Addendum

Beheerplan Natura 2000-gebied Vecht & Beneden-Regge (nr. 39) Overijssel

Inhoud

1	**Aanleiding**	**3**
2	**Scope**	**3**
3	**Onderzoeken**	**6**
3.1	Onderzoeksmaatregel M9a	6
3.1.1	Aanvullende maatregelen t.o.v. Beheerplan.	6
3.2	Onderzoeksmaatregel M22	7
3.2.1	Aanvullende maatregelen t.o.v. Beheerplan.	7
3.3	Onderzoeksmaatregel M33a	8
3.3.1	Inrichtingsplan	8
3.3.2	Aanvullende maatregelen voor bossen t.o.v. Beheerplan.	11
3.4	Onderzoeksmaatregel M41	12
3.5	Nummering nieuwe maatregelen	12
4	**Referenties**	**14**
4.1	Referenties aanvullende maatregelen	14
5	**Bijlagen**	**15**

1 Aanleiding

Het Natura 2000-beheerplan voor het gebied Vecht en Beneden-Regge is op 18 juli 2017 door Provinciale Staten van Overijssel vastgesteld. De provincie is bevoegd gezag voor de beheerplannen. Daarbij past dat als er aanvullende maatregelen moeten worden genomen in een gebied, het beheerplan hierop wordt aangepast. Daarmee is het beheerplan altijd actueel en passend bij wat er daadwerkelijk aan maatregelen wordt gerealiseerd. Daarom is nu een addendum op het vastgestelde Beheerplan nodig. Met dit addendum worden maatregelen toegevoegd aan het beheerplan die voortkomen uit onderzoeken die in beheerplanperiode 1 zijn uitgevoerd: vervolgmaatregelen. Deze onderzoeken zijn benoemd in het vastgestelde Beheerplan. De vervolgmaatregelen echter niet altijd, slechts algemeen of afwijkend van wat nu de vervolgmaatregelen blijken te zijn.

In de komende jaren zal het beheerplan Vecht en Beneden-Regge worden geactualiseerd. Dit addendum staat volledig los van die actualisatie. Er wordt vooruitlopend op de actualisatie alleen een addendum gemaakt als er financiële dekking is voor de vervolgmaatregelen en deze maatregelen niet via een andere procedure ter inzage hebben gelegen.

2 Scope

De volgende onderzoeksmaatregelen uit het Natura 2000 Beheerplan Natura 2000-gebied Vecht en Beneden-Regge vormen de basis van dit Addendum:

Nr.	**Type**	**Maatregel**	**Knelpunt**	**Gebied** (G) **/ Habitat** (H)
M9a	herstel hydrologie	Onderzoekopgave: invloed ontwatering in winterbed Vecht en aangrenzende hogere gronden (Vechtdal en flanken) op grondwaterafhankelijke habitattypen; het onderzoek vindt plaats in de 1e beheerplanperiode; eenvoudige, obstakelvrije maatregelen worden in de 1e beheerplanperiode uitgevoerd; andere maatregelen worden in 2e beheerplanperiode uitgevoerd	K9, K31, K32, K37	G
M22	Beheer en inrichting	Onderzoeksopgave voor Vechtdal en lokaal Reggedal: uitzoeken welke aanvullende maatregelen nodig zijn met betrekking tot verwerven en/ of herinrichten landbouwpercelen binnen Natura 2000-gebied (stoppen bemesting en afgraven/uitmijnen fosfaatrijke toplaag) en welke aanvullende herstelmaatregelen in bestaande voorkomens met habitattype H6120 nodig zijn; het onderzoek wordt uitgevoerd in het begin van de 1e beheerplanperiode en aanvullende maatregelen worden uitgevoerd in de 1e en 2e beheerplanperiode (Vechtdal; lokaal Reggedal); in verband met de aanhoudende KDW-overschrijding in alle voorkomens van habitattype H6120 zijn aanvullende maatregelen urgent voor de 1e beheerplanperiode. Zie ook maatregel M45	K20, K33, K31, K32, K37	H
M33a	Beheer en inrichting	Onderzoeksopgave en uitvoeren herstelmaatregelen: binnen 1 jaar toestand en knelpunten van habitattypen vaststellen met lokaal onderzoek en herstelmaatregelen voor huidige voorkomens uitwerken voor korte en lange termijn	K27, K31, K32, K37	H

M41	Herstel hydrologie	onderzoek naar effect sloot ten noorden van Junner Koeland mbt ontwatering en instroom nutriëntenrijk oppervlaktewater. Eventuele maatregel op lange termijn.	K38, K31, K32, K37	G

In het Beheerplan is hierover het volgende te vinden (*cursieve teksten* zijn citaten uit het Beheerplan).

1. 6.1.1 Maatregelen op gebiedsniveau

Waterhuishouding Vechtdal

*Eventuele vermindering van de ontwatering in het Vechtdal en haar flanken t.b.v. van behoud en herstel van grondwaterafhankelijke habitattypen kunnen nu niet worden uitgewerkt door onvoldoende gedocumenteerd inzicht over de waterhuishouding en grondwaterafhankelijke habitattypen (zie par. 3.3). Voor de korte termijn geldt daarom een onderzoeksopgave waarmee de invloed van de ontwatering in het winterbed van de Vecht en de dalflanken van de Vecht op grondwaterafhankelijke habitattypen in beeld wordt gebracht (**M9a**). Indien nodig voor behoud van grondwaterafhankelijke habitattypen worden obstakelvrije maatregelen in de eerste beheerplanperiode uitgevoerd. Hierbij valt te denken aan het lokaal dempen van ontwatering. Voor de lange termijn worden aanvullende maatregelen uitgewerkt in samenhang met plannen voor rivierherstel in het Vechtdal.*
*Een onderzoeksmaatregel voor de korte termijn is onderzoek naar de invloed van een sloot noordelijk van de oude meander van het Junner Koeland op het trilveen ter plaatse (**M41**). Deze invloed kan de waterkwantiteit (grond- en oppervlaktewaterregime) en de waterkwaliteit (nutriëntenaanvoer) betreffen. Op basis van dit onderzoek dient bepaald te worden welke maatregel, indien nodig, op de lange termijn uitgevoerd moet worden om behoud van het trilveen te garanderen (Van der Welle et al., 2012). Als de uitkomsten van het onderzoek er aanleiding toe geven om op korte termijn maatregelen tot uitvoering te brengen dan wordt in de 1e beheerplanperiode gestart om uitvoering aan deze maatregelen te geven.*

Rivierherstel Vecht

In het Vechtdal worden op de korte en lange termijn rivierherstelmaatregelen uitgevoerd (M10). De maatregelen bestaan in hoofdlijn uit:
1) Verwijderen van oeververdediging en de aanleg van ondiepe meanders met de juiste dimensies zorgt voor herstel van erosie- en sedimentatieprocessen. De herprofilering zorgt voor een ondiepe zomerbed. Door herstel van een meanderend lengteprofiel wordt verwacht dat het zand langer in het zomerbed verblijft en dat leidt dan tot verdere verondieping van het zomerbed. Mede door verwijdering van stenen uit de oevers zullen erosie- en sedimentatieprocessen toenemen. Deze zullen vooral op kleine schaal in het zomerbed gaan optreden en weinig in het winterbed.
2) Teneinde een sedimenttekort te verminderen worden de zandvangen in Duitsland opgeheven. Wanneer blijkt dat zandaanvoer onvoldoende, is kan actieve aanvoer van zand worden toegepast.

*Deze maatregelen moeten nog in ruimte en tijd nader worden uitgewerkt op basis van vooronderzoek dat gelinkt is aan de instandhoudingsdoelen. De maatregel is gelinkt aan het PAS wegens de positieve effecten op behoud en herstel van habitattype H6120 Stroomdalgraslanden. Bij de uitwerking van de rivierherstelmaatregelen is afstemming nodig met knelpunten in de waterhuishouding voor grondwaterafhankelijke habitattypen in het Vechtdal en op de flanken van het dal (zie onder). Uitbreidingen van deze habitattypen kunnen vooral in het Vechtdal gerealiseerd worden. Ontwikkeling van habitattype H6120 Stroomdalgraslanden buiten de huidige natuurreservaten zal extra maatregelen vragen die ook nog nader moeten worden uitgezocht (**M22**) en adequaat vegetatiebeheer (M24). Uitwerking van deze maatregelen dient meegenomen te worden in de concretisering van de rivierherstelmaatregelen.*

2. 6.1.2 Maatregelen op habitattypenniveau

Habitattype H7140 Overgangs- en trilvenen

<u>Voorkomen verslechtering korte termijn</u>
Voor behoud is hooilandbeheer laat in het groeiseizoen nodig (M26). Indien nodig kan periodiek ook opslag worden verwijderd (M28). Een afvoersloot die uitmondt op de oude meander van het Junner Koeland wordt gedempt (M41; zie paragraaf 6.1.1).

<u>Realiseren instandhoudingsdoelen lange termijn</u>
*Gelijk aan korte termijn. Op basis van onderzoek in de eerste beheerplanperiode worden in het Vechtdal indien noodzakelijk aanvullende maatregelen genomen (zie paragraaf 3.3 en 6.1.1; onderzoeksopgave **M9a**). Dit onderzoek vindt plaats in samenhang met een uitwerking van rivierherstelmaatregelen voor de Vecht.*

<u>Toelichting maatregelen</u>
Hooilandbeheer en verwijderen van opslag zijn bewezen maatregelen;
De overige maatregelen die in de Herstelstrategie voor dit habitattype worden genoemd, wordt niet geschikt geacht vanwege gebrek aan inzicht, de beperkte omvang van het gebied en/of ongewenste neveneffecten.

Habitattype H9120 Beuken-eikenbossen met hulst

<u>Voorkomen verslechtering korte termijn</u>
*Voor dit habitattype geldt dat gegevens over de actuele kwaliteit en trend niet beschikbaar zijn. Daarom dient de keuze van herstelmaatregelen nader bepaald te worden op basis van een lokaal vooronderzoek (**M33a**). In dit vooronderzoek wordt vastgesteld wat de toestand wat betreft bodem, bodemchemie, soortensamenstelling van de vegetatie en structuur is en welke knelpunten spelen.*
Op basis daarvan wordt bepaald in hoeverre de maatregelen die genoemd worden in de herstelstrategie zinvol zijn.
Dit betreft de maatregelen begrazen, strooiselverwijdering, hakhoutbeheer, ingrijpen in de soortensamenstelling en niets doen.

<u>Realiseren instandhoudingsdoelen lange termijn</u>
De doelen voor de lange termijn zijn net als die voor korte termijn: behoud van areaal en kwaliteit.
De herstelstrategie die op basis van nog te verkrijgen informatie wordt opgesteld (M33a), geldt daarmee ook voor de doelen op de lange termijn.

<u>Toelichting maatregelen</u>
- Begrazing is een bewezen maatregel die binnen 5 jaar werkt. De potentiële effectiviteit is matig.
- Strooiselverwijdering en hakhoutbeheer zijn respectievelijk een hypothetische en vuistregelmaatregel die binnen 5 jaar werken.
- De potentiële effectiviteit van strooiselverwijdering is matig en van hakhoutbeheer groot.
- Ingrijpen in de soortensamenstelling is een bewezen maatregel met grote potentiële effectiviteit

3 Onderzoeken

In de PAS gebiedsanalyse het Beheerplan voor het Vecht en Beneden-Reggebied zijn maatregelen vastgesteld op basis van de toen beschikbare kennis. Echter ten tijde van het opstellen van de gebiedsanalyse bestonden nog een aantal kennislacunes.
Voor het habitattype H9120 Beuken- eikenbos met hulst diende de keuze van herstelmaatregelen nader bepaald te worden op basis van een lokaal vooronderzoek (M33a).
Ook voor het habitattype H6120 Stroomdalgrasland moest uitgezocht worden welke aanvullende maatregelen nodig zijn met betrekking tot verwerven en/ of herinrichten landbouwpercelen binnen Natura 2000-gebied en welke aanvullende herstelmaatregelen in bestaande voorkomens nodig zijn (M22).
Daarnaast ontbrak inzicht in het functioneren van de waterhuishouding (Vecht en detailontwatering) in het stroomgebied van de Vecht (M9a). Consequenties voor het Vechtdal en haar flanken waren daardoor:

1. knelpunten in de waterhuishouding voor grondwaterafhankelijke habitattypen konden niet worden vastgesteld;
2. herstelmaatregelen in de grondwaterhuishouding konden niet worden uitgewerkt.

Als invulling van deze onderzoeksmaatregelen zijn de volgende onderzoeken gestart:

- M9a: de invloed ontwatering in winterbed Vecht en aangrenzende hogere gronden (Vechtdal en flanken) op grondwaterafhankelijke habitattypen;
- M33a: de kwaliteit van de bossen op oude bosgroeiplaatsen op het landgoed Junne en de noodzakelijke maatregelen voor het habitattype H9120 Beuken- eikenbos met hulst;
- M41: het effect van de sloot ten noorden van Junner Koeland met betrekking tot ontwatering en instroom nutriëntenrijk oppervlaktewater;
- M22: welke aanvullende maatregelen zijn nodig met betrekking tot verwerven en/ of herinrichten landbouwpercelen binnen Natura 2000 gebied en voor bestaande stroomdalgraslanden.

Er zijn landschapsecologische systeemanalyses (LESA's) uitgevoerd voor de volgende drie gebieden:

1. Junner Koeland (M9a),
2. Karshoek (M9a en M22)
3. Arriër Koeland & Boerenmars (M9a en M22)

Daarnaast is er een onderzoek uitgevoerd (M33a) naar de kwaliteit van de bossen op het Landgoed Junne.

Voor een uitgebreide analyse en conclusies wordt verwezen naar de LESA's en het Inrichtingsplan Landgoed Junne in de bijlagen.

3.1 Onderzoeksmaatregel M9a

3.1.1 Aanvullende maatregelen t.o.v. Beheerplan.

In onderstaande tabel is een samenvatting opgenomen van de in het Herstelplan beschreven aanvullende maatregelen. Voor een uitgebreide beschrijving wordt verwezen naar de LESA's zelf.

Maatregelen naar aanleiding van onderzoek M9a

Vecht	
Doel:	*Verminderen ontwatering en verdroging*
M9a	Ontwatering winterbed en flanken
Beschrijving:	De Vecht heeft een sterk drainerende werking op zijn omgeving, dit zorgt vrijwel overal voor verdroging en afname van de noodzakelijke kwel. Lokale drainage van invloed is op het realiseren van de instandhoudingsdoelen.

Junner Koeland		
Maatregelen:	*MJK1*	Blokkeren stuw Meijer en restant Hooge Graven dempen*
	MJK2	Verhogen meanderpeil westelijke meander door bodemverhoging en/of aanbrengen (drijf)stuw
	MJK3	Dempen waterlopen de Mars/Calsum en sloot ten zuiden van Calsum
	MJK4	Plaatsen drempel in Wolfsvelder leiding om erosie te voorkomen, herstel bodemhoogte in geërodeerd deel en mogelijk peilverhoging binnen natuurgebied bezien
Arriër Koeland & Boerenmars		
Maatregelen:	*MAB1*	Peilverhoging meander
	MAB2	Ophogen grondrug en graven gat in wal
	MAB3	Afgraven gronddrempel in zuidelijke geul
	MAB4	Verwijderen bos en struweel en afvlakken geuloevers voor uitbreiding van het Trilveen
Karshoek		
Maatregelen:	*MK1*	Bodem westelijk deel meander ophogen
	MK2	Sloot in boswachterij die aan noordzijde afwatert op de meander over een lengte van ca. 220 meter dempen
	MK3	Cascade aanbrengen benedenstroomse deel meander

*Het onklaar maken danwel verwijderen van de stuw Meijer zal eerst nader uitgewerkt worden waarbij ook de huidige functie van de stuw en consequenties in beschouwing genomen worden.

3.2 Onderzoeksmaatregel M22

3.2.1 Aanvullende maatregelen t.o.v. Beheerplan.

In onderstaande tabel is een samenvatting opgenomen van de in het Herstelplan beschreven aanvullende maatregelen. Voor een uitgebreide beschrijving wordt verwezen naar de LESA's zelf.

Maatregelen naar aanleiding van onderzoek M22

Stroomdalgraslanden	
Doel:	*uitbreiding van stroomdalgraslanden*
M22	Onderzoeksopgave stroomdalgraslanden
Beschrijving:	Uit de uitgevoerde onderzoeken blijkt dat het huidig areaal van stroomdalgraslanden sterk onder druk staat door met name de hoge voedselrijkdom, verzuring, het huidige beheer en beperkte zandafzetting op de huidige locaties. Door bemesting en intensief agrarisch gebruik komt het habitattype alleen nog voor in natuurreservaten in het Vechtdal: Junner Koeland, De Stekkenkamp, De Karshoek, Arriër Koeland, De Maat en Prathoek. Slechts een beperkt deel van de op de habitatkaart bij de Gebiedsanalyse en het Beheerplan (december 2016) aangegeven stroomdalgraslanden voldoen aan de criteria voor H6120 (KWR, 2019).

Arriër Koeland & Boerenmars		
Maatregelen:	*MAB1*	Lokaal plaggen ten behoeve van stroomdalgrasland (H6120)
Prathoek		
Maatregelen:	*MP1*	Graasdruk verhogen

3.3 Onderzoeksmaatregel M33a

Als invulling van M33a is een onderzoek uitgevoerd naar de bossen op oude bosgroeiplaatsen door Alterra: Droge bossen van het Vecht- en Beneden-Reggegebied (Overijssel), Bijlsma, e.a., 2018. In dit onderzoek zijn de bossen in het N2000 gebied geïnventariseerd en is de habitattypering herzien. Voor de bossen op landgoed Junne heeft dit ertoe geleid dat diverse percelen worden gerekend tot H9120: beuken-eikenbossen met hulst. Het type H9190 oude eikenbossen is niet aangetroffen.

Als resultaat van de uitvoering van maatregel M33a volgt dat voor behoud van de H9120, Beuken-eikenbossen met hulst in de eerste beheerplanperiode de volgende maatregelen getroffen dienen te worden:

1. Verbetering (kwaliteitsslag) van het habitattype H9120 Beuken- eikenbos met hulst op Junne
2. Het realiseren van een open verbinding tussen het Arriër koeland en de stuifzandheide Heetdelle op Junne. Voor een soort als kommavlinder is dat bijvoorbeeld noodzakelijk. Bij Beerze is al een verbindingszone gerealiseerd langs het spoor. Hier wordt op aangesloten en worden stukken heide en stuifzand die noordelijk liggen verbonden met het Eerderveld en Beerzerveld.

3.3.1 Inrichtingsplan

Naar aanleiding van het resultaat van onderzoeksmaatregel M33a is in opdracht van de landgoedeigenaar door TAUW bv eind 2020 een Inrichtingsplan opgesteld waarin de maatregelen zijn beschreven.

Maatregelen naar aanleiding van onderzoek M33a

Deelgebied J1		
Doel:	*Verbetering (kwaliteitsslag) van het habitattype H9120 Beuken- eikenbos met hulst op Junne*	
M01	*Verbeterslag Beuken- eikenbossen met hulst*	
Beschrijving:	Verwijderen van exoten (geen aanplant) en dichten van rabatten om droogte tegen te gaan.	
Maatregelen:	*MJ1.1.1*	Verwijderen van exoten
	MJ1.1.3a	Dichten van rabatten; kappen bomen
	MJ1.1.3b	Dichten van rabatten; frezen terrein tot 10cm-mv
	MJ1.1.3c	Dichten van rabatten; met ter plaatse beschikbare grond de aanwezige sleuven tussen de rabatten opvullen.
M02	*Verbeterslag Beuken- eikenbossen met hulst*	
Beschrijving:	Verwijderen van exoten (geen aanplant).	
Maatregelen:	*MJ1.2.1*	Verwijderen van exoten
M03	*Verbeterslag Beuken- eikenbossen met hulst*	
Beschrijving:	Verwijderen van exoten (geen aanplant).	
Maatregelen:	*MJ1.3.1*	Verwijderen van exoten
M04	*Verbeterslag Beuken- eikenbossen met hulst*	
Beschrijving:	Verwijderen van exoten (geen aanplant).	
Maatregelen:	*MJ1.4.1*	Verwijderen van exoten
	MJ1.4.3	Verwijderen stobben Amerikaanse eik
M05	*Extra inzet ontwikkeling Beuken- eikenbossen met hulst*	
Beschrijving:	Verwijderen van exoten (geen aanplant).	
Maatregelen:	*MJ1.5.1*	Verwijderen van exoten
M08	*Inrichten als eikenbos*	
Beschrijving:	Verwijderen beplanting (met name Sparren) en inplanten met soorten behorende bij het H9190/H9120 (Linde, Eik, Hazelaar). Aanbrengen boomkorven (beschermkoker) te bescherming van beplanting.	
Maatregelen:	*MJ1.8.1*	Kappen sparren (incl. verwijderen ondergroei)

	MJ1.8.2	Aanplant van bosplantsoen
	MJ1.8.2a	Aanbrengen boomkorven (beschermkoker) te bescherming van beplanting
	MJ1.8.4	Verwijderen stobben d.m.v. frezen
M09	*Verbeterslag Beuken- eikenbossen met hulst*	
Beschrijving:	Verwijderen beplanting (met name Sparren) en inplanten met soorten behorende bij het H9190/H9120 (Linde, Eik, Hazelaar). Aanbrengen boomkorven (beschermkoker) te bescherming van beplanting.	
Maatregelen:	*MJ1.9.1*	Kappen sparren (incl. verwijderen ondergroei)
	MJ1.9.2	Aanplant van bosplantsoen
	MJ1.9.2a	Aanbrengen boomkorven (beschermkoker) te bescherming van beplanting
	MJ1.9.4	Verwijderen stobben d.m.v. frezen
M10	*Bufferzone verbeterslag Beuken- eikenbossen met hulst*	
Beschrijving:	Verwijderen kleinere exoten als Amerikaanse vogelkers en krentenboom (geen aanplant).	
Maatregelen:	*MJ1.10.1*	Verwijderen van exoten
	MJ1.10.2	(Overgangs)Beheer; jaarlijks klepelen en opzuigen (Periode van 3 jaar)

Deelgebied J3		
Doel:	*Verbetering (kwaliteitsslag) van het habitattype H9120 Beuken- eikenbos met hulst op Junne*	
M11	*Verbeterslag Beuken- eikenbossen met hulst*	
Beschrijving:	Verwijderen van exoten (met name Amerikaanse eik), aanplant van soorten behorende bij het habitattype in de vorm van bosplantsoen. Op schaduwrijke plekken hazelaar/linde. Aan de zonrijkere randen van het bos met name eenstijlige meidoorn en sleedoorn. Op eventuele open plekken kan eik worden geplant. Aanbrengen boomkorven (beschermkoker) te bescherming van beplanting. Indien nodig steenmeel gebruiken in het plantgat.	
Maatregelen:	*MJ3.11.1*	Verwijderen van exoten
	MJ3.11.2	Aanplant van bosplantsoen
	MJ3.11.2a	Aanbrengen boomkorven (beschermkoker) te bescherming van beplanting
M12	*Verbeterslag Beuken- eikenbossen met hulst*	
Beschrijving:	Verwijderen van exoten (met name Amerikaanse eik), aanplant van soorten behorende bij het habitattype in de vorm van bosplantsoen. Op schaduwrijke plekken hazelaar/linde. Aan de zonrijkere randen van het bos met name eenstijlige meidoorn en sleedoorn. Op eventuele open plekken kan eik worden geplant. Aanbrengen boomkorven (beschermkoker) te bescherming van beplanting. Indien nodig steenmeel gebruiken in het plantgat.	
Maatregelen:	*MJ3.12.1*	Verwijderen van exoten
	MJ3.12.2	Aanplant van bosplantsoen
	MJ3.12.2a	Aanbrengen boomkorven (beschermkoker) te bescherming van beplanting
M13	*Verbeterslag Beuken- eikenbossen met hulst*	
Beschrijving:	Verwijderen kleinere exoten als Amerikaanse vogelkers en krentenboom in een zone van 25 m.	
Maatregelen:	*MJ3.13.1*	Verwijderen van exoten
M14	*Bufferzone verbeterslag Beuken- eikenbossen met hulst*	

Beschrijving:	Verwijderen kleinere exoten als Amerikaanse vogelkers en krentenboom in een zone van 25 m.	
Maatregelen:	*MJ3.14.1*	Verwijderen van exoten
	MJ3.14.2	(Overgangs)Beheer; jaarlijks klepelen en opzuigen (Periode van 3 jaar)
M15	*Bufferzone verbeterslag Beuken- eikenbossen met hulst*	
Beschrijving:	Verwijderen kleinere exoten als Amerikaanse vogelkers en krentenboom	
Maatregelen:	*MJ3.15.1*	Verwijderen van exoten
	MJ3.15.2	(Overgangs)Beheer; jaarlijks klepelen en opzuigen (Periode van 3 jaar)

Verbindingszone Habitattype H2310, Stuifzanden met struikhei		
Doel:	*Het realiseren van een open verbinding tussen het Junner koeland en de stuifzandheide op Junne. Voor een soort als kommavlinder is dat bijvoorbeeld noodzakelijk. Bij Beerze is al een verbindingszone gerealiseerd langs het spoor. Hier wordt op aangesloten en worden stukken heide en stuifzand die noordelijk liggen verbonden met het Eerderveld en Beerzerveld.*	
M16	*Bos inrichten als verbindingszone (15 m)*	
Beschrijving:	Kappen bomen, stobben mogen blijven, ca. 30 % strooisellaag verwijderen	
Maatregelen:	*MV.16.1*	Verwijderen bomen (incl. ondergroei); strook 30 meter breed
	MV.16.2	Opruimen tak- en tophout na boskap
	MV.16.4	Verwijderen organische laag (strooisellaag) 30% van het areaal; laagdikte gem. 10 cm
	MV.16.5	(Overgangs)Beheer; jaarlijks klepelen en opzuigen (Periode van 3 jaar)
	MV.16.7	Inzaaien met heide maaisel (50% van het areaal)
M17	*Bos inrichten als verbindingszone (20 m) met steppingstone*	
Beschrijving:	Kappen bomen (kapzone 20 m breed), stobben mogen blijven, ca. 30 % strooisellaag verwijderen	
Maatregelen:	*MV.17.1*	Verwijderen bomen (incl. ondergroei); strook 30 meter breed
	MV.17.2	Opruimen tak- en tophout na boskap
	MV.17.4	Verwijderen organische laag (strooisellaag) 30% van het areaal; laagdikte gem. 10 cm
	MV.17.5	(Overgangs)Beheer; jaarlijks klepelen en opzuigen (Periode van 3 jaar)
	MV.17.7	Inzaaien met heide maaisel (50% van het areaal)
M18	*Bos inrichten als verbindingszone (30 m)*	
Beschrijving:	Kappen bomen, stobben mogen blijven, ca. 30 % strooisellaag verwijderen	
Maatregelen:	*MV.18.1*	Verwijderen bomen (incl. ondergroei); strook 30 meter breed
	MV.18.2	Opruimen tak- en tophout na boskap
	MV.18.4	Verwijderen organische laag (strooisellaag) 30% van het areaal; laagdikte gem. 10 cm
	MV.18.5	(Overgangs)Beheer; jaarlijks klepelen en opzuigen (Periode van 3 jaar)
	MV.18.7	Inzaaien met heide maaisel (50% van het areaal)
M19	*Bos inrichten als verbindingszone (30 m)*	
Beschrijving:	Kappen bomen, stobben mogen blijven, ca. 30 % strooisellaag verwijderen	
Maatregelen:	*MV.19.1*	Verwijderen bomen (incl. ondergroei); strook 30 meter breed*
	MV.19.2	Opruimen tak- en tophout na boskap
	MV.19.4	Verwijderen organische laag (strooisellaag) 30% van het areaal; laagdikte gem. 10 cm
	MV.19.5	(Overgangs)Beheer; jaarlijks klepelen en opzuigen (Periode van 3 jaar)
	MV.19.7	Inzaaien met heide maaisel (50% van het areaal)
M20	*Bos inrichten als verbindingszone (20 m) met steppingstone*	

Beschrijving:	Kappen bomen (kapzone 20 m breed), stobben mogen blijven, ca. 30 % strooisellaag verwijderen	
Maatregelen:	*MV.20.1*	Verwijderen bomen (incl. ondergroei); strook 30 meter breed
	MV.20.2	Opruimen tak- en tophout na boskap
	MV.20.4	Verwijderen organische laag (strooisellaag) 30% van het areaal; laagdikte gem. 10 cm
	MV.20.5	(Overgangs)Beheer; jaarlijks klepelen en opzuigen (Periode van 3 jaar)
	MV.20.7	Inzaaien met heide maaisel (50% van het areaal)
M21	*Bos inrichten als verbindingszone (30 m)*	
Beschrijving:	Kappen bomen, stobben mogen blijven, ca. 30 % strooisellaag verwijderen	
Maatregelen:	*MV.21.1*	Verwijderen bomen (incl. ondergroei); strook 30 meter breed
	MV.21.2	Opruimen tak- en tophout na boskap
	MV.21.4	Verwijderen organische laag (strooisellaag) 30% van het areaal; laagdikte gem. 10 cm
	MV.21.5	(Overgangs)Beheer; jaarlijks klepelen en opzuigen (Periode van 3 jaar)
	MV.21.7	Inzaaien met heide maaisel (50% van het areaal)

* De urgentie van uitvoering en onderbouwing van de trajecten 16, 18 en 20 wordt nog nader aangevuld nadat de ontwikkelingen in andere vergelijkbare door bos aangelegde verbindingszones ten behoeve van deze habitats bekeken zijn. Dan wordt aangegeven door de provincie wanneer de uitvoering van de trajecten 16, 18 en 20 nodig is. De provincie gaat over de nieuwe bevindingen in overleg met de eigenaren.

3.3.2 Aanvullende maatregelen voor bossen t.o.v. Beheerplan.

Aanvullend blijkt dat, net als in het Natura 2000-gebied Landgoederen Oldenzaal, ook in Junne een extra maatregel noodzakelijk is voor dit habitattype ter verbetering van de bosstructuur. Voor het Natura 2000-gebied Landgoederen Oldenzaal N2000-gebied is, in overleg met de terreinbeheerders/-eigenaren (Natuurmonumenten en particulieren, vertegenwoordigd door OPG) geconstateerd dat een overkoepelend bosonderzoek, gericht op het uitwerken van praktische en passende interne herstel- en beheermaatregelen voor de drie betreffende boshabitattypen, wenselijk is. Provincie Overijssel heeft de Bosgroepen opdracht gegeven voor uitvoering van dit onderzoek. Deze rapportage vormt de weerslag van dit onderzoek en blijkt ook voor het Landgoed Junne van toepassing te zijn.

In onderstaande tabel is een samenvatting opgenomen van de in het Herstelplan beschreven aanvullende maatregelen. Voor een uitgebreide beschrijving wordt verwezen naar het Herstelplan zelf.

Maatregel naar aanleiding van onderzoek

Deelgebied J1 en J3		
Doel:	*Verbeteren bosstructuur*	
M22	*Verbeterslag Beuken- eikenbossen met hulst*	
Beschrijving:	Verbeteren bosstructuur door licht en kronendak, terugbrengen schaduwsoorten, verwijderen strooisel, hakhoutbeheer	
Maatregelen:	*M22.1a*	Het hoge aandeel van zuur-strooisel producerende soorten als Beuk en Zomereik terugdringen.
	M22.1b	Kleine open plekken bevorderen waarin randsoorten als Boswilg en Ratelpopulier worden aangeplant.
	M22.1c	Additie van steenmeel (in experimentele fase) kan een uitkomst bieden tegen het verlies aan basische kationen
	M22.2	Terugdringen/weghalen donker naaldhout als aanwezig.
	M22.3a	Dunnen Beuk en bevorderen enkele lichte soorten zoals Berk en Haagbeuk

	M22.3b	Bevorderen structuur in het bos
	M22.3c	Creëren structuurrijke bosranden met mantel en zoom
	M22.4	Weghalen Amerikaanse eik daar waar het een probleem lijkt te vormen. Door middel van ringen. Hout in bos achterlaten.

3.4 Onderzoeksmaatregel M41

Maatregelen naar aanleiding van onderzoek

Junner koeland		
Doel:	*Verbeteren kwelwaterkwaliteit*	
M41	Effect sloot ten noorden van Junner koeland	
Beschrijving:	Uit het onderzoek blijkt dat de landbouwkundige ontwatering (vanuit Ariër Vlier) in het gebied de kwelflux naar het Junner Koeland vermindert. Daarentegen zorgt wateraanvoer ervoor dat in de zomer de kwelflux versterkt wordt. Op kwantitatief gebied is er geen knelpunt, kwalitatief echter wel.	
Maatregelen:	*MJK1*	Om ongewenste inundaties met nutriëntenrijk water te voorkomen is een verhoging / blokkade van stuw Meijer noodzakelijk. Daarnaast wordt voorgesteld het restant van de aanvoersloot ten zuiden van de stuw (die dan geen functie meer heeft) te dempen om onnodige drainage via deze sloot te voorkomen en het rivierduin dat doorsneden wordt op te vullen.

3.5 Nummering nieuwe maatregelen

Maatregelnummer in onderzoek	Definitieve maatregelnummer inaddendum beheerplan	**omschrijving**
MJK 1-4	M9a-a	Verminderen ontwatering en verdroging Junner Koeland
MJ1-MJ3	M33a-e	Maatregelen tbv bosstructuur Junne
MV16-MV21	M33a-d	Wijzigen bossamenstelling Junne
MJ1-MJ3	M33a-f	Inbrengen soorten boshabitattype Junne
MJk1	M41a	Blokkade/stuw Meijer verwijderen en restant aanvoersloot dempen
M33a-b	M33a-b	Hydrologische maatregelen bos Junne
M33a-a	M33a-a	Verwijderen exoten Junne
MP1	M22b	Graasdruk verhogen Prathoek
Mab1	M22a	Lokaal plaggen Arrier Koeland Boerenmars

MK1-2	M9a-c	Verminderen ontwatering en verdroging Karshoek
Mab1-4	M9a-b	Verminderenontwatering en verdroging Arrier Koeland en Boerenmars
M33 a-c	M33a-c	Omvorming naaldbos Junne

4 Referenties

4.1 Referenties aanvullende maatregelen

Alterra: Droge bossen van het Vecht- en Beneden-Reggegebied (Overijssel),
Bijlsma, et al., 2018.

Bijlsma: Onderzoek naar de bossen op oude bosgroeiplaatsen op het landgoed Junne.
Bijlsma et al., 2018

Unie van bosgroepen: Rapportage Onderzoek Bossen Landgoederen Oldenzaal,
A.A.M. Kieskamp & L. van den Berg Februari 2020

Unie van bosgroepen: Knelpuntenanalyse Vecht-Arriën 1 - 5, Stekkenkamp, Prathoek en De Maat,
A.A.M. Kieskamp & A.T.W. Eysink (Uvb); W Bakx & M. Arens (Arcadis), augustus 2019

Bell Hullenaar: Landschapsecologische systeemanalyse Arriër Koeland & Boerenmars
J.S. Bell & J.W. van 't Hullenaar december 2019

Vechtstromen, SBB, Prv. Overijssel: Landschapsecologische systeemanalyse Karshoek
W. Berendrecht, R. Broekhuis, R. van Dongen, M. Duineveld, G. Kooijman, L. van der Toorn, mei 2019

KWR: Landschapsecologische systeemanalyse Junner Koeland
A. van Loon, S. Clevers & M. Jalink (KWR); B. van Delft & G. Maas (WEnR), juli 2020

5 Bijlagen

Bijlage 1: Inrichtingsplan landgoed Junne
Bijlage 2: Maatregelenkaart landgoed Junne

Tauw



Inrichtingsplan landgoed Junne

Uitwerking natuurherstelmaatregelen - beheerplanperiode 2

8 december 2020

Verantwoording

Titel	Inrichtingsplan landgoed Junne
Opdrachtgever	ASR Real Estate BV
Projectleider	Eric Versteeg
Auteur(s)	Johnny Boers en Jeroen de Jong
Tweede lezer	Eric Versteeg
Projectnummer	1266487
Aantal pagina's	26 (exclusief bijlagen)
Datum	8 december 2020
Handtekening	Ontbreekt in verband met digitale verwerking.
	Dit rapport is aantoonbaar vrijgegeven.

Colofon

TAUW bv
Handelskade 37
Postbus 133
7400 AC Deventer
T +31 57 06 99 91 1
E info.deventer@tauw.com

Inhoud

1 Inleiding 5
1.1 Kenschets 5
1.2 Natura 2000-gebied Vecht en Beneden-Regge 5
1.3 Fasering opgave 8
1.4 Scope en afbakening project 9
1.4.1 Wijzigingen scope ten opzichte van projectplan 9
1.5 'Samen werkt beter' 10
1.6 Leeswijzer 10
2 Gebiedsomschrijving 11
2.1 Natura 2000-gebied Vecht- en Beneden-Regge 11
2.2 Landgoed Junne 11
2.3 Habitattypen op Junne 11
2.3.1 Beschrijving habitattypen 12
3 Knelpunten 14
3.1 Knelpunten op habitatniveau 14
3.1.1 Habitattype H2310, Stuifzanden met struikhei 14
3.1.2 Habitattype 9120, Beuken-eikenbossen met hulst 14
4 Inrichtingsmaatregelen 18
4.1 Indeling deelgebieden 18
4.2 Maatregelen op habitatniveau 18
4.2.1 Habitattype H2310, Stuifzanden met struikhei - verbindingszones 18
4.2.2 Habitattype 9120, Beuken-eikenbossen met hulst 23
5 Richting realisatiefase 26
5.1 Onderzoeken ten behoeve van uitwerking van de maatregelen 26
5.2 Risicodossier 26
5.3 Vergunningen en onderzoeken richting realisatiefase 26
5.4 SSK raming 26
5.5 Contract en uitvoeringsstrategie 26
5.6 Beheer en monitoring 26
5.7 Opleverdossier realisatiefase 26

Bijlage 1 Kaart inrichtingsmaatregelen periode 2
Bijlage 2 Uitgevoerde onderzoeken
Bijlage 3 SSK raming
Bijlage 4 Risico-dossier
Bijlage 5 Notitie strategie contractering- en uitvoering
Bijlage 6 Notitie strategie beheer en onderhoud

1 Inleiding

1.1 Kenschets

Landgoed Junne ligt in de gemeente Ommen in Overijssel en is met een oppervlakte van circa 1047 hectare één van de grotere particuliere landgoederen in Nederland. ASR Schadeverzekeringen N.V. is sinds 2018 eigenaar van Landgoed Junne. De natuur op landgoed Junne bestaat voornamelijk uit bosgebied (ruim 70 %) afgewisseld met onder andere zandverstuivingen, jeneverbesstruwelen en stroomdalgraslanden (langs de Vecht). Daarnaast bestaat het landgoed uit landbouwgrond en vindt er recreatie plaats in de vorm van wandelroutes. Ook zijn er veel cultuurhistorische elementen. Kenmerkend zijn de boerenhoeves, de esgronden, de brink, houtwallen, stuifzanden, heidegebiedjes en bijzondere houtopstanden.

1.2 Natura 2000-gebied Vecht en Beneden-Regge

Landgoed Junne is onderdeel van Natura 2000-gebied Vecht en Beneden-Regge. Dit gebied is één van de 166 Natura 2000-gebieden in Nederland. In 2015 is het Natura 2000-beheerplan (provincie Overijssel) voor Vecht en Beneden-Regge vastgesteld. Hierin zijn herstelmaatregelen vastgelegd die nodig zijn voor de instandhouding van de in het aanwijzingsbesluit aangewezen habitattypen en habitatsoorten in dit gebied. De knelpunten die zich voornamelijk voordoen in op Landgoed Junne betreffen bebossing en successie, versneld door de depositie van stikstof of verrijking van het habitat. In sommige gevallen is ook verdroging een knelpunt. In tabel 1.3 zijn de habitattypen en instandhoudingsdoelen weergegeven.

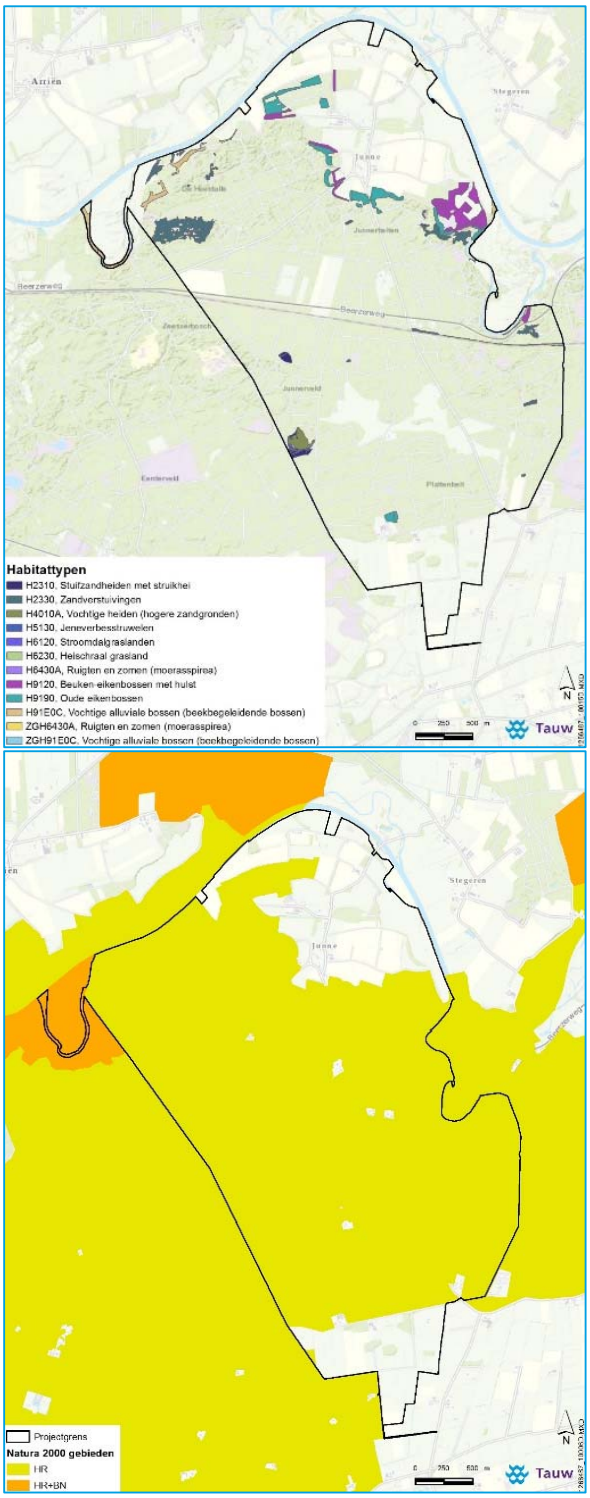
Tabel 1.1 Overzicht van Natura 2000-instandhoudingsdoelen en uitbreidingsdoelen per habitattypen waarbij is aangegeven welk habitattype voorkomt in Landgoed Junne

Habitattype	Oppervlakte	Kwaliteit	Landgoed Junne
H2310, Stuifzandheiden met struikhei	>	>	✓
H2330, Zandverstuivingen	>	>	✓
H3160 Zure Vennen	=	>	
H4010A, Vochtige heiden (hogere zandgronden)	>	>	✓
H4030 Droge heiden	>	>	
H5130, Jeneverbesstruwelen	=	>	✓
H6120, Stroomdalgraslanden	>	>	✓
H6230, Heischrale graslanden	=	>	✓
H6430A: Ruigten en zomen (moerasspirea)	=	=	✓
H7110B Actieve hoogvenen	=	=	
H7120 Herstellende hoogvenen	=	=	
H7140A Overgangs- en trilvenen	=	=	
H7150 Pioniervegetaties met snavelbiezen	=	=	
H9120, Beuken- eikenbossen met hulst	=	=	✓
H9190, Oude eikenbossen*	>	>	✓
H91E0C, Vochtige alluviale bossen**	>	>	✓

* Als invulling van M33a is een onderzoek uitgevoerd naar de bossen op oude bosgroeiplaatsen door Alterra: Droge bossen van het Vecht- en Beneden-Reggegebied (Overijssel), Bijlsma, e.a., 2018. In dit onderzoek zijn de bossen in het N2000 gebied geïnventariseerd en is de habitattypering herzien. Voor de bossen op landgoed Junne heeft dit ertoe geleid dat diverse percelen worden gerekend tot H9120: beuken-eikenbossen met hulst. Het type H9190 oude eikenbossen is niet aangetroffen.

****Uit nader veldbezoek in projectplan fase bleek dat voor het habitattype alluviaal bos geen maatregelen nodig zijn, daarom wordt dit habitattype niet meer beschreven in dit inrichtingsplan. Vanuit de externe maatregel 9a is door bureau Hullenaar een LESA uitgevoerd. Uit de resultaten volgt dat voor het behoud van het alluviaal bos in de meander het wenselijk is om de meander aan de westkant te verondiepen en eventueel een landbouwsloot te dempen. Deze maatregelen vormen **geen** onderdeel van de huidige scope*

Het landgoed Junne is een onderdeel van het Natura 2000-gebied Vecht en Beneden-Regge en dit inrichtingsplan gaat alleen in op de habitattypen en maatregelen voor Landgoed Junne.
In onderstaande figuur 1.1 zijn de habitattypen en de begrenzing vanuit Natura 2000 weergegeven.



Figuur 1.1 Habitattypenkaart en begrenzing Natura 2000 gebied voor landgoed Junne

1.3 Fasering opgave

Voorliggend inrichtingsplan betreft de interne opgave voor landgoed Junne als onderdeel van het Natura2000 gebied Vecht- en Beneden-Regge. Hiervoor is ASR als eigenaar van het landgoed trekker en legt hiervoor rechtstreeks verantwoording af aan Provincie Overijssel. Voor de externe maatregelen vindt afstemming plaats tussen ASR en de trekker van het gebiedsproces, waterschap Vechtstromen.

De maatregelen voor landgoed Junne staan beschreven in het Natura 2000-beheerplan Vecht-en-Beneden-Reggegebied (Vastgesteld Gedeputeerde Staten van Overijssel: 18 juli 2017). Vanuit het beheerplan heeft Tauw in opdracht van ASR een projectplan opgesteld voor de uitvoering van de herstelmaatregelen op landgoed Junne (R002-1266487JJY-V02-lhl-NL, d.d. 17-5-2019).
De totale opgave bestaat uit de onderstaande fasen:

- Fase 1: Projectplan (reeds uitgevoerd en akkoord bevonden door Provincie)
- Fase 2: Planuitwerking
- Fase 3: Contract- en uitvoering
- Fase 4: Exploitatie en beheer

Dit inrichtingsplan heeft betrekking op stap 2 Planuitwerking. Voor deze fase zijn tevens diverse onderzoeken en een vergunningenscan uitgevoerd. De onderzoeken dienen ter onderbouwing van de aanwezige knelpunten en bijbehorende maatregelen of ter voorbereiding op de realisatie.

In de onderstaande tabel zijn de onderzoeken opgenomen die zijn uitgevoerd in deze fase. In de tabel is tevens het doel per onderzoek aangegeven. Een aantal onderzoeken zijn specifiek uitgevoerd voor de onderbouwing van een knelpunt / maatregel voor een habitattype. En onderzoeken zijn uitgevoerd ter voorbereiding op de uitvoering. De resultaten van de onderzoeken die specifiek voor de onderbouwing van een knelpunt maatregel zijn uitgevoerd, zijn terug te lezen in hoofdstuk 3 en 4 (onder het habitattype) en zijn opgenomen in bijlage 2.

Tabel 1.2 Overzicht uitgevoerde onderzoeken fase 2: Planuitwerking

Uitgevoerd onderzoek	Doel onderzoek	Maatregel	T.b.v. habitattype
Bosonderzoek WUR* (M33 Droge bossen van het Vecht- en Beneden Reggegebied, WUR, maart 2018) + Exoteninventarisatie	Invulling van een maatregel	Maatregelen in verband met soortensamenstelling	H9120 Beuken-eikenbossen met hulst
Hoogtemeting		Herstel hoogveenplateau	Habitattype H4010A, Vochtige heide (hoge zandgronden)**
Expert judgement geohydrologie		Dempen afvoersloten	Pioniervegetatie met snavelbiezen (H7150)
		Herstel hoogveenplateau	Habitattype H4010A, Vochtige heide (hoge zandgronden)
Cultuurhistorie Niet Gesprongen Explosieven (NGE) Ecologische QuickScan	Voorbereiding uitvoering	n.v.t.	n.v.t.

*Dit bosonderzoek uit maart 2018 is uitgevoerd door de WUR en dient mede als input voor het vaststellen van de maatregelen voor habitattype H9120. Aanvullend is vanuit onderhavig project een inventarisatie gedaan naar de aanwezige exoten als een van de mogelijke maatregelen voor het verbeteren van dit habitattype

**Onderzoek is uitgevoerd ter plaatse van hoogveenplateau aan de westzijde van het landgoed

Afsluitend is een aanzet gegeven voor stap 3 realisatie. Deze stap maakt geen onderdeel uit van deze fase, maar is wel van belang voor de algehele planning in verband met het behalen van de officiële deadline.

1.4 Scope en afbakening project

Op landgoed Junne is er sprake van twee soorten herstelmaatrelen:

1. Maatregelen ten behoeve van habitattypen die voorkomen op landgoed Junne
2. Maatregelen ten behoeve van habitattypen die buiten landgoed Junne voorkomen (M11 + M13)

NB. de maatregelen M11 + M13 zijn onderdeel van het inrichtingsplan voor beheerplanperiode 1.

Om te komen tot de realisatie van de maatregelen op landgoed Junne is in het projectplan in afstemming met de provincie onderstaande fasering gehanteerd vanuit het te doorlopen proces in de tijd:

- *Beheerplanperiode 1:* Maatregelen die benoemd staan in de voornoemde Gebiedsanalyse (GA). Voor deze maatregelen zijn financiën beschikbaar en deze maatregelen kunnen in de eerste beheerplanperiode voor 1 juli 2021 uitgevoerd worden conform de GA
- *Beheerplanperiode 2:* Maatregelen die niet benoemd staan in de voornoemde Gebiedsanalyse (GA), maar waarvan onderzoek uitwijst dat deze noodzakelijk zijn om de doelen te realiseren. Deze maatregelen dienen eerst in de nieuwe Gebiedsanalyse te worden opgenomen.
  Na vaststelling van de nieuwe GA door Gedeputeerde Staten / Provinciale Staten van Overijssel kunnen ook voor deze maatregelen financiële middelen bij GS/PS worden aangevraagd en kunnen deze maatregelen aansluitend uitgevoerd worden. De realisatie van deze maatregelen vindt in de tweede beheerplanperiode plaats

Per periode een inrichtingsplan

In afstemming met de provincie worden de maatregelen voor elk van de twee bovenstaande perioden uitgewerkt in *een apart inrichtingsplan*. Dit document beschrijft de maatregelen in beheerplanperiode 2: maatregelen die gaan vallen onder de nieuwe gebiedsanalyse. De maatregelen die vallen onder beheerplanperiode 1 (huidige gebiedsanalyse) staan beschreven in het document met kenmerk: R006-1266487JJY-V03-mvg-NL van 18-06-2020.

1.4.1 Wijzigingen scope ten opzichte van projectplan

Wijzigingen scope verbindingszone huidig inrichtingsplan ten opzichte van projectplan

In het projectplan staat benoemd dat voor de realisatie van de oost west verbindingszone, habitattype H2310 Stuifzandheiden met struikhei, het traject langs het spoor in beheerplanperiode 1 uitgevoerd moet worden. Overige verbindingszones worden in beheerplanperiode 2 meegenomen.

Uit nader (veld)onderzoek in beheerplanperiode 1 blijkt echter dat deze oost west verbinding langs het spoor niet de meest urgente verbinding is om binnen beheerplanperiode 1 te realiseren, omdat de zone langs het spoor aan de westzijde niet op bestaande heideterreinen aansluit.

In beheerplanperiode 1 is het echter wel noodzakelijk om een oost west verbinding te realiseren om de heideterreinen van het Beerzerveld te kunnen verbinden met de Boswachterij Ommen, via de heideterreinen van Junne. De verbindingszones op Beerzerveld en Boswachterij Ommen zijn nagenoeg gereed. Junne is de ontbrekende schakel.

In een nader overleg met de provincie op 18 februari 2020 is deze scope afgestemd. Met elkaar is besloten om in beheerplanperiode 1 de oost west verbinding te realiseren via de noordelijke akkerrand (van de Gemoelaksweg tot aan de Sahara van SBB). Aanvullend en aansluitend op deze verbinding realiseren we een noord zuid verbinding langs de Gemoelaksweg tot aan het spoor,

De potentie van de andere verbindingen op Junne worden in overleg met de provincie binnen beheerplanperiode 2 onderzocht door een aanvullend veldbezoek. Indien het onderzoek uitwijst dat verbindingen van belang zijn, worden deze gerealiseerd in beheerplanperiode 2. De uitkomsten van dit aanvullend onderzoek staan beschreven in dit rapport.

1.5 ‘Samen werkt beter’

Provincie Overijssel heeft op 29 mei 2013 met alle vertegenwoordigers van 16 partnerorganisaties, op het gebied van natuur, water, landschap, cultuurhistorie en economie, het akkoord ‘Samen werkt Beter’ (SWB) gesloten. De gezamenlijke realisatie van de Natura 2000-opgave is een speerpunt in dit akkoord. In lijn hiermee zijn voor alle Natura 2000-gebieden bestuurlijk trekkers aangewezen.

ASR is als eigenaar van het landgoed de trekker voor de realisatie van de interne maatregelen op Landgoed Junne, onder verantwoordelijkheid van provincie Overijssel. Voor de externe maatregelen is een gebiedsproces opgestart door Waterschap Vechtstromen.

1.6 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt een globale gebiedsbeschrijving gegeven van Landgoed Junne. Hoofdstuk 3 gaat in op de knelpunten en in hoofdstuk 4 worden de te treffen inrichtingsmaatregelen beschreven. Ten slotte volgt in hoofdstuk 5 een doorkijk naar de realisatiefase.

2 Gebiedsomschrijving

2.1 Natura 2000-gebied Vecht- en Beneden-Regge

Het Natura 2000-gebied Vecht- en Beneden-Regge ligt binnen de gemeenten Dalfsen, Hardenberg, Ommen en Twenterand. Het gebied heeft een oppervlakte van ca. 4.122 hectare. Verreweg het grootste deel van het Natura 2000-gebied bestaat uit natuur of productiebos. In het gebied ligt een aantal landgoederen, die in particulier bezit zijn: landgoederen Eerde, Stekkenkamp, Stegeren en Junne.
De overige beheerders van het gebied zijn Landschap Overijssel, Staatsbosbeheer, Vereniging Natuurmonumenten en Stichting de Zonnebloem.

2.2 Landgoed Junne

Het landgoed Junne is aan de noordzijde begrensd door de Vecht, aan de westzijde (Eerderveld en het Zeesserbosch) en oostzijde (Beerzeveld) door aanliggende bosgebieden. De zuidelijke punt van het landgoed, Junnerflier, bestaat uit landbouwgronden. In de Junnerflier liggen twee landbouwbedrijven met pachtgrond. Op het landgoed ligt het dorp Junne en centraal wordt het landgoed van west naar oost doorkruist door de Beerzerweg en de spoorbaan. In onderstaande tabel is op hoofdlijnen de verdeling van de functies met oppervlakte op het landgoed weergegeven.

Tabel 2.1 Overzicht verdeling functies en oppervlakte landgoed Junne

Functie	Oppervlakte (hectare)	Relatief
Bosgebied	760	73 %
Landbouwgrond	234	22 %
Natuur en overige terrein	31	3 %
Woonerven / agrarische erven / vakantiepark*	10	1 %
Wegen en Waterlopen	12	1 %
Totaal	**1.047**	**100 %**

*Op het landgoed is een klein vakantiepark aanwezig bestaande uit 11 vakantiehuisjes. ASR heeft voor ogen om dit park binnen de bestaande bestemming uit te breiden naar 26 vakantiehuisjes. Deze opgave wordt verder uitgewerkt in de visie van het landgoed.

2.3 Habitattypen op Junne

In onderstaande tabel staan de habitattypen benoemd, die op landgoed Junne voorkomen.
Tevens is aangegeven of de maatregelen voor verbetering van een habitattype in beheerplanperiode 1 (huidige GA) of beheerplanperiode 2 (nieuwe GA) uitgevoerd gaan worden.

Tabel 2.2 Overzicht van habitattypen waar maatregelen voor zijn uitgewerkt op landgoed Junne

Habitattype	Oppervlak (m2)	Maatregelen beschreven in huidige gebiedsanalyse	Beheerplanperiode 1 of 2
H2310, Stuifzandheiden met struikhei	19.000	Ja	1 en 2
H2330, Zandverstuivingen	140.000	Ja	1
H4010A, Vochtige heiden (hogere zandgronden)	21.000	Ja	1
H5130, Jeneverbesstruwelen	5.500	Ja	1
H9120, Beuken- eikenbossen met hulst	239.000	Nee	2

In beheerplanperiode 2 worden dus alleen maatregelen uitgevoerd voor de verbetering van het habitattype H2310 Stuifzandheiden met struikhei en het habitattype H9120 Beuken- eikenbossen met hulst. De maatregelen voor stuifzandheiden betreffen de verdere uitbreiding van de verbindingszone op het landgoed, aansluitend op de verbindingszones die in beheerplanperiode 1 worden gerealiseerd en de verbindingszones op naastgelegen terreinen van Beerze (LO) en de Boswachterij (SBB).

2.3.1 Beschrijving habitattypen

Habitattype H2310, Stuifzandheiden met struikhei
Stuifzandheiden met struikhei komen voor op droge, zeer voedselarme zandgronden. Kenmerkend is de arme bodem. Verder kunnen er verschillende soorten planten voorkomen, zoals struikhei en/of dophei (profielendocument H2310 versie 18 december 2008).

Uitbreiding en verbindingen van bestaande heideterreinen op Beerzerveld, landgoed Junne en Boswachterij Ommen zijn van belang voor het behoud van de fauna van heide systemen. Hierbij is de adder de gidssoort maar helpen deze maatregelen ook voor andere diersoorten van heide; zoals heikikker, levendbarende hagedis, kommavlinder, heideblauwtje, groentje. De huidige stukjes heide zijn erg geïsoleerd voor deze soorten. Heide-verbindingen zijn nodig om deze te behouden.

Op Junne is sprake van enkele kleine en geïsoleerde kleine snippers stuifzandheide, die inmiddels niet meer voldoen aan de criteria en niet duurzaam te behouden zijn. Gekozen is om deze snippers te compenseren ter plaatse van de bestaande, grotere aaneengesloten gebieden aan stuifzandheide in de noordoost hoek (zie inrichtingsplan beheerplanperiode 1).



Habitattype 9120, Beuken-eikenbossen met hulst
Beuken-eikenbossen met hulst komen voor op droge tot vochtige zand- en leemgronden. In het gebied zijn die te vinden aan de randen van de zandgrond in het noordoosten van Landgoed Junne. Tot dit habitattype behoren onder andere de volgende kensoorten: zomereik, beuk, berk, hulst, lijsterbes en vuilboom. Door het voorkomen van een hoge concentratie exoten (onder andere Amerikaanse vogelkers, Amerikaanse eik, krent en diverse naaldboomsoorten) gaat de kwaliteit van dit habitattype achteruit.



3 Knelpunten

3.1 Knelpunten op habitatniveau

3.1.1 Habitattype H2310, Stuifzanden met struikhei

De oppervlakte en kwaliteit van de stuifzanden met struikhei op Landgoed Junne zijn afgenomen als gevolg van verrijking van het landschap. De oorzaak hiervan is stikstofdepositie en de intrede van nutriëntrijk (landbouw) water in het systeem door inundaties vanuit de Vecht. De verrijking creëert een dikke viltige grasmat die doelsoorten verdringen. Vooral op hogere zandgronden groeien stuifzanden dicht met naaldbomen (K23). Door het intreden van bomen (K25) en successie naar oude heide stadia (K24) neemt de oppervlakte plaatselijk af. Verder is er voor een aantal stuifzandrestanten sprake van versnippering (K34).

Verbindingszones

De oppervlakte van de stuifzanden met struikhei op Landgoed Junne zijn afgenomen als gevolg van spontane verbossing. Vooral op hogere zandgronden groeien stuifzanden dicht met naaldbomen (K23). Door het intreden van bomen (K25) en successie naar oude heide stadia (K24) neemt de oppervlakte plaatselijk af. Verder is er voor een aantal stuifzandrestanten sprake van versnippering (K34).

Voor de adder is de grote afstand tussen heidelocaties in de boswachterij Ommen en Beerze een knelpunt (K34). In de eerste beheerplanperiode is het verbinden van heideterreinen (zowel droge als natte heide) van Beerzerveld, landgoed Junne en Boswachterij Ommen van belang voor behoud van de adderpopulatie en vele andere soorten van heidesystemen.

3.1.2 Habitattype 9120, Beuken-eikenbossen met hulst

Het Natura 2000 beheerplan Vecht- en Beneden-Reggegebied bepleit nader onderzoek naar de toestand en knelpunten van de habitattypen Oude eikenbossen (H9190) en Beuken-eikenbossen met hulst (H9120) en uitwerking van herstelmaatregelen voor huidige voorkomens voor de korte en lange termijn.

In 2018 is dit onderzoek uitgevoerd in en rond alle oude bosgroeiplaatsen, verdeeld over de deelgebieden Beerze, Junne, Stekkenkamp, Eerde, Stegererhout en Archemerberg. Het onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Environmental Research, in opdracht van de provincie Overijssel (Bijlsma et al. 2018; Provincie Overijssel, februari 2018). Uit het onderzoek volgt het volgende:

Het gebied op Junne van het habitattype Beuken-eikenbossen met hulst omvat de zone met oud bos grenzend aan de ontginning van het dorp Junne in de overgang naar het direct hieraan grenzende stuifzandlandschap van de Junner Belten (noordoostelijk deel van het landgoed).
In het onderzoek wordt onderscheid gemaakt in 3 deelgebieden: J1 t/m J3 (zie figuur 3.1):

- J1: Het Hout, een bebossing van woeste grond ('heide') op de grens van Vechtdal en hoger gelegen zandgronden
- J2: Geïsoleerde, later verbonden hakhoutpercelen en singels akkermaalshout, in de periferie van de cultuurgronden van Junne, grenzend aan het stuifzandgebied
- J3: Blokvormig perceel oud hakhout op de kadastrale kaart 1832, later met eenzelfde oppervlakte uitgebreid door aanleg van hakhout op bouwland



Figuur 3.1 Begrenzing (geel) en ligging van zoekgebieden (J1, J2 en J3) op landgoed Junne (bron: rapport WUR)

In deelgebied Junne is 30.2 ha habitattype Beuken-eikenbossen met hulst (H9120) aangetroffen (zie figuur 3.2). Er is geen habitattype Oude eikenbossen (H9190) vastgesteld.



Figuur 3.2 Deelgebied Junne, voorgestelde habitatkaart Beuken-eikenbossen met hulst H9120 (bron: rapport WUR)

Conclusies onderzoek WUR:
Representativiteit

- Junne levert binnen het Vecht- en Beneden-Reggegebied een belangrijke bijdrage aan de regionaal karakteristieke H9120-typen Vechtdalbos en akkerbos beide met hoge representativiteit
- Vechtdalbos is aanwezig (in J1 en J3) met de soorten lelietje-van-dalen, witte klaverzuring, grote muur, valse salie, dagkoekoeksbloem en enkele braamsoorten van relatief rijke bodem (Rubus silvaticus, Rubus amisiensis)
- Akkerbos is inherent arm aan soorten maar is bijzonder (in J3) door zijn grote oppervlakte adelaarsvaren. Hoewel de oppervlakte van het aan akkerbos grenzende randwalbos gering is, zijn dalkruid, salomonszegel en eikvaren hier wel aanwezig

Structuur

- Alle als H9120 kwalificerend bos heeft beheertype N16.03 (Droog bos met productie) in de context van overwegend uitheems naaldbos. Substantiële kwaliteitsverbetering is in J1 en J2 alleen te behalen als robuustere eenheden na omvorming van inliggend productiebos (o.a. Amerikaanse eik) en een goede zonering ten opzichte van uitheems naaldhout waardoor de zaaddruk vanuit omringend uitheems productiebos vermindert
- Amerikaanse vogelkers wordt op Junne al lange tijd planmatig bestreden waardoor deze soort nog maar ondergeschikt voorkomt in het habitattype. Krentenboompje en uitheems naaldhout zijn echter substantieel aanwezig. Planmatige bestrijding van krentenboompje zou in het best ontwikkelde zoekgebied J3 ook bijdragen aan kwaliteitsverbetering, met name in de voormalige hakhoutpercelen en in en rond eikenclusters
- Hakhoutsporen en het karakter van perceelsgewijze, door randwallen tegen instuiving 'beschermde' hakhoutcultuur zijn nog opvallend aanwezig (met name in J3 en J2). Ook eikenclusters komen voor (op de randwallen). Deze eikengroepen en -opstanden bepalen nu de kwaliteit (structuur, lichtklimaat, bemoste stamvoeten, dood hout) van het akkerbos en randwalbos. Ingrijpen zoals herinvoeren van het hakhoutsysteem is riskant zowel voor de overleving van de eiken als ten aanzien van snelle uitbreiding (invulling) door adelaarsvaren of struiklaag en draagt hier als maatregel niet bij aan het oplossen van een knelpunt in het functioneren van het habitattype
- Zware, solitaire eiken in het huidige Vechtdalbos (van J3) zijn relicten van begraasde koelanden ('heide' en 'broekgrond' in 1832). Het vrijstellen van dergelijke eiken en eventuele natuurlijke verjonging van eik ten opzichte van beuk en een struiklaag van zuurminnende soorten (sporkehout, Amerikaanse vogelkers, krentenboompje) vergroot het perspectief van eik en het specifieke karakter van deze categorie H9120, zeker als ook de gradiëntzone naar het Vechtdal zou worden verbreed (zie Functie)

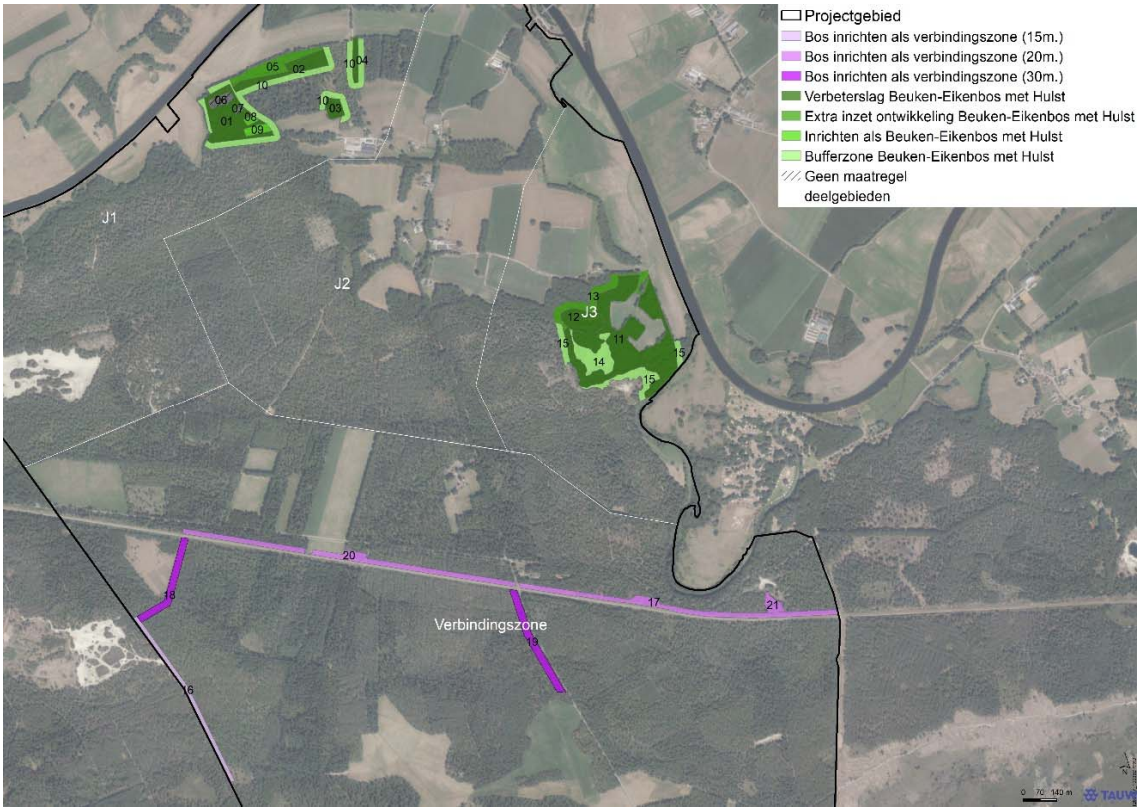
Functie

- Zoekgebied J3 is een landschapsecologisch 'ensemble' van Vechtdalbos, akkerbos en randwalbos wat in geen enkel ander deelgebied zo goed ontwikkeld is aangetroffen. Niet alleen is er nog invloed van de Vecht, ook is er nog een relatie met het aangrenzende stuifzandlandschap achter de randwallen. Dit zoekgebied wordt bovendien relatief extensief beheerd waardoor de natuurkwaliteit ook is toegenomen (heterogene bosstructuur, gevarieerde leeftijdsverdeling). Ook is de zaaddruk vanuit uitheems naaldbos laag. De belangrijkste hersteloptie is de begrenzing (zonering) van dit zoekgebied als robuuste eenheid habitattype dat zich als complex inheems loofbos kansrijk kan doorontwikkelen zonder risico van substantiële houtoogst of invloeden van uitheemse soorten.
  De landschappelijke samenhang en gradiënt met zowel het Vechtdal als met het achter de randwal liggende stuifzandgebied kan nog worden versterkt door het aanwijzen van bredere randzones waarin eikenverjonging en (voor het vechtdalbos) struweelvorming kan plaatsvinden. Omvorming van inliggend productiebos (met name het 'coulissenbos' met zilverspar) zou verder kunnen bijdragen aan een eenheid met ruimte voor bosdynamiek van akkerbos
- De overige twee zoekgebieden (J1 en J2) zijn in voorkomen meer versnipperd en teruggedrongen tot smalle zones waardoor de landschapsecologische samenhang is verdwenen en de kwaliteit negatief wordt beïnvloed door randeffecten. Zoekgebied J1 (Het Hout) biedt perspectief voor de ontwikkeling van een gradiëntzone naar het Vechtdal
- De smalle zone van J2 biedt weinig perspectief op robuuster landschappelijke functioneren

4 Inrichtingsmaatregelen

4.1 Indeling deelgebieden

In onderstaand figuur 4.1 zijn de inrichtingsmaatregelen opgenomen. Deze kaart is tevens als bijlage 1 opgenomen bij dit rapport. NB. Binnen het habitattypegebied Beuken-eikenbos met hulst worden alleen maatregelen genomen in deelgebied J1 en J3. Het middelste, smalle gedeelte J2 biedt te weinig perspectief op robuuster landschappelijke functioneren. In paragraaf 4.2 wordt dit nader toegelicht.



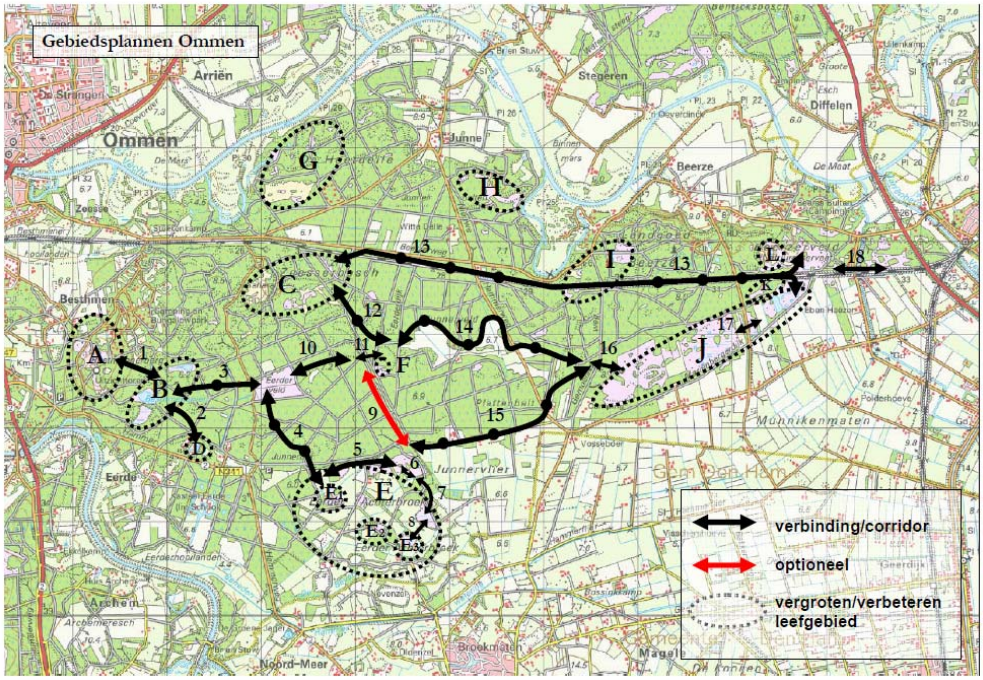
Figuur 4.1 Maatregelenkaart beheerplanperiode 2 landgoed Junne

4.2 Maatregelen op habitatniveau

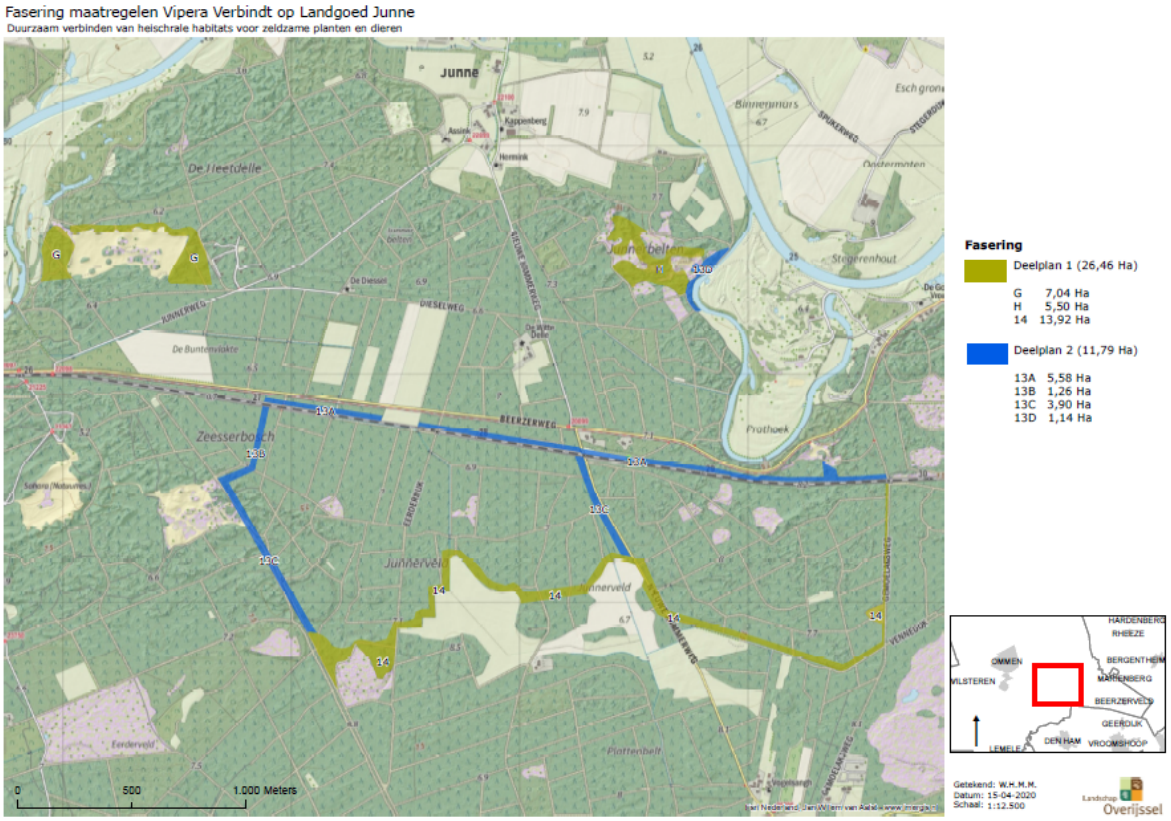
4.2.1 Habitattype H2310, Stuifzanden met struikhei - verbindingszones

In het inrichtingsplan van de eerste beheerplanperiode zijn een aantal verbindingszones aangewezen voor het verbinden van de heideterreinen (zowel droge als natte heide) van Beerzerveld, landgoed Junne en Boswachterij Ommen. Deze verbindingszones zijn noodzakelijk voor behoud van de adderpopulatie en vele andere soorten van heidesystemen.

In figuur 4.2 is het oorspronkelijk plan vanuit het project Vipera Verbind (2008) opgenomen. Figuur 4.3 geeft de verbindingszones aan die binnen zowel beheerplanperiode 1 als 2 op het landgoed Junne gerealiseerd gaan worden (onder voorbehoud van financiering).
In beheerplanperiode 1 is beoogd de groene zones te realiseren (ca. 26,5 ha). Drie voorname leefgebieden (G, H en F) worden versterkt en verbeterd (zie figuur 4.2). Tevens wordt verbindingszone nummer 14 en 16 gerealiseerd. Dit staat beschreven in het nader onderzoek naar de verbindingszones op Junne (zie bijlage 2). Dit onderzoek is uitgevoerd door Mark Zekhuis (Landschap Overijssel).



Figuur 4.2 Deelgebied Beerzerveld-Eerder Achterbroek uit Vipera verbindt (2008)



Figuur 4.3 Overzicht maatregelen beheerplanperiode 1 en beheerplanperiode 2 (huidig)

In de onderstaande tabel is de koppeling gemaakt tussen de nummers vanuit het onderzoek naar de heideverbindingen door Mark Zekhuis (afgeleid van de verbindingszones uit het Vipera verbindt onderzoek, zie bovenstaand figuur 4.3) en de maatregelnummers zoals toegepast in onderhavig inrichtingsplan (zie figuur 4.5)

Tabel 4.1, Koppeling nummering Vipera verbindt onderzoek en onderhavig inrichtingsplan

Nummer verbindingszones (Vipera verbindt)	*Nummering huidig inrichtingsplan*
Maatregel 13a	Maatregel 17 + 20 + 21
Maatregel 13b	Maatregel 18
Maatregel 13c	Maatregel 16
Maatregel 13d*	-

*Maatregel 13D staat wel benoemd in figuur 4.3, maar deze maatregel is geen onderdeel van dit inrichtingsplan

In het huidig inrichtingsplan voor beheerperiode 2 zijn de kansrijke en benodigde verbindingen in het blauw vastgesteld. Dit zorgt er voor dat er een open verbinding (13b) komt tussen het Junner koeland en de stuifzandheide op Junne. Voor een soort als kommavlinder is dat bijvoorbeeld noodzakelijk. Bij Beerze is al een verbindingszone gerealiseerd langs het spoor. Hier sluiten we op aan en verbinden zo stukken heide en stuifzand die noordelijk liggen met het Eerderveld en Beerzerveld.

In verbindingszone 13a (maatregelen 17 + 20 + 21) komen langs het spoor al veel nesten van stronkmier voor en leven ook adders en bruine vuurvlinders. Het grootste deel van de route ligt ten noorden van het spoor, zodat er voldoende zonlicht op komt en er minimaal bomen verwijderd hoeven te worden. Er zijn enkele kleine onderbrekingen door een erf of landbouwperceel, maar die zijn erg kort en de resterende berm en talud van de spoorlijn, biedt dan voldoende alternatief. Voor deze verbindingszone gaan we uit van het kappen van een gemiddelde strook van 20m en om de 500m realiseren we een ruimere plek (stapsteen).

De route 13c gaat langs de Nieuwe Hammerweg, waar ook veel loofbomen in de bosrand staan. Door de route slim aan te leggen in detail, kan een groot deel hiervan worden gespaard.

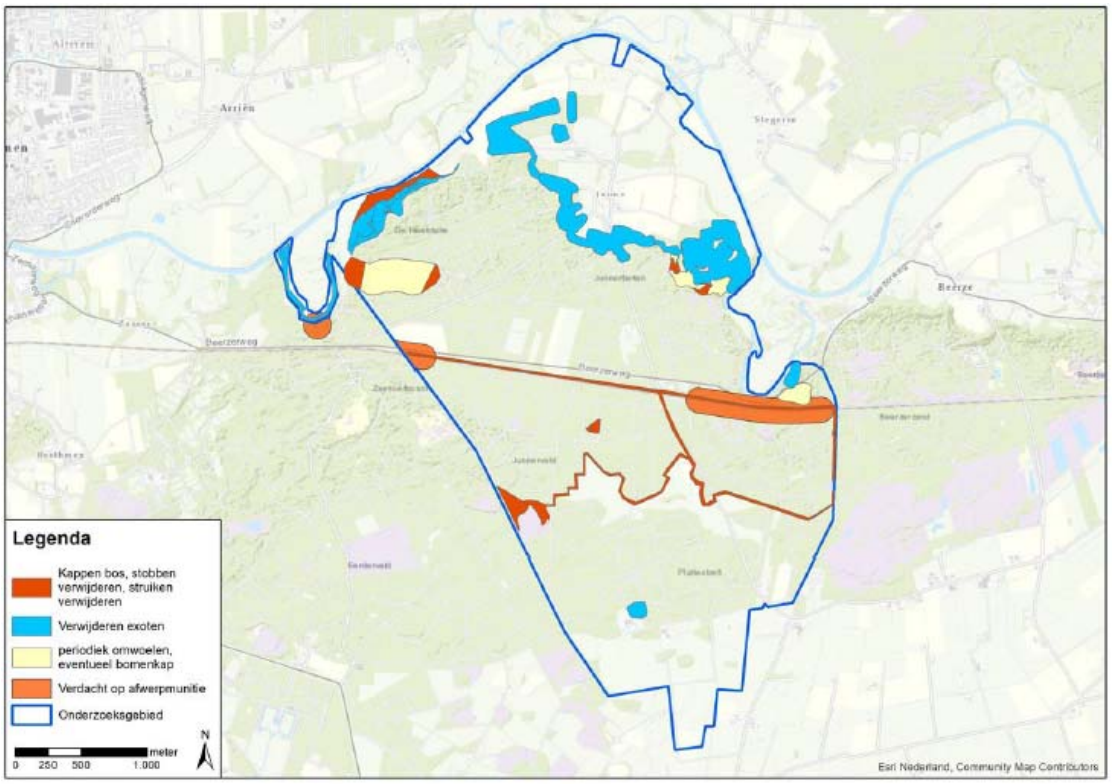
In de afrondingsfase worden de laatste verbindingen (12) gemaakt tussen twee leefgebieden. Bij 12 moet de corridor op beide kanten van het pad komen, die nu de grens tussen SBB en Junne vormt. Op dit moment vindt afstemming met Staatsbosbeheer plaats over de realisatie van deze zone. Hiermee zijn alle relevante en haalbare verbindingen op Junne gerealiseerd.

In onderstaande figuur 4.5 is de verbindingszone zoals hierboven reeds toegelicht weergegeven op kaart als maatregel 16 t/m 21. In onderstaande tabel is een toelichting opgenomen van de werkzaamheden.

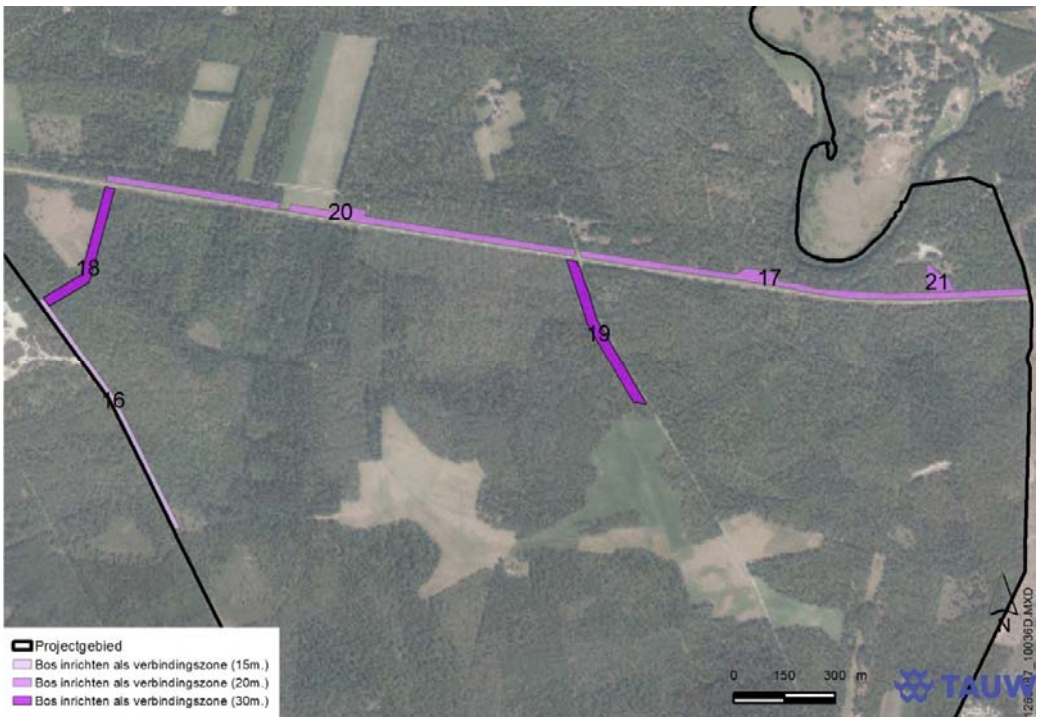
Tabel 4.2

Maatregel-nummer	M-nummers gebiedsanalyse	Beschrijving maatregel	Toelichting werkzaamheden bij maatregel
16	M29	Bos inrichten als verbindingszone (15 m)	Kappen bomen, stobben mogen blijven, ca. 30 % strooisellaag verwijderen
17*	M29	Bos inrichten als verbindingszone (20 m) met steppingstone	Kappen bomen (kapzone 20 m breed), stobben mogen blijven, ca. 30 % strooisellaag verwijderen
18	M29	Bos inrichten als verbindingszone (30 m)	Kappen bomen, stobben mogen blijven, ca. 30 % strooisellaag verwijderen
19	M29	Bos inrichten als verbindingszone (30 m)	Kappen bomen, stobben mogen blijven, ca. 30 % strooisellaag verwijderen
20	M29	Bos inrichten als verbindingszone (20 m) met steppingstone	Kappen bomen (kapzone 20 m breed), stobben mogen blijven, ca. 30 % strooisellaag verwijderen
21*	M29	Bos inrichten als verbindingszone (30 m)	Kappen bomen, stobben mogen blijven, ca. 30 % strooisellaag verwijderen

Nabij maatregel 17 en 21 is sprake van een gebied verdacht op aantreffen van NGE. Ter plaatse van deze maatregelen vinden geen grondroerende werkzaamheden plaats. In het vooronderzoek Conventionele explosieven uitgevoerd door Armaex staat dit uitgebreid beschreven (zie bijlage 2). Onderstaand figuur 4.4 is afkomstig uit dit onderzoek.



Figuur 4.4 Verdachte gebieden landgoed Junne (bron: vooronderzoek CE Armaex februari 2020)



Figuur 4.5 Maatregelen verbindingszone beheerplanperiode 2

Nadere omschrijving overgangsbeheer verbindingszone
Onderstaand volgt een nadere beschrijving van het overgangsbeheer voor de aanleg van de verbindingszone in de bosrand.

Beschrijving inrichtingsmaatregelen 16 t/m 21 en overgangsbeheer verbindingszone
- Alle bomen verwijderen (stobben mogen blijven)
- Indien greppel / sloot aanwezig deze dichten
- 30 % verwijderen strooisellaag en inzaaien met heide maaisel
- Eerste 3 jaar overgangsbeheer (klepelen en opzuigen)

Toelichting overgangsbeheer: Na 3 jaar overgangsbeheer vindt een evaluatie plaats door inhoudelijk deskundigen of het overgangsbeheer tot voldoende resultaat heeft gehad. Zo ja, dan volgt regulier beheer. Zo nee, dan volgt in afstemming met de provincie aanvullende financiering voor extra overgangsbeheer door de provincie.

De kosten zijn terug te vinden in de SSK raming in bijlage 3.

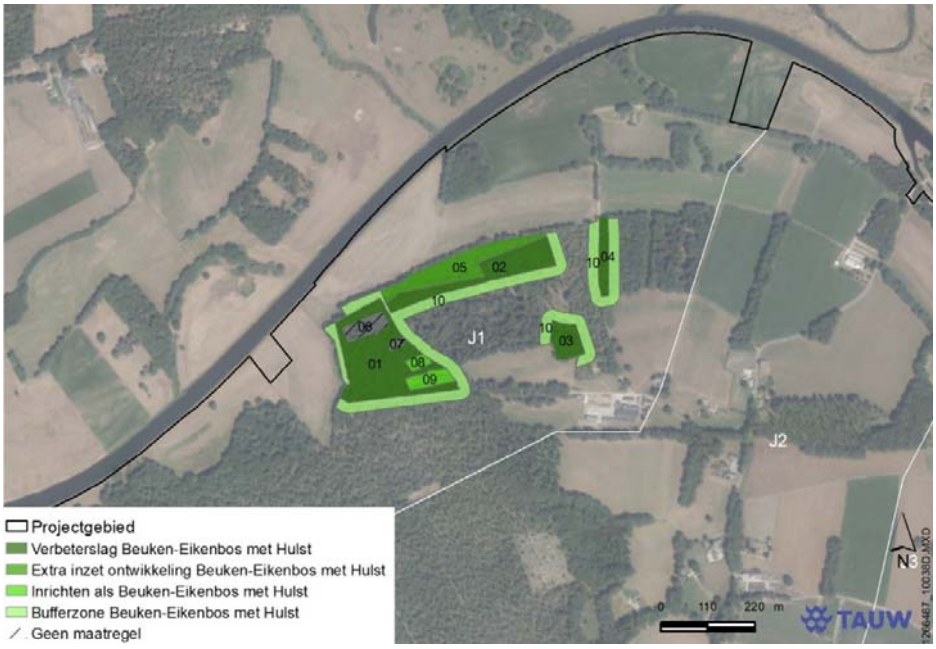
NB. bij de omvorming van bos naar heide is sprake van verlies aan opbrengst, namelijk het verlies van houtopbrengst. Daarnaast is ook sprake van een toename in de eigen bijdrage in beheerkosten (SNL vergoed 75 % normkosten), die voor heide veel hoger zijn dan voor bos. Deze kosten dienen nog inzichtelijk te worden gemaakt, naast de kosten voor inrichting en overgangsbeheer. ASR neemt hierover contact op met de provincie.

4.2.2 Habitattype 9120, Beuken-eikenbossen met hulst
Voor de vaststelling van het gebied waar we maatregelen gaan treffen voor verbetering (kwaliteitsslag) van het habitattype H9120 Beuken- eikenbos met hulst op Junne hebben we onderstaande uitgangspunten gehanteerd:
- Voor de vaststelling van het gebied hanteren we de huidige habitattypekaart, aangevuld met de habitattypekaart uit het WUR rapport (zie figuur 3.2)
- We richten ons op de deelgebieden J1 en J3. Doel is om de kwaliteit van deze gebieden te verbeteren. Tevens willen we deze gebieden robuuster maken door o.a. binnen een bufferzone van circa 20 m aanvullend op de begrenzing van de habitattypekaart maatregelen te nemen
- In deelgebied J2 stellen we geen maatregelen voor. De smalle zone van J2 biedt weinig perspectief op robuuster landschappelijke functioneren. De verbindingsstroken tussen J1 en J2 en J2 en J3 komen daarmee ook te vervallen
- Binnen de twee zuidelijk gelegen solitaire, kleinere bosgebieden van dit habitat stellen we geen maatregelen voor. Deze gebiedjes zijn te klein om robuust te kunnen functioneren. Dit oppervlak van ca. 1.5 ha compenseren we in de deelgebieden J1 en J3

In onderstaande figuur 4.6 zijn de maatregelen in J1 op kaart weergegeven.
In onderstaande tabel is een toelichting opgenomen van deze werkzaamheden.

Tabel 4.3

Maatregel nummer	M-nummers gebiedsanalyse	Beschrijving maatregel	Toelichting werkzaamheden bij maatregel
1	M28	Verbeterslag Beuken-Eikenbos met hulst	Verwijderen van exoten (geen aanplant) en dichten van rabatten om droogte tegen te gaan.
2	M28	Verbeterslag Beuken-Eikenbos met hulst	Verwijderen van exoten (geen aanplant).
3	M28	Verbeterslag Beuken-Eikenbos met hulst	Verwijderen van exoten (geen aanplant).
4	M28	Verbeterslag Beuken-Eikenbos met hulst	Verwijderen van exoten (geen aanplant).
5	M28	Extra inzet ontwikkeling Beuken-Eikenbos met hulst	Verwijderen van exoten (geen aanplant).
6	M28	Geen maatregel	Aandeel exoten is te groot om het gewenste resultaat met beschikbare middelen te halen.
7	M28	Geen maatregel	Aandeel exoten is te groot om het gewenste resultaat met beschikbare middelen te halen.
8	M28	Inrichten als eikenbos	Verwijderen beplanting (met name Sparren) en inplanten met soorten behorende bij het H9190/H9120 (Linde, Eik, Hazelaar). Aanbrengen boomkorven (beschermkoker) te bescherming van beplanting.
9	M28	Inrichten als eikenbos	Verwijderen beplanting (met name Sparren) en inplanten met soorten behorende bij het H9190/H9120 (Linde, Eik, Hazelaar). Aanbrengen boomkorven (beschermkoker) te bescherming van beplanting.
10	M28	Bufferzone verbeterslag Beuken-Eikenbos met Hulst	Verwijderen kleinere exoten als Amerikaanse vogelkers en krentenboom (geen aanplant).



Figuur 4.6 Maatregelen binnen deelgebied J1

In onderstaande figuur 4.7 zijn de maatregelen in J3 op kaart weergegeven.
In onderstaande tabel is een toelichting opgenomen van deze werkzaamheden.

Tabel 4.4

Maatregel nummer	M-nummers gebiedsanalyse	Beschrijving maatregel	Toelichting werkzaamheden bij maatregel
11	M28	Verbeterslag Beuken-Eikenbos met Hulst	Verwijderen van exoten (met name Amerikaanse eik), aanplant van soorten behorende bij het habitattype in de vorm van bosplantsoen. Op schaduwrijke plekken hazelaar/linde. Aan de zonrijkere randen van het bos met name eenstijlige meidoorn en sleedoorn. Op eventuele open plekken kan eik worden geplant. Aanbrengen boomkorven (beschermkoker) te bescherming van beplanting. Indien nodig steenmeel gebruiken in het plantgat.
12	M28	Verbeterslag Beuken-Eikenbos met Hulst	Verwijderen van exoten (met name Amerikaanse eik), aanplant van soorten behorende bij het habitattype in de vorm van bosplantsoen. Op schaduwrijke plekken hazelaar/linde. Aan de zonrijkere randen van het bos met name eenstijlige meidoorn en sleedoorn. Op eventuele open plekken kan eik worden geplant. Aanbrengen boomkorven (beschermkoker) te bescherming van beplanting. Indien nodig steenmeel gebruiken in het plantgat.
13	M28	Extra inzet ontwikkeling Beuken-Eikenbos met Hulst	Verwijderen kleinere exoten als Amerikaanse vogelkers en krentenboom in een zone van 25 m.
14	M28	Bufferzone verbeterslag Beuken-Eikenbos met Hulst	Verwijderen kleinere exoten als Amerikaanse vogelkers en krentenboom in een zone van 25 m.
15	M28	Bufferzone verbeterslag Beuken-Eikenbos met Hulst	Verwijderen kleinere exoten als Amerikaanse vogelkers en krentenboom



Figuur 4.7 Maatregelen binnen deelgebied J3

5 Richting realisatiefase

5.1 Onderzoeken ten behoeve van uitwerking van de maatregelen

In de planuitwerkingsfase zijn onderstaande onderzoeken uitgevoerd om de maatregelen uit de gebiedsanalyse verder uit te kunnen werken. Deze onderzoeken zijn in bijlage 2 bijgevoegd.

- Inventarisatie heideverbindingen
- Inventarisatie exoten

5.2 Risicodossier

In de planuitwerkingsfase hebben we met het projectteam een risicosessie gehouden. Hieruit volgen risico's die we voorzien in de uitvoeringsfase. Per risico is een beheersmaatregel geformuleerd. Dit risicodossier nemen we mee naar de volgende fase. Het risicodossier is als bijlage 4 opgenomen.

5.3 Vergunningen en onderzoeken richting realisatiefase

Ter voorbereiding op de contract- en uitvoeringsfase zijn in de deze fase de onderstaande onderzoeken en inventarisaties uitgevoerd, welke zijn opgenomen in bijlage 2:

- Vergunningenscan
- Voortoets en Natuurtoets
- Vooronderzoek Conventionele Explosieven
- Cultuurhistorische quickscan voor totale landgoed

5.4 SSK raming

Voor de uitvoering van de maatregelen in beheerplanperiode 1 is een SSK raming opgesteld. De SSK raming is opgenomen in bijlage 3.

5.5 Contract en uitvoeringsstrategie

De contracterings- en uitvoeringsstrategie is beschreven in een notitie, welke als bijlage 5 is toegevoegd aan deze rapportage.

5.6 Beheer en monitoring

In bijlage 6 is een notitie opgenomen waarin de strategie op hoofdlijnen is beschreven voor wat betreft het toekomstig beheer- en onderhoud voor de maatregelen uit beheerplanperiode 1. Uit de notitie volgt op welke wijze naar verwachting beheer- en onderhoud wordt geregeld en gefinancierd.

5.7 Opleverdossier realisatiefase

Aan het eind van de realisatiefase wordt een opleverdossier aangeleverd conform de afspraken met de provincie.

Bijlage 1 Kaart inrichtingsmaatregelen periode 2

Projectgebied
Bos inrichten als verbindingszone (15m.)
Bos inrichten als verbindingszone (30m.)
Verbeterslag Beuken-Eikenbos met Hulst
Extra inzet ontwikkeling Beuken-Eikenbos met Hulst
Inrichten als Beuken-Eikenbos met Hulst
Bufferzone Beuken-Eikenbos met Hulst
Geen maatregel

J1
J2
J3
Verbindingszone

01
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21

N
0 70 140 m
TAUW
126.047_10038D.MXD

Bijlage 2 Uitgevoerde onderzoeken

Onderstaande onderzoeken zijn uitgevoerd en in losse bijlagen in opleverdossier opgenomen:

1. Cultuurhistorie, Martijn Horst, Landschap Overijssel.
2. Ecologie: R003-1266487WLI-V01-efm-NL, 7 mei 2020, Tauw
3. Niet gesprongen explosieven, V.1.0 Definitief, 29 november 2019, Armaex
4. Onderzoek verbindingszones: Vipera_verbindt_Junne_2404DEF mz, april 2020, Mark Zekhuis Landschap Overijssel

Bijlage 3 SSK raming

Tauw

Inrichtingsplan Natura 2000-gebied Landgoed Junne – Kostennota beheerplanperiode 2

7 december 2020

Verantwoording

Titel	Inrichtingsplan Natura 2000-gebied Landgoed Junne – Kostennota beheerplanperiode 2
Opdrachtgever	ASR Nederland Vastgoed Maatschappij N.V.
Projectleider	Eric Versteeg
Auteur(s)	Patrick Buzing
Tweede lezer	Johnny van de Heuvel
Projectnummer	1266487
Aantal pagina's	24
Datum	7 december 2020
Handtekening	Ontbreekt in verband met digitale verwerking. Dit rapport is aantoonbaar vrijgegeven.

Colofon

TAUW bv
Handelskade 37
Postbus 133
7400 AC Deventer
T +31 57 06 99 91 1
E info.deventer@tauw.com

Inhoud

1 Inleiding 5
1.1 Projectinformatie 5
1.2 Doel van het ramingsdocument 6
1.3 Deterministisch 6
1.4 Detailniveau kostenraming 7
1.5 Leeswijzer 7
2 Scope 7
2.1 Opbouw scope 7
2.2 Uitsluitingen 8
2.3 Brondocumenten 8
2.3.1 Fasering werkzaamheden 8
3 Werkwijze 9
3.1 Algemeen 9
3.1.1 Afstemming met de opdrachtgever 9
3.2 Ramingsdossier 9
3.3 Kwaliteitsaspecten van de kostenraming 9
3.3.1 Kwaliteitsborging 9
4 Uitgangspunten en aannamen 10
4.1 Inleiding 10
4.2 Prijsinformatie 10
4.2.1 Prijspeil 10
4.2.2 Eenheidsprijzen 10
4.3 Algemene uitgangspunten en aannamen 11
4.4 Maatregelen per deelgebied 11
4.4.1 Nader te detailleren bouwkosten 14
4.5 Uitgangspunten vastgoedkosten 16
4.5.1 Vastgoedkosten 16
4.6 Uitgangspunten engineeringskosten 16
4.6.1 Opgenomen engineeringskosten 16
4.6.2 Nader te detailleren engineeringskosten 17

4.6.3 Indirecte engineeringskosten 17
4.7 Uitgangspunten overige bijkomende kosten 17
4.7.1 Opgenomen overige bijkomende kosten 17
4.7.2 Nader te detailleren overige bijkomende kosten 18
4.7.3 Indirecte overige bijkomende kosten 18
5 Risico's en onzekerheden 19
5.1 Beschikbare risicoinformatie 19
5.1.1 Niet benoemde objectrisico's investeringskosten 19
5.1.2 Niet benoemd objectoverstijgend risico investeringskosten 19
6 Raming van kosten 20
6.1 Systematiek SSK2010 20
6.2 Hoeveelheden en prijzen 20
6.2.1 Hoeveelheden en prijzen investeringskosten 20
6.3 Samenvatting SSK 20
6.3.1 Cost drivers 21
7 Conclusies en en aanbevelingen 23
7.1 Conclusies 23
7.1.1 Conclusies investeringskosten 23
7.2 Aanbevelingen 23

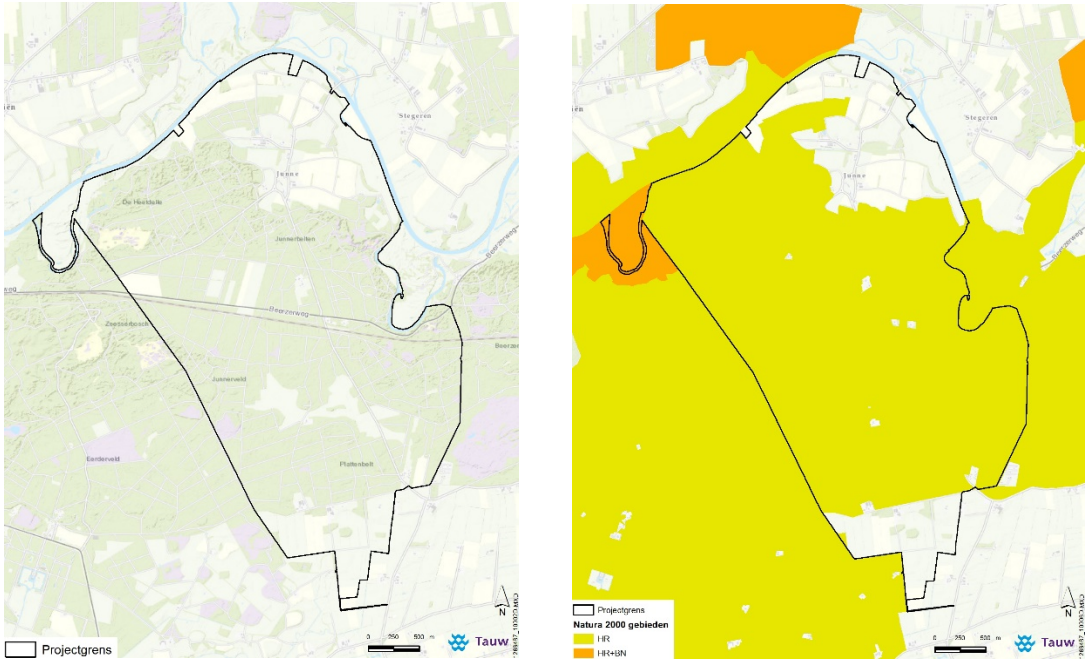
Bijlage 1 Kostenraming
Bijlage 2 Begrippen

1 Inleiding

1.1 Projectinformatie

Binnen de Provincie Overijssel liggen 24 Natura 2000-gebieden. Voor de Natura 2000-gebieden met een ontwikkelopgave wordt een inrichtingsplan opgesteld. Het landgoed Junne ligt in het Natura 2000-gebied Vecht- Beneden Reggegebied. Het landgoed wordt in 2018 door Delta Lloyd vervreemd. Op het landgoed liggen diverse N2000-maatregelen.
Door Tauw wordt een Inrichtingsplan opgesteld voor de concrete uitvoeringsmaatregelen die voor dit gebied dienen te worden gerealiseerd.

Tauw heeft voor de fysieke inrichtingsmaatregelen in beheerplanperiode 2 een SSK-raming (Standaard Systematiek Kostenramingen) opgesteld.

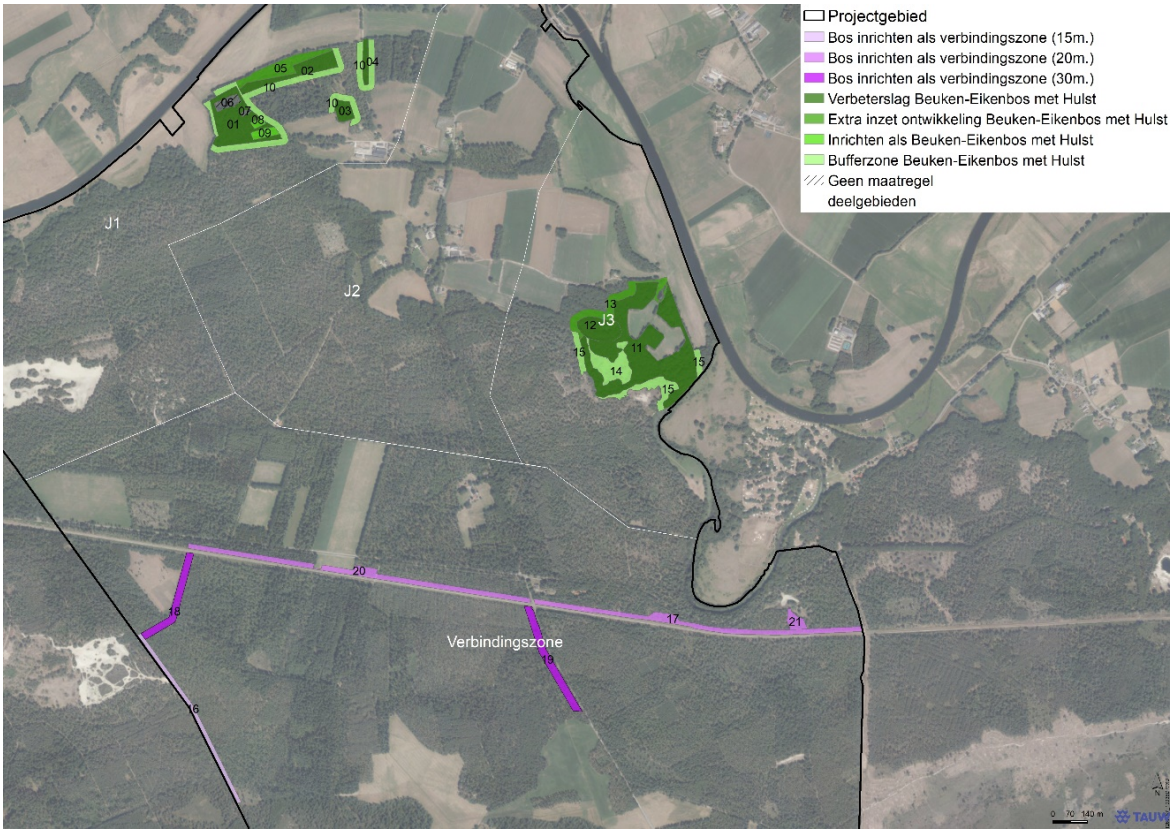


Figuur 1.1 Ligging landgoed Junne en begrenzing N2000 gebied

In het onderzoek wordt onderscheid gemaakt in 3 deelgebieden: J1 t/m J3:

- J1: Het Hout, een bebossing van woeste grond ('heide') op de grens van Vechtdal en hoger gelegen zandgronden
- J2: Geïsoleerde, later verbonden hakhoutpercelen en singels akkermaalshout, in de periferie van de cultuurgronden van Junne, grenzend aan het stuifzandgebied
- J3: Blokvormig perceel oud hakhout op de kadastrale kaart 1832, later met eenzelfde oppervlakte uitgebreid door aanleg van hakhout op bouwland

NB. Binnen het habitattypegebied Beuken-eikenbos met hulst worden alleen maatregelen genomen in deelgebied J1 en J3. In deelgebied J2 zijn geen maatregelen voorgesteld. Het middelste, smalle gedeelte J2 biedt te weinig perspectief op robuuster landschappelijke functioneren.



Figuur 1.2 Maatregelenkaart beheerplanperiode 2 Landgoed Junne

1.2 Doel van het ramingsdocument

Deze raming is opgesteld om inzicht te krijgen in de benodigde budgetinvesteringskosten van het (nog af te ronden) inrichtingsplan/ontwikkelopgave voor Landgoed Junne.
Het doel van deze kostennota is daarom:

- Inzicht geven in de keuzes die gemaakt worden en de criteria die gehanteerd worden in relatie tot de kosten die horen bij de te realiseren werkzaamheden. Dit zorgt ervoor dat de waarde wordt onderbouwd en transparant en inzichtelijk wordt gemaakt voor de beslisser
- Actueel inzicht totale projectkosten: het weergeven van de investeringskosten benodigd voor de voorbereiding en realisering van het project, inclusief een onderbouwing van de totstandkoming van de kostenramingen met als stand van zaken de datum 6 mei 2020. Hierbij behoren een omschrijving van de scope, eisen, risico's, uitgangspunten en randvoorwaarden die hieraan ten grondslag hebben gelegen
- Heldere beslisinformatie: het voorzien van informatie van het project 'Landgoed Junne' zodat het resultaat van de raming gefundeerd gepresenteerd kan worden en dat aangetoond kan worden dat de raming in lijn is met het beschikbare budget

1.3 Deterministisch

De kostenraming van de inrichtings-en beheersmaatregelen, is deterministisch opgesteld. Er heeft geen probabilistische doorrekening plaatsgevonden.

1.4 Detailniveau kostenraming

De kostenraming is opgesteld met een bijbehorend detailniveau dat passend is voor dit project Het detailniveau betreft: Schetsontwerp (SO) inrichtingsplan.

1.5 Leeswijzer

Voor u ligt de kostennota van het project ‘Planvoorbereiding ten behoeve van uitvoering interne maatregelen die vallen onder de gebiedsanalyse N2000/PAS landgoed Junne’. Deze kostennota beschrijft de achtergronden van de bepaling van de projectkosten van dit project.

In de inleiding (hoofdstuk 1) worden kort de projectachtergrond, het doel van deze rapportage beschreven.
In hoofdstuk 2 wordt de ramingscope van dit project verduidelijkt. Het bereik van de ontwerpen en daar onder liggende gegevens worden beschreven en ook de werkzaamheden die uitgevoerd moeten worden om de doelstelling van dit werk te bereiken.
In hoofdstuk 3 wordt ingegaan op de gehanteerde werkwijze, zoals de kwaliteitsaspecten van de raming, communicatie en afstemming rond het ramingsdossier en methodiek.
In hoofdstuk 4 worden de uitgangspunten en de aannamen beschreven. Relevant informatie over prijspeil en prijsopbouw vindt u hier terug. Generiek vindt u hier de uitgangspunten en aannamen per kostenpost terug.
De risico’s en onzekerheden van dit project worden behandeld in hoofdstuk 5.
In hoofdstuk 6 wordt ramingssystematiek beschreven en ook informatie gegeven over de gebruikte hoeveelheden en prijzen in de raming. Van de onderbouwingen wordt hier de ramingssamenvatting van de investeringskosten gegeven.
Hoofdstuk 7 zal gewijd worden aan conclusies en aanbevelingen.
Ten slotte wordt het document voorzien van relevante bijlagen.

2 Scope

2.1 Opbouw scope

Voor de indeling van de bouwkosten is er de voorkeur aan gegeven om de opbouw van de kostenraming modulair en chronologisch op te bouwen, zodat bij mogelijke aanpassingen zeer snel de financiële consequenties zichtbaar worden.

Naast de objecten die bouwkosten gerelateerd zijn, zijn er ook kosten die niet direct aan een object zijn toe te rekenen. De volgende kostencategorieën behoren tot de scope van het project en zijn in de raming openomen:

- Bouwkosten
- Engineeringskosten
- Overige Bijkomende Kosten
- Objectoverstijgende risicoreservering
- BTW

2.2 Uitsluitingen

De volgende onderdelen worden niet meegenomen in de raming:

- Kosten ten behoeve van eventueel aanvullende omgevingswensen
- Vastgoedkosten
- Er wordt vanuit gegaan dat geen vervuilde grond aanwezig is binnen het plangebied, en dat geen afvoer van vervuilde grond hoeft plaats te vinden
- Sanering van eventueel verontreinigde gronden
- Kosten ambtelijk apparaat
- Er wordt rekening mee gehouden dat er geen planschade en nadeelcompensatie wordt voorzien
- Kosten voor een vergunningenscan
- Er is geen rekening gehouden met kosten, voortkomend uit eisen van de toekomstig beheerder
- Onzekerheidsreserve
- Reservering scope wijzigingen
- Kosten voor beheer en onderhoud en levensduurkosten (LCC)
- Marktwerking

2.3 Brondocumenten

De volgende documenten dienen als basis voor deze kostennota met bijbehorende kostenraming van de projectkosten:
Brondocumenten:

- Programma van Eisen bepalen kosten Ontwerp Inrichtingsplannen R4.0 d.d. 15 januari 2018. Opbreektekening 1260163-006-C2-20180912, opgesteld door provincie Overijssel
- Opleverdossier input voor SSK Planuitwerkingsfase R1.0 d.d. 17 augustus 2016 en 28 juli 2016, opgesteld door provincie Overijssel
- Samenvatting Opbouw Investeringskosten d.d. 18 juli 2016, opgesteld door provincie Overijssel
- Natura 2000 Gebiedsanalyse voor de Programmatische Aanpak Stikstof (PAS) Vecht- en Beneden-Reggegebied d.d. 31 oktober 2017, opgesteld door KWR Watercycle Research Institute, Witteveen+Bos en Royal HaskoningDHV in opdracht van de provincie Overijssel
- Natura 2000 beheerplan Definitief Vecht- en Beneden Reggegebied d.d. 18 juli 2017, uitgave van de provincie Overijssel
- Nadere analyse opgave N2000 landgoed Junne, opgesteld door Frank van Belle in februari 2018, kenmerk EDOP-4724346-v1-opgave_N2000_landgoed_junne
- Maatregelentabel ten behoeve van SSK-raming, opgesteld door Tauw d.d. 4 augustus 2020
- Notitie ‘Verwijderen exoten t.b.v. habitattype H9120 – Beuken- eikenbossen met hulst – N2000 maatregelen Beerze’. Opgesteld door Ecogroen d.d. 26 juli 2019, documentkenmerk 18-534

2.3.1 Fasering werkzaamheden

In dit stadium van het project wordt er van uit gegaan dat de werkzaamheden niet gefaseerd worden uitgevoerd. Er zijn geen faseringskosten in de ramingen opgenomen.

3 Werkwijze

3.1 Algemeen

Voor de raming van dit project is de ramingsopbouw gehanteerd zoals wordt voorgeschreven binnen de SSK2010-systematiek. De kwaliteitsaspecten die juist zo kenmerkend zijn voor deze methodiek zijn daarbij in acht genomen.

De onderbouwde ramingsposten zijn verwerkt in het laatste SSK-model van het CROW (versie 3.05a van 17 maart 2013).

De SSK-raming is opgesteld volgens, het ‘Programma van Eisen bepalen kosten Ontwerp Inrichtingsplan’ opgesteld door Sander Steenbergen namens de provincie Overijssel d.d. 15 januari 2018.

3.1.1 Afstemming met de opdrachtgever

Er is (nog) geen afstemming geweest met de opdrachtgever over de op te stellen kostenraming.

3.2 Ramingsdossier

De documenten die tijdens deze opstellingsronde tot stand zijn gekomen, inclusief alle gedetailleerde onderbouwingen en hieraan ten grondslag liggende informatie, zijn terug te vinden in het ramingsdossier. Dit ramingsdossier heeft kenmerken K003-1266487PBZ-V01-NL.

3.3 Kwaliteitsaspecten van de kostenraming

Bij de SSK-systematiek wordt gebruik gemaakt van een uniforme opbouw van de kostenraming. Hierbij moet worden voldaan aan een aantal kwaliteitsaspecten, welke als volgt zijn onderverdeeld:

1. Scope (-omschrijving)
2. Ramingstructuur
3. Volledigheid
4. Actualiteit
5. Onderbouwing
6. Risico’s
7. Bandbreedte en trefzekerheid
8. Communicatie

Bovenstaande punten worden in deze kostennota behandeld.

3.3.1 Kwaliteitsborging

De basis voor de uitwerking van deze ramingsrapportage met bijbehorende bijlagen is het interne kwaliteitssysteem van Tauw. Ook de naamgeving en borging van deze documenten middels versiebeheer is hierin vastgesteld.

Interne toets

Tauw heeft de deterministische raming op 10 augustus 2020 aan een interne toets onderworpen. Er is onderscheid gemaakt in een procedureel deel en een inhoudelijk deel.

De gehanteerde raming structuur, aannamen en uitgangspunten, hoeveelheden, eenheidsprijzen en gehanteerde percentages en toeslagen zijn in het inhoudelijke deel aan bod gekomen.
Het resultaat van deze interne toetsing is dat zowel het procedurele deel als het inhoudelijke deel in orde zijn bevonden.

Door deze interne toetsing is Tauw de mening toegedaan dat de ramingen gedegen en consciëntieus zijn opgezet en een betrouwbaar resultaat opleveren.

Externe toets
Er heeft nog geen externe toets plaatsgevonden.

4 Uitgangspunten en aannamen

4.1 Inleiding

Bij de totstandkoming van de kostenraming zijn de volgende uitgangspunten, randvoorwaarden en aannamen gehanteerd.

4.2 Prijsinformatie

4.2.1 Prijspeil

Het in de ramingen gehanteerde prijspeil is 1 juli 2020. Overige uitgangspunten ten aanzien van het prijspeil zijn:

- De raming van het project (budget) is volledig bedrijfseconomisch opgesteld. Dat wil zeggen dat er geen rekening is gehouden met marktwerking
- Bij het opstellen van de ramingscope is uitgegaan van de huidige wet- en regelgeving (standlijn 1 juli 2020). Wijzigingen hierin met als gevolg extra kosten worden niet tot de scope van deze raming beschouwd
- Inflatie in de komende jaren. Financiers moeten jaarlijks het projectbudget bijstellen op basis van werkelijke inflatie
- Over alle kostenposten in de raming is 21 % BTW meegenomen, ook over de opgenomen procentuele post Onderzoek- & Ontwerpkosten opdrachtgever. Met uitzondering van de posten heffingen, leges en verzekeringen

4.2.2 Eenheidsprijzen

De in de ramingen gebruikte prijsinformatie is gebaseerd op de kostendatabase van Tauw d.d. 1 juli 2020 en ervaringskengetallen van recente en vergelijkbare uitvoeringswerkzaamheden.

In deze kengetallen zijn niet apart zichtbaar gemaakt: materiaaltarieven, brandstoffen, lonen, stortkosten, normen en producties.

Voor een aantal maatregelen worden op één locatie meerdere werkzaamheden uitgevoerd. In de raming is dit onderscheid duidelijk aangegeven.

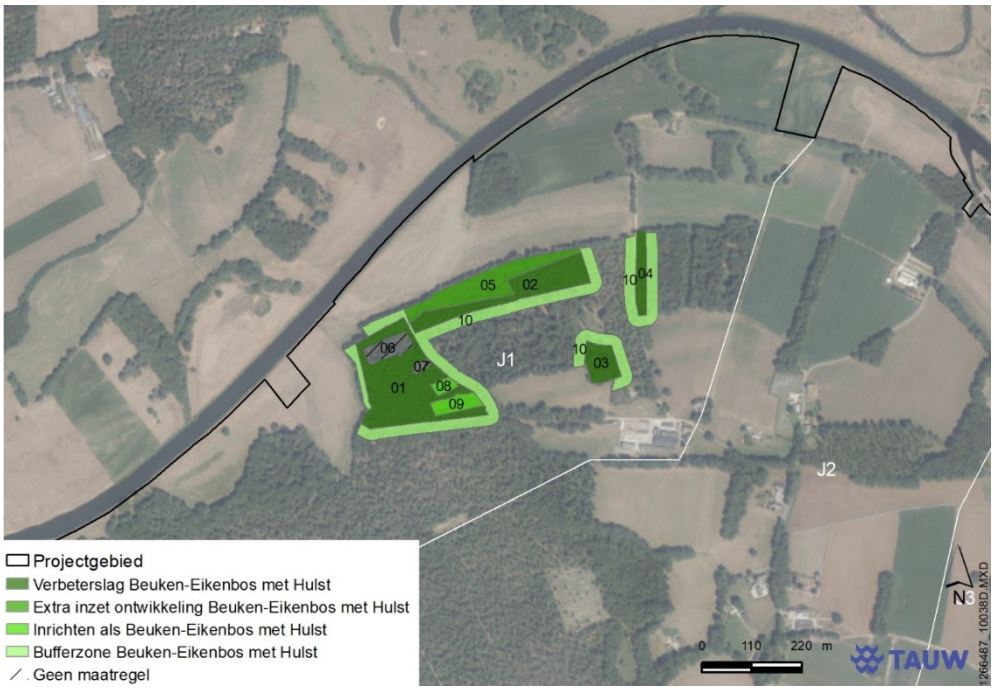
4.3 Algemene uitgangspunten en aannamen

Voor wat betreft de uitvoeringswijze zijn een aantal aannamen gedaan zodat, mede ondersteund door de Planuitwerking, een ramingscope is verkregen op basis waarvan de projectkosten zijn bepaald.

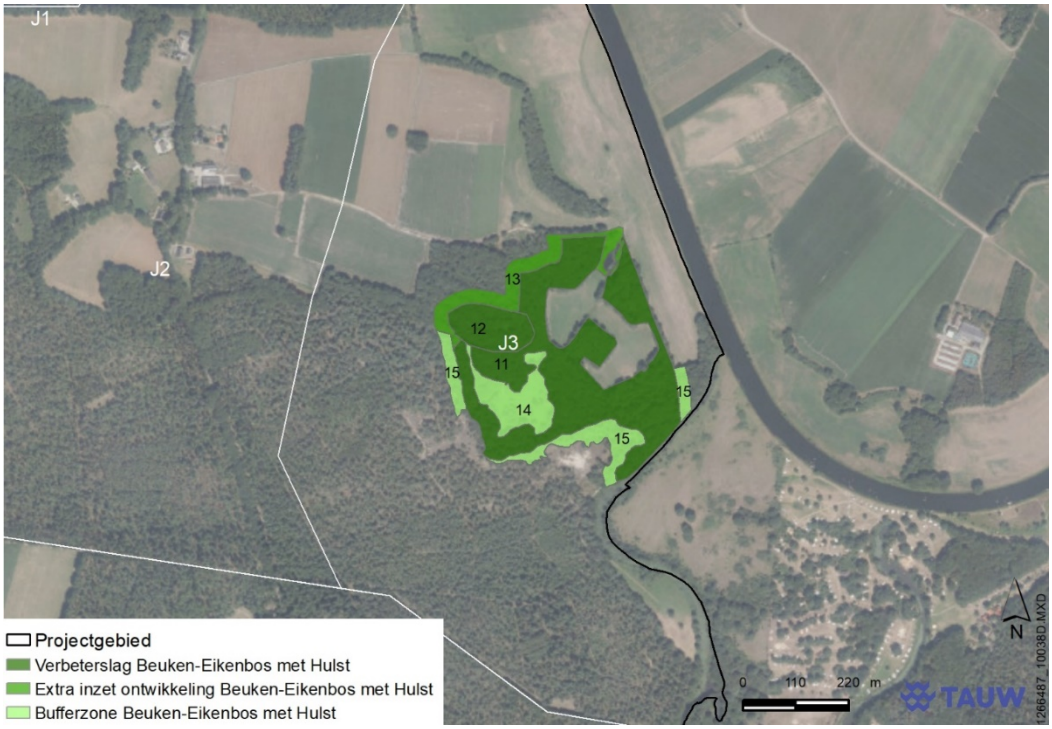
De projectkosten zijn gebaseerd op de volgende uitgangspunten:

- Dit project wordt niet in combinatie met andere projecten (en andere opdrachtgevers) uitgevoerd
- Alle werkzaamheden vinden plaats binnen de normale werktijden (maandag tot en met vrijdag, 07.00 tot 19.00 uur)
- Het werk kan veelal in het ‘vrije veld’ uitgevoerd worden
- De locaties waarin de werkzaamheden uitgevoerd gaan worden dienen te allen tijde bereikbaar te zijn. In de kostenraming is, voor de locaties waarop dit betrekking heeft, rekening gehouden met het toepassen van verkeersvoorzieningen en voorzieningen ter voorkoming van insporing (toepassen van een rijplatenbaan)
- Er is een aanname gedaan dat de inrichtings-en beheersmaatregelen via een RAW-bestek op de markt zal worden gezet

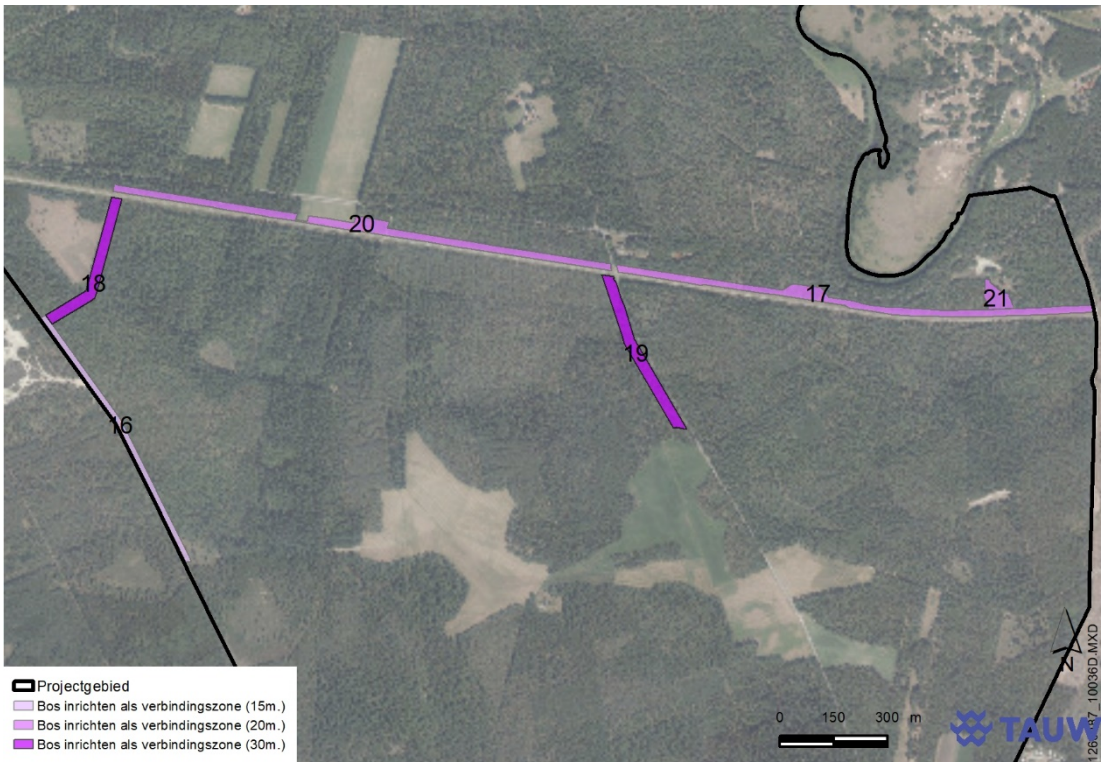
4.4 Maatregelen per deelgebied



Figuur 4.1 Maatregelenkaart landgoed Junne – Spoor 2_Deelgebied J1



Figuur 4.2 Maatregelenkaart landgoed Junne – Spoor 2_Deelgebied J3



Figuur 4.3 Maatregelenkaart landgoed Junne – Spoor 2_Verbindingszone

Verbeterslag beuken- en eikenbossen met hulst (M1, M2, M3, M4, M5, M11, M12 en M13)
Voor de ontwikkeling van alluviaal bos is aangehouden dat op 5 % van het oppervlak struiken, bomen en varens worden verwijderd door middel van rooien. Daarbij is als uitgangspunt genomen dat het om begroeiing gaat kleiner dan 2 meter hoog. Alleen bij maatregel 3 is dit percentage 2 % van het oppervlak. Op schaduwrijke plekken worden hazelaar en linde aangeplant. Aan de zonrijkere randen van het bos gaat het om met name meidoorn en sleedoorn. Indien een open plek beschikbaar is kan een zomereik geplant worden.

Voor het dichten van rabatten wordt uitgegaan van het kappen van enkele bomen (2 stuks per are), het frezen van de locatie (bewerkingsdiepte 0,10m) en het dichten van rabatten met lokaal beschikbare grond, tot op het niveau van het nieuwe maaiveld.

Gebied inrichten als eikenbos (M8, M9, M11 en M12)
Het verwijderen van exoten in dit gebied. De exoten worden gerooid en worden vervangen door soorten behorende bij het habitattype (H9190/H9120 (Linde, Eik, Hazelaar). Het aanplant wordt beschermd met boomkorven om reeënvraat tegen te gaan.

Uitgangspunten bij het leveren en plaatsen van een boomkorf (beschermkoker) zijn:
- Hoogte boomkorf 1,75m
- Leveren en aanbrengen 1 houten paal, diameter 6 cm, 2,50m lang
- Boomkorf: volblad verzinkt strekmetaal 1,75m hoog, maaswijdte/damdikte: 90x30/3x2,5
- Diameter: 30 cm

Bufferzone verbeterslag beuken- eikenbos met hulst (M10, M14 en M15)
Veel adelaarsvaren aanwezig, dicht bladerdek waardoor nieuwe bomen geen kans hebben om te groeien. Bij deze maatregel worden exoten, niet behorende bij H9190 of H9120, verwijderd.

In de kosten van deze maatregel is ook beheer en onderhoud opgenomen voor de eerste 3 jaar na realisatie. Het gaat dan om het klepelen en opzuigen van maaisel. Voor de raming is gerekend met 3 jaar overgangsbeheer na realisatie, na 3 jaar evalueren en op inhoud beoordelen of langer overgangsbeheer noodzakelijk is.

Bos inrichten als verbindingszone (M16, M17, M18, M19, M20 en M21)
Voor de inrichting van bos als verbindingszone is rekening gehouden met de volgende uitvoeringswerkzaamheden:

- Het verwijderen/kappen van alle bomen (2 stuks per are) over een strookbreedte van 15 tot 30 meter. Daarbij is rekening gehouden met het verwijderen van aanwezige ondergroei. Stobben mogen blijven staan. Vrijkomend takhout wordt afgevoerd
- Een aanwezig sloot zal worden gedempt met gebiedseigen zand dat naast de locatie aanwezig is. Uitgangspunt is een benodigde hoeveelheid voor demping van 1,5 m3/m
- Op 30 % van het areaal zal de organische laag (strooisellaag) worden verwijderd. Betreft de toplaag van gemiddeld 0,10 m. Het vrijkomend strooiselmateriaal wordt vervoerd naar een landbouwperceel in de nabije omgeving. De aangehouden transportafstand bedraagt 10 km. Er wordt geen materiaal afgevoerd
- In de kosten van deze maatregel is ook beheer en onderhoud opgenomen voor de eerste 3 jaar na realisatie. Het gaat dan om het klepelen en opzuigen van maaisel. Voor de raming is gerekend met 3 jaar overgangsbeheer na realisatie, na 3 jaar evalueren en op inhoud beoordelen of langer overgangsbeheer noodzakelijk is
- 50 % van het areaal zal worden ingezaaid met heidemengsel

Toepassen rijplaten/ overige voorzieningen bereikbaarheid
Voor deze maatregel is in de SSK-raming een aanname gedaan. Het bedrag is afhankelijk van de bereikbaarheid, de terreingesteldheid en de maatregelen per deelgebied. De maatregel is gericht op het voorkomen van insporing en verdichting in de percelen.
Vanwege de veelal zeer kwetsbare terreinen met beperkte draagkracht van de bodems is in de SSK-raming uitgegaan van intensieve toepassing van maatregelen ter voorkoming van insporing en verdichting.

Voor de benodigde lengte van de platenbaan is gerekend met de lengte van het werk, eventueel opgehoogd met de lengte vanaf een verharde weg, tot aan de plaats van uitvoering. De platen worden in de lengterichting neergelegd.

4.4.1 Nader te detailleren bouwkosten

‘Nader te detailleren’ is een toeslag voor wel voorziene, maar niet expliciet uitgewerkte onderdelen van het ontwerp of de aangenomen uitvoeringsmethode.

Onder nader te detailleren worden onder andere de volgende zaken verstaan:

- Diverse toe te passen hekwerken, rasters en dergelijke
- Inrichten, in stand houden en opruimen tijdelijke depots ten behoeve van het opslaan van onderdelen/materialen die voor hergebruik in aanmerking komen
- Grondbalans en grondstromenplan
- Herstel van op locatie aanwezige beplantingen
- Verkeersmaatregelen

Het percentage nader te detailleren bedraagt 10 %.

Indirecte bouwkosten
De indirecte bouwkosten zijn de kosten die door de uitvoerende partij gemaakt moeten worden om de werkzaamheden die onder de ‘directe kosten’ vallen naar behoren te kunnen uitvoeren. Indirecte kosten hebben geen directe relatie met de hoeveelheden.

De percentages die zijn gehanteerd, zijn voor alle uitvoeringswerkzaamheden hetzelfde. Hieronder staan de gehanteerde percentages genoemd.

- Eenmalige kosten: 2,0 %
- Algemene bouwplaats kosten: 0,0 %
- Uitvoeringskosten: 5,0 %
- Algemene kosten: 8,0 %
- Winst: 2,0 %
- Risico: 2,0 %
- Bijdrage RAW: 0,15 %
- Bijdrage FCO: 0 %
- Objectrisico bouwkosten: Niet benoemde risico’s 10 %

Deze percentages zijn overgenomen uit het Programma van Eisen zoals aangeleverd door de provincie Overijssel. Tauw ziet geen reden om hiervan af te wijken.

Eenmalige kosten
De eenmalige kosten en algemene bouwplaatskosten zijn aangehouden op totaal 2 % (berekend als percentage van het ‘totaal directe kosten’).

Uitvoeringskosten
Onder de uitvoeringskosten worden verstaan de tijdsgebonden kosten die variëren met de tijdsduur van het werk. Dit zijn onder andere de exploitatiekosten van directie/uitvoerdersverblijven, en de arbeidskosten voor (hoofd) uitvoerders.

In de raming is voor uitvoeringskosten een percentage opgenomen van 5 % gerekend over de voorziene bouwkosten.

Algemene kosten
De algemene kosten zijn de kosten van het bouwbedrijf, zoals overhead (kantoor, directie), onderzoeken en opleidingskosten. Ook verzekeringen (CAR, WA, et cetera) vallen onder deze algemene kosten.
De algemene kosten worden als percentage gekwantificeerd en variëren afhankelijk van de omvang en het type van het werk tussen de 7 % en 10 %. De algemene kosten worden berekend als percentage van het ‘totaal directe kosten + totaal eenmalige kosten, bouwplaatskosten en uitvoeringskosten (Conform rekenmethodiek SSK)’.

Conform document Programma van eisen bepalen kosten Ontwerp Inrichtingsplan is een percentage opgenomen van 8 % gehanteerd.

Winst en risico
Winst en risico zijn bedragen in de aannemingssommen ter dekking van de aannemerswinst en het aannemersrisico binnen het contract. Winst en risico wordt als percentage gekwantificeerd en varieert normaliter tussen de 3 % en 6 %. De post winst en risico wordt berekend als percentage van het 'totaal directe kosten + totaal eenmalige kosten, bouwplaatskosten en uitvoeringskosten (Conform rekenmethodiek SSK)'.

Voor deze raming is een voor winst en risico tezamen een percentage van 4 % gehanteerd.

Objectrisico bouwkosten
Objectrisico bouwkosten; benoemde en niet benoemde risico's bedragen samen 10 % gerekend over de voorziene bouwkosten.

Bijdragen
Omvat de kosten van het onderhoud en gebruik van de RAW-systematiek. Conform PvE is een percentage van 0,15 % van de aanneemsom (bouwkosten), met een maximum van EUR 55.000,00 exclusief BTW, gehanteerd. Op dit moment wordt er van uit gegaan dat voor dit werk een RAW-bestek wordt opgesteld.

4.5 Uitgangspunten vastgoedkosten

4.5.1 Vastgoedkosten
In de raming zijn geen vastgoedkosten (zoals grondaankoop, planschade, nadeelcompensaties en inkomensschade) opgenomen. Als uitgangspunt wordt gehanteerd dat alle gronden beschikbaar zijn voor uitvoering van de geplande werkzaamheden.

4.6 Uitgangspunten engineeringskosten

4.6.1 Opgenomen engineeringskosten
De definitie van de engineeringskosten is conform de SSK-systematiek: De kosten voor het 'denkwerk' op het gebied van de techniek en daarmee verband houdende vakgebieden met betrekking tot organisatie, milieutechnische, juridische en economische aspecten.

In het 'Programma van Eisen bepalen kosten Ontwerp Inrichtingsplan' van Sander Steenbergen d.d. 15 januari 2018 is een opsomming opgenomen van de verschillende belangrijke soorten engineering. Met daarbij de opmerking dat de gekozen percentages dienen te leiden tot reële bedragen, passend bij het project.

Op basis van ervaring met andere Natura2000/PAS-projecten is gebleken dat de engineeringskosten van dit type projecten vaak hoger uitvallen dan bij reguliere projecten.

Gezien het stadium waarin de werkzaamheden voor dit project zich bevinden is er voor gekozen om een percentage van 25 % gerekend over de voorziene bouwkosten op te nemen.

In een volgend stadium van het werk kan er mogelijk een onderverdeling in een aantal onderscheidende posten worden gemaakt.

Objectrisico engineeringskosten
Objectrisico engineeringskosten; benoemde en niet benoemde risico's bedragen samen 10 % gerekend over de voorziene engineeringskosten.

4.6.2 Nader te detailleren engineeringskosten
Er zijn geen nader te detailleren engineeringskosten opgenomen in de kostenramingen.

4.6.3 Indirecte engineeringskosten
Er zijn geen indirecte engineeringskosten opgenomen in de kostenramingen.

4.7 Uitgangspunten overige bijkomende kosten

4.7.1 Opgenomen overige bijkomende kosten
De overige bijkomende kosten bestaan uit

- Vergunningen, leges en heffingen; 1,5 % van de voorziene bouwkosten
- Verzekeringspremies opdrachtnemer; 0,5 %
- Verleggingskosten kabels en leidingen; 1,0 %. Op 11 december 2019 zijn door Tauw de resultaten van de KLIC-melding verwerkt in een tekening (1266487-1). Binnen het plangebied liggen de kabels en leiding vooral bij de Junnerweg, Beezerweg en de Junnerveldweg. Omdat er enkele maatregelen in de buurt van deze wegen worden uitgevoerd, en het niet uit te sluiten valt dat er hinder van de kabels en leidingen te verwachten is, is daarom een klein percentage opgenomen in de kostenraming
- Communicatiekosten; 3,0 %
  Voor de omgeving wordt een ruimtelijke verandering verwacht welke een wijziging in het belevingsbeeld tot gevolg zal hebben. Dit vereist een zorgvuldig communicatieproces. Daarnaast worden opgestelde ontwerpen gebruikt voor interactie en communicatie met de omgeving waardoor het de verwachting is dat voor dit onderdeel een percentage van 3,0 % realistisch is om op te nemen in de raming
- Compenserende en mitigerende maatregelen
  De maatregelen zijn dusdanig dat er geen compenserende maatregelen worden verwacht. Mitigerende maatregelen zijn een onderdeel van dit project. In dit stadium van het project is voor gevolgen in de uitvoering een percentage van 2 % opgenomen voor mitigerende maatregelen niet via contract
- Niet gesprongen explosieven; 1,0 %
  Op dit moment voorziet het plan in maatregelen waarbij de bodem wordt geroerd. Ten tijde van het verkrijgen van de vergunningen voor de realisatie van dit plan, zal een explosievenonderzoek worden uitgevoerd. Op basis van de uitkomsten van dat onderzoek zullen wel of geen maatregelen genomen worden zodat fysieke maatregelen uitgevoerd kunnen worden. Er is gekozen om een 'klein' percentage hiervoor op te nemen in de raming.
- Archeologie; 1,0 %
  Bij het opstellen van de kostenraming zijn er geen onderzoeksgegevens bekend over archeologie in het plangebied landgoed Junne. Omdat het op voorhand niet uit te sluiten is

dat er belemmeringen zijn vanuit het oogpunt van archeologie met betrekking tot de uitvoerbaarheid van de maatregelen is ervoor gekozen om een ‘klein’ percentage hiervoor op te nemen in de raming
- Objectrisico overige bijkomende kosten; benoemde en niet benoemde risico’s bedragen samen 10 % gerekend over de voorziene overige bijkomende kosten

4.7.2 Nader te detailleren overige bijkomende kosten

Er zijn geen nader te detailleren overige bijkomende kosten opgenomen in de kostenramingen.

4.7.3 Indirecte overige bijkomende kosten

Er zijn geen indirecte overige bijkomende kosten opgenomen in de kostenramingen.

5 Risico's en onzekerheden

5.1 Beschikbare risicoinformatie

Voor het project Landgoed Junne is geen risicodossier opgesteld.

5.1.1 Niet benoemde objectrisico's investeringskosten

Niet benoemd objectrisico bouwkosten betreft kosten voor objectrisico's die in deze planfase nog niet benoemd en dus ook niet beheerst kunnen worden. De post Niet benoemd objectrisico bouwkosten wordt berekend als percentage van de 'voorziene bouwkosten'.

5.1.2 Niet benoemd objectoverstijgend risico investeringskosten

Bij de objectoverstijgende risico's geldt hetzelfde uitgangspunt als bij de objectrisico's, echter zijn de risico's niet aan specifieke objecten toe te wijzen.

Niet benoemd objectrisico engineeringskosten

Betreft kosten voor objectrisico's die in deze planfase nog niet benoemd en dus ook niet beheerst kunnen worden. De post *Niet benoemd objectrisico engineeringskosten* wordt berekend als percentage van de 'voorziene engineeringskosten'. In deze kostenraming is op basis van het PvE voor het bepalen van de post *Niet benoemd objectrisico engineeringskosten* een percentage opgenomen van 10 % van de 'voorziene engineeringskosten'. Gezien de aard van de werkzaamheden en de status van het inrichtingsplan een reëel percentage.

Niet benoemd objectrisico overige bijkomende kosten

Dit zijn kosten voor objectrisico's die in deze planfase nog niet benoemd en dus ook niet beheerst kunnen worden. De post *Niet benoemd objectrisico overige bijkomende kosten* wordt berekend als percentage van de 'voorziene overige bijkomende kosten'.
In deze kostenraming is op basis van het PvE een percentage opgenomen van 10 % van de 'voorziene bouwkosten'. Gezien de aard van de werkzaamheden is dit een reëel percentage.

Objectoverstijgend risico investeringskosten

Voor de benoemde en niet benoemde risico's is 5 % opgenomen in de raming. Op dit moment is er geen specifiek risicodossier beschikbaar voor Landgoed Junne waardoor er geen benoemde risico's zijn opgenomen in de raming.

6 Raming van kosten

6.1 Systematiek SSK2010

Als basis voor het opstellen van de investeringsraming voor dit project is gekozen voor de SSK2010-systematiek. SSK staat voor Standaard Systematiek Kostenramingen.
De SSK-systematiek is een uniforme ramingsmethodiek welke is ontwikkeld door het CROW.
Het voordeel van het hanteren van de SSK-systematiek is dat deze methodiek bruikbaar is in alle projectfasen. Hierdoor zijn de kostenramingen te volgen in de tijd. Een tweede voordeel is dat met de SSK-systematiek een uniform gebruik van de begrippen, onzekerheden en risico's worden aangeduid.
Voor verdere beschrijving van deze methodiek wordt verwezen naar CROW-publicatie 137.

6.2 Hoeveelheden en prijzen

6.2.1 Hoeveelheden en prijzen investeringskosten

De onderbouwingen van de directe (bouw) kosten is weergegeven in de kostenraming. Hier staan zowel de hoeveelheden als de eenheidsprijzen van de ramingsposten beschreven.

De posten die zijn uitgewerkt in het prijzenboek zijn ten behoeve van de kostenramingen direct door vertaald naar begrotingsregels. Naar gelang van het aanwezig zijn van de betreffende begrotingspost in dat betreffende object, wordt de begrotingsregel opgenomen.

De hoeveelheden zijn via GIS bepaald gebaseerd op de maatregelenkaart.

In de Excel sheets is de hoeveelhedenbepaling te herleiden door formules en verwijzingen naar andere cellen.
Door de hoeveelheden te vermenigvuldigen met de eenheidsprijzen uit het prijzenboek worden de posten uitgewerkt.

6.3 Samenvatting SSK

Tabel 6.1 Samenvatting SSK – Spoor 2; alle bedragen inclusief BTW

Samenvatting SSK	Bedrag
Voorziene kosten	EUR 398.000,00
Risicoreservering	EUR 62.000,00
Totaal kosten	EUR 460.000,00

6.3.1 Cost drivers

Tabel 6.2 Top 5 cost drivers exclusief BTW

Top 5 Cost drivers	Bijdrage	Aandeel (%)
1. Verwijderen bomen, inclusief ondergroei	EUR 40.200,00	21,80 %
2. Overgangsbeheer gedurende 3 jaren	EUR 39.000,00	21,15 %
3. Verwijderen exoten	EUR 27.400,00	14,85 %
4. Toepassen rijplatenbaan t.b.v. bereikbaarheid	EUR 20.000,00	10,85 %
5. Verwijderen organische laag; gem. 10cm	EUR 18.100,00	9,81 %
Totale kosten top 5 cost drivers	EUR 144.700,00	78,47 %

De bijdrage van de cost drivers zijn bepaald op basis van de benoemde directe bouwkosten.

Tabel 6.3 Top 5 cost drivers inclusief BTW

Top 5 Cost drivers	Bijdrage	Aandeel (%) van de bouwkosten
1. Verwijderen bomen, inclusief ondergroei	EUR 48.600,00	21,80 %
2. Overgangsbeheer gedurende 3 jaren	EUR 47.200,00	21,15 %
3. Verwijderen exoten	EUR 33.100,00	14,85 %
4. Toepassen rijplatenbaan t.b.v. bereikbaarheid	EUR 24.200,00	10,85 %
5. Verwijderen organische laag; gem. 10cm	EUR 22.000,00	9,81 %
Totale kosten top 5 cost drivers	EUR 175.100,00	78,47 %

Project: Landgoed Junne - Projectnr: 1266487 - Opdr.gever: ASR Nederland vastgoed Maatschappij N.V.					*Prijspeil raming:*	*01-07-20*
Versie raming: V02 - Status: Concept - Opgesteld door: Patrick Buzing					*Datum raming:*	*02-12-20*
Samenvatting SSK						*Versie 3.05a (18 juni 2014)*
Kostengroepen / *Kostencategorieën*	*Voorziene kosten*		*Risicoreservering*		*Totaal*	
Investeringskosten (indeling naar categorie):						
Bouwkosten Deelraming Beheerplanperiode 2	€	244.126	€	24.413	€	268.539
Vastgoedkosten Deelraming Beheerplanperiode 2	€	-	€	-	€	-
Engineeringskosten Deelraming Beheerplanperiode 2	€	61.031	€	6.103	€	67.135
Overige bijkomende kosten Deelraming Beheerplanperiode 2	€	24.413	€	2.441	€	26.854
Subtotaal investeringskosten	**€**	**329.570**	**€**	**32.957**	**€**	**362.527**
Objectoverstijgende risico's			€	18.126	€	18.126
Investeringskosten deterministisch	**€**	**329.570**	**€**	**51.083**	**€**	**380.653**
Scheefte			€	-	€	-
Investeringskosten exclusief BTW	**€**	**329.570**	**€**	**51.083**	**€**	**380.653**
BTW	€	68.184	€	10.569	€	78.753
Investeringskosten inclusief BTW	**€**	**397.754**	**€**	**61.652**	**€**	**459.406**
Projectkosten inclusief BTW	**€**	**397.754**	**€**	**61.652**	**€**	**459.406**

Pagina 1

7 Conclusies en en aanbevelingen

7.1 Conclusies

7.1.1 Conclusies investeringskosten

De investeringskostenraming van Beheerplanperiode 2 sluit na doorrekening op een gemiddelde waarde van afgerond EUR 460.000,00 inclusief BTW.

1. De grootste kostenbepalende factoren van deze raming zijn:
   - Verwijderen bomen, inclusief ondergroei
   - Overgangsbeheer gedurende 3 jaren
   - Verwijderen exoten
   - Toepassen rijplatenbaan ten behoeve van bereikbaarheid
   - Verwijderen organische laag; gem. 10cm

2. De ramingen zijn volledig en betrouwbaar en voldoen aan de vereisten met betrekking tot scope (-omschrijving), ramingstructuur, volledigheid, onderbouwing, risico's en trefzekerheid. De memo 'Programma van Eisen bepalen kosten Ontwerp Inrichtingsplan' d.d. 15 januari 2018 is als leidraad gebruikt bij het opstellen van de SSK-raming.

7.2 Aanbevelingen

Het is belangrijk om in het kader van duidelijkheid in deze fase van het project te communiceren in bandbreedtes. Het gebied waarbinnen de raming zich met een trefzekerheid van 70 % bevindt ligt tussen de – en + 30 % van de afgeronde gemiddelde waarde. Vanwege de onzekerheden in het ontwerp en in het project in algemene zin, is het belangrijk niet de context achter de raming uit het oog te verliezen, mede om te voorkomen dat één enkel bedrag een 'eigen leven' gaat leiden.

Nadere uitwerking van de plannen, het onderbouwen van de engineeringskosten en het uitvoeren van aanvullende onderzoeken zullen leiden tot een meer gedetailleerde scope en mogelijk gekwantificeerd risicodossier. De onzekerheden kunnen daarmee verminderd worden.

Vanuit de kostenraming komen de volgende aandachtspunten naar voren:

1. Om de nieuwe aanplant van doelsoorten te beschermen tegen reeënvraat is in de kostenraming uitgegaan van het aanbrengen van boomkorven. Daarbij is de afweging op kosten gemaakt tussen het aanbrengen van een afrastering of een keuze om de bomen te beschermen door het toepassen van een boomkorf van verzinkt strekmetaal. Op basis van de op dit moment beschikbare informatie is, op basis van een globale kosteninschatting, gekozen voor het aanbrengen van boomkorven. In een volgende fase zal dit verder gedetailleerd moeten worden.

2. De hoeveelheden, zoals gebruikt in de raming, zijn bepaald via GIS, echter sommige hoeveelheden zijn berekend op basis van aannames zoals beschreven in hoofdstuk 4.4. Het gaat dan met name over bewerkingspercentages, aangenomen dieptes om af te graven en percentages aan te planten doelsoorten. In een volgende planfase zal hier meer informatie over beschikbaar zijn.

3. Het uitvoeren van een NGE-onderzoek en een archeologisch bureauonderzoek kan ertoe leiden dat de in de raming opgenomen percentages voor deze onderdelen worden bijgesteld.

4. Bij het opstellen van de raming is rekening gehouden met de vigerende maatregelen vanuit het RIVM ten aanzien van COVID-19. De kans bestaat dat deze maatregelen ten tijde van de uitvoering zijn bijgesteld. De opdrachtgever dient er rekening mee te houden dat een aanpassing van de maatregelen ten aanzien van COVID-19 kan leiden tot meer- of minderkosten. Het wordt aangeraden de kostenraming voor uitvoering te herzien om vast te stellen of de dan geldende maatregelen ten aanzien van het COVID-19 van invloed zijn op de kosten

Bijlage 1 Kostenraming

2 december 2020
Projectnr. 1266487

Kostenraming
Landgoed Junne

PAS maatregelen - Beheerplanperiode 2

Opdrachtgever: ASR Nederland vastgoed Maatschappij N.V.

Documentnummer: K003-1266487PBZ-V02

Tauw bv

BU leefomgeving Deventer
Handelskade 37
Postbus 133
7400 AC Deventer
Telefoon (0570) 69 99 11

E-mail: kostenmanagement@tauw.com
Website: www.tauw.nl/op-welk-terrein/risicos-and-contracten/value-en-kostenmanagement/

Colofon

Versie 3.05a (18 juni 2014)

Project:

Project	**Landgoed Junne**
Omschrijving / specificatie	PAS maatregelen - Beheerplanperiode 2
Projectfase	Ontwerp Inrichtingsplan
Opdrachtgever	ASR Nederland vastgoed Maatschappij N.V.
Projectmanager	Eric Versteeg
Technisch manager	Jeroen de Jong

Raming:

Type raming	Investeringsraming, deterministisch
Datum opstelling raming	02-12-20
Opsteller raming	Patrick Buzing
Mede opstellers raming	
Versie raming	V02
Status raming	Concept
Prijspeil raming	01-07-20
Valuta	Euro

Archivering:

Project-/dossier-/SAP-nummer	1266487
Documentnummer raming	K003-1266487PBZ-V02
Nummer kostenrapportage	R009-1266487PBZ-V02
Bestandsnaam raming	K003-1266487PBZ-V02 Beheerplanperiode 2.xlsm
Locatie (map) opgeslagen raming	Y:\NLDEV1\P\1266487\Informatieve documenten opgave landgoed Junne\Kostenraming\Beheerplanperiode 2\Raming V02

Toetsing:

Raming intern getoetst door	Johnny van den Heuvel
Datum interne toetsing	02-12-20
Raming extern getoetst door	n.n.b.
Datum externe toetsing	n.n.b.

Parafering:

Paraaf opsteller raming	Paraaf ontbreekt i.v.m. digitale vrijgave. Dit document is aantoonbaar vrijgegeven
Paraaf interne toetser	Paraaf ontbreekt i.v.m. digitale vrijgave. Dit document is aantoonbaar vrijgegeven
Paraaf externe toetser	Paraaf
Paraaf projectleider	Paraaf ontbreekt i.v.m. digitale vrijgave. Dit document is aantoonbaar vrijgegeven
Paraaf manager projectbeheersing	Paraaf
Paraaf projectmanager	Paraaf

Scope en uitgangspunten *Versie 3.05a (18 juni 2014)*

1. Algemeen

1.1 Doel

- Het doel van deze raming is het inzichtelijk maken van de benodigde investeringskosten van beheerplanperiode 2 voor de fysieke inrichtingsmaatregelen die vallen onder de nieuwe gebiedsanalyse vanuit de N2000/PAS opgave voor het landgoed Junne.

2. Ramingscope en uitgangspunten ontwerp/raming

2.1 Basisgegevens

- Programma van Eisen bepalen kosten Ontwerp Inrichtingsplannen R4.0 d.d. 15 januari 2018, opgesteld door provincie Overijssel.
- Vastgoedkosten op basis van Ontwerp Inrichtingsplan R2.0 d.d. 16 november 2017, opgesteld door provincie Overijssel.
- Opleverdossier input voor SSK Planuitwerkingsfase R1.0 d.d. 17 augustus 2016 en 28 juli 2016, opgesteld door provincie Overijssel.
- Samenvatting Opbouw Investeringskosten d.d. 18 juli 2016, opgesteld door provincie Overijssel.
- Natura 2000 Gebiedsanalyse voor de Programmatische Aanpak Stikstof (PAS) Vecht- en Beneden-Reggegebied d.d. 31 oktober 2017
- Natura 2000 beheerplan Definitief Vecht- en Beneden Reggegebied d.d. 18 juli 2017
- Notitie "verwijderen exoten t.b.v. habitattype H9120 - Beuken- eikenbossen met hulst N2000-maatregelen Beerze, opgesteld door EcoGroen d.d. 26 juli 2019, document kenmerk 18-534

Project: Landgoed Junne - Projectnr: 1266487 - Opdr.gever: ASR Nederland vastgoed Maatschappij N.V. | *Prijspeil raming:* | *01-07-20*
Versie raming: V02 - Status: Concept - Opgesteld door: Patrick Buzing | *Datum raming:* | *02-12-20*

Samenvatting SSK

Versie 3.05a (18 juni 2014)

Kostengroepen / *Kostencategorieën*	*Voorziene kosten*	*Risicoreservering*	*Totaal*
Investeringskosten (indeling naar categorie):			
Bouwkosten Deelraming Beheerplanperiode 2	€ 244.126	€ 24.413	€ 268.539
Vastgoedkosten Deelraming Beheerplanperiode 2	€ -	€ -	€ -
Engineeringskosten Deelraming Beheerplanperiode 2	€ 61.031	€ 6.103	€ 67.135
Overige bijkomende kosten Deelraming Beheerplanperiode 2	€ 24.413	€ 2.441	€ 26.854
Subtotaal investeringskosten	**€ 329.570**	**€ 32.957**	**€ 362.527**
Objectoverstijgende risico's		€ 18.126	€ 18.126
Investeringskosten deterministisch	**€ 329.570**	**€ 51.083**	**€ 380.653**
Scheefte		€ -	€ -
Investeringskosten exclusief BTW	**€ 329.570**	**€ 51.083**	**€ 380.653**
BTW	€ 68.184	€ 10.569	€ 78.753
Investeringskosten inclusief BTW	**€ 397.754**	**€ 61.652**	**€ 459.406**

Projectkosten inclusief BTW	**€ 397.754**	**€ 61.652**	**€ 459.406**

Objectoverstijgende risico's

Versie 3.05a (18 juni 2014)

Deelraming aan *Totaal*

Code	*Omschrijving post*	*Hoeveelheid*	*Eenheid*	*Prijs*	
	Objectoverstijgende risicio's investeringskosten:	*Kans*	*Eenheid*	*Gevolg*	*Totaal*
NBOORINV	Niet benoemd objectoverstijgend risico investeringskosten (%)	5,00%	%	€ 362.527	€ 18.126
		5,00%	*t.o.v. subtotaal investeringskosten*		
OORINV	**Totaal objectoverstijgende risico's investeringskosten**				**€ 18.126**

Deelraming Beheerplanperiode 2

Versie 3.05a (18 juni 2014)

Maatregel	Omschrijving post	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs	Totaal
	Deelraming aan				
	Investeringskosten:	*Hoeveelheid*	*Eenheid*	*Prijs*	
	VOORBEREIDENDE WERKZAAMHEDEN EN OPRUIMINGSWERK				
	Voorbereidende werkzaamheden				
	Toepassen rijplatenbaan t.b.v. bereikbaarheid	1	post	€ 20.000,00	€ 20.000
	Toepassen verkeersmaatregelen, omleidingsroutes en tijdelijke bebording	1	post	€ 2.500,00	€ 2.500
	Detectie NGE voorafgaand aan grondwerk	1	post	€ 2.500,00	€ 2.500
	In-en uitmeting uitvoeringswerkzaamheden	1	post	€ 4.000,00	€ 4.000
	DEELGEBIED J1				
	Verbeterslag Beuken- eikenbossen met hulst				
M01-1	Verwijderen van exoten	1.480	m2	€ 2,00	€ 2.960
M01-3a	Dichten van rabatten; kappen bomen	1.480	m2	€ 0,30	€ 444
M01-3b	Dichten van rabatten; frezen terrein tot 10cm-mv	1.480	m2	€ 0,12	€ 178
M01-3c	Dichten van rabatten; met ter plaatse beschikbare grond de aanwezige sleuven tussen de	1.480	m2	€ 0,18	€ 266
	Verbeterslag Beuken- eikenbossen met hulst				
M02-1	Verwijderen van exoten	780	m2	€ 2,00	€ 1.560
	Verbeterslag Beuken- eikenbossen met hulst				
M03-1	Verwijderen van exoten	106	m2	€ 2,00	€ 212
	Verbeterslag Beuken- eikenbossen met hulst				
M04-1	Verwijderen van exoten	205	m2	€ 2,00	€ 410
M04-3	Verwijderen stobben Amerikaanse eik	10	stuks	€ 75,00	€ 750
	Extra inzet ontwikkeling Beuken-eikenbos met hulst				
M05-1	Verwijderen van exoten	765	m2	€ 2,00	€ 1.530
	Inrichten als eikenbos				
M08-1	Kappen sparren (incl. verwijderen ondergroei)	15	are	€ 40,00	€ 600
M08-4	Verwijderen stobben d.m.v. frezen	15	are	€ 25,00	€ 375
M08-2	Aanplant van bosplantsoen	75	m2	€ 20,00	€ 1.500
M08-2a	Aanbrengen boomkorven (beschermkoker) te bescherming van beplanting	8	stuks	€ 21,00	€ 158
	Inrichten als eikenbos				
M09-1	Kappen sparren (incl. verwijderen ondergroei)	35	are	€ 40,00	€ 1.400
M09-4	Verwijderen stobben d.m.v. frezen	35	are	€ 25,00	€ 875
M09-2	Aanplant van bosplantsoen	175	m2	€ 20,00	€ 3.500
M09-2a	Aanbrengen boomkorven (beschermkoker) te bescherming van beplanting	18	stuks	€ 21,00	€ 368
	DEELGEBIED J3				
	Bufferzone verbeterslag Beuken- eikenbossen met hulst				
M010-1	Verwijderen van exoten	2.385	m2	€ 2,00	€ 4.770
M010-2	(Overgangs)Beheer; jaarlijks klepelen en opzuigen (Periode van 3 jaar)	3	keer	€ 500,00	€ 1.500
	Verbeterslag Beuken- eikenbossen met hulst				
M011-1	Verwijderen van exoten	4.705	m2	€ 2,00	€ 9.410
M011-2	Aanplant van bosplantsoen	188	m2	€ 20,00	€ 3.764
M011-2a	Aanbrengen boomkorven (beschermkoker) te bescherming van beplanting	19	stuks	€ 21,00	€ 395
	Verbeterslag Beuken- eikenbossen met hulst				
M012-1	Verwijderen van exoten	274	m2	€ 2,00	€ 548
M012-2	Aanplant van bosplantsoen	14	m2	€ 20,00	€ 274
M012-2a	Aanbrengen boomkorven (beschermkoker) te bescherming van beplanting	1	stuks	€ 21,00	€ 29
	Verbeterslag Beuken- eikenbossen met hulst				
M013-1	Verwijderen van exoten	320	m2	€ 2,00	€ 640
	Bufferzone verbeterslag Beuken- eikenbossen met hulst				
M014-1	Verwijderen van exoten	785	m2	€ 2,00	€ 1.570
M014-2	(Overgangs)Beheer; jaarlijks klepelen en opzuigen (Periode van 3 jaar)	3	keer	€ 500,00	€ 1.500
	Bufferzone verbeterslag Beuken- eikenbossen met hulst				
M015-1	Verwijderen van exoten	890	m2	€ 2,00	€ 1.780
M015-2	(Overgangs)Beheer; jaarlijks klepelen en opzuigen (Periode van 3 jaar)	3	keer	€ 500,00	€ 1.500
	VERBINDINGSZONE				
	Bos inrichten als verbindingszone (15m breed)				
M016-1	Verwijderen bomen (incl. ondergroei); strook 30 meter breed	120	are	€ 40,00	€ 4.800
M016-2	Opruimen tak- en tophout na boskap	120	are	€ 7,50	€ 900
M016-4	Verwijderen organische laag (strooisellaag) 30% van het areaal; laagdikte gem. 10cm	36	are	€ 60,00	€ 2.160
M016-5	(Overgangs)Beheer; jaarlijks klepelen en opzuigen (Periode van 3 jaar)	3	keer	€ 1.200,00	€ 3.600
M016-7	Inzaaien met heide maaisel (50% van het areaal)	60	are	€ 17,50	€ 1.050
	Bos inrichten als verbindingszone (30m breed)				
M017-1	Verwijderen bomen (incl. ondergroei); strook 30 meter breed	276	are	€ 40,00	€ 11.040
M017-2	Opruimen tak- en tophout na boskap	276	are	€ 7,50	€ 2.070
M017-4	Verwijderen organische laag (strooisellaag) 30% van het areaal; laagdikte gem. 10cm	83	are	€ 60,00	€ 4.968
M017-5	(Overgangs)Beheer; jaarlijks klepelen en opzuigen (Periode van 3 jaar)	3	keer	€ 3.600,00	€ 10.800
M017-7	Inzaaien met heide maaisel (50% van het areaal)	138	are	€ 17,50	€ 2.415

Deelraming Beheerplanperiode 2

Versie 3.05a (18 juni 2014)

Deelraming aan *Totaal*

Maatregel	*Omschrijving post*	*Hoeveelheid*	*Eenheid*	*Prijs*	
	Bos inrichten als verbindingszone (30m breed)				
M018-1	Verwijderen bomen (incl. ondergroei); strook 30 meter breed	124	are	€ 40,00	€ 4.960
M018-2	Opruimen tak- en tophout na boskap	124	are	€ 7,50	€ 930
M018-4	Verwijderen organische laag (strooisellaag) 30% van het areaal; laagdikte gem. 10cm	37	are	€ 60,00	€ 2.232
M018-5	(Overgangs)Beheer; jaarlijks klepelen en opzuigen (Periode van 3 jaar)	3	keer	€ 1.200,00	€ 3.600
M018-7	Inzaaien met heide maaisel (50% van het areaal)	62	are	€ 17,50	€ 1.085
	Bos inrichten als verbindingszone (30m breed)				
M019-1	Verwijderen bomen (incl. ondergroei); strook 30 meter breed	143	are	€ 40,00	€ 5.720
M019-2	Opruimen tak- en tophout na boskap	143	are	€ 7,50	€ 1.073
M019-4	Verwijderen organische laag (strooisellaag) 30% van het areaal; laagdikte gem. 10cm	43	are	€ 60,00	€ 2.574
M019-5	(Overgangs)Beheer; jaarlijks klepelen en opzuigen (Periode van 3 jaar)	3	keer	€ 1.500,00	€ 4.500
M019-7	Inzaaien met heide maaisel (50% van het areaal)	72	are	€ 17,50	€ 1.251
	Bos inrichten als verbindingszone (30m breed)				
M020-1	Verwijderen bomen (incl. ondergroei); strook 30 meter breed	300	are	€ 40,00	€ 12.000
M020-2	Opruimen tak- en tophout na boskap	300	are	€ 7,50	€ 2.250
M020-4	Verwijderen organische laag (strooisellaag) 30% van het areaal; laagdikte gem. 10cm	90	are	€ 60,00	€ 5.400
M020-5	(Overgangs)Beheer; jaarlijks klepelen en opzuigen (Periode van 3 jaar)	3	keer	€ 4.000,00	€ 12.000
M020-7	Inzaaien met heide maaisel (50% van het areaal)	150	are	€ 17,50	€ 2.625
	Bos inrichten als verbindingszone (30m breed)				
M021-1	Verwijderen bomen (incl. ondergroei); strook 30 meter breed	42	are	€ 40,00	€ 1.680
M021-2	Opruimen tak- en tophout na boskap	42	are	€ 7,50	€ 315
M021-4	Verwijderen organische laag (strooisellaag) 30% van het areaal; laagdikte gem. 10cm	13	are	€ 60,00	€ 756
M021-5	(Overgangs)Beheer; jaarlijks klepelen en opzuigen (Periode van 3 jaar)	3	keer	€ 500,00	€ 1.500
M021-7	Inzaaien met heide maaisel (50% van het areaal)	21	are	€ 17,50	€ 368
00-BDBK	**Benoemde directe bouwkosten**				**€ 184.386**
00-NTDBK	Nader te detailleren bouwkosten (%)	10,00%	%	€ 184.386	€ 18.439
00-DBK	**Directe bouwkosten**				**€ 202.825**
00-IBKEK99	Eenmalige kosten (%)	2,00%	%	€ 202.825	€ 4.056
00-IBKEK	**Totaal eenmalige kosten**			**€ 4.056**	
00-IBKUK	Uitvoeringskosten (%)	5,00%	%	€ 202.825	€ 10.141
00-IBKAK1	Algemene kosten (%)	8,00%	%	€ 217.023	€ 17.362
00-IBKW1	Winst (%)	2,00%	%	€ 234.384	€ 4.688
00-IBKR1	Risico (%)	2,00%	%	€ 234.384	€ 4.688
00-IBKB1	Bijdrage RAW (%)	0,15%	%	€ 244.126	€ 366
00-IBK	**Indirecte bouwkosten**	*20,36%*	*t.o.v. directe bouwkosten*		**€ 41.301**
00-VBK	**Voorziene bouwkosten**				**€ 244.126**
00-NBORBK	Niet benoemd objectrisico bouwkosten (%)	10,00%	%	€ 244.126	€ 24.413
00-RBK	**Risico's bouwkosten**	*10,00%*	*t.o.v. voorziene bouwkosten*		**€ 24.413**
00-BK	**Bouwkosten Deelraming Beheerplanperiode 2**				**€ 268.539**
00-VK	**Vastgoedkosten Deelraming Beheerplanperiode 2**				**€ -**
00-DEK040	Engineeringskosten (%), waaronder kosten voor: - Opstellen RAW-bestek - Aanbestedingsbegeleiding - Directievoering en toezicht	25,00%	%	€ 244.126	€ 61.031
00-BDEK	**Benoemde directe engineeringskosten**				**€ 61.031**
00-VEK	**Voorziene engineeringskosten**				**€ 61.031**
00-NBOREK	Niet benoemd objectrisico engineeringskosten (%)	10,00%	%	€ 61.031	€ 6.103
00-REK	**Risico's engineeringskosten**	*10,00%*	*t.o.v. voorz. engineeringskosten*		**€ 6.103**
00-EK	**Engineeringskosten Deelraming Beheerplanperiode 2**				**€ 67.135**
00-DOBK010	Leges & heffingen voortvloeiend uit vergunningaanvragen opdrachtnemer (%)	1,50%	%	€ 244.126	€ 3.662
00-DOBK015	Verzekeringspremies (CAR, ontwerp, aansprakelijkheid, e.d) opdrachtnemer (%)	0,50%	%	€ 244.126	€ 1.221
00-DOBK020	Kosten kabels & leidingen niet via contract (%)	1,00%	%	€ 244.126	€ 2.441
00-DOBK025	Communicatiekosten niet via contract (%)	3,00%	%	€ 244.126	€ 7.324
00-DOBK035	Mitigerende maatregelen niet via contract (%)	2,00%	%	€ 244.126	€ 4.883
00-DOBK040	Ruimen niet gesprongen explosieven niet via contract (%)	1,00%	%	€ 244.126	€ 2.441
00-DOBK045	Archeologische opgravingen niet via contract (%)	1,00%	%	€ 244.126	€ 2.441
00-BDOBK	**Benoemde directe overige bijkomende kosten**				**€ 24.413**
00-VOBK	**Voorziene overige bijkomende kosten**				**€ 24.413**
00-NBOROBK	Niet benoemd objectrisico overige bijkomende kosten (%)	10,00%	%	€ 24.413	€ 2.441
00-ROBK	**Risico's overige bijkomende kosten**	*10,00%*	*t.o.v. voorz. overige bijk. kosten*		**€ 2.441**
00-OBK	**Overige bijkomende kosten Deelraming Beheerplanperiode 2**				**€ 26.854**
00-INV	**Investeringskosten Deelraming Beheerplanperiode 2**				**€ 362.527**

Begrippenlijst

Versie 3.05a (18 juni 2014)

Algemene Kosten (AK)
De kosten binnen een bouwonderneming die niet direct of indirect (opgenomen in een tarief) aan de bouwprojecten kunnen worden toegerekend. Dit zijn bijvoorbeeld de kosten van het kantoor met inventaris, bedrijfsleiding, algemene en administratieve diensten of public relations.

Bandbreedte
De berekende mate van afwijking rond het gemiddelde van de investeringskosten, als gevolg van spreidingen in prijzen en hoeveelheden, onzekerheden en risico's. De bandbreedte wordt uitgedrukt door twee waarden (een onder- en een bovenwaarde), behorend bij een aangegeven trefzekerheid.

Bijdragen
Bijdragen bijvoorbeeld CROW/RAW, Wegenbouwkundig onderzoek FCO, als onderdeel van de indirecte bouwkosten

Bouwkosten (kostencategorie)
De kosten die zijn gemoeid met de fysieke realisatie van de in het project onderscheiden objecten (bouwwerken).

Btw
Belasting toegevoegde waarde. De omzetbelasting op goederen en diensten in alle lidstaten van de Europese Gemeenschap.

Deterministische raming
Een raming waarbij risico's en onzekerheden op basis van een inschatting (ervaring, 'onderbuikgevoel') worden opgenomen in de kosten.

Directe Bouwkosten
De kosten die direct en specifiek voor de productie van de in het project onderscheiden objecten gemaakt worden. Ze zijn de optelsom van man- en materieeluren, materiaalkosten, huren en leveranties, onderaannemers en dergelijke. Directe bouwkosten zijn direct gekoppeld aan de hoeveelheden van de uit te voeren werkzaamheden.

Directe Engineeringkosten
Engineeringkosten die betrekking hebben op bijvoorbeeld de kosten voor directe projectmedewerkers.

Directe kosten
Kosten die rechtstreeks met de productie of de levering van een product of dienst gemoeid zijn en aanwijsbaar aan dit product of deze dienst zijn toe te rekenen.

Directe Vastgoedkosten
De aankoopkosten van de grond en de opstallen (inclusief de kosten van bouwrijpmaken/'conditionering' voor zover dit in de grondoverdrachtprijs verrekend is, en niet een project activiteit is).

Eenmalige kosten
Indirecte kosten met een eenmalig karakter, zoals kosten voor mobilisatie/demobilisatie, inrichten en opruimen werkterrein, aanvoer/ installatie/afvoer materieel, keten of bouwweg.

Engineeringskosten (kostencategorie)
De kosten voor het 'denkwerk' op het gebied van de techniek en daarmee verband houdende vakgebieden met betrekking tot organisatie, milieutechnische, juridische en economische aspecten. Tot deze post kunnen zowel de apparaatskosten van de opdrachtgever behoren (voor zover deze aan het project worden toegerekend) als de kosten die door opdrachtnemers gemaakt worden. Het gaat hierbij niet alleen om ontwerp en/of kwaliteitsbewaking, maar ook om bijvoorbeeld projectmanagement en onderzoeken.

Indirecte bouwkosten
De optelsom van eenmalige kosten, tijdgebonden kosten, algemene kosten bouwbedrijf, bijdragen en winst en risico. De indirecte bouwkosten hebben geen directe relatie met hoeveelheden.

Indirecte Engineeringkosten
Aan het project toegerekende engineeringkosten van het centrale apparaat of de overhead.

Indirecte kosten
Kosten die wel bij een specifieke kostencategorie in een objectraming horen maar die niet aan een van de specifieke onderdelen van dat object kunnen worden toegerekend.

Indirecte Vastgoedkosten
De kosten die gemaakt moeten worden om het vastgoed te verwerven, zoals taxatie-, notaris-, overdrachtskosten, vooropnamekosten opstallen, afkoop inkomstenderving, nadeelcompensatie en dergelijke.

Investeringskosten
De investering die volgens de raming gedaan moet worden om een project te realiseren. Dit is de som van bouwkosten, vastgoedkosten, engineeringskosten en overige bijkomende kosten.

Kans van optreden
Een maat voor de waarschijnlijkheid van optreden van een gebeurtenis of waarde.

Kostencategorie
Type kosten die staan aangegeven in de rijen van de ramingsopbouw in het SSK-2010-format. Kostencategorieën in de uniforme ramingsopbouw zijn: bouwkosten, vastgoedkosten, engineeringskosten, overige bijkomende kosten en levensduurkosten.

Kostengroep
Typen kosten die staan aangegeven in de kolommen van de ramingsopbouw in het SSK-2010-format. Zij zijn onderverdeeld in voorziene kosten, bestaande uit directe kosten benoemd, directe kosten nader te detailleren, indirecte kosten en btw. Daarnaast is er de kostengroep risicoreservering.

Kostenkengetal
Kenmerkende kosten per eenheid van kostendrager (stuks, m2, ml, enzovoort) voor functionele of technische oplossingen van het gehele bouwwerk of een component daarvan. Een kostenkengetal (bedrag) is representatief voor één oplossingsrichting. Een kostenkengetal heeft een bandbreedte.

L-, T- en U-waarden
Laagste waarde, Topwaarde (modale waarde) en Uiterste waarde bij een kansverdeling. De L- en U-waarden zijn invoerwaarden voor de spreiding bij een onderdeel van de raming.

Levensduurkosten
De kosten die na oplevering van het bouwwerk gemaakt moeten worden om het object bruikbaar te houden. Hierbij kan gedacht worden aan beheer- en onderhoudskosten, energiekosten, facilitaire kosten en eventueel de kosten voor het amoveren van het object.

Nader te detailleren
Een toeslag op de bekende kosten voor wel voorziene maar niet expliciet uitgewerkte onderdelen van het ontwerp of de aangenomen uitvoeringsmethode.

Object
Een voorwerp dat uit materialen en onderdelen tot een geheel wordt samengevoegd.

Objectkosten
De kosten die gemoeid zijn met het maken van een object, met daarin opgenomen alle kostensoorten en -categorieën die de SSK-2010-methodiek voorstelt.

Onnauwkeurigheid
Gebrek aan nauwkeurigheid/trefzekerheid van beschikbare gegevens, uitgedrukt door middel van een spreiding rondom hoeveelheden, prijzen, parameters, enzovoort.

Onzekerheidsreserve
De dekking die de overschrijdingskans van de raming van de projectkosten afstemt op het gewenste risicoprofiel. Vaststellen van dit bedrag is de verantwoordelijkheid van de opdrachtgever tot het opstellen van de raming (zie ook reservering scopewijziging).

Overige bijkomende kosten (kostencategorie)
Een van de SSK-2010-kostencategorieën, Deze categorie omvat alle kosten die niet tot de bouwkosten, vastgoedkosten of engineeringskosten gerekend kunnen worden, maar die wel tot de raming behoren.

Prijspeil
De datum die in een raming voor de prijzen, normen en kostenkengetallen is gehanteerd. Meestal is dit de datum die is gekoppeld aan de gebruikte (kostprijs-/norm-)bestanden.

Probabilistische raming
Een raming waarin risico's en onzekerheden op een expliciete manier, door middel van statistische technieken, zijn opgenomen.

Projectkosten
Het totaal van alle in het project aanwezige objectkosten.

Projectonzekerheden
De onzekerheden in het plan, ontwerp of project. Deze zijn te karakteriseren door, en onder te verdelen in, beslisonzekerheid, kennisonzekerheid en toekomstonzekerheid.

Raming
Een berekening met als resultaat de te verwachten kosten voor de realisatie van een project of object.

Reservering scopewijziging
Reservering door de opdrachtgever/financier voor (forse) onvoorziene uitgaven als gevolg van wijzigingen van, of toevoegingen aan, de projectscope die van buitenaf komen. Hierbij kan gedacht worden aan aangescherpte milieuwetgeving of politieke besluiten.

Risico
Een ongewenste gebeurtenis met een negatieve invloed op de projectdoelstellingen. Een risico kan worden gekwantificeerd door het vermenigvuldigen van de kans van optreden van de gebeurtenis met de omvang van de negatieve gevolgen (kosten) ervan.

Risico aannemer
Bedragen in de aannemingssommen ter dekking van het aannemersrisico binnen de bestekken/contracten. Tezamen met 'winst' vormt dit een onderdeel van de indirecte kosten in de raming opbouw. Naarmate het samenwerkingsmodel opdrachtgever-opdrachtnemer meer (ontwerp-) risico bij de aannemer legt, kan er een overheveling plaatsvinden van 'nader te detailleren' en 'onvoorzien' naar 'risico aannemer'. Ook kan de bandbreedte voor de opdrachtgever afnemen bij een eerder contractmoment.

Risicoreservering
Een financiële reservering ter dekking van de kennis- en toekomstonzekerheden van het project. Afwijkingen die na vaststelling van deze reservering binnen de scope kunnen worden opgelost, moeten uit deze reservering worden betaald. Voor wijzigingen buiten de scope (beslisonzekerheid) moeten de financiële afspraken worden aangepast. Deze wijzigingen worden niet betaald uit de risicoreservering.

Scheefte
De gemiddelde waarde minus de topwaarde, oftewel het verschil tussen de probabilistische waarde en de deterministische waarde.

Scope
De omvang of reikwijdte van het project. De scope omvat enerzijds de specificaties die op dat moment zijn vastgesteld en anderzijds de door opdrachtgevende en opdrachtnemende partijen geaccepteerde technische oplossing (het ontwerp) op basis van die specificaties. Specificatie en oplossing zijn samen de basis voor de kostenraming.

SSK
Standaardsystematiek voor Kostenramingen in de Grond-, weg- en Waterbouw.

Spreiding
Het verschil tussen de uiterste (U-waarde) en laagste (L-waarde) voorkomende waarde van een eenheidsprijs, hoeveelheid of percentage. Vaak wordt de spreiding aangegeven ten opzichte van de meest waarschijnlijke waarde (T-waarde of top waarde).

Tijdgebonden kosten
Indirecte bouwkosten die variëren met de tijdsduur van een werk. B.V.; exploitatiekosten van directie-/uitvoerders-verblijven, arbeidskosten voor hoofduitvoerders en uitzetters. Administratiekosten (werkadministratie, aanleveren gegevens Uniforme Contract Administratie).

Trefzekerheid
Een maat voor de betrouwbaarheid van een raming. Gewoonlijk wordt deze aangeduid door een percentage dat de kans aangeeft dat de uitkomst van de raming tussen de in de bandbreedte aangegeven waarden valt. Meestal wordt de trefzekerheid op 70% gesteld, waarna de bijbehorende bandbreedte wordt berekend.

Variatiecoëfficiënt
Het quotiënt van de standaarddeviatie en het gemiddelde. Hiermee wordt in één waarde de bandbreedte van een raming weergegeven bij een trefzekerheid van circa 70% (bij een normaalverdeling is de trefzekerheid tussen [het gemiddelde + de standaardafwijking] en [het gemiddelde -/- de standaardafwijking] 68,4%).

Vastgoedkosten (kostencategorie)
Alle kosten die nodig zijn voor de verwerving van het vastgoed, voor zover deze betrekking hebben op het verwerven van het eigendom van en/of het beheersrecht over het terrein met eventueel hierop aanwezige bouwwerken. Hiertoe behoort ook de nadeelcompensatie.

VO fase, VO raming
Voorlopig Ontwerp fase, Voorlopig Ontwerp raming

Voorziene kosten
De kosten die ten tijde van het opstellen van de raming voorzien zijn op grond van de voorliggende specificaties en het ontwerp (die samen de scope vormen).

Bijlage 2 Begrippen

Algemene Kosten (AK)	De kosten binnen een bouwonderneming die niet direct of indirect (opgenomen in een tarief) aan de bouwprojecten kunnen worden toegerekend. Dit zijn bijvoorbeeld de kosten van het kantoor met inventaris, bedrijfsleiding, algemene en administratieve diensten of public relations.
Bandbreedte	De berekende mate van afwijking rond het gemiddelde van de investeringskosten, als gevolg van spreidingen in prijzen en hoeveelheden, onzekerheden en risico's. De bandbreedte wordt uitgedrukt door twee waarden (een onder- en een bovenwaarde), behorend bij een aangegeven trefzekerheid.
Bedrijfseconomische raming	Een raming van kosten die via het principe van de integrale kostprijs tot stand komt en rekening houdt met een bijdrage ten behoeve van een rendabele bedrijfsvoering. Deze integrale kostprijs is de kwantitatieve voorstelling van de doelmatig gebrachte offers (= kosten) die een producent of opdrachtnemer moet brengen bij de ruil van de door hem aangeboden goederen of diensten. Kortweg: een raming van de kostprijs die uitgaat van een redelijke winst plus een dekking van de aanvaarde risico' s voor de aannemende partijen
Beslisonzekerheid (planonzekerheid)	De onzekerheid of bij een plan de juiste ontwerpoplossingen gekozen zijn. De beslisonzekerheid bestaat uit de onzekerheid of er geen andere, betere, ontwerpoplossingen zijn en de onduidelijkheid over de keuzes en voorkeuren van de opdrachtgever tot het opstellen van de raming
Bijdragen	Bijdragen bijvoorbeeld CROW/RAW, Wegenbouwkundig onderzoek FCO, als onderdeel van de indirecte bouwkosten
Bouwkosten (kostencategorie)	De kosten die zijn gemoeid met de fysieke realisatie van de in het project onderscheiden objecten (bouwwerken).
Btw	Belasting toegevoegde waarde. De omzetbelasting op goederen en diensten in alle lidstaten van de Europese Gemeenschap.
Budget	De financiële middelen die een financier reserveert voor de realisatie van een project. De scope is hierbij vastgelegd in de nul referentie. Het budget is gelijk aan de geraamde projectkosten plus (desgewenst) een onzekerheidsreserve en een reservering scopewijziging.

Contractraming	Een raming van de projectkosten die tijdens het aanbestedingsproces, of vlak voor de gunning, wordt opgesteld ten behoeve van de opdrachtgever. Dit staat ook wel bekend als directieraming of, bij een bestek, besteksraming.
Decompositie	Het ontleden van een bouwwerk/object in zijn samenstellende delen/componenten. Het omgekeerde wordt aggregatie genoemd; het samenvoegen van samenstellende delen/componenten tot één bouwwerk/object.
Deterministische raming	Een raming waarbij risico's en onzekerheden op basis van een inschatting (ervaring, ‘onderbuikgevoel’) worden opgenomen in de kosten.
Directe Bouwkosten	De kosten die direct en specifiek voor de productie van de in het project onderscheiden objecten gemaakt worden. Ze zijn de optelsom van man- en materieeluren, materiaalkosten, huren en leveranties, onderaannemers en dergelijke. Directe bouwkosten zijn direct gekoppeld aan de hoeveelheden van de uit te voeren werkzaamheden.
Directe Engineeringkosten	Engineeringkosten die betrekking hebben op bijvoorbeeld de kosten voor directe projectmedewerkers.
Directe kosten	Kosten die rechtstreeks met de productie of de levering van een product of dienst gemoeid zijn en aanwijsbaar aan dit product of deze dienst zijn toe te rekenen.
Directe Vastgoedkosten	De aankoopkosten van de grond en de opstallen (inclusief de kosten van bouwrijpmaken/'conditionering' voor zover dit in de grondoverdrachtprijs verrekend is, en niet een projectactiviteit is).
Discrete verdeling	Een kansverdeling waarbij slechts een gelimiteerd aantal uitkomsten mogelijk is. Deze verdeling wordt gebruikt voor het beschrijven van de kans dat risico's optreden. Daarbij zijn slechts twee uitkomsten mogelijk: het risico treedt op of het risico treedt niet op.
DO-fase, DO-raming	Definitief ontwerpfase, Definitief ontwerp raming.

Driehoeksverdeling	Een kansdichtheidsfunctie waarmee de spreiding in een waarde als een continue kansverdeling wordt beschreven. Dit gebeurt door opgave van de laagste voorkomende waarde (L-waarde, de laagste waarde), de hoogste voorkomende waarde (U-waarde, de uiterste waarde) en de meest waarschijnlijke waarde (T-waarde, de topwaarde).
Eenmalige kosten	Indirecte kosten met een eenmalig karakter, zoals kosten voor mobilisatie/demobilisatie, inrichten en opruimen werkterrein, aanvoer/ installatie/afvoer materieel, keten of bouwweg. Voorbeelden hiervan zijn onder andere: -Inrichten werkterrein, - aan- en afvoer materieel, - in stand houden platenbaan, - opstellen V&G plannen en bemalingen. Ook faseringskosten kunnen worden geacht onderdeel te zijn van deze eenmalige kosten.
Engineeringskosten (kostencategorie)	De kosten voor het 'denkwerk' op het gebied van de techniek en daarmee verband houdende vakgebieden met betrekking tot organisatie, milieutechnische, juridische en economische aspecten. Tot deze post kunnen zowel de apparaatskosten van de opdrachtgever behoren (voor zover deze aan het project worden toegerekend) als de kosten die door opdrachtnemers gemaakt worden. Het gaat hierbij niet alleen om ontwerp en/of kwaliteitsbewaking, maar ook om bijvoorbeeld projectmanagement en onderzoeken.
Financier	De natuurlijke of rechtspersoon die de opdrachtgever de financiële middelen (het budget) ter beschikking stelt om het project te kunnen uitvoeren. Deze persoon kan ook een onderdeel zijn van de opdracht gevende instantie
Gebeurtenis	Een omstandigheid die zich voordoet.
Gemiddelde waarde	De som van alle waarnemingen gedeeld door het aantal waarnemingen (veelal aangeduid met μ, verwachtingswaarde of mean). Het gaat om het rekenkundig gemiddelde van een kansverdeling

Indirecte bouwkosten	De indirecte bouwkosten zijn de kosten die door de uitvoerende partij gemaakt moeten worden om de werkzaamheden die onder de ‘directe kosten’ vallen naar behoren te kunnen uitvoeren. De optelsom van eenmalige kosten, tijdgebonden kosten, algemene kosten bouwbedrijf, bijdragen en winst en risico Indirecte kosten hebben geen directe relatie met de hoeveelheden.
Indirecte Engineeringkosten	Aan het project toegerekende engineeringkosten van het centrale apparaat of de overhead.
Indirecte kosten	Kosten die wel bij een specifieke kostencategorie in een objectraming horen maar die niet aan een van de specifieke onderdelen van dat object kunnen worden toegerekend.
Indirecte Vastgoedkosten	De kosten die gemaakt moeten worden om het vastgoed te verwerven, zoals taxatie-, notaris-, overdrachtskosten, vooropnamekosten opstallen, afkoop inkomstenderving, nadeelcompensatie en dergelijke.
Investeringskosten	De investering die volgens de raming gedaan moet worden om een project te realiseren. Dit is de som van bouwkosten, vastgoedkosten, engineeringskosten en overige bijkomende kosten.
Kansdichtheidsfunctie (k.d.f.)	Een mathematische of grafische beschrijving van de kansverdeling van een continue kansvariabele, met op de x-as de waarde (bij ramingen vaak de prijs of hoeveelheid) en op de y-as de kans van optreden.
Kans van optreden	Een maat voor de waarschijnlijkheid van optreden van een gebeurtenis of waarde.
Kennisonzekerheid (beschrijvende onzekerheid)	Het ontbreken van informatie die nodig is om een beschrijving te maken van het ontwerp, de situatie, het scenario, het systeem of de variabelen.

Kostencategorie	Type kosten die staan aangegeven in de rijen van de ramingsopbouw in het SSK-2010-format. Kostencategorieën in de uniforme ramingsopbouw zijn: bouwkosten, vastgoedkosten, engineeringskosten, overige bijkomende kosten en levensduurkosten.
Kostengroep	Typen kosten die staan aangegeven in de kolommen van de ramingsopbouw in het SSK-2010-format. Zij zijn onderverdeeld in voorziene kosten, bestaande uit directe kosten benoemd, directe kosten nader te detailleren, indirecte kosten en btw. Daarnaast is er de kostengroep risicoreservering.
Kostenkengetal	Kenmerkende kosten per eenheid van kostendrager (stuks, m2, ml, enzovoort) voor functionele of technische oplossingen van het gehele bouwwerk of een component daarvan. Een kostenkengetal (bedrag) is representatief voor één oplossingsrichting. Een kostenkengetal heeft een bandbreedte.
Kwantificeren (van risico's)	Het in concrete getallen aangeven van de kans op (percentage) en het gevolg van (bedrag) het optreden van een bepaalde ongewenste gebeurtenis.
L-, T- en U-waarden	Laagste waarde, Topwaarde (modale waarde) en Uiterste waarde bij een kansverdeling. De L- en U-waarden zijn invoerwaarden voor de spreiding bij een onderdeel van de raming.
Levensduurkosten	De kosten die na oplevering van het bouwwerk gemaakt moeten worden om het object bruikbaar te houden. Hierbij kan gedacht worden aan beheer- en onderhoudskosten, energiekosten, facilitaire kosten en eventueel de kosten voor het amoveren van het object.
Modale waarde (Modus, of meest waarschijnlijke waarde)	Dit is de waarde die het meest voorkomt in een kansverdeling. De kans op uitkomsten in de buurt van deze waarde het grootst.
Nader te detailleren	Een toeslag op de bekende kosten voor wel voorziene maar niet expliciet uitgewerkte onderdelen van het ontwerp of de aangenomen uitvoeringsmethode.
Nul referentie	De (project)raming bij de scope van het voorkeursbesluit. Hierop is het budget van het project gebaseerd.

Object	Een voorwerp dat uit materialen en onderdelen tot een geheel wordt samengevoegd.
Objectenbibliotheek	Een ordening van eenduidige gww-objecten en onderdelen daarvan waaraan kennis is gekoppeld.
Objectkosten	De kosten die gemoeid zijn met het maken van een object, met daarin opgenomen alle kostensoorten en -categorieën die de SSK-2010-methodiek voorstelt.
Onnauwkeurigheid	Gebrek aan nauwkeurigheid/trefzekerheid van beschikbare gegevens, uitgedrukt door middel van een spreiding rondom hoeveelheden, prijzen, parameters, enzovoort.
Ontwerpuitgangspunt	Een aanname van de ontwerper waarvoor geen externe besluiten nodig zijn om tot het gevraagde/gewenste resultaat te komen.
Onzekerheidsreserve	De dekking die de overschrijdingskans van de raming van de projectkosten afstemt op het gewenste risicoprofiel. Vaststellen van dit bedrag is de verantwoordelijkheid van de opdrachtgever tot het opstellen van de raming (zie ook reservering scopewijziging).
Overige bijkomende kosten (kostencategorie)	Een van de SSK-2010-kostencategorieën, Deze categorie omvat alle kosten die niet tot de bouwkosten, vastgoedkosten of engineeringskosten gerekend kunnen worden, maar die wel tot de raming behoren.
PRI	Project Ramingen Infrastructuur'. PRI is de algemene handreiking voor de toepassing van de ramingenmethodiek binnen Rijkswaterstaat.
Prijspeil	De datum die in een raming voor de prijzen, normen en kostenkengetallen is gehanteerd. Meestal is dit de datum die is gekoppeld aan de gebruikte (kostprijs-/norm-) bestanden.
Probabilistische raming	Een raming waarin risico's en onzekerheden op een expliciete manier, door middel van statistische technieken, zijn opgenomen.
Projectkosten	Het totaal van alle in het project aanwezige objectkosten.

Projectonzekerheden	De onzekerheden in het plan, ontwerp of project. Deze zijn te karakteriseren door, en onder te verdelen in, beslisonzekerheid, kennisonzekerheid en toekomstonzekerheid.
Projectopdeling	Een opdeling van het project in deelprojecten, clusters, contracten, tracédelen, bouwdelen en dergelijke, De opdeling en terminologie worden vastgesteld aan de hand van de specifieke kenmerken van het project en de wensen van de opdrachtgever voor het opstellen van de raming. Het doel is de kosten zo te rangschikken dat ze overzichtelijk en beheersbaar zijn. De project specifieke deelprojecten worden vervolgens opgedeeld in 'objecten', die zo veel mogelijk worden gekozen uit een generieke objectenbibliotheek.
Raming	Een berekening met als resultaat de te verwachten kosten voor de realisatie van een project of object.
Ramingsdossier	Een dossier waarin alle relevante documenten en aanverwante zaken zijn opgenomen die tijdens het ontwerp- en ramingsproces ontstaan en/of worden gebruikt. Het ramingsdossier moet zodanig zijn opgebouwd dat de 'geschiedenis' van de raming exact is te reconstrueren.
Reservering scopewijziging	Reservering door de opdrachtgever/financier voor (forse) onvoorziene uitgaven als gevolg van wijzigingen van, of toevoegingen aan, de projectscope die van buitenaf komen. Hierbij kan gedacht worden aan aangescherpte milieuwetgeving of politieke besluiten.
Risico	Een ongewenste gebeurtenis met een negatieve invloed op de projectdoelstellingen. Een risico kan worden gekwantificeerd door het vermenigvuldigen van de kans van optreden van de gebeurtenis met de omvang van de negatieve gevolgen (kosten) ervan.

Risico aannemer	Bedragen in de aannemingssommen ter dekking van het aannemersrisico binnen de bestekken/contracten. Tezamen met 'winst' vormt dit een onderdeel van de indirecte kosten in de raming opbouw. Naarmate het samenwerkingsmodel opdrachtgever-opdrachtnemer meer (ontwerp-) risico bij de aannemer legt, kan er een overheveling plaatsvinden van 'nader te detailleren' en 'risicoreservering' naar 'risico aannemer'. Ook kan de bandbreedte voor de opdrachtgever afnemen bij een eerder contractmoment.
Risicomanagement	Het geheel van gecoördineerde activiteiten van een organisatie dat gericht is op het sturen en bewaken van risico' s.
Risicoreservering	Een financiële reservering ter dekking van de kennis- en toekomstonzekerheden van het project. Afwijkingen die na vaststelling van deze reservering binnen de scope kunnen worden opgelost, moeten uit deze reservering worden betaald. Voor wijzigingen buiten de scope (beslisonzekerheid) moeten de financiële afspraken worden aangepast. Deze wijzigingen worden niet betaald uit de risicoreservering.
RISNET/RISMAN	Een gestructureerde methode waarmee projectrisico' s geanalyseerd en beheerst kunnen worden.
Scheefte	De gemiddelde waarde minus de topwaarde, oftewel het verschil tussen de probabilistische waarde en de deterministische waarde.
Scope	De omvang of reikwijdte van het project. De scope omvat enerzijds de specificaties die op dat moment zijn vastgesteld en anderzijds de door opdracht gevende en opdracht nemende partijen geaccepteerde technische oplossing (het ontwerp) op basis van die specificaties. Specificatie en oplossing zijn samen de basis voor de kostenraming.
Specificaties	Beschrijving van de wensen en eisen waaraan het project moet voldoen. De specificaties worden geaccepteerd door de opdrachtgever tot het opstellen van de raming. Ze zijn een onderdeel van de scope.
SSK	Standaardsystematiek voor Kostenramingen in de Grond-, weg- en Waterbouw.

Spreiding	Het verschil tussen de uiterste (U-waarde) en laagste (L-waarde) voorkomende waarde van een eenheidsprijs, hoeveelheid of percentage. Vaak wordt de spreiding aangegeven ten opzichte van de meest waarschijnlijke waarde (T-waarde of top waarde).
Tijdgebonden kosten	Indirecte bouwkosten die variëren met de tijdsduur van een werk. B.V.; exploitatiekosten van directie-/uitvoerders-verblijven, arbeidskosten voor hoofduitvoerders en uitzetters. Administratiekosten (werkadministratie, aanleveren gegevens Uniforme Contract Administratie).
Toekomstonzekerheid	Mogelijke toekomstige gebeurtenissen die invloed kunnen hebben op (de kosten van) het bouwproject. Deze gebeurtenissen kunnen gewenst of ongewenst zijn, en kunnen deels voorzienbaar (benoembaar) en deels onvoorzienbaar (onbenoembaar) zijn.
Trefzekerheid	Een maat voor de betrouwbaarheid van een raming. Gewoonlijk wordt deze aangeduid door een percentage dat de kans aangeeft dat de uitkomst van de raming tussen de in de bandbreedte aangegeven waarden valt. Meestal wordt de trefzekerheid op 70 % gesteld, waarna de bijbehorende bandbreedte wordt berekend.
UAVgc	Uniforme Administratieve Voorwaarden voor geïntegreerde contracten: opdrachten waarin ontwerp en uitvoering zijn geïntegreerd.
Variatiecoëfficiënt	Het quotiënt van de standaarddeviatie en het gemiddelde. Hiermee wordt in één waarde de bandbreedte van een raming weergegeven bij een trefzekerheid van circa 70 % (bij een normaalverdeling is de trefzekerheid tussen [het gemiddelde + de standaardafwijking] en [het gemiddelde -/- de standaardafwijking] 68,4 %).
Vastgoedkosten (kostencategorie)	Alle kosten die nodig zijn voor de verwerving van het vastgoed, voor zover deze betrekking hebben op het verwerven van het eigendom van en/of het beheersrecht over het terrein met eventueel hierop aanwezige bouwwerken. Hiertoe behoort ook de nadeelcompensatie.
Voorkeursbesluit	Het besluit waarin de voorkeursoplossing van de opdrachtgever wordt vastgesteld.

Voorkeursoplossing	Het ontwerp dat als beste oplossing door de opdrachtgever wordt gekozen uit de mogelijke oplossingen die in de verkenningsfase worden bestudeerd. De voorkeursoplossing is de basis voor het verdere proces. De bijbehorende projectraming, de nuf referentie, dient als basis voor het aan te vragen budget.
Voorstel tot wijziging (VTW)	Een gesignaleerde extern geïnitieerde wijziging van de scope of een bijstelling binnen de scope, met effecten op bijvoorbeeld planning, kosten, risico's en/of omgeving.
VO-fase, VO-raming	**V**oorlopig **O**ntwerpfase, **V**oorlopig **O**ntwerp raming
Voorziene kosten	De kosten die ten tijde van het opstellen van de raming voorzien zijn op grond van de voorliggende specificaties en het ontwerp (die samen de scope vormen).

Bijlage 4 Risicodossier

Risicodossier interne maatregelen landgoed Junne

Beheerplanperiode	*Nummer risico*	*Beschrijving risico*	*Beheersmaatregel*
2	1	Tijdens werkzaamheden worden jaarrond beschermde nesten / soorten aangetroffen	In kaart brengen van deze soorten/nesten met inspectie. Bevindingen worden verwerkt op kaart (bestektekening)
	2	Aantreffen NGE	Onderzoek uitgevoerd, maatregelen daar op gecontroleerd
	3	SBB besluit op de grens geen aansluitende verbindingszone te realiseren	Afstemming met SBB over de verbindingszone op de grens van Junne en de Boswachterij
	4	Omgeving maakt bezwaar tegen vergunningaanvraag / bestemmingsplanwijziging	Informeren en afstemmen met de omgeving; ASR organiseert regelmatig inloopavonden. Ook hebben we regelmatig afstemming met de gemeente als bevoegd gezag
	5	Omgeving maakt stampij tijdens uitvoering over kap van bomen	Afstemming tijdens coordinatieoverleg N2000 Vecht- en beneden Reggegebied, afstemmen wijze en moment van communicatie
	6	De huidig beheerder van het landgoed,de Bosgroepen, is het niet eens met de maatregelen	Reeds in deze fase heeft afstemming plaats gevonden met de Bosgroepen, er is o.a. een veldbezoek uitgevoerd waar de maatregelen besproken zijn en op elkaar zijn afgestemd
	7	Onzekerheid effecten coronavirus op proces van uitvoering o.a. capaciteit, planning, financiën, maatregelen RIVM	Maatwerk afstemmen met provincie
	8	Werk wordt onveilig uitgevoerd, bv zonder beschermingsmiddelen	In bestekfase houden van risico inventarisatie en evaluatie gericht op veilig uitvoeren (in de vorm van een ontwerp V&G plan), waarbij D&T betrokken worden; aannemer moet conform bestek V&G plan verder uitwerken. Tijdens realisatie inzetten D&T met VOL-VCA cerificering
	9	Het lukt niet om in de directe omgeving een afzet te vinden voor de strooisellaag	Vooraf afstemming met pachters op Junne. Ervaring opvragen in coordinatieoverleg; overige beheerders in N2000 zijn al in uitvoering

Bijlage 5 Notitie strategie contractering- en uitvoering

Memo

Aan	Rene Tank	**Opgesteld door**	
Datum	8 september 2020	Eric Versteeg, Jeroen de Jong, Taco Wiegink	
Kenmerk	M001-1266487EVS-V01	**Email**	
Onderwerp	Contracteringsplan en uitvoeringsstrategie	taco.wiegink@tauw.com	

Contracteringsplan en uitvoeringsstrategie

Dit document beschrijft het contracteringsplan en de uitvoeringsstrategie voor de uitvoering van de (interne) maatregelen op landgoed Junne. Omdat beide aspecten sterk aan elkaar gelinkt zijn, is gekozen om dit in één document te beschrijven.

Contracteringsplan engineeringsfase

In afstemming met de provincie, in de persoon van René Tank, gaan we voor de engineerings- en realisatiefase uit van de volgende aanpak:

- Tauw begeleidt het proces namens ASR in de vorm van een IPM team light
- De engineering (uitvoeren onderzoeken, opstellen contract en begeleiden aanbesteding), D&T en realisatie zetten we in de markt
    - Het onderdeel engineering mag / kan 1 op 1 in de markt gezet worden geeft de provincie aan. Denk aan partijen als Ecogroen en/of Eelerwoude. Tauw stemt dit ook nog af met ASR als opdrachtgever omtrent het inkoopbeleid van ASR
    - Het onderdeel realisatie, de daadwerkelijke uitvoering, zetten we meervoudig onderhands op de markt

NB. Opmerking provincie, de invulling van het IPM team light en de overige uit te besteden werkzaamheden moet passen binnen totaal budget voor engineering en D&T zoals nu in huidige SSK opgenomen.

Contracteringsplan realisatie fase

De werkzaamheden worden in de volgende fase uitgewerkt in een RAW bestek. Er is gekozen voor een RAW bestek, en geen geïntegreerd contract, omdat het inrichtingsplan al tot in detail is uitgewerkt. In het werk zit geen tot weinig ontwerpvrijheid voor de aannemer. Ook is geen sprake van grote, onbeheersbare risico's. Zo is al de grond in eigendom van ASR. Daarnaast vinden de werkzaamheden nagenoeg allemaal plaats op de hogere zandgronden, dus er worden geen maatregelen uitgevoerd die een groot (negatief) effect kunnen hebben op de huidige hydrologische situatie. Vanuit de provincie valt dit werk onder de categorie 'groot en simpel werk' , categorie C: de werkzaamheden zijn in geld omvangrijk, maar inhoudelijk niet ingewikkeld. Ook het risicoprofiel van het project is laag.

In het RAW bestek worden de werkzaamheden nader gekwantificeerd, zowel in tekst als in beelden. Aan dit bestek wordt ook een directiebegroting gekoppeld. Deze directiebegroting wordt vergeleken met de SSK raming zoals opgesteld op basis van het huidig Inrichtingsplan. Wanneer de directiebegroting het bedrag van de SSK raming inclusief risicoreservering overschrijdt, wordt in overleg met de provincie een oplossing gezocht. Hierna volgt zo nodig nog een aanpassing van het bestek en de raming.

Op basis van het bestek wordt de aanbestedingsprocedure opgestart in een meervoudig onderhandse procedure. De selectie van uit te nodigen partijen wordt op basis van een voorstel van Tauw in overleg met de provincie vastgesteld. Er wordt in de procedure een Go No-go moment ingelast op het moment dat de inschrijvingen binnen zijn en/of beoordeeld zijn. Dit is van belang voor de situatie dat de inschrijvingsprijzen boven het bedrag van de directiebegroting (inclusief risicoreservering) uitgaan. In overleg met de provincie wordt het vervolg van de procedure bepaald.
Wanneer zowel op prijs als kwaliteit tot een passende keuze kan worden gekomen vind de gunning plaats.

Uitvoeringsstrategie
Aangezien de financiering van deze maatregelen nog niet rond is, kunnen we op dit moment nog geen planning afgeven. Zodra financiering rond is kunnen de engineeringswerkzaamheden aanvangen (doorlooptijd circa 0,5 jaar), waarna de uitvoering kan starten (doorlooptijd max 0,5 jaar). Volledige doorlooptijd is afhankelijk van de mate waarin nog rekening gehouden moet worden met het broedseizoen.

Nagenoeg alle werkzaamheden vinden plaats op de hoger gelegen zandgronden, waardoor minder snel schades optreden aan de percelen als gevolg van de werkzaamheden. Uiteraard dient wel met zorg gewerkt te worden, bv door het materiaal aan te passen aan de situatie ter plaatse of te werken in drogere perioden. In onderstaande tabel zijn de aandachtspunten benoemd per habitattype, die nu worden voorzien. Dit wordt verder uitgewerkt in de volgende fase.

Habitattype	Aandachtspunten uitvoering
H2310, Stuifzandheiden met struikhei - verbindingszone	Afstemming planning uitvoering met pachters aanliggende akkers, voorkomen dat werkzaamheden gelijktijdig uitgevoerd worden met oogsten van een gewas. Dit geldt ook voor SBB als aangrenzend eigenaar
H9120 Beuken- eikenbos met hulst	Werken met een ecologisch werkprotocol en alvorens identificeren van nesten voor aanwezen bomen

Bijlage 6 Notitie strategie beheer en onderhoud

Memo

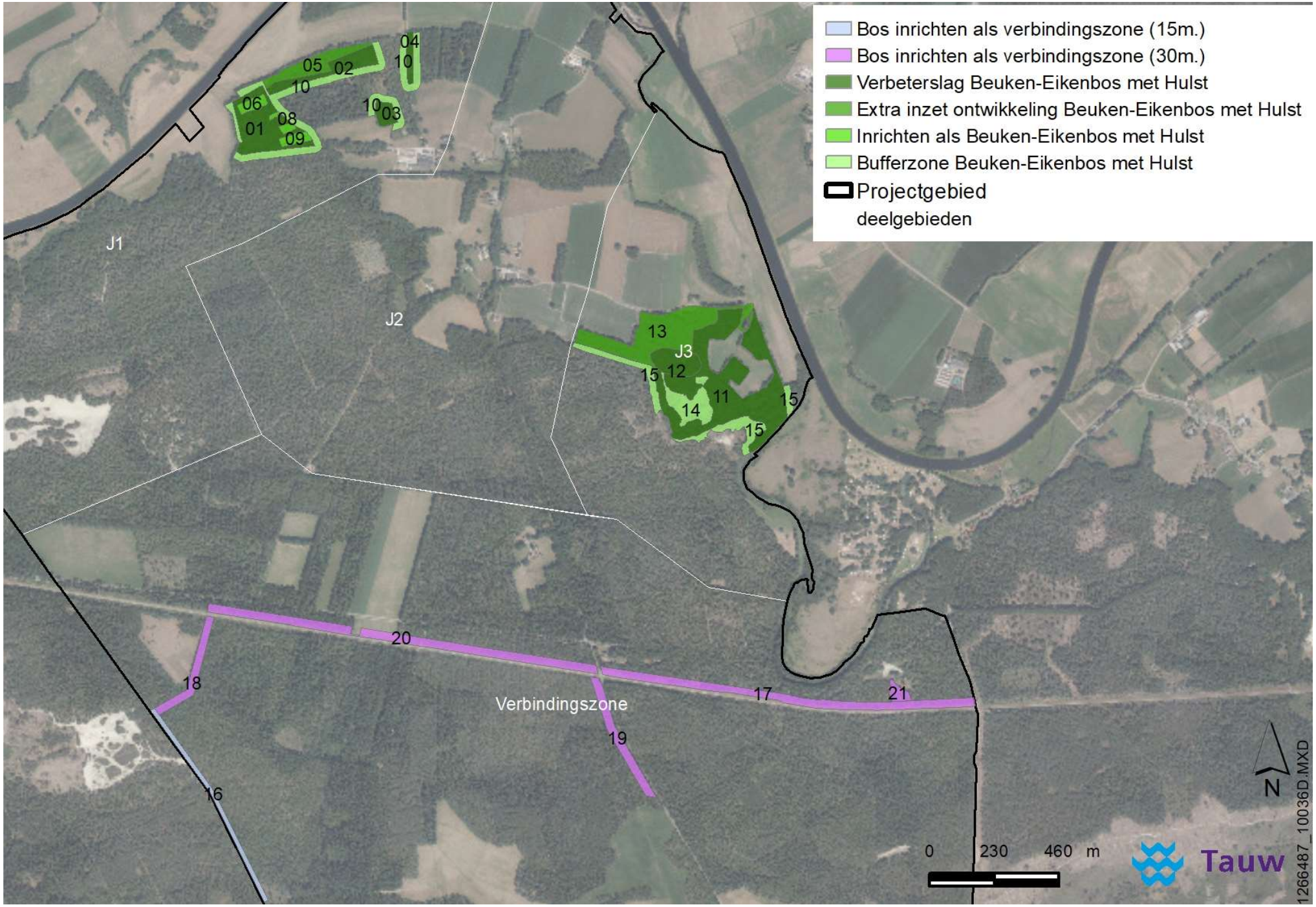
Aan	Rene Tank	**Opgesteld door**	
Datum	9 december 2020	Mark Zekhuis, Jeroen de Jong, Taco Wiegink	
Kenmerk	M001-1266487JJY-V02	**Email**	
Onderwerp	Strategie Beheer en onderhoud	taco.wiegink@tauw.com	

Strategie beheer en onderhoud

Dit document beschrijft op welke wijze naar verwachting beheer- en onderhoud wordt geregeld en gefinancierd. Voor de beheerstrategie maken we onderscheid in twee typen beheer, namelijk het reguliere beheer en het overgangsbeheer:

- Regulier beheer: Het beheer dat nodig is om een reeds bestaand habitattype in stand te houden. Financiering via SNL vergoeding
- Overgangsbeheer: Het 'tijdelijk' beheer dat nodig is om na het uitvoeren van de inrichtingsmaatregelen te komen tot het daadwerkelijke habitattype of een vegetatietype dat zich daar toe ontwikkeld. Dit type beheer is van toepassing als na het uitvoeren van de inrichtingsmaatregelen het habitattype of SNL beheertype nog niet direct gerealiseerd is, omdat het tijd kost voordat dit zich ontwikkeld heeft. Na 3 jaar overgangsbeheer vindt een evaluatie plaats door inhoudelijk deskundigen of het overgangsbeheer tot voldoende resultaat heeft gehad. Zo ja, dan volgt regulier beheer. Zo nee, dan volgt in afstemming met de provincie aanvullende financiering door de provincie voor extra benodigde overgangsbeheer.

Habitattype	Regulier beheer	Overgangsbeheer	Financiering
H2310, Stuifzandheiden met struikhei - verbindingszone	1x per 2 jaar verwijderen opslag	jaarlijks 60% (gedurende 3 jaar) maaien en afvoeren (10jaar)	Regulier – SNL
H9120 Beuken- eikenbos met hulst	1x per 2 jaar verwijderen ongewenste vegetatie (nieuwe vegetatie vanuit successie)	Elke 2 jaar exoten verwijderen en jonge aanplant inboeten (3 jaar)	Overgangsbeheer - Provincie


Bos inrichten als verbindingszone (15m.)
Bos inrichten als verbindingszone (30m.)
Verbeterslag Beuken-Eikenbos met Hulst
Extra inzet ontwikkeling Beuken-Eikenbos met Hulst
Inrichten als Beuken-Eikenbos met Hulst
Bufferzone Beuken-Eikenbos met Hulst
Projectgebied
deelgebieden
J1
J2
J3
Verbindingszone
01
02
03
04
05
06
08
09
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
N
0
230
460 m
Tauw
1266487_10036D.MXD

Droge bossen van het Vecht- en Beneden-Reggegebied (Overijssel)

Toestand en kansen voor herstel en beheer van de habitattypen Beuken-eikenbossen met hulst (H9120) en Oude eikenbossen (H9190)

R.J. Bijlsma, R.W. de Waal & P.W.F.M. Hommel

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Environmental Research in opdracht van en gefinancierd door de Provincie Overijssel.

Wageningen Environmental Research
Wageningen, februari 2018

Rapport XXXX
ISSN 1566-7197

WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Bijlsma, R.J., R.W. de Waal & P.W.F.M. Hommel, 2018. *Droge bossen van het Vecht- en Beneden-Reggegebied (Overijssel); Toestand en kansen voor herstel en beheer van de habitattypen Beuken-eikenbossen met hulst (H9120) en Oude eikenbossen (H9190).* Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport XXXX. 95 blz.; 64 fig.; 6 tab.; 58 ref.

Referaat
Het Natura 2000 beheerplan Vecht- en Beneden-Reggegebied (provincie Overijssel) bepleit nader onderzoek naar de toestand en knelpunten van de habitattypen Oude eikenbossen (H9190) en Beuken-eikenbossen met hulst (H9120) en uitwerking van herstelmaatregelen voor huidige voorkomens voor de korte en lange termijn. Dit onderzoek is uitgevoerd in en rond alle oude bosgroeiplaatsen, verdeeld over de deelgebieden Beerze, Junne, Stekkenkamp, Eerde, Stegererhout en Archemerberg. Alle kwalificerend droog bos moet worden gerekend tot H9120, in totaal 86.4 ha; H9190 komt niet in het gebied voor. De kwaliteit van de deelgebieden wordt beschreven en knelpunten en maatregelen voor de aspecten representativiteit, structuur en functie nader toegelicht.

Trefwoorden: Natura 2000, Vecht- en Beneden Reggegebied, H9120, H9190, boshistorie, representativiteit, structuur, functie.

Dit rapport is gratis te downloaden van http://dx.doi.org/10.18174/XXXXX of op www.wur.nl/environmental-research (ga naar 'Wageningen Environmental Research' in de grijze balk onderaan). Wageningen Environmental Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

© 2016 Wageningen Environmental Research (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research), Postbus 47, 6700 AA Wageningen, T 0317 48 07 00, E info.alterra@wur.nl, www.wur.nl/environmental-research. Wageningen Environmental Research is onderdeel van Wageningen University & Research.

- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking van deze uitgave is toegestaan mits met duidelijke bronvermelding.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor commerciële doeleinden en/of geldelijk gewin.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor die gedeelten van deze uitgave waarvan duidelijk is dat de auteursrechten liggen bij derden en/of zijn voorbehouden.

Wageningen Environmental Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Wageningen Environmental Research Rapport XXXX | ISSN 1566-7197

Foto omslag: Beerze, randwalbos.

Inhoud

Woord vooraf **5**

Samenvatting **7**

1 Inleiding **9**

1.1 Achtergrond 9
1.2 Probleem- en doelstelling 9

2 Uitgangspunten en werkwijze **10**

2.1 Criteria voor de afbakening van H9120 en H9190 10
2.1.1 Vegetatie en flora 10
2.1.2 Boshistorie 11
2.1.3 Bodem en landschapsecologische typering 12
2.2 Verspreiding en kwaliteit van H9120 en H9190 12
2.2.1 EU-rapportages, beheerplan en handreikingen 12
2.2.2 Aandachtspunten representativiteit en kwaliteit (structuur en functie) 16
2.3 Werkwijze veldwerk en rapportage 17

3 Deelgebied Beerze **18**

3.1 Kenschets en boshistorie 18
3.2 Toestand zoekgebieden 20
3.2.1 Zoekgebied B1 20
3.2.2 Zoekgebied B2 22
3.2.3 Zoekgebied B3 24
3.2.4 Zoekgebied B4 27
3.3 Begrenzing habitattypen 28
3.4 Knelpunten en herstel- en beheeropties 29

4 Deelgebied Junne **31**

4.1 Kenschets en boshistorie 31
4.2 Toestand zoekgebieden 34
4.2.1 Zoekgebied J1 34
4.2.2 Zoekgebied J2 36
4.2.3 Zoekgebied J3 37
4.3 Begrenzing habitattypen 41
4.4 Knelpunten en herstel- en beheeropties 42

5 Deelgebied Stekkenkamp **44**

5.1 Kenschets en boshistorie 44
5.2 Toestand zoekgebieden 46
5.2.1 Zoekgebied S1 46
5.2.2 Zoekgebied S2 49
5.2.3 Zoekgebied S3 50
5.2.4 Zoekgebied S4 51
5.2.5 Zoekgebied S5 51
5.3 Begrenzing habitattypen 52
5.4 Knelpunten en herstel- en beheeropties 52

6 Deelgebied Eerde **54**

6.1 Kenschets en boshistorie 54
6.2 Toestand zoekgebieden 58
6.2.1 Zoekgebied E1 en E2 58
6.2.2 Zoekgebied E3 - E5 61
6.2.3 Zoekgebied E6 - E10 62
6.2.4 Zoekgebied E11 - E13 67
6.2.5 Zoekgebied E14 69
6.2.6 Zoekgebied E15 70
6.2.7 Zoekgebied E16 (Eerder Veld) 70
6.3 Begrenzing habitattypen 72
6.4 Knelpunten en herstel- en beheeropties 73

7 Overige terreinen 76

7.1 Stegererhout 76
7.2 Archemerberg 79

8 Conclusies en discussie 82

8.1 Afbakening en typering van H9120 en H9190 82
8.2 Toekenning van habitattypen H9120 en H9190 85
8.3 H9120: knelpunten en maatregelen samengevat 86
8.4 Beantwoording van de deelvragen van het onderzoek 90

Literatuur 92

Woord vooraf

Dit rapport 'Droge bossen van het Vecht- en Beneden-Reggegebied' is de uitwerking van onderzoek dat in het Natura 2000 beheerplan wordt bepleit om vast te stellen wat de toestand is en de knelpunten zijn van de habitattypen Beuken-eikenbossen met hulst (H9120) en Oude eikenbossen (H9190) in het Natura 2000-gebied.

Het onderzoek is uitgevoerd in opdracht van en gefinancierd door de provincie Overijssel met Reinder Siebinga als contactpersoon. Ook Piet Bremer en Martine ten Kate waren vanuit de provincie nauw betrokken.

Voor het onderzoek in de verschillende deelgebieden kregen we toestemming en nadere informatie van

- Mark Zekhuis en Evert Dijk (Landschap Overijssel): Beerze en Archemerberg;
- Jeroen van den Hout en Gerrit Schottert: landgoed Junne;
- Leida Lemmers en Jan Bruins: Stekkenkamp; wij danken Leida voor de dagexcursie op het landgoed waarbij we veel nuttige informatie konden verzamelen;
- Bart de Haan en Daan Vreugdenhil (Natuurmonumenten): landgoed Eerde;
- Geert Kooijman en Marcel Horsthuis (Staatsbosbeheer): boswachterij Ommen.

Wij danken verder Henk Koop (Veenendaal) voor discussie over de bosontwikkeling op landgoed Eerde, in het bijzonder het Eerder Achterbroek, en André ten Hoedt (NM Veluwezoom) voor informatie over groeivormen van beuk.

Samenvatting

In het Natura 2000 beheerplan Vecht- en Beneden-Reggegebied (provincie Overijssel) worden herstelmaatregelen op habitattypenniveau voorgesteld die zijn gebaseerd op de PAS-herstelstrategieën. Voor de habitattypen van droge bossen zijn geen gegevens over actuele kwaliteit en trend beschikbaar en wordt nader onderzoek bepleit waarbij de toestand en knelpunten van de habitattypen Oude eikenbossen (H9190) en Beuken-eikenbossen met hulst (H9120) worden vastgesteld en herstelmaatregelen voor huidige voorkomens worden uitgewerkt voor de korte en lange termijn. De hoofdvraag is: Welke herstel- en beheermaatregelen dienen op de verschillende actuele en potentiële voorkomens van de de habitattypen Oude eikenbossen (H9190) en Beuken-eikenbossen met hulst (H9120) voor de korte en lange termijn getroffen te worden ten behoeve van de gunstige staat van instandhouding van deze habitattypen?

Hoofdstuk 2 beschrijft 'Uitgangspunten en werkwijze' op basis van de criteria voor herkenning en afbakening van beide habitattypen: vegetatie en flora, boshistorie en bodem. Naast het gebruik van de Topografische en Militaire Kaart van ca. 1850 blijkt het kadaster van 1832 onmisbaar bij het beoordelen van de boshistorie. Informatie over de verspreiding en kwaliteit van beide habitattypen worden samengevat uit EU-rapportages, beheerplan en handreikingen van de Europese Commisie over bosbeheer in Natura 2000-gebieden. Ten behoeve van het veldwerk wordt aangesloten op de beoordeling van habitattypen volgens het Standaard Gegevensformulier dat voor habitattypen onderscheid maakt tussen representativiteit (diversiteit van soorten en vegetaties) en behoudsstatus (structuur en functie).

De hoofdstukken 3 tot 6 beschrijven de deelgebieden Beerze, Junne, Stekkenkamp en Eerde. Elk deelgebied wordt ingeleid met een paragraaf 'Kenschets en boshistorie'. Op grond hiervan worden zoekgebieden onderscheiden waarbij per zoekgebied 'Vegetatie, bosstructuur en flora', 'Bodem' en 'Habitattypen' worden behandeld op grond van veldwerk. Elke deelgebied wordt uitgeleid met de paragrafen 'Begrenzing habitattypen', met oppervlaktegegevens en een habitatkaart, en 'Knelpunten en herstel- en beheeropties', waarin de Representativiteit, Structuur en Functie worden samengevat en gekoppeld aan eventuele knelpunten en maatregelen. Hoofdstuk 7 beschrijft op een eenvoudiger manier 'Overige terreinen; , namelijk de Stegererhout en de Archemerberg.

Hoofdstuk 8 'Conclusies en discussie' gaat eerst in op de 'Afbakening en typering van H9120 en H9190'. Om de aanzienlijke diversiteit van aangetroffen oude bossen op actuele groeiplaatsen van het eikenverbond toe te kennen aan een habitattype zijn de aangetroffen groeiplaatsen getypeerd naar herkomst en landschapsecologische positie. Hierbij worden zes categorieën onderscheiden: randwalbos, oud eikenbos in de noordhellingen van randwallen op de grens van de bouwlanden in het Vechtdal en stuifzandlandschap; akkerbos, oud eikenbos aangelegd op enkeerdgronden; beekvlaktebos, oud eikenbos aangelegd op uitgestrekte, structureel verdroogde gronden (veelal 'fossiele' beekeerdgronden); vechtdalbos, eikenbos en strubben van voor 1850 op gronden die in het verleden onder invloed stonden van de Vecht; stuwwalbos, oud bos op onbewerkt stuwwalmateriaal; dekzandbos, oud bos op de onbewerkte en relatief droge delen van het dekzandlandschap. De conclusie is dat al deze categorieën tot habitattype Beuken-eikenbossen met hulst (H9120) behoren en dat habitattype Oude eikenbossen (H9190) niet in het gebied voorkomt. Wel is er sprake van een spontane ontwikkeling van H9190 in de stuifzandbebossingen grenzend aan het randwalbos in Beerze en Junne. In totaal is 86.4 ha H9120 onderscheiden.

De regio-specifieke diversiteit van groeiplaatsen van H9120 kan worden gezien als bijdrage aan de representativiteit van het habitattype in dit gebied. Het meeste eikenbos ontwikkelt zich spontaan naar beuken-eikenbos; het akkerbos van de Eerder Es kan als referentie dienen voor de indrukwekkende structuur die daarbij ontstaat; de randwalbossen worden nog grotendeels gedomineerd door eik, maar ook hier biedt spontane ontwikkeling het meeste perspectief.

Het herinvoeren van hakhoutbeheer in spaartelgenbos is riskant vanwege de grote kans op sterfte en draagt niet bij aan het behoud of de ontwikkeling van de natuurkwaliteit van het habitattype.
Het inbrengen van struiksoorten met goed verteerbaar strooisel en het weren van boomsoorten met slecht verteerbaar strooisel is een goede maatregel om 'rijkere' soorten te behouden in de kruidlaag van het verzurende vechtdalbos.

Verbetering van het functioneren van het habitattype vereist meer ruimte voor natuurlijke bosdynamiek (ontwikkelingsfasen, van open plekken tot aftakelend bos). Het herstel van boscomplexen in abiotische gradiënten is het meest duurzaam, zoals van vechtdalbos via akkerbos naar randwalbos. De gewenste ruimte voor kwaliteitsverbetering kan ontstaan door omvorming. In de deelgebieden met planmatige houtoogst (beheertype N16.03) zou actueel H9120 kunnen worden ontsnipperd door omvorming van inliggend niet-kwalificerend bos, gericht op de vorming van robuuste eenheden habitattype met primaire natuurfunctie (beheertype N15.02). Verder is zonering van habitattype ten opzichte van uitheems bos met invasieve boomsoorten gewenst om zaaddruk van deze soorten te verminderen.

Bestrijding van invasieve struiksoorten, met name Amerikaanse vogelkers en krentenboompje, is in alle deelgebieden nodig.

Wij hebben niet onderzocht en kunnen niet aangegeven in welke mate abiotische randvoorwaarden (mineralen, voedingsstoffen) een knelpunt vormen. Wij nemen aan dat de elders op de droge hogere zandgronden vastgestelde doorgaande trend in verzuring onder eikenbossen ook geldt voor de groeiplaatsen van H9120 in het Vecht- en Beneden-Reggegebied. Ons onderzoek laat zien dat eventueel nader onderzoek naar deze aspecten goed rekening moet houden met verschillende historische en abiotische uitgangssituaties. Het is de vraag of landelijke referentiewaarden voor bodemchemie van toepassing zijn voor de categorieën akkerbos, beekvlaktebos, vechtdalbos en zelfs randwalbos.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

In het Natura 2000 beheerplan Vecht- en Beneden-Reggegebied (Provincie Overijssel, 2017) worden herstelmaatregelen op habitattypenniveau voorgesteld die zijn gebaseerd op de PAS-herstelstrategieën. Voor de habitattypen van droge bossen zijn geen gegevens over actuele kwaliteit en trend beschikbaar en wordt nader onderzoek bepleit (onderzoeksmaatregel M33a). Het betreft hier een maatregel voor onderzoek en voor het het uitvoeren van herstelmaatregelen, waarbij binnen 1 jaar de toestand en knelpunten van de habitattypen (H9190 Oude eikenbossen en H9120 Beuken-eikenbossen met hulst) worden vastgesteld met lokaal onderzoek, en herstelmaatregelen voor huidige voorkomens worden uitgewerkt voor de korte en lange termijn.

1.2 Probleem- en doelstelling

De hoofdonderzoeksvraag is:

> Welke herstel- en beheermaatregelen dienen op de verschillende actuele en potentiële voorkomens van de de habitattypen Oude eikenbossen (H9190) en Beuken-eikenbossen met hulst (H9120) voor de korte en lange termijn getroffen te worden ten behoeve van de gunstige staat van instandhouding van deze habitattypen?

Deelvragen zijn:

1. Wat is de ontwikkelings-, gebruiks- en beheergeschiedenis van de actuele en potentiële voorkomens van de habitattypen Oude eikenbossen (H9190) en Beuken-eikenbossen met hulst (H9120) (o.a. hakhout)?
2. Wat zijn de typische en relevante bodem(profiel)kenmerken van de verschillende voorkomens (zoals strooisellaag/ecto-organische laag met smeerlaag, in- en uitspoelingslagen, zuurgraad, vochttoestand en voedselrijkdom)?
3. Wat is de soortensamenstelling van de vegetatie en structuur van de verschillende voorkomens: kenmerkende en typische soorten (zie ook provinciale soortkartering), maar ook storingsindicatoren (zoals Prunus serotina, Rubus spp, grassen)?
4. Wat is de huidige kwaliteit van de habitattypen?
5. Wat valt er te zeggen over de trend van deze habitattypen?
6. Welke knelpunten zijn er te constateren in de verschillende voorkomens: bijvoorbeeld verzuring, vermesting, dominantie van beuk door successie, bosklimaat in relatie tot stamtal en omvang boscomplex, dominantie van exoten, effect van betreding?
7. Hoe verhouden beide habitattypen zich met het regulier bosbeheer (zoals kaalkap, lichte/zware dunningen, uitkap en mozaiekkap)?
8. Zijn percelen met een hakhoutgeschiedenis weer in hakhoutbeheer te nemen, en zo ja op welke wijze?
9. Hoe kan invulling gegeven worden aan de uitbreidingsdoelstelling voor H9190?
10. Welke effectieve, concrete en realiseerbare maatregelen dienen op de verschillende locaties voor de korte en lange termijn getroffen te worden, en hoe verhouden zich die tot het gangbare beheer?

De doelstelling van het onderzoek is om de toestand en de knelpunten in de ontwikkeling en het (regulier) beheer van de actuele en potentiële voorkomens van de habitattypen Oude eikenbossen (H9190) en Beuken-eikenbossen met hulst (H9120) op een zodanige wijze in beeld te brengen, dat op basis hiervan de juiste herstel- en beheermaatregelen voor de korte en lange termijn worden uitgewerkt ten behoeve van de gunstige staat van instandhouding van deze habitattypen.

2 Uitgangspunten en werkwijze

2.1 Criteria voor de afbakening van H9120 en H9190

De habitatttypen Beuken-eikenbossen met hulst (H9120) en Oude eikenbossen (H9190) zijn in het zogenaamde profielendocument gedefinieerd met vegetatie-eenheden en beperkende criteria voor bodem en voor leeftijd van de bosgroeiplaats[1]. H9120 komt voor in de fysisch-geografische regio's Hogere zandgronden en Heuvelland; H9190 alleen op de Hogere zandgronden.

2.1.1 Vegetatie en flora

Beide habitattypen verschillen in zelfstandig kwalificerende bostypen zoals gedefinieerd in De Vegetatie van Nederland (Stortelder et al., 1999; Tabel 2.1). Aangezien de soortensamenstelling op een bepaalde plek niet altijd uitsluitsel geeft over de aanwezigheid van een bostype, zijn voor de kartering van bostypen naast de bosflora ook de bosstructuur, de flora van pad- en bosranden en contactgemeenschappen nuttig; hiervoor geeft Van der Werf (1991) aanvullende informatie (Tabel 2.1, Bosgemeenschappen). H9120 onderscheidt zich verder van H9190 door drie extra mantelgemeenschappen waarvan vooral de Associatie van donkere pluimbraam relevant is voor het Vecht- en Beneden-Reggegebied, met in dit gebied als kenmerkende soorten pluimkambraam (*Rubus umbrosus*), donkere pluimbraam (*Rubus silvaticus*), slanghumusbraam (*Rubus flexuosus*) en rode contrastbraam (*Rubus glandithyrsos*). Nog een slagje rijker, in de randen van het Vechtdal komen kwalificerende mantelvegetaties voor die tot de klasse van doornstruwelen worden gerekend en waarvan enkele soorten geregeld in het gebied voorkomen, zoals knieviltbraam (*Rubus geniculatus*), stompe haagbraam (*Rubus lindleianus*) en de regionale soort brede haagbraam (*Rubus amisiensis*).

Tabel 2.1 *Zelfstandig kwalificerende bostypen voor de habitattypen H9120 en H9190 met codering volgens De Vegetatie van Nederland (DVvN) en de corresponderende bosgemeenschappen volgens Van der Werf (1991).*

	DVvN	Bosgemeenschappen
H9120	42Aa2 Beuken-Eikenbos	4.8 Droog Wintereiken-Beukenbos
		4.8a Gedegradeerd Wintereiken-Beukenbos
		4.9 Vochtig Wintereiken-Beukenbos
	42Aa3 Bochtige smele-Beukenbos	4.8 Droog Wintereiken-Beukenbos
	43Ab1f Eiken-Haagbeukenbos subassociatie met Witte klaverzuring	4.13 Gierstgras-Beukenbos
H9190	42Aa1 Berken-Zomereikenbos	4.6 Droog Berken-Zomereikenbos
		4.7 Vochtig Berken-Zomereikenbos

De karakteristieke flora van beide habitattypen bestaat uit de diagnostische soorten van de kwalificerende vegetatietypen inclusief typische soorten. Naast deze landelijke lijsten kunnen soorten een regionale binding hebben of kwaliteit vertegenwoordigen (bijv. lelietje-van-dalen in het Vechtdal). Zogenaamde oudbossoorten vertegenwoordigen een bijzondere kwaliteit doordat ze door beperkingen in dispersie of vestiging een binding hebben met oude bosgroeiplaatsen of beplantingen (wallen, oude infrastructuur e.d.). Voor dergelijke soorten dienen oude bosgroeiplaatsen als uitvalsbasis voor de geleidelijke kolonisatie van jongere bossen. Zie Wulf (2003) voor een compilatie van literatuur en aanvullingen in Bijlsma (2002) en Cornelis et al. (2009).

[1] H9120: https://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/documenten/profielen/habitattypen/Profiel_habitattype_9120.pdf; H9190: https://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/documenten/profielen/habitattypen/Profiel_habitattype_9190.pdf.

2.1.2 Boshistorie

De drie kwalificerende bostypen hebben een groot potentieel areaal op de hogere zandgronden. Om dit in te perken tot bossen met een historisch bepaalde kwaliteit geldt een beperkend criterium voor de leeftijd van de bosgroeiplaats. In principe kwalificeren alleen oude bosgroeiplaatsen en deze dienen vervolgens als uitvalsbasis voor uitbreiding van habitattype in aangrenzend jonger bos. Als ijkpunt geldt de eerste landelijk beschikbare topografische kaart, de Topographische en Militaire Kaart van het Koningrijk der Nederlanden van rond 1850 (TMK). De bosgroeiplaatsen van de TMK zijn voor alle Natura 2000-gebieden op de hogere zandgronden en het heuvelland beschikbaar als GIS-bestand (Bijlsma et al., 2010) maar dit moet kritisch worden gebruikt. Zeker in gebieden met veel groot grondbezit werd al vroeg in de 19de eeuw begonnen met heidebebossingen. Dergelijke bossen staan op de TMK maar zijn geen oude bosgroeiplaats van inheems loofbos en voldoen daarom niet aan het criterium. De kadastrale minuutplans kunnen uitsluitsel geven over de aard van het bos en geven bovendien nuttige informatie over eigendom en tariefklasse (zie hieronder). Toch kan 'dennenbos' op de kadastrale kaart niet altijd worden uitgesloten als kwalificerende groeiplaats omdat particuliere heidebebossingen vaak werden uitgevoerd als vorm van bosherstel dus in terreindelen met gedegradeerd loofbos. In twijfelgevallen moet veldwerk uitsluitsel geven: zijn er nog relicten aanwezig die wijzen op een oude loofbosgroeiplaats (hakhoutstoven, zware, laagvertakte eiken e.d.)?

Voor het onderzoek in het Vecht- en Beneden-Reggegebied is gebruik gemaakt van het volgende historische materiaal:

- **Hottingerkaart**, eind 18de eeuw: militaire kaart met schetsmatig ingetekend landgebruik. Biedt zelden betrouwbare extra informatie ten opzichte van de kadastrale minuutplans. Bronnen:
  - Versfelt (2003);
  - http://gisopenbaar.overijssel.nl/viewer/app/atlasvanoverijssel_basis/v1.
- **Kadastrale kaart 1832**. Deze aanduiding gebruiken we voor de eerste minuutkaarten en Oorspronkelijke Aanwijzende Tafels (OATs) met perceelinformatie per kadastrale gemeente. Deze kadastrale administratie ging in 1832 van start; de jaren waarin de feitelijke opmetingen en schattingen plaatsvonden, variëren per gemeente. In combinatie met het AHN geeft deze kaart de nauwkeurigste informatie over het landgebruik in de vroege 19de eeuw. Algemene informatie: Veldhorst (1991), Kadaster (2014). Ecologische toepassingen: Clerkx & Bijlsma (2003), Bijlsma & Van Dorland (2016). Bronnen:
  - HISGIS (www.hisgis.nl). Wij hebben hiervan delen overgenomen en opnieuw gegeorefereerd en zo nodig gecorrigeerd;
  - RCE beeldbank (beeldbank.cultureelerfgoed.nl/) met originele minuutplans en OATs te downloaden in hoge resolutie.

  Het Vecht- en Beneden-Reggegebied valt grotendeels binnen de kadastrale gemeente Ambt Ommen, met name de secties E Beerze en F Junne, Zeesse en Eerde. Voor bos, heide en broekgrond in deze gemeente golden de volgende tariefklassen en tarieven (ontleend aan de betreffende OATs):

categorie	klasse	tarief per ha
bos	1	f 21,=
	2	f 14,=
	3	f 8,=
	4	f 5,=
heide	1	f 1,50
	2	f 0,50
	3	f 0,25
broekgrond	1	f 5,=
	2	f 3,=

  De in dit rapport opgenomen figuren van de kadastrale kaart geven alleen de categorieën weer; indien relevant worden klassen in de tekst genoemd.
- **Topografische en Militaire Kaart (TMK)** van ca. 1850: eerste landsdekkende topografische kaart, afgeleid van de kadastrale kaart 1832; er zijn verschillende versies. Bronnen:
  - GIS-database Wageningen Environmental Research (Alterra);

- http://gisopenbaar.overijssel.nl/viewer/app/atlasvanoverijssel_basis/v1;
- www.topotijdreis.nl.

- **Topografische kaarten na 1850**. Bronnen:
  - http://gisopenbaar.overijssel.nl/viewer/app/atlasvanoverijssel_basis/v1;
  - www.topotijdreis.nl.
- **Vierde bosstatistiek** 1980-1983 (Clement, 2001). Perceelsgewijze opstandinformatie van bossen.
  - GIS-database Wageningen Environmental Research (Alterra).

2.1.3 Bodem en landschapsecologische typering

De kwalificerende bostypen van beide habitattypen zijn nauw verwant in floristische samenstelling en komen vaak naast elkaar voor in verschillende ontwikkelingsstadia of in meer of minder door bosgebruik beïnvloede opstanden. Om de kartering en het beheer van beide habitattypen nader te onderbouwen en richting te geven, is een beperkend bodemkundig criterium opgenomen dat in feite de habitattypen landschapsecologisch positioneert (Bijlsma et al., 2009): H9120 in mineralogisch relatief rijke terreindelen (moderpodzolgronden, lemige humuspodzolgronden) en H9190 in de armste terreindelen (leemarme humuspodzolgronden en vaaggronden). Hoewel deze tweedeling is uitgewerkt tot een landelijke lijst van 'kwalificerende' bodemtypen, moet deze lijst met verstand worden gebruikt. Het 'Methodiekdocument kartering habitattypen Natura 2000'[2] zegt hierover: 'Er is nog niet gecheckt of de kwalificerende vegetaties daadwerkelijk op ál deze bodems voorkomen, mogelijk is een deel dus puur theoretisch. Dat geldt met name voor vorstvaaggronden en leemarme podzolen met een cultuurdek'. En ook: 'Bij twijfel aan de juistheid van de grens of de typering van een kaartvlak van de bodemkaart 1:50.000 kan uiteraard alsnog veldonderzoek plaatsvinden'. De afbakening van H9120 ten opzichte van H9190 naar bodemkenmerken zou o.i. nooit mogen plaatsvinden alleen op grond van de voor dit doel te sterk generaliseerde bodemkaart 1:50,000.

Bij de voorbereiding van het veldwerk en de landschapsecologische duiding van bossen is gebruik gemaakt van de volgende bestanden:

- **Bodemkaart van Nederland 1:50,000.** Bronnen:
  - GIS-bibliotheek Wageningen Environmental Research (Alterra);
  - http://pdokviewer.pdok.nl/.
- **Geomorfologische kaart Nederland**. Bronnen:
  - GIS-bibliotheek Wageningen Environmental Research (Alterra);
  - http://pdokviewer.pdok.nl/.
- **Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN).**). Bronnen:
  - GIS-bibliotheek Wageningen Environmental Research (Alterra);
  - http://pdokviewer.pdok.nl/;
  - www.arcgis.com (kaartbladen AHN2 0.5 m).

2.2 Verspreiding en kwaliteit van H9120 en H9190

2.2.1 EU-rapportages, beheerplan en handreikingen

EU-rapportages

De staat van instandhouding van H9120 en H9190 is voor het laatste in 2013 gerapporteerd (tabel 2.2)[3]. Dit betreft een landelijk oordeel waarbij ook het habittattype buiten Natura 2000-gebieden is betrokken.

[2] https://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/documenten/habitatkartering/Methodiekdocument%20kartering%20habitattypen%2019%209%202012.pdf

[3] http://art17.eionet.europa.eu/article17/reports2012/habitat/report/?period=3&group=Forests&country=NL&region=

Tabel 2.2 *Staat van instandhouding van de habitattypen H9120 en H9190 zoals in 2013 gerapporteerd aan de EC. FV: favourable/gunstig; U1: unfavourable-inadequate/matig ongunstig.*

Habitattype	Verspreidings-gebied	Oppervlakte	Structuur & functie	Toekomst-perspectief	Staat van instandhouding
H9120	FV	FV	U1	FV	U1
H9190	FV	U1	U1	U1	U1

Voor H9120 is de staat van instandhouding ongunstig vanwege de ongunstige kwaliteit (structuur & functie incl. typische soorten). Voor H9190 wordt alleen het verspreidingsgebied als gunstig beoordeeld.

Met het Standaard Dataformulier (SDF) worden zowel de representativiteit als de behoudsstatus (structuur en functie) van habitattypen beoordeeld op gebiedsniveau. Het belang van deze wijze van beoordelen ligt in de expliciete scheiding van representativiteit (karakteristieke diversiteit van soorten en vegetaties) en kwaliteit (behoudsstatus)(Schmidt et al., 2015). Een hoge of lage representativiteit is vooral het gevolg van de historisch-geografische ontwikkeling van het gebied (meer of minder ontgonnen, geïsoleerd e.d.) en niet of nauwelijks te beïnvloeden door het beheer. De behoudsstatus (de structuur en het functioneren van leefgebied) is juist wel te beïnvloeden door beheer en herstel. Vandaar dat we bij de bespreking van de deelgebieden deze aspecten (representativiteit, structuur en functie) afzonderlijk bespreken (en zie § 2.2.2). Voor het Vecht- en Beneden-Reggegebied staan de in 2014 bepaalde scores (expertoordeel) in tabel 2.3 (Janssen et al., 2014).

Tabel 2.3 *Scores voor het Vecht- en Beneden-Reggegebied in de standaard dataformulieren van H9120 en H9190. Representativiteit en Behoudsstatus: A uitstekend, B goed, C beduidend; Relatieve oppervlakte: A ≥ 15%, B 2-15%, C ≤ 2% van de landelijke oppervlakte; Algemene score: A (uiterst waardevol), B (waardevol), C (beduidend).*

Habitattype	Representativiteit	Behoudsstatus	Relatieve oppervlakte	Algemene score
H9120	C	C* (herstel moeilijk)	C*	C
H9190	C	C	C	C

De bij de beoordeling van de representativiteit en behoudsstatus gebruikte maatlatten staan in tabel 2.4.

Tabel 2.4 *Maatlatten gebruikt voor het scoren van representativiteit en behoudsstatus in de standaard dataformulieren van H9120 en H9190; zie Janssen et al. (2014) voor nadere informatie.*

maatlat	H9120	H9190
Representativiteit		
ten minste vier oudbossoorten aanwezig in kruidlaag	x	
aanwezigheid van zeer zeldzame epifytische (korst)mossen	x	
tenminste één (H9190) of twee (H9120) op associatieniveau ontwikkelde mantel- of zoomgemeenschappen aanwezig (in mozaïek tot habitattype gerekend)	x	x
ten minste drie (vrij) zeldzame kwaliteitssoorten aanwezig		x
bedreigde (korst)mossen of paddenstoelen aanwezig		x
aanwezigheid van de (vrij) zeldzame typische soort wespendief		x
aanwezigheid van bedreigde dagvlinders (bosparelmoervlinder, bruine eikenpage)		x
Behoudsstatus (maatlatten in diverse categorieën hier als één lijst weergegeven)		
geen verjonging van invasieve exoten	x	
historische continuïteit met oud loofbos	x	
dik (>30 cm) liggend natuurlijk dood hout verspreid aanwezig	x	x
dominante bomen deels in natuurlijke aftakelingsfase (verspreid aanwezig)	x	x

maatlat	H9120	H9190
zonering van of mozaïek van aaneengesloten opstanden en open componenten (grazige zomen, kapvlakten of open heide) met voor H9120 kenmerkende zoomsoorten binnen of langs habitattype	x	
onderdeel van groot, aaneengesloten boslandschap (>50 ha)	x	
beide typische soorten holenbroeders aanwezig	x	
N-norm (KDW) niet overschreden	x	x
per locatie minimumoppervlakte >20 ha	x	
verjonging van eik (ook) verspreid door de habitat aanwezig		x
eikenclusters aanwezig		x
weinig of geen exoten in boom- en struiklaag aanwezig in en rond habitattype		x
grenzend aan of onderdeel van heide- of stuifzandlandschap		x
beide typische Cab-soorten aanwezig (matkop, eikenpage)		x
onderdeel van jaarrond graasgebied van grote herbivoren (anders dan reeën, edelherten, wilde zwijnen)		x

Het profielendocument geeft onder het kopje 'Overige kenmerken van een goede structuur en functie' de volgende kenmerken die grotendeels ook zijn gebruikt bij het opstellen van maatlatten voor de SDFs:

H9120

- Op landschapsschaal: aanwezigheid van soortenrijke open plekken en bosranden met plantensoorten uit de klasse *Melampyro-Holcetea mollis* of bijzondere braamsoorten (*Rubus*);
- Aanwezigheid van oude levende of dode dikke bomen en/of oude hakhoutstoven.
- Optimale functionele omvang: vanaf tientallen hectares.

H9190

- Zeer open structuur; deze structuur wordt negatief beïnvloed door de in de loop van de successie, met name op de iets minder voedselarme bodems, optredende Beuk (waardoor de beschaduwing en strooiselvorming sterk toenemen en de soortenrijkdom afneemt);
- Goed ontwikkelde moslaag en/of korstmoslaag;
- Aanwezigheid van dood hout op de bosbodem;
- Optimale functionele omvang: vanaf tientallen hectares.

Beheerplan en gebiedsanalyse[4]

Het beheerplan (Provincie Overijssel, 2017) refereert aan onderzoek naar veranderingen in de ondergroei van loofbossen in de Vechtstreek in 2001 (Bremer, 2002), waarin de vegetatie van proefvlakken in 56 bossen vergeleken is met de situatie in 1995. De conclusies zijn:

- Het aantal bossoorten per proefvak maar ook het aantal soorten dat kenmerkend is voor goed ontwikkeld droog loofbos was tussen de eerste en tweede kartering gelijk gebleven. Ook de bedekking van de braam vertoonde geen significante veranderingen.
- De stikstofindicatiewaarde (op basis van Ellenberg-indicatorgetallen) is tussen 1996 en 2001 significant gedaald in de Vechtstreek.

Verder signaleert het beheerplan dat gegevens over trends in areaal en kwaliteit van beide habitattypen niet bekend zijn[5].

De gebiedsanalyse signaleert de volgende knelpunten:

- H9120: Knelpunten ten aanzien van structuur (open plekken, zomen/mantels zijn niet exact bekend. Een hoge zuurdepositie, vooral in het verleden toen de zwaveldepositie hoog was, heeft geleid tot sterke uitloging van basen en verzuring van de bodem. De verzuring is nadelig voor diverse kenmerkende plantensoorten. Het habitattype heeft deels een versnipperd voorkomen.

[4] http://www.overijssel.nl/thema%27s/natuur-en-landschap/ontwikkelopgave-nnn/gebiedsgericht/gebieden/vecht-beneden/

[5] Uit LMF-meetgegevens voor de periode 1999-2014 in de provincie Overijssel blijkt dat in droge bossen het aantal soorten per PQ licht (niet-significant) daalt van 12 naar 10 en dat de bedekking van struiksoorten stabiel blijft (Van der Veen et al., 2015).

- H9190: Veel van het huidige potentiële areaal is bebost met naaldbos. Voor vegetatie gebonden aan bosranden is het ontbreken van zomen een knelpunt. Door het achterwege blijven van hakhoutbeheer is de kwaliteit achteruitgegaan. De geringe omvang en het versnipperde voorkomen zijn grote knelpunten. De huidige depositie overschrijdt de kritische depositiewaarde met 70 mol N/ha/jr tot meer dan tweemaal de kritische depositiewaarde. Een langdurige hoge depositie is nadelig wegens accumulatie van stikstof. Een hoge zuurdepositie, vooral in het verleden toen de zwaveldepositie hoog was, heeft geleid tot sterke uitloging van basen en verzuring van de bodem. De verzuring is nadelig voor diverse kenmerkende plantensoorten.

In de gebiedsanalyse is gebruik gemaakt van de PAS-herstelstrategieën versie 2012 op het niveau van habitattypen (deel II)[6]. In 2016 is door het OBN Deskundigenteam Droog zandlandschap geadviseerd de maatregelen 'strooiselverwijdering' en 'hakhout- of middenbosbeheer' voor H9120 en H9120 te schrappen, o.a. vanwege de negatieve invloed op de nutriëntenhuishouding van bossen (zie ook Van den Burg et al., 2015; Siepel et al., 2017). Dit advies is overgenomen door de internationale review commissie[7]. In 2012 zijn ook de PAS-herstelstrategieën deel III (Landschapsecologische inbedding van de herstelstrategieën) beschikbaar gekomen waarvan het Droog zandlandschap[8] relevant is voor H9120 en H9190.

Handreikingen EC

De Europese Commissie heeft in 2004 een interpretatiegids gepubliceerd over 'Natura 2000 in de bossfeer' (EC, 2004). Hierin is hoofdstuk 6 (Beheer van bosgebieden in Natura 2000) van belang in relatie tot knelpunten en maatregelen. Twee fragmenten hieruit:

- 'In de meeste gevallen, met name in bossen, moeten natuurlijke dynamiek en verandering worden gezien als integratief deel van de natuurbeschermingsdoelstelling. De natuurlijke verstoring van het bosecosysteem door stormschade, blikseminslag en afsterven van oude bomen, die in de duurzame bosbouw vaak door selectieve houtkap wordt nagebootst, is een belangrijke factor om een verscheidenheid aan habitatstructuren met een mozaïekpatroon van verschillende leeftijdsgroepen en een grote biodiversiteit te behouden. In Natura 2000-bosgebieden is dit dynamische concept van natuurbescherming nodig om te komen tot een integratieve natuurbeschermingsstrategie'.
- 'In geval van bijzonder zeldzame of waardevolle habitats waarvan anders de staat van instandhouding zou worden aangetast, moet worden overwogen om deze gebieden uitsluitend voor natuurbescherming te beheren. Zodoende wordt Natura 2000 een netwerk van natuurbeschermingsgebieden met een wisselende mate van bescherming, van strikte reservaten tot beperkingen op basis van individuele soorten'.

In relatie tot de toegepaste bosbouwpraktijk worden twee uitgangspunten geformuleerd:

1. 'Wanneer de toegepaste bosbouwpraktijk niet leidt tot een verslechtering van de staat van instandhouding van habitats of soorten en niet ingaat tegen de instandhoudingsrichtlijnen van de lidstaat, kan die vorm van economisch gebruik worden voortgezet'.
2. 'Wanneer de toegepaste bosbouwpraktijk leidt tot een verslechtering van de staat van instandhouding van de habitats of soorten waarvoor een bepaald gebied was aangewezen, of ingaat tegen de eigen instandhoudingsrichtlijnen van de lidstaat, moet artikel 6 van de habitatrichtlijn worden toegepast en moeten de doelstellingen van het bosbeheer worden aangepast'.

Deze handreiking is in 2015 geactualiseerd en uitgebreid in de vorm van antwoorden op 71 vragen (EC, 2015). Twee vragen met antwoorden worden hier overgenomen vanwege hun relevantie voor behoud en verbetering van kwaliteit in bossen:

[6] H9120: https://www.synbiosys.alterra.nl/Natura2000/Documenten/Pas/Herstelstrategieen/Deel%20IIH/H9120.pdf; H9190: https://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/Documenten/Pas/Herstelstrategieen/Deel%20IIH/H9190.pdf.

[7] Mededeling Loek Kuiters (projectleider PAS-herstelstrategieën WEnR) en Dick Bal (Ministerie LNV), augustus 2017.

[8] https://www.synbiosys.alterra.nl/Natura2000/Documenten/Pas/Herstelstrategieen/Deel%20III/2%20Droog%20Zandlandschap.pdf

Question 27. Does the existing forest management need to be in line with the conservation objectives of the Natura 2000 site? Answer:

(Legal obligation) Yes. According to Article 6.2 of the Habitats Directive, any deterioration of habitats and significant disturbance of species for which a site has been designated must be avoided. This also applies to activities that have already been existing when a site was included in Natura 2000. If such an existing activity in a Natura 2000 site causes deterioration of natural habitats or disturbance of species for which the site has been designated, it must either be addressed by appropriate measures to halt the deterioration according to Article 6.2 and/or by pro-active conservation measures established according to article 6.1 of the Habitats Directive. This may require, as appropriate, bringing the negative impact to an end either by stopping the activity or by taking mitigating measures. Some economic incentives or compensation can be foreseen where the efforts imposed on forest owners go beyond normal sustainable forest management practice. For instance, it may be the case that some bird species nesting in the area require an adaptation to the timing of forestry operations to avoid disturbance to the species during sensitive periods or a restriction in certain forestry activities in particularly sensitive areas to avoid deterioration of specific habitats or natural features present on the site.

(Recommendation) On the other hand, where there is a positive contribution of the existing forest management, this should be enhanced or optimised so as to maximise the potential contribution of forest management to achieving the conservation objectives.

Question 38. Forests are dynamic ecosystems which are managed over the long term. How can this specific aspect be made compatible with Natura 2000 conservation objectives?
Answer:

(Recommendation) Generally, Natura 2000 conservation objectives are established in a way that take due account of the dynamic character of forest ecosystems. Indeed, it is often this dynamic characteristic that helps to ensure the continued survival of a wide range of different forest related species, especially in large areas of continuous forests. Natura 2000 designation does not therefore attempt to systematically preserve an existing situation in a given forest and at a given date, although some semi-natural forests depend on active management to prevent a natural succession. Conservation objectives do not aim at preserving a given situation at any costs, irrespective of its natural development. Such natural development must be an integral part of the ecological factors on which conservation objectives and measures are established. The "silvicultural cycle" (regeneration, thinning and harvesting of mature trees or stands) can be compatible with such a dynamic approach. Though some adaptations to current practices are often desirable (e.g. keeping old trees or stands). Nevertheless "freezing" a situation may sometimes be necessary in order to keep over the long-term a semi-natural habitat depending from specific management measures.

2.2.2 Aandachtspunten representativiteit en kwaliteit (structuur en functie)

Op grond van de hierboven genoemde documenten en overwegingen is bij het veldwerk aandacht besteed aan de volgende aspecten van representativiteit en kwaliteit (structuur en functie) van habitattype bos in de zoekgebieden (zie ook § 2.3):

Representativiteit

- Welke oudbossoorten zijn aanwezig?
- Zijn (zeldzame) karakteristieke (planten)soorten aanwezig die specifieke maatregelen of een bepaald beheerregime vereisen voor behoud of vergroting van leefgebied?

Structuur

- In welke mate worden de boom- en struiklaag gevormd door inheemse soorten?
- Welke uitheemse boom- en/of struiksoorten zijn aanwezig en verjongen zich spontaan (en zijn dus invasief ten koste van de kwaliteit van het habitattype)?
- Zijn oude of dikke (>30 cm dbh) levende bomen aanwezig? Is dik staand en/of liggend dood hout aanwezig?

- Zijn nog duidelijk zichtbare sporen aanwezig van historisch landgebruik zoals hakhout (veelal in de vorm van spaartelgenbos) of begrazing in een open(er) boslandschap?

Functie

- Welke bodemkundig-geomorfologische variatie is aanwezig en welke abiotische processen zijn of waren hiervoor verantwoordelijk?
- Is sprake van natuurlijke bosdynamiek: een heterogene ruimtelijke bosstructuur met naast elkaar voorkomende ontwikkelingsfasen/leeftijden incl. verjonging en aftakeling? Zo nee, wat is hiervan de waarschijnlijke oorzaak (productiebos, kleine omvang, uniforme bosstructuur)?
- Zijn mantel- en/of zoomgemeenschappen aanwezig met karakteristieke soorten? Komen dergelijke soorten (ook of alleen) voor buiten de betreffende vegetatietypen (bijv. langs paden)?
- Is het habitattype onderdeel van een landschappelijke gradiënt met andere habitattypen (vochtige tot natte bostypen, struwelen, korte vegetaties)?
- Zijn soorten of vegetatietypen aanwezig die wijzen op vermesting, verzuring of andere drukfactoren?

De in dit kader verzamelde gegevens zijn gebruikt bij het formuleren van eventuele knelpunten en maatregelen.

2.3 Werkwijze veldwerk en rapportage

Deelgebieden en zoekgebieden per deelgebied
Vanwege het boshistorisch criterium voor zowel H9120 als H9190 is het veldwerk beperkt tot oude bosgroeiplaatsen en directe omgeving. Op grond van de huidige habitatkaart en de TMK zijn vier deelgebieden onderscheiden die samen vrijwel alle oude bosgroeiplaatsen in het Vecht- en Beneden-Reggegebied omvatten: Beerze, Junne, Stekkenkamp en Eerde. Binnen deze gebieden zijn zoekgebieden onderscheiden voor een overzichtelijke beoordeling en bespreking van knelpunten en maatregelen. De veelal kleine en geïsoleerd liggende kaartvlakken habitattype droog bos buiten deze deelgebieden zijn niet bezocht.

Uitvoering veldwerk
Per deelgebied zijn ca. 2 dagen besteed aan veldwerk, voornamelijk uitgevoerd in september en oktober 2017, verdeeld over de onderscheiden zoekgebieden. Het veldwerk werd voorbereid met kaartanalyses (historie, geomorfologie, bodem, huidige habitatkaart). Tijdens het veldwerk zijn gegevens verzameld nodig voor de afbakening van H9120 en H9190 en de aandachtspunten in § 2.2.2. Hiertoe is veelal op enkele plaatsen in een zoekgebied ook het bodem- en humusprofiel beoordeeld en is als kwelinvloed werd vermoed de pH onderin het profiel bepaald. Er is geen dekkende kartering van vegetatietypen en soorten uitgevoerd. Verspreidingsgegevens van soorten zijn hoofdzakelijk ontleend aan een uitvoerig bestand van de provincie.

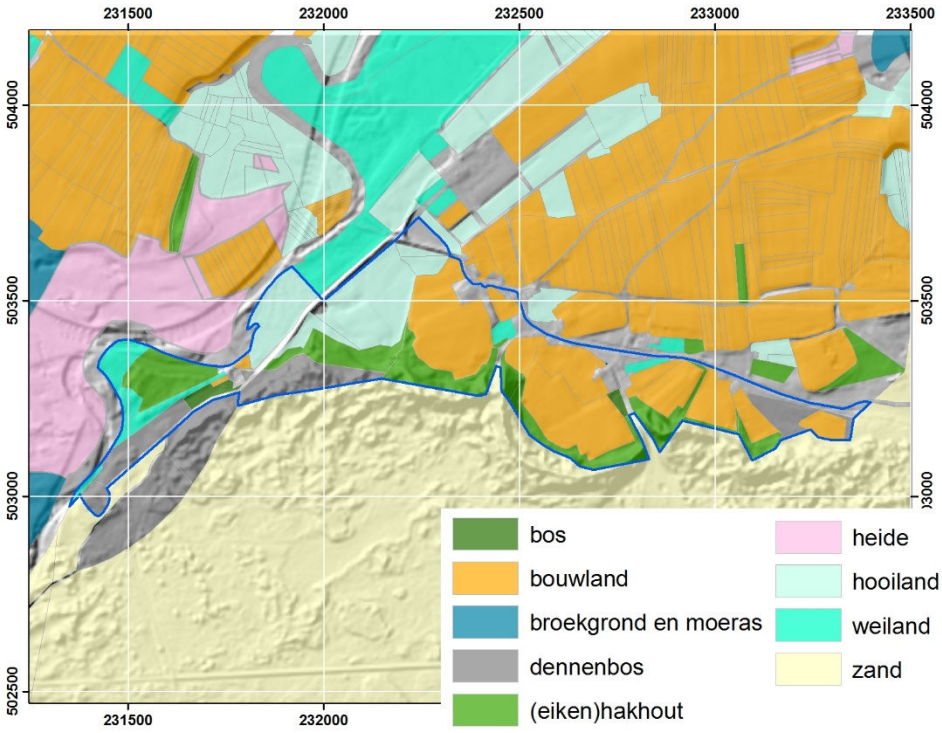
Rapportage
De rapportage is gestructureerd naar deelgebieden en zoekgebieden per deelgebied waarbij achtereenvolgens 'Bosstructuur, vegetatie en flora', 'Bodem' en de conclusie ten aanzien van 'Habitattypen' worden beschreven. Per deelgebied wordt de totale oppervlakte habitattype samengevat en worden 'Representativiteit', 'Structuur' en 'Functie' besproken inclusief eventuele knelpunten, uitgaande van de in § 2.2.2 geformuleerde aandachtspunten, en zo mogelijk gekoppeld aan maatregelen.

Soorten (vaatplanten en mossen) worden in principe aangeduid met hun Nederlandse namen (zie hiervoor bijvoorbeeld www.verspreidingsatlas.nl), evenals vegetatietypen (zie hiervoor het profielendocument). Een uitzondering is gemaakt voor braamsoorten waarvan ook de wetenschappelijke naam is opgenomen (volgens Van de Beek et al., 2014).

3 Deelgebied Beerze

3.1 Kenschets en boshistorie

De havezate van het oude landgoed Beerze werd in 1736 gekocht door Johan Werner van Pallandt die daarmee ook markerichter werd van de marke van Beerze[9]. Deze havezate is in het midden van de 18de eeuw afgebroken (Neefjes et al., 2011: 273). De marke van Beerze is verdeeld in 1848 (Demoed, 1987). Het huidige landgoed Beerze is een heide- en stuifzandontginning uit 1923 (Neefjes et al., 2011).



Figuur 3.1 *Deelgebied Beerze. Kadastrale kaart 1832 met toponiem 'Zand Kampen' blauwomlijnd.*

Het deelgebied Beerze omvat de zone bossen en aangrenzende landbouwgronden die in 1832 zijn opgenomen in een deel van Ambt Ommen sectie E (Beerze), aangeduid als 'Zand Kampen' (perceelnummers E215-275) (fig. 3.1). Deze zone ligt tussen de grote, uit de Middeleeuwen stammende bouwlanden ('De Esch') en het Beerzerzand. De kleinschalige bouwlanden (kampen) van de Zandkampen zijn ontgonnen in de latere Middeleeuwen en Nieuwe Tijd (Neefjes et al., 2011: 251). De strook oud bos ligt rond de bouw- en hooilanden van de Zandkampen in de overgang naar het direct hieraan grenzende stuifzandlandschap. Ook het bos bij de herberg De Goede Vrouw langs de Vecht is onderdeel van de Zandkampen; dit bos ligt nu op het terrein van camping De Roos. Op de Hottinger-kaart (eind 18de eeuw) is deze bosstrook schetsmatig weergegeven waaruit de

[9] http://www.hko-ommen.nl/userfiles/De%20Marke%20Beerze.pdf (Gerrit Hesselink, De marke van Beerze 1). Hierin wordt Jan Warner van Pallandt genoemd als koper, 'sinds 1706 Heer van Eerde', waarmee Johan Werner van Pallandt bedoeld zal zijn. Adolf Werner (1780-1848), een kleinzoon van August Leopold van Pallandt (een neef van Johan Werner die met Eerde werd beleend na het overlijden van Johan Werner) is geboren in Beerze en was er de laatste markerichter. Broer Andries (1781-1827) was in die tijd (van de eerste kadastrale opmeting) Heer van Eerde (SB4, 2009).

karakteristieke samenhang met de randwal echter niet blijkt. De kadastrale kaart 1832 geeft de omvang en landschappelijke positie van de boszone in detail weer. Het bestaat dan vrijwel geheel uit particulier hakhout (klasse 3; deels eigendom van baron Van Pallandt van Beerse), aan de westzijde overgaand in dennenbos (fig. 3.1), destijds ook eigendom van Van Pallandt. De overgang naar de stuifzanden van de marke van Beerze (het Beerzerzand) is scherp[10] en veelal gemarkeerd door een hoge stuifwal, een zgn. randwal, ontstaan door het inplanten van eik op het daardoor steeds meer zand invangende en hoger wordende landduin, door instuiving vanuit het Beerzerzand[11]. Uit de TMK blijkt dat het Beerzerzand tot aan de latere spoorlijn vanaf het midden van de 19de eeuw volloopt met bos, op de topografische kaart van 1904 aangegeven als naaldbos (dennenbos) (fig. 3.2). Het kaartbeeld van de TMK kan hier dus niet zonder meer als referentie voor 'oude bosgroeiplaatsen' worden gebruikt (Bijlsma et al., 2010). In plaats daarvan gebruiken wij de kadastrale kaart van 1832.

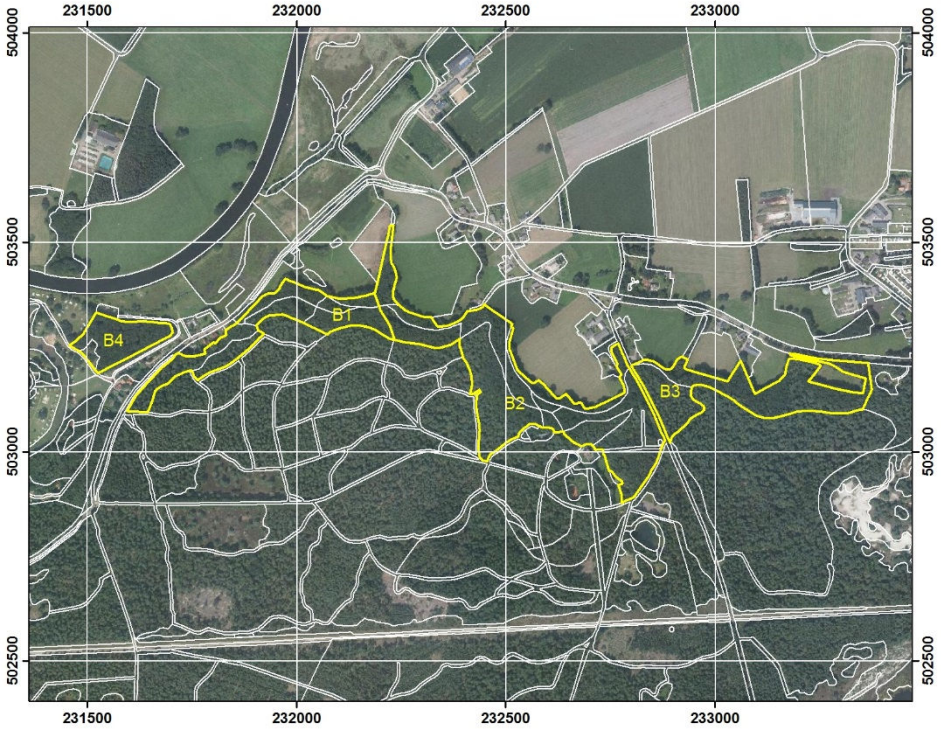


Figuur 3.2 *Deelgebied Beerze. Topografische kaart 1904. Duidelijk zichtbaar zijn de smalle strook (lichtgroen) eikenhakhout op de overgang van stuifzandgebied en Vechtdal en grote oppervlakten (donkergroen) dennenbos in het aangrenzende Beerzerzand. Alleen de strook hakhout vormt een oude bosgroeiplaats.*

Op grond van deze kaartbeelden onderscheiden we de volgende zoekgebieden (fig. 3.3):

- B1: strook voormalig hakhout, doorlopend in dennenbos op de kadastrale kaart 1832, grenzend aan (de hooilanden van) het Vechtdal;
- B2: strook voormalig hakhout op de kadastrale kaart 1832 ten westen van de Beerzerpoort, grenzend aan de bouwlanden van Beerze;
- B3: strook voormalig hakhout op de kadastrale kaart 1832 ten oosten van de Beerzerpoort, grenzend aan de bouwlanden van Beerze;
- B4: hakhoutbos langs (oude loop van) de Vecht bij voormalige herberg De Goede Vrouw.

[10] Zie Neefjes et al. (2011: 117) voor de markenkaart van het Vechtdal.
[11] Zie Koster (1968) en Bijlsma (2002) voor de ontstaanswijze van randwallen op de Veluwe, en Bruins (1981) en Goutbeek (2015) voor de relatie met 'stikwallen' in het Vechtdal.



Figuur 3.3 *Deelgebied Beerze. Begrenzing (geel) en ligging van zoekgebieden (B1 - B4). Ondergrond: luchtfoto zomer 2015 en topografie.*

3.2 Toestand zoekgebieden

3.2.1 Zoekgebied B1

Vegetatie, bosstructuur en flora
De hakhoutstrook zoals zichtbaar op de kadastrale kaart heeft volgens de vierde bosstatistiek hoofdboomsoort inlandse eik (kiemjaar 1911). Sporen van voormalige hakhoutcultuur zijn in het veld nog zichtbaar als dode stoven en eiken met opvallend verbrede voet (spaartelgen). De vrijwel vlak liggende onderrand van de bosstrook bestaat uit zomereik (30-50 cm dbh) en een open struiklaag met hulst, sporkehout, Amerikaanse vogelkers, kamperfoelie en plaatselijk hazelaar. In de kruidlaag (ca. 30% bedekking) is brede stekelvaren overal aanwezig en plaatselijk klimop, lelietje-van-dalen, dalkruid, salomonszegel en mannetjesvaren.

In de aan de hooilanden grenzende bosrandzone komen soorten voor van rijker bos zoals tweestijlige meidoorn en de oudbossoort donkere pluimbraam (*Rubus silvaticus*). Deze braam heeft zich vanuit de onderrand verder verspreid binnen zoekgebied B1 tot op de kruin van de randwal. Ter hoogte van camping De Roos komt schildhaagbraam (*Rubus scidularum*) voor die karakteristiek is voor overgangen van stroomgebieden en hogere zandgronden (zie § 7.1).

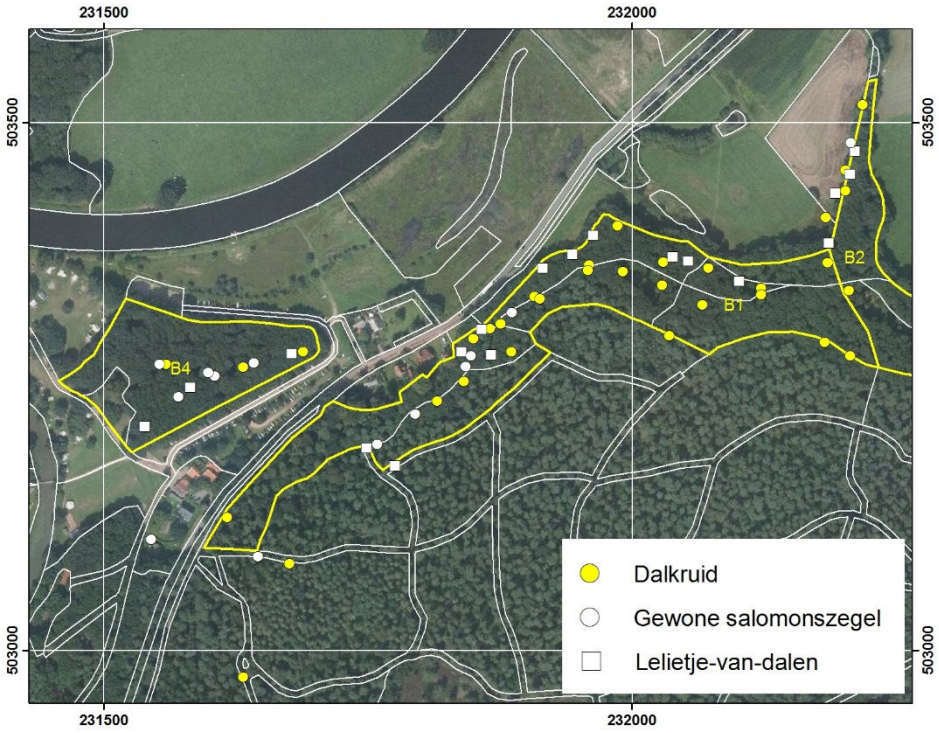
Het hellingbos tot aan het pad over de kam van de randwal ('randwalbos', zie § 8.1) bestaat uit zomereik (30-40 cm dbh), plaatselijk ook ruwe berk, met een struiklaag van lijsterbes, hulst, krentenboompje en sporkehout en een kruidlaag waarin brede stekelvaren domineert (40-60%)(fig. 3.4). Verder komt naast bochtige smele ook blauwe bosbes, dalkruid en salomonszegel voor, de laatste vooral langs paadjes (fig. 3.5). Zowel op de kam van de randwal als in de helling zijn plekken eikvaren aanwezig.

De westpunt van het zoekgebied heeft volgens de bosstatistiek hoofdboomsoort grove den (kiemjaar 1910). Grove den is hier nog als scherm aanwezig met spontaan gevestigde zomereik in de tweede boomlaag; aan de voet van de noordhelling (langs het fietspad) staan enkele zware, meerstammige beuken. Hier treedt ook verjonging op van beuk. Het bos achter (ten zuiden van) de kam van de

randwal heeft een boomlaag van grove den waarin zomereik zich spontaan vestigt maar nog nergens codomineert.



Figuur 3.4 *Deelgebied Beerze, zoekgebied B1. Pad aan de voet van de noord-geëxponeerde randwal (foto oktober 2017).*



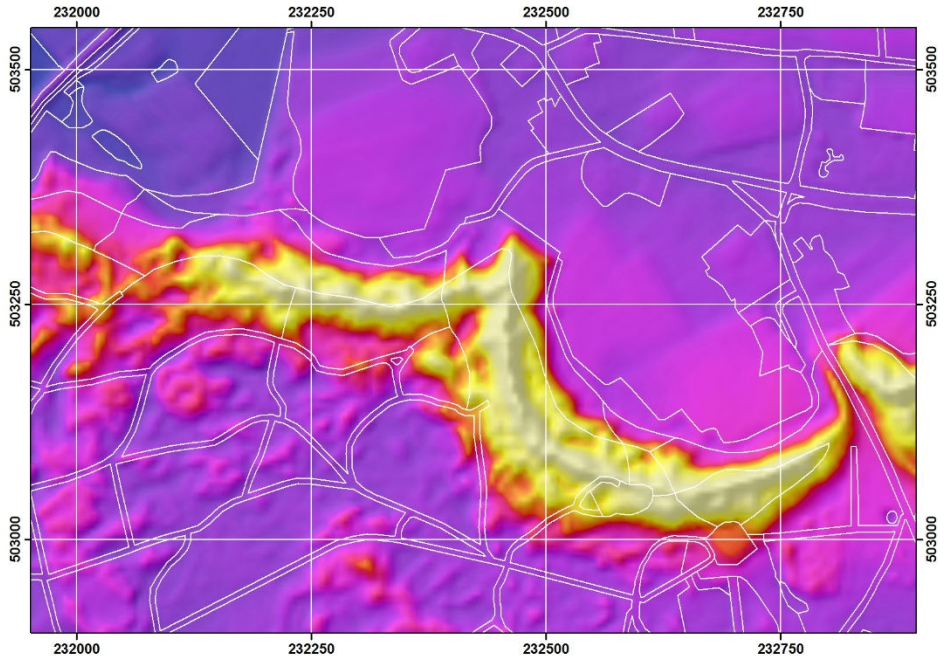
Figuur 3.5 *Deelgebied Beerze. Verspreiding van dalkruid, salomonszegel en lelietje-van-dalen in de zoekgebieden B1 en B4 (geelomlijnd)(bron: Provincie Overijssel; luchtfoto zomer 2015).*

Bodem
De vrijwel vlakke onderrand van het zoekgebied wordt geomorfologisch gerekend tot de eenheid dekzandruggen (al dan niet met oud bouwlanddek). De randwal en aansluitend stuifzandlandschap tot hoge landduinen en naar het westen toe tot lage landduinen. Het gehele zoekgebied ligt volgens de bodemkaart 1:50,000 op Zd21-VIII (duinvaaggrond; zie zoekgebied B3 Bodem voor discussie), aan de Vechtdalzijde grenzend aan fAfk-III/IV (roodoornige kleiige Vechtdalgronden) wat de rijkere ondergroei in de onderrand van de bosstrook verklaart.

Habitattypen
Het randwalbos van de gehele oude bosgroeiplaats incl. de westpunt met grove den als scherm moet worden gerekend tot een arme vorm van het beuken-eikenbos op grond van de verspreid aanwezige rijkere flora-elementen (salomonszegel, lelietje-van-dalen) en de, vooral in de onderrand goede groei van eik. Door bodemvorming en langdurige inwaai van stof uit de aangrenzende ontginning is een rijkere groeiplaats ontstaan dan aanwezig op een typische duinvaaggrond en ook de rijkere ondergrond in de onderrand met voormalige Vechtinvloed heeft hieraan bijgedragen (zie voor nadere bodeminformatie deelgebied B3). Wij rekenen de gehele gradiënt van het door zomereik gedomineerde deel van het zoekgebied daarom tot H9120 (fig. 3.13).

3.2.2 Zoekgebied B2

Dit zoekgebied bestaat uit een smalle strook oud bos in de noordhelling van de randwallen (randwalbos) langs de ontginning en het ten zuiden van de randwallen gelegen parklandschap van landgoed Beerze. Het rond het landhuis in een halve cirkel gelegen bos (beoordeeld voor zover Natura 2000-gebied) is een parkbos met opgaande Amerikaanse eik, esdoorn en fijnspar met een ondergroei van rododendron, deels gelijkjarige beuk gemengd met Amerikaanse eik. Dit bos ligt niet op een oude loofbosgroeiplaats (het bos op de TMK is jong dennenbos; zie § 3.1) en kwalificeert ook vanwege de bosvegetatie niet als habitattype. De bespreking van B2 beperkt zich daarom tot de zone oud loofbos (vergelijk fig. 3.2 en 3.3).



Figuur 3.6 *Deelgebied Beerze. Reliëf van zoekgebied B2 met randwallen aan de stuifzandzijde van twee oude bouwlanden. De kam van de randwallen markeert de grens van de door zomereik gedomineerde zone in de noordhellingen van de wallen.*

Vegetatie, bosstructuur en flora
In zoekgebied B2 ligt een smalle zone oud bos met zomereik in twee halvemaanvormige zones (fig. 3.6 en vergelijk fig. 3.2) in de noordhellingen van randwallen van twee oude bouwlanden van de ontginning van Beerze. Deze zone wordt aan de zuidzijde begrensd door de kruin van de randwal.

Het randwalbos in deze zone komt overeen met dat van zoekgebied B1 met dominantie van brede stekelvaren in de kruidlaag en verspreide, plekken met hoge blauwe bosbes. De boomlaag bestaat uit zomereik (kiemjaar 1911 volgens vierde bosstatistiek; 20-40 cm dbh). In de onderrand staan verspreid zwaardere eiken dan in het hellingbos (fig. 3.7). In de open struiklaag komt hulst verspreid voor, samen met sporkehout en lijsterbes (fig. 3.8); Amerikaanse vogelkers en Amerikaans krentenboompje zijn nergens dominant aanwezig. De zuidhelling van de randwal heeft een scherm van grove den en een struiklaag, deels tweede boomlaag met spontaan gevestigde zomereik; de kruidlaag wordt gevormd door bochtige smele; brede stekelvaren is hier schaars.



Figuur 3.7 *Deelgebied Beerze, zoekgebied B2. Pad aan de voet van de noord-geëxponeerde randwal (foto oktober 2017).*

Dalkruid, salomonszegel en eikvaren komen verspreid voor in de zone met oud eikenbos, vergelijkbaar met zoekgebied B1. Lelietje-van-dalen is echter vrijwel afwezig evenals bramen; donkere pluimbraam is nergens aangetroffen. De stamvoet van enkele eiken langs het pad in de onderrand is geheel begroeid met knikkend palmpjesmos, karakteristiek voor oud bos met dikke bomen. Ook de aanwezigheid van neptunusmos in steilkantjes van de noordhelling is een indicator voor oude bosgroeiplaatsen.

Bodem
De gehele oude bosstrook ligt volgens de bodemkaart 1:50,000 op Zd21-VIII (duinvaaggrond), in de onderrand grenzend aan oud bouwland bEZ21-VII (bruine enkeerdgrond). Dit type relatief rijke enkeerdgrond komt in het onderzoeksgebied alleen langs de Vecht voor). De duinvaaggronden in de eikenzone aan de noordzijde van de randwallen zijn langdurig verrijkt door inwaai vanuit de bouwlanden (zie zoekgebied B3 voor nadere bodeminformatie).



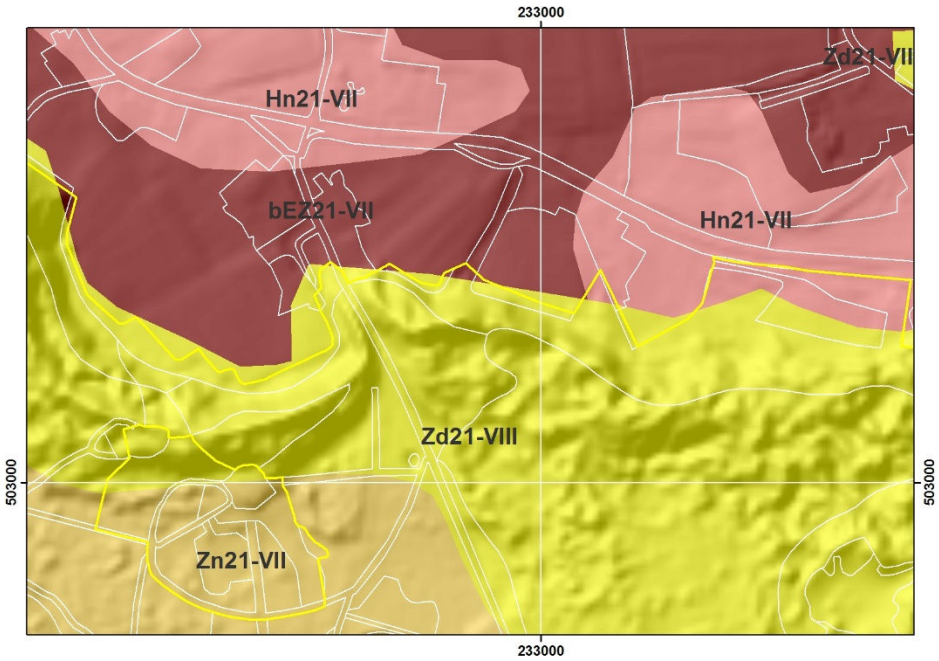
Figuur 3.8 *Deelgebied Beerze, zoekgebied B2. Noordhelling vanaf kam van randwal langs oud bouwland (net geploegd). Het eikenbos met hulst heeft een kruidlaag waarin brede stekelvaren domineert (foto oktober 2017).*

Habitattypen
Evenals in deelgebied B1 rekenen wij de gehele oudboszone in de noordhelling van de randwallen met zomereik tot een arme vorm van het beuken-eikenbos en daarmee tot H9120. De bosontwikkeling in de zuidhelling van de randwal verloopt onder grove den in de richting van het berken-eikenbos (zie ook zoekgebied B3).

3.2.3 Zoekgebied B3

Vegetatie, bosstructuur en flora
De door zomereik gedomineerde smalle boszone in zoekgebied B2 zet zich aan de oostzijde van de Beerzerpoort (zoekgebied B3) voort in de steile noordhelling van de randwal van het oude bouwland van Beerze. Op de kadastrale kaart van 1832 ligt hier de grens van de zone met hakhout in de randwal en op de bodemkaart eindigt hier de aangrenzende zone met bruine enkeerdgronden (fig. 3.9). Naar het oosten toe worden de landduinen lager en is geen sprake meer van een duidelijke randwal. Op de bodemkaart liggen hier in de aangrenzende ontginning veldpodzolgronden (Hn21) met grasland en bouwland zonder dikke eerdlaag wat wijst op een historisch minder intensief landgebruik.

De vegetatie in de noordhelling van de randwal is qua structuur en samenstelling vergelijkbaar met die in de zoekgebieden B1 en B2. Zomereik (kiemjaar 1930 volgens vierde bosstatistiek) is dominant in de boomlaag (25-40 cm dbh), met verspreide meerstammige ruwe berk (hakhoutvorm); de struiklaag is open (ca. 20-30% bedekking) met ruwe berk, lijsterbes, sporkehout, hulst (tot 3 m hoog), krentenboompje en Amerikaanse vogelkers. In de kruidlaag domineert brede stekelvaren en plaatselijk hoge blauwe bosbes. Aan de oostzijde ligt in de vlakke onderrand een opgaand eikenbos met kenmerken van voormalig hakhout (spaartelgen, 25-50 cm dbh; eveneens kiemjaar 1930 volgens vierde bosstatistiek)(fig. 3.10). Dit correspondeert niet met hakhout op de kadastrale kaart 1832 maar is kennelijk nadien aangelegd. In de overgang naar het landduincomplex is een dichte struiklaag van hulst aanwezig.



Figuur 3.9 *Deelgebied Beerze, zoekgebied B3 (en oostdeel van B2). De scherp afgetekende randwal op de grens van stuifzanden (Zd21) en ontginning is geassocieerd met oude bouwlanden (bEZ21) van de ontginning van Beerze. De Beerzerpoort vormt een opening tussen deze randwallen.*



Figuur 3.10 *Deelgebied Beerze, zoekgebied B3. Meest oostelijk gelegen deel van habitattype H9120 in de onderrand van de landduinen van het Beerzerzand, grenzend aan graslanden van de ontginning van Beerze (foto oktober 2017).*



Figuur 3.11 *Deelgebied Beerze, zoekgebied B3. Zuidhelling van randwal en landduincomplex met stuifzandbebossing in het bochtige smele-stadium van successie. Klonen blauwe bosbes (links) en spontane vestiging van zomereik (rechts) wijzen op een ontwikkeling naar berken-eikenbos (foto's oktober 2017).*

De zuidhelling van de randwal heeft een scherm van oude grove den (vliegdennen), een open tweede boomlaag van zomereik (tot ca. 6 m hoog) en een struiklaag van sporkehout, ruwe berk en Amerikaanse eik (afkomstig uit het parkbos van landgoed Beerze). Brede stekelvaren is opvallend schaars in vergelijking met het eikenbos van de noordzijde van de randwal (zie paragraaf Bodem). De successie van deze stuifzandbebossing verloopt in de richting van berken-eikenbos (en habitattype H9190 Oude eikenbossen) en verkeert in het vroege bochtige smele-stadium (80-90% bedekkend) met al enige ontwikkeling naar het bosbes-stadium, gezien de verspreid aanwezige bosbesklonen van 3-10 m doorsnede (fig. 3.11). Deze successiereeks is kenmerkend voor de ontwikkeling van humusprofiel en vegetatie van stuifzandbebossingen (Emmer, 1995; Bijlsma et al., 2005).

De flora komt overeen met die van zoekgebied B2. Lelietje-van-dalen is niet aangetroffen. Eikvaren vormt plaatselijk grote klonen zowel in de noordhelling op de kam van de randwallen als in de zuidhelling met zich ontwikkelend berken-eikenbos. Meer nog dan in zoekgebied B2 komt rond de voet van eiken in de onderrand knikkend palmpjesmos voor en is neptunusmos aanwezig in humeuze steilkantjes en op dood hout.

Bodem

De bodem van de oude bosstrook in de noordhelling van de randwal is volgens de bodemkaart 1:50,000 een duinvaaggrond (Zd21-VIII). De toplaag is sterk humeus met een dik ectorganisch humusprofiel (F-laag 4 cm; Hr-laag 4 cm; Hh-laag 2 cm). Dikke H-horizonten zijn een aanwijzing voor oude, langdurig ongestoorde groeiplaatsen. Onder een dunne horizont net onder de strooisellaag met bleking (uitspoeling) bevindt zich tussen 30 en 60 cm een bruinige horizont met daaronder grauw- tot geelbruin stuifzand met meer of minder humeuze ingestoven laagjes afhankelijk van de plek in de randwal (fig. 3.12 links en midden). De bruinige tussenlaag is niet het gevolg van inspoeling maar van mineralogische omzetting ('cambic' horizont[12]). Vanwege deze bodemvorming is sprake van een vorstvaaggrond. In het landduin achter de randwal is sprake van een typische duinvaaggrond (zonder bodemvorming) met een ectorganisch humusprofiel zonder H-laag en blond stuifzand beginnend

[12] In Nederland ontbreekt een klassificatieterm voor deze fase. In de FAO-klassificatie (World reference base for soil resources 2014; http://www.fao.org/3/a-i3794e.pdf) is een duinvaaggrond een 'arenosol' en leidt de verweringshorizont tot een 'cambic arenosol' dus een fase verder in ontwikkeling.

binnen 30 cm (fig. 3.12 rechts). Deze opbouw en dit contrast in bodem geldt voor het gehele randwalsysteem van Beerze.



Figuur 3.12 *Deelgebied Beerze, zoekgebied B3. Bodemopbouw van de noordhelling van de randwal onder oud eikenbos (links en midden) en van de stuifzandbebossing op landduin achter deze randwal (rechts).*

Habitattypen
In de noordhelling van de randwal wijzen de bodem met 'cambic' horizont en (grauw)bruine horizonten met humeuze laagjes op een rijkere en veel oudere groeiplaats dan de stuifzandbebossing op typische duinvaaggrond aan de zuidzijde van het randwalsysteem. Zowel bodemvorming als instuiving vanuit het Vechtdal (vorstvaaggrond) en/of inwaai van humeus bouwlanddek vanuit de ontginning hebben bijgedragen aan de rijkere groeiplaats. Het dikke ectorganische humusprofiel met Hh-laag van het randwalbos verklaart, samen met de noordgeëxponeerde ligging, de dominantie van brede stekelvaren. Beide factoren dragen bij aan goede en stabiele vochtvoorziening, vergelijkbaar met die van dik dood hout: een optimaal vestigingsmilieu voor brede stekelvaren (De Waal et al., 2001).

Vanwege de groeiplaatsverschillen tussen randwalbos en (relatief oude) stuifzandbebossing, zowel bodemkundig als vegetatiekundig (soortensamenstelling en structuur), rekenen we, evenals in deelgebieden B1 en B2, het randwalbos tot een arme vorm van het beuken-eikenbos en daarmee tot habitattype H9120. Hoewel de bosontwikkeling in de zuidhelling van de randwal onder grove den verloopt in de richting van het berken-eikenbos is hier nog geen sprake van habitattype Oude eikenbossen (H9190).

3.2.4 Zoekgebied B4

Vegetatie, bosstructuur en flora
Het huidige bos van zoekgebied B4 op het terrein van camping De Roos komt in vorm en omvang geheel overeen met perceel E268 in 1832. Het lag toen tegenover herberg De Goede Vrouw (zie fig. 3.2); zowel de herberg als het bos waren eigendom van baron Van Pallandt van Beerse en onderdeel van de 'Zandkampen' waartoe ook de andere deelgebieden behoorden (fig. 3.1). Van de 2.119 ha van het bosje werd 1.059 gerekend tot klasse 2 en 1.060 tot klasse 3.

Het grootste (oostelijke) deel van het bos heeft nog het karakter van een ooibos met hoofdboomsoort eik (kiemjaar 1921 volgens de vierde bosstatistiek) maar ook met es in de boomlaag; de struiklaag bestaat uit eenstijlige meidoorn, kardinaalmuts, rode kornoelje en hop en in de kruidlaag zijn dauwbraam en zevenblad aspectbepalend; zwarte braam ontbreekt. Het noordwestelijk deel is evenals

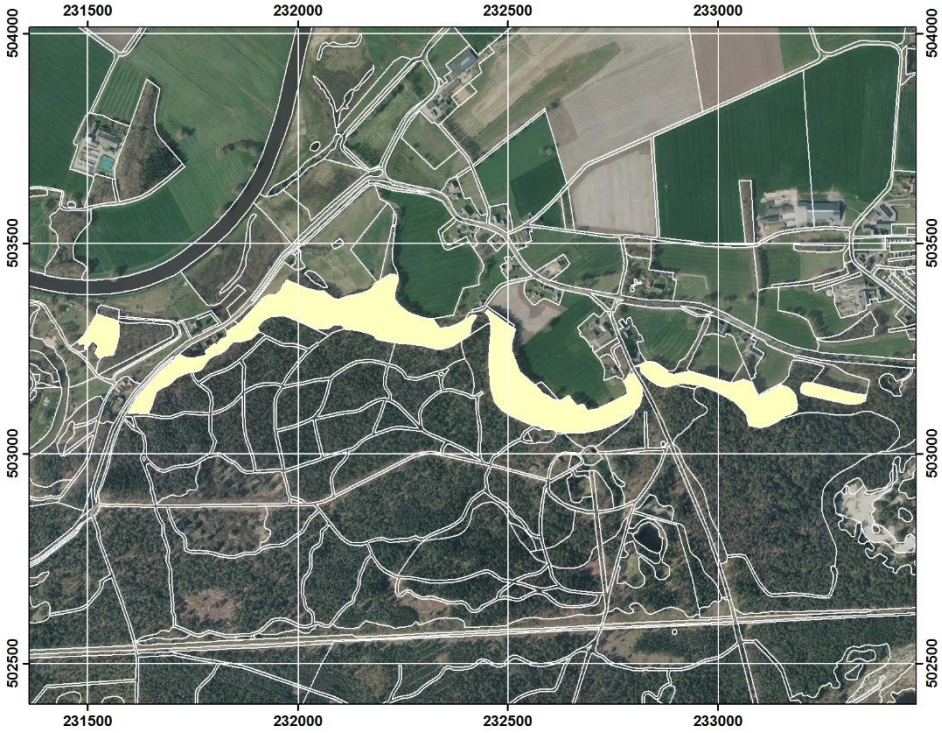
de rest van het bos begreppeld, maar ligt iets hoger en is als 'vechtdalbos' te beschouwen (zie § 8.1) met eik (60%) en een enkele es (15%) in de boomlaag en naast ooibosrelicten zoals meidoorn en aalbes ook met een onmiskenbare beuken-eikenbos component: pluimkambraam (*Rubus umbrosus*) dominant (tot 70% bedekkend), lelietje-van-dalen, salomonszegel, dalkruid en stekelvaren in de kruidlaag (vergelijk fig. 3.5) en met lijsterbes en hulst in de struiklaag. De mantelvegetatie in de westrand bestaat geheel uit pluimkambraam.

Bodem
De bodem is een verdroogde roodoornige Vechtdalgrond (fAFk-III/fAFk-VI volgens de bodemkaart 1:50,000).

Habitattypen
Het zich als beuken-eikenbos ontwikkelde en verder ontwikkelende deel kan als H9120 worden beschouwd waarvoor lelietje-vandalen, salomonszegel, dalkruid en vooral dominantie van pluimkambraam goede indicatoren zijn.

3.3 Begrenzing habitattypen

In deelgebied Beerze is 11.8 ha habitattype Beuken-eikenbossen met hulst (H9120) aangetroffen (fig. 3.13). Het betreft overwegend opgaand randwalbos (11.2 ha) dat zich heeft ontwikkeld uit eikenhakhout op de noordhelling van op de hoog ingestoven stuifzandrand op de grens van ontginning en Beerzerzand. Daarnaast komt er in B4 een kleine oppervlakte vechtdalbos voor.



Figuur 3.13 *Deelgebied Beerze, voorgestelde habitatkaart Beuken-eikenbossen met hulst (H9120).*

Er is geen habitattype Oude eikenbossen (H9190) vastgesteld. Vanuit de eikenbossen van H9120 vindt wel al langere tijd in de aangrenzende stuifzandbebossing verjonging plaats van eik en ontwikkeling van eiken-berkenbos wat op middellange termijn H9190 kan opleveren.

3.4 Knelpunten en herstel- en beheeropties

Representativiteit

- De Beerser randwalbossen (zoekgebieden B1 - B3) zijn ontstaan door het langdurig inplanten van eik in een (daardoor) steeds hogere stuifwal op de grens van ontginning en stuifzand. Door deze achtergrond blijft H9120 in de vorm van randwalbos een arme vorm van beuken-eikenbos met inherent langzaam groeiende bomen en een trage vegetatie-ontwikkeling waarin de oudbossoorten dalkruid, salomonszegel karakteristieke flora-elementen zijn. Lelietje-van-dalen is een relatief rijk element. Eikvaren is als karakteristieke soort van (rand)wallen eveneens goed ontwikkeld aanwezig. De ontwikkeling van de struiklaag verschilt niet veel van die in berken-eikenbossen en stuifzandbossen, met lijsterbes, sporkehout en hulst als belangrijkste soorten. Afwijkend ten opzichte van de typische vorm van beuken-eikenbos is dat beuk nog nauwelijks een rol speelt, adelaarsvaren ontbreekt en zwarte bramen opvallend schaars voorkomen. Dit beschouwen wij niet als knelpunt maar inherent aan de in dit deelgebied betrekkelijk geïsoleerd verlopende ontwikkeling op een relatief arme groeiplaats.
- Brede stekelvaren is in de zoekgebieden B1 - B3 dominant aanwezig dankzij het dikke humusprofiel en relatief koele bosklimaat van de noordhellingen van de randwallen. Wij beschouwen stekelvarendominantie hier niet als aanwijzing voor vermesting wat niet wegneemt dat stikstofdepositie deze ontwikkeling mogelijk faciliteert. In de aangrenzende oude stuifzandbebossingen (met vergelijkbare N-depositie) speelt stekelvaren een ondergeschikte rol.

Structuur

- De boomlaag van de spaartelgenbossen op de randwallen blijft vooralsnog gedomineerd door eik. Het aandeel opgaande, dikke bomen (30-40 cm dbh) is aanzienlijk dankzij het extensieve beheer en een rijkere groeiplaats dan typisch is voor eiken-berkenbos (en H9190). Op middellange termijn zal eik gezien het huidige bestand en de geringe aanwezigheid van beuk een hoofdrol blijven spelen in het randwalbos; nader onderzoek en monitoring kan duidelijkheid geven over het perspectief van eik en het randwalbos op de langere termijn (bijv. gezien huidige leeftijdsverdeling).
- Bij het geleidelijk opener worden van het kronendak door uitval van eiken zal de struiklaag profiteren waarbij moet worden voorkomen dat Amerikaanse vogelkers en krentenboompje sterk toenemen. Streng beheer op exoten is nog relatief makkelijk en goedkoop doordat invasieve soorten nog nergens sterk op de voorgrond treden: periodiek verwijderen van zaailingen van Amerikaanse vogelkers, Amerikaans krentenboompje en Amerikaanse eik door regulier beheer (SNL) is nodig, met speciale aandacht voor deelgebied B3 met vestiging van Amerikaanse eik vanuit landgoed Beerze.
- Herinvoeren van hakhoutbeheer door het afzetten van spaartelgenbos op de randwallen is af te raden omdat 1) aanzienlijke sterfte van eik zal optreden, 2) verarming van de toch al nutriëntenarme standplaats zal plaatsvinden, 3) hakhoutbeheer in dit gebied geen bijdrage levert aan karakteristieke natuurkwaliteit van H9120. Er is geen duidelijk knelpunt waarvoor hakhoutbeheer een oplossing is.

Functie

- Vrijwel al het voor H9120 kwalificerend randwalbos wordt gerekend tot beheertype N15.02 (Dennen-, eiken- en beukenbos), ook op landgoed Beerze; alleen de onderrand van B3 is N16.03 (Droog bos met productie). Houtoogst speelt geen rol en is geen knelpunt.
- Door de hakhoutachtergrond van het randwalbos met hoofdboomsoort eik en het extensieve beheer is er wel sprake van natuurlijke sterfte maar nauwelijks van natuurlijke bosdynamiek. Structuurverbeterende maatregelen (zoals maken van open plekken) zijn echter niet nodig dankzij de relatief goede bosstructuur (diameterverdeling eik, gelaagdheid o.a. met sporkehout, hulst en lijsterbes in struiklaag) en zelfs ongewenst vanwege een grote kans op toenemende randinvloeden in de smalle boszone en invulling door Amerikaanse vogelkers en krentenboompje.
- Het faciliteren van natuurlijke dynamiek in de smalle randwalzone door uitbreiding van H9120 is fysiek niet mogelijk; de potentiële groeiplaats (ontginningszijde en kam van randwal) is

bezet. Kwaliteitsverbetering is wel mogelijk door in te zetten op ontwikkeling van een vegetatiegradiënt vanuit het Vechtdal met rijke mantels of struweel (in huidige scherpe onderrand van B1) naar de kam van de randwal en het reserveren van ruimte voor natuurlijke loofbosontwikkeling (eiken-berkenbos en H9190) in de aangrenzende stuifzandbebossing achter de wal. Omvorming van stuifzandbebossing met tweede boomlaag eik door het verwijderen van grove den is af te raden. Grove den faciliteert als scherm de ontwikkeling naar inheems loofbos vanuit het aangrenzend habitattype H9120 en levert op middellange termijn veel dood hout.

- Er zijn geen bodemchemische gegevens beschikbaar en er zijn, gegeven de historische achtergrond van de randwalbossen, geen aanwijzingen dat de bodemvruchtbaarheid een belangrijk knelpunt is.
- Zoekgebied B4 bevat als vechtdalbos met ooibosachtergrond nog vrij veel rijke flora-elementen. Hoewel verzuring en bodemvorming hier onvermijdelijk zijn (vandaar H9120), kunnen deze elementen nog lang aanwezig blijven als het aandeel boomsoorten met slecht verteerbaar strooisel afneemt ten gunste van bijvoorbeeld een hoger aandeel hazelaar in de struiklaag. Het is niet uitgesloten dat deze ontwikkeling spontaan verloopt (door natuurlijke uitval van eik); dominante aanwezigheid van beuk en vestiging van Amerikaanse vogelkers en krentenboompje moet worden voorkomen.

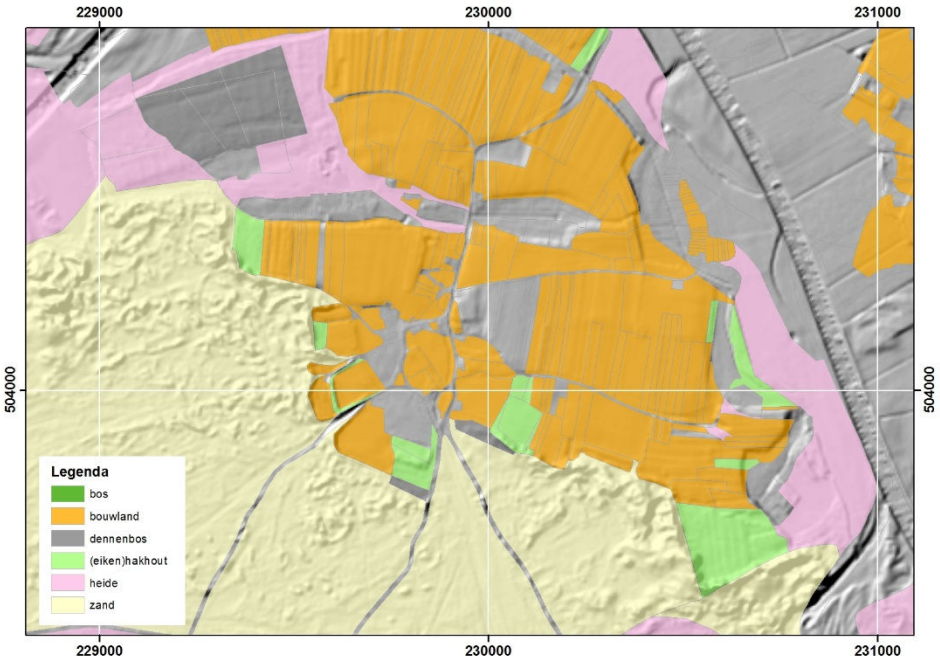
4 Deelgebied Junne

4.1 Kenschets en boshistorie

Landgoed Junne is in de 18de eeuw ontstaan uit de buurschap (marke van) Junne (Neefjes et al., 2011: 273). Het is ruim 1000 ha groot. Na het overlijden van de toenmalige eigenaresse baronesse Bentinck tot Buckhorst is het landgoed in 1938 aangekocht door de Amsterdamse Maatschappij voor Levensverzekering Amstleven (thans Delta Lloyd Groep) en werd het beboste deel van het landgoed houtteeltkundig ingericht (Meijerink, 1972). Door zijn grootte, ligging (aansluitend op terreinen van Landschap Overijssel, Staatsbosbeheer en Natuurmonumenten) en natuurwaarden neemt het landgoed een belangrijke plaats in binnen het Vecht- en Beneden-Reggegebied (Van Dijkhuizen & Greijdanus, 2012).

Het deelgebied Junne omvat de zone met oud bos grenzend aan de ontginning van het dorp in de overgang naar het direct hieraan grenzende stuifzandlandschap van de Junner Belten.

De kadastrale kaart van 1832 (Ambt Ommen sectie F) geeft het eerste gedetailleerde overzicht van landgebruik (fig. 4.1). Zowel de cultuurgronden als de bossen van Junne waren destijds voor een groot deel eigendom van een drietal grootgrondbezitters uit Almelo (J.H. Raedt, G.J.O.D. Dikkers en weduwe G.H. Auffmorth). De gronden in het winterbed van de Vecht alsook de heide en stuifzanden van de Junner Belten en het Junner Veld waren markegrond. De marke is in 1846 verdeeld (Demoed, 1987).



Figuur 4.1 *Deelgebied Junne. Kadastrale kaart 1832 met een AHN hillshade als ondergrond.*

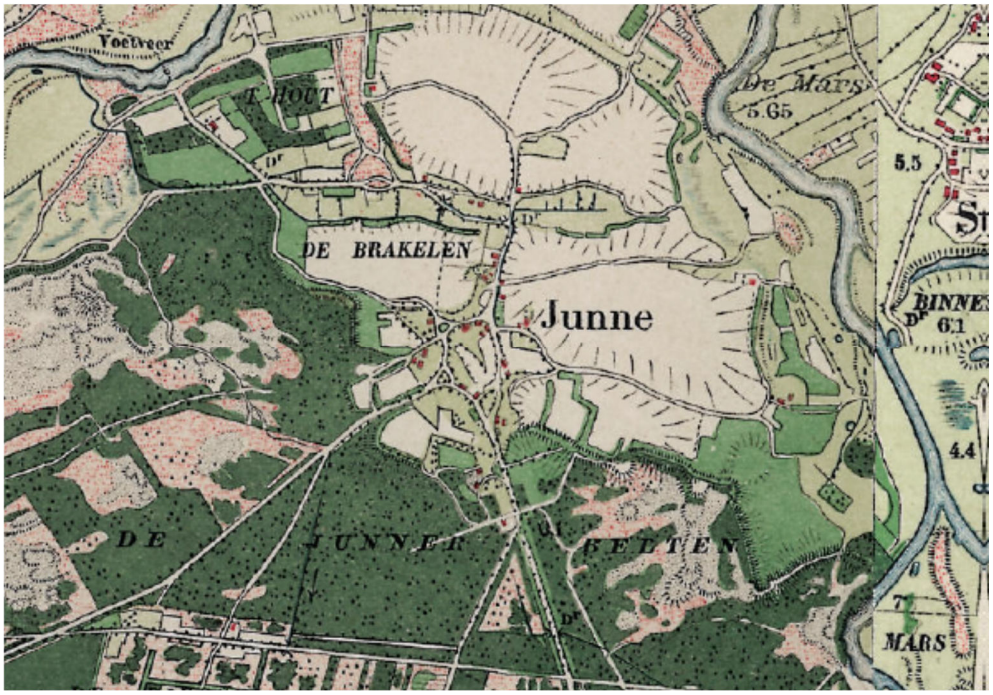
Het complex dennenbos aan de noordwestzijde van van het deelgebied (zoekgebied J1) werd aangeduid als 't Hout en bestond uit dennenbos omgeven door markegrond ('heide', te interpreteren als woeste grond in gemeenschappelijk gebruik; zie § 4.2.3). Gezien de afwezigheid van dit complex op de Hottinger-kaart en het feit dat het westdeel in 1832 nog heide was (maar wel in eigendom van Dikkers en Auffmorth) gaat het waarschijnlijk om een destijds recente bebossing. Het is opmerkelijk dat men (drie eigenaren!) destijds besloten heeft om zo dicht langs de Vecht een aanzienlijke oppervlakte dennenbos aan te leggen. In hoeverre hierbij bossages en met bomen beplante

perceelsgrenzen zijn opgenomen of als begrenzing hebben gediend, valt niet op te maken uit de kaarten maar lijkt waarschijnlijk gezien de vorm van het complex en het huidige voorkomen van diverse oudbossoorten in het westdeel en langs het oude zandpad van Junne naar de Vecht (zie ook § 4.2.1). In de periferie van de cultuurgronden rond de kern van Junne (zoekgebied J2) lagen in 1832 enkele verspreide percelen hakhout (grotendeels klasse 3; enkele singels/wallen klasse 2). De grootste oppervlakte bos bevindt zich in de zuidoosthoek van de buurschap in de rand van de Junner Belten (zoekgebied J3): ruim 4 ha hakhout klasse 3 (perceel F59, eigendom Auffmorth). Langs de Vecht, buiten het zoekgebied, ligt een sikkelvormig perceel hakhout dat momenteel ook nog als bos aanwezig is.



Figuur 4.2 *Deelgebied Junne. Topografische en Militaire kaart van ca. 1850 (TMK).*

Evenals in Beerze is er in de eerste helft van de 19de eeuw al sprake van stuifzandbebossingen die nog niet zichtbaar zijn op de kadastrale kaart van 1832 (fig. 4.2). Het kaartbeeld van de TMK kan hier dus evenmin als referentie voor oude bosgroeiplaatsen worden gebruikt. Een opvallende ontwikkeling die blijkt uit de TMK is de bebossing van bouwland grenzend aan het grote hakhoutperceel F59 (zoekgebied J3) waarbij blijkens de kadastrale kaart bouwlandpercelen van verschillende eigenaren (in 1832) betrokken zijn geweest. Het gaat hierbij om bebossing met loofhout (fig. 4.3). In de rand van bouwlandgebied De Brakelen blijken de in 1832 geïsoleerd liggende percelen hakhout opgenomen in een aaneengesloten zone loofbos. Het areaal stuifzandbossen is na 1850 verder uitgebreid (fig. 4.3). Het Hout (zoekgebied J1) dat op de TMK als geheel bebost is, blijkt deels omgevormd naar loofbos of terug naar cultuurgrond. In plaats van de TMK gebruiken we de kadastrale kaart van 1832 als referentie voor oud bos, in de wetenschap dat 't Hout in ieder geval vanaf 1900 deels loofbos was en geïsoleerde hakhoutpercelen in de periferie van Junne in dezelfde periode zijn verbonden door aanleg van loofbos.



Figuur 4.3 *Deelgebied Junne. Topografische kaart 1904. Eikenhakhout (lichtgroen) bevindt zich in de rand van de ontginning. Daarbuiten is het stuifzandgebied (Junner Belten) al voor een groot deel bebost met dennenbos(donkergroen).*



Figuur 4.4 *Deelgebied Junne. Begrenzing (geel) en ligging van zoekgebieden (J1, J2 en J3). Ondergrond: luchtfoto winter 2015 en topografie.*

Op grond van deze kaartinterpretatie onderscheiden we de volgende zoekgebieden (fig. 4.4):

- J1: Het Hout, een bebossing van woeste grond ('heide') op de grens van Vechtdal en hoger gelegen zandgronden;
- J2: geïsoleerde, later verbonden hakhoutpercelen en singels akkermaalshout, in de periferie van de cultuurgronden van Junne, grenzend aan het stuifzandgebied;
- J3: blokvormig perceel oud hakhout op de kadastrale kaart 1832, later met eenzelfde oppervlakte uitgebreid door aanleg van hakhout op bouwland.

4.2 Toestand zoekgebieden

4.2.1 Zoekgebied J1

Vegetatie, bosstructuur en flora
Het centrale deel van 't Hout bestaat uit hoog opgaande douglasspar met enkele percelen lariks en Amerikaanse eik. Het loofbos in de noordrand (ten oosten van het doorgaande oude zandpad) is door een wal begrensd aan de noordzijde. Hoofdboomsoort is gelijkjarige zomereik (25-30 cm dbh; kiemjaar 1921/1926 volgens vierde bosstatistiek), een struiklaag van 30-40% plaatselijk tot 80% van krentenboompje, sporkehout, lijsterbes en een enkele hulst; de kruidlaag bedekt tot ca. 40% met bochtige smele, kamperfoelie en brede stekelvaren. De noordrand van deze strook is opener met verspreide grove den, meer kamperfoelie en zandzegge; dit is waarschijnlijk langer heide gebleven. Het pad aan de zuidkant is bedekt met pijpenstrootje. Langs het pad buiten de wal in de noordrand is plaatselijk grote muur aanwezig en wijst ook stompe haagbraam (*Rubus lindleianus*) op een rijkere groeiplaats onder (voormalige) invloed van de Vecht. Ten westen van het doorgaande oude zandpad (naar het voormalige voetveer; fig. 4.3), loopt de strook eikenbos door met hoog-opgaande bomen (kiemjaar 1901 volgens vierde bosstatistiek) en een dichte struiklaag met krentenboompje en sporkehout. Het centrale deel aan deze westkant heeft een boomlaag van eik (kiemjaar 1921) met een aandeel grove den en lariks; de kruidlaag bestaat uit bochtige smele met een ontwikkeling naar het bosbes-stadium van successie, met kamperfoelie en brede stekelvaren. Dit karakter van een heidebebossing wordt versterkt door de zeer plaatselijke aanwezigheid van struikhei en pilzegge; anderzijds komt ook grote muur verspreid voor waaruit de nabijheid van veel rijkere standplaatsen blijkt. In het bos langs het pad in zuidrand van dit westelijke deel liggen korte, brede greppels en rabatten met eik en een rijkere ondergroei. De rijkere soorten komen ook talrijk voor langs het pad in de zuidrand: naast grote muur ook veel witte klaverzuring, dalkruid, schaduwgras en wijfjesvaren. Het bos wordt hier door een hoge wal gescheiden van een diepe (droge!) greppel.



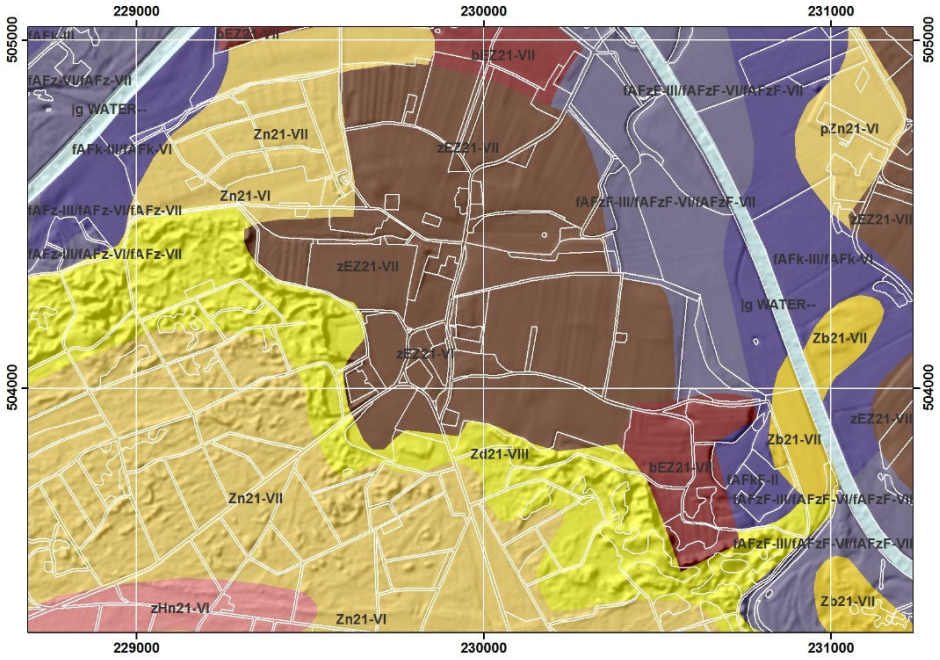
Figuur 4.5 *Deelgebied Junne. Dominantie van zegge uit de zandzegge-groep in een steilrand tussen 't Hout en het Vechtdal (foto november 2017).*

De flora van de bospercelen is overwegend arm aan soorten, karakteristiek voor heidebebossingen, met name bochtige smele, brede stekelvaren en kamperfoelie; blauwe bosbes is verspreid aanwezig; pijpenstrootje vooral op en langs de bospaden in het oostelijk deel; bramen zijn opvallend schaars. Verspreid door het gebied, maar vooral langs de paden in de rand van Het Hout komen echter ook soorten van rijkere groeiplaatsen voor. Zo in de noordrand grote muur, robertskruid, salomonszegel en bleeksporig bosviooltje en in de zuidrand de soorten genoemd onder Vegetatie en bosstructuur. Langs het oude doorgaande zandpad tussen het oostelijk en westelijk gedeelte komen ook diverse rijkere soorten (incl. oudbossoorten) voor: grote muur, lelietje-van-dalen, dagkoekoeksbloem, ruwe smele, heggenduizendknoop en donkere pluimbraam (*Rubus silvaticus*), wijzend op een rijkere inslag (voormalige Vechtinvloed). Adelaarsvaren is in 't Hout niet aangetroffen. In steilrandjes op de grens met het Vechtdal is dominantie van zegge een opvallend fenomeen (fig. 4.5; zie ook zoekgebied J3 en

deelgebied Stekkenkamp). Het betreft een soort uit de zandzegge-groep waarvan de naam nog niet duidelijk is[13].

Bodem

De bodem van het (noord)oostelijk deel onder eik is volgens de bodemkaart 1:50,000 (fig. 4.6) een vlakvaaggrond (Zn21-VII, aan noord- en westzijde GWT VI).



Figuur 4.6 *Deelgebied Junne. Bodemkaart 1:50,000 met AHN hillshade als ondergrond.*



Figuur 4.7 *Deelgebied Junne, zoekgebied J1 ('t Hout). (Delen van) bodemprofielen, de onderzijde links op beide foto's. Links: vlakvaaggrond in het deel ten oosten van de oude doorgaande zandweg vanuit Junne; opvallend is de grauwe tussenlaag (overstromingsmateriaal). Rechts: ijzerrijke vlakvaaggrond (onderdeel van roodoornige Vechtdalgronden) met een compacte, siltige (poederachtige) horizont onder een laag met sterke ijzervlekking.*

[13] Deze groep (*Carex* sectie *Ammoglochin*) wordt momenteel taxonomisch gereviseerd door Jacob Koopman. De groeivorm van het Vechtdal-materiaal lijkt op *Carex pseudobrizoides* maar de bloeiwijzen en urntjes komen hiermee niet overeen en lijken meer op die van zandzegge. Op grond van toegestuurde foto's sluit Jacob Koopman niet uit (mail september 2017) dat het gaat om de 'vergeten soort' *Carex curvata* (zie ook Koopman & Więcław, 2016). Nader onderzoek is gewenst.

Dit komt overeen met de veldwaarnemingen. De toplaag 0-15 cm is sterk humeus, daaronder (15-40 cm) bevindt zich oranje-bruin zand met vlekken (vml. oxidatie); tussen 40-70 cm is (lokaal?) een grauwbruine tussenlaag aanwezig, waarschijnlijk overstromingsmateriaal, en daaronder bevindt zich compact, oranjegeel tot bleekbruin zand met oranje vlekken (fig. 4.7 links). In het noordwestelijke deel, onder eikenbos, is de oranje vlekking tussen 40-70 cm nog feller, overgaand in een compacte en zeer bleke, siltige (droge, poederachtige) laag tussen 70-85 cm, waaronder grauwer, bleekbruin droog zand (fig. 4.7 rechts); ijzerconcreties, vaak aanwezig in roodoornige Vechtdalgronden, ontbreken. Volgens de bodemkaart valt dit deel van het gebied in kaartvlak fAFk-III/VI (Associatie van kleiige roodoornige Vechtdalgronden). De veldwaarnemingen sluiten beter aan op de zandige vorm (fAFz) waarvan sterk ijzerhoudende vlakvaaggronden onderdeel zijn.

Habitattypen
Ondanks de overwegend soortenarme kruidlaag van de eikenbossen van 't Hout waarin soorten van het eiken-berkenbos domineren, rekenen we de eikenbossen tot het beuken-eikenbos op grond van 1) het verspreid, en (nog) vooral in de randen en langs het oude, doorgaande zandpad geconcentreerde voorkomen van soorten van de rijkste vormen van beuken-eikenbos, 2) bodemkenmerken die wijzen op een rijkere groeiplaats (historisch) onder invloed van de Vecht, en 3) de goede hoogte- en diktegroei van eik en douglasspar. Hoewel de kadastrale kaart van 1832 niet wijst op een oude loofbosgroeiplaats, is het waarschijnlijk dat met bomen beplante, lijnvormige elementen (perceelscheidingen, wallen, bermen) zijn opgenomen in de heidebebossing (met 'heide' in de betekenis van woeste grond) en rekenen we het hele loofboscomplex tot H9120. Om deze reden is ook een eikenstrook met wal aan de oostkant van de Koedrift (aan de oostzijde van 't Hout) opgenomen, niet zichtbaar (anders dan als perceelscheiding) op de kadastrale kaart maar wel ingetekend op de TMK (zie fig. 4.2). Oudbossoorten in deze strook zijn grote muur, hazelaar en donkere pluimbraam (*Rubus silvaticus*).

4.2.2 Zoekgebied J2

Vegetatie, bosstructuur en flora
Zoekgebied J2 omvat de verspreide oude hakhoutpercelen en -singels rond het dorp Junne inclusief de later aangelegde, tussenliggende en aangrenzende door zomereik gedomineerde opstanden direct rond de ontginning. Het smalle noordwestelijke deel met opgaande eik (ca. 30 cm dbh; kiemjaar 1921 volgens vierde bosstatistiek) ligt aan de voet van de randwal en sluit aan op 't Hout (zoekgebied J1). Het heeft een struiklaag waarin sporkehout domineert met weinig lijsterbes en een kruidlaag met brede stekelvaren, kamperfoelie en plaatselijk veel klimop en lelietje-van-dalen; dalkruid, salomonszegel, grote muur en witte klaverzuring komen verspreid voor. De randwal zelf heeft geen rijkere flora-elementen; achter de wal en op de landduinen verjongt eik zich onder grove den. Evenals in Beerze is alleen de noordhelling betrokken als habitattype. In feite ligt het hiervoor in aanmerking komende bos vrijwel op de terreinhoogte van het bouwland (zEZ21, zwarte enkeerdgrond). Op de taluds langs de Junnerweg ('Junnerpoort') groeit zware beuk en is lelietje-van dalen plaatselijk dominant; ook eikvaren, salomonszegel en klimop zijn vrij talrijk aanwezig. Juist ten zuiden van het dorp tussen Junnerweg en Nieuwe Hammerweg ligt een vml. hakhoutperceel (klasse 3 in 1832) met opgaande eik (kiemjaar 1921 volgens vierde bosstatistiek) en een struiklaag waarin sporkehout domineert en verder krentenboompje, lijsterbes en hulst voorkomen; de kruidlaag bedekt 5-10% en bestaat uit bochtige smele en brede stekelvaren. Hieruit blijkt hoe arm ook oude bosgroeiplaatsen kunnen zijn in de landschappelijke context van stuifzand en zwarte enkeerdgronden. Ten oosten van de Nieuwe Hammerweg loopt de beschouwde strook van loofbos met zomereik en plaatselijk grove den door tot aan zoekgebied J3. In het perceel vanaf de Nieuwe Hammerweg heeft kennelijk bekalking plaatsgevonden blijkens het door het hele perceel verspreid voorkomen van grote brandnetel, vlier, koninginnekruid, vogelmuur, drienerfmuur en muursla. Naar verwachting zullen al deze soorten op termijn weer verdwijnen. Lelietje-van-dalen en salomonszegel zijn schaars aanwezig.

De flora van de bosstrook van zoekgebied J2 sluit aan op die van J1 en J3. Kenmerkend is het diffuus voorkomen van rijkere flora-elementen in een overwegend soortenarme kruidlaag met zuurminnende soorten waarin zelfs blauwe bosbes weinig voorkomt. Grote muur, witte klaverzuring en lelietje-van-dalen zijn de relatief rijke elementen afkomstig uit aangrenzende terreindelen (zoals 't Hout) met (voormalige) invloed van de Vecht; ook klimop wijst in deze richting. Oude infrastructuur met

beplante bermen fungeert als corridor voor bosplanten (Bijlsma et al., 2002). Langs de hoefijzervormige oude hakhoutsingel boven de Junnerweg bevindt zich een grote populatie donkere pluimbraam (*Rubus silvaticus*; fig. 4.8). Dalkruid en salomonszegel hebben eveneens een voorkeur voor iets rijkere groeiplaatsen maar komen ook voor in de niet door de Vecht beïnvloede oude bosgroeiplaatsen en koloniseren aangrenzende jongere bebossingen, ook al gaat dit traag.



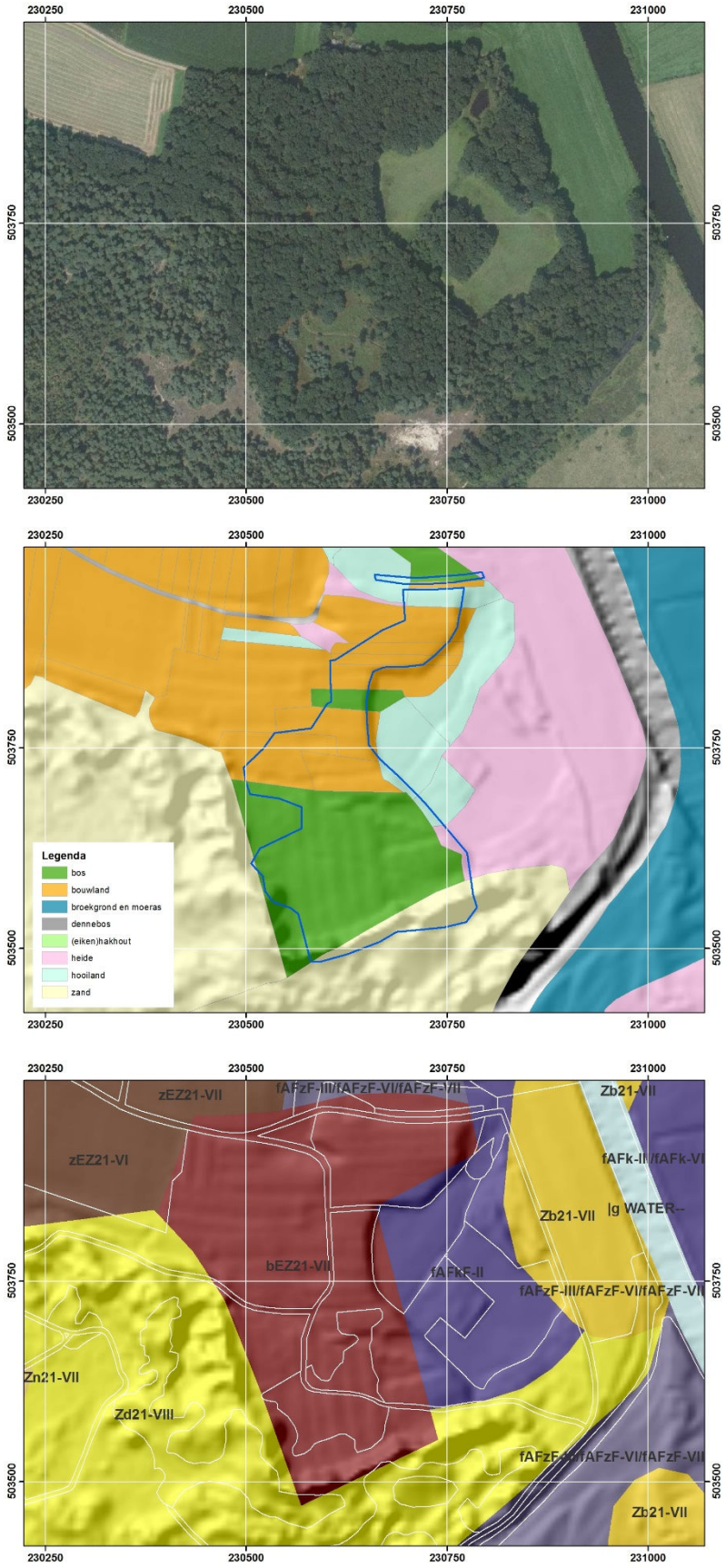

Figuur 4.8 *Deelgebied Junne, zoekgebied J2. De oudbossoort donkere pluimbraam (Rubus silvaticus) langs een voormalige hakhoutstrook (foto's september 2017).*

Bodem
De bodem van de bosstrook ten oosten van de Nieuwe Hammerweg is volgens de bodemkaart 1:50,000 (fig. 4.5) Zd21-VIII (duinvaaggrond) aan de bouwlandzijde grenzend aan zEZ21 (zwarte enkeerdgrond) en achter de zone met landduinen rond de ontginning aan Zn21-VII (vlakvaaggrond). De bovenste 0-30 cm is sterk humeus en de bodem eronder is tot 50 cm grauw gevlekt, waarschijnlijk door een eenmalige bodembewerking; vanaf 50 cm is sprake van bleek stuifzand tot onderin het profiel waar een oude inspoelingshorizont aanwezig is. Op de kadastrale kaart was dit perceel in 1832 voor de helft stuifzand; aan de bouwlandzijde was dennenbos geplant wat de sporen van bodembewerking mogelijk verklaart. De bodem van het voormalige hakhoutperceel ten westen van de Nieuwe Hammerweg heeft een tot 60 cm verwerkte bovengrond met een humusprofiel met Hh-laag; vanaf 60 cm is stuifzand aanwezig.

Habitattypen
Vanwege de verspreid voorkomende oudbossoorten, deels ook van relatief rijke beuken-eikenbossen (zoals grote muur en witte klaverzuring), de veelal omgewerkte en aangerijkte (stuifzand)bodems en de aaneengeschakelde oude bosgroeiplaatsen (eikenhakhout), rekenen we de beschouwde bosstrook tot H9120. Hieraan grenzend aan de voormalige stuifzandzijde, op typische duinvaaggronden, doet zich onder een scherm van grove den een ontwikkeling voor naar berken-eikenbos (potentieel H9190).

4.2.3 Zoekgebied J3

Vegetatie, bosstructuur en flora
Het voor habitattype in aanmerking komende loofbos in zoekgebied J3 bestaat uit drie categorieën (zie fig. 4.9 voor de diverse kaarten): 1) voormalig hakhout (volgens de kadastrale kaart 1832), grotendeels gelegen op bruine enkeerdgrond (volgens de bodemkaart 1:50,000) aan zuid- en westzijde begrensd door een hoge randwal langs het stuifzand ('akkerbos' en 'randwalbos'; zie § 8.1); 2) eikenbos op voormalig bouwland, eveneens gelegen op bruine enkeerdgrond ('akkerbos'); 3) eikenbos op voormalig hooiland en 'heide', gelegen op roodoornige kleiige Vechtdalgronden en vorstvaaggronden ('vechtdalbos'; zie § 8.1).



Figuur 4.9 *Deelgebied Junne, zoekgebied J3. Boven: Luchtfoto voorjaar 2015. Midden: kadastrale kaart 1832 op AHN hillshade met verspreiding van adelaarsvaren (blauw omlijnd). Onder: bodemkaart 1:50,000 op AHN-hillshade met topografie.*

Zoekgebied Junne 3, voormalig hakhout

Het voormalig hakhout is aan zuid- en westzijde scherp begrensd door een randwal. In feite is deze wal ontstaan door de aanwezigheid van het perceel hakhout of historisch bouwland (zie Bodem). Het is een open (spaartelgen)bos met zomereik met hakhoutsporen (dbh 20-50 cm; kiemjaar 1921/1931 volgens vierde bosstatistiek), een ijle struiklaag van vooral sporkehout en krentenboompje en een kruidlaag met dominantie van adelaarsvaren tot aan de kam van de randwal (fig. 4.10 linksboven en zie fig. 4.9 midden voor de verspreiding van adelaarsvaren). In de noordhelling van de randwal komt de oudbossoort neptunusmos voor in steilkantjes en op dood hout (evenals in Beerze, zoekgebied B2 en B3). Het centrale deel is vrijwel boomloos en bestaat geheel uit adelaarsvaren, een situatie die waarschijnlijk al teruggaat op de jaren 1950 (fig. 4.10 linksonder). Op de kam komen eikenclusters voor (fig. 4.10 rechtsboven), ontstaan door overstuiving van eikenstrubben (Den Ouden et al., 2009). Direct achter de randwal is nog steeds stuifzandvegetatie aanwezig (fig. 4.10 rechtsonder en vergelijk kaartbeeld 1954, fig. 4.10 linksonder).









Figuur 4.10 *Deelgebied Junne, zoekgebied J3. Linksboven: Open eikenbos met adelaarsvaren in voormalig hakhoutperceel begrensd door een randwal. Rechtsboven: eikenclusters op de randwal. Linksonder: topografische kaart 1954 waarop goed zichtbaar de open (als heide aangeduide) ruimte met (thans) adelaarsvarendominantie binnen de randwal en de stuifzandvegetatie buiten de randwal. Rechtsonder: stuifzandvegetatie direct achter de randwal (foto's september 2017).*

Zoekgebied Junne 3, eikenbos op bouwland

Boven het oude hakhoutperceel loopt het eikenbos momenteel door tot in de noordrand van zoekgebied J3 (fig. 4.9 boven) op voormalig bouwland (fig. 4.9 midden). Een tamelijk scherp begrensde strook hierbinnen wordt, evenals in het oude hakhoutperceel, in de kruidlaag gedomineerd door adelaarsvaren (fig. 4.9 midden). Het is waarschijnlijk dat adelaarsvaren zich vanuit het voormalig hakhout heeft uitgebreid in de voor 1850 met hakhout beplante bouwlanden; ook kan uitbreiding hebben plaatsgevonden vanuit een bosstrook in de noordrand (zie fig. 4.9 midden). Waar adelaarsvaren domineert is de struiklaag vrijwel afwezig. Een deel van dit zoekgebied op bouwland

bestaat uit coulissenbos met stroken eik en zilverspar (kiemjaar 1962 volgens vierde bosstatistiek); dit deel, dat overlapt met de verspreiding van adelaarsvaren, is niet opgenomen als kwalificerende vegetatie voor H9120. In de noord- en noordwesthoek van J3 ligt op voormalig bouwland eikenbos zonder adelaarsvaren. Onder de eiken (dbh 25-50 cm, kiemjaar 1906/1921 volgens vierde bosstatistiek) is hier een struiklaag aanwezig met krentenboompje, sporkehout en weinig Amerikaanse vogelkers; de kruidlaag bestaat uit zwarte braam (naaldroggebrummel, *Rubus scissus;* zoete haarbraam, *Rubus gratus;* geplooide stokbraam, *Rubus plicatus*: soorten van voedselarme bodem), brede stekelvaren (ca. 10% bedekkend), bochtige smele en verspreide lelietje-van-dalen.

Zoekgebied Junne 3, eikenbos op hooiland en 'heide'
Dit betreft het lager gelegen oostelijk deel van zoekgebied J3 dat het sterkst onder invloed heeft gestaan van de Vecht. Het bestaat voor het grootste deel uit grasland. In dit grasland ligt een hoger gelegen rechthoekig perceel eikenbos dat via een laagte met elzenbos is verbonden met het eikenbos op voormalig bouwland. Het eikenbos kwalificeert als habitattype H9120: onder de boomlaag eik (dbh 25-40 cm; kiemjaar 1911 volgens vierde bosstatistiek) is een vrij dichte struiklaag van krentenboompje en sporkehout en een kruidlaag (5-10% bedekkend) met lelietje-van-dalen (talrijk), salomonszegel en verspreide ruwe smele; opvallend is de plaatselijke dominantie van zegge uit de zandzegge-groep (zie zoekgebied J2 en fig. 4.5). Aan de Vecht-zijde liggen twee opstanden met eikenbos met verspreide, zware, laagvertakte eiken wijzend op veel opener groeicondities dan thans. Hoewel de struiklaag overwegend bestaat uit sporkehout, lijsterbes en hulst, wijzen verspreide eenstijlige meidoorn, hazelaar en kardinaalsmuts op een rijkere groeiplaats onder invloed van de Vecht. In de kruidlaag komt veel lelietje-van-dalen voor; salomonszegel en kamperfoelie zijn ook opvallend aanwezig. Bijzonder is dat het bodemreliëf hier nog intact is. Op de kadastrale kaart 1832 wordt het landgebruik aangeduid als heide klasse 1 (tarief f 1,50 per ha), eigendom van de Junner marke. Deze aanduiding wordt gebruik voor een brede zone van gronden langs de Vecht waartoe bijvoorbeeld ook het zuidelijk deel van het Junner koeland en het Stegererhout (thans camping De Roos) werden gerekend; deze zone werd afgewisseld met landgebruik aangeduid als broekgrond klasse 2 (tarief f 3,= per ha), zoals in het Arriër koeland, de Prathoek en Binnen Mars (Stegeren)[14]. 'Heide' moet hier dus worden geïnterpreteerd als begraasd grasland en ruigte met opslag en verspreide bomen en wellicht bossages. De opstanden in de oostrand van zoekgebied J3 zijn relicten van dit landgebruik die zich spontaan hebben doorontwikkeld.

Lelietje-van-dalen is opvallend aanwezig in de meest door de Vecht beïnvloede bossen (op voormalig hooiland en heide) maar lijkt te ontbreken in het oude hakhoutcomplex. Salomonszegel komt regelmatig samen met lelietje-van-dalen voor. Dalkruid is echter heel schaars[15]. In het steilrandje in de overgang van bos naar Vechtdal in de oostrand van het zoekgebied komen valse salie, dagkoekoeksbloem en de eerder besproken zegge uit de zandzegge-groep voor. Brede haagbraam (*Rubus amisiensis*) is hier een karakteristieke regionale soort[16].

Bodem
Volgens de bodemkaart 1:50,000 ligt zowel het oude hakhoutperceel als de eikenbossen op voormalig bouwland op bruine enkeergrond (bEZ21-VII), dit in tegenstelling tot de bouwlanden rond Junne die tot de zwarte enkeerdgronden worden gerekend. De bruine enkeerdgronden komen in het onderzoeksgebied alleen voor direct langs de Vecht (zie ook deelgebied Beerze), ontstaan door plaggenbemesting met graszoden in plaats van heide-achtige vegetatie. De eerdlaag is hier minstens 50-80 cm dik of fijn, leemarm moedermateriaal. In het eikenbos op voormalig bouwland is een dik ectorganisch humusprofiel aanwezig (F-laag: 2-3 cm, Hr: 5 cm, Hh: 2 cm), met daaronder enige uitloging. Dit en het feit van een struiklaag met sporkehout en een kruidlaag met bochtige smele en enkele braamsoorten van voedselarme groeiplaatsen laat zien dat een oude bouwlandachtergrond (van voor het gebruik van kunstmeststoffen) niet leidt tot een vegetatiekundig rijker bostype. Het

[14] Opvallend is dat de aanzienlijke oppervlakten broekgrond (naast heide) langs de Vecht op de kadastrale kaart 1832 alleen voorkomen aan de noordzijde van de Vecht (tenminste van Ommen, Stad Ommen, door Ambt Ommen tot bij Rheeze, Ambt Hardenberg) waar aan de zuidzijde alleen sprake is van heide. Dit wijst op een systematisch verschil in opmeting en schatting ter weerszijden van de Vecht.
[15] Slechts één opgave in de rand van het 'coulissenbos' (bron: provincie Overijssel).
[16] Genoemd naar de rivier de Eems; vanuit het Eemsgebied rond Lingen in Nedersaksen tot in Drenthe en de hogere zandgronden van Overijssel, vrij algemeen vooral in Twente (Pedersen & Weber, 1993; http://rubus-nederland.nl).

bodemprofiel in het oude hakhoutperceel is bijzonder doordat naast een tot 50 cm dikke sterk humeuze toplaag onderin (tussen 100 en 110 cm) een heterogene, eveneens een sterk humeuze laag voorkomt (oud, overstoven bouwlanddek?) op een ondergrond van dekzand. Het is waarschijnlijk dat de scherp begrensde randwallen het gevolg zijn van 'besticking': het (her)planten van boompjes en/of takken rond bouwland om het oprukkende zand in te vangen wat resulteerde in steeds hoger wordende zandwallen. Dit systeem werd vanaf de 16de eeuw in veel marken langs de Vecht toegepast (Bruins, 1981). Het is niet duidelijk wanneer het betreffende bouwland is omgezet naar hakhout; mogelijk vormde het de start van de verdere bebossing van bouwland zoals blijkt uit de TMK.
De zandige bodems van het eikenbos op voormalige 'heide' hebben een moderachtig humusprofiel en zijn ijzerhoudend met opvallende vlekking en ijzerconcreties vanaf 50 cm. Dergelijke bodems komen veelvuldig langs de Vecht in verschillende bodemtypen voor, vaak samengenomen in de associatie van roodoornige Vechtdalgronden (fAFz of kleiige bodems zoals fAFk); in het geval van overstuiving vanuit het Vechtdal (lage duintjes) zijn deze bodems als vorstvaaggrond gekarteerd (Zb21) (fig. 4.9 onder).

Habitattypen
Vrijwel de gehele oppervlakte van door loofhout gedomineerde opstanden in fig. 4.9 (boven) rekenen wij tot H9120 met uitzondering van het 'coulissenbos' met zilverspar en het elzenbos in de laagte met graslanden (zie habitatkaart in § 4.3). Het gaat hierbij om twee typen: 1) akkerbos, geplant op oude bouwlanden (van voor het gebruik van kunstmeststoffen) inclusief het eikenhakhout al aanwezig in 1832 en 2) vechtdalbos, ontstaan of ontwikkeld uit 'heide' op bodems die sterk onder invloed stonden van de Vecht maar inmiddels een soortensamenstelling hebben en een ontwikkeling doormaken die vegetatiekundig past binnen het eikenverbond (zie § 8.2 voor nadere typering). De grote variatie in bodem, geomorfologie en verschijningsvorm van eikenbossen in de gradiënt van Vechtdal naar stuifzandlandschap maakt dit deelgebied landschapsecologisch bijzonder waardevol en voor behoud en ontwikkeling van habitattype H9120 robuust en duurzaam.

De in het oude hakhoutperceel al decennialang voorkomende open ruimte met dominantie van adelaarsvaren is ook onder H9120 gebracht vanwege de directe relatie met het historische eikenhakhout en de natuurwaarde van dit bijzondere fenomeen (zie § 8.3 Representativiteit voor toelichting). Hiermee wordt het risico kleiner dat ooit met 'maatregelen' zal worden geprobeerd de dominantie te doorbreken ten gunste van uitbreiding van habitattype.

4.3 Begrenzing habitattypen

In deelgebied Junne is 30.2 ha habitattype Beuken-eikenbossen met hulst (H9120) aangetroffen (fig. 4.11). Er is geen habitattype Oude eikenbossen (H9190) vastgesteld.

De volgende categorieën H9120 zijn aanwezig (zie hoofdstuk 8 voor nadere beschrijving):

- vechtdalbos: J1 en J3 met rijke flora-elementen en relicten; we gaan ervan uit dat eventueel hydrodynamisch herstel van de rivierloop niet leidt tot frequentere inundaties van dit type; mocht dit wel het geval zijn dan is het beter dergelijke bossen als hardhoutooibos (H91F0) te beschouwen;
- akkerbos: aangelegd op historisch-oude bouwlanden van J3; overwegend arm aan soorten maar met grote rol van regionaal schaarse adelaarsvaren;
- randwalbos: ondergeschikt aanwezig in J2 en goed ontwikkeld in J3 als onderdeel van de gradiënt van akkerbos naar stuifzand.



Figuur 4.11 *Deelgebied Junne, voorgestelde habitatkaart Beuken-eikenbossen met hulst (H9120).*

4.4 Knelpunten en herstel- en beheeropties

Representativiteit

- Junne levert binnen het Vecht- en Beneden-Reggegebied een belangrijke bijdrage aan de regionaal karakteristieke H9120-typen vechtdalbos en akkerbos beide met hoge representativiteit.
- Vechtdalbos is aanwezig (in J1 en J3) met de soorten lelietje-van-dalen, witte klaverzuring, grote muur, valse salie, dagkoekoeksbloem en enkele braamsoorten van relatief rijke bodem (*Rubus silvaticus*, *Rubus amisiensis*).
- Akkerbos is inherent arm aan soorten maar is bijzonder (in J3) door zijn grote oppervlakte adelaarsvaren. Hoewel de oppervlakte van het aan akkerbos grenzende randwalbos gering is, zijn dalkruid, salomonszegel en eikvaren hier wel aanwezig.

Structuur

- Alle als H9120 kwalificerend bos heeft beheertype N16.03 (Droog bos met productie) in de context van overwegend uitheems naaldbos. Substantiële kwaliteitsverbetering is in J1 en J2 alleen te behalen als robuustere eenheden na omvorming van inliggend productiebos (o.a. Amerikaanse eik) en een goede zonering ten opzichte van uitheems naaldhout waardoor de zaaddruk vanuit omringend uitheems productiebos vermindert.
- Amerikaanse vogelkers wordt op Junne al lange tijd planmatig bestreden waardoor deze soort nog maar ondergeschikt voorkomt in het habitattype. Krentenboompje en uitheems naaldhout zijn echter substantieel aanwezig. Planmatige bestrijding van krentenbooompje zou in het best ontwikkelde zoekgebied J3 ook bijdragen aan kwaliteitsverbetering, met name in de voormalige hakhoutpercelen en in en rond eikenclusters.
- Hakhoutsporen en het karakter van perceelsgewijze, door randwallen tegen instuiving 'beschermde' hakhoutcultuur zijn nog opvallend aanwezig (met name in J3 en J2). Ook eikenclusters komen voor (op de randwallen). Deze eikengroepen en -opstanden bepalen nu de kwaliteit (structuur, lichtklimaat, bemoste stamvoeten, dood hout) van het akkerbos en randwalbos. Ingrijpen zoals herinvoeren van het hakhoutsysteem is riskant zowel voor de overleving van de eiken als ten aanzien van snelle uitbreiding (invulling) door adelaarsvaren

of struiklaag en draagt hier als maatregel niet bij aan het oplossen van een knelpunt in het functioneren van het habitattype.
- Zware, solitaire eiken in het huidige vechtdalbos (van J3) zijn relicten van begraasde koelanden ('heide' en 'broekgrond' in 1832). Het vrijstellen van dergelijke eiken en eventuele natuurlijke verjonging van eik ten opzichte van beuk en een struiklaag van zuurminnende soorten (sporkehout, Amerikaanse vogelkers, krentenboompje) vergroot het perspectief van eik en het specifieke karakter van deze categorie H9120, zeker als ook de gradiëntzone naar het Vechtdal zou worden verbreed (zie Functie).

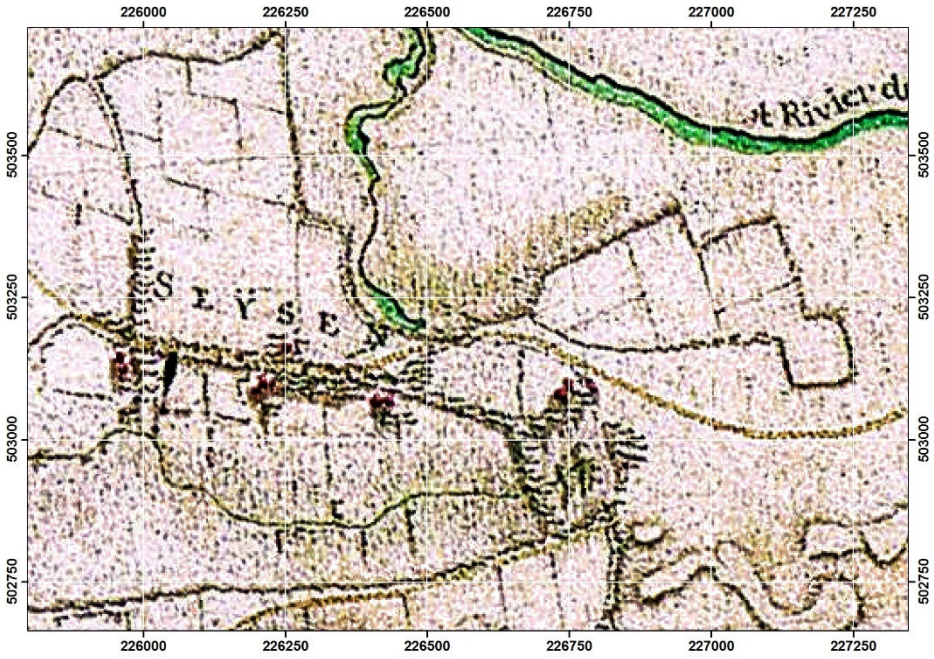
Functie

- Zoekgebied J3 is een landschapsecologisch 'ensemble' van vechtdalbos, akkerbos en randwalbos wat in geen enkel ander deelgebied zo goed ontwikkeld is aangetroffen. Niet alleen is er nog invloed van de Vecht, ook is er nog een relatie met het aangrenzende stuifzandlandschap achter de randwallen. Dit zoekgebied wordt bovendien relatief extensief beheerd waardoor de natuurkwaliteit ook is toegenomen (heterogene bosstructuur, gevarieerde leeftijdsverdeling). Ook is de zaaddruk vanuit uitheems naaldbos laag. De belangrijkste hersteloptie is de begrenzing (zonering) van dit zoekgebied als robuuste eenheid habitattype dat zich als complex inheems loofbos kansrijk kan doorontwikkelen zonder risico van substantiële houtoogst of invloeden van uitheemse soorten. De landschappelijke samenhang en gradiënt met zowel het Vechtdal als met het achter de randwal liggende stuifzandgebied kan nog worden versterkt door het aanwijzen van bredere randzones waarin eikenverjonging en (voor het vechtdalbos) struweelvorming kan plaatsvinden. Omvorming van inliggend productiebos (met name het 'coulissenbos' met zilverspar) zou verder kunnen bijdragen aan een eenheid met ruimte voor bosdynamiek van akkerbos.
- De overige twee zoekgebieden zijn in voorkomen meer versnipperd en teruggedrongen tot smalle zones waardoor de landschapsecologische samenhang is verdwenen en de kwaliteit negatief wordt beïnvloed door randeffecten. Zoekgebied J1 (Het Hout) biedt perspectief voor de ontwikkeling van een gradiëntzone naar het Vechtdal. De smalle zone van J2 biedt weinig perspectief op robuuster landschappelijke functioneren.

5 Deelgebied Stekkenkamp

5.1 Kenschets en boshistorie

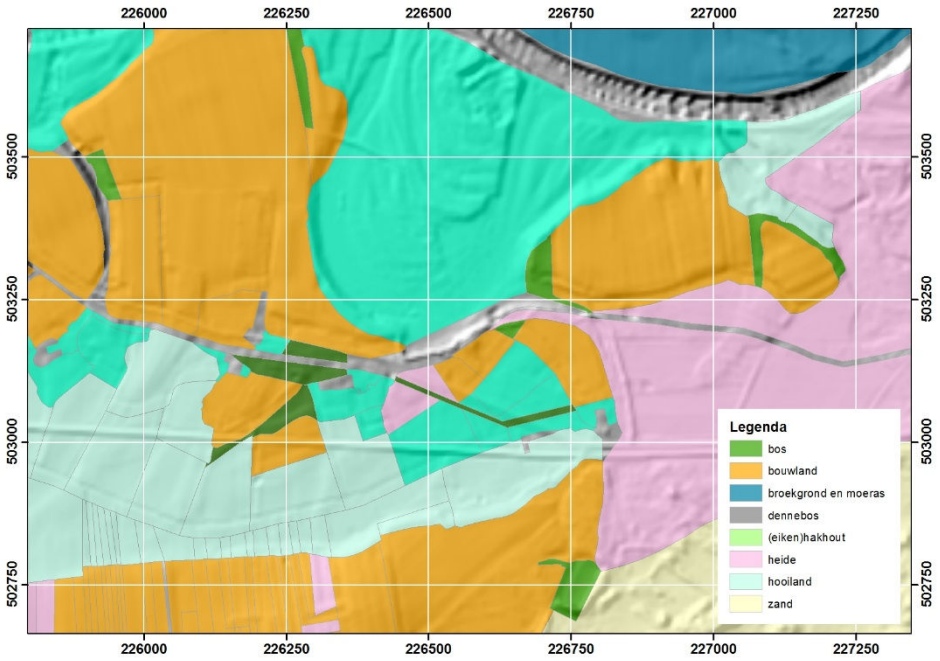
Het deelgebied wordt grotendeels ingenomen door landgoed De Stekkenkamp dat tussen 1938 en 1958 is ontstaan door aankoop van boerderijen (erven) die in het begin van de 20ste eeuw in bezit van Baron Van Pallandt van Eerde waren gekomen. Boerderij De Stekkenkamp in buurschap Zeesse gaat terug tot 1748 (Bosch, 2006; Woertink, 2015). De Hottinger-kaart (eind 18de eeuw) geeft een goed beeld van de ontginningen van buurschap Zeesse en de ligging van boerderij de Stekkenkamp (thans Beerzerweg 5) en de twee westelijk daarvan gelegen erven (thans Beerzerweg 2 en 3) (fig. 5.1). Afgezien van wegbeplantingen komen geen aanduidingen voor van bos.



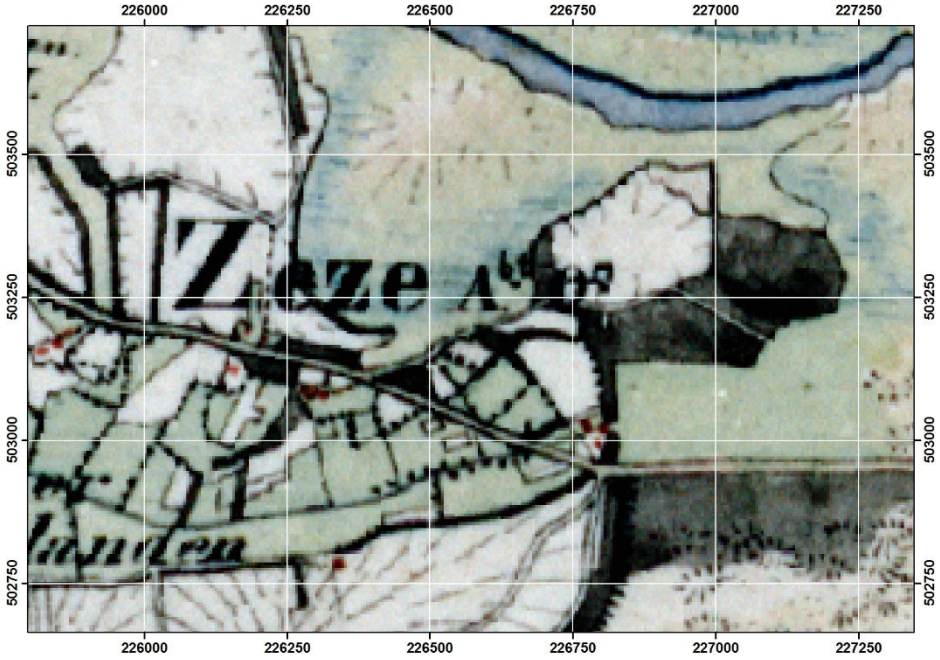
Figuur 5.1 *Deelgebied Stekkenkamp (buurschap Zeesse). Hottingerkaart eind 18de eeuw.*

De kadastrale kaart van 1832 geeft in Zeesse tot aan de Stekkenkamp enkele percelen bos (klasse 3, totaal 16 ha) en rond de essen kleine percelen hakhout (eveneens klasse 3, totaal 1.3 ha) (fig. 5.2). De marke Zeesse was destijds in bezit van Albertus Sandberg uit Zwolle, lid van de Tweede Kamer voor Overijssel en lid van de Provinciale en Gedeputeerde Staten van Overijssel[17]. Dit bezit is begin 20ste eeuw verkocht aan Van Pallandt. De heide- en stuifzandgronden aan de oostzijde van het deelgebied waren Junner markegrond. De TMK van ca. 1850 geeft meer topografische context (fig. 5.3). De kamp boven de Stekkenkamp blijkt aan de oostzijde bebost (thans in eigendom van SBB); aan de zuidzijde ervan is nieuw bos aangelegd op 'heide'[18]. Ter weerszijden van de Beerzerweg in Zeesse zijn enkele nog steeds bestaande bosjes en singels te zien. Dit beeld is nadien niet veel veranderd; de grootste veranderingen betreffen de loop van de Vecht en de bebossing van de stuifzanden. In 1993 is De Stekkenkamp aangewezen als beschermd natuurmonument. Het landgoed is eigendom van de familie Lemmers Bruins. Grenzend aan de oostzijde ligt bos in eigendom van Staatsbosbeheer dat ook tot het deelgebied behoort.

[17] https://www.parlement.com/id/vg09llstbgzz/a_sandberg. Zijn vader, Rudolf Sandberg, had de erven in 1799 gekocht (D. Horsman, 2008, De Darde Klokke nr. 148: http://www.hko-ommen.nl/userfiles/Darde%20Klokke%20nr%20148.pdf)
[18] Zie deelgebied Junne § 4.2.3 voor de interpretatie van 'heide' langs de Vecht.



Figuur 5.2 *Deelgebied Stekkenkamp. Kadastrale kaart 1832 met een AHN hillshade als ondergrond.*



Figuur 5.3 *Deelgebied Stekkenkamp. Topografische en Militaire Kaart van ca. 1850.*

Op grond van deze kaartinterpretatie onderscheiden we de volgende zoekgebieden (fig. 5.4):

- S1: bosjes op en rond de oude es boven de Stekkenkamp, in eigendom van de familie Lemmers Bruins;
- S2: bos op de oude es bij de Stekkenkamp, in eigendom van SBB;
- S3: bosjes ter weerszijden van de Beerzerweg (buurschap Zeesse);
- S4: singels en hakhout rond de es bij de 'Olde Vechte';
- S5: bosstrook in de rand van de Besthmener Hooilanden en 'Bessemer Es' (ten zuiden van de spoorlijn).



Figuur 5.4 *Deelgebied Stekkenkamp. Begrenzing (geel) en ligging van zoekgebieden (S1 - S4). Ondergrond: luchtfoto zomer 2015 en topografie.*

5.2 Toestand zoekgebieden

5.2.1 Zoekgebied S1

Vegetatie, bosstructuur en flora

Het aan de noordzijde van de es gelegen bos (fig. 5.4, S1-1) is op de kadastrale kaart onderdeel van de es zelf maar op de TMK afgezonderd en aangeduid als heide of grasland (in 1832: 'weiland en heide'). In 1896 staat het op de kaart als cluster van bosjes (fig. 5.5). Dit geaccidenteerde deel was tot de aanwijzing van de Stekkenkamp als beschermd natuurmonument onderdeel van een kampeerterrein. Het open bos bestaat uit verspreide meerstammige oude eiken en eikenclusters, deels ingestoven en waarschijnlijk spontaan gevestigd (vechtdalbos; fig. 5.6 links). In de kruidlaag zijn dalkruid[19] en kamperfoelie talrijk aanwezig en salomonszegel verspreid; in de relatief lagere delen komt lelietje-van-dalen veel voor. In de onderrand blijkt de Vechtinvloed uit het voorkomen van kardinaalsmuts; hier ligt ook een plek lievevrouwebedstro (wild?).

Voor de westpunt van dezelfde es (fig. 5.4, S1-2) wordt al op de kadastrale kaart 1832 als hakhout aangegeven (klasse 3). De vorm is sindsdien niet veranderd. Het bos bestaat uit verspreide spaartelgen, deels met opvallend verdikte voet waaruit het hakhoutverleden nog blijkt (fig. 5.6 rechtsboven). De struiklaag is ijl met sporkehout, hulst en lijsterbes. De kruidlaag is weinig ontwikkeld met aan de buitenrand van het bosje bochtige smele, kamperfoelie en salomonszegel. In de steilrand van de singel aan zuidrand van het bosje groeit opnieuw veel zegge (uit de zandzegge-groep) zoals eerder aangetroffen in deelgebied Junne. Ook dagkoekoeksbloem wijst hier op een rijkere groeiplaats door historische invloed van de Vecht.

[19] Het aanwijzingsbesluit als beschermd natuurmonument vermeldt: "Rond het kampeerterrein en in het zuidelijk gebiedsdeel komt goed ontwikkeld Eiken-Berkenbos voor met o.a. Dalkruid"; https://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/gebieden/165/bn%20stekkenkamp.pdf



Figuur 5.5 *Deelgebied Stekkenkamp, zoekgebied S1, op de topografische kaart van 1896. Opvallend is een met verspreide bomen begroeide rug vanuit de zuidrand van het bos in aangrenzend grasland.*

Het relatief laaggelegen bos dat aansluit op de zuidrand van de es (fig. 5.4, S1-3) is nog niet aanwezig op de kadastrale kaart 1832 maar in zijn huidige vorm al wel op de TMK (fig. 5.3). In perioden met uitzonderlijk hoge waterstand van de Vecht (zoals in 1998) loopt een stroombaan door dit bos in zuidwestelijke richting[20]. De vrij dichte boomlaag bestaat uit opgaande eik (dbh 25-40 cm; kiemjaar 1913 volgens de vierde bosstatistiek) plaatselijk met een tweede boomlaag van beuk (fig. 5.6 rechtsonder); in de struiklaag zijn krentenboompje, beuk, lijsterbes en hulst aanwezig en plaatselijk eenstijlige meidoorn, hazelaar en gewone vogelkers die wijzen op een voormalig rijkere, meer door de Vecht en/of lokaal grondwater beïnvloede groeiplaats; de kruidlaag is ijl met verspreide salomonszegel, stekelvaren en wasbraam (*Rubus* sectie *Corylifolii*). Rond een poel die voorkomt op de topografische kaart vanaf 1896 (fig. 5.5) groeit elzenzegge.

Op dit kaartfragment is verder te zien dat vanuit de zuidrand van het bos een rug met verspreide bomen doorloopt in het aangrenzende grasland. Deze situatie is nog steeds aanwezig (fig. 5.4, S1-4): de verspreide bomen zijn nu zware, laagvertakte eiken (fig. 5.6). In de struiklaag is naast opgaande Amerikaanse vogelkers (tot 25 cm dbh!) eenstijlige meidoorn verspreid aanwezig en in de kruidlaag aalbes, rode grondbraam (*Rubus sprengelii*), knieviltbraam (*Rubus geniculatus*) en veel klimop. Kennelijk hebben de eiken zich hier in de 19de eeuw spontaan gevestigd in het 'heide en weiland' dat onder invloed stond van de Vecht, vergelijkbaar met het vechtdalbos in Junne, zoekgebied J3. In dit beeld past ook een grote plek van de voor het Vechtdal karakteristieke schildhaagbraam (*Rubus scidularum*) in de rand van het bosje (zie voor deze soort § 7.1 Stegererhout).

Bodem

Het aan de noordzijde van de es gelegen vechtdalbos heeft plaatselijk een 40 cm dik bouwlanddek wat overeenkomt met de bodemkaart 1:50,000 (bEZ21-VI). De aan de Vechtzijde gelegen bodems zijn lemiger en hebben een tot 20 cm dikke humeuze toplaag op stuifzand. Het spaartelgenbos aan de westzijde van de es heeft eveneens een ca. 30 cm dikke eerdlaag op grauw-gevlekt (omgewerkt), leemarm stuifzand. Het aangelegde bos aan de zuidzijde van de es heeft opvallend veel ijzer-mangaan-concreties in het profiel wat wijst op (historisch) langdurig fluctuerend ijzerrijk water; op de bodemkaart staat het als beekeerdgrond (pZg23-IIIb) maar lijkt nu structureel verdroogd.

[20] Mededeling Leida Lemmers, september 2017.



Figuur 5.6 *Deelgebied Stekkenkamp, zoekgebied S1 (vergelijk fig. 5.5). Links: vechtdalbos aan de noordrand van de es (S1-1) met spontane, deels ingestoven eik en veel dalkruid. Rechtsboven: spaartelgenbos aan de westpunt van de es (S1-2). Rechtsonder: eikenbos aangelegd in voormalige 'heide en weiland' grenzend aan de zuidkant van de es (S1-3), met beuk in de tweede boomlaag (foto's september 2017).*



Figuur 5.7 *Deelgebied Stekkenkamp, zoekgebied S1-4. Vechtdalbos met zware, spontaan gevestigde eik in voormalige 'heide en weiland'. De verspreide eiken staan al aangegeven op de topografische kaart van 1896 (fig. 5.5) (foto's september 2017).*

Habitattypen
Al het beschreven bos rekenen wij tot H9120 (Beuken-eikenbossen met hulst) op grond van de vele kenmerken van het eikenverbond, inclusief karakteristieke oudbossoorten, en de relatief rijke groeiplaatsen. Het gaat enerzijds om vechtdalbos met relicten uit de periode met meer Vechtinvloed zoals zware, in begraasde woeste grond opgegroeide eiken, en verspreide eenstijlige meidoorn en veel lelietje-van-dalen. De huidige ontwikkeling buiten de invloed van de Vecht zal een steeds groter aandeel soorten van het eikenverbond te zien geven (ten opzichte van soorten van het verbond van els en gewone vogelkers), zoals kamperfoelie, salomonszegel en hulst. Anderzijds is een aanzienlijke oppervlakte 'beekvlaktebos' aanwezig waarin de bodem weliswaar fossiele kenmerken heeft van een sterk door grondwater beïnvloed systeem, maar dat nu structureel is verdroogd (zie § 8.1). De aanwezigheid van forse beuken in de tweede boomlaag en lijsterbes en Amerikaans krentenboompje in de struiklaag wijzen op een langdurige ontwikkeling binnen het eikenverbond. Tot slot kan het voormalig hakhout aan de westzijde van de es beschouwd worden als H9120 in de categorie akkerbos, waarschijnlijk (al voor 1832) aangelegd op bouwland.

5.2.2 Zoekgebied S2

Vegetatie, bosstructuur en flora
Dit zoekgebied betreft bos dat begin 19de eeuw is aangelegd op de es boven de Stekkenkamp. Het is de grootste aaneengesloten oppervlakte kwalificerend bos in het deelgebied. De boomlaag bestaat uit verspreide eik (kiemjaar 1916 volgens de vierde bosstatistiek) met een grote variatie (25-50 cm) in stamdiameter; de struiklaag is daardoor dicht (ca. 60% bedekkend) met sporkehout, lijsterbes en verspreide hoge hulst; de kruidlaag (5-10% bedekkend) bestaat uit brede en smalle stekelvaren, plekjes bochtige smele en hier en daar salomonszegel; opmerkelijk is dat zwarte braam praktisch ontbreekt; plaatselijk komt wel wasbraam (*Rubus* sectie *Corylifolii*) voor wat wijst op verstoring (verdroging?). In tegenstelling tot het aangrenzend bos op landgoed De Stekkenkamp is in zoekgebied S2 (van SBB) veel liggend en staand dood hout aanwezig (fig. 5.8).



Figuur 5.8 *Deelgebied Stekkenkamp, zoekgebied S2. akkerbos van eik (foto september 2017).*

Bodem
De bodem is een bruine enkeerdgrond (bEZ21-VII) met een homogene, grijsbruine 60 cm dikke eerdlaag die overgaat in een droge, zandige ondergrond met oranje (hydromorfe) vlekking vanaf 80 cm.

Habitattypen
Het bos valt geheel binnen habitattype H9120, categorie akkerbos. Hoewel soortenarm, is de kwaliteit goed vanwege de relatief grote aaneengesloten oppervlakte met heterogene structuur inclusief oude bomen en dankzij en het hoge aandeel dood hout.

5.2.3 Zoekgebied S3

Vegetatie, bosstructuur en flora
Dit zoekgebied omvat enkele oude bosjes en singels langs en nabij de Beerzerweg. Bijna al deze bosjes worden in 1832 aangeduid als bos in plaats van als hakhout. Het bos aan de noordzijde van de Beerzerweg is in fig. 5.4 aangegeven als S3-1. Het westelijk deel hiervan (ten oosten van Beerzerweg 2) is opgaande eik (dbh 40-50 cm; kiemjaar 1871 volgens de vierde bosstatistiek) met een tweede boomlaag van beuk en een ijle struiklaag van lijsterbes en hulst (fig. 5.9); in de vrijwel afwezige kruidlaag komt salomonszegel voor. Het oostelijk deel (inlandse eik, kiemjaar 1900 volgens vierde bosstatistiek) komen ook zware beuken voor en treedt hulst meer op de voorgrond; een kruidlaag ontbreekt vrijwel, afgezien van plaatselijk klimop. In de rand van dit perceel met oude Vechtmeander komt op enkele plekken bosgierstgras voor, een oudbossoort van rijkere beuken-eikenbossen[21].



Figuur 5.9 *Deelgebied Stekkenkamp, zoekgebied S3. Oud opgaand bos met verspreide zware eik en een tweede boomlaag van beuk (foto september 2017).*

Noordelijk van het bosperceel langs de Beerzerweg buigt een brede singel (onder zoekgebied S1) naar boerderij De Stekkenkamp. Bos en singel worden nu van elkaar gescheiden door een perceel douglasspar waarin witte klaverzuring plaatselijk domineert. In 1999 is rond de buurschap een kade aangelegd om hoog water voortaan buiten te houden; deze kade loop tussen genoemd douglasbos en de singel door kwalificerend bos. De betreffende singel heeft een boomlaag van eik (tot 60 cm dbh),

[21] Bosgierstgras is vanouds niet bekend uit het Vechtdal (mededeling Piet Bremer). Het is niet uitgesloten dat de vindplaats op de Stekkenkamp betrekkelijk recent is (meegekomen met plantsoen van douglasspar, samen met witte klaverzuring?).

plaatselijk met hakhoutsporen, een tweede boomlaag van beuk, een struiklaag met verspreide eenstijlige meidoorn en hazelaar en een kruidlaag met stekelvaren, klimop en salomonszegel. In de mantelvegetatie komen gedraaide koepelbraam (*Rubus affinis*), knieviltbraam (*Rubus geniculatus*), rode contrastbraam (*Rubus glandithyrsos*) en zoete haarbraam (*Rubus gratus*) voor. De eerste twee soorten wijzen op een basenhoudende groeiplaats; rode contrastbraam bereikt in Overijssel (Salland) de zuidgrens van zijn verspreidingsgebied, in Nederland met zwaartepunt in Drenthe.
Onder de Beerzerweg (fig. 5.4 S3-2) ligt ook een perceel oud opgaand bos dat op de kadastrale kaart van 1832 over grotere lengte voorkwam dan nu. Een ten oosten hiervan weergegeven strook bos is verdwenen. Het huidige bosrelict wordt door een wal gescheiden van veel jonger (naald)bos. De boomlaag bestaat uit eik en beuk (dbh 30 cm; inlandse eik met kiemjaar 1871 volgens de vierde bosstatistiek) met op de wal veel zwaardere beuken (dbh 120 cm). Hemlockspar vormt met verspreide bomen een tweede boomlaag (wat herinnert aan landgoed Eerde). De struiklaag bestaat uit verspreide hulst; een kruidlaag ontbreekt maar in de rand van het bos langs de Beerzerweg komt veel salomonszegel voor, samen met rode contrastbraam.

Bodem
Het oude opgaande bos boven de Beerzerweg (S3-1) ligt op een enkeerdgrond (bEZ21-VI volgens de bodemkaart 1:50,000) met een 40-50 cm dikke eerdlaag. Het ectorganisch humusprofiel is goed ontwikkeld (eik, beuk!) met een 15 cm dikke L+F-laag en een Hh-laag van 2-3 cm. Het oostelijk deel (met bosgierstgras en witte klaverzuring) sluit bodemkundig aan op de verdroogde beekeerdgronden met beekvlaktebos in zoekgebied S1. Het opgaande bos onder de Beerzerweg (S3-2) heeft een lemige bovengrond met 20-30 cm sterk humeuze toplaag; vanaf 20 cm wordt de bodem leemarm en grauwer van kleur; vanaf 50 cm treedt (fossiele) hydromorfe vlekking op.

Habitattypen
De beschreven loofbossen behoren alle tot habitattype H9120. Oorspronkelijk kan het opgaande bos ter weerszijden van de Beerzerweg behoort hebben tot een rijker bostype dat door verdroging (en daardoor verzuring en verbeuking) nu als beuken-eikenbos geldt en waarin hulst zich goed thuisvoelt. De singel herbergt ook nog enkele relicten (hazelaar, eenstijlige meidoorn, knieviltbraam) die wijzen op een oorspronkelijk rijkere groeiplaats.

5.2.4 Zoekgebied S4

Dit zoekgebied (ook wel 'Koesteeg' genaamd) kon niet worden bezocht. Op grond van soortgegevens van de provincie (het voorkomen van adelaarsvaren en salomonszegel) en informatie van Leida Lemmers rekenen we het voormalige hakhoutbosje en de zuidelijk hierop aansluitende singel tot aan de Beerzerweg (op bruine enkeerdgrond, aan noordzijde overgaand in roodoornige zandige Vechtdalgrond) tot H9120.

5.2.5 Zoekgebied S5

Vegetatie, bosstructuur en flora
Deze bosstrook in de flank van de Besthmener es op de grens van de Besthmener hooilanden is voor het eerst zichtbaar op de TMK. De strook is later (maar voor 1896 blijkens de topografische kaart) uitgebreid met een vergelijkbare smalle strook bos aan de zijde van de hooilanden. Deze tweedeling (een hoger en lager deel) is nog steeds in het terrein zichtbaar. De boomlaag bestaat uit eik (25-60 cm dbh; kiemjaar 1916 volgens vierde bosstatistiek) met zowel oude opgaande bomen als spaartelgen (met hakhoutsporen) en berk (25-30 cm dbh); in de struiklaag is lijsterbes en plaatselijk Amerikaanse vogelkers, krentenboompje, beuk en dichte hulst aanwezig; de kruidlaag is matig ontwikkeld (20-40% bedekking) met stekelvaren, pleksgewijs bochtige smele, dalkruid en salomonszegel. Aan de akkerzijde komt een enkele hazelaar voor, treedt klimop meer op de voorgrond en komt ook valse salie voor, samen met pluimkambraam (*Rubus umbrosus*) en haakkoepelbraam (*Rubus senticosus*); beide bramen zijn soorten van het oude cultuurlandschap. Aangrenzend, maar buiten de Natura 2000-begrenzing ligt een veel grotere oppervlakte eikenbos (op de voormalige es).

Bodem
De bosstrook ligt volgens de bodemkaart 1:50,000 en de geomorfologische kaart in de gradiënt van zwarte enkeerdgronden (zEZ21-VII) naar venige beekdalgronden (ABv-II/III) en beekeerdgronden (pZg23-III). De bodem in de bosstrook is nu droog tot onderin het profiel.

Habitattypen
De bosstrook is een mooi voorbeeld van goed ontwikkelde H9120. Gezien de geringe omvang en de grote randlengte is zowel de bosstructuur als de soortensamenstelling boven verwachting goed, waarschijnlijk dankzij de bijzondere landschappelijke ligging tussen de hoog gelegen Besthmener es en de hooilanden.

5.3 Begrenzing habitattypen

In deelgebied Stekkenkamp is 11.9 ha habitattype Beuken-eikenbossen met hulst (H9120) aangetroffen (fig. 5.10).

De volgende categorieën H9120 zijn aanwezig (zie hoofdstuk 8 voor nadere beschrijving):

- vechtdalbos: S1-1, S1-4 met rijke elementen en relicten; lelietje-van-dalen, grote muur, dagkoekoeksbloem, lievevrouwebedstro, kardinaalsmuts;
- akkerbos: S1-2, S2, S3-1, S4, S5 deels
- beekvlaktebos: S1-3, S3-2, S5 deels



Figuur 5.10 *Deelgebied Stekkenkamp, voorgestelde habitatkaart Beuken-eikenbossen met hulst (H9120).*

5.4 Knelpunten en herstel- en beheeropties

Representativiteit

- Hoewel klein van omvang is het vechtdalbos op rivierduin van S1-1 en aangrenzende laagten goed ontwikkeld met grote populaties dalkruid en lelietje-van dalen. Langs S1-4 schildhaagbraam als 'vechtdal-soort'. Gedraaide koepelbraam en knieviltbraam als relatief

rijke elementen (klasse van doornstruwelen). Donkere pluimbraam (*Rubus silvaticus*) lijkt te ontbreken in dit deelgebied (vergelijk Beerze).
- Van de karakteristieke soorten van het eikenverbond is adelaarsvaren beperkt tot oude beplantingen langs bouwland van S4 ('Koesteeg'). Salomonszegel komt verspreid over het landgoed goed ontwikkeld voor. Rode contrastbraam en pluimkambraam zijn schaars langs paden en in bosranden.
- De smalle bosstrook S5 heeft een aanzienlijke respresentativiteit door de aanwezigheid van dalkruid, salomonszegel, valse salie, pluimkambraam en de landelijk vrij zeldzame haakkoepelbraam in combinatie met de afwezigheid van verbraming en dominantie van uitheemse struiksoorten.

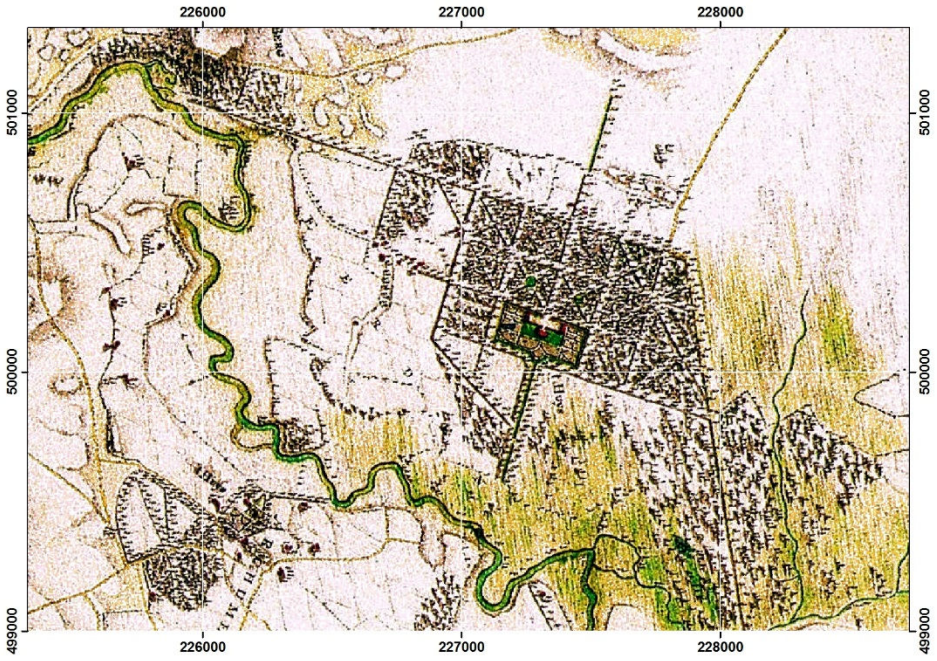
Structuur
- Alle bos op het landgoed is ondergebracht bij beheertype N16.03 (Droog bos met productie); het landgoed heeft echter niet het karakter van een productiebos; houtoogst betreft dood hout en hout voor gebruik op het landgoed. Dit betekent wel dat dood hout nauwelijks aanwezig is.
- Ook S2 (van SBB) valt onder N16.03 ondanks de hoge natuurlijkheidsgraad van het akkerbos (spontane ontwikkeling, heterogene structuur, dood hout). Om het risico van planmatige houtoogst (en daarmee het verdwijnen van genoemde kwaliteiten) op langere termijn te verkleinen, is toekenning aan N15.02 (Dennen-, eiken- en beukenbos) gewenst.
- Op het landgoed komen veel zeer dikke en oude eiken voor die bewust worden ontzien en een hoge kwaliteit geven aan deze elementen: 1) als onderdeel van de aanleg van het landgoed in singels en langs paden (o.a. S3 maar deels ook buiten habitattype bos), 2) oude hakhoutvormen en eikenclusters (fraai in S1-1 op rivierduin), 3) als solitaire relicten, opgegroeid in open (begraasd) terrein (fraai in S1-4) en 4) als perceelscheiding (en mogelijk oude infrastructuur) in de bovenrand van S5.
- Uitheems naaldhout met invloed op habitattype komt voor in S3, zowel S3-1 als S3-2 (douglasspar, hemlockspar, zilverspar). Deze invloed in de vorm van verjonging zou moeten worden teruggedrongen, door verwijdering van opslag en (op termijn) zo mogelijk omvorming van uitheems naaldbos naar inheems (productie)bos.
- De ontwikkeling van akkerbos in S1-2, S2 en vooral S5 kan vanwege de (nog) ondergeschikte aanwezigheid van uitheemse struiksoorten tegen lage kosten vrij worden gemaakt en gehouden van Amerikaanse vogelkers en krentenboompje.

Functie
- Het complex S2 met S1-1, S1-3 en aangrenzende vochtiger bossen is qua omvang, kwaliteit en natuurlijkheidsgraad het meest robuust met aanzienlijke variatie in reliëf en bodem waarbij de noordelijke randzone nog onder invloed staat van de Vecht. Hier kan de landschappelijke gradiënt van droog naar vochtig bos inclusief beekbegeleidend bos (H91E0C) langs de Vechtmeander worden versterkt.
- Er zijn weinig mogelijkheden voor ontsnippering van het habitattype, behalve voor S3 door omvorming van opstanden uitheems bos o.a. douglasspar (met veel witte klaverzuring en met bosgierstgras in nabijheid) bijv. met eik en hazelaar (zie ook Structuur). S3 rond Beerzerweg is eveneens versnipperd maar maakt een eigen ontwikkeling door naar opgaand beukenbos.

6 Deelgebied Eerde

6.1 Kenschets en boshistorie

Deelgebied Eerde wordt grotendeels ingenomen door het gelijknamige landgoed ten oosten van de buurschap Eerde. De voor het eerst in de 14de eeuw genoemde havezate Eerde werd in 1708 gekocht door Johan Werner baron van Pallandt. Hij was de eerste van acht generaties Van Pallandt die op huis Eerde woonden (SB4, 2009). SB4 schrijft over de parkaanleg: 'Vermoedelijk omvatte de vroegste parkaanleg in eerste instantie niet meer dan het terrein binnen [...] het kasteelcomplex en de twee bosvakken ten noorden hiervan'. Uit het onderzoek van SB4 blijkt 'dat Adolph Werner Hendrik, de parkaanleg zoals door zijn vader was aangelegd, op grote schaal uitbreidde'. Deze aanleg van 1715 is afgebeeld op de Hottingerkaart (fig. 6.1) die volgens SB4 'alleen of hoofdlijnen betrouwbaar is'.

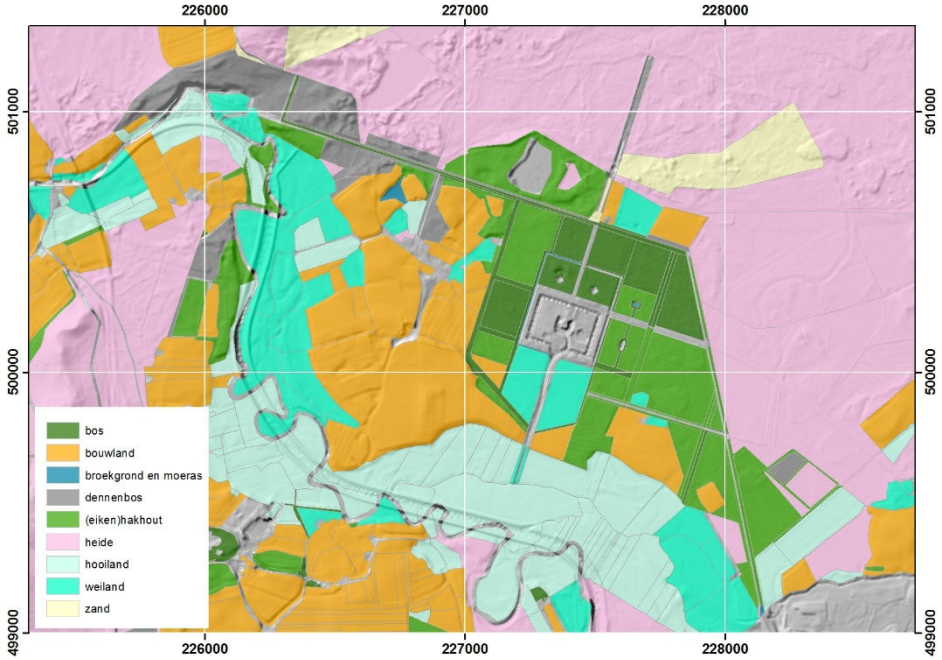


Figuur 6.1 *Deelgebied Eerde op de Hottingerkaart (eind 18de eeuw).*

SB4 (2009) schrijft verder: 'Bij de uitbreiding van de formele aanleg, werd [het oorspronkelijk slingerend tracé van de doorgaande route tussen Nieuwebrug en Den Ham over de Eerderes en vervolgens noordelijk langs de oude havezate] genormaliseerd en verlegd tot het tracé van de huidige Hammerweg. Vanuit het noorden werd, recht op het huis, een lange toegangslaan aangelegd, die tevens fungeerde als as van symmetrie in de parkaanleg. Zowel aan de overzijde van de Hammerweg als aan de zuidzijde van het kasteel vond de Kasteellaan zijn vervolg in twee 'grand canals' [...]. Het noordelijke kanaal, is wellicht de resultante van het verder uitgraven en rechttrekken van een reeds aanwezig veenstroompje waarmee van oudsher de slotgracht werd gevuld. De zuidelijke watergang werd aangesloten op het beekje De Bevert, die vervolgens afwaterde op de Beneden Regge'. 'Met name toen de formele parkaanleg in de periode 1715-1740 sterk werd uitgebreid met bosvakken was een goede ontwatering van het terrein onontbeerlijk. Daarom werden evenwijdig aan weerszijden van nagenoeg alle lanen greppels c.q. sloten gegraven. En in de meest natte bosvakken op het oostelijk deel van het park werden voor een betere ontwatering meerdere rabattensystemen aangelegd'.

De kadastrale kaart van 1832 geeft het eerste betrouwbare beeld van het landgoed (fig. 6.2). In het noordwestelijk deel, vanaf de Steile oever tot boven de buurschap, was al sprake van aanleg van

dennenbos. SB4 (2009: 31): 'Van Pallandt had in 1827 toestemming gevraagd en gekregen van de gemeente Ommen om 80 bunder zandverstuiving langs de Besthmenerberg met dennen te beplanten en met dennenzaad te bezaaien'. Aan de oostkant van de Hammerweg is de parkaanleg voortgezet en een begint gemaakt met de ontwikkeling van het Eerder Achterbroek. SB4 (2009: 31): 'Louis van Pallandt liet waarschijnlijk [...] het park verfraaien en begon met grootschalige bosaanplant op het Eerder Veld en Eerder Broek'.



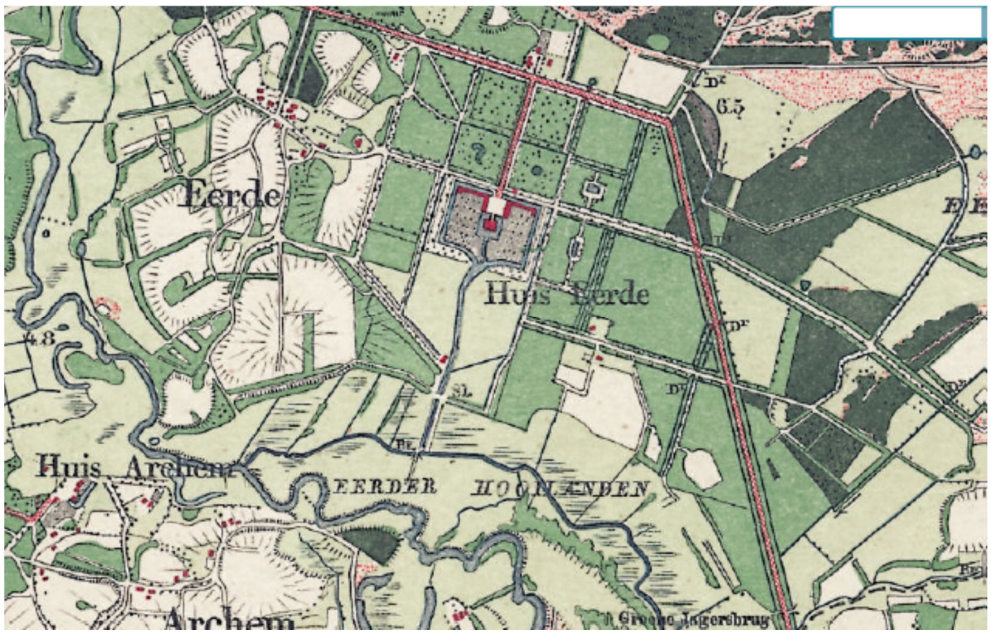
Figuur 6.2 *Deelgebied Eerde op de kadastrale kaart 1832. Ondergrond: hillshade AHN.*



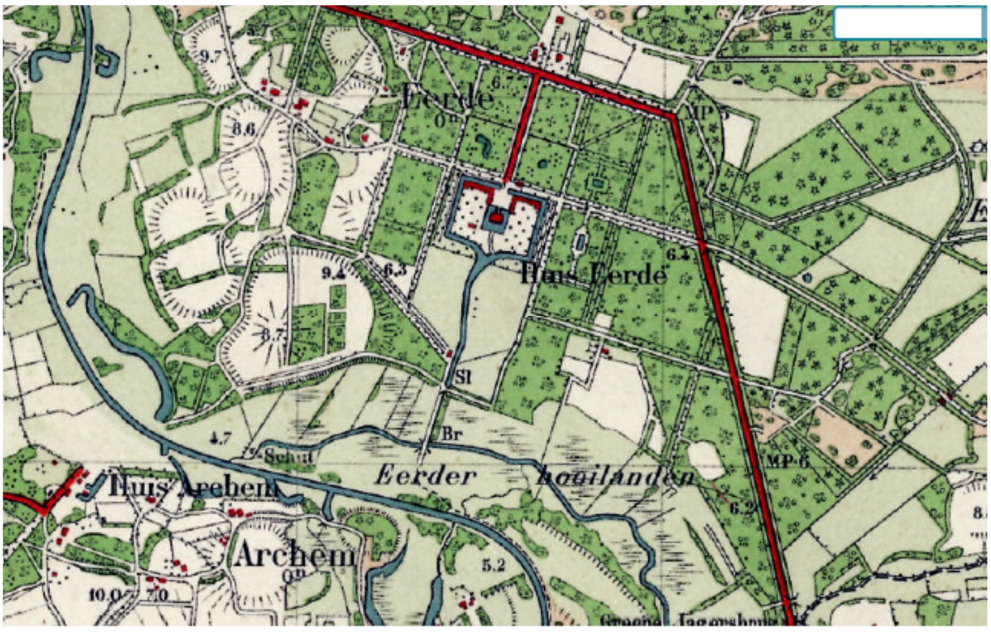
Figuur 6.3 *Deelgebied Eerde op de TMK van ca. 1850.*

De TMK van ca. 1850 (fig. 6.3) geeft vrijwel hetzelfde beeld als de kadastrale kaart. De heidebebossing is verder uitgebreid in noordelijke richting tot rond het Dode ven. In het Eerder Veld valt een stippenpatroon op (verspreide opgaande bomen of strubben) vanaf het noordelijke 'grand

canal' in reliëfrijk terrein dat correspondeert met perceel F531 ('zandstuive') op de kadastrale kaart (fig. 6.2). De bebossing op de Eerder Es, grenzend aan de parkaanleg, is vanaf 1883 aangegeven op de topografische kaart (fig. 6.4) en heeft op de kaart van 1929 (fig. 6.5) zijn huidige omvang. De heidebebossing aan de oostzijde van de Hammerweg, grenzend aan het Eerder Achterbroek is in deze periode niet uitgebreid. De Regge is genormaliseerd.



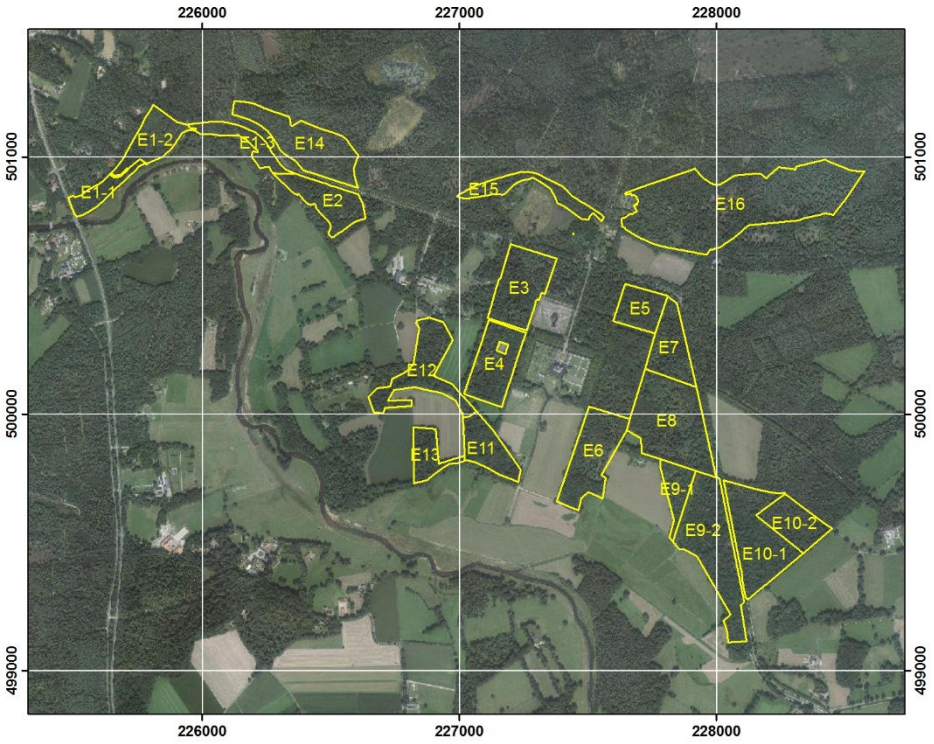
Figuur 6.4 *Uitsnede deelgebied Eerde op de topografische kaart van 1883.*



Figuur 6.5 *Uitsnede deelgebied Eerde op de topografische kaart van 1929.*

In 1914 werd Philip Dirk baron Van Pallandt eigenaar van het landgoed dat toen ook nog de huidige boswachterij Ommen omvatte. Hij plantte Amerikaanse eik en introduceerde de trosbosbes (SB4, 2009). Krentenboompje zou eind 19de eeuw op het landgoed geïntroduceerd zijn, waarbij Van Pallandt 'heeft gezorgd voor verdere verspreiding over het landgoed. Hij liet de krenten ook bewust vrijzetten en maakte er "boeketten" van in het bos' (Purmer & Renes, 2012). In 1965 bracht Van Pallandt het landgoed onder in een naamloze vennootschap waarbij 51% van de aandelen werd overgedragen aan de Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten. In 1982 zijn ook de resterende aandelen aan Natuurmonumenten verkocht (SB4, 2009). De beheervisie voor Eerde uit 1999 onderscheidt voor het

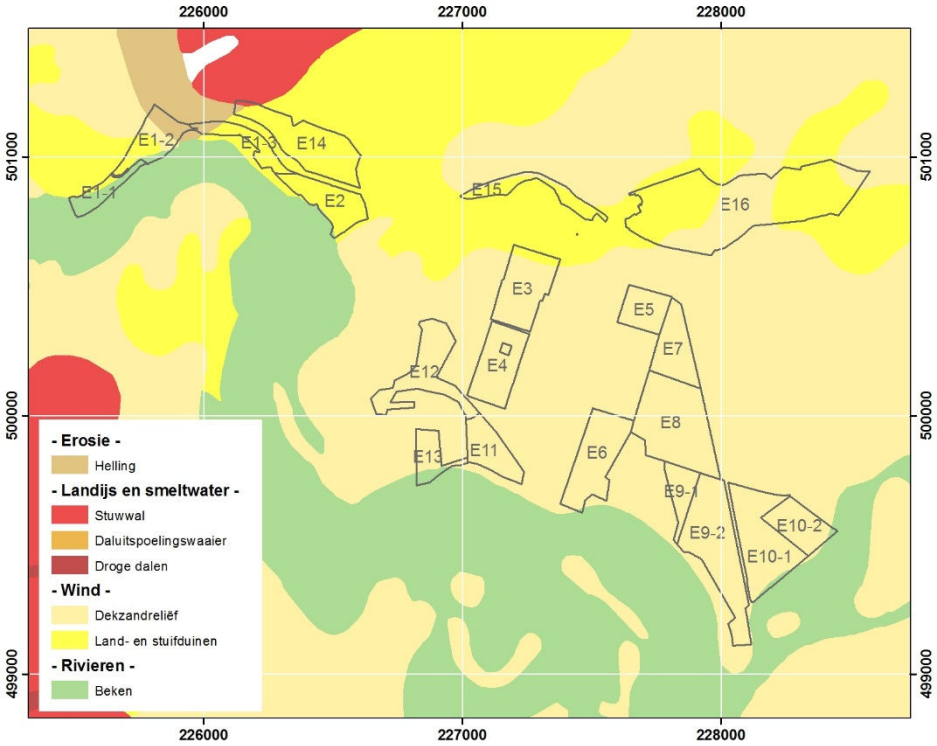
bosbeheer 'parkachtig cultuurbos', 'cultuurbos met ruimte voor natuurlijke ontwikkelingen' en 'half natuurlijk bos'. De laatste categorie zijn 'de percelen op grotere afstand van het kasteel. Gestreefd wordt hier naar een zo natuurlijk mogelijk bos met een zo groot mogelijke diversiteit voor planten en dieren. Dit wordt bereikt door omvormingsbeheer, volgens mozaïekbeheer (d.w.z. het maken van open plekken in het bos). Geïntroduceerde soorten worden zoveel mogelijk geveld ten gunste van de hier van nature thuishorende soorten. Alleen het krentenboompje in de bosranden blijft gehandhaafd als zijnde karakteristiek voor Eerde' (SB4, 2009: 68). De Natuurvisie Landgoed Eerde 2015-2033 stelt: 'In vrijwel alle bossen zijn de natuurwaarden toegenomen. Er wordt sporadisch nog gestuurd op soortensamenstelling, structuur en dood hout. Dat geldt ook voor het parkbos rond het kasteel. [...] Vooral in het Abrahamsbos ten oosten van de Hammerweg is de ecologische waarde sterk toegenomen' (Vereniging Natuurmonumenten, 2015). De hierin opgenomen beheertypenkaart (situatie 2014) brengt alle voor H9120 en H9190 relevante bos onder Dennen-, eiken- en beukenbos (N15.02) met uitzondering van enkele vakken bij het kasteel die als Park- en stinzenbos (N17.03) worden beheerd.



Figuur 6.6 *Deelgebied Eerde. Begrenzing (geel) en ligging van zoekgebieden (E1-E16). Ondergrond: luchtfoto voorjaar 2015.*

Op grond van deze kaartinterpretatie en documenten onderscheiden we de volgende zoekgebieden (fig. 6.6):

- E1 en E2: vroeg 19de-eeuwse heide- en stuifzandbebossing met verspreid voormalig hakhout (Bessemerbergs Blok en buurschap Eerde);
- E3 - E5: vrijwel onbegreppelde parkaanleg direct rond kasteel, beheertype N15.02;
- E6- E10: sterk begreppelde parkaanleg, beheertype N15.02;
- E11-E13: bos op bouwland (Eerder Es);
- E14: vroeg en midden 19de-eeuwse heide- en stuifzandbebossing (Buitenhoek, boswachterij Ommen);
- E15: (rand)wal van complex 'voormalig 'hakhout en bomen' (Buitenhoek, boven Hammerweg bij Kamp Eerde);
- E16: voormalig strubbencomplex Eerder Veld.



Figuur 6.7 *Deelgebied Eerde. Zoekgebieden op de geomorfologische kaart (hoofdindeling).*

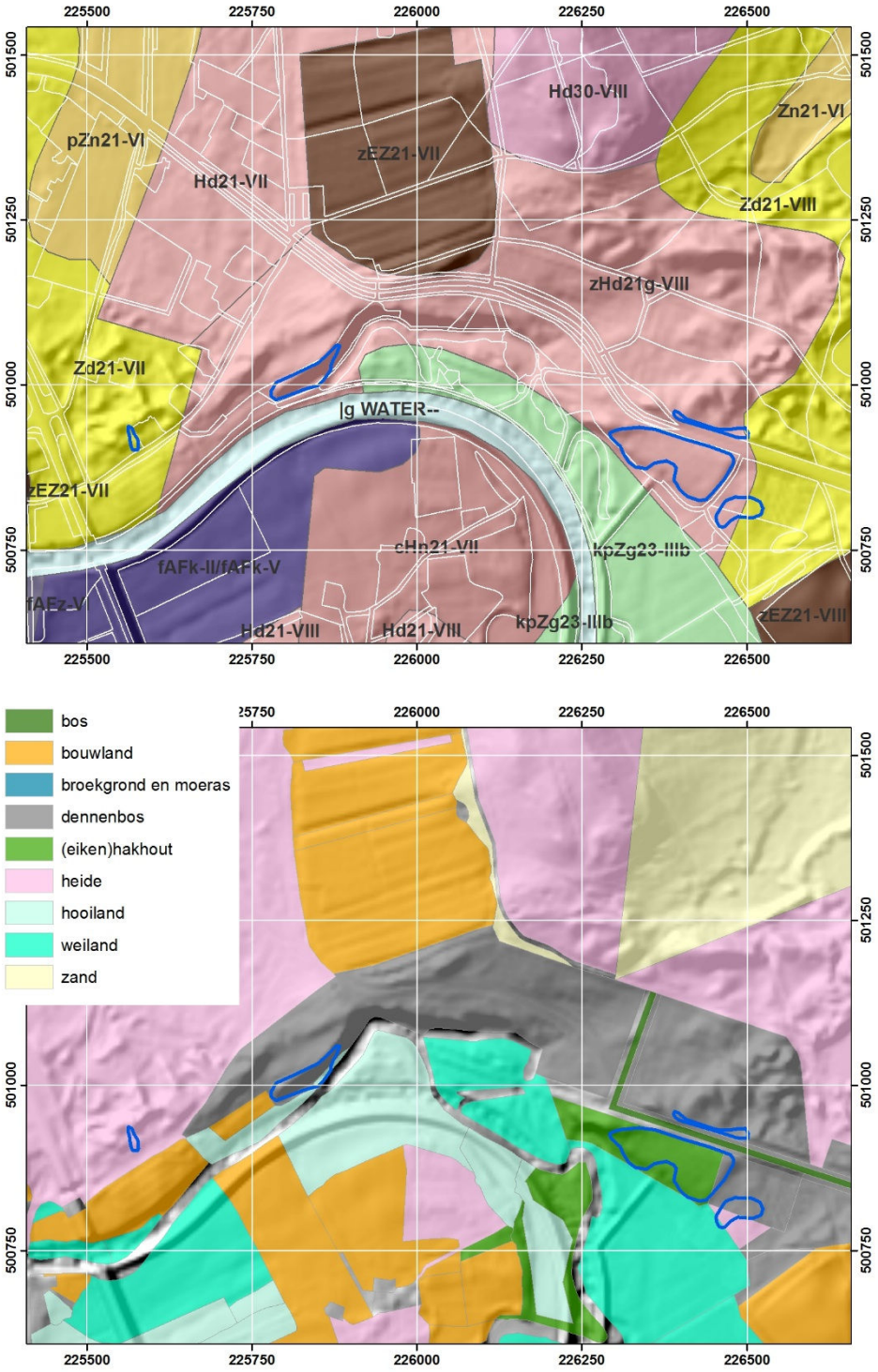
De zoekgebieden vallen geomorfologisch goeddeels binnen het dekzandlandschap, in mindere mate in het stuifzandlandschap (fig. 6.7). Hoewel een aanzienlijk deel van het gebied historisch onder sterke invloed stond van grondwater, komen actueel (binnen 1,2 m) door grondwater beïnvloede bossen alleen buiten de zoekgebieden voor.

6.2 Toestand zoekgebieden

6.2.1 Zoekgebied E1 en E2

Vegetatie, bosstructuur en flora

Zoekgebieden E1 en E2 in het westen van deelgebied Eerde vormen een smalle zone met oude bossen in de helling en bovenrand van het Reggedal waar de rivier is uitgeslepen tot in de voet van de Besthmenerberg ('Steile Oever', tot ca. 1950 'Hooge Oever'). Het meest westelijke deel E1-1 met Vechtdalgronden in de overgang naar het stuifzandgebied was in 1832 nog bouwland (fig. 6.8) en is nu particulier eikenbos (dbh 20-30 cm; kiemjaar 1901 volgens vierde bosstatistiek) met veel gebruiksinvloed (o.a. rododendron). Kwalificerend beuken-eikenbos is aanwezig op de vanaf 1827 door Van Pallandt met den ingeplante helling van het Reggedal inclusief lage randwal in de overgang naar het hoger gelegen voormalige, overstoven heidelandschap, begrensd door Steile Oever en Hammerweg (E1-2). Het betreft spaartelgenbos (15-30 cm dbh; kiemjaar 1920 volgens vierde bosstatistiek) met berk onder een scherm van grove den (25-40 cm dbh) met beuk zowel in de eerste als tweede boomlaag; hoge Amerikaanse eik komt verspreid voor; de struiklaag bestaat uit lijsterbes, krentenboompje, beuk, hulst en plaatselijk taxus; in de kruidlaag is stekelvaren met 30-40% aanwezig naast grote klonen blauwe bosbes. Er is vrij veel dood hout aanwezig. Het ten noorden van de randwal (lager) gelegen bos op voormalige heide klasse 3 in 1832 (fig. 6.8) is waarschijnlijk in dezelfde periode aangelegd als het huidige spaartelgenbos op de randwal (zelfde perceel uit 1920 als boven, volgens vierde bosstatistiek).



Figuur 6.8 *Deelgebied Eerde, zoekgebied E1 en E2 bij de Steile Oever en E14 boven de Hammerweg. Verspreiding van adelaarsvaren blauwomlijnd. Boven: bodemkaart 1:50,000. Onder: kadastrale kaart 1832. Beide op AHN-hillshade als ondergrond.*

In de zuidhelling van de Reggemeander domineert adelaarsvaren onder oude eiken (dbh 40-60 cm) in de overgang naar het dekzandgebied en het verspoelde stuwwalmateriaal (verspreiding: fig. 6.8; foto: fig. 6.9). Salomonszegel en klimop komen regelmatig voor. In de onderrand en langs overige paden zijn valse salie, lelietje-van-dalen en dagkoekoeksbloem aanwijzingen voor voormalige invloed van het Vecht-Regge-systeem (zie ook deelgebieden Junne en Stekkenkamp).



Figuur 6.9 *Deelgebied Eerde, zoekgebied E1-2 bij de Steile Oever. Scherpe grens van adelaarsvarendominantie in de bovenrand van de helling van het Reggedal (aan rechterzijde) (foto september 2017).*

De zone met het door Van Pallandt aangelegde dennenbos zet zich in zoekgebied E1-3 aan de oostkant van de meander voort als smalle strook hellingbos onder de Hammerweg. Naast zware opgaande eik zijn ook oude hakhoutstoven aanwezig; beuk vormt een tweede boomlaag. De verspreide zware eiken wijzen erop dat de vroege dennenbebossing waarschijnlijk een vorm was van bosherstel, uitgaande van gedegradeerd loofbos. Salomonszegel en dalkruid zijn schaars; valse salie komt voor langs paden. Tussen hellingbos en Hammerweg ligt een bosstrook met voornamelijk fijnspar, sitkaspar en douglasspar. Dit bosbeeld zet zich verder voort in zoekgebied E2: verspreide opgaande oude eiken en spaartelgen in de dominante context van uitheems naaldhout (douglas kiemjaar 1923 en fijnspar kiemjaar 1928 volgens vierde bosstatistiek), plaatselijk met rododendron als onderlaag. Het reliëf is hier goeddeels nog intact. Aan de oostzijde van het zoekgebied is adelaarsvaren dominant (onder fijnspar) met een geïsoleerd liggende plek op het Scouting kampeerterrein Eerde (met kampeerplek 'Varenveld'). De verspreide eiken, spaartelgen en hakhoutstoven (fig. 6.10) zijn relicten van een perceel 'hakhout en heide' op de kadastrale kaart 1832, ter hoogte van het huidige kampeerterrein destijds al omgevormd naar dennenbos (fig. 6.8). Dit oostelijk deel van E2 is ondanks het vele uitheemse naaldhout een nog redelijk intacte gradiënt van droog hellingbos naar (verdroogd) elzenhakhout (met kardinaalsmuts, eenstijlige meidoorn en ruwe smele) langs de verlande Regge-meander.

Bodem

De strook beuken-eikenbos in zoekgebied E1-2 en E1-3 ligt volgens de bodemkaart 1:50,000 op leemarme haarpodzolgrond met stuifzanddek en grind (stuwwalmateriaal) in de ondergrond (zHd21g-VIII). Aan de onderrand grenst dit aan beekeerdgronden met kleidek (kpZg23-IIIb) van het Reggedal. Hiermee is de landschapsecologische gradiënt van stuwwal via deels verstoven dekzanden naar afzettingen van de Regge goed beschreven. In het deel aan de voet van de lage randwal tussen Steile Oever en Hammerweg komen veel ijzerconcreties voor in de toplaag ('knarsend profiel') wat wijst op langdurig stagnerende condities in het verleden (maar nu als haarpodzolgrond met GWT VIII op de bodemkaart!).



Figuur 6.10 *Deelgebied Eerde, zoekgebied E2 tussen Regge en Hammerweg. Voormalige hakhoutstoof of strubbe tussen adelaarsvaren en stekelvaren. Op de kadastrale kaart van 1832 is dit 'hakhout en heide'. Vanwege het hoge aandeel naaldhout is deze oude bosgroeiplaats niet tot habitattype H9120 gerekend (foto september 2017).*

Habitattypen

Ondanks de suggestie die van de bodemkaart uitgaat dat het kwalificerende loofbos voorkomt op leemarme, overstoven dekzanden, zijn in deze gradiëntzone van stuwwal naar Regge zowel het rijkere stuwwalmateriaal als de rivierafzettingen plaatselijk ondiep aanwezig en is de landschappelijke context relatief mineralenrijk. Adelaarsvaren, valse salie en klimop zijn in het bos en langs de paden hiervoor indicatoren. De beschreven loofboszone moet daarom tot H9120 worden gerekend. Het dennenbos dat voor deze zone op de kadastrale kaart 1832 staat aangegeven, moet waarschijnlijk worden geïnterpreteerd als met den ingeplant gedegradeerd, heide-achtig eikenbos. De sterk met naaldhout omgevormde of doorplante delen worden vooralsnog niet tot het habitattype gerekend.

6.2.2 Zoekgebied E3 - E5

Vegetatie, bosstructuur en flora

Dit zoekgebied is onderdeel van de parkaanleg kort na 1715. In tegenstelling tot de parkaanleg aan de oost- en zuidzijde zijn deze bossen niet of nauwelijks begreppeld en zonder wallen. Het noordelijk vak van E3 (met diagonaal pad; fig. 6.11 links) was in 1832 'hakhout met bomen' (klasse 3). Het heeft een boomlaag van fijnspar en douglasspar, een tweede boomlaag van zomereik en beuk, weinig struiklaag met krentenboompje en een kruidlaag met hoge bosbes en stekelvaren. Er zijn oude, grotendeels dode hakhoutstoven aanwezig. Het bos ontwikkelt zich spontaan naar loofbos. Het zuidelijk deel hoorde tot hetzelfde perceel 'hakhout met bomen' in 1832. Momenteel bestaat het uit lariks met in de rand eikenbos aanwezig (20-30 cm dbh) met een dichte onderlaag van krentenboompje en (aan de zuidkant) zware beuk (40-50 cm dbh) en veel beukenverjonging. Lelietje-van-dalen en salomonszegel zijn verspreid aanwezig.

E4 sluit hierop aan als dicht, opgaand beuken- en eikenbos (20-40 cm dbh; inlandse eik met kiemjaar 1871 volgens vierde bosstatistiek), een (lage) struiklaag met hulst en verjonging van beuk en nauwelijks kruidlaag (fig. 6.11 rechts). In berm van de laan langs dit perceel zijn bosandoorn, muursla en klimop aanwezig wat wijst op een relatief rijke groeiplaats.

Het noordwestelijk deel van E5 heeft een hoog aandeel zware eik (30-40 cm dbh; kiemjaar 1914 volgens vierde bosstatistiek) met tussengeplante groepen fijnspar; de kruidlaag is ijl met bochtige

smele en stekelvaren. De andere helft van dit vak heeft een boomlaag van eik (25-30 cm dbh met uitschieters tot 40 cm) een struiklaag met taxus, fijnspar, douglasspar, hemlockspar, lijsterbes, (begraasde) hulst en sporkehout. De kruidlaag is nauwelijks ontwikkeld met wat pijpenstrootje, stekelvaren, bosbes en bochtige smele. De stamvoeten van enkele zware eiken zijn geheel begroeid met knikkend palmpjesmos, karakteristiek voor oud loofbos; ook de oudbossoort kussentjesmos is aanwezig.



Figuur 6.11 *Deelgebied Eerde. Parkaanleg zoekgebied E3 met aftakelende beuk langs (afgesloten) pad en E4 met beuken-eikenbos en jonge hulst (foto's september 2017).*

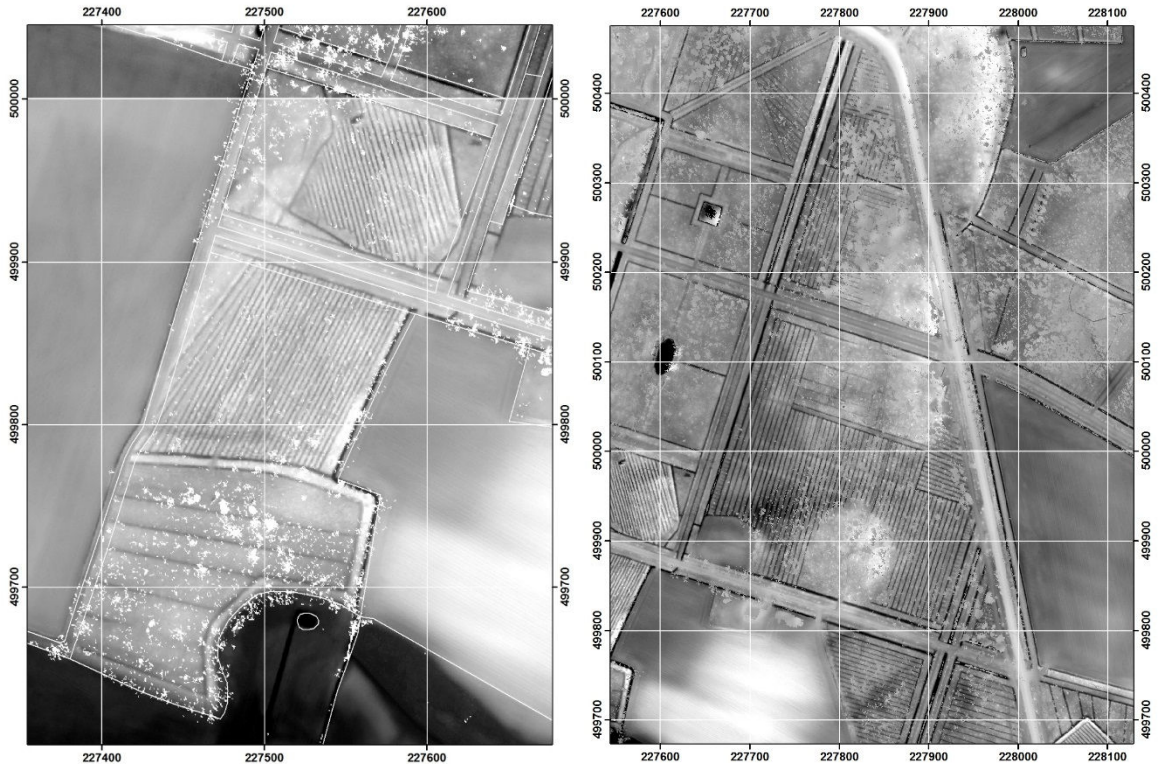
Bodem
E3 en E4 liggen op enkeerdgrond (zEZ21-VI) met (vooral in E4) een dik bouwlanddek (tot 70 cm). Ook het bodemprofiel van E5 heeft een eerdlaag maar is lemiger met hydromorfe vlekking vanaf 40 cm; in het NW-deel is de ondergrond (van een greppel) sterk lemig; in het ZO-deel zwak lemig met pH=9 (80 cm diepte, droog). Het gaat om een verdroogde beekeerdgrond (pZg23-Vb volgens de bodemkaart 1:50,000).

Habitattypen
De zoekgebieden E3 en E5 (en E4 deels) kwalificeren niet als habitattype vanwege het hoge aandeel exoten maar kunnen kansrijk worden omgevormd naar H9120 met een goede, heterogene structuur en gunstige ontwikkeling dankzij de al aanwezige zware eik en beuk, verjonging van loofhout, aanwezigheid van oudbossoorten en de relatief rijke, deels lemige bodem. Het door oude loofbos gedomineerde deel van E4 kwalificeert al wel als H9120.

6.2.3 Zoekgebied E6 - E10

Vegetatie, bosstructuur en flora
Dit zoekgebied is grotendeels eveneens onderdeel van de parkaanleg van landgoed Eerde maar valt op door een dichte tot soms zeer dichte begreppeling (ondiepe rabattering) van de percelen en het voorkomen van wallen, deels van voor de parkaanleg.
De huidige vorm van E6 komt geheel overeen met de percelen F601 (boven de laan; hakhout klasse 3) en F621 (onder de laan; hakhout en bomen, klasse 2) in 1832. De fijne begreppeling en daarmee samenhangende perceelvormen zijn echter van voor de aanleg van het park (fig. 6.12 links). Het west- en zuiddeel bestaat uit eikenbos (20-35 cm dbh) en weinig berk, een plaatselijk dichte struiklaag van krentenboompje en verder sporkehout en hulst. In het zuidelijk deel is nog duidelijk sprake van spaartelgen met hakhoutsporen (fig. 6.13 links). De kruidlaag bedekt ca. 40% en bestaat uit stekelvaren en bochtige smele met hier en daar salomonszegel. Langs de lanen groeit hengel. Een grote bijzonderheid is de oudbossoort groot gaffeltandmos in de noordhelling van de wal die het

zuidelijke perceel begrenst (fig. 6.13 rechts). Dit is vooralsnog de enige bekende groeiplaats in het Natura 2000-gebied[22].



Figuur 6.12 *Deelgebied Eerde. AHN2 van parkaanleg. Links: zoekgebied E6 met begreppeling en perceelvormen deels daterend van voor de parkaanleg. Rechts: zoekgebied E7 en E8 met (ter weerszijden van tussenliggende laan) doorlopend patroon van begreppeling, waarschijnlijk van tijdens de parkaanleg.*

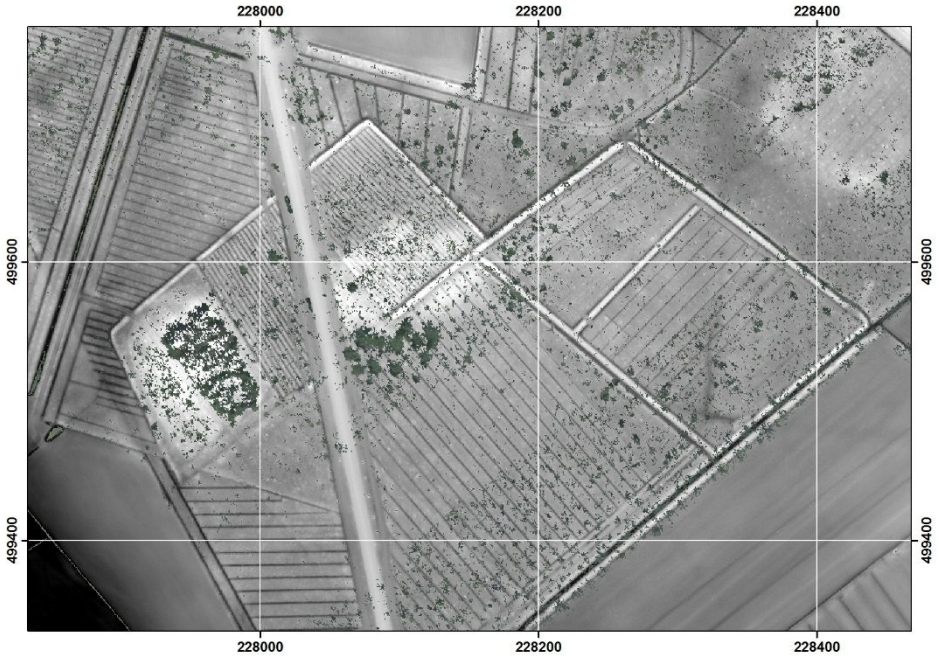


Figuur 6.13 *Deelgebied Eerde, zoekgebied E6, zuidelijk perceel. Links: spaartelgenbos. Rechts: wal met kussens groot gaffeltandmos (foto's september 2017).*

[22] De opgave van de Archemerberg uit 1999 (verspreidingsatlas.nl) toegeschreven aan Kasper Reinink (destijds Nijverdal, nu Zutphen) blijkt bij navraag niet juist. Waarschijnlijk is sprake van een invoerfout (mededeling september 2017). In november 2017 vond Henk Koop tijdens een onderzoek op landgoed Eerde op nog geen 250 m afstand een tweede plek met groot gaffeltandmos langs de beukenlaan in de noordoostrand van zoekgebied E6.

Zoekgebied E7 ligt in de oksel van de Hammerweg. Het is een begreppeld, zeer droog perceel dat grotendeels bestaat uit fijnspar, lariks en douglasspar met ingeplante eik. In de kruidlaag op de rabatten is bochtige smele, stekelvaren en aan de oostzijde ook bosbes aanwezig. Het perceel kwalificeert als geheel niet als beuken-eikenbos.
Zoekgebied E8 sluit qua begreppeling aan op E7 maar heeft een onbegreppeld dekzandkopje in de onderrand (fig. 6.12 rechts). Het is een heterogeen perceel met overwegend oude (aftakelende) lariks-opstanden, deels met tweede boomlaag van beuk en eik (25-30 cm dbh). In de noordoosthoek ligt een dichte beukenopstand (25-40 cm dbh, kiemjaar 1952 volgens vierde bosstatistiek). Aan de west-zuidwestzijde ligt een kwalificerende eikenopstand (dbh 25-40 cm, kiemjaar 1940 volgens vierde bosstatistiek) met struiklaag van krentenboompje en een door pijpenstrootje gedomineerde kruidlaag met kamperfoelie en met wat riet in de greppels; in de moslaag zijn o.m. kussentjesmos en geplooid snavelmos aanwezig. In dit deel komen ook nog enkele elzen voor en eiken met hakhoutsporen. Aan de zuidzijde staan zowel zware eiken als spaartelgen. In de onderrand van het door lanen ingesloten driehoekig perceeltje (langs de Hammerweg) staat een haagbeuk (dbh 40 cm; wild?) en wat hazelaar; in de (droge) buitengreppel van dit perceel staan nog enkele pollen elzenzegge; in de aansluitende berm van de lanen zijn grote muur en ruwe smele aanwezig: relicten van historische, grondwatergevoede rijkdom!

Het westelijk perceel van zoekgebied E9 (E9-1, grenzend aan het bouwland; fig. 6.6) is recent (her)ingeplant met eik met een aandeel (spontane) berk (10-15 cm dbh); de kruidlaag bestaat uit bochtige smele en weinig pilzegge en brede stekelvaren. Hoewel heel arm aan soorten en structuur, kan het bij het beuken-eikenbos worden getrokken. Het was in 1832 hakhout (klasse 2 en 3). Het oostelijk deel E9-2 bevatte vanouds een geïsoleerd kampje (fig. 6.2), nu ingeplant met douglasspar (kiemjaar 1949 volgens vierde bosstatistiek), deels met een heide-achtige begroeiing met gaspeldoorn. De kamp is opvallend fijn-begreppeld en ligt binnen een hoge wal die zich voorzet aan de oostzijde van de Hammerweg rond een perceel met eenzelfde type begreppeling (fig. 6.14 en zie zoekgebied E10); deze structuur dateert kennelijk van voor de aanleg van het park maar heeft bij de opmeting van het kadaster van 1832 geen rol gespeeld (alleen het kampje is een apart perceel).



Figuur 6.14 *Deelgebied Eerde. AHN2 van parkaanleg. Zoekgebied E9-2 en E10 met oude begreppeling, percelering en wallen die bij de parkaanleg zijn doorsneden door de Hammerweg; verder rabattering die waarschijnlijk dateert van de parkaanleg. Het dekzandkopje bewesten de Hammerweg was vanouds een kampje (vergelijk fig. 6.2); het oostelijke kopje (met fijn-begreppeld voormalig eikenhakhout) is de enige locatie met adelaarsvaren in het kasteelpark.*

Het spaartelgenbos (30-40 cm dbh, als lariks in de vierde bosstatistiek) van E9-2 boven de wal heeft een heterogene structuur met een tweede boomlaag van berk, beuk en een enkele lariks, een struiklaag van krentenboompje, beuk, berk (zowel ruw als zacht) en sporkehout; de kruidlaag wordt gevormd door bochtige smele en klonen bosbes, plaatselijk pijpenstrootje en stekelvaren (fig. 6.15). Het in een punt uitlopende deel van E9-2 onder het kampje is vergelijkbaar in samenstelling en structuur met het noordelijke deel.



Figuur 6.15 *Deelgebied Eerde, zoekgebied E9-2, noordelijk deel (boven wal), met hoog aandeel berk (links), maar ook spaartelgen (rechts).*

De wal en het oude hakhoutperceel dateren zeer waarschijnlijk van voor de parkaanleg en zetten zich voort in zoekgebied E10-1 ten oosten van de Hammerweg (fig. 6.14). De wal lijkt ook zichtbaar op de Hottingerkaart als noordelijke begrenzing van het bos (fig. 6.1). Volgens de kadastrale kaart waren deze bospercelen omringd door 'heide en weiland' (vergelijk fig. 6.21); mogelijk diende de wal om vee in het Eerder Achterbroek buiten te houden. Het fijn-begreppelde, omwalde perceel is een tamelijk open spaartelgenbos (dbh 25-40 cm), doorgeplant met jonge eik (kiemjaar 1972 volgens vierde bosstatistiek)(fig. 6.16). De struiklaag (20-30% bedekkend) bestaat uit krentenboompje; de kruidlaag wordt gedomineerd wordt door pijpenstrootje. Op en langs de wal van dit intrigerende perceel staan enkele zware beuken, zowel geïsoleerd als in kleine groepjes; het is ons niet bekend wat de functie van deze bomen was (fig. 6.16). Een ijle begroeiing van adelaarsvaren is beperkt tot het lage dekzandkopje (fig. 6.16 en vergelijk fig. 6.14). Dit voorkomen is waarschijnlijk een relict uit de periode dat hier nog sprake was van een stagnerende beekvlakte; vergelijkbare kopjes met adelaarsvaren temidden van sterk stagnerend of grondwaterbeïnvloed bos zijn bijvoorbeeld nog te vinden op de Bijvank bij Beek en in het (eveneens verdroogde) Anholtse Broek bij Bredevoort. In het verlengde van het omwalde perceel bevindt zich een veel groter perceel met spaartelgenbos dat (gezien de begreppeling) waarschijnlijk dateert van de parkaanleg. Op de kadastrale kaart van 1832 worden beide tot hetzelfde perceel hakhout (klasse 3) gerekend. De eiken zijn hier wat dikker en veel stammen hebben een verbrede (hakhout)voet met knikkend palmpjesmos of kussentjesmos (fig. 6.17). Op de bosbodem komen ook de bosmossen geplooid snavelmos, gewoon thujamos en riempjesmos voor, wijzend op een beschut, luchtvochtig bosklimaat.

Het boven en ten oosten van deze percelen gelegen huidige bos staat op de kadastrale kaart grotendeels aangegeven als 'heide en weiland' (zie fig. 6.21) en heeft nog steeds een groot aandeel grove den in de boomlaag met een onderlaag van berk. Zo ook het oostelijk deel van zoekgebied E10

(E10-2) dat op de kadastrale kaart 1832 is opgenomen als perceel met dennenbos en heide, omwald met hakhout. Ten oosten hiervan (heide in 1832) ligt een ongerabatteerd, vrij vochtig perceel met spontaan eiken-berkenbos in de overgang naar een dekzandrug. Hier is sprake van invloed van lokaal grondwater binnen 1,2 m. Vooralsnog zijn deze bossen niet opgenomen op de habitatkaart maar ze dragen door hun natuurlijke ontwikkeling in de gradiënt van verdroogde beekeerdgronden naar vochtige veldpodzolgronden sterk bij aan de natuurkwaliteit van het gehele boscomplex (Koop, 2017).



Figuur 6.16 *Deelgebied Eerde, zoekgebied E10-1: het omwalde, fijn-begreppelde perceel voormalig hakhout. Linksboven: buitenzijde wal met zware beuk. Rechtsboven: Begreppeling met dominantie van pijpenstrootje op de rabatten. Op de achtergrond is ook nog een zware beuk te zien. Linksonder: ijle adelaarsvaren op het dekzandkopje. Rechtsonder: bodemprofiel met grijsblauwe, zeer compacte siltige laag vanaf 70 cm (in greppel = ca. 130 cm -mv rabat) (foto's september en november 2017).*



Figuur 6.17 *Deelgebied Eerde, zoekgebied E10-1: het niet-omwalde, grof-begreppelde perceel met spaartelgen. Links: bosbeeld. Rechts: stamvoeten met kussentjesmos en gewoon sterrenmos (voorgrond) en knikkend palmpjesmos (achtergrond) (foto's september 2017).*

Bodem

De bodem van E6 is een verdroogde beekeerdgrond (pZg23-Vb) met een sterk lemige toplaag (0-20 cm) en daaronder zwak lemig, zeer fijn zand.
E7 heeft een vergelijkbare bodem waarin echter (onder naadhout) uitloging plaatsvindt.
De beukenopstand in zoekgebied E8 ligt volgens de bodemkaart 1:50,000 deels op beekeerdgrond met GWT III. De toplaag 0-50 is verwerkt; daaronder is het profiel bont (hydromorf) gevlekt en vanaf 100 cm gereduceerd en licht vochtig; de pH, wat dieper in het profiel, is 4.5 wat wijst op de afwezigheid van grondwaterinvloed. Het gaat om een 'fossiele' beekeerdgrond. Ook een boorpunt in een greppel van de eikenopstand in de ZW-hoek geeft alleen een lichtvochtige ondergrond te zien, hier met pH 4.2 (op 110 cm -mv).
De bodem van E9-2 boven de wal die zich voortzet aan de oostzijde van de Hammerweg is een zwak-lemige, verdroogde beekeerdgrond met een 25-35 cm dikke eerdlaag. Buiten het kampje is geen duidelijke enkeerdgrond aangetroffen.
De bodem van het fijn-begreppelde en omwalde perceel van zoekgebied E10-1 heeft (beoordeeld in een greppel van 60 cm diep) een toplaag 0-40 cm van zwak-lemig zand; tussen 40-60 cm leemarm zand met oranje vlekking (oxidate-zone) op een grijsgroene tot blauwige, zeer compacte siltige laag (reductie-zone) met pH=4.0 (fig. 6.16 rechtsonder). Deze laag heeft in het verleden tot sterk stagnerende omstandigheden geleid. Ten noordoosten van het kwalificerende bos ligt (op ongerabatteerde, voormalige heide) een complex zich spontaan ontwikkelend eiken-berkenbos (zie ook Vegetatie, bosstructuur en flora). De bovenste 50 cm van het bodemprofiel bevat veel grove ijzerconcreties wat wijst op langdurige, constante fluctuaties van ijzerhoudend grondwater in het verleden. Hiermee is op het landgoed een complete reeks aanwezig van parkbos, via spaartelgenbossen naar goeddeels spontaan ontwikkeld bos over de gehele gradiënt van bodemvruchtbaarheid van ontginning tot woeste grond (heide).

Habitattypen

Binnen E6 kwalificeren de door inheems loofhout gedomineerde delen als soortenarm beuken-eikenbos met een gevarieerde structuur. Meer dan de helft bestaat uit slechtgroeiende en aftakelende lariks (kiemjaren 1949 en 1956 volgens de vierde bosstatistiek).
E7 kwalificeert vanwege de dominantie van uitheems naaldhout niet als habitattype en heeft onvoldoende kwaliteitselementen (zoals dikke eiken of beuken, loofhoutverjonging) om te kunnen worden omgevormd.
Alleen de eikenopstand in de ZW-hoek van E8 kwalificeert als (oorspronkelijk vochtig) beuken-eikenbos. De beukenopstand in de NO-hoek heeft geen kruidlaag en kwalificeert in de huidige context (van overwegend uitheems naaldhout) niet.
Zoekgebied E9 is spaartelgenbos met een betrekkelijke lange spontane ontwikkeling met zowel berk als beuk en kwalificeert als eiken-beukenbos, behalve het voormalige (niet-begreppelde) kampje binnen de wal (met douglasspar en plekken gaspeldoorn).
Binnen zoekgebied E10 kwalificeren alleen de percelen die op de kadastrale kaart 1832 als hakhout staan aangegeven (E10-1). Hierbuiten (tot aan de J.H. Machielse weg) ontwikkelt zich spontaan inheems loofbos, deels onder een scherm van grove den, deels spontaan op voormalige (vochtige) heide.

6.2.4 Zoekgebied E11 - E13

Vegetatie, bosstructuur en flora

Deze zoekgebieden betreffen bossen die zijn aangelegd op de Eerder Es. De kadastrale kaart van 1832 en de TMK geven hier alleen een strook hakhout (klasse 1!) in een laagte in de bovenrand van zoekgebied E11 (fig. 6.2 en 6.3). Dit hakhout is met een strook bos (klasse 2) verbonden met de parkaanleg van kasteel Eerde. In deze laagte bevindt zich nu een open, oud eikenbos (dbh 50 cm) met dikke krentenboompjes en veel hulst in de struiklaag; de ijle kruidlaag bestaat uit stekelvaren. Het aangrenzend deel van de hoger gelegen es is voor 1883 ingeplant (fig. 6.4). Het is nu een open, oud eikenbos (dbh 30-50 cm, kiemjaar 1881 volgens vierde bosstatistiek) met beuk in de tweede

boomlaag, een ijle tot plaatselijk dichte struiklaag van hulst en met stekelvaren in de kruidlaag (fig. 6.18 boven); salomonszegel komt verspreid voor. In de onderrand van akkerbos, grenzend aan het dal van de Regge, is ook lelietje-van-dalen aanwezig.
Zoekgebied E12 is door een bosstrook verbonden met E11 en de parkaanleg (zoekgebied E4). In deze strook komen plekken eikvaren voor en is de pluimkambraam (*Rubus umbrosus*) dominant (een bossoort, maar niet beperkt tot oud bos). Ook het akkerbos van E12 is voor 1883 aangelegd (fig. 6.4) en is nu een fraai, oud eikenbos (dbh 50 cm, kiemjaar 1820 volgens vierde bosstatistiek) met een gevarieerde bosstructuur met beuk (dbh 40 cm) en een struiklaag met veel hulst; de kruidlaag wordt gevormd door stekelvaren (bedekking 20%)(fig. 6.18 onder). De oostzijde van het bos (op de voormalige es) en de noordzijde (op lager gelegen voormalige grasgrond) hebben een hoog aandeel uitheems naaldhout (lariks, douglasspar, hemlockspar), aan de noordzijde betrekkelijk recent doorgeplant. Het vervolg van de eikenstrook met hulst en sporkehout rond de es (onder het pad) is ook kwalificerend beuken-eikenbos; het deel boven het pad (grenzend aan bewoning) is vergraven en kwalificeert niet (open bos met jonge eik en een tot 6 m hoge laag van krentenboompje).



Figuur 6.18 *Deelgebied Eerde, akkerbos op de Eerder Es, met oude eiken, een tweede boomlaag met beuk en een struiklaag met hulst. Boven: zoekgebied E11. Onder: E12 (foto's september 2017).*

Zoekgebied E13 in de onderrand van de Eerder Es is met een strook eikenbos (boven het wandelpad) verbonden met E11. De strook bos onder het pad, grenzend aan het dal van de Regge heeft het karakter van elzenbroekbos (met riet) en kwalificeert niet als habitattype droog bos. Het akkerbos

dateert waarschijnlijk uit dezelfde tijd als dat van E11 en E12 (kiemjaar 1881 volgens de vierde bosstatistiek) maar heeft een veel dichtere structuur. Naast eik (dbh 40 cm) komt verspreide lariks, douglasspar en hemlockspar voor; de tweede boomlaag bestaat uit beuk en hemlockspar; in de struiklaag komt naast hulst en sporkehout, lijsterbes dominant voor wat elders in akkerbos niet in deze mate is aangetroffen; daarentegen is krentenboompje hier vrijwel afwezig. Beukenverjonging is hier al 3-4 m hoog wat sterk bijdraagt aan de dichtere structuur. De kruidlaag is ijl met stekelvaren. Het westelijker gelegen boscomplex dat met een eikenstrook langs het pad is verbonden met E13 is een uitgesproken parkbos met veel rododendron en uitheems naaldhout. Dit bos en de eikenstrook met verspreid staande bomen kwalificeren niet als beuken-eikenbos.

Bodem
De bodem van de oude voormalige hakhoutstrook van E11 heeft een cultuurdek van 20 cm en kan als verdroogde beekeerdgrond worden beschouwd, aansluitend op de laagte achter het kasteel. Het akkerbos ligt om een leemarme, zwarte enkeerdgrond (zEZ21-VIII).
Het akkerbos van zoekgebied E12 ligt eveneens op zwarte enkeerdgrond; de toplaag is hier lemiger dan in zoekgebied E12 (door opgebrachte plaggen?); onder de eerdlaag is de bodem leemarm. Zoekgebied E13 sluit bodemkundig aan op de enkeerdgronden van E11 en E12.

Habitattypen
We beschouwen de akkerbossen van E11-E13 als oud bos, aangelegd kort na het verschijnen van de TMK en direct grenzend aan de oude bosgroeiplaatsen van de 18de-eeuwse parkaanleg en daarmee als H9120. De huidige bosbeelden corresponderen sterk met typische beuken-eikenbossen op oude bosgroeiplaatsen (binnen Vecht- en Beneden-Reggegebied alleen fragmentair aanwezig in buurschap Zeesse), inclusief ontwikkeling naar bos met hoger aandeel beuk en opvallende aanwezigheid van hulst. Van de de oudbossoorten lijkt tot dusver alleen salomonszegel aanwezig. Ondanks de (met uitzondering van E13) open bosstructuur en de context van landbouwgebied, is zwarte braam afwezig in de bosopstanden; langs de oude paden komt alleen de bossoort pluimkambraam mantelvormend voor (fig. 6.19). Kennelijk vormen historische zwarte enkeerdgronden een voedselarme groeiplaats die dankzij de eerdlaag een goede vochtvoorziening hebben en diep doorwortelbaar zijn en daardoor als bosgroeiplaats bijzonder geschikt zijn.

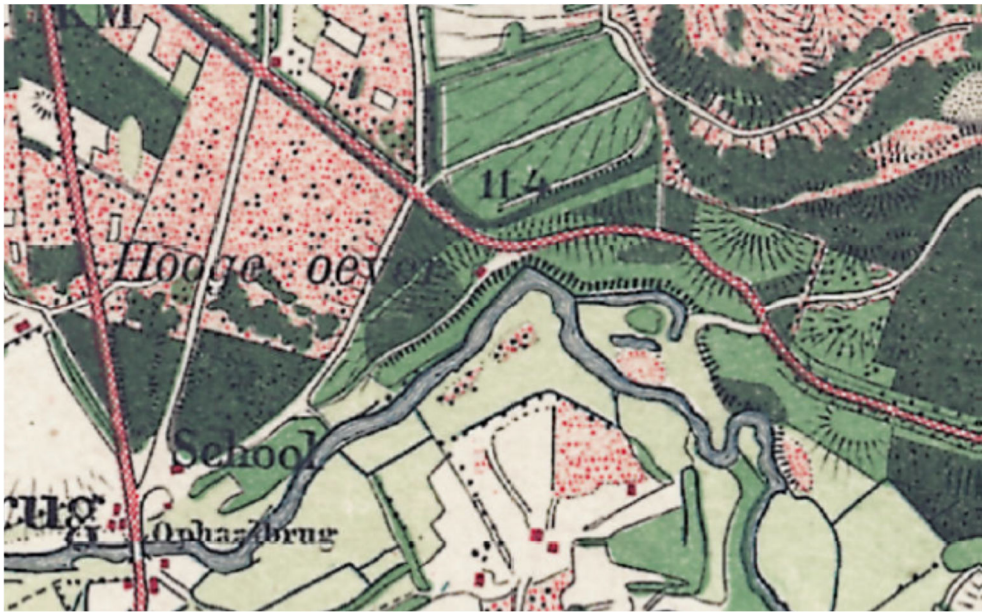


Figuur 6.19 *Deelgebied Eerde, oude infrastructuur door Eerder Es met lage mantelvegetatie van pluimkambraam (Rubus umbrosus) (foto's september 2017).*

6.2.5 Zoekgebied E14

De vroege dennenbebossing van Van Pallandt (zie zoekgebied E1 - E3) omvatte ook het gebied ten noorden van de huidige Hammerweg, nu onderdeel van boswachterij Ommen (zie fig. 6.8). Het ligt evenals E1 - E3 volgens de bodemkaart 1:50,000 op zHd21g (leemarme, overstoven haarpodzol in dekzand op stuwwalmateriaal); de zuidoosthoek bestaat uit lage landduinen. Het vroege dennenbos was waarschijnlijk ook als vorm van bosherstel (van gedegradeerd loofbos) aangelegd: vergelijk aanduidingen van loofbos en verspreide bomen op de topografische kaart van 1885 (fig. 6.20 en zie § 6.2.1). Het complex is nu productiebos (beheertype N16.03 Droog bos met productie) met oude eiken

nog op wallen maar verder met veel naaldhout, beuk (in tweede boomlaag onder grove den) en een struiklaag met krentenboompje en Amerikaanse vogelkers. In de kruidlaag bochtige smele, blauwe bosbes en stekelvaren. In de zuidrand, boven het fietspad boven de Hammerweg ligt nog een smalle strook adelaarsvaren die aansluit op het voorkomen in E2 (zie fig. 6.8). In dit zoekgebied is geen habitattype H9120 onderscheiden.



Figuur 6.20 *Deelgebied Eerde, zoekgebieden E14 (boven de Hammerweg) en E1 - E2 (onder de weg) op de topografische kaart van 1885.*

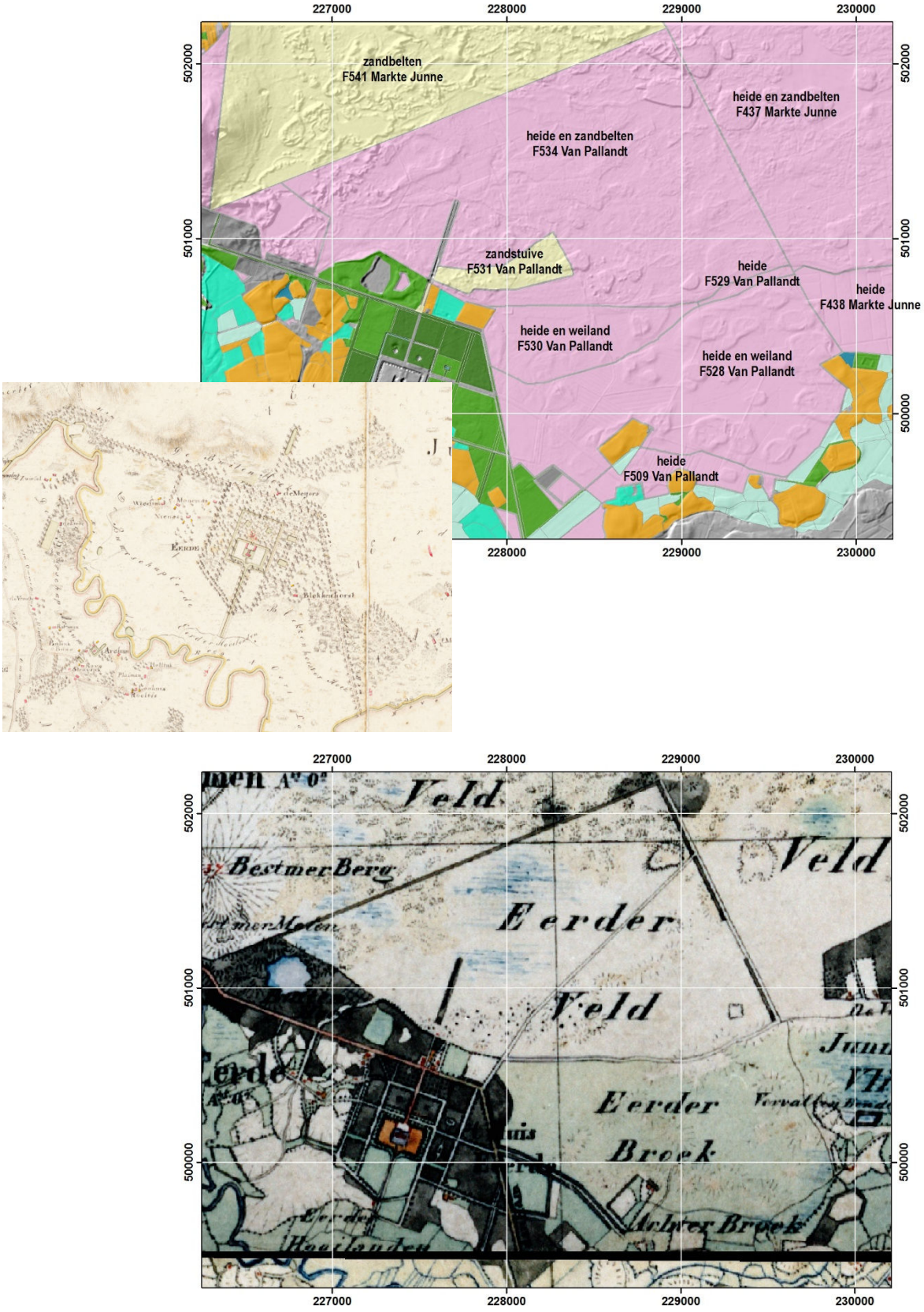
6.2.6 Zoekgebied E15

Dit zoekgebied boven de Hammerweg sluit aan op de parkaanleg bij het kasteel. Op de kadastrale kaart 1832 is het met uitzondering van het centraal gelegen ven ('veengrond') aangegeven als 'hakhout met bomen' (klasse 3). Waarschijnlijk heeft zich pas na de aanleg van dit hakhout in de noordrand een randwal gevormd. Het hakhout is vrijwel geheel omgevormd naar uitheems naaldhout (met name douglasspar). Alleen op en juist boven de randwal is nog eikenbos aanwezig (25-40 cm dbh), deels als spaartelgen en hakhoutstoven. De onderlaag bestaat vrijwel geheel uit trosbosbes en Amerikaanse vogelkers. In de kruidlaag is hier en daar dalkruid aanwezig, vooral in het aangrenzende gerabatteerde bos in de dekzandlaagte. Vanwege de geringe oppervlakte en dominantie van invasieve exoten in de ondergroei is geen habitattype onderscheiden.

6.2.7 Zoekgebied E16 (Eerder Veld)

Dit zoekgebied, onderdeel van boswachterij Ommen is qua bosbeeld het meest opmerkelijke van alle deelgebieden. De kadastrale kaart 1832 geeft hier aansluitend op het kasteelpark een strook stuifzand (perceel F531 'zandstuive'). Uit het kadastrale verzamelplan van Ambt Ommen en uit de TMK blijkt dat sprake is van verspreid voorkomende bomen en bossages (fig. 6.21). Deze aanduiding is (als 'strubbenbos') door Bijlsma et al. (2010) ogenomen in het bestand van oude bosgroeiplaatsen. De huidige situatie is een betrekkelijk open, reliëfrijke stuifzandbebossing met overwegend naaldhout en door het hele gebied verspreid voorkomende zware knotbeuken (fig. 6.22) en beukenverjonging. De oude beuken lijken zich spontaan gevestigd te hebben, waarschijnlijk begin 19de eeuw vanuit het parkbos van Eerde. Het huidige bosbeeld weerspiegelt wat op de TMK staat aangegeven. Vanwege het ontbreken van berken-eikenbos rekenen we deze groeiplaats niet tot H9190. Het is een mooi voorbeeld van de ontwikkeling van (oud) beukenbos op stuifzandgronden.
In hoeverre de beuken daadwerkelijk zijn geknot is een open vraag. Gewoonlijk wijzen knotbomen op houtoogst in combinatie met beweiding ('wood pasture', o.a. Read 2000). Mogelijk was dit deel van het Eerder Veld onderdeel van een groter beweidingsgebied vanuit het Eerder Achterbroek dat in 1832

wordt aangeduid als 'heide en weiland'. Het Eerder Veld was echter geen markegrond maar van Van Pallandt (fig. 6.21); door wie en met welk doel de beuken zouden zijn geknot is een raadsel.



Figuur 6.21 *Deelgebied Eerde, zoekgebied E16 (Eerder Veld). Boven: kadastrale kaart 1832 met perceelaanduidingen voor heide en stuifzand inclusief perceel 'zandstuive'. Midden: uitsnede uit corresponderend kadastraal verzamelplan Schoutambt Ommen ('opgemaakt in den Jare 1821') met hetzelfde perceel weergegeven als strubben of bos. Onder: weergave op de TMK van ca. 1850 met aanduiding van strubben of verspreide bomen in dit perceel.*

Een andere mogelijkheid is dat in dit destijds zeer open en droge landschap in een of meerdere perioden van strenge vorst of extreme droogte de topscheuten van de spontaan gevestigde beuken zijn afgestorven waarna uitgelopen zijknoppen een nieuwe kroon hebben gevormd in de vorm van een knotboom. Dit fenomeen is bekend van beuk, vooral in open terrein (Roloff 1987; Ningre & Colin 2007), maar niet in de mate waarin het in het Eerder Veld voorkomt. Wat pleit voor deze verklaring is dat ook enkele betrekkelijke jonge bomen knotverschijnselen te zien geven (fig. 6.22).



Figuur 6.22 *Deelgebied Eerde, zoekgebied E16. Oude (links) maar ook jonge 'knotbeuken' in het reliëfrijke voormalige stuifzand van het Eerder Veld (foto's september 2017).*

6.3 Begrenzing habitattypen

In deelgebied Eerde is 31.4 ha habitattype Beuken-eikenbossen met hulst (H9120) aangetroffen (fig. 6.23).

De volgende categorieën H9120 zijn aanwezig (zie hoofdstuk 8 voor nadere beschrijving):

- akkerbos: deel van parkbos (vanaf 1715) en op Eerder Es (E11-13);
- beekvlaktebos: groot deel van parkbos ter weerszijden van de Hammerweg (E5-E10); ook als de berekende GLG-verhoging na het dempen van interne waterlopen zich zou voordoen, zoals voorzien bij ecohydrologisch herstel (Bell & Van 't Hullenaar, 2013: fig. 7.1), dan verwachten wij dat de bossen in de zoekgebieden zich blijven ontwikkelen binnen het eikenverbond en daarmee binnen het bereik van habitattype H9120;
- 'dekzandbos': E1.



Figuur 6.23 *Deelgebied Eerde, voorgestelde habitatkaart Beuken-eikenbossen met hulst (H9120).*

6.4 Knelpunten en herstel- en beheeropties

In deze paragraaf beperken we ons tot de zoekgebieden met actueel habitattype en/of met potentieel habitattype als door omvorming hiervan actueel habitattype ontsnipperd wordt. De zoekgebieden E14 en E15 blijven daarom buiten beschouwing; deze hebben geen actueel habitattype en zijn na eventuele omvorming nog steeds geïsoleerd. E16 heeft eigen natuurhistorische waarden die ook na kwaliteitsverbetering van het zoekgebied niet binnen H9120 of H9190 vallen en blijft daarom ook buiten beschouwing. De aldus resterende zoekgebieden vallen alle binnen het beheertype N15.02 (Dennen-, eiken- en beukenbos).

Representativiteit

Kasteelpark (akkerbos: E3-E4)

- Gering; E3 kwalificeert niet als habitattype; E4 kwalificeert grotendeels wel maar heeft geen karakteristieke soorten behalve salomonszegel.

Kasteelpark (beekvlaktebos: E5-E10)

- Matig, maar nog in ontwikkeling (oorspronkelijk geen H9120-groeiplaats, behalve op dekzandkopjes). Dalkruid, salomonszegel en lelietje-van-dalen komen verspreid voor; hengel alleen langs de grazige lanen; ijle adelaarsvaren alleen op een dekzandkopje. Geen karakteristieke braamsoorten. Relicten (vochtindicatoren) zijn sporadisch aanwezig (elzenzegge, grote muur in onderrand E8).

Eerder Es (akkerbos: E11-E13)

- Gering, inherent aan type, maar nog in ontwikkeling. Alleen salomonszegel is verspreid aanwezig. Pluimkambraam (*Rubus umbrosus*) is als karakteristieke soort vrij talrijk.

Steile Oever (dekzandbos: E1-E2)

- Matig: salomonszegel en dalkruid komen verspreid voor; adelaarsvaren vlaksgewijs. In onderrand grenzend aan Reggedal ook valse salie, grote muur en dagkoekoeksbloem.

Structuur

Kasteelpark (akkerbos: E3 en E4)

- Bosbeeld in deze parkaanleg rond het kasteel (voor zover binnen N15.02) niet richten op eikenbos maar meekoppelen met de al lange tijd verlopende ontwikkeling naar opgaand beukenbos met een natuurlijke structuur met hulst en taxus in de struiklaag. Opgaand beukenbos past ook als parkbos.
- In E4 met plaatselijk goed ontwikkeld habitattype met goede structuur alle uitheems naaldhout verwijderen incl. verjonging. Omvorming van E3 (nu voornamelijk lariks, fijnspar en douglasspar met verspreide eikenhakhoutstoven) is kansrijk door al aanwezige tweede boomlaag van eik en beuk). E3 en E4 zouden daarmee een robuuste eenheid habitattype kunnen vormen die qua bosbeeld past in kasteelpark.
- Inbrengen van extra boomsoorten in (beoogd) habitattype H9120 binnen N15.02 zoals winterlinde is niet gewenst. Linde is hier op groeiplaatsen van het habitattype een regio- en systeemvreemde soort die zich niet natuurlijk zal verjongen. Als component van parkbos (N17.03) kan linde uiteraard wel een rol spelen.

Kasteelpark (beekvlaktebos: E5-E10)

- Referenties voor een goede of 'natuurlijke' structuur voor H9120 op deze groeiplaats ontbreken. Het gaat om structureel en praktisch gesproken onomkeerbaar verdroogde groeiplaatsen. Gezien de landschappelijke ligging tussen parkbos en geheel spontaan ontwikkelend bos op voormalige 'heide en weiland' in het Eerder Achterbroek pleiten wij voor een spontane ontwikkeling van inheems loofbos uitgaande van de als hakhout aangelegde opstanden in dit sterk begreppelde (gerabatteerde) en door een boswal begrensde deel van het kasteelpark (zie ook Functie). Zowel de percelering/begreppeling als de laanstructuren blijven in dit voorstel intact.
- Voor E5, E6, E9 en E10-1 betekent dit het verwijderen van opstanden, verspreide bomen en verjonging van uitheems naaldhout (douglasspar, lariks, hemlockspar, fijnspar) en zo nodig inbrengen van eik en berk en eventueel hazelaar op de leemhoudende terreindelen. E7 en een groot deel van E8 bestaan nu uit (weinig productief) naaldhout. De huidige heterogeniteit van verjonging van loofhout (eik en beuk) in delen van E8 is een goed uitgangspunt voor omvorming van de aftakelende lariksopstanden naar inheems loofhout; ook de beukenopstand kan hierin worden opgenomen. Aldus zou door omvorming naar inheems loofbos zou (samen met E9 en E10) een aaneengesloten (ontsnipperde) oppervlakte habitattype kunnen ontstaan met ruimte voor bosdynamiek en verdere kolonisatie door karakteristieke soorten. Dankzij de vele al aanwezige dikke bomen, zowel van eik als verspreide beuk, is sprake van een gunstige uitgangssituatie voor verdere bosontwikkeling. De huidige patronen in begreppeling en bewalling zouden kunnen worden gebruikt voor differentiëring in ontwikkeling[23]. Bij de omvorming moet goed rekening worden gehouden met kolonieplaatsen en het terreingebruik van vleermuizen (Tuitert & Douma, 2011).
- Grove den is plaatselijk nog als scherm aanwezig. Deze oude dennen staan een verdere ontwikkeling naar inheems loofbos niet in de weg en leveren op korte en middellange termijn staand en liggend dood hout. Bij omvorming zouden oudere dennen daarom moeten worden gespaard.
- Krentenboompje is onlosmakelijk verbonden met landgoed Eerde. Op voor bezoekers bekende plekken is de aanwezigheid dan ook een cultuurhistorisch gegeven. Elders en met name in E5-E10 is planmatige verwijdering en reguliere bestrijding nodig zoals ook voor Amerikaanse vogelkers plaatsvindt. Zonder bestrijding zal zich onder de lichtboomsoort eik op termijn een steeds dichtere struiklaag vormen met krentenboompje wat plaatselijk nu al het geval is.

Eerder Es (akkerbos: E11-E13)

- Voor de structuur en ontwikkeling van akkerbos (op historisch bouwland) zijn vanzelfsprekend geen 'natuurlijke' referenties beschikbaar. In dit opzicht zou de ontwikkeling op de Eerder Es een belangrijk ijkpunt kunnen zijn. De huidige structuur doet sterk denken aan oude bossen in de keileemgebieden van Oost- en Noord-Nederland. De oppervlakte oude eiken is heel bijzonder; spontane ontwikkeling doet zich voor naar een hoger aandeel beuk. Afhankelijk van

[23] Dit deel van het kasteelpark is bij cultuurhistorische analyses tussen wal en schip geraakt. Analyse van de verschillende begreppelingspatronen van voor en tijdens de aanleg van het parkbos heeft nog niet plaatsgevonden (zie ook Koop, 2017).

de visie van de beheerder kan worden gekozen voor een blijvend hoog aandeel eik of een doorgaande ontwikkeling naar beuk. In het eerste geval moet beuk periodiek worden teruggezet en eik ingeboet. Hulst zal in beide gevallen een belangrijk element zijn of worden in de struiklaag.

- Inliggende naaldhoutopstanden (E12) en verspreid uitheems en zich verjongend naaldhout (met name hemlock en douglas) zouden moeten worden verwijderd waardoor de zaaddruk van deze soorten wegvalt. Amerikaanse vogelkers en krentenboompje moeten worden bestreden, zeker in het geval van eik als hoofdboomsoort.

Steile Oever (dekzandbos: E1-E2)

- De structuur binnen het al als habitattype aangemerkte deel van E1 is in deze smalle boszone nu matig door inliggende fijnspar, douglasspar en Amerikaans eik (en verjonging hiervan) maar potentieel gunstig door de aanwezigheid van veel dikke bomen van eik en beuk. Omvorming is het kansrijkst waar een complete landschappelijke gradiënt van inheems loofbos (van Reggedal naar stuwwal) kan worden gerealiseerd (en regulier kan worden beheerd). Exoten in de struiklaag kunnen bij omvorming worden meegenomen en vervolgens regulier bestreden.

Functie

Kasteelpark (akkerbos: E3 en E4)

- Zie Structuur en volgende item beekvlaktebos.

Kasteelpark (beekvlaktebos: E5-E10)

- Deze categorie bos zou kunnen gaan functioneren als onderdeel van een gradiënt van intensief bezocht en beheerd parkbos (N17.03), via akkerbos in de directe omgeving van het kasteel (N15.02 en H9120) naar geheel spontaan ontwikkeld, onbegreppeld (nauwelijks bezocht en beheerd) bos in het aansluitende Eerder Achterbroek inclusief en aansluitend op E10-2 tot aan de Machielseweg (zie ook Koop, 2017). Het begreppelde en omwalde beekvlaktebos en bijbehorende lanenstructuur, aangelegd als kasteelpark, blijft hierbij cultuurhistorisch intact maar wordt gestuurd en zo nodig omgevormd naar inheems loofbos (kwalificerend als H9120) met ruimte voor bosdynamiek (verjonging, sterfte, dood hout, open ruimtes). Hiermee wordt een nieuwe functie gegeven aan dit structureel verdroogde deel van het kasteelpark.

Eerder Es (akkerbos: E11-E13)

- Zie Structuur.

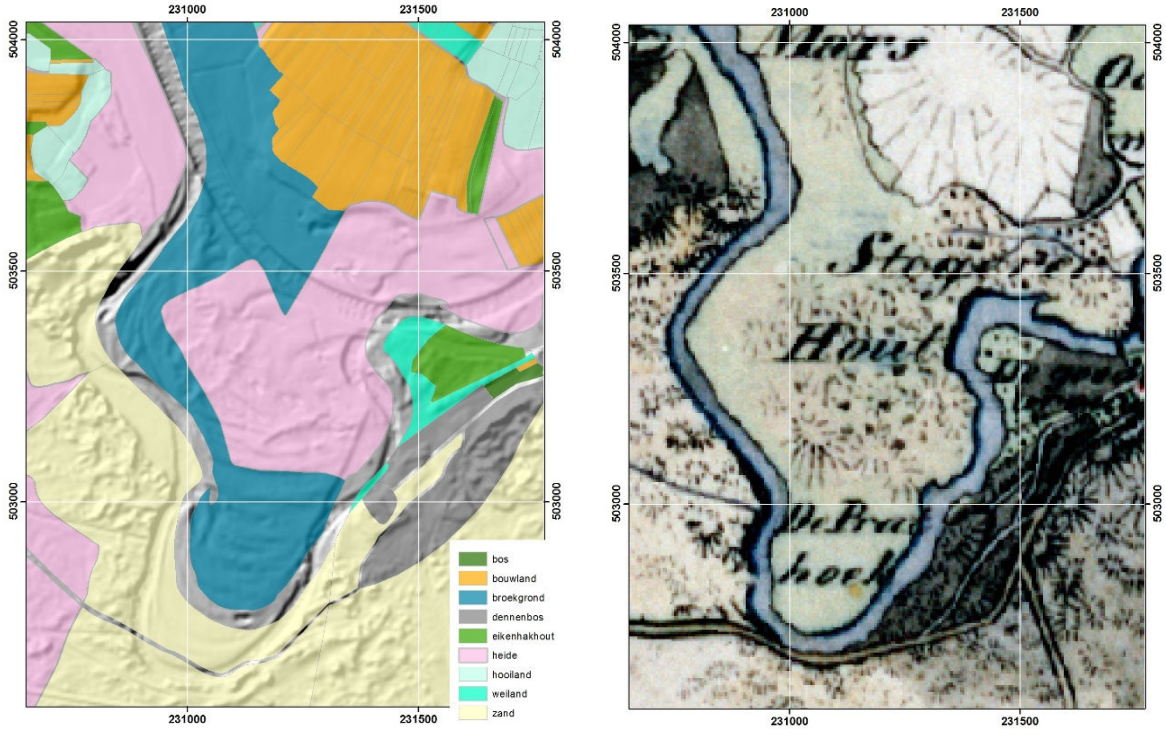
Steile Oever (dekzandbos: E1-E2)

- Omvorming van E1 is kansrijk en duurzaam als eenheid inheems (helling)bos habitattype in een gradiënt van Reggedal via het aangrenzende dekzandgebied naar de stuwwal van de Besthmenerberg (zie Structuur).
- E2 bevat nog geen kwalificerend habitattype maar is wel oude bosgroeiplaats met oude (hakhout)eiken, adelaarsvaren e.d. Hier ligt binnen N15.02 een goede mogelijkheid voor omvorming tot aaneengesloten eenheid habitattype parallel aan het Reggedal, zo mogelijk gecombineerd met de hiervoor bepleitte gradiënt loodrecht op het Reggedal.

7 Overige terreinen

7.1 Stegererhout

Op de TMK van ca. 1850 staat het toponiem Stegererhout aangegeven voor woeste grond met verspreide bomen en bossages in een meander van de Vecht (fig. 7.1). Ook op de Hottingerkaart staan hier bossages aangegeven. Op de kadastrale kaart van 1832 betreft dit ruim 28 ha 'heide en hakhout' van de marke van Stegeren, aan de west- en zuidzijde overgaand in 'broekgrond' van de Binnen Mars en Prathoek (fig. 7.1). Bodemkundig gaat het volgens de bodemkaart 1:50,000 om vorstvaaggronden (Zb21-VII) overgaand in roodoornige Vechtdalgronden (fAFz-III/VI/VII).
Dit terrein is nu onderdeel van camping De Roos. De verspreide bossages bestaan uit eik in de boomlaag, eenstijlige meidoorn, lijsterbes, sporkehout en soms aalbes, wegedoorn of hulst in de struiklaag en een kruidlaag met zevenblad, hondsdraf, hop, salomonszegel, wasbraam (*Rubus* sectie *Corylifolii*) en soms pluimkambraam (*Rubus umbrosus*). Een bijzondere soort is schildhaagbraam (*Rubus scidularum*, zie Box 7.1 en fig. 7.3) die hier op verschillende locaties is aangetroffen (fig. 7.4). Vanwege de geringe oppervlaktes, sterke randinvloeden vanuit de camping en de overwegend ruige kruidlaag worden geen van de bosjes tot kwalificerend beuken-eikenbos gerekend en daarmee niet als habitattype 9120 beschouwd.



Figuur 7.1 *De Stegererhout op de kadastrale kaart van 1832 (links, ondergrond hillshade AHN) en de TMK van 1850 (rechts).*

Het aangrenzende deel boven de huidige loop van de Vecht is niet bezocht. Hier ligt op roodoornige Vechtdalgronden mogelijk nog 1 ha vechtdalbos dat op de huidige topografische kaart staat aangegeven als 'Stegerenhout' (fig. 7.2); volgens de vierde bosstatistiek bestaat de kern van dit bos uit inlandse eik (kiemjaar 1901). De noordelijk hiervan gelegen oude bosgroeiplaats op zwarte enkeerdgrond in de rand van zuidelijke es van Stegeren (fig. 7.1 en 7.2) is mogelijk 2 ha akkerbos voor zover met hoofdboomsoort eik. Beide bosjes zijn vooralsnog niet opgenomen op de habitatkaart.



Figuur 7.2 *Het toponiem Stegerenhout op de topografische kaart van 2016. Vergelijk de TMK (fig. 7.1 rechts).*

Box 7.1 Schildhaagbraam (*Rubus scidularum*)

Schildhaagbraam is beschreven van de typelocatie 'Ommen, weg naar Sahara; bos (licht naaldbos)', daar verzameld in 1978 (Van de Beek, 1981). Evenals de overige haagbramen (*Rubus* serie *Hayneani*) is schildhaagbraam een tamelijk sterk bestekelde, weinig behaarde, onbeklierde zwarte braam die het liefst voorkomt in betrekkelijk open terrein. De soort lijkt het meest op de algemene zandhaagbraam (*Rubus nemoralis*) maar verschilt door de brede, soms gedeelde topbladen met spitse (i.t.t. toegespitste) top, de brede, stompe onderste zijblaadjes en de afgeronde bladloot (fig. 7.3).

Het bekende verspreidingsgebied was tot voor kort beperkt tot de vindplaats bij de Sahara, enkele locaties aan de voet van de Grebbeberg bij Rhenen (hier sinds 1963 bekend) en van landgoed De Poll bij Wilp in het IJsseldal (1992, huidige toestand onbekend). Tijdens het bossenonderzoek in het Vecht- en Beneden-Reggegebied werden diverse nieuwe vindplaatsen ontdekt, alle gelegen in de categorie 'vechtdalbos', dus in het voormalig overstromingsgebied van de Vecht (Stekkenkamp, Beerze, Stegererhout; fig. 7.4). Het beeld dat hierdoor ontstaat is dat deze soort karakteristiek zou kunnen zijn voor door rivieren (Rijn, IJssel en Vecht) beïnvloede hogere zandgronden. Vooral de oostkant van de IJssel (komgebieden van westelijk Salland) lijkt in dit opzicht kansrijk als aanvulling op het verspreidingsgebied. De typelocatie bij de Sahara (waar de soort al vele jaren alleen nog slecht ontwikkeld voorkomt) zou volgens dit nieuwe inzicht de minst 'typische' zijn, afkomstig van een nabijgelegen populatie in de rand van het Vechtdal. Schildhaagbraam is in het Vechtdal beslist op nog meer plaatsen te vinden; zeer waarschijnlijk behoort ook het in Haveman (2017: 44) afgebeelde materiaal van de Karshoek tot deze soort.



Figuur 7.3 *Schildhaagbraam (Rubus scidularum). Boven: Stekkenkamp, zoekgebied S1-4. Midden en onder: locaties in het Stegererhout, camping De Roos (foto's september/oktober 2017).*



Figuur 7.4 *Huidige (onvolledig bekende) verspreiding van schildhaagbraam (Rubus scidularum) langs de Vecht: Stekkenkamp, Sahara, Stegererhout en aangrenzend Beerze.*

7.2 Archemerberg

Kenschets en boshistorie

Net onder de top van de Archemerberg ligt in de rand van een uitgestrekte heidebebossing met grove den een strubbenbos (fig. 7.5). Op de TMK en kadastrale kaart 1832 staat hier geen bos aangegeven, maar kadastraal alleen heide van de marke van Archem, in oppervlakte gelijk verdeeld tussen klasse 2 en 3. Het bosje staat voor het eerst aangegeven op de topografische kaart van 1883 (fig. 7.6).

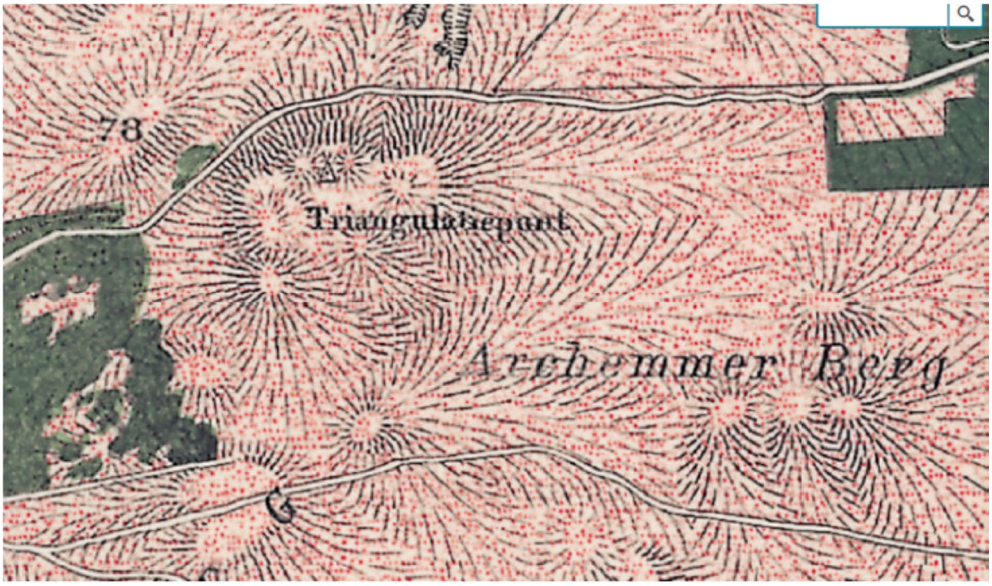


Figuur 7.5 *Oude bosgroeiplaats Archemerberg (foto's september 2017).*

Vegetatie, bosstructuur en flora

In het eikenstrubbenbos (15-25 cm dbh) komen enkele eikenclusters voor (fig. 7.5). In het laagste deel staat een zware, solitaire beuk. Een struiklaag ontbreekt vrijwel. De kruidlaag bestaat uit bosbes (30%), bochtige smele (20%) en verspreid voorkomende, grote plekken witte klaverzuring, hier en daar samen met dalkruid. Hengel en valse salie staan in de randen van het bosje. Direct rond het

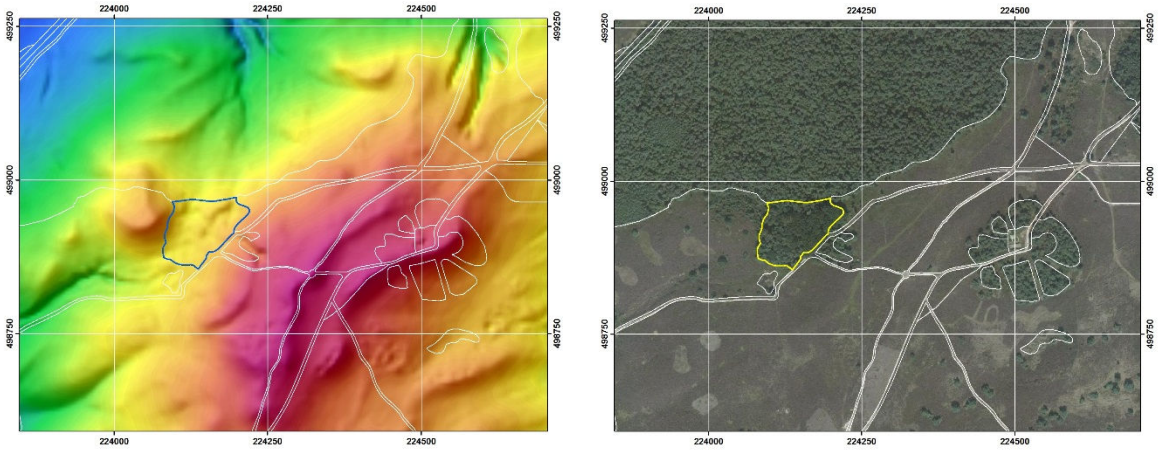
bosje is sprake van bosbesheide met opslag van eik en met struiken gedraaide koepelbraam (*Rubus affinis*), geplooide stokbraam (*Rubus plicatus*) en struweel van zoete haarbraam (*Rubus gratus*). Door de zuidoostexpositie en de ligging in de rand van een groot, open heidegebied komen geen (epifytische) mossoorten voor die wijzen op een beschut, luchtvochtig microklimaat.



Figuur 7.6 *Oude bosgroeiplaats met loofbos langs het zandpad over de Archemerberg ten westen van het triangulatiepunt. Uitsnede topografische kaart 1883. De donkergroene bosvlakken betreffen grove den, deels aangelegd (rechts), deels spontaan (links).*

Bodem

De bodem is volgens de bodemkaart 1:50,000 een grofzandige haarpodzolgrond in grindig stuwwalmateriaal (gHd30-VIII). De locatie is blijkens het AHN in het verleden deels vergraven en verspoeld (geërodeerd) aan de voet van een erosiebestendige kop (fig. 7.7 links). In het bodemprofiel is op ca. 70 cm een bleke, siltige laag aanwezig. Aangezien slechts sprake is van een beginnende uitspoelingshorizont, beschouwen we deze bodem als gedegradeerde, leemarme moderpodzolgrond.



Figuur 7.7 *Oude bosgroeiplaats Archemerberg op het Actueel Hoogtebestand Nederland (links) en een luchtfoto uit 2015 (rechts).*

Habitattypen
Op grond van het bosbeeld met eikenclusters en het optreden van een combinatie van oudbossoorten beschouwen wij deze locatie als oude bosgroeiplaats[24]. Dat de locatie niet op de kadastrale kaart van 1832 is opgenomen (en dus evenmin op de hiervan afgeleide TMK), wil zeggen dat er geen sprake was van opbrengsten uit hakhoutcultuur; het was woeste grond ('heide'). Dat er naast onproductieve heide klasse 3 ook klasse 2 werd onderscheiden in dit deel van de Archemerberg, kan wijzen op 'heide met struiken' (Clerkx & Bijlsma, 2003). Zowel bodemkenmerken als flora (witte klaverzuring, valse salie, gedraaide koepelbraam) wijzen op een mineralogisch relatief rijke groeiplaats. Al deze kenmerken samen maken dat sprake is van 1 ha goed ontwikkelde H9120 (fig. 7.7 rechts) van het type 'stuwwalbos' (zie § 8.1).

Herstel- en beheeropties
Ingrepen in het goeddeels spontane en lichtrijke bosje zijn niet nodig. Periodieke controle op vestiging van Amerikaanse vogelkers en krentenboompje is gewenst om maximaal ruimte te houden voor ontwikkeling van inheemse soorten, met name oudbossoorten in de kruidklaag. Vooral in de aangrenzende heide aan de noordoostzijde van het bosje (tussen zandpad en rand van grove dennenbos) kan opslag van eik in bosbesheide meer ruimte krijgen door het terugzetten van het dennenbos. Hierdoor ontstaat een natuurlijke gradiënt van het eikenbos naar het heidelandschap met soorten van karakteristieke mantel- en zoomgemeenschappen zoals bramen, valse salie en hengel.

[24] Met dank aan Piet Bremer die ons opmerkzaam heeft gemaakt op deze locatie en al eerder tot dezelfde conclusie was gekomen.

8 Conclusies en discussie

8.1 Afbakening en typering van H9120 en H9190

De habitattypen H9120 en H9190 vormen zowel floristisch, vegetatiekundig als bodemkundig een ononderbroken reeks. In het profielendocument wordt hiermee rekening gehouden door H9120 vegetatie- en bodemkundig breed op te vatten en H9190 juist smal. Voor beide typen geldt bovendien het criterium van oude bosgroeiplaats waarbij de TMK van rond 1850 als indicatie dient. Aangezien de TMK geen onderscheid maakt tussen loof- en naaldbos is in het onderzoek altijd ook de kadastrale kaart van 1832 geraadpleegd die dit onderscheid wel maakt. Zowel kadastrale minuutplans als OATs zijn goed toegankelijk via de RCE-beeldbank. Overigens kan loofbos (hakhout, bos) op de kadastrale kaart evengoed (destijds) jong zijn, maar in dit geval is toch sprake van een oude bosgroeiplaats. In breder perspectief zijn waarschijnlijk alle aangetroffen oude bosgroeiplaatsen (van het eikenverbond) binnen het Natura 2000-gebied betrekkelijk jong, aangelegd of ontstaan na de Middeleeuwen en deels zelfs in het begin van de 19de eeuw.

Gegeven een juiste inschatting van oude bosgroeiplaatsen is in principe alle bos van het eikenverbond op de hogere zandgronden habitattype H9120 of H9190. Dit principe is in het profielendocument en het 'Methodiekdocument kartering habitattypen Natura 2000'[25] niet expliciet zo geformuleerd maar blijkt uit de bodemkundige uitwerking van het strikt gedefinieerde H9190: kwalificerende vegetatietypen op oude bosgroeiplaatsen en bodems anders dan karakteristiek voor H9190 en buiten FGR Duinen moeten worden gerekend tot H9120. Dit is relevant voor H9120 op enkeerdgronden dat fraai ontwikkeld voorkomt in het Vecht- en Beneden-Reggegebied. Om de aanzienlijke diversiteit van aangetroffen oude bossen op actuele groeiplaatsen van het eikenverbond toe te kennen aan een habitattype zijn de groeiplaatsen getypeerd naar herkomst en landschapsecologische positie. Hiermee wordt recht gedaan aan verschillen in historische achtergrond, ontwikkeling, beheer en herstel. Ook kan beter rekening worden gehouden met regio-specifieke kenmerken. De in de vorige hoofdstukken benoemde categorieën zijn nader gedefinieerd en toegelicht in tabel 8.1. Op grond van vegetatie- en bodemkenmerken moeten al deze categorieën worden toegekend aan H9120.

Akkerbos representeert een belangrijke groeiplaats van H9120. Het gaat om bos dat vaak al voor 1850 is aangelegd op bouwland (bijv. Junne) of kort na 1850 op bouwland grenzend aan een oude bosgroeiplaats (bijv. Eerde). De betreffende enkeerdgronden zijn nooit bemest geweest anders dan met (heide)plaggen aangerijkt met mest afkomstig van begrazing op 'woeste grond'. Enerzijds heeft dit geleid tot een diep doorwortelbare bodem met goede vochtbeschikbaarheid en daarom met zware opgaande eik en beuk, anderzijds tot een betrekkelijk voedselarme en zure groeiplaats met een bijna heide-achtige kruidlaag waarin bijvoorbeeld zwarte braam vrijwel ontbreekt. Dit type bos wijkt daarmee sterk af van het stereotype beeld van recent bos op bouwland met een ruige kruidlaag.

25 https://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/documenten/habitatkartering/Methodiekdocument%20kartering%20habitattypen%2019%209%202012.pdf

Tabel 8.1 *Aangetroffen categorieën bos van het eikenverbond op oude (loof)bosgroeiplaatsen in het droog zandlandschap van het Vecht- en Beneden-Reggegebied, ingedeeld naar ontstaanswijze in relatie tot de landschapsecologische positie.*

Categorie	Landschapsecologische positie	Kenmerken	deelgebieden
Randwalbos	Eikenbos op (noord)hellingen van randwallen op de grens van stuifzandlandschap en oude bouwlanden in het Vechtdal. Als hakhout (of zelden dennenbos grenzend aan hakhout) op de kadastrale kaart 1832.	Vegetatie: arme vorm van beuken-eikenbos met boomlaag met hoofdboomsoort zomereik; struiklaag van sporkehout, lijsterbes, hulst en (ongewenst) Amerikaanse vogelkers en krentenboompje; kruidlaag met varendominantie, met name brede stekelvaren en verspreide voorkomens van dalkruid, salomonszegel en eikvaren; blauwe bosbes is schaars; zwarte braam is vrijwel afwezig Bodem: vaaggrond met 'cambic' horizont (verbruining door verwering), op de bodemkaart als duinvaaggrond maar in feite vorstvaaggrond, bovendien aangerijkt door inwaai van bouwlanddek en in de onderrand van de helling in contact met rijkere bodems en/of met rijkere ondergrond.	Beerze, Junne
Akkerbos	Eikenbos (incl. hakhout) voor ca 1850 aangelegd op enkeerdgrond en sindsdien als inheems loofbos beheerd of spontaan doorontwikkeld (met beuk)	Vegetatie: opvallend voedselarm type met eik in boomlaag, beuk vaak in tweede boomlaag; struiklaag met sporkehout en veel hulst, soms lijsterbes; kruidlaag nauwelijks ontwikkeld met stekelvarens of soms dominantie van adelaarsvaren; salomonszegel meestal aanwezig; zwarte braam vrijwel afwezig (of alleen betrekkelijk zuurminnende soorten) Bodem: zwarte of (minder vaak) bruine enkeerdgrond; voedselarm (nooit bemest anders dan met plaggen) en zuur; goed doorwortelbaar en met goede vochtlevering en daardoor een goede bosstandplaats	Stekkenkamp, Junne, Eerde kasteelpark, Eerderes
Beekvlaktebos	Eikenbos voor ca 1850 aangelegd op uitgestrekte, structureel verdroogde gronden die oorspronkelijk zijn gevormd onder sterke invloed van grondwater en/of door stagnatie en vaak zijn begreppeld/ gerabatteerd ten gunste van eikenhakhoutcultuur	Vegetatie: spaartelgenbos of opgaand eikenbos met struiklaag van sporkehout, berk, krentenboompje en kruidlaag met smele, pijpenstrootje, kamperfoelie, klonen bosbes, stekelvaren; salomonszegel en dalkruid kunnen voorkomen; geen zwarte braam; in het bos geen relicten die wijzen op grondwaterinvloed (zoals els); soms grote muur of ruwe smele langs paden Bodem: 'fossiele' beekeerdgrond met ijzervlekking (oxidatie/reductie) en met compacte slecht doorlatende blauwgrijze ondergrond, soms met opvallende ijzerconcreties ('knarsend profiel') wijzend op constante fluctuaties van ijzerrijk grondwater gedurende een zeer lange (historische) tijd	Stekkenkamp, Eerde kasteelpark

Vechtdalbos	(Open) eikenbos en eikenstrubben van voor ca. 1850 op thans droge gronden die in het verleden door de Vecht zijn afgezet en sterk werden beïnvloed (inundaties)	Vegetatie: in feite structureel verdroogd en verzurend hardhoutooibos; eikenbos met heterogene structuur en verspreide zware eiken met lage takaanzet (ooit gevestigd in begraasd grasland); naast ontwikkeling naar beukenbos; in struiklaag komen relictsoorten verspreid voor, zoals kardinaalsmuts en eenstijlige meidoorn, naast sporkehout, hulst, ruwe berk en krentenboompje; in kruidlaag is lelietje-van-dalen karakteristiek met andere rijkere elementen zoals dagkoekoeksbloem (langs paden); naast bochtige smele, dalkruid, salomonszegel, kamperfoelie, zwarte braam Bodem: 'fossiele' associatie van roodoornige zandige Vechtdalgronden of bodemtypen met sterke ijzervlekking die in deze associatie kunnen voorkomen (vlakvaaggronden, beekeerdgronden), in de bovenrand van het winterbed	Stekkenkamp, Junne, Stegererhout
Stuwwalbos	Eikenbos van voor ca 1850 aangelegd of als relictbos voorkomend op min of meer onbewerkte en niet structureel gewijzigde bodems van het stuwwallandschap	Vegetatie: eikenbos met karakteristieke soorten van het eikenverbond, naast smele en blauwe bosbes bijvoorbeeld dalkruid, salomonszegel, witte klaverzuring, valse salie of dominantie van adelaarsvaren Bodem: (degraderende) moderpodzolgrond in stuwwalmateriaal, grofzandig, zwak tot sterk lemig of met lemige of siltige lagen in de ondergrond	Archemerberg
Dekzandbos	Eikenbos van voor 1850 aangelegd of als relictbos voorkomend op grotendeels onveranderde (maar mogelijk wel verstoven) bodems van de relatief droge delen van het dekzandlandschap (flanken van dekzandruggen of beekdalen; gordeldekzanden rond stuwwallen)	Vegetatie: eikenbos met karakteristieke soorten van het eikenverbond Bodem: goed gedraineerde tot vochtige zandgronden (meest humuspodzolgronden, al dan niet verstoven) meestal in gradiënt met lager gelegen grondwaterbeïnvloede gronden.	Eerde Reggedal

De categorieën vechtdalbos en beekvlaktebos komen voor op groeiplaatsen waar oorspronkelijk geen beuken-eikenbos voorkwam. Een belangrijke aanname bij de toekenning van deze categorieën aan H9120 is dat sprake is van praktisch onomkeerbaar gewijzigde abiotische condities door grootschalige veranderingen in inrichting en landgebruik. Beide categorieën hebben 'fossiele' bodems. Beekvlaktebos ligt op 'fossiele' beekeerdgrond; vechtdalbos ligt op een variatie aan bodemtypen waaruit voormalige Vechtinvloed blijkt en die voorkomen in de associatie van roodoornige Vechtdalgronden. Hiertoe behoren ook vlakvaaggronden die geassocieerd zouden kunnen worden met H9190 maar in profielopbouw en ondergrond wijzen op voormalige Vechtinvloed en daardoor mineralogisch rijker zijn dan bijv. de vlakvaaggronden in uitgestoven laagten in stuifzandgebieden. In het geval abiotisch herstel in principe wel mogelijk is, moet het betreffende bos niet worden toegekend aan H9120 maar worden beschouwd als H0000 of als zoekgebied voor te herstellen habitattype, zoals H91F0 (Hardhoutooibos) of H91E0C (Beekbegeleidend bos).

De categorie randwalbos ligt volgens de bodemkaart 1:50,000 grotendeels op duinvaaggrond en is daarom op de huidige habitatkaart vaak tot H9190 gerekend. Zoals uit de bespreking van de betreffende deelgebieden Beerze en Junne blijkt, is sprake van noordhellingen van randwallen op de grens van oud landbouwgebied in het Vechtdal en voormalige zandverstuivingen. De bodems zijn door instuiving zowel vanuit het Vechtdal als vanuit het aangrenzende stuifzandgebied ontstaan en vanwege bodemvorming zonder humusinspoeling als vorstvaaggronden te beschouwen, vaak met humeuze laagjes (ingestoven landbouwgrond). Onderaan de hellingen ligt het stuifzand veelal op rijkere bodems zoals roodoornige Vechtdalgrond of enkeerdgrond. Deze bodemvruchtbare landschappelijke context blijkt ook uit de samenstelling van de vegetatie (zoals salomonszegel, veel hulst, braamsoorten van rijkere bodem) en de aanwezigheid van zware, opgaande eiken. Op grond van al deze aanwijzingen rekenen we deze randwalbossen en hun ontwikkeling met beuk tot H9120. Typische H9190 (met eiken-berkenbos) ontwikkelt zich direct achter de randwallen in de oude stuifzandbebossingen met grove den op typische duinvaaggronden, waarbij het randwalbos (H9120) als bron van eik fungeert. H9190 is hier nog niet kwalificerend aanwezig.

8.2 Toekenning van habitattypen H9120 en H9190

Op grond van de besprekingen van de deelgebieden en de in § 8.1 gegeven toelichting op de onderscheiden categorieën oude bossen van het eikenverbond in het Vecht- en Beneden-Reggegebied is onze conclusie dat H9190 (Oude eikenbossen) niet voorkomt in het Natura 2000-gebied. Wel is sprake van een ontwikkeling van H9190 direct achter de randwallen van de deelgebieden Beerze en in mindere mate Junne.

De door ons voorgestelde en op kaart gezette oppervlakten H9120 (Beuken-eikenbossen met hulst) zijn over de deelgebieden verdeeld volgens tabel 8.2, in totaal 86.4 ha.

Tabel 8.2 *Oppervlakte van voorgestelde H9120 in het Vecht- en Beneden-Reggegebied.*

Deelgebied	Zoekgebied	Oppervlakte H9120 (ha)
Archemerberg		1.0
Beerze	B1	5.4
	B2	3.5
	B3	1.8
	B4	0.6
	subtotaal	11.8
Eerde	E1	3.6
	E4	3.6
	E6	2.6
	E8	1.7
	E9	6.5
	E10	5.7
	E11	2.9
	E12	3.2
	E13	1.8
	subtotaal	31.4
Junne	J1	7.2
	J2	8.4
	J3	14.6
	subtotaal	30.2
Stekkenkamp	S1	5.0
	S2	3.6
	S3	1.9
	S4	0.4
	S5	1.1
	subtotaal	11.9
Totaal		86.4

8.3 H9120: knelpunten en maatregelen samengevat

Voor de gebiedsspecifieke knelpunten en maatregelen wordt verwezen naar de hoofdstukken 3 tot 7. In deze paragraaf worden knelpunten en de hiermee samenhangende aandachtspunten voor herstel en beheer in grote lijnen samengevat.

Representativiteit

Regio-specifieke diversiteit binnen H9120

De beschrijving en beoordeling van de diversiteit van soorten en vegetatietypen in de verschillende deelgebieden is uitgevoerd op basis van een regionaal historisch-ecologisch kader waarbij verschillende categorieën van H9120 zijn onderscheiden naar landschapsecologische positie en ontwikkeling. Het onderkennen van deze diversiteit is juist voor oude bosgroeiplaatsen belangrijk door hun specifieke historische achtergrond. Alle onderscheiden H9120 voldoet aan de criteria van het profielendocument maar dit betekent niet dat alle tot H9120 gerekende bossen zich met dezelfde snelheid in dezelfde richting ontwikkelen en uiteindelijk over dezelfde (typische) soorten zullen beschikken. 'All ancient woods are different, much as every medieval church is different from every other' (Rackham, 2006). Ook knelpunten moeten in dit licht worden gezien. Adelaarsvaren, een karakteristieke soort van het beuken-eikenbos en daarmee van H9120, ontbreekt in het randwalbos van het Vecht- en Beneden-Reggegebied, maar is substantieel aanwezig in akkerbos dat aansluit op oude bosjes of andere oude beplantingen rond ontginningen. De afwezigheid van adelaarsvaren in het randwalbos van Beerze is te begrijpen vanuit de historische achtergrond van dit bos en karakteristiek.

De diversiteit van historische uitgangssituaties van H9120 draagt daarmee bij aan de representativiteit van H9120 in het Vecht- en Beneden-Reggegebied.

Karakteristieke soorten en vegetaties

Bossen van het eikenverbond zijn inherent arm aan soorten vaatplanten. Karakteristieke 'oudbossoorten' komen in lage dichtheid voor met uitzondering van adelaarsvaren die lokaal kan domineren. Adelaarsvaren is op de hogere zandgronden (buiten de veengebieden) geassocieerd met oude (hakhout)bossen en historische, lijnvormige beplantingen in en langs oude ontginningen (Bijlsma, 2002; Bijlsma et al., 2008; Bremer, 2015). Recente nieuwvestiging van adelaarsvaren uit sporen is een uiterst zeldzaam fenomeen (Den Ouden, 2000). In heide- en stuifzandbebossingen komt adelaarsvaren schaars voor als geïsoleerde, individuele klonen (Bremer, 2015)[26]; in hoeverre hierbij sprake is van vestiging uit gefragmenteerde wortelstokken (bijv. meegekomen met plantsoen of werkzaamheden in bermen e.d.) of uit sporen is onbekend. Tegen deze achtergrond beschouwen wij het voorkomen van adelaarsvaren als een bijzondere kwaliteit van H9120 als oude bosgroeiplaats. Dalkruid en vooral salomonszegel zijn in alle boscomplexen aanwezig en in uitbreiding (mededeling Piet Bremer). Lelietje-van-dalen draagt sterk bij aan de regionale representativiteit van de categorie vechtdalbos. De representativiteit van zoomvegetaties van het eikenverbond en de hiervoor karakteristieke soorten (zoals hengel, echte guldenroede, valse salie, havikskruiden, schaduwgras) is bijzonder laag. Het is ons niet bekend of deze soorten hier vroeger veel meer verbreid waren dan nu (zoals in de dekzandgebieden). Maatregelen gericht op nieuw leefgebied aansluitend of (relict)populaties zijn zeer gewenst en kansrijk in de bovenrand van het Vechtdal (zie Stekkenkamp, Junne en Beerze).

Stekelvarens en bramen opnieuw gewaardeerd

Twee soortgroepen die vaak geassocieerd worden met stikstofdepositie, stekelvarens en bramen, gedragen zich in het Vecht- en Beneden-Reggegebied zeer verschillend.
Stekelvarens, vooral brede stekelvaren, is dominant in het randwalbos van Beerze en ook prominent aanwezig in het beekvlaktebos en akkerbos van Eerde. Wij interpreteren dit als het gevolg van 1) de aanwezigheid van dikke ectorganische humusprofielen met een groot vochtvasthoudend vermogen en 2) de aanwezigheid van beschutte, relatief koele groeiplaatsen in noordhellingen (randwalbos) of aaneengesloten (rabatten)bos en 3) een uniforme bosstructuur. De eerste twee factoren bepalen de succesvolle vestiging en ontwikkeling van het voor uitdroging gevoelige prothallium-stadium en de tweede factor maakt dit gunstige vestigingsmilieu over aaneengesloten oppervlakten beschikbaar. Bramen spelen daarentegen nauwelijks een rol in de beschreven bossen. De uniforme structuur en hoge lichtbeschikbaarheid in veel eiken(spaartelgen)bossen heeft nergens geleid tot verbraming; de hierbij vaak optredende bolle haarbraam (*Rubus macrophyllus*) is praktisch afwezig in het gebied. Het gebied is bovendien opvallend arm aan braamsoorten wat waarschijnlijk een historische achtergrond heeft. Niet alleen waren de stuifzandgebieden geen leefgebied voor bramen, ook op de periodiek overstroomde vechtdalgronden en beekvlaktes zullen bramen schaars zijn geweest. Het slechts verspreid voorkomen van slanghumusbraam (*Rubus flexuosus*), rode borstelbraam (*Rubus glandithyrsos*) en rode grondbraam (*Rubus sprengelii*), ondanks de ruime aanwezigheid van ogenschijnlijk gunstig leefgebied, wijst ook op betrekkelijk recente kolonisatie.

Structuur

Beheervisie voor eik

Hoewel het meeste habitattype oude bosgroeiplaatsen betreft, is toch sprake van relatief jong bos, waarschijnlijk aangelegd in de Nieuwe Tijd. Dit geldt zeker voor het akkerbos, beekvlaktebos en vechtdalbos; ook het randwalbos zal van ruim na de Middeleeuwen dateren. Het destijds aangelegde eikenhakhout is omgevormd naar spaartelgenbos (bijv. Junne, Beerze, Eerde) of heeft zich spontaan als opgaand bos ontwikkeld (bijv. Stekkenkamp). De spaartelgenbossen hebben een inherent uniforme structuur van de boomlaag; door uitval van eik ontwikkelt zich een steeds dichtere struiklaag met Amerikaanse vogelkers, krentenboompje en sporkehout als belangrijkste soorten. Lijsterbes komt ondergeschikt voor; hulst lijkt sterk toe te nemen. We hebben geen aanwijzingen dat eikensterfte sterk optreedt in deze bossen, maar nader onderzoek en gerichte monitoring is gewenst omdat eik

[26] Zo als kloon met een doorsnede van ca 40 m aan de noordzijde van de Junnerweg in de rand van een stuifzandbebossing met grove den uit 1924.

veruit de belangrijkste boomsoort is in het habitattype. Aangezien eik zich in de verschillende vormen nergens noemenswaardig verjongt, is voor de langere termijn een visie nodig op de ontwikkeling van de bosstructuur.

Bestrijding invasieve struiksoorten
Allereerst pleiten wij voor een planmatige bestrijding van de invasieve Amerikaanse vogelkers en het krentenboompje waardoor ruimte blijft voor vestiging en uitbreiding van inheemse soorten. Zonder ingrijpen en reguliere exotenbestrijding zal het karakter van de toch al kleine oppervlakten habitattype onder eik steeds meer worden bepaald door uitheemse struiksoorten die zelfs kunnen doorgroeien tot een tweede boomlaag. Vogelkers is nog nergens in het habitattype dominant aanwezig (ook dankzij planmatige bestrijding, zoals op landgoed Junne) en kan daarom tegen lage kosten regulier worden bestreden. Krentenboompje is daarentegen nadrukkelijk aanwezig en lokaal al dominant. Op landgoed Eerde is krentenboompje een cultuurhistorisch fenomeen maar ook daar zouden de bossen met een primaire natuurfunctie (buiten het parkbos) vrij kunnen worden gemaakt en gehouden van krentenboompje. Zie paragraaf Functie voor omvorming en bestrijding van invasieve, uitheemse boomsoorten.

Spontane ontwikkeling of behoud van eikenbos?
Vervolgens kan worden gekozen of de door eik gedomineerde bossen hun spontane ontwikkeling kunnen vervolgen of dat eik als hoofdboomsoort behouden moet blijven.
Het eerste geval biedt veruit het meeste perspectief voor de categorieën akkerbos en beekvlaktebos doordat beuk zich hier goed verjongt en vaak al in de tweede boomlaag aanwezig is; ook hulst kan hier al sterk op de voorgrond treden. Deze ontwikkeling richt zich dan op nieuwe kwaliteiten zoals een gevarieerde structuur (leeftijdsverdeling), bosdynamiek en substantieel meer dood hout, waarbij tegelijkertijd uitheemse boom- en struiksoorten regulier (in SNL kader) worden bestreden. In feite is dit de meest logische ontwikkeling van het habitattype, gegeven de brede definitie van H9120 inclusief puur beukenbos. Het akkerbos van de Eerder Es kan hierbij als referentie dienen. Uiteraard kan ook in dit geval gekozen worden voor behoud van een aandeel eik.
Het tweede geval, met behoud van eik als hoofdboomsoort, is relevant als bijzondere natuurwaarden door spontane ontwikkeling met hoger aandeel beuk verloren zouden gaan, zoals in de categorie vechtdalbos en het stuwwalbos van de Archemerberg. Voor de categorie randwalbos geldt dit niet of veel minder. Hier kan op langere termijn alleen eik als hoofdboomsoort worden behouden tegen hoge kosten (inboeten en vrijstellen van eik, bestrijden van beuk) zonder dat expliciet is gemaakt welke natuurwaarde hierdoor behouden blijft of ontstaat.

Varianten: hakhoutbeheer en inbrengen van soorten
Op deze ontwikkelingsroutes zijn nog twee varianten in omloop: eikenhakhoutbeheer en het inbrengen van soorten met goed verteerbaar strooisel.

Wij zien geen perspectief voor het invoeren van opstandsgewijs hakhoutbeheer omdat niet duidelijk is welke natuurwaarde dit voor het habitattype oplevert en denken zelfs dat eikenhakhoutbeheer op groeiplaatsen van H9120 en H9190 eerder leidt tot verslechtering van de kwaliteit (monocultuur, gelijkjarige bosstructuur, ontbreken bosdynamiek en dood hout, uitputting van de bodem, afnemende soortsdiversiteit in de kruid- en moslaag door periodiek lichtgebrek). De huidige voorbeelden van actueel, opstandsgewijs hakhoutbeheer op de droge hogere zandgronden (zoals Kaapse bossen, Hoog Buurlo, Elspeeter bos) bevestigen het beeld dat Goutbeek (2015) schetst van de geringe natuurwaarde van dergelijke bossen. Hoe dan ook zou expliciet moeten worden gemaakt welk knelpunt voor de natuurkwaliteit van het habitattype zou worden opgelost door het invoeren van hakhoutbeheer of welke natuurwaarde van het habitattype dit beheer toevoegt. Uiteraard kan op grond van cultuurhistorische overwegingen alsnog gekozen worden voor herstel van hakhoutbeheer aansluitend op lokaties waar momenteel nog bijzondere hakhoutvormen voorkomen.

Het inbrengen van soorten met goed verteerbaar strooisel en/of het weren van soorten met slecht verteerbaar strooisel is een maatregel om een relatief 'rijke' soortensamenstelling van de kruidlaag (langer) te behouden, bijvoorbeeld in het geval van verdroging (en dus verzuring). De kerngedachte hierbij is dat bepaalde loofboomsoorten, zoals linde en esdoorn, veel beter nutriënten uit de ondergrond kunnen 'oppompen' en via het strooisel beschikbaar kunnen maken dan andere soorten,

zoals eik en beuk (Hommel et al., 2007). Voor het Vecht- en Beneden-Reggegebied komt in ieder geval het vechtdalbos in aanmerking voor deze variant, omdat hier nog relatief rijke flora-elementen voorkomen, zoals grote muur en witte klaverzuring, en vanwege de basenhoudende afzettingen in de ondergrond, gecombineerd met een verzurende toplaag. Delen van het beekvlaktebos zonder sterke ontwikkeling van beuk komen mogelijk ook in aanmerking waarbij geëxperimenteerd zou kunnen worden met maatregelen in de boom- en struiklaag, bijvoorbeeld aansluitend op het parkbos van Eerde. Relevante maatregelen zijn bestrijding van beuk, het eventueel openen van een gesloten boomlaag van eik en het tegelijkertijd inbrengen van hazelaar, zowel vanwege de goede verteerbaarheid van het strooisel als om verruiging te voorkomen.

Functie

Ruimte voor natuurlijke bosdynamiek en landschappelijke gradiënten

De gebiedsanalyse noemt de geringe omvang en het versnipperde voorkomen van H9120 terecht grote knelpunten. Alle H9120 ligt in de periferie van het Natura 2000-gebied, in de randen van ontginningen langs de Vecht en Regge. De potentiële omvang ligt min of meer vast door de omvang van oude bosgroeiplaatsen. Hierbinnen zijn kwalificerende bospercelen vaak klein en soms ook versnipperd door tussenliggend niet-kwalificerend bos, vaak uitheems naaldhout. Hoewel H9120 in het Natura 2000-gebied geen uitbreidingsdoelstelling heeft, is kwaliteitsverbetering sterk afhankelijk van meer ruimte voor natuurlijke dynamiek (ontwikkelingsfasen, van open plek tot aftakelend bos) en/of voor het functioneren in landschappelijke gradiënten, zoals van vechtdalbos via akkerbos naar randwalbos (bijvoorbeeld Junne, zoekgebied J3). Herstel van boscomplexen in abiotische gradiënten is het meest duurzaam, in lijn met de PAS-herstelstrategieën deel III[27].

Omvorming en zonering van beheertypen N15.02 en N16.03

De gewenste ruimte voor kwaliteitsverbetering kan ontstaan door omvorming. In de deelgebieden zonder noemenswaardige houtproductiefunctie (beheertype N15.02) zou op oude bosgroeiplaatsen het uitheems bos, veelal naaldhout, op termijn grotendeels door kaalkap (opstandgewijs naaldhout) of groepenkap (in geval van gevordere ontwikkeling naar inheems loofhout) kunnen worden omgevormd tot inheems loofbos. Hierbij zou ook ruimte gereserveerd moeten worden voor meer of minder permanente open ruimtes gewenst voor de ontwikkeling van overgangen (mantels, zomen) naar korte vegetaties. In de deelgebieden met planmatige houtoogst (beheertype N16.03) kan worden nagegaan waar actueel H9120 kan worden ontsnipperd door omvorming van inliggend niet-kwalificerend bos, gericht op robuuste eenheden habitattype met primaire natuurfunctie (beheertype N15.02). Verder is zonering van habitattype ten opzichte van uitheems bos met invasieve boomsoorten (lariks, douglasspar, fijnspar, hemlockspar, Amerikaanse eik) gewenst om zaaddruk van deze soorten te verminderen.

Abiotische randvoorwaarden

Veel bossen op de droge hogere zandgronden hebben door verzuring, stikstofdepositie en houtoogst een sterk verstoorde nutriëntenbalans die o.a. doorwerkt in de voedselketen (insecten, zangvogels, roofvogels)(Van den Burg et al., 2015; Siepel et al., 2017). Continuering van houtoogst kan leiden tot verdere verarming van de bodem (De Jong et al., 2017). Wij hebben deze problematiek niet onderzocht en kunnen niet aangegeven in welke mate abiotische randvoorwaarden (mineralen, voedingsstoffen) een knelpunt vormen voor het behoud of de ontwikkeling van de kwaliteit van H9120. Wij nemen aan dat de elders op de droge hogere zandgronden vastgestelde doorgaande trend in verzuring onder eikenbossen (De Vries et al., 2017) ook geldt voor de groeiplaatsen van H9120 in het Vecht- en Beneden-Reggegebied. Betrouwbare en praktisch te monitoren procesindicatoren zijn voor zover ons bekend niet beschikbaar voor deze inherent 'arme' groeiplaatsen. Ons onderzoek laat zien dat eventueel nader onderzoek goed rekening moet houden met verschillende historische en abiotische uitgangssituaties. Het is de vraag of landelijke referentiewaarden voor bodemchemie van toepassing zijn voor de categorieën akkerbos, beekvlaktebos, vechtdalbos en zelfs randwalbos.

[27] Droog zandlandschap: https://www.synbiosys.alterra.nl/Natura2000/Documenten/Pas/Herstelstrategieen/Deel%20III/2%20Droog%20Zandlandschap.pdf

8.4 Beantwoording van de deelvragen van het onderzoek

In deze slotparagraaf komen we terug op de vooraf aan het onderzoek gestelde vragen (§ 1.2).

1. *Welke knelpunten zijn er te constateren in de verschillende voorkomens: bijvoorbeeld verzuring, vermesting, dominantie van beuk door successie, bosklimaat in relatie tot stamtal en omvang boscomplex, dominantie van exoten, effect van betreding?*

Uit het onderzoek blijkt dat alleen habitattype Beuken-eikenbossen met hulst (H9120) voorkomt in het Natura 2000-gebied. Dit breed gedefinieerde habitattype omvat zeer verschillende bosbeelden met eik of beuk als dominante boomsoort, alsook stadia met berk. Successie en spontane ontwikkeling hebben juist binnen dit habitattype in principe alle ruimte. De hiervoor benodigde fysieke ruimte moet worden gezocht binnen of direct rond oude bosgroeiplaatsen die in het Vecht- en Beneden-Reggegebied echter schaars en klein zijn. Omvang en versnippering zijn dan ook belangrijke knelpunten (zie § 8.3 Functie) en daarmee is ook de potentiële invloed van invasieve exoten groot. Planmatige bestrijding van exoten in de struik- en boomlaag is nodig om de kwaliteit van het habitattype te behouden of zo nodig te ontwikkelen (zie § 8.3 Structuur en Functie). Wij kunnen niet aangegeven in hoeverre nog voldaan is aan abiotische randvoorwaarden; onderzoek naar effecten van voortschrijdende verzuring en N-depositie moet goed rekening houden met de verschillende uitgangssituaties van het habitattype (zie § 8.3 Functie). Effecten van betreding hebben wij niet opgemerkt.

2. *Wat is de huidige kwaliteit van de habitattypen?*

Habitattype H9120 is in het Natura 2000-gebied aanwezig in verschillende vormen, ontstaan door verschillen in uitgangssituatie waarmee bij de kwaliteitsbeoordeling rekening moet worden gehouden. De categorieën beekvlaktebos en vechtdalbos komen voor op groeiplaatsen die oorspronkelijk geen leefgebied waren voor H9120, maar praktisch onomkeerbaar zijn gewijzigd en nu een ontwikkeling naar beuken-eikenbos laten zien. H9120 in de vorm van akkerbos heeft zich ontwikkeld op oud bouwland. Randwalbos is ontstaan vanuit beplantingen die de ontginningen moesten beschermen tegen het oprukkende stuifzand waarbij hoge wallen zijn ontstaan. In plaats van een beoordeling van 'de' kwaliteit hebben wij conform het Standaard Gegevensformulier de aspecten representativiteit (de mate waarin karakteristieke soorten en vegetaties voorkomen), structuur (de mate waarin fysieke componenten van het leefgebied van soorten en habitats voorkomen) en functie (de mate waarin karakteristieke processen werkzaam zijn of drukfactoren voorkomen) apart beoordeeld. De diversiteit aan uitgangssituaties en groeiplaatsen beschouwen wij als een regio-specifieke bijdrage aan de representativiteit van H9120. De representativiteit van de verschillende categorieën blijkt verder uit het voorkomen van oudbossoorten; mantel- en zoomvegetaties zijn afwezig of slecht ontwikkeld. De structuur verschilt sterk tussen categorieën, van uniform spaartelgenbos (Beerze, Junne) tot zeer gevarieerd akkerbos (Eerder Es) en zich gunstig ontwikkelend beekvlaktebos (Stekkenkamp, Eerde). Deze verschillen zijn inherent aan de ontwikkelingsfase van de verschillende bossen en geen knelpunt voor natuurkwaliteit. Het aspect functie is vanwege de kleine, versnipperde oppervlakten in het algemeen niet gunstig; voor het functioneren van H9120 als onderdeel van landschappelijke gradiënten, zoals van Vechtdal naar randwal en achterliggend stuifzand, doen zich echter goede mogelijkheden voor. Ook kan er ruimte worden gevonden voor natuurlijke bosdynamiek. Voor verbetering van zowel structuur als functie is planmatige bestrijding van uitheemse struiksoorten (Amerikaanse vogelkers en krentenboompje) nodig en omvorming en (in de context van N16.03 Droog productiebos) zonering van (uitheems) productiebos.

3. *Wat valt er te zeggen over de trend van deze habitattypen?*

Een oordeel over korte- en langetermijntrends[28] in oppervlakte en aspecten van kwaliteit vereist gegevens uit monitoring. Voor trends in verspreiding van karakteristieke soorten zijn landelijk en regionaal voldoende gegevens beschikbaar maar de analyse hiervan vereist een bredere methodische afstemming en is in het kader van dit project niet uitgevoerd. In de laatste habitatrichtlijnrapportage (2013) zijn verspreidingsgebied, oppervlakte en toekomstperspectief van H9120 beoordeeld als gunstig en structuur & functie als matig ongunstig.

[28] In de zin van de habitrichtlijnrapportage twee en vier rapportageperioden, d.w.z. 12 en 24 jaar.

Uiteraard geldt voor alle categorieën bos binnen H9120 van het Vecht- en Beneden-Reggegebied (zie tabel 8.1) dat er zonder zware beheeringrepen sprake is van successie, dus een geleidelijke verandering in soortensamenstelling en bodemkenmerken. Al deze categorieën zijn betrekkelijk jong en de ontwikkeling als beuken-eikenbos is pas gestart na grote veranderingen in abiotische processen: het wegvallen van sterke instuiving voor het randwalbos, het wegvallen van overstromingsinvloed door de Vecht voor het vechtdalbos en grootschalige veranderingen in hydrologie voor beekvlaktebos. Deze successie is nog volop aan de gang. In welke mate stikstofdepositie en klimaatverandering de richting en snelheid van deze successie nu meebepalen is alleen in grote lijnen bekend (zie voor abiotiek § 8.2 Functie).

4. *Zijn percelen met een hakhoutgeschiedenis weer in hakhoutbeheer te nemen, en zo ja op welke wijze?*

Het weer in hakhoutbeheer nemen van uit hakhout ontstaan spaartelgenbos is een riskante onderneming. De uitloopkansen van stobben zijn zo gering dat afzetten een bedreiging vormt voor het eikenbos. Vanaf een stamdiameter van 30 cm is de uitloopkans van afgezette spaartelgen minder dan 50%. Stobben vanaf 30 cm hebben een kans minder dan 1/3 om een dominante telg te produceren (Den Ouden et al., 2007). Verder vormen meeldauw en (reeën)vraat extra risicofactoren die afwezig waren in het historisch eikenhakhout. Los van deze beheertechnische risico's is het de vraag voor welk knelpunt van het habitattype hakhoutbeheer een oplossing is of welke natuurwaarde van het habitattype dit beheer toevoegt. Naar onze mening leidt eikenhakhoutbeheer op groeiplaatsen van H9120 en H9190 tot verslechtering van de kwaliteit (zie § 8.3 Structuur). Als al gekozen wordt voor herinvoeren van hakhoutbeheer (bijvoorbeeld uit cultuurhistorische overwegingen) biedt het geheel opnieuw aanleggen van eikenhakhout het meeste perspectief.

5. *Hoe kan invulling gegeven worden aan de uitbreidingsdoelstelling voor H9190?*

Habitattype H9190 is niet aangetroffen in het Natura 2000-gebied. Wel doen zich aansluitend op het randwalbos in Beerze en Junne goede mogelijkheden voor om op termijn dit habitattype te ontwikkelen, gebruikmakend van spontane vestiging van eik in de stuifzandbebossingen grenzend aan H9120.

6. *Welke effectieve, concrete en realiseerbare maatregelen dienen op de verschillende locaties voor de korte en lange termijn getroffen te worden, en hoe verhouden zich die tot het gangbare beheer?*

Knelpunten en maatregelen zijn voor elk deelgebied uitgewerkt in een paragraaf Knelpunten en herstel- en beheeropties. Knelpunten en maatregelen zijn voor H9120 in grote lijnen ook samengevat in § 8.3. Voor omvorming gelden veelal eenmalige maatregelen, met name kaalkap (opstandgewijs naaldhout) of groepenkap (in geval van gevordere ontwikkeling naar inheems loofhout). Voor regulier beheer in het kader van SNL of beheer gericht op specifieke natuurwaarden: zie beheertype N15.02 Dennen-, beuken- en eikenbos (http://www.natuurkennis.nl/natuurtypen/n15-droge-bossen/n15-02-dennen-eiken-en-beukenbos/bedreigingen-en-kansen-n1502/).

7. *Hoe verhouden beide habitattypen zich met het regulier bosbeheer (zoals kaalkap, lichte/zware dunningen, uitkap en mozaiekkap)?*

Langdurige spontane ontwikkeling biedt het meeste perspectief voor H9120 en de definitie van het habitattype voorziet dan ook in voortgaande successie en bosdynamiek. Het beheertype N15.02 (Dennen-, eiken- en beukenbos) biedt alle mogelijkheden die nodig zijn voor het uitvoeren van maatregelen om de kwaliteit van H9120 te behouden, te vergroten of te ontwikkelen. Bosbouwkundige maatregelen ten dienste van een planmatige productiefunctie van habitattypen bos (binnen N16.03 Droog bos met productie) leiden tot een verslechtering van de kwaliteit omdat vroeg of laat in principe alle bomen worden geoogst, aftakelingsfasen niet optreden, de soortensamenstelling van verjongingsfasen wordt gestuurd ten gunste van productieve boomsoorten, dunningen leiden tot eenvormige bosstructuur, dood hout niet beschikbaar komt in gewenste hoeveelheden etc.

Literatuur

Beek, A. van de, 1981. Batologische notities 2. Nieuwe gegevens over Rubus. Gorteria 10: 147-151.

Beek, A. van de, R.J. Bijlsma, R. Haveman, K. Meijer, I. de Ronde, A.S. Troelstra & E.J. Weeda, 2014. Naamlijst en verspreidingsgegevens van de Nederlandse bramen. Gorteria 36: 108-171.

Bell, J.S. & J.W. van 't Hullenaar, 2013. Ecohydrologisch herstel natuurgebied Eerde. Bell Hullenaar Ecohydrologisch Adviesbureau, Zwolle.

Bijlsma, R.J., 2002. Bosrelicten op de Veluwe; een historisch-ecologische beschrijving. Alterra-rapport 647, Wageningen.

Bijlsma, R.J., H. van Blitterswijk, A.P.P.M. Clerkx & J.J. de Jong, 2002. Bospaden: een vertrouwd vangnet voor bosplanten. Ned. Bosbouwtijdschrift 74 (2002), 1: 10-15.

Bijlsma, R.J., R. de Waal & A.P.P.M. Clerkx, 2005. Diversiteit uit zand. De ontwikkeling van bosstructuur, vegetatie, bodem en humusvorm in bosreservaten op stuifzand. Alterra-rapport 1223, Wageningen.

Bijlsma, R.J., J.A.M. Janssen, R. Haveman, R.W. de Waal & E.J. Weeda, 2008. Natura 2000 habitattypen in Gelderland. Alterra-rapport 1769, Wageningen.

Bijlsma, R.J., J. den Ouden & H.N. Siebel, 2009. Oude eikenbossen: nieuwe inzichten en kansen voor het beheer. De Levende Natuur 110(2): 77-82.

Bijlsma, R.J., G.J. van Dorland, D. Bal & J.A.M. Janssen, 2010. Oude bossen en oude bosgroeiplaatsen. Een referentiebestand voor het karteren van de habitattypen Beuken-eikenbossen met hulst en Oude eikenbossen. Alterra-rapport 1967, Wageningen.

Bijlsma, R.J. & G.J. van Dorland, 2016. Oude bosgroeiplaatsen in Noord-Holland. Een GIS-bestand van boslocaties aanwezig op de Topografische en Militaire Kaart van 1850. Wageningen, Alterra Wageningen UR (University & Research centre), Alterra-rapport 2744.

Bosch, J., 2006. Landgoedversterkingsplan De Stekkenkamp. Overijssels Particulier Grondbezit, Deventer.

Bremer, P., 2002. Verandering in de ondergroei van de droge loofbossen in het Vechtgebied en op de Ootmarsumse stuwwal. Rapportage Milieuinventarisatie 2002.7. Provincie Overijssel, Eenheid Landbouw, Natuur en Landschap.

Bremer, P., 2015. Adelaarsvaren als indicator voor eeuwenoud cultuurlandschap in Overijssel? Varenvaria 2015-X: 23-30.

Bruins, H.J., 1981. Vechten tegen het zand. Stuifzandbestrijding in de marken langs de Vecht. In: Bijdragen uit het land van IJssel en Vecht (4e Bundel IJsselakademie). Waanders, Zwolle: 7-21.

Burg, A. van den, R.J. Bijlsma & R. Bobbink, 2015. Arme bossen verdienen beter. OBN Deskundigenteam Droog zandlandschap. KNNV Publishing, Zeist. http://www.natuurkennis.nl/Uploaded_files/Publicaties/obn-armebossen-lr.d607b9.pdf

Clement, J., 2001. GISBOS Vierde Bosstatistiek; Documentatie van bestanden. Alterra, Wageningen.

Clerkx, A.P.P.M. & R.J. Bijlsma, 2003. Veluwse heide blijkt open boslandschap na ecologische interpretatie van het kadastrale archief van 1832. De Levende Natuur 104(4): 148-155.

Cornelis, J., M. Hermy, B. Roelandt, L. De Keersemaeker & K. Vandekerkhove, 2009. Bosplantengemeenschappen in Vlaanderen: een typologie van bossen gebaseerd op de kruidlaag. Mededelingen van het INBO 5. Brussel.

Demoed, E.J., 1987. Mandegoed schandegoed. De markeverdelingen in Oost-Nederland in de 19de eeuw. Walburg Pers, Zutphen.

Dijkhuizen, A. van & A. Greijdanus, 2012. De verbindende kracht van landgoed Junne. Het geheel is meer dan de som der delen. Afstudeeropdracht Bos- en natuurbeheer, Hogeschool Van Hall Larenstein, Velp.

Emmer, I.M., 1995. Humus form development and succession of dwarf shrub vegetation in grass dominated primary Pinus sylvestris forests. Ann.Sc.For. 52, 561-571.

Europese Commissie, 2004. Natura 2000 in de bossfeer „Uitdagingen en kansen" — Interpretatiegids Luxemburg: Bureau voor officiële publicaties der Europese Gemeenschappen.

European Commission, 2015. Natura 2000 and Forests. Part I-II. European Union: http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/docs/Final%20Guide%20N2000%20%20Forests%20Part%20I-II-Annexes.pdf
Goutbeek, A., 2015. Eikenhakhout langs de Vecht. Ambacht rond Dalfsen in de negentiende eeuw. Matrijs, Utrecht.
Haveman, R., 2017. Concealed diversity. Taxonomical, phytogeographical and phytosciological notes on brambles (Rubus L. subgen. Rubus) in north-west Europe. PhD thesis, Wageningen University.
Hommel, P.W.F.M., R.W. de Waal, B. Muys, J, den Ouden & T. Spek, 2007. Terug naar het lindewoud: strooiselkwaliteit als basis voor ecologisch bosbeheer. KNVV Uitgeverij, Zeist.
Janssen, J.A.M., E.J. Weeda, P.C. Schipper, R.J. Bijlsma, J.H.J. Schaminée, G.H.P. Arts, C.M. Deerenberg, O.G. Bos & R.G. Jak, 2014. Habitattypen in Natura 2000-gebieden. Beoordeling van oppervlakte, representativiteit en behoudsstatus in de Standard Data Forms. WOt-technical report 8, Wageningen.
Jong, A. de, H. Kros, J. Spijker & W. de Vries, 2017. Houtoogst in relatie tot nutriëntenvoorraden in bossen op droge zandgronden. Vereniging van Bos- en Natuurterreineigenaren (VBNE), Driebergen. https://www.vbne.nl/Uploaded_files/Zelf/vbne-brochure-nutrienten-web.f09d4c.pdf
Kadaster, Dienst voor het, 2014. Aan de slag in de kadastrale archieven. Een handleiding voor de particuliere onderzoeker. Den Haag.
Koop, H.G.J.M., 2017. Plan ZON-maatregelen rabatten landgoed Eerde. Ecobus Consult, Veenendaal.
Koopman, J. & H. Więcław, 2016. The section Ammoglochin Dum. (Carex, Cyperaceae) in the Netherlands. Gorteria 38: 43-55.
Koster, E.A., 1968. De invloed van markebossen op de vorming van zeer hoge stuifzandruggen ("randwallen") op de Veluwe. Boor en Spade 16: 66-73.
Meijerink, W.E., 1972. Het landgoed "Junne". Nederlands bosbouwtijdschrift 44(7/8): 167 - 172.
Neefjes, J., R. van Beek & R. Elfring, 2011. Cultuurhistorische atlas van de Vecht: biografie van Nederlands grootste kleine rivier. WBOOKS.
Ningre, F. & F. Colin. 2007. Frost damage on the terminal shoot as a risk factor of fork incidence on common beech (Fagus sylvatica L.). Ann.For.Sci. 64: 79–86.
Ouden, J. den, 2000. The role of bracken (Pteridium aquilinum) in forest dynamics. Ph.D. thesis, Wageningen Universiteit.
Ouden, J. den, R.J. Bijlsma & R. Haveman, 2007. Historisch landgebruik op de Wilde Kamp. Onderbouwing van een plan tot inrichting van de Wilde Kamp op basis van historisch landgebruik. WUR/Geldersch Landschap en Geldersche Kasteelen, advies/VAK-rapport 2007, nr. 005. Wageningen/Arnhem.
Ouden, J. den, P. Copini & U. Sass-Klaassen, 2009. Een nieuwe kijk op oude eiken. De Levende Natuur 110(2): 83-87.
Pedersen, A. & H.E. Weber, 1993. Atlas der Brombeeren von Niedersachsen und Bremen. Naturschutz Landschaftspfl. Niedersachs. 28: 1-202.
Provincie Overijssel, 2017. Natura 2000 beheerplan. Definitief. Vecht- en Beneden Reggegebied. http://www.overijssel.nl/thema%27s/natuur-en-landschap/ontwikkelopgave/gebiedsgericht/gebieden/vecht-beneden/
Purmer, M. & H. Renes, 2012. Het Eerder Achterbroek: zestig jaar landschapsbescherming. Overijsselse Historische Bijdragen 127, 1-131.
Rackham, O., 2006. Woodlands. The New Naturalist Library. HarperCollins, London.
Read, H. J., 2000. Veteran trees: A guide to good management. Peterborough: English Nature.
Roloff, A., 1987. Morphologie der Kronenentwicklung von Fagus sylvatica L. (Rotbuche) unter besonderer Berücksichtigung neuartiger Veränderungen. I. Morphogenetischer Zyklus, Anomalien infolge Prolepsis und Blatfall. Flora 179: 355-378.
Schmidt, A.M., R.J. Bijlsma, L. Soldaat, C.A.M. van Turnhout, C.A.M. van Swaay, D. Zoetebier & I. Woltjer, 2015. Naar een samenhangend monitoring- en beoordelingssysteem voor het natuurbeleid; Deel I. Evaluatie van de bruikbaarheid van gegevens van de Werkwijze Monitoring en Beoordeling Natuurnetwerk en Natura 2000/PAS voor de Europese rapportages. Alterra-rapport 2645. Wageningen, Alterra Wageningen UR.
SB4, 2009. Cultuurhistorische analyse en waardestelling Parkaanleg Kasteel Eerde bij Ommen. Wageningen.

Siepel, H., A. Cliquet, L.C. Vreugdenhil & R.J. Bijlsma, 2017. Wat kunnen we doen, wat moeten we laten. Herstel van het droog zandlandschap. Landschap 2017/2: 87-93. http://www.landschap.nl/wp-content/uploads/2017_2_kunnen-doen-moeten-laten.pdf

Stortelder, A.H.F., J.H.J. Schaminée & P.W.F.M. Hommel, 1999. De Vegetatie van Nederland. Deel 5. Plantengemeenschappen van ruigten, struwelen en bossen. Opulus Press, Uppsala/Leiden.

Tuitert, D. & Th. Douma, 2011. Franjestaarten op het Eerder Achterbroek. Vereniging Natuurmonumenten.

Veen, K. van der, P. Bremer & T. van der Meij, 2015. Veranderingen in het landelijk gebied. Resultaten van het Landelijk Vegetatiemeetnet (LMF). Gleemeer Natuuronderzoek en advies / Provincie Overijssel / CBS.

Veldhorst, A.D.M., 1991. Het Nederlandse vroeg-19e-eeuwse kadaster als bron voor andersoortig onderzoek, een verkenning. Hist.Geogr.Tijdschr. 9: 8-27.

Vereniging Natuurmonumenten, 2015. Natuurvisie Natuurvisie landgoed Eerde 2015 -2033. Vereniging Natuurmonumenten, Beheereenheid Salland, Ommen.

Versfelt, H.J., 2003. De Hottinger-Atlas van Noord- en Oost-Nederland 1773-1794. Heveskes Uitgevers, Groningen.

Vries, W. de, P. Bolhuis, A. van de Burg, & R. Bobbink, 2017. Doorgaande verzuring van bosbodems. Oorzaken en gevolgen voor het bosecosysteem. Vakblad Natuur Bos Landschap september 2017: 32-35.

Waal, R.W. de, R.J. Bijlsma, E. Dijkman & M. van der Werff, 2001. Stekelvarendominantie in bossen op arme bodems. De Levende Natuur 102(3): 118-122.

Werf, S. van der, 1991. Bosgemeenschappen. Natuurbeheer in Nederland Deel 5. Pudoc, Wageningen.

Woertink, H., 2015. De Stekkenkamp werkt aan toekomst landgoed. https://www.oudommen.nl/landgoed-de-stekkenkamp/

Wulf, M., 2003. Preference of plant species for woodlands with differing habitat continuities. Flora 198, 444–460.

Wageningen Environmental Research
Postbus 47
6700 AA Wageningen
T 0317 48 07 00
www.wur.nl/environmental-research

Wageningen Environmental Research
Rapport XXXX
ISSN 1566-7197

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.



fgeb

Bosgroepen

Landgoederen Oldenzaal

Advies maatregelen bossen

Colofon

Opdrachtgever:	Provincie Overijssel
Titel:	Rapportage Onderzoek Bossen Landgoederen Oldenzaal
Status:	Definitief
Datum:	Februari 2020
Auteurs:	A. Kieskamp & L. van den Berg
Kaartmateriaal:	Copyright © 2019, Dienst voor het kadaster en openbare registers, Apeldoorn
Projectnummer:	18.31.738.25

© Coöperatie Unie van Bosgroepen u.a., februari 2020
Postbus 8187
6710 AD EDE
t (0318) 67 26 28
f (0318) 67 26 29
www.bosgroepen.nl

Inhoudsopgave

1 Inleiding 4

1.1 Aanleiding

1.2 Doel en doelgroep

1.3 Leeswijzer

2 Werkwijze 5

2.1 Bureaustudie

2.2 Opstellen theoretisch kader

2.3 Veldwerk

2.4 Rapportage

3 Resultaten 7

3.1 Theoretisch kader 7

3.1.1 Beuken-eikenbossen met hulst (H9120)

3.1.2 Eiken-haagbeukenbos (H9160A)

3.1.3 Vochtig alluviale bossen (H91E0)

3.2 Verslag veldbezoek Natuurmonumenten 23

3.3 Uitwerkingen per eigenaar 26

3.3.1 Landgoed Egheria - Ten Cate

3.3.2 Dhr. G.J.B. Koop

3.3.3 Dhr. J.A.M. Koop

3.3.4 Dhr. Lansink

3.3.5 Dhr. Munsterhuis

3.3.6 Dhr. Ter Kuile

3.3.7 Landgoed 't Waarrecht (dhr. Jannink)

3.3.6 Landgoed De Wilmersberg

3.3.7 Samenvatting maatregelen per eigenaar

4 Conclusies en aanbevelingen 77

5 Literatuur 79

Bijlage 1 Onderzoek naar maatregelen gericht op functioneel herstel
Bijlage 2 Praktische leidraad voor het omgaan met zeldzame soorten: herintroductie, genetische versterking en verplaatsingen
Bijlage 3 Nitraat en sulfaat in het grondwater

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In het Natura 2000 beheerplan Landgoederen Oldenzaal (september 2016) en de gebiedsanalyse (oktober 2017) staan een aantal herstelmaatregelen genoemd ten behoeve van een drietal boshabitattypen:

- Beuken-eikenbossen met hulst (H9120)
- Eiken-haagbeukenbossen (H9160A)
- Vochtige alluviale bossen (H91E0C).

Het gaat hierbij om de volgende maatregelen:

M12	verbeteren bosstructuur door licht en kronendak, terugbrengen schaduwsoorten, verwijderen strooisel, hakhoutbeheer
M13	bevorderen boomsoorten met goed afbreekbaar strooisel
M17	begrazen
M18	strooisel verwijderen
M19	bevorderen boomsoorten die schaduw genereren

Maatregel M19 heeft alleen betrekking op het habitattype Vochtige alluviale bossen (H91E0C). De overige maatregelen hebben betrekking op alle drie genoemde habitattypen.

In overleg met de terreinbeheerders/-eigenaren (Natuurmonumenten en particulieren, vertegenwoordigd door OPG) is geconstateerd dat een overkoepelend bosonderzoek, gericht op het uitwerken van praktische en passende interne herstel- en beheermaatregelen voor de drie betreffende boshabitattypen, wenselijk is. Provincie Overijssel heeft de Bosgroepen opdracht gegeven voor uitvoering van dit onderzoek. Deze rapportage vormt de weerslag van dit onderzoek.

1.2 Doel en doelgroep

Doel van dit onderzoek is Natuurmonumenten handvaten te bieden voor het formuleren van maatregelen voor haar terreinen voor delen die kwalificeren als één van de bovengenoemde habitattypen binnen Natura 2000 gebied landgoederen Oldenzaal.
Voor de overige eigenaren is het doel de maatregelen in beeld te brengen per eigenaar zodat het Overijssels Particulier Grondbezit (OPG) in gesprek kan met de betreffende eigenaren. Op basis van deze gesprekken worden de maatregelen verder uitgewerkt tot concrete inrichtingsplannen, Bij de uitwerking tot inrichtingsplannen door zowel Natuurmonumenten als OPG worden de maatregelen in het veld geconcretiseerd waarbij ook andere belangen dan natuur van de eigenaren kunnen worden meegenomen. Zo kan een landgoedeigenaar ervoor kiezen bij het verwijderen van bomen een deel ervan te vermarkten ten behoeve van de economisch instandhouding van het landgoed, terwijl Natuurmonumenten ervoor kiest om al het hout in het bos te laten en af te laten sterven ten behoeve van de ecologische doelstelling.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt ingegaan op de werkwijze die is gehanteerd bij de uitvoering van het onderzoek. Hoofdstuk 3 geeft de resultaten weer van het onderzoek. Voor Natuurmonumenten betreft dit een theoretisch kader dat ze kan gebruiken bij de uitwerking van de maatregelen voor haar eigen terreinen en een weergave van het terreinbezoek dat met de beheerder van Natuurmonumenten voor het betreffende gebied heeft plaatsgevonden. Voor OPG betreft dit de uitwerkingen per eigenaar. Hoofdstuk 4 bevat algemene conclusies en aanbevelingen.

2 Werkwijze

De opdracht is uitgevoerd in 4 stappen:

- Bureaustudie
- Opstellen theoretisch kader
- Veldwerk
- Rapportage

2.1 Bureaustudie

Allereerst is bestaande informatie waaronder de herstelstrategieën voor habitattypen en leefgebieden, het beheerplan en de gebiedsuitwerking Landgoederen Oldenzaal geraadpleegd. De geologische eigenschappen van de gebieden zijn in beeld gebracht op basis van geologische kaart (DINO-loket). De geomorfologische opbouw van de gebieden zijn in beeld gebracht met behulp van de geomorfologische kaart en AHN2 met hillshade model. De bodem van de gebieden is in beeld gebracht met behulp van de bodemkaart en BIS De vegetatiegeschiedenis is in beeld gebracht met behulp van de historische kaart, NDFF (typische soorten bossen in beeld brengen) en aangeleverde vegetatiegegevens door Piet Bremer (ecoloog provincie Overijssel).

2.2 Opstellen theoretisch kader

De herstelstrategieën voor habitattypen en leefgebieden worden op basis van ervaring in de praktijk en nieuwe wetenschappelijke inzichten actueel gehouden en zijn daarmee aan aanpassingen onderhevig. Leon van den Berg[1], heeft op basis van bestaande informatie en lopend onderzoek een samenvatting gemaakt van de laatste stand van zaken met betrekking tot de habitattypen waar dit onderzoek betrekking op heeft (Beuken-eikenbossen met hulst (H9120), Eiken-haagbeukenbossen (H9160A) en Vochtige alluviale bossen (H91E0C)), de knelpunten waaronder deze habitattypen te leiden kunnen hebben en de maatregelen die hiervoor wenselijk zijn.

2.3 Veldwerk

Door een team van deskundigen zijn de betreffende percelen van de particuliere boseigenaren bezocht waarbij ieder vanuit zijn eigen deskundigheid naar de bossen gekeken heeft.
Het team bestond uit volgende personen:

- Ariët Kieskamp: hydrologie

[1] Leon van den Berg is dagelijks werkzaam in het werkgebied van bosontwikkeling en beheer bij de Bosgroepen, betrokken bij onderzoek naar bosontwikkeling en herstel en heeft nauw contact met de wetenschappelijke wereld op dit gebied zowel in Nederland als in België

- Erik Sonder: bossoortensamenstelling, structuur e.d.[2].
- Harm Smeenge: bodemeigenschappen (humusprofiel, pH, oplosbare vrije kalk) en bepaling grondwatertrap (GT) op basis van reductiekenmerken in het bodemprofiel. [3]
- Henk Koop: flora, aanwezigheid rijk strooiselsoorten[4]

De eigenaren van de bossen zijn uitgenodigd om mee te lopen met het veldwerk, zodat de manier van kijken naar de bossen, voorkomende knelpunten en gewenste maatregelen door het deskundigenteam ook met hen gedeeld kan worden. Ariët Kieskamp en Edward Hutten zorgden in het veld voor digitale vastlegging van de informatie en foto's. De informatie is vastgelegd met GPS. In het veld is in gezamenlijkheid antwoord gegeven op de vragen:

- Welke relevante knelpunten (vegetatie, bodem) doen zich voor de betreffende habitattypen op de verschillende bospercelen voor i.r.t. een gunstige staat van instandhouding van de habitattypen?
- Welke interne herstel- en beheermaatregelen dienen op de verschillende percelen voor de korte en lange termijn getroffen te worden ten behoeve van de gunstige staat van instandhouding van de betreffende habitattypen?

Naast de particuliere terreineigenaren heeft Natuurmonumenten veel eigendom in het gebied. Vanuit haar kennis en expertise zal zij met behulp van het opgestelde theoretisch kader in staat zijn de maatregelen voor haar terreinen te formuleren. Daarnaast heeft een veldbezoek met Natuurmonumenten plaatsgevonden in haar terreinen op het landgoed Egheria, waarbij het theoretisch kader en de manier van kijken naar de bossen, voorkomende knelpunten en gewenste maatregelen door het deskundigenteam is besproken. Gekozen is voor het landgoed Egheria binnen de eigendommen van Natuurmonumenten in het gebied omdat hier met name veel van de voorkomende knelpunten aan de orde zijn.

2.4 Rapportage

Voor de particuliere eigenaren is per eigenaar een uitwerking opgesteld. Ten behoeve van mogelijke vervolgstappen zijn de uitwerkingen zodanig opgesteld dat ze ook eigenstandig leesbaar zijn. Voor Natuurmonumenten is geen uitwerking opgesteld, zij mag in staat worden gesteld het opgestelde theoretisch kader door te vertalen naar maatregelen voor haar terreinen. Het verslag van het veldbezoek met Natuurmonumenten waarbij het theoretisch kader en de manier van kijken naar de bossen, voorkomende knelpunten en gewenste maatregelen door het deskundigenteam is besproken is onderdeel van de rapportage.

[2] Erik Sonder is ruim 5 jaar dagelijks werkzaam in het bosbeheer bij Bosgroep Noord Oost Nederland, Natura 2000 gebied Landgoederen Oldenzaal valt binnen zijn werkgebied.

[3] Harm Smeenge is werkzaam als expert landschapsecologie / historische ecologie bij de Bosgroepen en is gespecialiseerd in bodemkunde.

[4] Henk Koop is als externe expert (bos)ecologie, opgegroeid in Oldenzaal, waardoor hij een grote kennis heeft van het gebied, in overleg met provincie ingehuurd voor deze opdracht/

3 Resultaten

Dit onderzoek heeft geresulteerd in drie resultaten:

- een theoretisch kader waarmee Natuurmonumenten als erkende natuurbeschermingsorganisatie in staat wordt gesteld per habitattype de staat van het habitattype te beoordelen, knelpunten te herkennen en bijbehorende maatregelen uit te werken.
- een verslag van het veldbezoek met Natuurmonumenten waarbij het theoretisch kader en de manier van kijken naar de bossen, voorkomende knelpunten en gewenste maatregelen door het deskundigenteam is besproken.
- uitwerkingen van maatregelen voor de overige eigenaren.

3.1 Theoretisch kader

In het Natura 2000 beheerplan Landgoederen Oldenzaal (september 2016) en de gebiedsanalyse (oktober 2017) staan een aantal herstelmaatregelen genoemd ten behoeve van de drie boshabitattypen: Beuken-eikenbossen met hulst (H9120), Eiken-haagbeukenbossen (H9160A) en Vochtige alluviale bossen (H91E0C).

De maatregelen zijn gekoppeld aan knelpunten – zie tabel 1.

Knelpunt	omschrijving knelpunt	maatregel	omschrijving maatregel
K11	ontbreken goede bosstructuur	M12	verbeteren bosstructuur door licht, kronendak, terugbrengen schaduwsoorten, verwijderen strooisel, hakhoutbeheer
K8	Interne eutrofiëring door mineralisatie van humusrijke bodem, onder invloed van verdroging	M13	bevorderen boomsoorten met goed afbreekbaar strooisel
K12, K13, K14	overschrijding kritische depositiewaarde N	M17	begrazen
K12, K13, K14	overschrijding kritische depositiewaarde N	M18	strooisel verwijderen
K12, K13, K14	overschrijding kritische depositiewaarde N	M19*	bevorderen boomsoorten die schaduw genereren

** Maatregel M19 heeft alleen betrekking op het habitattype Vochtige alluviale bossen. De overige maatregelen hebben betrekking op alle drie genoemde habitattypen.*

Habitattypen worden vastgesteld op basis van kenmerkende standplaatsen en/of het voorkomen van bepaalde vegetatietypen (zie SynBioSys). Vegetatie en het voorkomen van soorten zijn echter afhankelijk van meerdere factoren waaronder standplaatsfactoren zoals humusvorm, klimaat, interacties tussen soorten en verstoringen. Successie in bossen is een dynamisch proces en bepaald daarmee ook mede mogelijke verschuivingen in het voorkomen van vegetatietypen of de ontwikkeling hierin (Bijlsma et al., 2010). Ontwikkelingen in het bosecosysteem zoals accumulatie van organisch materiaal en veranderingen in standplaats (bijvoorbeeld meer schaduw) zijn natuurlijke processen en daarom worden vegetatietypen van nature niet als stationaire fasen beschouwd. Door diverse knelpunten (bijvoorbeeld verzuring, vermesting, verdroging) worden echter ontwikkelingen geremd of zijn sterk gewijzigd en zullen ingrepen in bossen noodzakelijk zijn om ontwikkelingen in de gewenste richting mogelijk te maken. Deze ingrepen/maatregelen

worden in dit rapport voorgesteld wanneer spontane ontwikkelingen niet of nauwelijks mogelijk worden geacht. Knelpunten bij spontane ontwikkelingen zijn bijvoorbeeld de beperkte dispersie en vestiging van menig boom- en kruidsoort vanwege de sterke fragmentatie. De hier voorgestelde maatregelen zullen leiden tot ontwikkelingen binnen de vegetatietypen waardoor de habitattypen kunnen uitbreiden of in kwaliteit doen toenemen.

Voor de betreffende boshabitattypen zijn kenschetsen gegeven in de herstel strategieën (Hommel et al., 2012, Beije et al., 2014, Hommel et al., 2016).
De herstelstrategieën voor habitattypen en leefgebieden worden op basis van ervaring in de praktijk en nieuwe wetenschappelijke inzichten actueel gehouden. Op basis van bestaande informatie en lopend onderzoek is een bondige samenvatting gemaakt van de laatste stand van zaken met betrekking tot de drie boshabitattypen waar dit onderzoek betrekking op heeft, de knelpunten waaronder deze habitattypen te leiden kunnen hebben en de maatregelen die hiervoor wenselijk zijn.

3.1.1 Beuken-eikenbossen met hulst (H9120)

Beuken-eikenbossen met hulst komt voor op de hoger gelegen delen van het zandlandschap op voedselarme tot matig voedselrijke standplaatsen op zand, leem of klei. De bodems kenmerken zich als moderpodzolen (holtpodzol) waar geen grondwaterinvloeden zijn. Hiermee onderscheiden de beuken-eikenbossen zich van de oude eikenbossen, welke voornamelijk op leemarme bodems of veldpodzolen voorkomen en eiken-haagbeukenbossen (H9160A) waar grondwaterinvloeden aanwezig zijn. Tot het habitattype worden alleen oude bossen op bosgroeiplaatsen van vóór 1850 en bosopstanden van minstens 100 jaar oud die daaraan grenzen gerekend.
Dominante boomsoorten in dit bostype zijn Zomereik en Beuk. Hulst staat in de struiklaag maar kan ook uitgroeien tot boom en in het kronendak komen. Beuk is minder goed vertegenwoordigd of ontbreekt in het Eiken-Hulstbos, een zeldzame variant van dit type.
Het bostype kent een aantal karakteristieke soorten die kenmerkend zijn voor een goede abiotische staat van het habitat. Dit zijn soorten als Dalkruid, Gewone salomonszegel, Lelietje-van-dalen en Witte klaverzuring. Soorten als Hazelworm, Boomklever en Zwarte specht komen in goed ontwikkelde vormen van dit type voor en zijn kenmerkend voor een goede structuur.
Oude beuken-eikenbossen met een onverstoorde bodem kenmerken zich door de vorming van een dikke H horizont (zgn. schoensmeer-laag) (Bijlsma et al., 2009).

Vochthuishouding

Beuken-eikenbos met hulst wordt door regenwater gevoed en staat niet in contact met grondwater. Overstromingen komen in dit type nooit voor. De kenmerkende range voor bodemvocht loopt van vochtig tot droog met grondwaterstanden in het voorjaar (GVG) van meer dan 40 cm onder maaiveld (Runhaar et al., 2009). De gemiddeld laagste grondwaterstand kan >140 cm onder maaiveld liggen (SynBioSys).

Voedselrijkdom en zuurgraad

Dit bostype komt voor op zeer voedselarme tot matig voedselrijke bodems. Het bostype komt voor op gematigd zure bodems van $pH_{(H2O)}$ tussen 4 - 5. Het eiken-haagbeukenbos met witte klaverzuring-type komt voor bij hogere pH (tot 6,5) (Hommel et al., 2016). Door de strooiselaccumulatie van beuken- en eikenblad in dit type neemt de bodemverzuring toe (zie knelpunten).

Dit bostype is gevoelig tot matig-gevoelig voor stikstofdepositie met een kritische depositiewaarde van 20 kg N/ha/jr. (Dobben & Hinsberg 2008). Experimenten tonen echter ook aan dat het habitattype gevoeliger kan zijn waardoor de empirische kritische stikstofdepositiewaarde lager ligt (10-20 kgN/ha.jr) (Bobbink & Hettelingh 2011).

Beheer

Het bevorderen van beuk en in mindere mate het verlaten van het hakhoutbeheer heeft in dit bostype geleidt tot een toename van de beuk. Deze toename van de beuk leidt tot meer schaduwdruk in het bos. De toename van Hulst in de bossen is onderdeel van een landelijke trend voor deze soort en mogelijk het gevolg van zachtere winters (Walther et al., 2005) en verwildering uit tuinen en parken.

Knelpunten

- Verzuring als gevolg van een hoog aandeel aan beuk en eik in het strooisel (Augusto et al., 1998, Augusto et al., 2002). Door de hoge hoeveelheid aan looizuren in dit strooisel neemt hierdoor de bodem pH sterk af (Månsson & Falkengren-Grerup 2003, Lorenz et al., 2004). Metingen van Bosgroep Zuid Nederland in deze bodems toont een pH tussen 3 en 4 in de verzuurde bodems (zandige en zure bodems) waar dikke eiken- of beukenstrooisel pakketten liggen. De pH daling resulteert in een uitloging van de geringe hoeveelheid basische kationen (zoals calcium, kalium en magnesium) en een toename in de vrije aluminium- en ijzerconcentraties. Het verlies van basische kationen wordt door de overmatige stikstofdepositie en de gekoppelde verzuring versterkt.
- Vermesting: De hoge stikstofbelasting via depositie heeft gevolgen voor bodemprocessen en kenmerkende soorten. Als gevolg van de hoge stikstofdepositie neemt de bodemverzuring toe (Bobbink et al., 2012). Tevens kan de verhoogde stikstofinput resulteren in een verschuiving van soorten. De bodemflora kan achteruitgaan door verdringing van competitieve grassen (Falkengrengrerup & Lakkenborgkristensen 1994). Veel kenmerkende paddenstoelen kunnen als gevolg van vermesting afnemen (Ozinga & Arnolds 2003).
- Toename van de groei van een schaduwboomsoort als Beuk leidt tot vermindering van de lichtinval op de bosbodem. Ook neemt de schaduwdruk in de open plekken en randen toe. Dit heeft weer negatieve effecten op de bijbehorende mantel- en zoomvegetaties in oude, door eik gedomineerde bossen.
- De toename van een dik strooiselpakket belemmert de vestiging van kenmerkende grondflora (Beuckens 2017).
- Amerikaanse eik wordt in H9120 op zwaklemige tot lemige, droge zandgronden als een knelpunt gezien omdat de soort een sterk negatieve invloed heeft op vestiging en overleving van inheemse boom-, struik- en kruidsoorten zoals Blauwe bosbes, Struikhei, Adelaarsvaren, Hengel, Pilzegge en Reukgras (Hommel et al., 2016).

Maatregelen in het Beuken eikenbos met hulst

Verzuring, vermesting en het dichtgroeien van het bos met Beuk als dominante soort vormen de belangrijkste knelpunten in dit habitattype. Onderstaande tabel geeft de maatregelen weer voor specifieke knelpunten.

Knelpunt	Maatregel	Opmerking
Verzuring	• Het hoge aandeel van zuur-strooisel producerende soorten als Beuk en Zomereik terugdringen. • Kleine open plekken bevorderen waarin randsoorten als Boswilg en Ratelpopulier worden aangeplant. • Additie van steenmeel (in experimentele fase) kan een uitkomst bieden tegen het verlies aan basische kationen	Het is momenteel een kennisvraag of de aanplant[5] van rijk-strooisel producerende soorten zoals Linde en Esdoorn en soorten in de tweede boomlaag zoals Hazelaar, Haagbeuk een gunstige maatregel is voor dit habitattype vanwege de zure kenmerken van de kenschets (dikke H horizont). Gezien de voortgaande N-depositie en daarmee gekoppelde verzuring zullen basische kationen afnemen. Het is aannemelijk te veronderstellen dat de doelsoorten van dit habitattype zullen profiteren van toename van basische kationen. Deze toename kan worden bewerkstelligd door het bijmengen van boomsoorten met rijk-strooisel. Zie voor een beargumentering van deze maatregel de resultaten van recent onderzoek in de bijlage.
Vermesting	• Terugdringen/weghalen donker naaldhout als aanwezig.	Donker naaldhout vangt, door haar structuur (hoge mate van ruwheid) en het jaarrond groen zijn, relatief veel stikstof in. Daarbij komt dat de uitspoeling van stikstof naar diepere lagen (en lager gelegen ecosystemen) in de vorm van nitraat 2x hoger is dan onder loofhout (Tietema et al., 1998, Rothe et al., 2002).
Schaduw	• Dunnen Beuk en bevorderen enkele lichte soorten zoals Berk en Haagbeuk • Bevorderen structuur in het bos • Creëren structuurrijke bosranden met mantel en zoom	
Amerikaanse eik	• Weghalen Amerikaanse eik daar waar het een probleem lijkt te vormen. Door middel van ringen. Hout in bos achterlaten.	Oud staand en liggend hout is zeer waardevol voor vele soorten. Daarnaast zitten er relatief veel voedingsstoffen in Amerikaanse eik (zowel stam als tak en tophout)

De maatregel begrazing wordt genoemd in de gebiedsanalyse voor dit habitattype. Met bosbegrazing worden nauwelijks nutriënten afgevoerd. Wanneer de dieren worden bijgevoerd zal er eerder een vermesting van de bodem optreden. Bosbegrazing geeft een stimulans van strooiselafbraak in de eerste jaren, maar deze versnelde afbraak stagneert. Het positieve effect is dus slechts tijdelijk. De grazers hebben doorgaans een sterke voorkeur voor loofhout waardoor er een selectie ontstaat op overblijvend naaldhout. Op lange termijn resulteert een dergelijke

[5] Bij aanplant is het ten allen tijde van belang om te kijken in hoeverre de soorten die aangeplant worden passen bij de plek waar ze aangeplant worden. Het is daarbij van belang om te kijken naar wat historisch voorkwam en nog voorkomt in de omgeving en waar het plantmateriaal dat wordt gebruikt wordt vandaan komt (autochtoon plantmateriaal). Tegelijkertijd is het van belang zo veel mogelijk te anticiperen op zaken als klimaatverandering en behoud biodiversiteit.

ontwikkeling in een met naaldhout gemengd bos met overwegend slecht verteerbaar strooisel. De maatregel wordt om deze redenen niet als wenselijk geacht voor dit bostype. Gestuurde begrazing kan mogelijk wel worden ingezet voor bevorderen structuur en kan in mantel en zoom voordelen brengen op locaties waar structuur een knelpunt is en waar geen waardevolle loofhoutsoorten begraasd kunnen worden.
De maatregel strooisel verwijderen wordt ook in de gebiedsanalyse genoemd. Met het verwijderen van strooisel wordt bedoeld het verwijderen van de L-laag. In de praktijk zal dit moeilijk zijn en zullen ook de H horizonten worden verstoord dan wel verwijderd. Het strooisel bevat nog veel nutriënten (het is nog niet afgebroken) en deze worden met deze maatregel uit het systeem verwijderd, hetgeen als onwenselijk wordt beschouwd (de Jong et al., 2012, de Jong et al., 2017).

3.1.2 Eiken-haagbeukenbos (H9160A)

In Nederland onderscheidt men twee subtypen: subtype A van de hogere zandgronden en het subtype B dat voorkomt op rijkere bodem en kalkrijke gronde, nagenoeg altijd met een dek van lössleem in Zuid-Limburg. De eiken-haagbeukenbossen bij de bossen van Landgoederen Oldenzaal worden gerekend tot het subtype A. Eiken-haagbeukenbos van subtype A komt voornamelijk voor op de hogere zandgronden en in het riviergebied in het laagland op klei- of leemhoudende bodems met een sterk wisselvochtig karakter. Hier kan grondwater gedurende de winter en voorjaar tot aan maaiveld staan en in de zomer diep uitzakken.
Goed ontwikkelde eiken-haagbeukenbossen zijn soortenrijk. De dominante boomsoorten in dit type zijn op de Zomereik na allen soorten met een snel en goed afbreekbaar strooisel: Gewone es, Haagbeuk, Zoete kers, Spaanse aak en Gewone esdoorn. In de struiklaag domineren Hazelaar, Gewone vlier, Eenstijlige meidoorn en Wilde lijsterbes , wederom bijna allen soorten met goed afbreekbaar strooisel. Het bostype heeft een kenmerkende rijke voorjaarsflora. In goed ontwikkelde bossen is een sterk microreliëf aanwezig waardoor op korte afstand zeer verschillende ecosystemen voorkomen: op hoger gelegen bulten staan boomsoorten die drogere omstandigheden prefereren zoals zomereik. Rond deze eiken is strooiselvertering langzaam en slecht en kenmerken de humusprofielen zich als moder. Soorten die hier voorkomen zijn bijvoorbeeld Witte klaverzuring, Gewone salomonszegel, Gewoon speenkruid, Bosanemoon en Dalkruid. Op de flanken van de laagtes en in de slenken is de invloed van grond en regenwater groter en is de strooiselafbraak snel (mull humusprofiel). Hier worden soorten als Slanke sleutelbloem, Muskuskruid en Donkersporig bosviooltje gevonden. De bodem is vaak bedekt door Klimop en deze rijkt ook vaak tot in de boomkroon. Goede voorbeelden van Duitse Eiken-haagbeukenbossen net over de grens zijn het Bentheimer woud en Samarott.

Vochthuishouding

Eiken-haagbeukenbossen van het subtype A zijn wisselvochtig. Dit betekent dat grond- en regenwater gedurende enige tijd in de winter en vroege voorjaar het bodemprofiel water-verzadigt en op maaiveld stagneert waarna het in de zomer diep wegzakt. Wanneer dit regenwater in goed contact staat met de vaak goed/beter gebufferde klei en leemlagen wordt het regenwater ‘’opgeladen’’ met basische kationen en krijgt het bijna de karakteristieken van grondwater (de Waal & Bijlsma 2003).
Voor Eiken-haagbeukenbos is zowel de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG) als de gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG) bepalend waarbij de relatie met de GVG heel direct is en de relatie met de GLG indirect. De referentiewaarden voor de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG) en gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG) voor dit habitattypen zijn afgeleid uit Waternood en SynBioSys. Het kernbereik voor dit subtype loopt van

zeer vochtig tot vochtig. De GVG is ten hoogste 40 cm-mv. In de zomer kan het water diep uitzakken met een GLG van 142-154 cm onder maaiveld (Synbiosys).
Door de langdurige stagnatie en vervolgens wegzijging van water zijn reductiekenmerken samen met roestverschijnselen bovenin het profiel te ontdekken (pseudogley).

Voedselrijkdom en zuurgraad

Dit bostype komt voor op weinig voedselrijke bodems. Als aanvullend bereik worden ook matig voedselrijke als matig voedselarme bodems opgegeven. Het subtype A komt voor bij een pH variërend van 4,5 tot 7,5 (kernbereik), waarbij pH 4-4,5 als aanvullend bereik geldt (Runhaar et al. 2009). Floristisch vergelijkbare goed ontwikkelde eiken-haagbeukenbossen in het buitenland komen voor bij pH tussen 4 en 4,5 maar hier is de jaarlijkse basenaanrijking (flux) door de aanwezigheid van rijk-strooiselsoorten zeer hoog (voorbeeld is Colbitz in Duitsland).

Beheer

Voor een groot deel van de Eiken-haagbeukenbossen geldt dat zij in het verleden een hakhout of middenbosbeheer hebben gekend, waarbij bovenstaanders tijdens de kapcyclus worden gespaard. Vanwege de vochtige standplaats zijn veel van de eiken haagbeukenbossen begreppeld en staat veel bos op rabatten.

Knelpunten

- Verdroging. De begreppeling heeft geleidt tot een ernstige verdroging van de bossen. De verdroging heeft geleidt tot het verdwijnen van vochtminnende soorten en een verschuiving van soorten naar de laagst gelegen delen van de bossen (onderin de greppels). In de laagst gelegen, vaak moerige bodems, resulteert de verdroging ook in de decompositie van het organische stof met als gevolg een verzuring en het vrijkomen van stikstof en fosfor uit organische stof. In bossen waar de wisselvochtigheid niet te sterk is aangetast en waar grondwater in de winter en vroege voorjaar nog resulteert in voldoende vochtige omstandigheden (en een jaarlijkse aanrijking van basische kationen van de bovenste bodemlagen) kunnen rabatten en greppels de functie van het verdwenen natuurlijke micro-reliëf overnemen. In dergelijke bossen zijn natuurwaarden nog hoog maar dit wordt alleen bereikt wanneer de wisselvochtigheid nog redelijk in tact is.
- Verzuring. De kenmerkende kruidlaag van dit habitattype is gebaat bij een goede buffering van de bodem. Deze buffering wordt in het subtype A verzorgd door basische kationen zoals calcium, kalium en magnesium. Deze kationen zijn aanwezig in de rijkere leemlagen en worden jaarlijks met het grondwater (en eventueel met aangereikt regenwater) in de bovenste lagen van de bodem aangevuld. Stikstofdepositie leidt echter tot verzuring van de bodems in deze gebufferde systemen (Hommel et al., 2002, Bobbink et al., 2012). Een dominantie van boomsoorten met moeilijk verteerbaar, zuur strooisel (zoals eik, beuk en den) resulteert daarnaast ook in lokale verzuring van de bodem. Verzuring van de bovenste laag van de bodem resulteert in een uitloging van de bodem waarbij kationen verdwijnen uit het systeem. Tevens komen, bij verlaging van de pH, aluminium en andere zware metalen vrij in het bodemvocht. Aluminium kan al bij lage concentraties toxisch zijn voor veel hogere planten en macrofauna (Jones et al., 2001). Een oppervlakkig verzuurde bovengrond komt veel voor, en leidt tot verarming van de kruidlaag. → *Wanneer jaarlijkse aanrijking van kationen niet kan plaatsvinden kan*

verzuring ook dieper in de bodem doordringen waardoor bodemleven verdwijnt en waardoor strooisel gaat accumuleren. Bij doorgaande verzuring zal het habitattype verdwijnen en overgaan naar een zuurder type zoals het eiken-beukenbos.

- Voor het subtype A wordt een kernbereik pH gegeven van 4,5 tot 7,5. Het aanvullende bereik pH 4-4,5 (Runhaar et al. 2009) is echter veelvoorkomend en in zeer goed ontwikkelde buitenlandse situaties (zie ook bijlage 1) van het Stellario Carpinetum worden relatief lage pH waarden gevonden van 4 tot 4,5 met mediaan 4,2. De basenverzadiging en flux van basen (jaarlijkse aanrijking) is in dit geval een bepalende factor en ligt boven in de minerale bodem (A-horizont) altijd boven de 50%.
- In bossen waar pyrietlagen aanwezig zijn kan er verzuring optreden door verdroging en de hierop volgende oxidatie van pyriet. Dit speelt met name in die gevallen waar de wisselvochtigheid niet resulteert in het jaarlijks inunderen van de pyrietlagen (dus waar de pyrietlagen gedurende lange tijd aeroob zijn en niet meer gereduceerd worden.
- Vermesting door stikstof is om meerdere redenen een knelpunt. Enerzijds vanwege de hierboven genoemde gekoppelde verzuring (via nitrificatie en opname van ammonium) en anderzijds omdat het hier vegetatietypen betreft van geringe tot matige voedselrijkdom waarbij aanvoer van extra stikstof kan resulteren in woekering van nitrofiele soorten en de verdrukking van de kenmerkende soorten. De vastgestelde kritische stikstofdepositiewaarde voor dit habitattype is 20 kg N/ha/jr. Dit is de bovenkant van de empirische range, rekening houdend met de modelberekeningen voor Nederlandse situatie (Van Dobben et al. 2012). De empirische range voor dit type is gesteld op 15-20 kg N/ha/jr (Bobbink & Hettelingh 2011).
- Vermesting door inspoeling van fosfaatrijk of nitraatrijk oppervlaktewater uit de landbouw kan via de greppels resulteren in verruiging en woekering van bijvoorbeeld Mannagras in de lage delen van het gehele bos.
- Bodembewerking leidt tot verruiging. Met name de oud-bosplanten zijn gebaat bij onverstoorde en niet-verdichte bodems (Keersmaeker et al., 2010, Beuckens 2017).
- Wegvallen van de Gewone es als hoofdboomsoort kan een ernstig knelpunt zijn wanneer deze soort een hoge bedekking heeft en er geen opvolgersoorten zijn die de functies van de Es (zoals schaduwdruk, microklimaat) overnemen. Sinds 2010 wordt de Gewone es aangetast door vals essenvlieskelkje waardoor deze massaal dood gaan. Wegvallen van de gewone Es kan leiden tot verruiging van de ondergrond en verdwijnen karakteristieke soorten.
- Ontbreken van soorten met goed afbreekbaar en calcium-rijk strooisel. Door het consequent bevorderen van de eik in deze systemen zijn soorten als Zoete kers, Boswilg, Winterlinde, Gewone esdoorn, Spaanse aak, Ratelpopulier, Iep en Hazelaar zeer schaars. Deze soorten geven (zie bijlage 1) goed afbreekbaar en calcium-rijk strooisel. Het ontbreken van een goede strooiselomzetting is een ernstig knelpunt in deze systemen.
- Versnippering. Er zijn veel aanwijzingen dat kleine populaties een hogere uitsterfkans hebben dan grote populaties (Vergeer & Ouborg 2005, Angeloni et al., 2014). Eiken-haagbeukenbos komt in Nederland slechts sterk versnipperd voor. Populaties van soorten met een moeilijke verspreiding zoals de voorjaarsflora uit het eiken-haagbeukenbos lopen hierdoor extra risico op negatieve gevolgen van isolatie en mogelijk ook genetische verarming (inteeltdepressie).

- Het achterblijven van beheer in dit habitattype kan leiden tot een verschuiving van het bostype richting broekbos onder natte omstandigheden. Door het uitblijven van beheer in voormalig eikenhakhout treedt ophoping van voornamelijk zuur bladmateriaal op en zal schaduwwerking toenemen waardoor kenmerkende voorjaarsflora zullen verdwijnen.

Maatregelen in het eiken-haagbeukenbos

Verdroging, verzuring, vermesting en versnippering vormen de belangrijkste knelpunten in dit habitattype. Onderstaande tabel geeft de maatregelen weer voor specifieke knelpunten.

Knelpunt	Maatregel	Opmerking
Verdroging	• Herstel van hydrologie door dempen, verondiepen of afdammen greppels[6] zodat wisselvochtige systeem weer optimaal functioneert	In laagste delen zitten soms de belangrijkste floristische waarden (teruggedrongen naar de laagten). Herstel van hydrologie moet dan bij voorkeur in stappen worden uitgevoerd om soorten de kans te geven nieuwe plekken te koloniseren. Wanneer dit niet mogelijk is (in tijd) of wanneer dispersie en kolonisatie is beperkt kan herplaatsing (eventueel gepaard met genetische versterking) worden overwogen (zie knelpunt versnippering)
Verzuring	• Tegengaan oxidatie van organische stof-rijke en pyriet-houdende bodems door herstel hydrologie (zie verdroging) • Terugdringen aandeel zuur strooisel producerende bomen zoals eik, beuk en naaldhoutsoorten door kap. Daarbij aanplanten van rijk-strooisel producerende soorten zoals Linde, Zoete kers, Boswilg, Esdoorn, Iep, Es (mits resistent), Hazelaar, en Haagbeuk.	Rijk-strooiselsoorten kunnen goed in randen van kleine openingen of onder scherm worden aangeplant zodat het bosklimaat zo min mogelijk wordt aangetast tijdens de omvorming. Zie voor een onderbouwing van de maatregel ''aanplant rijk-strooiselsoorten'' de resultaten van recent onderzoek in de bijlagen
Vermesting	• Terugdringen/weghalen donker naaldhout als aanwezig. • Voorkomen van inspoeling/inundatie van landbouwwater	
Wegvallen Gewone es	• Tijdig onderplanten bij Gewone es met soorten die eenzelfde ''set'' aan functies vervuld zoals Spaanse aak of Gewone Esdoorn	
Beheer	• Kleinschalige groepenkap • Invoeren hakhoutbeheer • Voorkomen bodemverdichting tijdens werkzaamheden	
Versnippering en soorten in ''ecologische val''	• In verdroogde delen zijn soorten afhankelijk van licht-gebufferde omstandigheden (grondwaterinvloeden) vaak teruggedrongen tot onderin de greppels/slootkanten. Het herstel van de hydrologie is een belangrijke voorwaarde voor het redden van deze	Herintroductie en/of genetische versterking is te overwegen wanneer: I. De soort is sterk geïsoleerd en zeldzaam tot zeer zeldzaam of

[6] Per situatie is een afweging gewenst tussen de effectiviteit van de maatregel (welke natuurwaarden levert het op), effecten van de uitvoering van de maatregel (hoeveel schade wordt aangebracht door de uitvoering) en andere belangen als cultuurhistorie.

	populaties en van eventuele herintroductie of genetische versterking. In verzuurde situaties is het bijvoorbeeld van primair belang dat de bodem duurzaam hersteld wordt. • Vaak komen de resterende, doorgaans nog maar kleine populaties voor in suboptimaal habitat. Wanneer de reden van achteruitgang of het uitblijven van spontane vestiging een (ver)slechte(rde) habitatkwaliteit is, dan moet deze eerst worden verbeterd. Versterken van populaties door bijplaatsen van individuen volgens leidraad (bijlage 2) • Herintroductie van soorten wanneer deze ontbreken maar systeem is wel volledig herstelt (zie bijlage 2)	zelfs verdwenen. In dit geval spelen knelpunten als inteelt, genetische drift een belangrijke rol (zie verder waar?). Herstel van habitat (boomsoorten, bodem, hydrologie en chemie) in combinatie met herintroductie is dan noodzakelijk om te voorkomen dat de soort lokaal verdwijnt (lokale extinctie). II. Het bos is wat betreft habitat (boomsoorten, bodem, hydrologie en chemie) op orde maar de soort komt momenteel niet meer voor in het bos en er zijn geen nabijgelegen bestaande populaties van waaruit de soort het gebied kan koloniseren. Herintroductie is dan noodzakelijk om het leefgebied en de daarbij behorende ecologische processen te completeren. Herintroductie en/of genetische versterking kan worden uitgevoerd alleen na voldoende onderzoek naar kansen en knelpunten en alleen na herstel van de standplaatsfactoren zoals hydrologie, lichtklimaat en zuurgraad. Deze volgt de leidraad gegeven in bijlage 2.

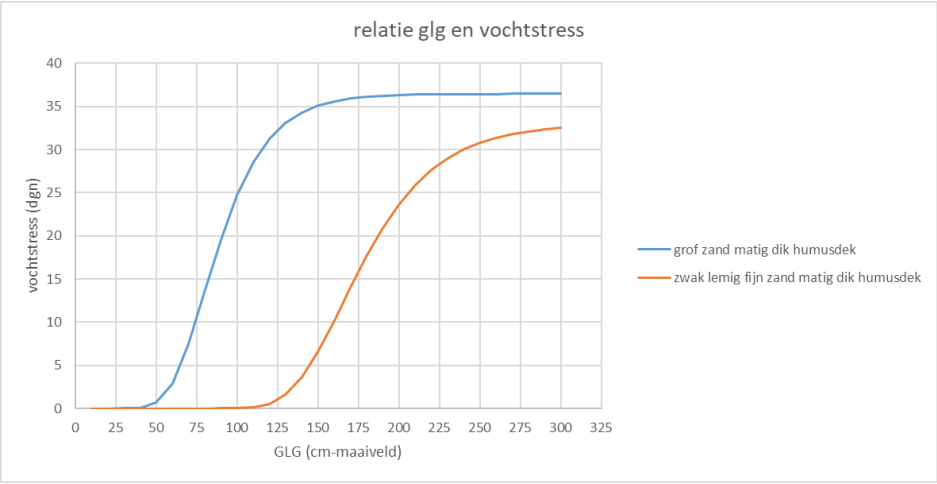
De maatregel begrazing wordt genoemd in de gebiedsanalyse voor dit habitattype. Met bosbegrazing worden nauwelijks nutriënten afgevoerd. Wanneer de dieren worden bijgevoerd zal er eerder een vermesting van de bodem optreden. Bosbegrazing geeft een stimulans van strooiselafbraak in de eerste jaren, maar deze versnelde afbraak stagneert daarna. Het positieve effect is dus slechts tijdelijk. De grazers hebben doorgaans een sterke voorkeur voor loofhout waardoor er een selectie ontstaat op overblijvend naaldhout. Op lange termijn resulteert een dergelijke ontwikkeling in een met naaldhout gemengd bos met overwegend slecht verteerbaar strooisel. De maatregel wordt om deze redenen niet als wenselijk geacht voor dit bostype. Gestuurde begrazing kan mogelijk wel worden ingezet. Gestuurde bosbegrazing wordt ingezet voor grazen van ruigte of exoten en kan dan positief werken. Wanneer ruigte het gevolg is van een grote lichtdoorval (in combinatie met de rijkere bodems) dan kan gestuurde begrazing voordelen brengen maar vertrapping van de bodem is een probleem. Bosbegrazing is dus een maatregel die plaatselijk voordelen brengt, bijvoorbeeld in ruigten of op plekken waar exoten dreigen te domineren. Bijzondere soorten mogen dan niet aanwezig zijn omdat deze worden weggegeten of de bodem wordt vertrapt. Eenheden van begrazing moeten een dusdanige omvang hebben om overbegrazing/vertrapping te voorkomen.
De maatregel strooisel verwijderen wordt ook in de gebiedsanalyse genoemd. Met het verwijderen van strooisel wordt bedoeld het verwijderen van de L-laag. In de praktijk zal dit moeilijk zijn en zullen ook de H horizonten worden verstoord dan wel verwijderd. Het strooisel bevat nog veel nutriënten (het is nog niet afgebroken) en deze worden met deze maatregel uit het systeem verwijderd, hetgeen als onwenselijk wordt beschouwd (de Jong et al., 2012, de Jong et al., 2017).

3.1.3 Vochtig alluviale bossen (H91E0)

Vochtig alluviaal bos omvat bossen van zeer natte standplaatsen op beek- of rivierafzettingen (van het zogenoemde alluvium of alluviaal) en die direct of indirect onder invloed staan van beek- of rivierwater. De verschijningsvorm loopt sterk uiteen. Ze kunnen zeer soortenrijk zijn en zeldzame typische soorten bevatten. Het betreffen het vooral natte bossen waarin Zwarte els op de voorgrond treedt.
Door voeding met grondwater zijn de standplaatsen relatief rijk aan basen en nutriënten. Hoewel het type niet strikt gebonden is aan kwel, komen goed ontwikkelde vormen ervan vooral voor op plekken die gevoed worden door grondwater (Beije et al., 2012). Met name het Elzenzegge-Elzenbroek (*Carici elongatae-Alnetum)* kent basenhoudende kwel.
Het habitattype kent drogere varianten met een rijke voorjaarsbloei met vele soorten en zeer natte gemeenschappen met bijvoorbeeld Moeraszegge. Binnen de vochtige alluviale bossen zijn drie relevante gemeenschappen te onderscheiden: bronnetjesbossen van het type Goudveil-Essenbos (associatie *Carici remotae-Fraxinetum*), beekbegeleidend Vogelkers-Essenbos (*Pruno-Fraxinetum*) en Elzenzegge-Elzenbroekbos (*associatie Carici elongatae-Alnetum*). Het eerst genoemde type komt hier niet voor.
Goede kwaliteit in de natte delen blijkt uit het voorkomen van basen-minnende soorten als Gewone dotterbloem en gulden Grote boterbloem. Ook soorten als Moeraszegge, Bosbies en Waterviolier geven aan dat delen van een goede kwaliteit zijn.

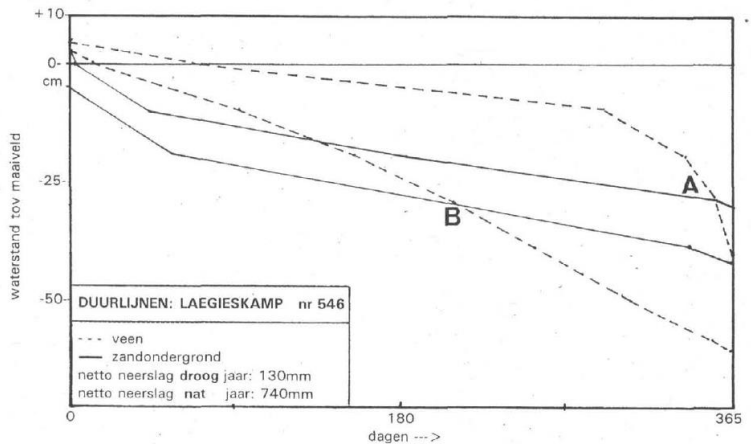
Vochthuishouding

Op de natste, meestal venige (of kleïig-venige) standplaatsen komen elzenbroekbossen voor die behoren tot het Elzenzegge-Elzenbroek, subassociatie van Bittere veldkers. De grondwaterstanden liggen hier in het voorjaar rond het maaiveld en zakken doorgaans in de zomer door de dunne zandpakketten op leem of klei diep weg. Een uitzondering vormen de elzenbronbosjes aan de voet van de Tankenberg waar een dik zandpakket voor permanente grondwatervoeding zorgt (hier komt ook een vorm voor met paarbladig goudveil dat sterk neigt naar Goudveil-Essenbos, zie inrichtingsplan https://www.planviewer.nl/imro/files/NL.IMRO.9923.ipLandgOldenzaal-on01/b_NL.IMRO.9923.ipLandgOldenzaal-on01_rb1.pdf).
De ecologische vereisten geven een GVG die optimaal is (voor het C*arici elongatae-Alnetum*) tussen +15 en -15 cm t.o.v. maaiveld. Suboptimaal wordt door Waternood een GVG gegeven van -15 tot -25 cm onder maaiveld. GLG voor optimale condities ligt volgens Waternood voor optimale condities -50 cm t.o.v. maaiveld en suboptimaal tussen de -50 en -70 cm t.o.v. maaiveld. Voor de Elzenbronbosjes liggen de grondwaterstanden zo ongeveer tussen + 15 en -20 cm t.o.v. maaiveld.
Of er wel of geen vocht tekorten ontstaan hangt sterk af van de bodem en de capillaire opstijging van (grond)water. Bij eenzelfde GLG kan, afhankelijk van het bodemtype, er meer of minder droogtestress zijn. Dit wordt beschreven in de relaties tussen droogtestress en de GLG (Jansen & Runhaar 2001). Droogtestress is het gemiddelde aantal dagen dat een kritieke vochtspanning in de wortelzone wordt onderschreden, uitgaande van een standaard begroeiing. Deze droogtestress is afhankelijk van de neerslag, de bodemtextuur en de grondwaterstand. Door Jansen en Runhaar (2001) zijn op basis van modelberekeningen handvatten geformuleerd die het mogelijk maken de droogtestress te berekenen als functie van de GLG, het bodemtype en de ligging binnen Nederland.



Figuur 1. Relatie GLG en droogtestress bij twee bodemtypen: een grof zand bodem (blauwe lijn) en een zwaklemige, fijn zandige bodem (oranje lijn)

Bij twee bodemtype (grof zand en zwak lemig fijn zand) is de relatie tussen GLG en droogtestress uitgewerkt (zie figuur 1). Uit de figuur blijkt duidelijk het verschil in vocht-leverend vermogen van beide bodems. Bij een bodem bestaande uit zwak lemig fijn zand treedt er pas droogtestress op bij een GLG van 100-125 cm-mv, terwijl in grof zand al bij een GLG van 50 cm-mv droogtestress optreedt.
Bovenstaand effect is ook zichtbaar in referentieduurlijnen van een blauwgrasland (hiervan komen de standplaatsen overeen met die van vochtige alluviale bossen). In een onderzoek naar een blauwgrasland in de Vechtstreek werden duidelijk langere verblijftijden van grondwater in de bovenste bodemlaag gemeten in het veen ten opzichte van zand (de Mars 1996) figuur 2.



Figuur 2. Duurlijnen van twee peilbuizen op hetzelfde blauwgrasland. Een in het veen en een in het zand. De verschillen als gevolg van bodemtype zijn duidelijk zichtbaar. (uit de Mars 1996)

In licht verdroogde vormen van het elzenbroek kunnen de grondwaterstanden tot een meter wegzakken Dit is sterk afhankelijk van de bodem, in klei en veenprofielen kunnen grondwaterstanden dieper wegzakken voordat het droogtestress creëert (Jansen & Runhaar 2001).
In het provinciaal meetnet verdroging Overijssel (Hommel en de Waal 2013) worden verschillende GLG waarden van goed ontwikkelde elzenbroekbossen op lemig zand en veen gegeven. Voor de bossen op veen (Reutumer Weuste en Lemselermaten) worden GLG waarden van respectievelijk

15, 45 en 60cm –mv gegeven. De hoge waterstanden leiden in de Reutemer Weuste tot de zeer kenmerkende wortel-eilandenstructuur waarom diverse vegetatiekundige micro gradiënten te vinden zijn. Voor de vochtig alluviale bossen in de Lemselermaten op lemige gronden met moerige toplaag wordt een GLG van 80cm –mv gegeven (locatie LEM19 in Hommel en de Waal 2013). Deze GLG is de grens tussen de moerige laag en de Crg horizont (het moedermateriaal met gereduceerde kenmerken (r) maar ook met gley (g)). De werkelijke GLG ligt daar nog onder en is volgens deze referentie 115 –m.v.
Gezien de gevoeligheid van veenbodems voor verdroging met als gevolg verzuring en eutrofiering is het logisch dat voor de veenbodems de GLG en GVG kritische grenzen worden gehanteerd. In leemrijke bodems kan het water iets dieper wegzakken. In zandige bodems worden weer strenge grenzen gehanteerd.
In het algemeen worden voor de 3 belangrijkste typen de volgende grenswaarden gehanteerd: Elzenzegge-Elzenbroek; typische subassociatie (GVG) -15 tot +10 cm t.o.v. maaiveld, en GLG hoger dan -50 cm t.o.v. maaiveld. Het Elzenzegge-Elzenbroek; met Bittere veldkers (ook Moeraszegge) heeft een GVG van -15 tot +10 cm t.o.v. maaiveld en een GLG hoger dan -40 cm t.o.v. maaiveld. Het drogere Vogelkers-Essenbos heeft een GVG van -60 tot -25 cm t.o.v. maaiveld en een GLG van -140 tot -125 cm t.o.v. maaiveld (bronnen: SynBioSys en Waternood)

Voedselrijkdom en zuurgraad

Het type H91E0_C (Vochtige alluviale bossen –beek begeleidende bossen) zijn vochtige bossen met een matig tot lichte voedselrijkdom. De kritische stikstofdepositiewaarde van vochtige alluviale bossen is berekend op 26 kg N/ha/jr (Van Dobben et al. 2012). Mede omdat de elzen stikstof fixerende wortelknolletjes bezitten kan zich veel stikstof in de bosecosystemen accumuleren. Dit wordt veelal opgeslagen in organisch gebonden N maar in sommige gevallen lijkt dit toch vrij te kunnen komen, wellicht als gevolg van verdroging (metingen BGZN). Ondanks de hoge stikstofopslag zijn de bossen gevoelig tot matig gevoelig voor stikstof en optimaal worden deze gevonden in licht tot matig voedselrijke bodems.
De optimale pH waarden voor de afzonderlijke vegetatietypen verschillen aanzienlijk (zie Ecologische vereisten). Over het algemeen kan worden gezegd dat deze bossen worden gekarakteriseerd door een gebufferde bodem (door kwel of aanwezigheid bufferend materiaal) met een optimale pH van tussen 4,5-7,5 (Runhaar et al., 2009).

Beheer

Vroeger werden de beekbegeleidende bossen regelmatig gekapt in cycli van 10(-20) jaar. Dit beheer is echter in de meeste gevallen losgelaten waardoor huidig beekbegeleidend bos overwegend uit doorgeschoten hakhout bestaat. In veel gevallen werden rabatten aangelegd voor de drainage van de bospercelen.

Knelpunten

- Verdroging heeft een negatief effect op de vochtminnende vegetatie. De meeste vormen van het habitatsubtype zijn gevoelig voor veranderingen in de hydrologie in de vorm van grondwaterstandsdaling of afname van kwel. De afname van kwel is met name voor het Elzenzegge-Elzenbroek (Carici elongatae-Alnetum) een belangrijk kwelpunt. Door de afname van kwel is er geen aanrijking met gebufferde kationen en zal de bovenlaag van de bodem verzuren.
- Verdroging zorgt er daarnaast voor dat er meer zuurstof de bovenste laag van de bodem kan indringen. Dit resulteert in zogenaamde oxidatie-processen waarbij zuur

wordt geproduceerd. Los van het feit dat de kenmerkende flora en fauna gebaat is bij natte tot vochtige omstandigheden kan deze verzuring ook schadelijk zijn voor de kenmerkende flora en fauna van dit habitat. De vochtig alluviale bossen op veengrond lopen ernstig risico op verruiging en bodemdaling als gevolg van droogval van de bodem. Dit komt omdat droogval tevens resulteert in de afbraak van veen wat leidt tot het vrijkomen van nutriënten. Het vrijkomen van nutriënten (eutrofiering) resulteert in verruiging van het vegetatietype en verdwijnen van kenmerkende soorten (Beije et al., 2012). Bij verdroging zullen soorten als Brede stekelvaren, Gewone braam, Hennegras en/of Grote brandnetels gaan domineren.

- Een GLG < 70cm is alleen mogelijk in leemrijke bodems. In venige bodems of in zandige bodems moet GLG >50cm zijn. Uitzondering hierop is het vogelkers essenbos dat duidelijk droger kan staan.
- Op plekken die regelmatig overstromen kan een te hoge voedselrijkdom van het overstromende beekwater en het afgezette beekslib en/of een toename van overstromingen zorgen voor eutrofiering en verruiging van de vegetatie. Met name op plekken waar ook fosfor hoog is. Bij bronbossen vormt bemesting in de hoger gelegen intrekgebieden een potentiële bedreiging voor de kwaliteit van het toestromende grondwater, omdat het kan leiden tot verhoogde gehaltes aan sulfaat en nitraat in het uittredende bronwater, zoals bij de Elzenbronbosjes van de Weerselerbeek. Een toename van nitraat of sulfaat in deze bossen kan in veenrijke bodems leiden tot veenafbraak omdat ook nitraat en sulfaat de rol van elektronenacceptor kunnen vervullen (net als zuurstof bij verdroging). Bemesting van stikstof uit de atmosfeer (stikstofdepositie) kan er ook toe leiden dat nitrofiele soorten (braam, brandnetel) kunnen groeien op drooggevallen delen.
- Verzuring: verdroging van Elzenbroekbossen en Vogelkers-Essenbossen leidt tot verzuring omdat in veel gevallen een bufferende aanvoer van grondwater zal afnemen door verdroging. Daarnaast spelen oxidatie processen een belangrijke rol in de verzuring.
- Ook de aanplant van eik of – in sterk verdroogde situaties zelfs Beuk en naaldhout – versterkt deze ontwikkeling door het zure strooisel dat deze soorten produceren. Dergelijke boomsoorten zijn vaak aangeplant op rabatten waardoor het probleem van verzuring gekoppeld is aan het knelpunt van de verdroging.
- Bij aanhoudende verzuring zal het bos overgaan in een droger bostype en kan ophoping van strooisel gaan plaatsvinden. In plaats van een ecosysteem met vrij snelle omzetting en doormenging van organische stof ontstaat dan een systeem met zuur strooiselaccumulatie.
- De samenstelling en structuur van de boomlaag kunnen beperkend zijn voor de habitatkwaliteit. Op plaatsen waar vroeger veel eik is aangeplant in Alluviale bossen, heeft dat – met name in (licht) verdroogde situaties – een verzurende invloed gehad op de toplaag van de bodem. Basenminnende plantensoorten zijn daardoor vaak verdwenen of achteruitgegaan (Hommel et al., 2007).
- Het risico op verruiging is sterk afhankelijk van de hoeveelheid licht die op de bosbodem kan doordringen, alsmede van eventuele exploitatieschade en drainage. Dit betekent dat de soortensamenstelling van de kruidlaag in belangrijke mate bepaald wordt door het beheer van het bos en van de standplaats. In een structuurrijk bos met een goed ontwikkelde tweede boomlaag en/of struiklaag is de kans op verruiging beperkt.

- Te weinig kwel. Het uittreden van grondwater (kwel) is mede afhankelijk van de mate waarin grondwater kan opbollen in de hoger gelegen dekzandrug, het inundatieniveau, de helling, de eventueel aanwezige flux vanuit diepere pakketten en de mate waarin het kan uittreden langs de kwelhelling. Het functioneren van de kwelhelling is daarmee een voorwaarde voor kwel(flux) en van primair belang voor vegetaties die afhankelijk zijn van aanvoer van bufferend grondwater zoals de elzenzegge-elzenbroekbossen. De watervoerende zandlagen op leem of klei zijn in het gehele gebied dun (1-3 m), waardoor kwel al snel de beperkende factor is.
- Stagnatie van water en met name regenwaterlenzen in de natte laagten in de winter en vroege voorjaar resulteert in een geringere kwel omdat uittreden van grondwater door het relatieve zure regenwater wordt verhindert. Zeker bij die dunne watervoerende pakketten waarbij de kwel al gering is. Daarnaast resulteert stagnerend voedselrijk (en sulfaatrijk) water in een toename van de afbraak van veen (interne eutrofiering) en ontwikkeling van bijvoorbeeld kroos en mannagras.
- Versnippering. Ook in de vochtige alluviale bossen kunnen soorten voorkomen met een zeer sterk versnipperde en geïsoleerde verspreiding. Populaties van deze soorten lopen hierdoor extra risico op negatieve gevolgen van isolatie en mogelijk ook genetische verarming (inteeltdepressie).

Maatregelen Vochtig alluviaal bos

Verdroging, verzuring, vermesting en versnippering vormen ook in de vochtige alluviale bossen de belangrijkste knelpunten. Onderstaande tabel geeft de maatregelen weer voor specifieke knelpunten.
De botanische waarde van licht verdroogde vormen van het Vogelkers-Essenbos kan deels hersteld te worden door gebruik te maken van boom- en struiksoorten met 'rijk' goed verterend bladstrooisel. In bossen met geëutrofieerde bovengronden is het daarbij van belang dat niet te veel licht tot de bosbodem kan doordringen

Knelpunt	**Maatregel**	**Opmerking**
Verdroging	• Herstel van lokale hydrologie door dempen, verondiepen en/of opstuwen van greppels, sloten en beken om de aanvoer van kwel te herstellen en om drainage (afvoer van (grond)water) te voorkomen.	Herstel van lokale hydrologie vergt kennis over het systeem. In laagste delen zitten soms de belangrijkste floristische waarden (teruggedrongen naar de laagten). Herstel van hydrologie moet dan bij voorkeur in stappen worden uitgevoerd om soorten de kans te geven nieuwe plekken te koloniseren. Wanneer dit niet mogelijk is (in tijd) of wanneer dispersie en kolonisatie is beperkt kan herplaatsing (eventueel gepaard met genetische versterking) worden overwogen (zie knelpunt versnippering)

Verzuring	• Tegengaan oxidatie van organische stof-rijke en pyriet-houdende bodems door herstel hydrologie (zie verdroging) • Het hoge aandeel van zuur-strooisel producerende soorten terugdringen (beuk, eik, den etc.). Bevoordelen van rijk-strooiselsoorten en daar waar deze ontbreken of in slechts zeer geringe mate voorkomen aanplant rijk-strooiselsoorten in vogelkers-essenbos.	De botanische waarde van licht verdroogde vormen van het Vogelkers-Essenbos kan deels hersteld te worden door gebruik te maken van boom- en struiksoorten met 'rijk' goed verterend bladstrooisel. In bossen met geëutrofieerde bovengronden is het daarbij van belang dat niet te veel licht tot de bosbodem kan doordringen. Voor een onderbouwing van de maatregel ''aanplant van rijk strooiselsoorten'' wordt verwezen naar de resultaten van recent onderzoek in de bijlagen.
Vermesting	• Terugdringen/weghalen donker naaldhout als aanwezig. • Voorkomen van inspoeling/inundatie van landbouwwater of beekwater dat beïnvloed is door landbouwuitspoeling; • Analyse sulfaat en nitraat in grondwater en bepalen stroombanen. Bemestingsmaatregelen nemen wanneer sulfaatconcentraties >300µmol/L en nitraat >150µmol/L (zie ook bijlage 3).	Probleem van sulfaat moet men aan de bron aanpakken met beperking op nitraatinstroom/toestroom. Bij toestroom van voedselrijk grondwater kan besloten worden om de doorstroming te bevorderen daar waar dit mogelijk is. In vochtige alluviale bossen met doorstroming leiden vele hogere concentraties nitraat en sulfaat dan genoemde waarden niet tot problemen (pers. com. JGM Roelofs)
Beheer	• Kleinschalig werken in groepenkap, eventuele aanplant onder scherm • Invoeren hakhoutbeheer	
Versnippering en soorten in 'ecologische val'	• In verdroogde delen zijn kwelafhankelijke soorten vaak teruggedrongen tot onderin de greppels/slootkanten. Het herstel van de hydrologie is een belangrijke voorwaarde voor het redden van deze populaties en van eventuele herintroductie of genetische versterking. In verzuurde situaties is het bijvoorbeeld van primair belang dat de bodem duurzaam hersteld wordt. • Vaak komen de resterende, doorgaans nog maar kleine populaties voor in suboptimaal habitat. Wanneer de reden van achteruitgang of het uitblijven van spontane vestiging een (ver)slechte(rde) habitatkwaliteit is, dan moet deze eerst worden verbeterd. Versterken van populaties door bijplaatsen van individuen volgens leidraad (bijlage 2)	Herintroductie en/of genetische versterking is te overwegen wanneer: I. De soort is sterk geïsoleerd en zeldzaam tot zeer zeldzaam of zelfs verdwenen. In dit geval spelen knelpunten als inteelt, genetische drift een belangrijke rol (zie verder). Herstel van habitat (boomsoorten, bodem, hydrologie en chemie) in combinatie met herintroductie is dan noodzakelijk om te voorkomen dat de soort

	• Herintroductie van soorten wanneer deze ontbreken maar systeem is wel volledig herstelt (zie bijlage 2)	lokaal verdwijnt (lokale extinctie). II. Het bos is wat betreft habitat (boomsoorten, bodem, hydrologie en chemie) op orde maar de soort komt momenteel niet meer voor in het bos en er zijn geen nabijgelegen bestaande populaties van waaruit de soort het gebied kunnen koloniseren. Herintroductie is dan noodzakelijk om het leefgebied en de daarbij behorende ecologische processen te completeren. Herintroductie en/of genetische versterking kan worden uitgevoerd alleen na voldoende onderzoek naar kansen en knelpunten en alleen na herstel van de standplaatsfactoren zoals hydrologie, lichtklimaat en zuurgraad. Deze volgt de leidraad gegeven in bijlage 2.

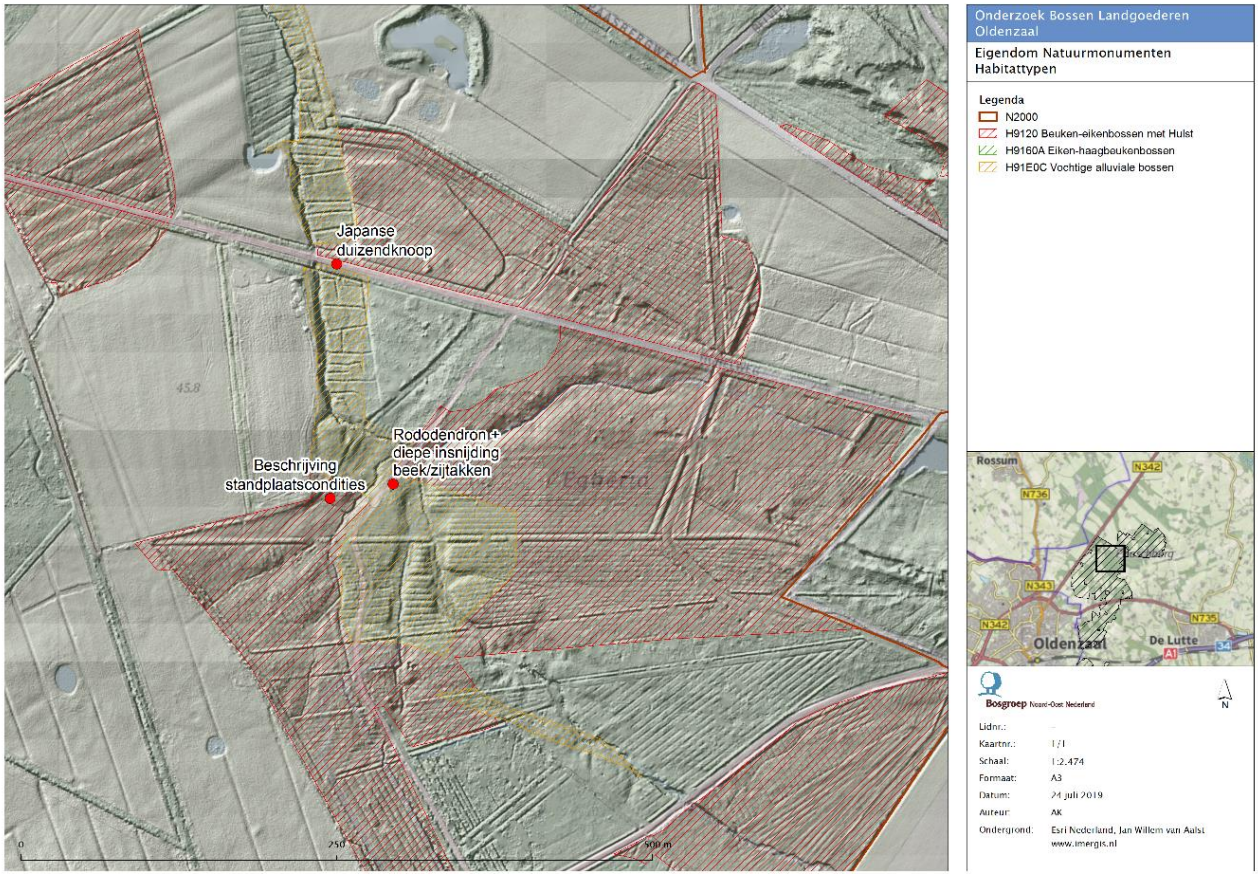
De maatregel begrazing wordt genoemd in de gebiedsanalyse voor dit habitattype. De vochtige en natte bossen zijn over het algemeen niet geschikt voor begrazing, omdat de bodem en de vegetatie gevoelig is voor vertrapping. Met bosbegrazing worden daarnaast nauwelijks nutriënten afgevoerd en het bijvoederen kan leiden tot vermesting van de bodem. Bosbegrazing geeft een stimulans van strooiselafbraak in de eerste jaren maar deze versnelde afbraak stagneert. Het positieve effect is dus slechts tijdelijk. De grazers hebben doorgaans een sterke voorkeur voor loofhout waardoor er een selectie ontstaat op overblijvend naaldhout. Op lange termijn resulteert een dergelijke ontwikkeling in een met naaldhout gemengd bos met overwegend slecht verteerbaar strooisel. De maatregel wordt om deze redenen niet als wenselijk geacht voor dit bostype.
Gestuurde begrazing kan alleen op drogere delen en zeer lokaal mogelijk wel worden ingezet. Gestuurde bosbegrazing wordt ingezet voor grazen van ruigte of exoten en kan dan positief werken. Wanneer ruigte het gevolg is van een grote lichtdoorval (in combinatie met de rijkere bodems) dan kan gestuurde begrazing voordelen brengen maar vertrapping van de bodem is een probleem. Bosbegrazing is dus een maatregel die plaatselijk voordelen brengt, bijvoorbeeld in droge ruigten met exoten. Bijzondere soorten mogen dan niet aanwezig zijn en op venige bodems is begrazing uitgesloten.
De maatregel strooisel verwijderen wordt ook in de gebiedsanalyses genoemd. Met het verwijderen van strooisel wordt bedoeld het verwijderen van de L-laag. In de praktijk zal dit moeilijk zijn en zullen ook de H horizonten worden verstoord dan wel verwijderd. Het strooisel bevat nog veel nutriënten (het is nog niet afgebroken) en deze worden met deze maatregel uit het systeem verwijderd. Dit is onwenselijk. Literatuur ondersteund deze gedachte. Strooisel verwijderen is geen geschikte maatregel voor dit habitattype.

3.2 Verslag veldbezoek Natuurmonumenten

NATURA 2000 LANDGOEDEREN OLDENZAAL – ADVIES MAATREGELEN			
Eigenaar/beheerder:	Natuurmonumenten	**Datum veldbezoek:**	28 mei 2019
Habitattypen:	Vochtige alluviale bossen (H91E0C) Beuken-Eikenbossen met Hulst (H9120) Eiken-Haagbeukenbos (H9160A)		
Aanwezig bij veldbezoek:	Annemieke Ouwehand (NM) Erik Sonder, Harm Smeenge, Henk Koop, Ariët Kieskamp (Bosgroepen)		

INLEIDING

In opdracht van provincie Overijssel hebben de Bosgroepen samen met Natuurmonumenten een aantal locaties bezocht in de omgeving van Egheria/Erve Middelkamp. De bezochte locaties zijn opgenomen op de kaart hieronder met rode stippen.



Op basis hiervan is een aantal aanbevelingen gedaan ten behoeve van de gunstige staat van instandhouding van de habitattypen.

Algemene kwaliteitsverbeterende maatregelen voor de drie boshabitattypen zijn onderbouwd en uitgewerkt in een theoretisch kader in 3.1, overige aanbevelingen zijn hieronder opgenomen.

Japanse duizendknoop
Ter hoogte van de Alleeweg staat Japanse duizendknoop langs de beek. Deze soort breidt zich sterk uit en verdringt andere soorten, het is daarom van groot belang dat de planten worden verwijderd. Ook het vervolgbeheer is van groot belang waarbij nieuwe uitlopers/kiemplanten worden verwijderd. De bron is de vervuilde grond op de akker ten westen van het beekdal. Deze grond moet worden afgevoerd om te voorkomen dat de soort zich na verwijdering opnieuw uitbreidt in het beekdal.

Rododendrons
In het beekdal staan op diverse plekken rododendrons, deze breiden zich uit en verdringen andere soorten en dienen dus verwijderd te worden. Natuurmonumenten gaf aan dat ze al op de nominatie staan om te verwijderen. Langs de beek zijn ze recentelijk verwijderd maar ze lopen opnieuw uit. Afgraven is van belang om de struiken met wortel en al te verwijderen.

Sturen op rijke strooiselsoorten
De zwarte elzen langs de beek worden plaatselijk verdrukt door andere boomsoorten zoals beuk. Aanbeveling is om de elzen langs de beek vrij te stellen door andere boomsoorten die de elzen verdrukken, teverwijderen. Bij het verwijderen van bomen is het van belang om af te wegen of voldoende dood hout aanwezig is om te voldoen aan de het beheertype.). In algemene zin geldt voor alle bostypen het advies om alle andere soorten dan eik (zuur strooisel) en beuk (schaduw en zuur strooisel) te bevorderen zoals zwarte els, zoete kers, haagbeuk en hazelaar. Deze selectie kan op een natuurlijke manier plaatsvinden door verondieping van de beken met als gevolg vernatting, waardoor de bomen met zuur strooisel afsterven. Als dit niet het geval is, is actief ingrijpen gewenst

Verwijderen exoten
Ook geldt als algemeen advies voor alle boshabitattypen om exoten te verwijderen. Naast de eerder genoemde Japanse duizendknoop en rododendron zijn dat hier bijvoorbeeld hemlokspar en douglasspar. Op de open plekken die als gevolg van de bomenkap ontstaan, kunnen groepjes lindes of andere boomsoorten met een goed afbreekbaar strooisel worden aangeplant ter bevordering van rijk strooisel.

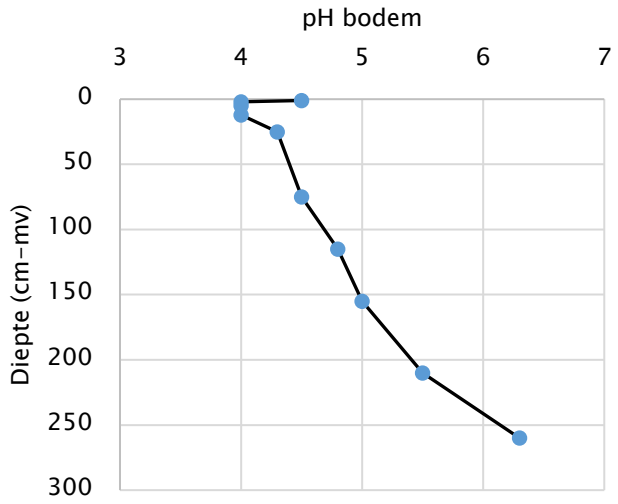
Verondiepen van de beek en zijtakken
De beek is diep ingesneden net als een aantal zijtakken (zichtbaar op kaart). Het is van belang om deze sterk te verondiepen om verdroging van het bos tegen te gaan.
Op één locatie (zie kaart) is een beschrijving van het bodemprofiel gemaakt en de pH van de bodem gemeten. Deze is opgenomen in de tabel hieronder. Uit de beschrijving blijkt dat de toplaag aan de zure kant is (pH 4, terwijl 4,5-7,5 optimaal is voor de relevante Natura 2000 boshabitattypen). Onderin is de pH nog wel hoger (5-6,3). Verhogen van het waterpeil en sturen op rijke strooiselsoorten zal hier zorgen voor een basenrijkere toplaag wat ten goede komt aan de kenmerkende bosflora van de boshabitattypen.

Locatie	Beuken-eikenbossen met Hulst (H9120) langs beek
Humusvorm	Hemimoder
Bodemtype	Beekeerdgrond
X 262213	**Y** 483576

Horizont	**Diepte (cm)**	**Toelichting**
Ah	0-15	
Cg	15-120	Zware zavel
Cgr	120-250	" "
Cr	250-260	" "

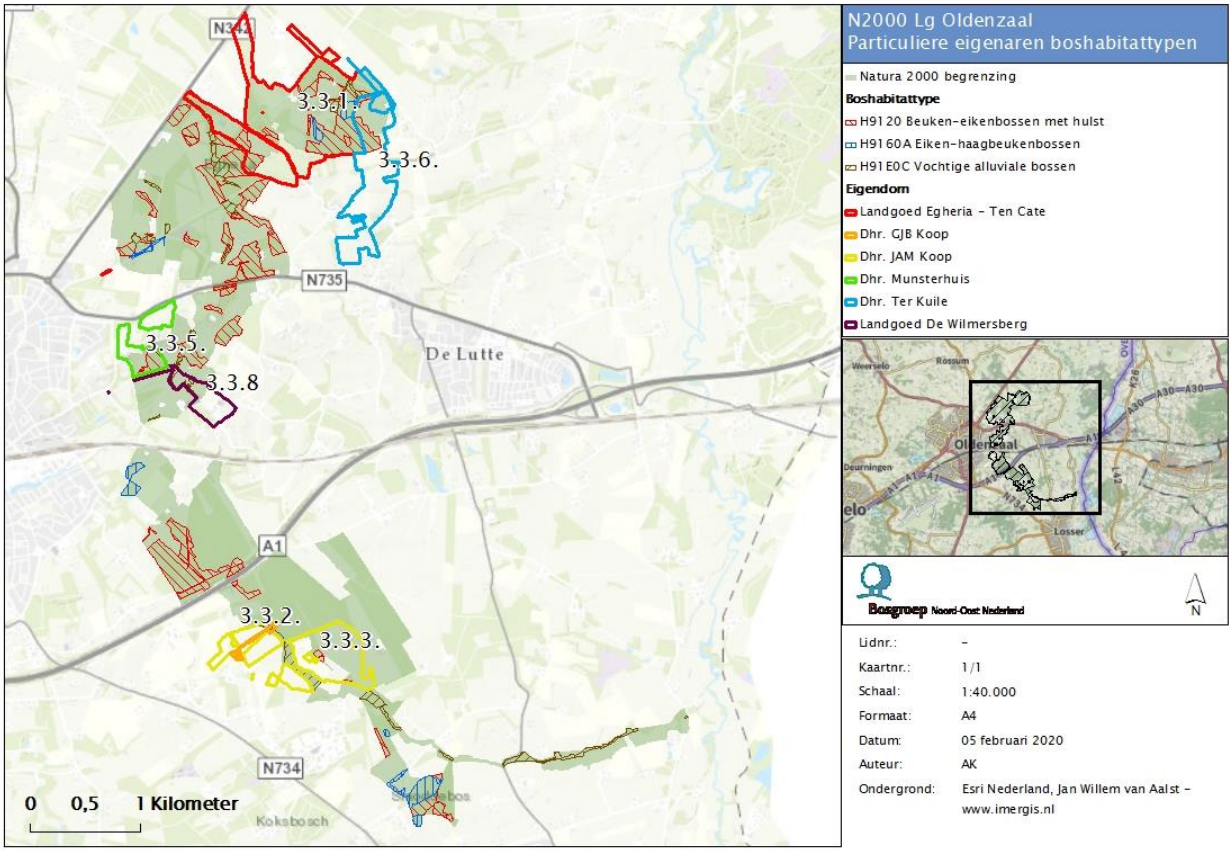
Geschatte GHG o.b.v. hydromorfe kenmerken in het bodemprofiel: +-maaiveld
Geschatte GLG o.b.v. hydromorfe kenmerken in het bodemprofiel: 250 cm-mv

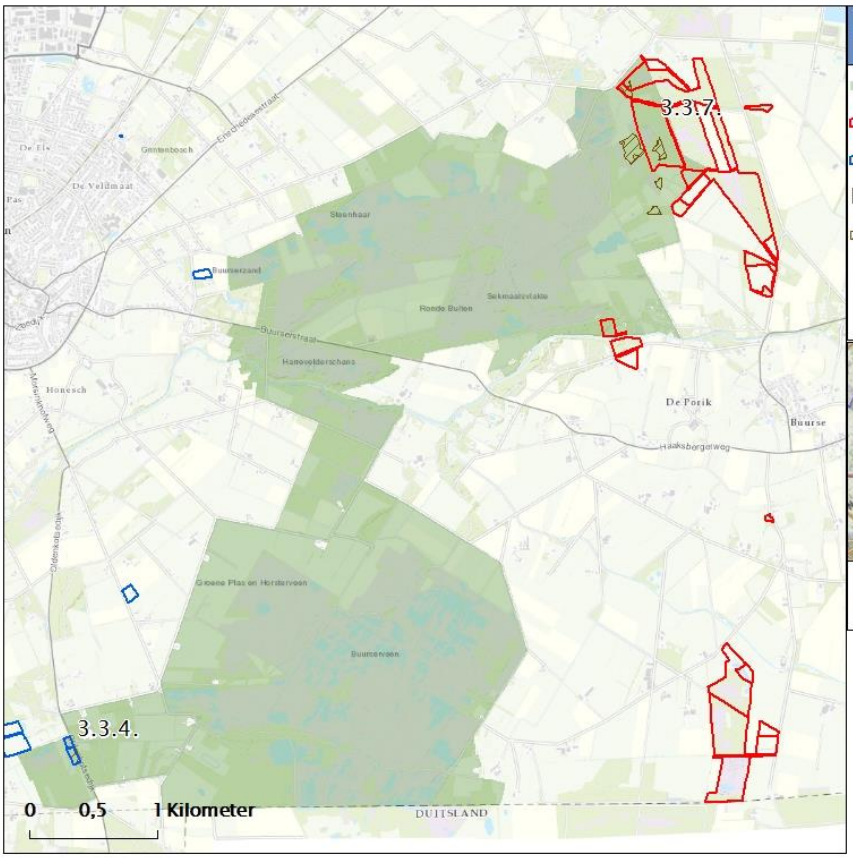
pH-profiel bodem



3.3 Uitwerkingen per eigenaar

Per particuliere eigenaar (anders dan Natuurmonumenten) is een uitwerking gemaakt met per boshabitattype een kenschets, knelpunten en aanbevolen maatregelen. Op onderstaande kaarten is aangegeven waar welke eigenaar is gelegen en in welke paragraaf de betreffende uitwerking is te vinden.



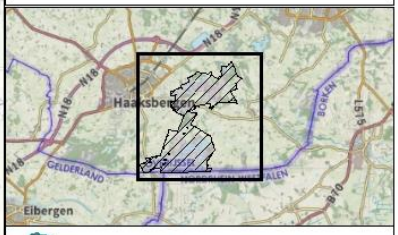


N2000 Buurserzand/Haaksbergerveen
Particuliere eigenaren boshabitattypen

Natura 2000 begrenzing
Landgoed Het Waarrecht
Dhr Lansink

Boshabitattype

H91E0C Vochtige alluviale bossen



Bosgroep Noord-Oost Nederland

N

Lidnr.:	-
Kaartnr.:	1/1
Schaal:	1:35.000
Formaat:	A4
Datum:	05 februari 2020
Auteur:	AK
Ondergrond:	Esri Nederland, Jan Willem van Aalst – www.imergis.nl

3.3.1 Landgoed Egheria - Ten Cate

NATURA 2000 LANDGOEDEREN OLDENZAAL – ADVIES MAATREGELEN			
Eigenaar/beheerder:	Landgoed Egheria – Ten Cate	**Datum veldbezoek:**	2 april 2019
Habitattypen:	Vochtige alluviale bossen (H91E0C) Beuken-Eikenbossen met Hulst (H9120) Eiken-Haagbeukenbos (H9160A)		
Aanwezig bij veldbezoek:	Erik Sonder, Harm Smeenge, Henk Koop[7], Ariët Kieskamp		

INLEIDING

In opdracht van provincie Overijssel hebben de Bosgroepen een advies opgesteld voor de in het kader van Natura 2000 beschermde bossen binnen Landgoederen Oldenzaal, de benedenloop van de Snoeijinksbeek[8] en de Vochtige alluviale bossen binnen het Buurserzand-Haaksbergerveen.

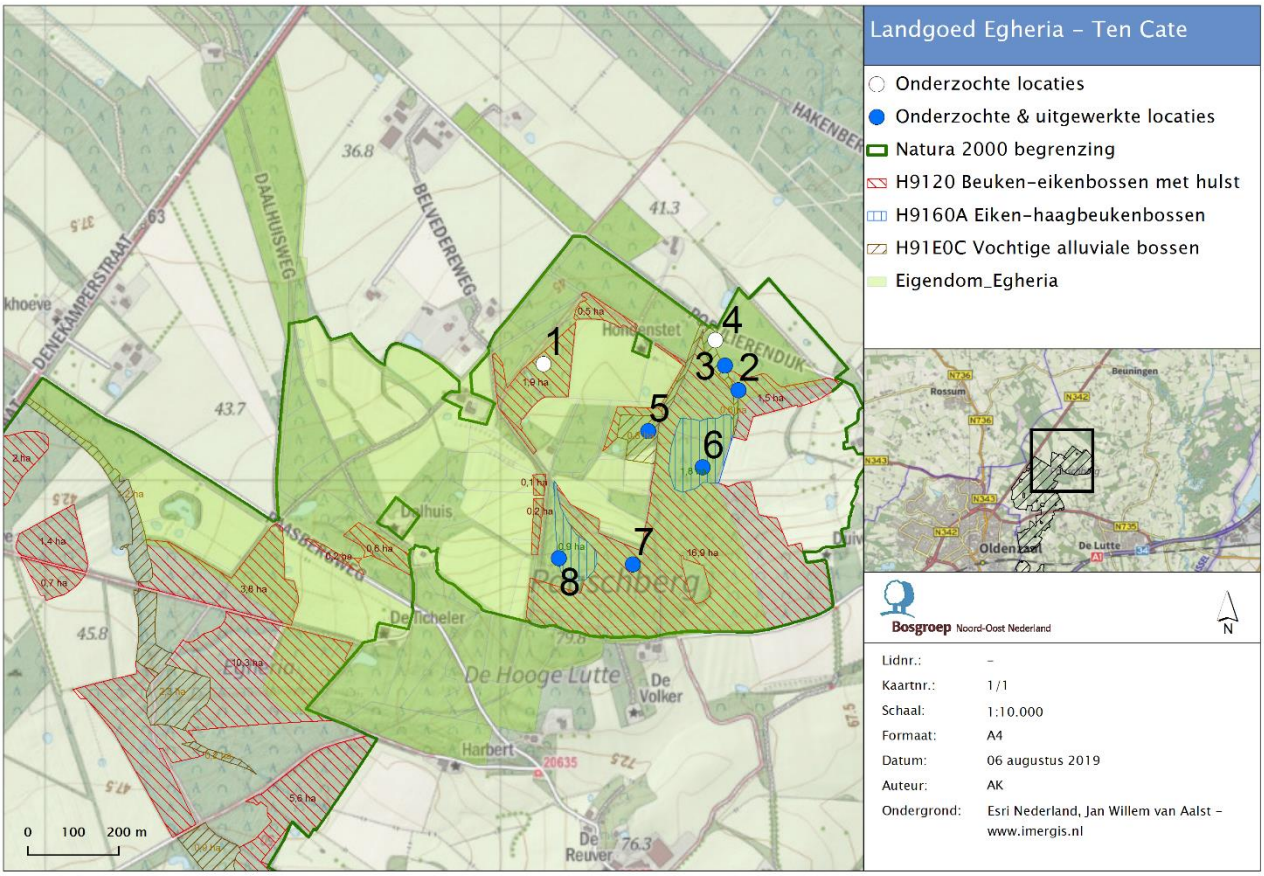
Het advies heeft betrekking op interne herstel- en beheermaatregelen voor de korte en lange termijn ten behoeve van de gunstige staat van instandhouding van de habitattypen

- Beuken-eikenbossen met hulst (H9120)
- Eiken-haagbeukenbossen (H9160A)
- Vochtige alluviale bossen (H91E0C)

Op landgoed Egheria van mevrouw Ten Cate zijn alle bovenstaande habitattypen aangewezen. Op een aantal locaties (zie kaart hieronder) is de huidige toestand (bodem- en humusopbouw, pH-profiel en boom-/struik- en kruidlaag) beschreven. Een aantal representatieve locaties zijn hieronder uitgewerkt en op basis daarvan zijn knelpunten geformuleerd en een advies opgesteld voor de te nemen maatregelen.

[7] Henk Koop expert bosecologie is door de Bosgroepen ingehuurd vanwege zijn (gebieds)kennis

[8] Formeel onderdeel Natura 2000-gebied Dinkelland



EIKEN-HAAGBEUKENBOS (H9160)

Dit habitattype is op twee locaties aangewezen (zie kaart): ter hoogte van locatie 6 en 8. Van beide locaties wordt hieronder een kenschets, de knelpunten en benodigde maatregelen gegeven.

Bos in leemkuil (locatie 8)

Kenschets

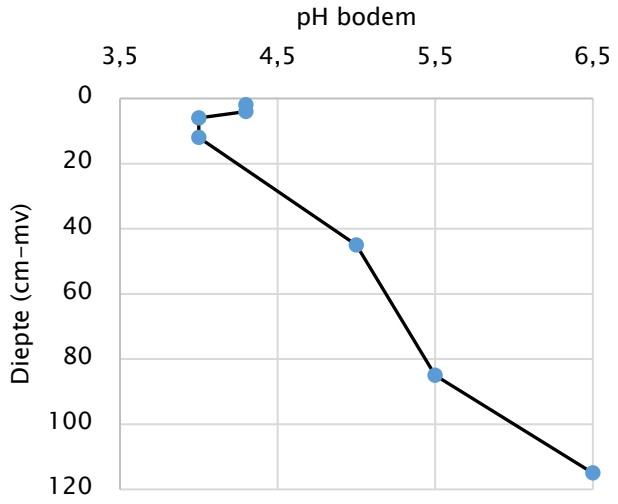
De boomlaag op locatie 8 (leemkuil) bestaat uit zomereik, haagbeuk, gewone es, zoete kers, *Abies grandes* en beuk. In de struiklaag staat tweestijlige meidoorn. De kruidlaag wordt gedomineerd door kleine maagdenpalm, daarnaast komen speenkruid, witte klaverzuring en hondsdraf voor. Tot zeker 1920 is op deze plaats klei gewonnen.

Informatie over het bodemprofiel, de bodem-pH en humusvorm zijn opgenomen in de figuur hieronder. Net als in het andere perceel met Eiken-haagbeukenbos is de humusvorm mull. De bodem is echter afwijkend, hier is vroeger klei/leem gewonnen. Op 100 cm-mv zijn brokjes septarieklei waargenomen. De pH is door de kalkrijke klei en leem onderin het bodemprofiel hoog (6,5), de toplaag is aanzienlijk zuurder (4-4,3).

Locatie 8	Eiken-Haagbeukenbos (H9160A)	
Humusvorm	Mull	
Bodemtype	Onbekend, verrommeld	
X 263129	**Y** 483829	
Horizont	**Diepte (cm)**	**Toelichting**
A/Cg	0-120	Zeer sterk lemig zand, verrommeld, A en Cg met elkaar vermengd. Vanaf 100 cm-mv brokjes septariumklei (kalkhoudend).

Geschatte GHG op basis van hydromorfe kenmerken in het bodemprofiel: onbekend (niet af te lezen door verstoord profiel)
Geschatte GLG op basis van hydromorfe kenmerken in het bodemprofiel: zie GHG

pH-profiel bodem



Knelpunten
Exoten: Amerikaanse vogelkers en Reuzenzilverspar zijn aanwezig. De eerste kan invasief zijn en inheemse soorten verdrukken. De tweede heeft zuur strooisel wat niet bevorderlijk is voor de kruidlaag.

Eiken-haagbeukenbos andere perceel (locatie 6)

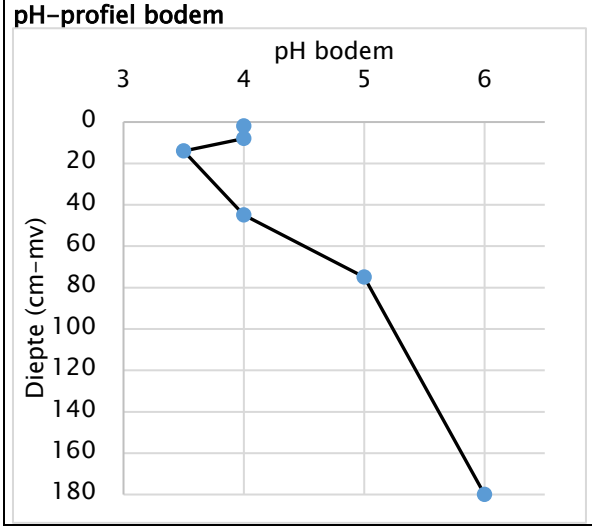
Kenschets
Op locatie 6 bestaat de boomlaag uit voornamelijk eik en zwarte els en staat in 1832 te boek als “bosch”. In de struiklaag staan haagbeuk, hazelaar, gewone es, beuk, lijsterbes, hulst, esdoorn, kamperfoelie. De kruidlaag bestaat uit witte klaverzuring, klimop, smalle en brede stekelvaren, ruwe smele, grote muur, ijle zegge, braam, zwarte els en blauwe bosbes.

Informatie over het bodemprofiel, de bodem-pH en humusvorm zijn opgenomen in de figuur hieronder. De humusvorm is ‘mull’. Dat wil zeggen dat het bodemleven zo actief is dat de organische stof geheel in de minerale bodem is opgenomen. Dit wordt veroorzaakt door de rijke bodem die bestaat uit (zwak tot sterk) lemig zand en periodiek zeer nat is waardoor voedingsstoffen uit de leem vrij komen. De pH van de bodem loopt op vanaf 3,5-4 in de top tot 5-6 vanaf ca. 70 cm onder maaiveld.

Locatie 6	Eiken-Haagbeukenbos (H9160A)	
Humusvorm	Mull	
Bodemtype	Beekeerdgrond	
X 263444	**Y** 484028	
Horizont	**Diepte (cm)**	**Toelichting**
Ln, Fz + Ah	0-13	
Ah/Cg	13-40	Zwak lemig zand (250 µm), fossiele roest
Cg1	40-70	Zwak lemig zand (250 µm), grind op 60
Cg2	70-160	Zeer sterk lemig zand (90-120 µm), siltig
Cgr	160-180	Zeer sterk lemig zand (90-120 µm), siltig. Roest mogelijk door pyrietoxidatie

Geschatte GHG op basis van hydromorfe kenmerken in het bodemprofiel: 40 cm-mv
Geschatte GLG op basis van hydromorfe kenmerken in het bodemprofiel: 160 cm-mv

pH-profiel bodem



Knelpunten

Verdroging: Het bodemprofiel laat tot ca. 40 cm-mv fossiele roest zien, dit duidt erop dat de gemiddeld hoogste grondwaterstanden ooit 40 cm hoger zijn geweest dan actueel. De verdroging is het gevolg van ontwatering (rabatsloten en watergangen in de omgeving) en de toegenomen verdamping door het ouder worden van het bos.

Verzuring: De verdroging leidt tot oppervlakkige verzuring, hetgeen terug te zien is in het pH-profiel van de bodem: tot 40 cm-mv is de pH 3,5-4, hetgeen suboptimaal laag is voor dit habitattype (optimaal is 4,5-7,5).

Maatregelen

Van het bos in de leemkuil (locatie 8) is een arme vorm van het habitattype Eiken-haagbeukenbos. Er zijn weinig typische soorten waargenomen, buiten kleine maagdenpalm die domineert in de ondergroei en waarvan het twijfelachtig is of deze van nature voorkomt in dit bos. Advies is om maatregelen voor Eiken-haagbeukenbos te richten op locatie 6, omdat deze plek kansrijk is voor kwaliteitsverbetering. De maatregelen die hieronder worden geadviseerd slaan op het bos op locatie 6.

Noodzakelijk voor instandhouding van de habitattypen zijn de volgende maatregelen:

- *Sturen op rijk-strooiselsoorten:* Het bos op locatie 6 is kansrijk voor herstel gezien de verzuring relatief oppervlakkig is. Sturen op boom- en struiksoorten met een goed afbreekbaar, calciumrijk strooisel is van belang om deze oppervlakkige verzuring tegen te gaan. Dat betekent het vrijstellen van els, es, zoete kers en haagbeuk ten nadele van zuur-strooiselsoorten zoals eik, beuk en naaldbomen om menging te bevorderen. Daarnaast het creëren van open plekken om in te planten met groepjes winterlinde, die bekend staan om hun sterke 'pompwerking' waardoor de bufferende stoffen op enige diepte aan de oppervlak kunnen komen.
- *Ontwatering dempen:* In het Eiken-Haagbeukenbos zelf liggen naast rabatsloten geen diepere ontwateringen, maar ten noorden daarvan wel. Het dempen, verondiepen of afdammen van een aantal ondiepe rabatsloten die helling afwaarts lokaal ontwateren en de diepere sloten ten noorden daarvan is nodig om de waterstanden (die nu met 40 cm zijn gedaald ten opzichte van vroeger) te verhogen.

Algemeen aandachtspunt: Gezien de jaarrond natte en vochtige omstandigheden in het bos nabij de beken/watergangen, is zorgvuldige uitvoering een belangrijk aandachtspunt, waarbij insporing moet worden voorkomen. Desnoods kleinschalig uitvoeren.

VOCHTIGE ALLUVIALE BOSSEN (H91E0C)

Er zijn drie zones aangewezen als habitattype Vochtige alluviale bossen (H91E0C) (zie kaart). Daarbinnen zijn twee 'typen' te onderscheiden met vergelijkbare kenschets, knelpunten en maatregelen:

A. Het beekbegeleidende bos in het noorden van het landgoed bij de Populierendijk (locaties 3 en 4) en in het zuidwesten van het landgoed (wel bezocht, niet beschreven).
B. Het populierenbos bij locatie 5

Hieronder wordt van beide typen een kenschets gegeven, waarna knelpunten en maatregelen worden geformuleerd. Omdat de bostypen behoorlijk van elkaar verschillen, zijn voor beide bostypen apart maatregelen geadviseerd.

Beekbegeleidende bos (locaties 3 en 4)

Kenschets

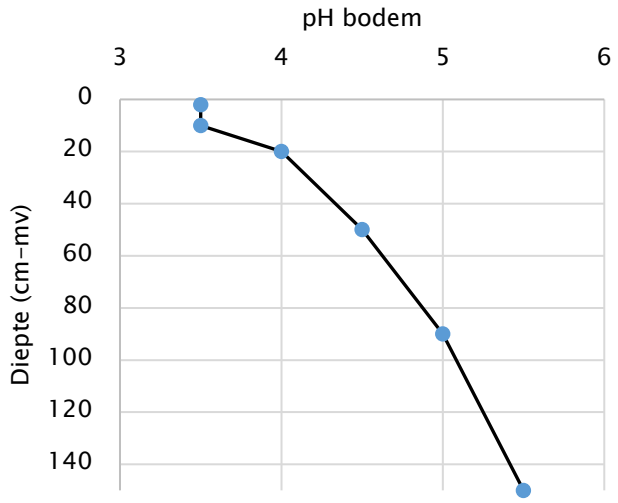
Dit bos ligt langs de beek en bestaat uit zwarte els, zoete kers, gewone es, populier, zomereik en beuk (op de overgang naar de hogere delen). De kruidlaag bevat typische soorten voor rijkere vochtige bossen, zoals gele dovenetel, ijle zegge, kleine valeriaan, boswederik en gewone dotterbloem. Ook zijn echter betrekkelijk veel brandnetels en braam aanwezig (ruigtesoorten).

Van locatie 3 is het bodemprofiel, de bodem-pH en humusvorm hieronder uitgewerkt. De humusvorm is mull, net als bij het Eiken-haagbeukenbos, er is dus nauwelijks onverteerd strooisel aanwezig. Dat uit zich in een rijke bosflora. De bodem bestaat uit zwak lemig zand en laat een duidelijke pH-gradiënt zien. De pH van de bodem loopt op vanaf 3,5 in de top tot 5,5 op 150 cm onder maaiveld. Locatie 4 is vergelijkbaar, hoewel daar op 90 cm onder maaiveld al een pH van 7 is waargenomen.

Locatie 3	Vochtig alluviaal bos (H91E0C)	
Humusvorm	Mull	
Bodemtype	Beekeerdgrond	
X 263493	**Y** 484252	
Horizont	**Diepte (cm)**	**Toelichting**
Ah	0-25	
Cgr	25-150	Zwak lemig zand (90 µm)

Geschatte GHG op basis van hydromorfe kenmerken in het bodemprofiel: 25 cm-mv
Geschatte GLG op basis van hydromorfe kenmerken in het bodemprofiel: 160 cm-mv

pH-profiel bodem



Knelpunten

Verdroging: De beek is op beide locaties relatief diep ingesneden waardoor de toplaag verdroogt, dit uit zich in het uitbreiden van brandnetel en braam langs de beek. Ook de stikstofdepositie draagt hier aan bij.

Verzuring: De verdroging leidt tot oppervlakkige verzuring, hetgeen terug te zien is in het pH-profiel van de bodem: tot 40 cm-mv is de pH 3,5-4,5, hetgeen suboptimaal laag is voor dit habitattype (optimaal is 4,5-7,5).

Erosie en sedimentatie

Door snelle afvoer a.g.v. drainage in bovenliggend cultuurland, snijdt het beekje in (locatie 3). Het geërodeerde bodemmateriaal wordt in het verbrede vlakkere deel van het beekdal voor de Populierendijk afgezet in een oeverwal. Door de opgehoogde oeverwal en doordat ook hier de beek zich dieper insnijdt nemen bramen en brandnetels het bronmilieu toe en worden de typische vocht indicerende en oud bos karakteriserende soorten overwoekerd.

Maatregelen

Hydrologisch herstel: Om verdroging en daarmee verzuring tegen te gaan en als mitigerende maatregel tegen de verhoogde stikstofdepositie, is de aanbeveling het bos hier zoveel mogelijk hydrologisch te herstellen door de drainerende werking van de beek te verminderen. Dit kan door

de beek te verondiepen met leem en plaatselijk het opstuwen van water te stimuleren door dammen aan te leggen. Bomen die omvallen over de beek zullen in aanvulling op de dammen ervoor zorgen dat het water minder snel wordt afgevoerd bij piekbuien. Piekafvoeren a.g.v. drainage in bovenliggend cultuurland zouden in een retentielaagte moeten worden opgevangen en langzaam worden afgevoerd op de plaats waar het water het bos binnenkomt. De aanzienlijk toenemende pH in de ondergrond indiceert dat het kansrijk is om het bos hydrologisch te herstellen. Hogere waterstanden zorgen voor meer buffering in de toplaag.

Sturen op rijke strooiselsoorten: De zwarte elzen langs de beek worden plaatselijk verdrukt door andere boomsoorten zoals beuk. Aanbeveling is om de elzen langs de beek vrij te stellen door andere boomsoorten die de elzen verdrukken, te verwijderen.

Algemeen aandachtspunt: Gezien de jaarrond natte en vochtige omstandigheden in en nabij de beken/watergangen in het bos, is zorgvuldige uitvoering een belangrijk aandachtspunt, waarbij insporing zoveel mogelijk wordt voorkomen.

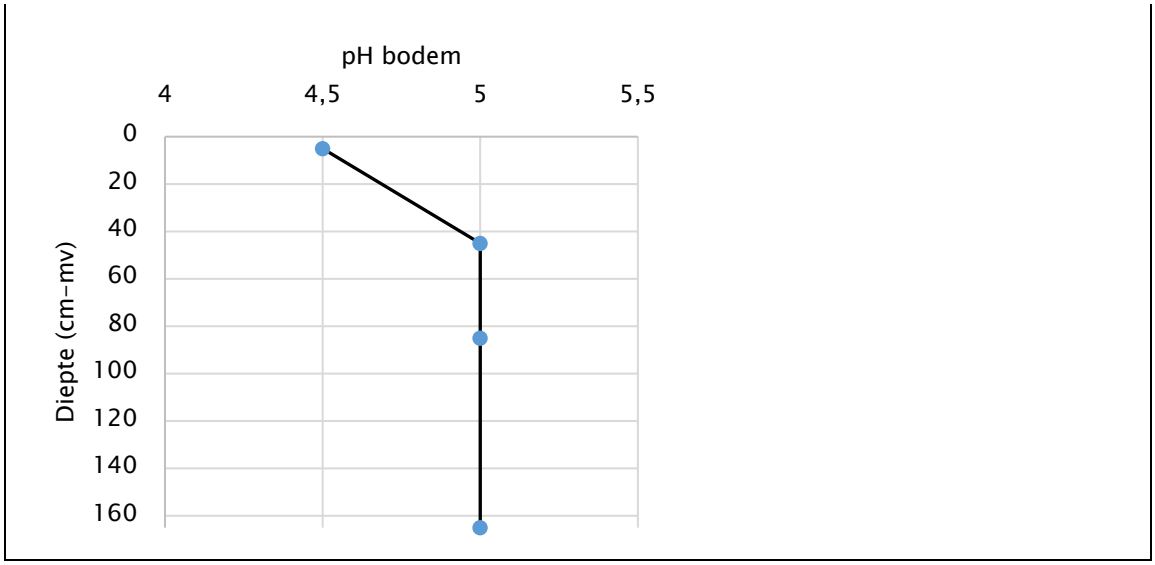
Populierenbos (locatie 5)

Kenschets

Het populierenbos bij locatie 5 bestaat qua boomlaag vooral uit populier, maar ook fijnspar en zwarte els zijn aanwezig. In de kruidlaag staat onder andere ruigere soorten pitrus, braam en brandnetel maar ook ijle zegge en bosandoorn. In het bos was een aantal kwelplekken te zien. Hieronder is het bodemprofiel, de bodem-pH en humusvorm uitgewerkt.

Locatie 5	Vochtig alluviaal bos (H91E0C)	
Humusvorm	Mull	
Bodemtype	Beekeerdgrond	
X 263325	**Y** 484108	
Horizont	**Diepte (cm)**	**Toelichting**
A/Cg	0-35	Geploegd, sterk lemig zand
Cgr1	35-130	Sterk lemig zand
Cgr2	130-155	Minder sterke roest
Cr(g)	155-170	Hier nog steeds roest aanwezig
Geschatte GHG op basis van hydromorfe kenmerken in het bodemprofiel: 0 cm-mv		
Geschatte GLG op basis van hydromorfe kenmerken in het bodemprofiel: 155 cm-mv		

pH-profiel bodem



Knelpunten

Boomsoortensamenstelling: Het bos staat in 1832 te boek als "opgaande bomen" en heeft potentie voor vochtig alluviaal bos te zien aan wat grondwaterindicatorsoorten en kwelplassen op maaiveld. Door een periode van landbouwkundig gebruik (1900-1970) en door keuze voor aanplant van populieren is het bos in een andere richting ontwikkeld waardoor slechts beperkt typische soorten voor het habitattype aanwezig zijn.

Maatregelen

Noodzakelijk voor instandhouding van de habitattypen:

- Geen

Aanvullend wenselijke maatregelen:

- *Geleidelijke omvorming bos:* Overwogen kan worden om (plaatselijk) het populierenbos om te vormen naar elzenbos met hier en daar soorten zoals gewone vogelkers, zoete kers en haagbeuk. Hier en daar staan al wel elzen, deze kunnen worden vrijgesteld. De gekapte populieren kunnen in het bos blijven (om insporing bij afvoeren te voorkomen) of worden uitgelierd. Dit uitvoeren in fases is wenselijk om ruigteontwikkeling door licht op de bodem te beperken. Na het kappen van de populieren zullen de elzen in de struiklaag het vanzelf overnemen. Het advies is om daarnaast rijke strooiselsoorten die in dit landschap passen bij te planten zoals gewone vogelkers, zoete kers en haagbeuk, ten behoeve van een gemengd bos. Voor een zorgvuldige afweging is het nuttig om een biogeochemisch onderzoek te doen om te achterhalen in hoeverre de bodem nog voedselrijk is door het landbouwkundig verleden. Op basis hiervan is een inschatting te maken hoe kansrijk deze locatie is voor omvorming.

Algemeen aandachtspunt: Gezien natte omstandigheden in het bos, is zorgvuldige uitvoering een belangrijk aandachtspunt, waarbij insporing zoveel mogelijk wordt voorkomen.

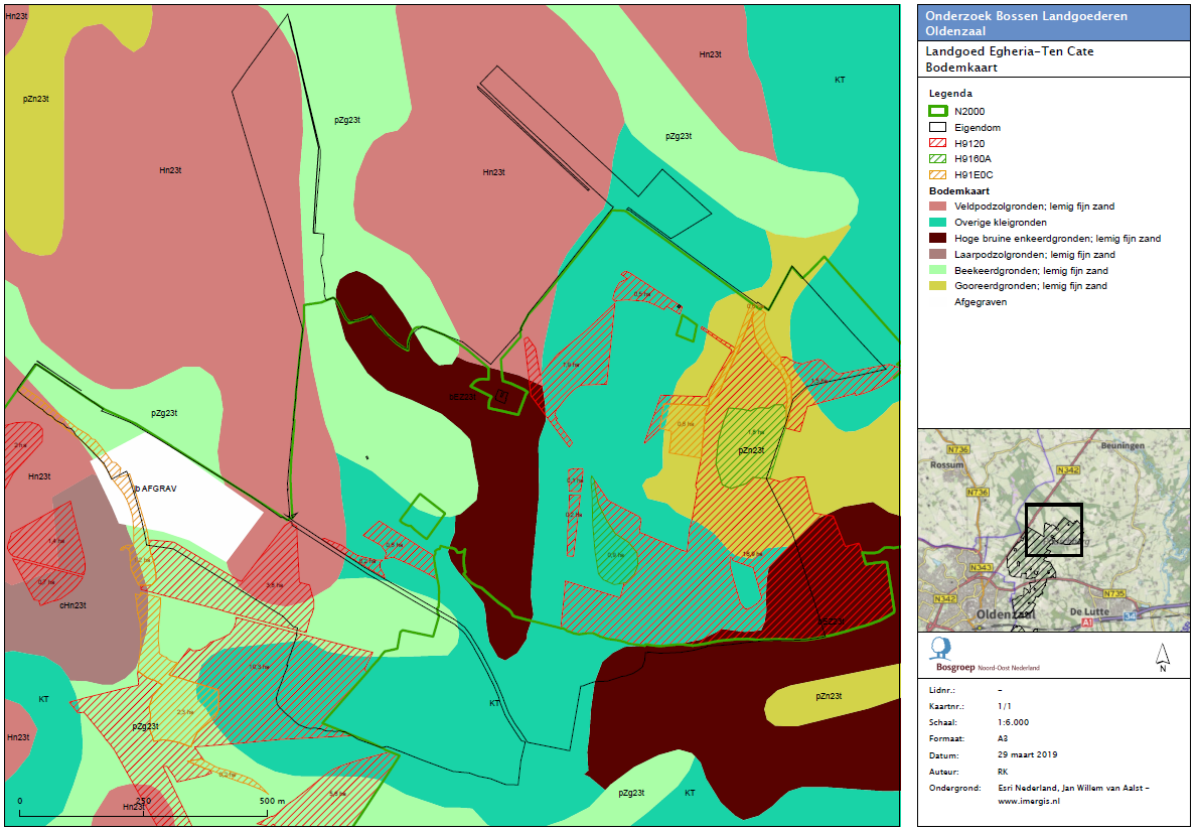
BEUKEN-EIKENBOSSEN MET HULST (H9120)

Het grootste deel van de bossen op landgoed Egheria is aangewezen als habitattype Beuken-eikenbossen met hulst (H9120) (zie kaart). Globaal zijn er twee varianten te onderscheiden:

A. Relatief voedselarme en zure variant, vegetatiekundig te duiden als Wintereiken-beukenbos. Aanwezig waar de ondiepe bodem wordt gekenmerkt door zand of ongebufferde klei (locatie 1 en 2)

B. Relatief voedselrijke variant, als gevolg van aanwezigheid van gebufferde klei in de ondiepe ondergrond, vegetatiekundig te duiden als Gierstgras-beukenbos (locatie 7)

Hieronder wordt van beide typen een kenschets gegeven, waarna knelpunten en maatregelen worden geformuleerd. Globaal gezien komen de bossen genoemd onder A voor op de zandbodems (geel) en de rijkere bossen op de kleigronden (blauw) (zie bodemkaart hieronder). Echter zit er variatie in de diepte en de mate van buffering van de klei wat tot mozaïeken zuurdere en rijkere bossen leidt.



Voedselarme variant (locatie 1 en 2)

Kenschets

In dit bostype bestaat de boomlaag vooral uit beuk. Daarnaast komen zomereik, ruwe berk, fijnspar en grove den voor, en de rijkere strooiselsoort haagbeuk. Plaatselijk komen exoten voor zoals Amerikaanse vogelkers (met name in de struiklaag), Japanse lariks, Amerikaanse eik, douglas, sitkarspar en gewone esdoorn. De struiklaag wordt gekenmerkt door hazelaar, hulst, lijsterbes en kamperfoelie. In de kruidlaag staan brede en smalle stekelvaren, braam en klimop.

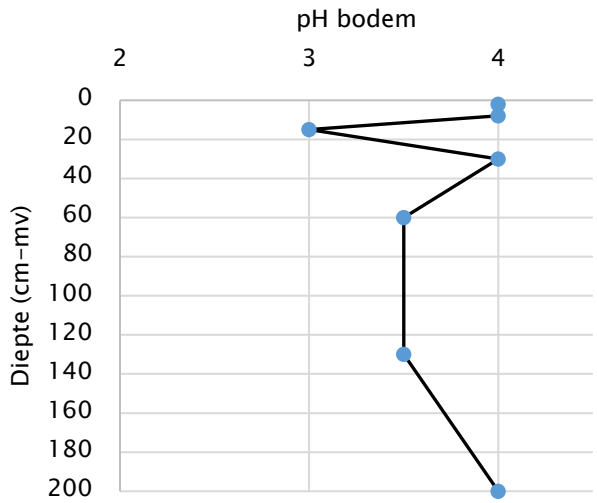
Van locatie 2 is het bodemprofiel, de bodem-pH en humusvorm hieronder uitgewerkt. Op deze locatie is een gooreerdgrond aanwezig, wat betekent dat het water niet hoger komt dan ca. 35 cm-mv. De bodem bestaat uit zwak lemig (fijn) zand. De humusvorm is moder, wat betekent dat een deel van de organische stof in het minerale deel van de bodem opgenomen, maar niet bodemleven is niet zo actief als bij het mullhumustype waardoor het strooisel langer blijft liggen. De pH van de bodem is relatief zuur (3-4).

Locatie 2	Beuken-eikenbossen met hulst (H9120)
Humusvorm	Moder (dys-)
Bodemtype	Gooreerdgrond
X 263523	**Y** 484198

Horizont	Diepte (cm)	Toelichting
Ah	0-10	
Ah/Cg	10-30	Zwak lemig zand (180-250 µm)
Cg1	30-70	Zwak lemig zand (180-250 µm)
Cg2	70-200	Zwak lemig zand (90 µm), heel siltig

Geschatte GLG: >200 cm-mv

pH-profiel bodem



Knelpunten

Verdroging: Op locatie 2 wordt het bos verdroogd door de relatief diep ingesneden beek. Op andere locaties zijn diverse greppels aanwezig, zowel rabatsloten als grotere afvoeren, die het bos verdrogen.

Verzuring: De pH van de bodem is suboptimaal laag is voor dit habitattype (optimaal is 4-5). Dit is het gevolg van verdroging, het hoog aandeel beuk en eik in het strooisel maar ook naaldbomen. De pH daling resulteert in een uitloging van de geringe hoeveelheid basische kationen (zoals calcium, kalium en magnesium) en een toename in de vrije aluminium- en ijzerconcentraties. Het verlies van basische kationen wordt door de overmatige stikstofdepositie en de gekoppelde verzuring versterkt.

Exoten: Amerikaanse eik heeft een sterk negatieve invloed heeft op vestiging en overleving van inheemse boom-, struik- en kruidsoorten. Amerikaanse vogelkers is een invasieve soort die aandacht behoeft om te voorkomen dat hij inheemse soorten verdringt. Japanse lariks heeft (net als andere naaldbomen) zuur strooisel dat ontwikkeling van de kruidlaag belemmert.

Voedselrijkere variant (locatie 7)

Kenschets

Ook in de voedselrijkere variant bestaat de boomlaag vooral uit beuk, naast zomereik, ruwe berk, haagbeuk, zoete kers, fijnspar en grove den. Ook komen exoten Japanse lariks, Amerikaanse eik, douglas, sitkarspar, Amerikaanse vogelkers (vooral in de struiklaag) en gewone esdoorn voor. In de struiklaag staan hazelaar, mispel, tweestijlige meidoorn en hulst. De kruidlaag bestaat uit brede en smalle stekelvaren, witte klaverzuring, grote muur en braam.

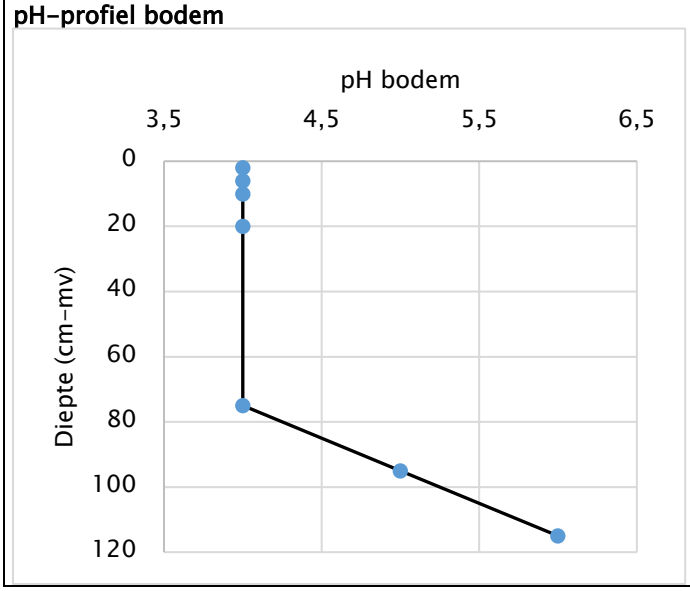
Hieronder is het bodemprofiel, de bodem-pH en humusvorm hieronder uitgewerkt. Op deze locatie is een gooreerdgrond aanwezig, wat betekent dat het water niet hoger komt dan ca. 35 cm-mv. De bodem bestaat in tegenstelling tot het andere bostype uit zware klei, die al ondiep begint (30 cm-mv). De humusvorm is moder, wat betekent dat een deel van de organische stof in het minerale deel van de bodem opgenomen, maar niet bodemleven is niet zo actief als bij het mullhumustype waardoor het strooisel langer blijft liggen. De humuslaag gaat wel meer richting mull dan bij het vorige bostype ('eumoder' versus 'dysmoder'). De pH van de bodem is relatief bovenin redelijk zuur (4) maar onderin sterker gebufferd (5 tot 6).

Locatie 7	Beuken-eikenbossen met hulst (H9120)
Humusvorm	Moder (eu-)
Bodemtype	Gooreerdgrond
X 263291	**Y** 483815

Horizont	**Diepte (cm)**	**Toelichting**
Ah	0-9	
AC	9-30	Zware klei
Cg	30-80	Zware klei
Cgr	80-120	Zware klei

Geschatte GLG: >120 cm-mv

pH-profiel bodem



Knelpunten

Verzuring: Hoewel de pH in dit bostype nog niet zo laag is als in het armere type, is te zien dat de zure strooiselsoorten zorgen voor oppervlakkige verzuring. Het strooisel blijft liggen en hoopt op. Dit beperkt de mogelijkheden voor kieming van typische kruiden.

Exoten: Amerikaanse eik heeft een sterk negatieve invloed heeft op vestiging en overleving van inheemse boom-, struik- en kruidsoorten. Amerikaanse vogelkers is een invasieve soort die aandacht behoeft om te voorkomen dat hij inheemse soorten verdringt. Om sommige plekken is deze soort, net als gewone esdoorn, overal uitgezaaid. Japanse lariks heeft (net als andere naaldbomen) zuur strooisel dat ontwikkeling van de kruidlaag belemmert.

Maatregelen

Noodzakelijk voor instandhouding van de habitattypen:

- *Hydrologisch herstel:* Om verdroging en daarmee verzuring tegen te gaan en als mitigerende maatregel tegen de verhoogde stikstofdepositie, is de aanbeveling het bos hier zoveel mogelijk hydrologisch te herstellen door de drainerende werking van de watergangen te verminderen. In het noordwesten van het gebied speelt vooral de invloed van de Rossumerbeek in het Vochtige alluviale bos (H91E0C). In het kader van de uitvoering van externe maatregelen in Natura 2000 Landgoederen Oldenzaal zal de Rossumerbeek worden verondiept. Op andere plekken zijn het (diepe) rabatsloten die het bos verdrogen. Aanbeveling is de beek te verondiepen/dammen aan te brengen. Bomen die omvallen over de beek zullen in aanvulling op de dammen ervoor zorgen dat het water minder snel wordt afgevoerd bij piekbuien. Voor diepe, afvoerende rabatsloten wordt geadviseerd de koppen af te dammen om verdere afvoer te voorkomen en verlanden van de rabatsloten te stimuleren.
- *Sturen op rijke strooiselsoorten:* Overal geldt het advies om inheemse rijke strooiselsoorten zoals haagbeuk, zoete kers en hazelaar te bevoordelen ten opzichte van met name exoten, beuk en zomereik. De soorten zijn vooral aanwezig in de rijkere delen van het bos. Hier is de bodem gebufferd door ondiepe basenhoudende klei. Indien deze soorten niet aanwezig zijn, heeft de voorkeur dispersiemogelijkheden vanuit de omgevende bossen te verkennen. Indien soorten niet (meer) aanwezig zijn in de omgeving of dispersie niet haalbaar is, kunnen op wat open plekken, die ontstaan door bijv. het kappen van exoten en/of naaldbomen (Amerikaanse eik, Amerikaanse vogelkers, douglas, fijnspar), rijke strooiselsoorten met ‘pompwerking’ worden ge(her)introduceerd. Voorbeelden zijn haagbeuk, fladderiep, kleinbladige linde en veldiep. Deze soorten komen van nature voor in Twente. Geadviseerd wordt de soorten in ‘kloempen’ aan te planten met één soort per kloemp, om concurrentie tussen soorten te voorkomen.
- *Exoten:* Verwijderen van niet inheemse boomsoorten die de habitatkwaliteit verminderen doordat het samenhangende verlies aan biodiversiteit, zoals Amerikaanse vogelkers, Amerikaanse eik, Japanse lariks. Ook gewone esdoorn kan plaatselijk woekeren.

3.3.2 Dhr. G.J.B. Koop

NATURA 2000 LANDGOEDEREN OLDENZAAL – ADVIES MAATREGELEN			
Eigenaar/beheerder:	G.J.B. Koop	**Datum veldbezoek:**	16 april 2019
Aanwezig bij veldbezoek	Eigenaar: niet aanwezig[9] Bosgroepen: Ariët Kieskamp, Erik Sonder, Harm Smeenge, Henk Koop[10]		
Habitattypen:	Vochtige alluviale bossen (H91E0C)		

Inleiding

In opdracht van provincie Overijssel hebben de Bosgroepen een advies opgesteld voor de in het kader van Natura 2000 beschermde bossen binnen Landgoederen Oldenzaal, de benedenloop van de Snoeijinksbeek[11] en de Vochtige alluviale bossen binnen het Buurserzand-Haaksbergerveen.

Het advies heeft betrekking op interne herstel- en beheermaatregelen voor de korte en lange termijn ten behoeve van de gunstige staat van instandhouding van de habitattypen

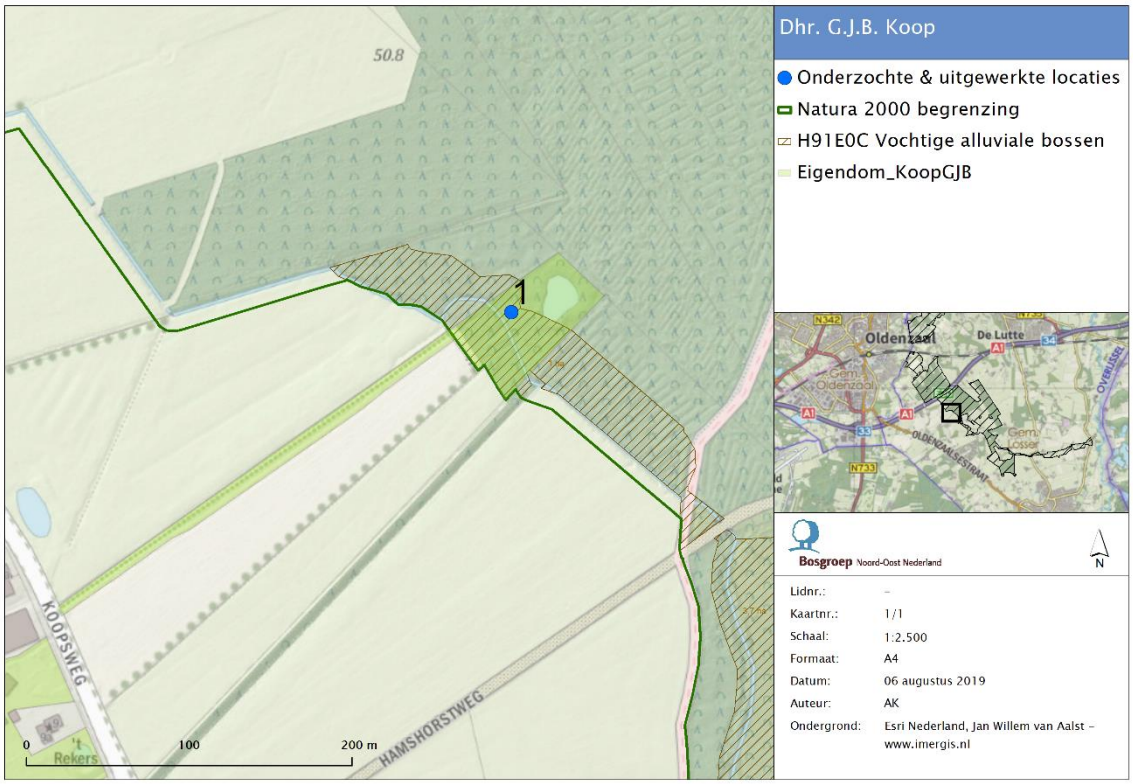
- Beuken-eikenbossen met hulst (H9120),
- Eiken-haagbeukenbossen (H9160A)
- Vochtige alluviale bossen (H91E0C)

Voor de eigenaren is een factsheet per eigenaar opgesteld. Eén van de eigenaren in het gebied is de heer G.J.B. Koop die vochtig alluviaal bos heeft bij de Snoeijinksbeek (zie onderstaande kaart). Voor een representatieve locatie binnen dit bos zijn de huidige toestand (standplaatsfactoren en boom-/struik- en kruidlaag) en knelpunten beschreven en zijn maatregelen geadviseerd.

[9] In overleg met de eigenaar heeft het veldbezoek zonder hem plaatsgevonden.

[10] Henk Koop expert bosecologie is door de Bosgroepen ingehuurd vanwege zijn (gebieds)kennis

[11] Formeel onderdeel Natura 2000-gebied Dinkelland



Kenschets

De boomlaag bestaat voornamelijk uit eik en zwarte els. In de struiklaag staan hazelaar en kamperfoelie. De kruidlaag bestaat uit braam, witte klaverzuring, zachte witbol, rankende helmbloem, brede stekelvaren, hennepnetel, klimop, framboos, grote muur, beuk, gewone vlier, smalle stekelvaren, pitrus, robertskruid en zoete kers. Het betreft hier een zeer jonge bosgroeiplaats die tot ca 2000 uit grasland bestond.

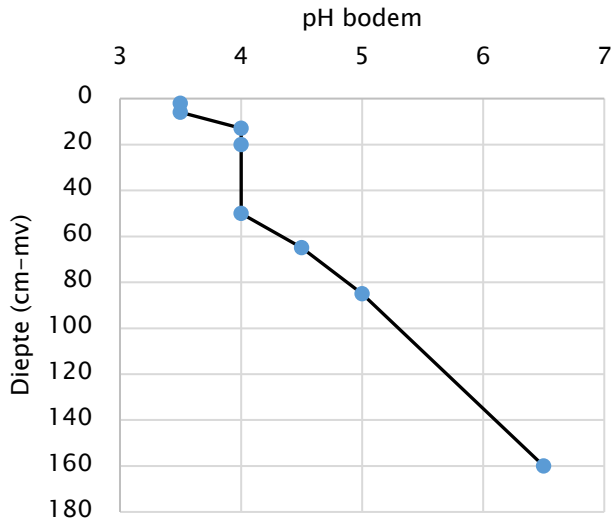
Informatie over het bodemprofiel, de bodem-pH en humusvorm zijn opgenomen in de figuur hieronder.

Humusvorm Mull
Bodemtype Beekeerdgrond
X 262733 **Y** 479388

Horizont	Diepte (cm)	Toelichting
Ah	0-8	
A/Cg	8-40	Zwak lemig zand
Cg	40-60	Fluvioperiglaciaal, grindig leemarm
Cgr	60-150	Lichte zavel
Cr	150-160	Lichte zavel

Geschatte GHG: onbekend (hoger dan 40 cm onder maaiveld)
Geschatte GLG: 150 cm-mv

pH-profiel bodem



Knelpunten

Verdroging: Het bos ligt aan de Snoeijinksbeek die de afgelopen jaren diep is ingesneden. De toplaag van de bodem is verdroogd waardoor soorten als rankende helmbloem, braam en brandnetel oprukken.

Verzuring: De verdroging leidt tot oppervlakkige verzuring, hetgeen terug te zien is in het pH-profiel van de bodem. De optimale bodem pH voor vochtig alluviaal bos ligt tussen de 4,5 en 7,5. Tot ca. 60 cm onder maaiveld is de pH lager, namelijk 3,5-4,5.

Maatregelen

Noodzakelijk voor instandhouding habitattypen:

- *Snoeijinksbeek verondiepen*: De Snoeijinksbeek is de drainagebasis van het gebied. De beek is de afgelopen jaren diep ingesneden tot ca 120 cm-mv. Verondieping tot ca. 20-60 cm onder maaiveld is aanbevolen om het vochtig alluviaal bos hydrologisch te herstellen; de diepte hangt af van vegetatietype (elzenzegge-elzenbroek of vogelkers-essen) en bodemtextuur (keileem of zand). Deze maatregel wordt uitgevoerd in het kader van de uitvoering van externe PAS-maatregelen voor Natura 2000-gebied Landgoederen Oldenzaal.

Aanvullend wenselijk:

- *Stimuleren rijke strooiselsoorten:* In het bosperceel zijn wat naaldbomen (fijnspar) aanwezig. Op lange termijn zorgen naaldbomen voor slecht verteerbaar strooisel wat ten nadele komt van de typische bosflora. Het advies is het weghalen sparren vervangen door bomen met goed strooisel.

3.3.3 Dhr. J.A.M. Koop

NATURA 2000 LANDGOEDEREN OLDENZAAL – ADVIES MAATREGELEN			
Eigenaar/beheerder:	J.A.M. Koop	**Datum veldbezoek:**	16 april 2019
Aanwezig bij veldbezoek	Eigenaar: J.A.M. Koop Bosgroepen: Ariët Kieskamp, Erik Sonder, Harm Smeenge, Henk Koop[12]		
Habitattypen:	Vochtige alluviale bossen (H91E0C) Beuken-eikenbossen met hulst (H9120)		

INLEIDING

In opdracht van provincie Overijssel hebben de Bosgroepen een advies opgesteld voor de in het kader van Natura 2000 beschermde bossen binnen Landgoederen Oldenzaal, de benedenloop van de Snoeijnksbeek[13] en de Vochtige alluviale bossen binnen het Buurserzand-Haaksbergerveen.

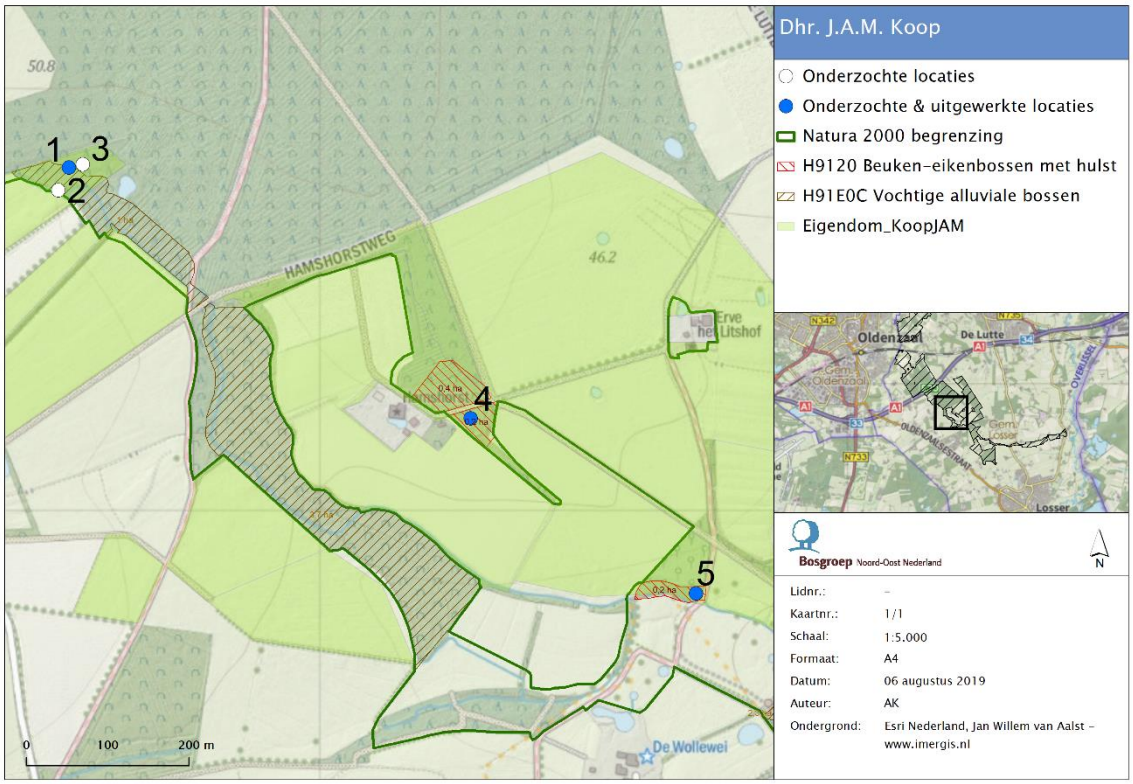
Het advies heeft betrekking op interne herstel- en beheermaatregelen voor de korte en lange termijn ten behoeve van de gunstige staat van instandhouding van de habitattypen

- Beuken-eikenbossen met hulst (H9120)
- Eiken-haagbeukenbossen (H9160A)
- Vochtige alluviale bossen (H91E0C)

Voor de eigenaren is een factsheet per eigenaar opgesteld. Eén van de eigenaren in het gebied is de heer J.A.M. Koop die beuken-eikenbossen met hulst en vochtig alluviaal bos heeft binnen Natura 2000 gebied Landgoederen Oldenzaal. Voor vijf locaties zijn de huidige toestand (standplaatsfactoren en boom-/struik- en kruidlaag), knelpunten en benodigde maatregelen bekeken (zie onderstaande kaart). De locaties 1, 4 en 5 zijn representatief voor de bossen van deze eigenaar en zijn hieronder uitgewerkt.

[12] Henk Koop expert bosecologie is door de Bosgroepen ingehuurd vanwege zijn (gebieds)kennis

[13] formeel onderdeel Natura 2000-gebied Dinkelland



LOCATIE 1

Kenschets

Locatie 1 betreft een klein bosperceel langs de Snoeijinksbeek. De boomlaag bestaat uit zomereik, wilg, els, zoete kers, grove den, ratelpopulier en fijnspar. In de struiklaag staan meidoorn, vlier, lijsterbes, Amerikaanse en inheemse vogelkers, De kruidlaag bestaat uit speenkruid, kleine valeriaan, donkersporig bosviooltje, penningkruid, grote valeriaan, gele lis, braam, bosanemoon, kleefkruid, heidezegge, brandnetel, grote muur, geel nagelkruid, brede stekelvaren, kardinaalsmuts, aalbes, groot heksenkruid, kruipende boterbloem, ridderzuring, kamperfoelie, wijfjesvaren, pitrus, ruw beemdgras en klimop. In 1832 is dit perceel heide, een zogenaamd flier.

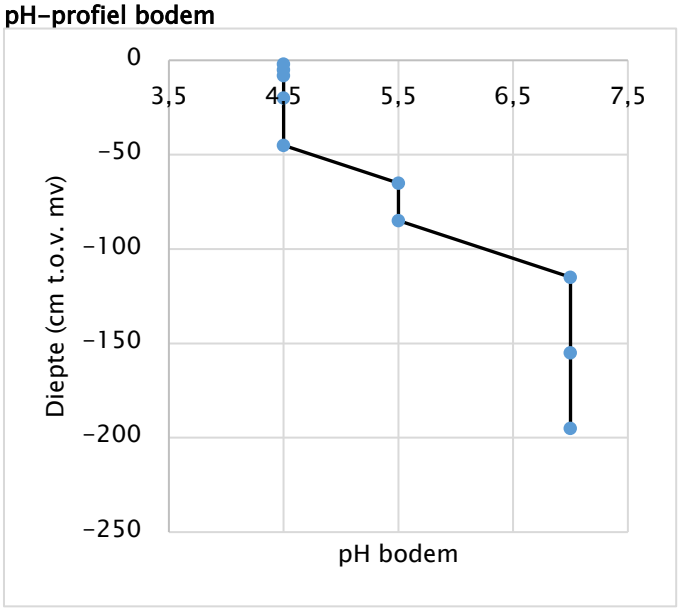
Informatie over het bodemprofiel, de bodem-pH en humusvorm zijn opgenomen in de figuur hieronder. Het bos ligt op een laag zand (60 cm) op lichte zavel, waar nog zandbanden in aanwezig zijn. Het feit dat het bos op een laag zand ligt, maakt het gevoelig voor verdroging.

Locatie 1	Vochtige alluviale bossen (H91E0C)	
Humusvorm	Mull	
Bodemtype	Beekeerdgrond	
X 262692	**Y** 479421	
Horizont	**Diepte (cm)**	**Toelichting**
Ah	0-14	
ACg	14-40	
Cg1	40-60	Grindig zand

Cgr1	60-80	Lichte zavel
Cgr2	80-90	Zand met grind en stenen
Cgr3	90-190	Lichte zavel
Cr	190-200	Zware zavel

Geschatte GLG: 190 cm-mv

pH-profiel bodem



Knelpunten

Verdroging: De Snoeijinksbeek stroomt door dit bosperceel en is diep ingesneden (ca. 120 cm onder maaiveld). Zij draineert daarmee sterk met name de zandlagen in het bos. Dat zorgt voor oprukken van braam en brandnetel en voor het plaatselijk ontbreken van de echte vochtindicatoren zoals ijle zegge, wijfjesvaren en ruw beemdgras.

Maatregelen

Noodzakelijk voor instandhouding van de habitattypen:

- Het sterk verondiepen van de Snoeijinksbeek is van belang (tot ca. 30-40 cm-mv). Deze maatregel wordt uitgevoerd in het kader van de uitvoering van externe PAS-maatregelen voor Natura 2000-gebied Landgoederen Oldenzaal. Op termijn is de verwachting dat de waterkwaliteit van de Snoeijinksbeek zal verbeteren en goed genoeg zal zijn om het Vochtige alluviale bos te inunderen. Tegen die tijd zou het interessant zijn de oude beekloop door het bos te gaan benutten door de gegraven loop op de grens met het cultuurland te dempen.
- Amerikaanse vogelkers verwijderen om dominantie te voorkomen/tegen te gaan.

LOCATIE 4

Kenschets

Locatie 4 betreft een hoger gelegen droog bos. De boomlaag bestaat uit voornamelijk zomereik, beuk en grove den.In de struiklaag staat hulst, Amerikaanse vogelkers, hazelaar, lijsterbes, veel rhondondendron en vlier. De kruidlaag bestaat uit veel braam, klimop, brede stekelvaren, vingerhoedskruid en framboos. In het bos zijn veel tuinplanten (daslook, narcis, sneeuwklokjes, moederkruid e.d.) te vinden, waarschijnlijk verspreid via tuinafval.

Knelpunten

De aanwezigheid van het tuinafval, rododendrons, Amerikaanse vogelkers en ruigte belemmeren de ontwikkeling van het habitattype.

Maatregelen

Noodzakelijk om het habitattype in stand te houden:

- *Verwijderen/voorkomen exoten:* Stoppen met inbrengen tuinafval in het bos en rododendron verwijderen.

Aanvullend is de volgende maatregel wenselijk:

- *Verbeteren bosstructuur:* Hazelaar vrijstellen, linde en haagbeuk aanplanten om omzetting van strooisel te bevorderen.

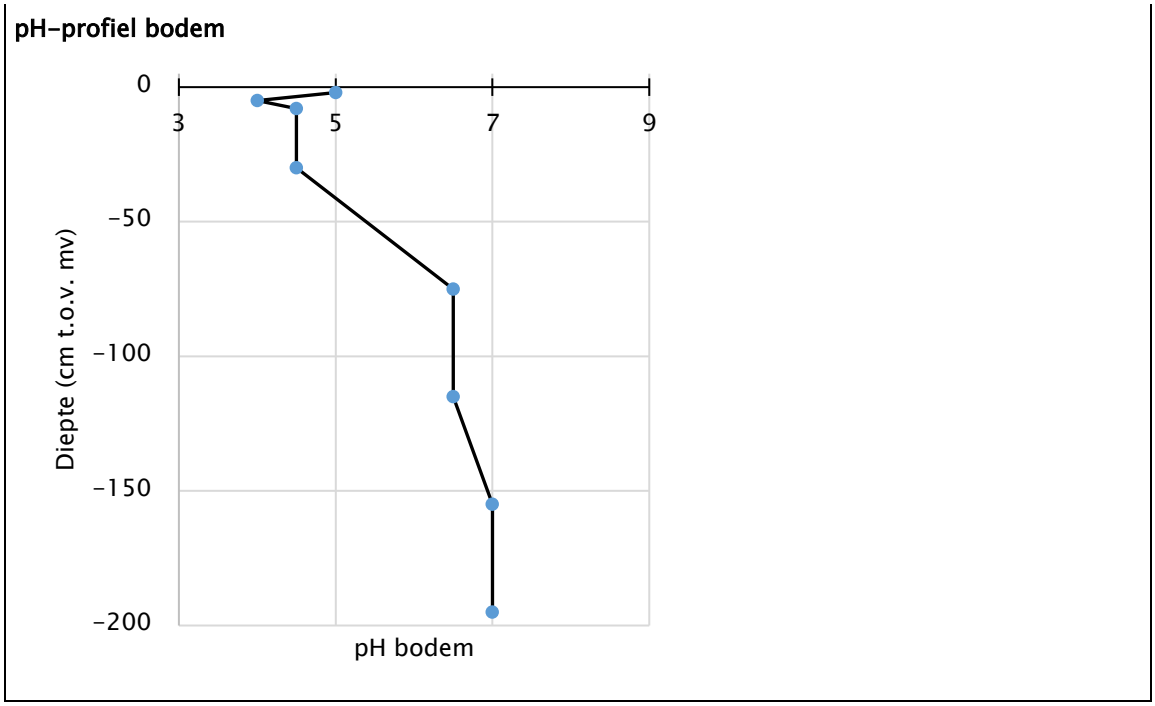
LOCATIE 5

Kenschets

Locatie 5 betreft een smalle strook bos langs de Snoeijinksbeek en is sinds 1900 ontstaan uit heide en een oudere houtwal. Het bos is aangewezen als Beuken-eikenbos met hulst, maar heeft potentie voor ontwikkeling tot Eiken-haagbeukenbos, typische soorten zijn al aanwezig. De boomlaag bestaat uit zomereik, els, en gewone es. In de struiklaag staan lijsterbes, hazelaar, tweestijlige meidoorn, kardinaalsmuts, klimop en hulst. De kruidlaag bestaat uit speenkruid, hondsdraf, kardinaalsmuts, grote muur, zevenblad, gelderse roos, kleefkruid, bosandoorn, braam, aalbes, geel nagelkruid, paardenbloem, hazelaar, kamperfoelie, tweestijlige meidoorn, veldbeemdgras.

Informatie over het bodemprofiel, de bodem-pH en humusvorm zijn opgenomen in de figuur hieronder. Het bos ligt op slecht doorlatende zware zavel waardoor het in de winter nat is. In de zomer zakken de waterstanden diep weg. Het pH-profiel laat een oplopende pH zien van 4 bovenin tot 6,5 op 75 cm onder maaiveld.

Locatie 5	Beuken-eikenbossen met hulst (H9120)	
Humusvorm	Mull	
Bodemtype	Beekeerdgrond	
X 262692	**Y** 479421	
Horizont	**Diepte (cm)**	**Toelichting**
Ah	0-15	
ACg	15-40	Zware zavel
Cg1	40-125	Zware zavel, kalk vanaf 80 cm-mv
Cg2	125-130	Leemarm
Cgr	130-200	Lichte klei
Geschatte GHG o.b.v. hydromorfe kenmerken in het bodemprofiel: 15 cm-mv **Geschatte GLG** o.b.v. hydromorfe kenmerken in het bodemprofiel: 200 cm-mv		



Knelpunten

Verdroging: De Snoeijinksbeek loopt door dit bosperceel en is diep ingesneden. Echte vochtindicatoren missen daardoor zoals groot heksenkruid, ijle zegge, wijfjesvaren en ruwe smele. Verruiging beperkt, maar wel begin zichtbaar (braam, brandnetel).

Maatregelen

Noodzakelijk voor instandhouding van het habitattype (ontwikkeling van Eiken-Haagbeukenbos):

- Snoeijnksbeek sterker verondiepen dan tot nu toe al is uitgevoerd (ca. 2015), tot bijna aan maaiveld. Wal op één plek slechten indien de waterkwaliteit voldoende is voor inundatie van het bos. Deze maatregel wordt uitgevoerd in het kader van de uitvoering van externe PAS-maatregelen voor Natura 2000-gebied Landgoederen Oldenzaal. Hydrologisch herstel is hier kansrijk. Op ondiepe diepte (80 cm-mv) is vrije kalk aangetoond bij het onderzoek. Periodiek hogere waterstanden zorgen voor meer buffering van de toplaag hetgeen voordelig is voor de bosflora.
- Voorafgaand aan hydrologische maatregelen bemesting stoppen om invloed van voedselrijk water op het bos te voorkomen. Ook deze maatregel wordt uitgewerkt in het kader van de uitvoering externe maatregelen Lg Oldenzaal (zie vorige punt).
- Fijnspar verwijderen om verdamping te verkleinen en inval van zuur strooisel (naalden) te beperken.
- De aanwezige haagbeuk en iep bevoordelen door ze vrij te zetten. Dispersiemogelijkheden vanuit de omgeving verkennen waarbij inheemse rijke strooiselsoorten worden vrijgezet. Wanneer die mogelijkheden er niet zijn, kan worden overwogen om tot slot op open plekken (bijv. a.g.v. verwijderen fijnspar) groepjes linde aan te planten en/of extra haagbeuk, om rijk strooisel te bevorderen en verzuring te beperken.

Aanvullend wenselijke maatregelen:

- Op deze locatie bestaat de mogelijkheid de gradiënt naar Gierstgras-beukenbos en Wintereiken-beukenbos te ontwikkelen door het in het noorden aangrenzende perceel bij deze locatie te betrekken. De eigenaar staat hier welwillend tegenover. De fijnspar zou hier verwijderd moeten worden waarbij alle spontane inheemse boomsoorten gespaard

blijven, waarna eventueel (wanneer vanuit de omgeving deze soorten hier niet kunnen komen) hazelaar, haagbeuk, winterlinde en ruwe iep (*U. glabra*) worden ingeplant.

3.3.4 Dhr. Lansink

NATURA 2000 BUURSERZAND – ADVIES MAATREGELEN			
Eigenaar/beheerder:	Dhr. Lansink	**Datum veldbezoek:**	17 mei 2019
Aanwezig bij veldbezoek	Eigenaar: niet aanwezig[14] Bosgroepen: Erik Sonder, Harm Smeenge, Henk Koop[15], Edward Hutten		
Habitattypen:	Vochtige alluviale bossen (H91E0C)		

INLEIDING

In opdracht van provincie Overijssel hebben de Bosgroepen een advies opgesteld voor de in het kader van Natura 2000 beschermde bossen binnen Landgoederen Oldenzaal, de benedenloop van de Snoeijinksbeek[16] en de Vochtige alluviale bossen binnen het Natura 2000-gebied Buurserzand & Haaksbergerveen.

Het advies heeft betrekking op interne herstel- en beheermaatregelen voor de korte en lange termijn ten behoeve van de gunstige staat van instandhouding van de habitattypen

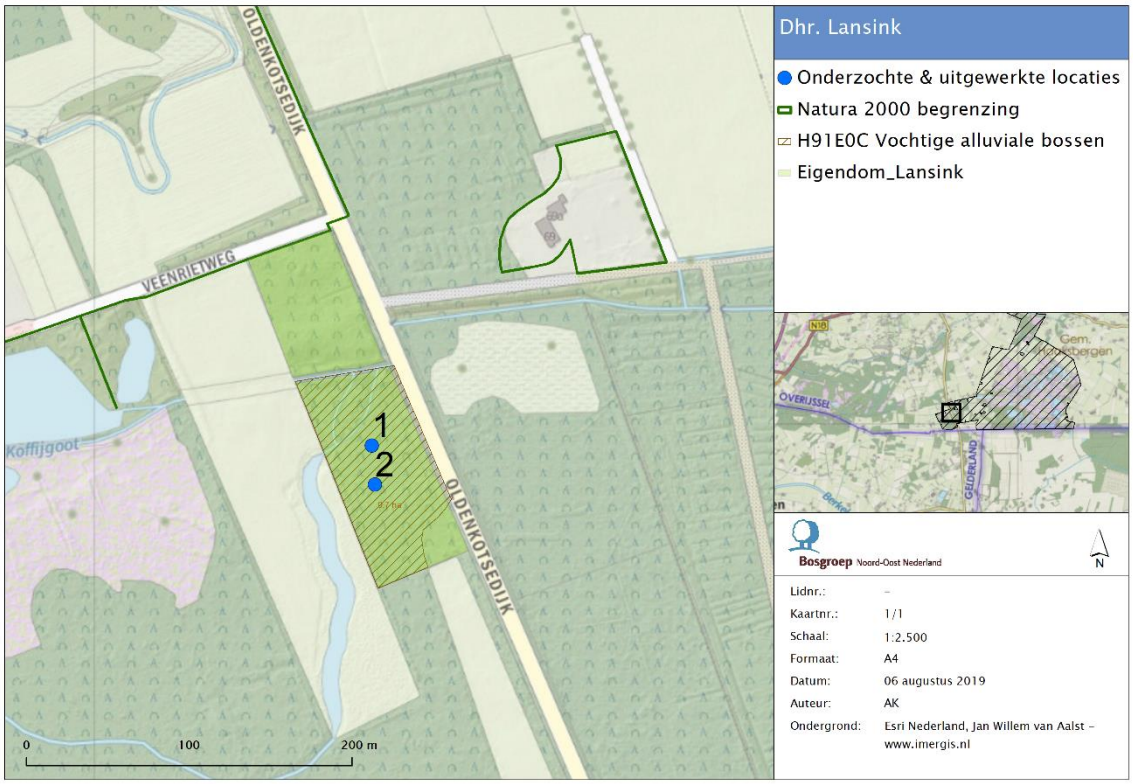
- Beuken-eikenbossen met hulst (H9120),
- Eiken-haagbeukenbossen (H9160A)
- Vochtige alluviale bossen (H91E0C)

Per eigenaar is een factsheet opgesteld. Eén van de eigenaren in het gebied is de heer Lansink in het Natura 2000-gebied Buurserzand & Haaksbergerveen. Hij bezit een bosperceel dat is aangewezen als Vochtig alluviaal bos (H91E0C). Voor twee representatieve locaties binnen dit bosperceel zijn de huidige toestand (standplaatsfactoren en boom-/struik- en kruidlaag) en knelpunten beschreven en zijn maatregelen geadviseerd.

[14] In overleg met de eigenaar heeft het veldbezoek zonder hem plaatsgevonden.

[15] Henk Koop expert bosecologie is door de Bosgroepen ingehuurd vanwege zijn (gebieds)kennis

[16] Formeel onderdeel Natura 2000-gebied Dinkelland



KENSCHETS

De boomlaag bestaat voornamelijk uit zwarte els en ruwe berk. In de struiklaag staan aalbes en grauwe wilg. De kruidlaag bestaat uit onder andere grasmuur, ijle zegge, bitterzoet, moeras-vergeet-me-nietje, kleefkruid, gewone wederik, ruw walstro, bosveldkers, wijfjesvaren, braam, smalle stekelvaren, grote engelwortel, waterweegbree, pinksterbloem, gele lis, hennegras en hennepnetel. Daarnaast staan in de slenken waar voedselrijk water zorgt voor ophoping van voedingsstoffen veel brandnetel, mannagras, blaartrekkende boterbloem, wolfspoot en stomphoekig sterrenkroos.

Informatie over het bodemprofiel, de bodem-pH en humusvorm zijn opgenomen in de figuur hieronder. De eerste beschrijving is in een slenk gedaan, de tweede beschrijving op de hogere rug. In de slenk bestaat de bovenste 30 cm uit amorf broekveen, wat betekent dat het veen is vergaan. De pH van de bodem is vrij constant: 4,5-5. Het bos op de hogere rug is droger en zuurder. Hier is geen veen aanwezig en de pH is behoorlijk laag:3,5 in de top, tot 4,8 op 75 cm-mv.

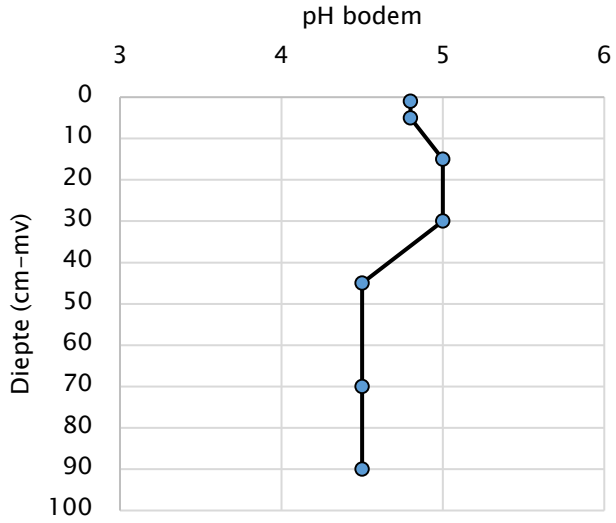
Locatie 1 in slenk
Humusvorm Mor
Bodemtype Broekeerdgrond
X 248170 **Y** 460271

Horizont	Diepte (cm)	Toelichting
Ah	0-30	Amorf broekveen
ACg	30-40	Humeus

Cg1	40-50	Sterk lemig zand
Cg2	50-70	Zwak lemig zand (180µm)
Cgr	70-100	Zwak lemig zand (250µm)
Cr	100-120	" "

Geschatte GHG: oorspronkelijk hoger dan 40 cm onder maaiveld, actueel onbekend
Geschatte GLG: oorspronkelijk 100 cm-mv, actueel onbekend

pH-profiel bodem



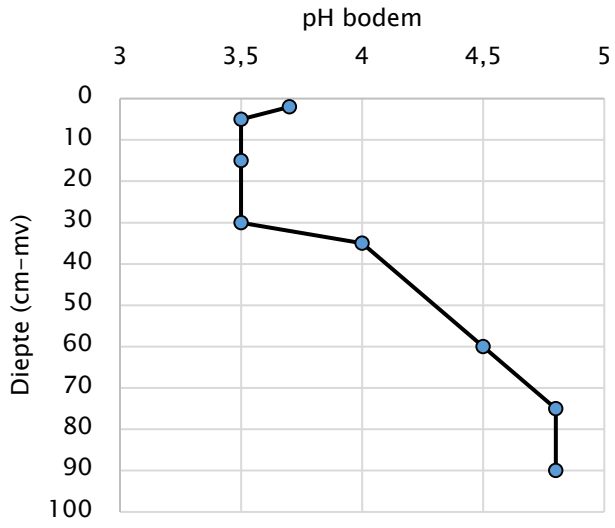
Locatie 2 op hogere deel

Humusvorm Mor
Bodemtype Broekeerdgrond
X 248172 **Y** 460247

Horizont	Diepte (cm)	Toelichting
Ah	0-25	Grof, korrelig
AhCg	25-35	Sterk lemig zand
Cg	35-70	Zwak lemig zand
Cgr	70-100	" "
Cer	100-120	" "

Geschatte GHG: oorspronkelijk hoger dan 35 cm onder maaiveld, actueel onbekend
Geschatte GLG: dieper dan 100 cm-mv

pH-profiel bodem

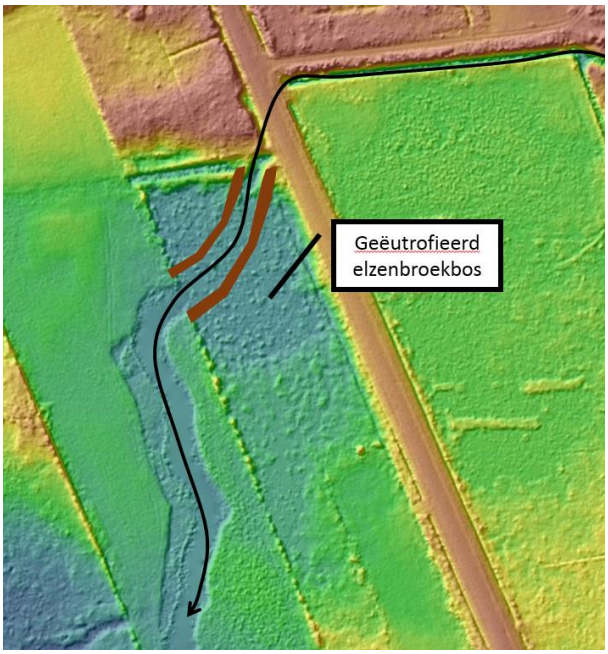


KNELPUNTEN

Verdroging: Het veen is vergaan als gevolg van te droge omstandigheden. De GLG zakt weg tot minimaal 100 cm-mv, terwijl voor veenbehoud en veenvorming jaarrond waterstanden rond maaiveld nodig zijn.

Eutrofiëring: Als gevolg van invloed van voedselrijk water hebben ruigtesoorten in de ondergroei de overhand zoals brandnetel en mannagras. Dit komt doordat voedselrijk water vanaf de andere kant van de weg uit het landbouwgebied via een duiker het gebied in komt (zie zwarte pijl in onderstaande hoogtekaart). Dit voedselrijke water inundeert het bos, hetgeen terug te zien is in de vegetatiesamenstelling.
Verzuring: In de slenk is de bodem-pH 4,5-5, hetgeen voldoet aan de eisen voor Vochtige alluviale bossen (H91E0C). Op het hogere deel in het bos is de pH van de bodem echter een stuk lager: 3,5. Dit is vermoedelijk het gevolg van verdroging. IJle zegge wijst erop dat er oorspronkelijk meer doorstroming van grondwater is geweest.

Exoten: Aan de noordzijde van het bos staat reuzenbalsemien, een invasieve exoot.



MAATREGELEN

Noodzakelijk voor instandhouding habitattype:

- *Aanleg dam:* Om te voorkomen dat voedselrijk water het bos inundeert, wordt aanbevolen om oeverwallen aan te leggen (dammen) langs de beek ter hoogte van het bos (zie globaal aangegeven in bruin op hoogtekaart hiervoor), met een hoogte van ca. 50 cm boven maaiveld. Daardoor kan de watergang niet meer het bos inunderen. Een klepduiker in de dam kan er voor zorgen dat het water wel het bos uit kan, maar dat er geen voedselrijk water vanuit de beek terug kan stromen het bos in.
- *Verwijderen reuzenbalsemien*: Om de soort uit het gebied te verwijderen is het noodzakelijk om 2x per jaar de planten voor zaadzetting uit de grond te trekken tot hij niet meer terugkomt.

3.3.5 Dhr. Munsterhuis

NATURA 2000 LANDGOEDEREN OLDENZAAL – ADVIES MAATREGELEN			
Eigenaar/beheerder:	Dhr. Munsterhuis	**Datum veldbezoek:**	14 mei 2019
Aanwezig bij veldbezoek	Eigenaar: De heer Munsterhuis Bosgroepen: Ariët Kieskamp, Erik Sonder, Harm Smeenge, Henk Koop[17]		
Habitattypen:	Beuken-eikenbossen met hulst (H9120)		

INLEIDING

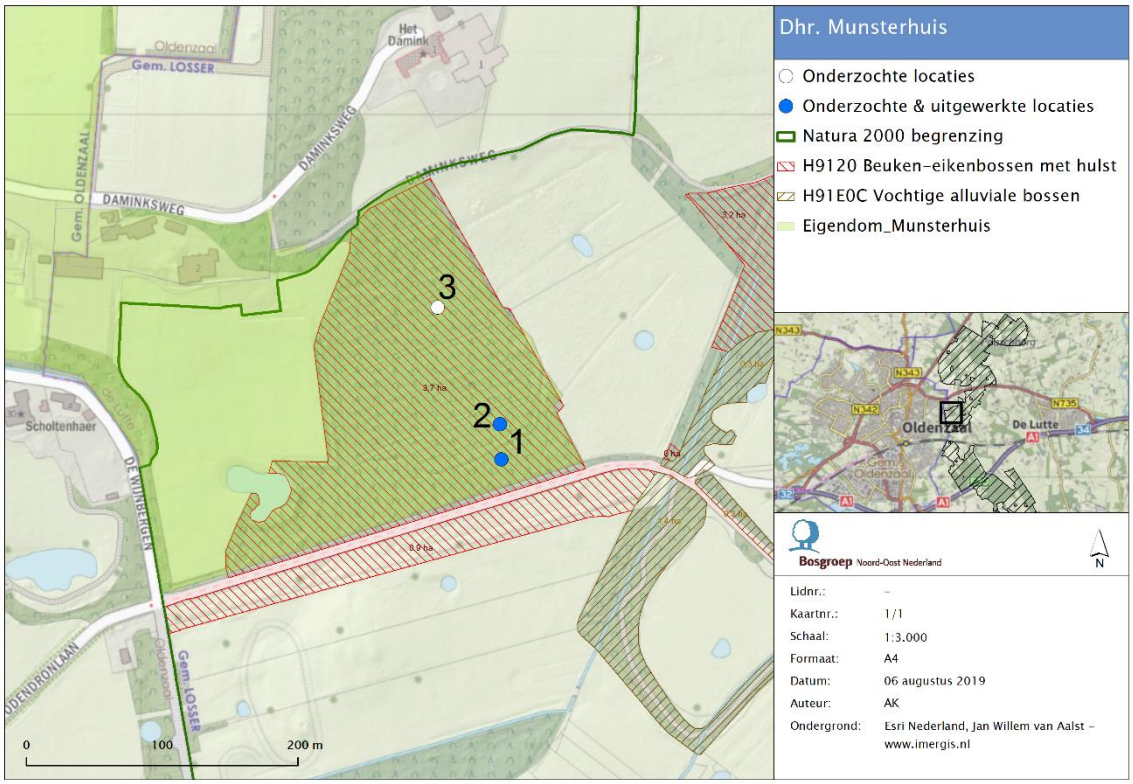
In opdracht van provincie Overijssel hebben de Bosgroepen een advies opgesteld voor de in het kader van Natura 2000 beschermde bossen binnen Landgoederen Oldenzaal, de benedenloop van de Snoeijinksbeek[18] en de Vochtige alluviale bossen binnen het Buurserzand-Haaksbergerveen. Het advies heeft betrekking op interne herstel- en beheermaatregelen voor de korte en lange termijn ten behoeve van de gunstige staat van instandhouding van de habitattypen

- Beuken-eikenbossen met hulst (H9120)
- Eiken-haagbeukenbossen (H9160A)
- Vochtige alluviale bossen (H91E0C)

Voor de eigenaren is een factsheet per eigenaar opgesteld. Eén van de eigenaren in het gebied is de heer Munsterhuis die beuken-eikenbossen met hulst heeft binnen Natura 2000 gebied Landgoederen Oldenzaal. Voor drie locaties binnen dit bos zijn de huidige toestand (standplaatsfactoren en boom-/struik- en kruidlaag) en knelpunten beschreven. In deze factsheet zijn twee representatieve locaties (1 en 2) beschreven. Op basis van deze informatie zijn vervolgens maatregelen geadviseerd.

[17] Henk Koop expert bosecologie is door de Bosgroepen ingehuurd vanwege zijn (gebieds)kennis

[18] Formeel onderdeel Natura 2000-gebied Dinkelland



LOCATIE 1

Kenschets

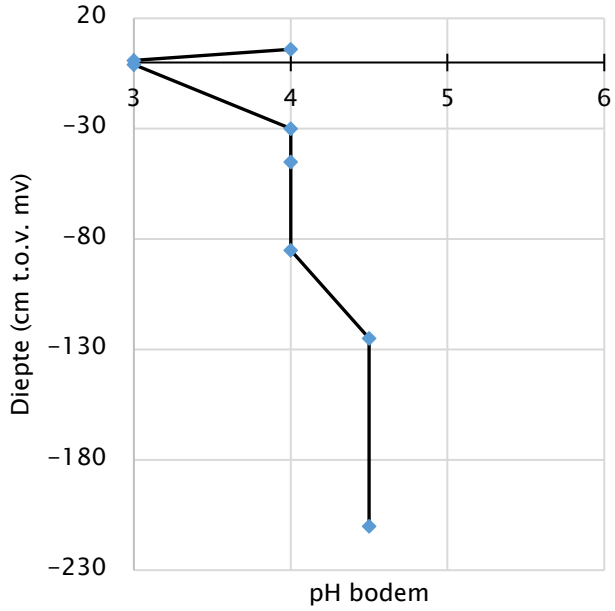
Op locatie 1 bestaat de boomlaag voornamelijk uit fijnspar, zomereik en beuk. In de struiklaag staan hazelaar, hulst, esdoorn en rododendron. De kruidlaag bestaat uit pilzegge, hulst, klimop, braam (*R. vestitus*) smalle en brede stekelvaren, jonge beuk hazelaar en fijnspar.

Informatie over het bodemprofiel, de bodem-pH en humusvorm zijn opgenomen in de figuur hieronder. De bodem bestaat uit een laag zand (35 cm) op klei. De pH is in de top zuur, 3-4, vanaf 30 cm onder maaiveld loopt de pH op van 4 tot 4,5 (130 cm-mv).

Locatie 1	Beuken-eikenbossen met hulst (H9120)	
Humusvorm	Mor	
Bodemtype	Beekeerdgrond	
X 261744	**Y** 481746	
Horizont	**Diepte (cm)**	**Toelichting**
ACg	0-5	Kleiig zand
Cg1	5-35	Kleiig zand
Cg2	35-50	Lichte klei
Cgr1	50-125	Lichte klei
Cer	125-180	Lichte klei
Cgr2	180-220	Lichte zavel
Geschatte GHG o.b.v. hydromorfe kenmerken in het bodemprofiel: onduidelijk, roest in het hele profiel, maar variabel qua kleuring en gezien hoogteligging vermoedelijk niet als gevolg van grondwater.		

Geschatte GLG o.b.v. hydromorfe kenmerken in het bodemprofiel: > 220 cm-mv (roest tot 220 cm-mv, niet dieper geboord).

pH-profiel bodem



Knelpunten

Verzuring: Het bos ligt relatief hoog en droog. Hoewel op ondiepe diepte een leemlaag aanwezig is, zorgt deze maar beperkt voor buffering van de toplaag. Het bos is dus van nature relatief zuur. Echter wordt het zure karakter versterkt door aanwezigheid van slechte strooiselsoorten, met name naaldbomen zoals fijnspar.

Exoten: Aan de zuidrand van het bos groeien rododendrons het bos in. De soort staat erom bekend behoorlijk snel uit te breiden.

Maatregelen

Noodzakelijk voor instandhouding van het habitattype:

- Rododendrons verwijderen
- Zoete kers en hazelaar vrijstellen/inbrengen (bijvoorbeeld ten gunste van de kaprijpe fijnspar) om rijker strooisel te bevorderen

Aanvullend wenselijke maatregelen:

- Zoom ontwikkelen ten behoeve van fauna. De zuidelijke rand van het bos gaat abrupt over in grasland, gescheiden door rododendrons. Na verwijderen van de rododendrons (zie noodzakelijke maatregelen) is het wenselijk hier een mantel-zoomvegetatie aan te planten om de overgang geleidelijker te maken.

LOCATIE 2

Kenschets

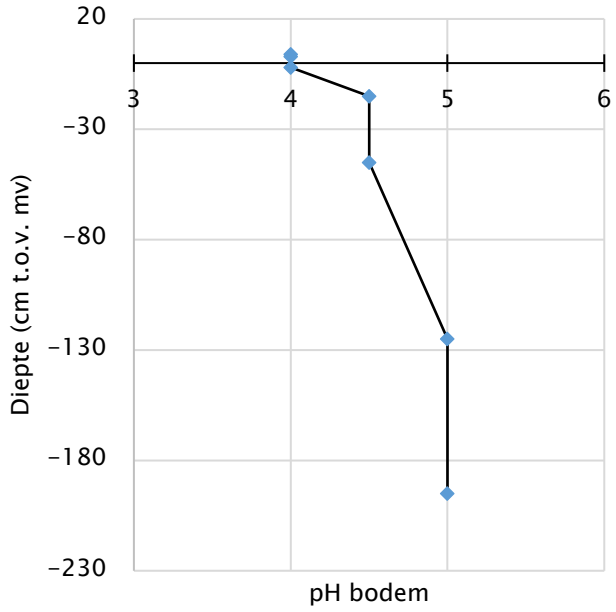
Op locatie 2 is een kleine zone waar het bos er anders uit ziet. De kruidlaag is rijker en bestaat uit groot heksenkruid, bosveldkers, witte klaverzuring, smalle en brede stekelvaren, mannetjes- en wijfjesvaren, robertskruid, ijle zegge, pilzegge, pitrus, haagbeuk, hazelaar, zoete kers, beuk,

zomereik, bosveldkers en gewone vlier. Informatie over het bodemprofiel, de bodem-pH en humusvorm zijn opgenomen in de figuur hieronder. Uit het bodemprofiel blijkt dat hier de klei aan maaiveld komt in tegenstelling tot de rest van het gebied, waar de toplaag uit zand bestaat. Dit zorgt mogelijk voor een iets sterker gebufferd karakter.

Locatie 2	Beuken-eikenbossen met hulst (H9120)	
Humusvorm	Mor	
Bodemtype	Beekeerdgrond	
X 263444	**Y** 484028	
Horizont	**Diepte (cm)**	**Toelichting**
Ln, Fz + Ah	0-13	
Ah/Cg	13-40	Zwak lemig zand (250 µm), fossiele roest
Cg1	40-70	Zwak lemig zand (250 µm), grind op 60
Cg2	70-160	Zeer sterk lemig zand (90-120 µm), siltig
Cgr	160-180	Zeer sterk lemig zand (90-120 µm), siltig. Roest mogelijk door pyrietoxidatie

Geschatte GHG o.b.v. hydromorfe kenmerken in het bodemprofiel: onduidelijk, roest in het hele profiel, maar variabel qua kleuring en gezien hoogteligging vermoedelijk niet als gevolg van grondwater.
Geschatte GLG: > 180 cm-mv (niet dieper geboord)

pH-profiel bodem



Knelpunten

Verdroging: Er ligt een aantal greppeltjes in deze zone die het water versneld afvoeren. Hoewel de bodem uit keileem bestaat waardoor watergangen een beperkte invloed hebben, zorgen deze wel lokaal voor verdroging van dit relatief vochtige deel van het bos.

Maatregelen

De greppeltjes van ca 40 cm diep tot maaiveld opvullen met minerale grond vanuit de randen. Vooraf vegetatie plaggen en de plaggen terugzetten in de sloot. Zone van 15 meter naast de beek in het bos uitdunnen, met name de beuk verwijderen en hazelaar vrijstellen

3.3.6 Dhr. Ter Kuile

NATURA 2000 LANDGOEDEREN OLDENZAAL – ADVIES MAATREGELEN			
Eigenaar/beheerder:	Dhr. Ter Kuile	**Datum veldbezoek:**	16 april 2019
Aanwezig bij veldbezoek	Eigenaar: niet aanwezig[19] Bosgroepen: Erik Sonder, Harm Smeenge, Henk Koop[20], Ariët Kieskamp		
Habitattypen:	Beuken-eikenbossen met hulst (H9120)		

INLEIDING

In opdracht van provincie Overijssel hebben de Bosgroepen een advies opgesteld voor de in het kader van Natura 2000 beschermde bossen binnen Landgoederen Oldenzaal, de benedenloop van de Snoeijinksbeek[21] en de Vochtige alluviale bossen binnen het Natura 2000-gebied Buurserzand & Haaksbergerveen.

Het advies heeft betrekking op interne herstel- en beheermaatregelen voor de korte en lange termijn ten behoeve van de gunstige staat van instandhouding van de habitattypen

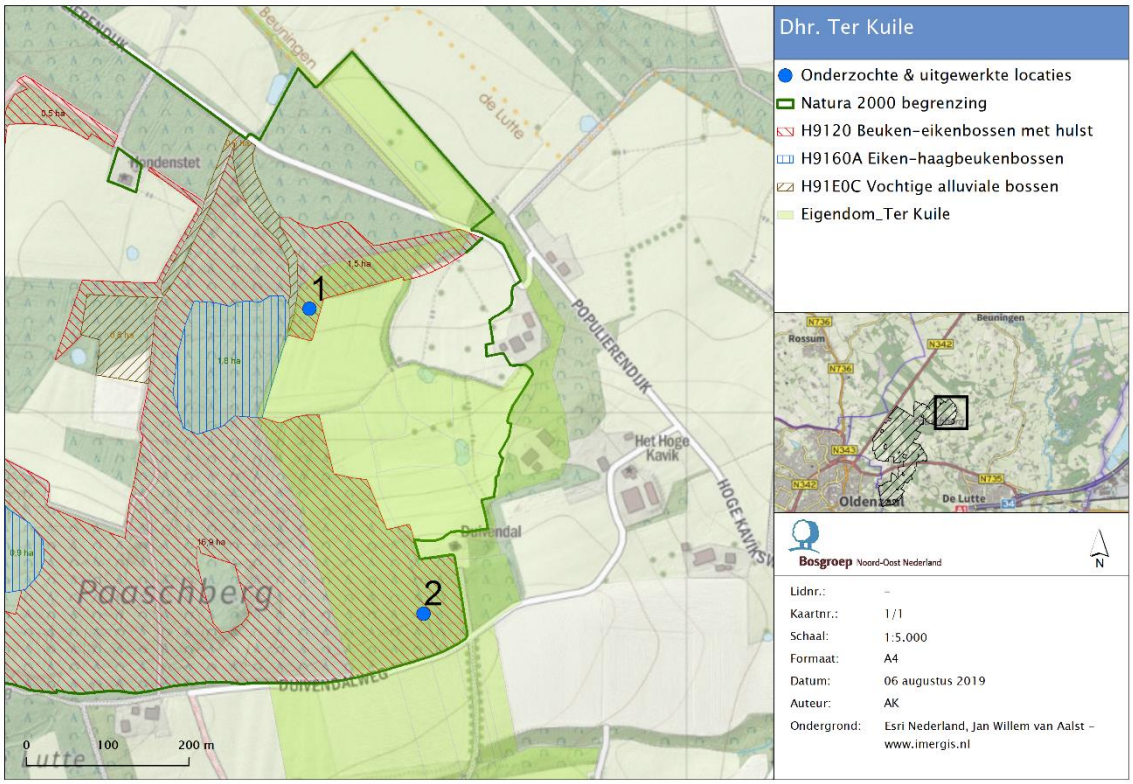
- Beuken-eikenbossen met hulst (H9120),
- Eiken-haagbeukenbossen (H9160A)
- Vochtige alluviale bossen (H91E0C)

Per eigenaar is een factsheet opgesteld. Eén van de eigenaren in het gebied is de heer Ter Kuile in het Natura 2000-gebied landgoederen Oldenzaal. Twee van zijn boslocaties zijn aangewezen als Beuken-eikenbossen met hulst (H9120). Voor twee representatieve locaties binnen deze bossen zijn de huidige toestand (standplaatsfactoren en boom-/struik- en kruidlaag) en knelpunten beschreven en zijn maatregelen geadviseerd.

[19] Er is een aantal keer telefonisch contact opgenomen, maar de eigenaar kon niet worden bereikt.

[20] Henk Koop expert bosecologie is door de Bosgroepen ingehuurd vanwege zijn (gebieds)kennis

[21] Formeel onderdeel Natura 2000-gebied Dinkelland



LOCATIE 1

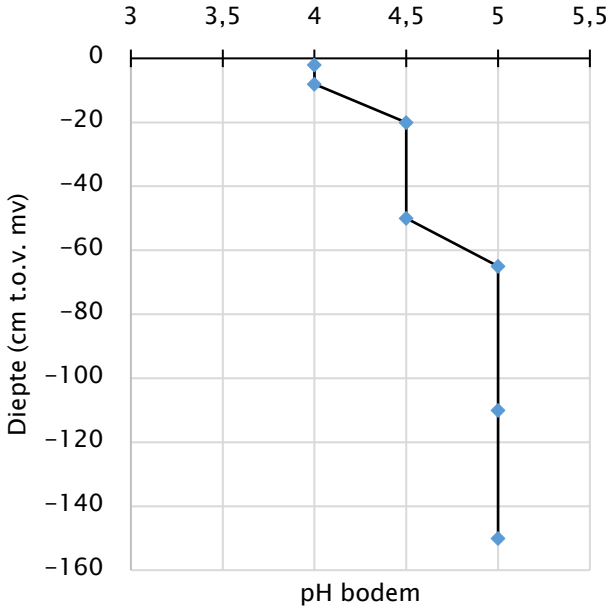
Kenschets

Op locatie 1 bestaat de boomlaag voornamelijk uit eik, beuk, gewone es en zwarte els. De struiklaag bestaat uit hazelaar, bergvlier, gewone vlier, tweestijlige meidoorn, hulst en Gelderse roos. In de kruidlaag staan onder andere ijle zegge, speenkruid, bosanemoon, witte klaverzuring, brede stekelvaren, kamperfoelie, klimop, bosbraam (*R. vestitus),* kleefkruid en groot heksenkruid. Informatie over het bodemprofiel, de bodem-pH en humusvorm zijn opgenomen in de figuur hieronder. De strooiselomzetting is ondanks het hoge aandeel zure strooiselsoorten goed (mullhumustype). De bodem bestaat uit 60 cm zwak lemig zand op zandige leem. Het pH-profiel laat zien dat in de toplaag de pH relatief laag is (4), dieper wordt hij hoger (tot 5). Het bos heeft potentie om zich te ontwikkelen tot Vochtig alluviaal bos (H91E0C) door aanwezigheid van leem dat zorgt voor buffering, en invloed van grondwater (te zien aan onder andere indicatorsoorten ijle zegge en bosandoorn).

Locatie 1		
Humusvorm	Mull	
Bodemtype	Beekeerdgrond	
X 263537	**Y** 484127	
Horizont	**Diepte (cm)**	**Toelichting**
Ah	0-5	
Cg1	5-60	Zwak lemig zand
Cg2	60-80	Zandige leem
Cgr1	80-90	Zandige leem
Cgr2	90-170	Zandige leem, zwakkere roest (door pyrietoxidatie?)

Geschatte GHG: oorspronkelijk rond maaiveld, actueel onbekend
Geschatte GLG: waarschijnlijk rond 100 cm onder maaiveld (daaronder roest door pyrietoxidatie)

pH-profiel bodem



Knelpunten

Verdroging: Door het bos ligt een beekje die relatief diep is ingesneden is en het bos oppervlakkig verdroogt.

Verzuring: Als gevolg van de verdroging is de toplaag (te) zuur met een pH van 4 (optmaal is vanaf 4,5-5).

Eutrofiëring: De bron van het beekje lijkt op basis van de hoogtekaart in het aanliggende grasland te liggen. Dit grasland is geëgaliseerd en wordt bemest, hetgeen zorgt voor verruiging aan de rand van het bos. Uitspoeling van nitraat in de bodem zorgt waarschijnlijk voor de pyrietoxidatie onderin het bodemprofiel.

Maatregelen

Hydrologische maatregelen: De drainerende werking van het beekje verminderen door het te verondiepen en/of dammen van leem aan te brengen. Dit kan met mechanische kruiwagens worden uitgevoerd om beschadiging van de bodem zoveel mogelijk te beperken. Piekafvoeren a.g.v. drainage in bovenliggend cultuurland zouden in een retentielaagte moeten worden opgevangen en langzaam worden afgevoerd op de plaats waar het water het bos binnenkomt (in landschappelijke samenhang met Landgoed Egheria van mevrouw Ten Cate).

Sturen op rijke strooiselsoorten / soorten van het Vochtige alluviale bos: Het bos heeft potentie zich te ontwikkelen tot Vochtig alluviaal bos (H91E0C). Het advies is om zoveel mogelijk te richten op de zwarte elzen die hier staan en die vrij te stellen ten nadele van zure strooiselsoorten zoals eik en beuk. Door te sturen op rijke strooiselsoorten komt de bufferende werking van de leem aan het oppervlakte, wat ten goede komt aan ontwikkeling van bosflora.

Bufferzone in grasland: De bemesting van het grasland zorgt voor verruiging aan de rand van het bos. Geadviseerd wordt een bufferzone in te richten ten oosten van het bos waar niet bemest wordt.

LOCATIE 2

Kenschets

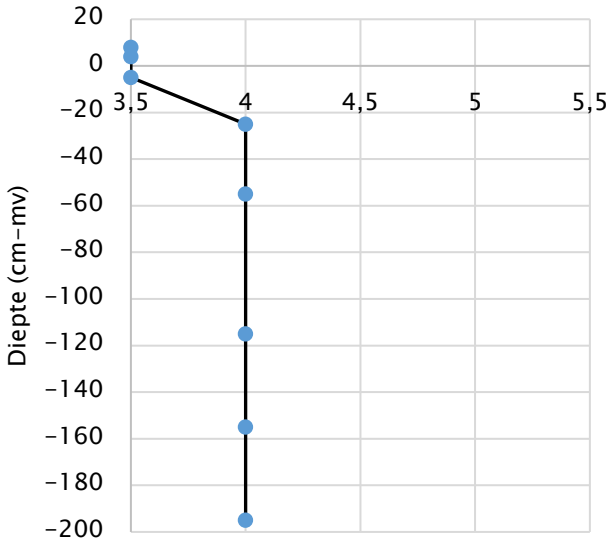
Locatie 2 is een bos van andere aard, hier heeft tot ca 1850 een akker gelegen. Het typische 'akkerbos' kenmerkt zich hier door veel stekelvarens. De boomlaag bestaat uit eik, ruwe berk, beuk, douglas, fijnspar en hemlockspar. In de struiklaag staan lijsterbes, sporkehout, hulst en taxus. De kruidlaag bestaat uit *Rubus vestitus,* een bramensoort typisch voor oudere bossen, veel brede en smalle stekelvaren en rankende helmbloem. Informatie over het bodemprofiel, de bodem-pH en humusvorm zijn opgenomen in de figuur hieronder. Het bos is zuurder en van nature droger dan bij locatie 1. De strooiselomzetting is daardoor slecht en humus stapelt zich op (morhumustype). De bodem bestaat uit 120 cm zwak lemig zand op sterk lemig zand. De pH van de bodem is laag tot op grote diepte (3,5-4). Het bodemtype is een enkeerdgrond (akker), vroeger was het een holtpodzol (oude bosbodem).

Locatie 2
Humusvorm Mor
Bodemtype Enkeerdgrond (vroeger holtpodzolgrond)
X 263677 **Y** 483753

Horizont	**Diepte (cm)**	**Toelichting**
Ah	0-45	Zwak lemig zand
ABw	45-70	" "
Bw	70-120	" "
Cg	120-200	Sterk lemig zand

Geschatte GHG: Dieper dan 120 cm onder maaiveld
Geschatte GLG: onbekend, dieper dan 200 cm onder maaiveld

pH-profiel bodem



Knelpunten

Verzuring: Mogelijk als gevolg van gebruik als akker in het verleden is de bodem behoorlijk zuur. De pH is 3,5-4, optimaal voor dit habitattype is 4-5. Het aanzienlijke aandeel zure strooiselsoorten waaronder veel naaldbomen stimuleert de verzuring.

Exoten: In het bos zijn uitheemse soorten aanwezig zoals rododendron, douglas en hemlockspar. Deze belemmeren de ontwikkeling van inheemse soorten.

Maatregelen

Naaldbomen en exoten verwijderen: Op een van nature droge, zure bodem met veel strooiselophoping zijn weinig knoppen om aan te draaien en dat is ook niet noodzakelijk. Wat de kwaliteiten van het bos wel kan bevorderen is het verwijderen van wat naaldbomen om de verzuring van de bodem wat tegen te gaan. Daarnaast overige uitheemse soorten zoals rododendron verwijderen om ruimte te geven aan inheemse soorten.

3.3.7 Landgoed 't Waarrecht (dhr. Jannink)

NATURA 2000 LANDGOEDEREN BUURSERZAND – ADVIES MAATREGELEN			
Eigenaar/beheerder:	Landgoed 't Waarrecht Dhr. Jannink	**Datum veldbezoek:**	17 mei 2019
Aanwezig bij veldbezoek:	Eigenaar: dhr. Jannink Bosgroepen: Erik Sonder, Harm Smeenge, Edward Hutten, Henk Koop[22]		
Habitattypen:	Vochtige alluviale bossen (H91E0C)		

INLEIDING

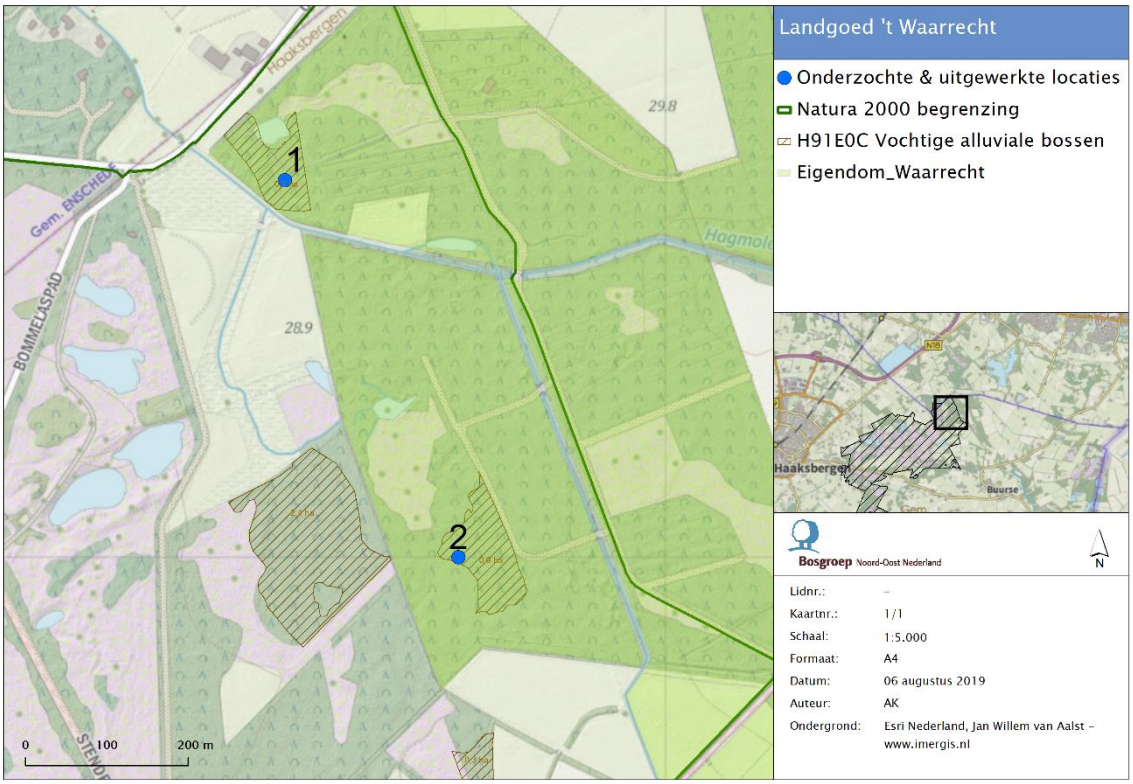
In opdracht van provincie Overijssel hebben de Bosgroepen een advies opgesteld voor de in het kader van Natura 2000 beschermde bossen binnen Landgoederen Oldenzaal, de benedenloop van de Snoeyinksbeek en de Vochtige alluviale bossen binnen het Buurserzand-Haaksbergerveen.

Het advies heeft betrekking op interne herstel- en beheermaatregelen voor de korte en lange termijn ten behoeve van de gunstige staat van instandhouding van de habitattypen:

- Beuken-eikenbossen met hulst (H9120)
- Eiken-haagbeukenbossen (H9160A)
- Vochtige alluviale bossen (H91E0C)

Voor de eigenaren is een factsheet per eigenaar opgesteld. Eén van de eigenaren in het gebied is de heer Jannink (landgoed Het Waarrecht). Twee bospercelen zijn aangewezen als habitattype Vochtig alluviaal bos (H91E0C). Op een representatieve locatie in elk van beide percelen is de huidige toestand (standplaatsfactoren en boom-/struik- en kruidlaag) beschreven. Op basis van deze informatie zijn knelpunten geformuleerd en wordt een advies over uit te voeren maatregelen gegeven.

[22] Henk Koop (expert bosecologie) is door de Bosgroepen ingehuurd vanwege zijn (gebieds)kennis.



VOCHTIGE ALLUVIALE BOSSEN (H91E0C)

Het habitattype is op twee locaties aangewezen binnen het eigendom van landgoed Het Waarrecht. Van beide locaties worden hieronder een kenschets, de knelpunten en benodigde maatregelen gegeven.

LOCATIE 1

Kenschets

Locatie 1 betreft een bosperceel aan de Hagmolenbeek. De boomlaag bestaat uit voornamelijk zwarte els en een klein aandeel zomereik. In de struiklaag staan lijsterbes, Amerikaanse vogelkers, vuilboom en gewone vogelkers. De kruidlaag bestaat uit elzenzegge, moeraszegge, aalbes, gewone wederik, klein springzaad en bosveldkers en soorten die op verdroging duiden zoals braam, hennegras, rietgras, smalle stekelvaren, brede stekelvaren, hennepnetel, brandnetel.

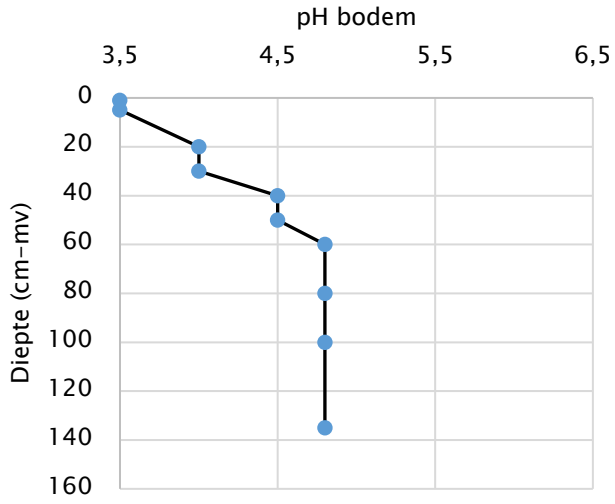
Informatie over het bodemprofiel, de bodem-pH en humusvorm zijn opgenomen in de figuur hieronder. De Hagmolenbeek is in 1994 verdiept en heeft een huidige diepte van ca. 120 cm-mv (ten opzichte van de zuidoever). Aan de noordoever van de beek is tijdens het veldbezoek een bacterievlies waargenomen op het water, hetgeen betekent dat er toestroming van grondwater vanuit het noorden is. Het perceel staat dus hydrologisch in verbinding met de Hagmolenbeek.

Locatie 1	Vochtig alluviaal bos (H91E0C)	
Humusvorm	Mor	
Bodemtype	Madeveengrond	
X 252533	**Y** 465463	
Horizont	**Diepte (cm)**	**Toelichting**

Ln	4–2	Humuslaag
Lv	2–0	Humuslaag
Ah	0–50	Sterk afgebroken veen, kleihoudend
Cu	50–130	Intact (zegge)veen met wortelresten
Cer	130–140	Zwak lemig zand (180 µm)
Cr	140–150	Zwak lemig zand (180–250 µm)

Geschatte GLG: 140 cm-mv
Waterstand tijdens veldbezoek: 30 cm-mv
pH grondwater: 5,5
EGV grondwater: 250 µS/cm

pH-profiel bodem



Knelpunten

Verdroging: De gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG) is op basis van het bodemprofiel geschat op 140 cm-mv. De aanwezigheid van het veenpakket (130 cm dik) geeft aan dat vroeger de waterstanden jaarrond rond maaiveld waren. Voor dit type bos, het zogeheten elzenzegge-elzenbroekbos, mag de waterstand niet dieper wegzakken dan 30 cm-mv. In de huidige situatie is de waterstand in de zomer dus ruim een meter te laag. Dit zorgt ervoor dat het veenpakket vergaat: de bovenste 50 cm van het veenpakket is sterk verdroogd en veraard. Dit biedt ruimte aan ruigtesoorten zoals hennegras, braam en brede stekelvaren.

Verzuring: De verdroging leidt tot verzuring, hetgeen terug te zien is in het pH-profiel van de bodem: tot 40 cm-mv is de pH 3,5-4,5, hetgeen suboptimaal laag is voor dit habitattype (optimaal is 4,5-7,5).

Maatregelen

Noodzakelijk voor instandhouding van het habitattype:

- *Ontwatering verondiepen/dempen:* Het bos is sterk verdroogd. Het belangrijkste is dat de sterk drainerende Hagmolenbeek wordt verondiept tot ca 40 cm-mv om de laagste waterstand in het bos sterk te verhogen en veenvorming weer op gang te brengen. Daarnaast liggen er poelen in het bos die een lokaal drainerend effect hebben. Deze dienen te worden opgeschoond en opgevuld met schoon zand. Tot slot liggen er in het intrekgebied, bijvoorbeeld in het aangrenzende berkenbroekbos, diverse greppels. Het advies is deze te dempen, verondiepen of afdammen.
- *Omvorming bos:* Ten noordoosten en in het intrekgebied van het habitattype staat lariksbos. Voor het hydrologisch herstel van het habitattype is elke druppel water van belang. Naaldbomen verdampen meer water dan loofbomen of korte vegetatie. Hier ligt een kans voor ontwikkeling van een gradiënt van Elzenbroek, via Elzen-Berkenbroek naar vochtig Eiken-Berkenbos/Wintereikenbeukenbos. Maar voor een half-natuurlijk landschap met heide en gagel is ook wat te zeggen. Beiden hebben hydrologisch een vergelijkbaar effect. Advies is om de opties voor te leggen aan eigenaar.

LOCATIE 2

Kenschets

Locatie 2 betreft een bosperceel zuidelijker dan locatie 1, ongeveer 100 meter ten westen van een watergang die uitmondt in de Hagmolenbeek. De boomlaag bestaat uit moeraseik, zachte berk, Amerikaanse vogelkers, zomereik, ruwe berk, vuilboom, grauwe wilg, fijnspar, grove den en lijsterbes. De kruidlaag bestaat uit (onder andere) pijpenstrootje, lijsterbes, vuilboom, Amerikaanse vogelkers, wilde gagel, gewimperd veenmos, smalle stekelvaren, brede stekelvaren, braam en basterdwederik. In de slenken staan elzenzegge, zompzegge, gele lis en wolfspoot.

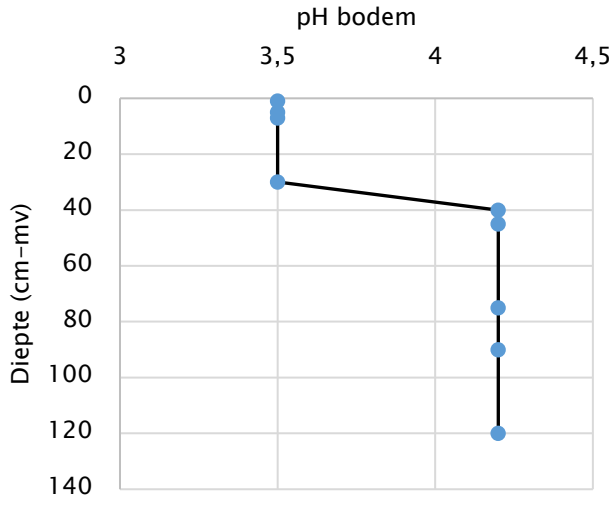
Informatie over het bodemprofiel, de bodem-pH en humusvorm zijn opgenomen in de figuur hieronder.

Locatie 2	Vochtig alluviaal bos (H91E0C)
Humusvorm	Mor
Bodemtype	Broekeerdgrond
X 252746	**Y** 465000

Horizont	Diepte (cm)	Toelichting
Ln	8-6	Humuslaag
Fa	6-0	Humuslaag
Ah	0-40	Geheel afgebroken veen
C(g)	40-85	Zwak lemig zand (180 µm)
Cer	85-110	Zwak lemig zand (180 µm)
Cr	110-120	Zwak lemig zand (180 µm)

Geschatte GHG o.b.v. hydromorfe kenmerken in het bodemprofiel: 40 cm-mv
Geschatte GLG o.b.v. hydromorfe kenmerken in het bodemprofiel: 110 cm-mv
Waterstand tijdens veldbezoek: 55 cm-mv
pH grondwater: 5,2
EGV grondwater: 102 µS/cm

pH-profiel bodem



Knelpunten

Verdroging: De gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG) is op basis van het bodemprofiel geschat op 110 cm-mv. De aanwezigheid van het veenpakket (40 cm dik) geeft aan dat vroeger de waterstanden jaarrond rond maaiveld waren. Voor dit type bos, het zogeheten elzenzegge-elzenbroekbos, mag de waterstand niet dieper wegzakken dan 30 cm-mv. In de huidige situatie is de waterstand in de zomer dus ca. 80 cm te laag. Dit zorgt ervoor dat het veenpakket sterk is verdroogd en veraard. Dit biedt ruimte aan soorten zoals braam en pijpenstrootje. Elzenzegge, zompzegge en gele lis, typische grondwaterindicatoren, staan alleen in de slenken.

Verzuring: De verdroging leidt tot verzuring, hetgeen terug te zien is in het pH-profiel van de bodem: tot 40 cm-mv is de pH lager dan daaronder (3,5 versus 4,2), hetgeen suboptimaal laag is voor dit habitattype (optimaal is 4,5-7,5).

Exoten: Het bos bestaat voor een deel uit niet inheemse soorten, zoals Amerikaanse vogelkers en moeraseik. Deze beperken de ruimte voor inheemse soorten. Buiten het habitattype is ook rododendron aanwezig. Deze hebben de neiging om sterk uit te breiden.

Maatregelen

Noodzakelijk ten behoeve van instandhouding van het habitattype:

- *Ontwatering verondiepen/dempen:* Het bos is sterk verdroogd. Het belangrijkste is dat de sterk drainerende watergang ten oosten van het bosperceel wordt verondiept/gedempt.
- *Exoten verwijderen:* Om ruimte te bieden aan inheemse soorten en bijbehorende biodiversiteit, is het noodzakelijk om de exoten (Amerikaanse vogelkers en moeraseik) te verwijderen. Buiten het habitattypevlak zijn rododendrons aanwezig. Deze hebben de neiging zich uit te breiden in het habitattype, dit is een aandachtspunt.

Aanvullend wenselijk:

- Buiten het habitattypevlak, ten noordwesten, is het kansrijk om een gradiënt te herstellen richting de veenmosrijke heide met gagel. Dit kan worden gedaan door een smalle corridor aan te leggen waarbij Amerikaanse eik, grove den, ruwe berk en lijsterbes worden gekapt. De zware zomereiken kunnen blijven staan. Het gagelstruweel kan worden vrijgezet om het meer ruimte te bieden.
- *Omvorming bos:* Het is aan te bevelen om in de bosstrook ten noordoosten van het habitattype de naaldbomen (grove den en *Abies grandis*) om te vormen. Naaldbomen verdampen meer water dan loofbomen. Het water komt dan ten goede aan de vochthuishouding van het bos.

3.3.6 Landgoed De Wilmersberg

NATURA 2000 LANDGOEDEREN OLDENZAAL – ADVIES MAATREGELEN			
Eigenaar/beheerder:	Landgoed de Wilmersberg	**Datum veldbezoek:**	14 mei 2019
Aanwezig bij veldbezoek	Namens de eigenaar: Jan Oldekamp Bosgroepen: Erik Sonder, Harm Smeenge, Henk Koop[23], Ariët Kieskamp		
Habitattypen:	Vochtige alluviale bossen (H91E0C)		

INLEIDING

In opdracht van provincie Overijssel hebben de Bosgroepen een advies opgesteld voor de in het kader van Natura 2000 beschermde bossen binnen Landgoederen Oldenzaal, de benedenloop van de Snoeijinksbeek[24] en de Vochtige alluviale bossen binnen het Natura 2000-gebied Buurserzand & Haaksbergerveen.

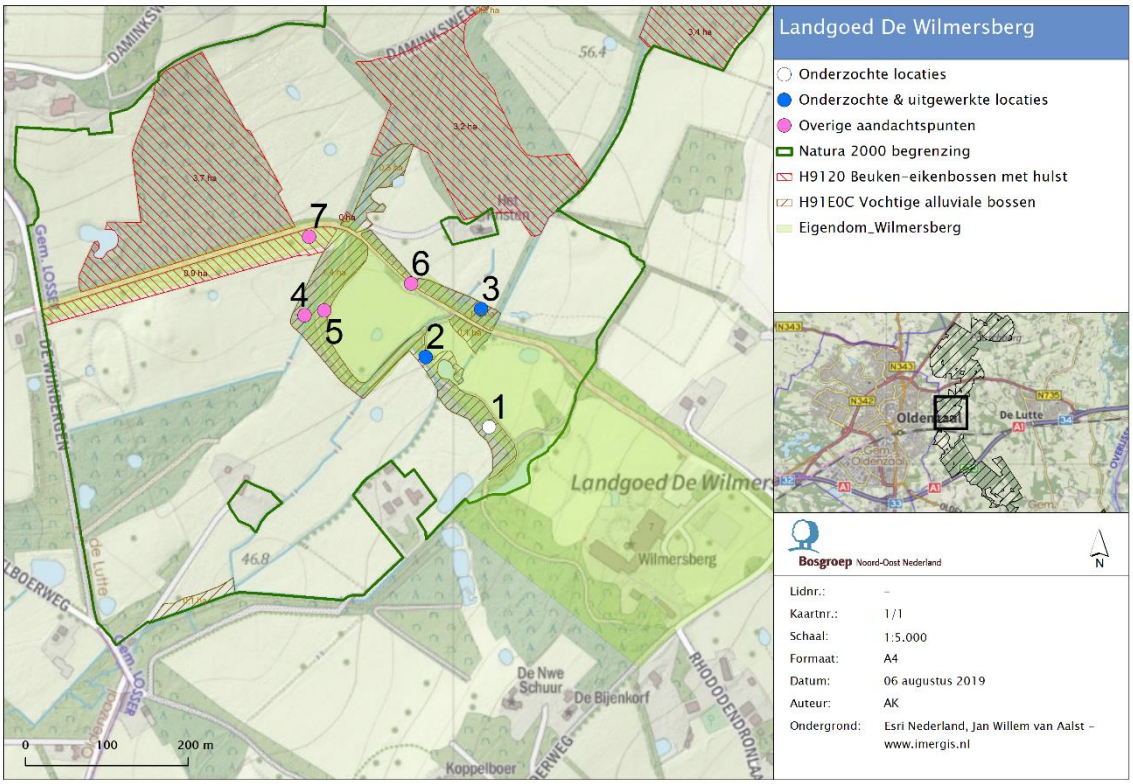
Het advies heeft betrekking op interne herstel- en beheermaatregelen voor de korte en lange termijn ten behoeve van de gunstige staat van instandhouding van de habitattypen

- Beuken-eikenbossen met hulst (H9120),
- Eiken-haagbeukenbossen (H9160A)
- Vochtige alluviale bossen (H91E0C)

Per eigenaar is een factsheet opgesteld. Eén van de eigenaren in het gebied is landgoed De Wilmersberg met Vochtig alluviaal bos (H91E0C) en Beuken-eikenbossen met hulst (H9120). Op drie locaties zijn de standplaatsfactoren, boom-/struik- en kruidlaag beschreven. Daarvan zijn twee representatieve locaties (1 en 2) zijn hieronder uitgewerkt en er zijn knelpunten beschreven en maatregelen geadviseerd. Verder zijn op een aantal locaties aandachtspunten benoemd.
In zijn algemeenheid geldt dat bij de uitvoering van maatregelen op landgoed De Wilmersberg dient rekening gehouden te worden met cultuurhistorie (o.a. vroegere aanwezigheid arboretum en vloeiweidesysteem).

[23] Henk Koop expert bosecologie is door de Bosgroepen ingehuurd vanwege zijn (gebieds)kennis

[24] Formeel onderdeel Natura 2000-gebied Dinkelland



VOCHTIGE ALLUVIALE BOSSEN (H91E0C)

In het bos dat is aangewezen als Vochtig alluviaal bos zijn drie locaties beschreven. Het bos bij locaties 1 en 3 is echter Eiken-haagbeukenbos (H9160A) en komen terug bij de paragraaf 'Eiken-haagbeukenbossen'. Locatie 2 is wel Vochtig alluviaal bos en is in deze paragraaf uitgewerkt.

<u>Kenschets</u>

De boomlaag bestaat uit linde, wilg, eik en moerascipres. In de struiklaag staan onder andere tweestijlige meidoorn, hop en haagbeuk. De kruidlaag bestaat uit zevenblad, braam, reuzenberenklauw, muskuskruid, gewone esdoorn en robertskruid. Informatie over het bodemprofiel, de bodem-pH en humusvorm zijn opgenomen in de figuur hieronder. Opvallend is dat er grond is opgebracht in het verleden, het oorspronkelijke maaiveld zit op 65 cm diepte. Het pH-profiel van de bodem laat een vrij constante zuurgraad zien van 4,5 in de top tot 5 vanaf 75 cm onder maaiveld.

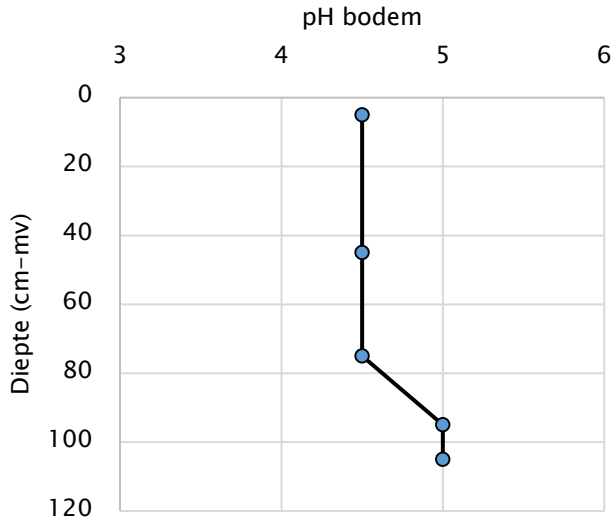
Locatie 2, langs beekje

Humusvorm	Mull
Bodemtype	Beekeerdgrond
X 261966	**Y** 481579

Horizont	Diepte (cm)	Toelichting
AA	0-20	Opgebrachte grond
Cg1	20-50	Kleiarm
Cg2	50-65	Lichte klei
Ahb	65-85	Oorspronkelijke maaiveld
Cgr	85-120	Lichte klei, zandbaantje op 100 cm

Geschatte GHG o.b.v. hydromorfe kenmerken in het bodemprofiel: oorspronkelijk hoger dan 20 cm onder maaiveld, actueel onbekend
Geschatte GLG o.b.v. hydromorfe kenmerken in het bodemprofiel: dieper dan 120 cm onder maaiveld

pH-profiel bodem



Knelpunten

Verdroging: De gemiddelde laagste grondwaterstand is niet bereikt met boren en is dieper dan 120 cm onder maaiveld. Dat is veel te laag voor het habitattype (optimaal is hoger dan 50 cm onder maaiveld). De te lage GLG voor deze boslocatie heeft tevens te maken met de diepte van de insnijding van de beek, maar ook van de maaiveldverhoging.

Groenafval: Op een aantal plekken in het bos is maaisel/hout gedeponeerd, dit heeft een verruigend effect op de vegetatie.

Exoten: In het bos staan Amerikaanse spirea, moerascipres en reuzenberenklauw. Deze soorten verdrukken de inheemse soorten.

Maatregelen

Noodzakelijk voor instandhouding van het habitattype:

- *Hydrologisch herstel:* Beek verondiepen door 30 cm organisch materiaal er uit te schrapen en de beek op te vullen met schoon zand en af te dekken met grover materiaal zoals grind, om erosie te voorkomen.
- *Exoten verwijderen:* moerascipres, Amerikaanse spirea en reuzenberenklauw verwijderen om meer ruimte te geven aan inheemse bomen, struiken en kruiden.
- *Groenafval verwijderen:* Het maaisel/houtafval verwijderen en in de toekomst proberen te voorkomen er opnieuw afval in het bos wordt gedeponeerd.

(EIKEN-HAAGBEUKENBOSSEN (H9160A))

Kenschets

Het bos op locatie 1 en 3 is aangewezen als Vochtige alluviale bossen (H91E0C). In over het landgoed wisselende samenstellingen bestaat de boomlaag voornamelijk uit zomereik, gewone esdoorn, beuk, paardenkastanje, zoete kers, Spaanse aak, gewone es, zwarte els, moerascipres en Corsicaanse den. In de struiklaag zijn gewone vogelkers, aalbes, gewone es, lijsterbes, kruisbes, gewone vlier, hazelaar, kamperfoelie, tweestijlige meidoorn en plaatselijk rododendron te vinden. De kruidlaag bestaat uit typische soorten voor Eiken-haagbeukenbossen zoals gele dovenetel, witte klaverzuring en grote muur te vinden, daarnaast klimop, kamperfoelie, schaduwgras, hennepgras, hulst, brede en smalle stekelvaren, braam, speenkruid en kiemplanten van haagbeuk/gewone es/zoete kers/paardenkastanje. Het aandeel rijke strooiselsoorten is behoorlijk hoog (zoete kers, gewone esdoorn, hazelaar, haagbeuk, gewone es).

Informatie over het bodemprofiel, de bodem-pH en humusvorm op locatie 3 zijn opgenomen in de figuur hieronder. Het strooisel wordt door het hoge aandeel rijke strooiselsoorten en de leemlaag in de bodem goed omgezet, wat leidt tot een mullhumustype. De bodem is gelaagd met zowel kleiarm zand als zware zavel. Opvallend is het verloop van het pH-profiel. In de toplaag is de pH laag (4), dieper loopt hij op tot 6,5.

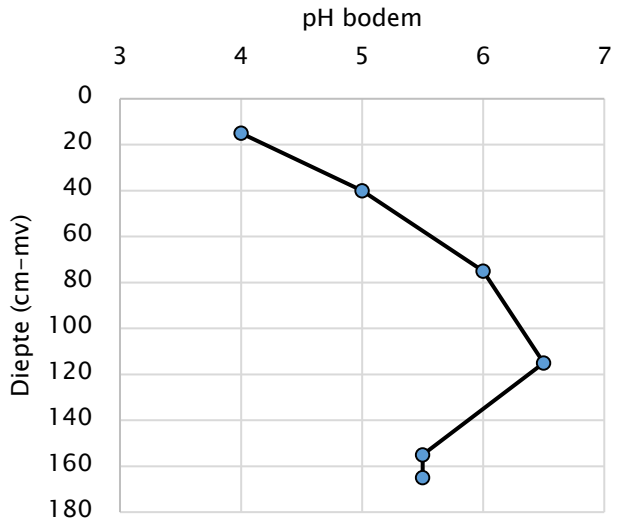
Locatie 1 is opgenomen in een houtwal langs een grasland en daar is een vergelijkbare bodemopbouw, pH-profiel en soorten waargenomen.

Locatie 3 (langs zijtak beek)
Humusvorm Mull
Bodemtype Beekeerdgrond
X 262034 **Y** 481638

Horizont	Diepte (cm)	Toelichting
Ah	0-5	
Cg	5-45	Kleiarm
Cgr1	45-60	Zware zavel
Cgr2	60-70	Kleiarm
Cgr3	70-120	Zware zavel
Cgr4	120-170	Zware zavel met zwakke roest -> dus wel iets doorlatend

Geschatte GHG o.b.v. hydromorfe kenmerken in het bodemprofiel: oorspronkelijk tot in maaiveld (zie roest), actueel onbekend
Geschatte GLG o.b.v. hydromorfe kenmerken in het bodemprofiel: dieper dan 170 cm onder maaiveld

pH-profiel bodem



Knelpunten
Verdroging: Het bos ligt langs een diep ingesneden beek, ingesneden in zand- en kleilagen. De zware zavel in de bodem is nog wel doorlatend, te zien aan de roestverschijnselen. Dat betekent dat de beek het bos draineert, waardoor de waterstanden dieper wegzakken dan oorspronkelijk. Dit uit zich in ruigtesoorten zoals braam. De vochtindicatoren missen: moerasspirea, ruwe smele, ijle zegge, wijfjesvaren en bosandoorn.

Verzuring: Als gevolg van verdroging is de toplaag van de bodem verzuurd en heeft die een pH van 4 (optimaal is 4,5 of hoger).

Exoten: Plaatselijk is rododendron in het bos te vinden, deze soort gaat woekeren en verdringt inheemse flora.

Maatregelen

Noodzakelijk voor instandhouding van het habitattype:

- *Hydrologisch herstel:* Verondiepen van de beken tot ca. 30-40 cm onder maaiveld om verdroging en resulterende verzuring te verminderen.
- *Verwijderen exoten*: Rododendrons verwijderen, daarnaast is aanbevolen andere uitheemse soorten zoals moerascipres en Corsicaanse den te verwijderen.
- *Sturen op rijke strooiselsoorten:* Het aantal rijke strooiselsoorten is behoorlijk hoog op dit moment. Voor de toekomst wordt aanbevolen hierop te blijven sturen door zure strooiselsoorten zoals beuk, den en de exoot paardenkastanje terug te dringen. Rijke strooiselsoorten zoals zoete kers, veldesdoorn, hazelaar worden hierdoor bevoordeeld. Bij locatie 4/5 is concreet het advies om de beuken aan de westzijde van het pad te verwijderen en fijnspar en den aan de oostrand van het bos.

Aanvullend wenselijk:

- *Hydrologisch herstel*: Bij locatie 4 en 5 twee laagtes aanwezig die lokaal draineren. De grond die uit de laagtes kwam in het verleden, ligt ernaast. Aanbeveling is de laagtes op te schonen en de grond terug te schuiven. Voor zover gezien staat daar nu geen bijzondere flora om rekening mee te houden, maar altijd aandacht voor hebben tijdens de uitvoering. Ten noorden van locatie 4 en 5 is en greppel aanwezig aan de westzijde van het pad. Deze greppel afdammen en het water via een te creëren voorde over het pad naar de oostkant leiden, waar het door de slenk kan stromen.
- *Mantel-zoomvegetatie herstellen:* Ter hoogte van locatie 6 is een mooi ontwikkelde mantel-zoomvegetatie aanwezig met onder andere eik en linde. Deze wordt onderbroken door rododendronstruweel. Aanbeveling is de rododendrons te verwijderen en de mantel-zoomvegetatie door te trekken door spontane ontwikkeling toe te staan (o.a. hazelaar komt vanzelf op) en eventueel wat linde aan te planten in kloempen in sterke kokers.

BEUKEN-EIKENBOSSEN MET HULST (H9120)

Het langgerekte perceel langs de Rododendronlaan (locatie 7) dat is aangewezen als Beuken-eikenbossen met Hulst (H9120) kwalificeert zich op dit moment waarschijnlijk niet als habitattype. Voorheen stonden hier Amerikaanse eiken, deze zijn gekapt en een paar jaar geleden is het perceel ingeplant met inheemse boomsoorten zoals winterlinde, haagbeuk, zoete kers en ruwe berk. De lindes zijn zwaar aangevreten door wild, de overige boomsoorten staan nog wel overeind. Voor dit bosperceel worden de volgende aanbevelingen gedaan:

- Opnieuw lindes aanplanten, maar in kloempen en in stevige kokers tegen vraat

Rododendrons langs de laan gaan woekeren en komen het bosperceel in. Plaatselijk wat rode struiken verwijderen om woekeren te beperken en doorkijkjes creëren om beleving van het 1000 jaar oude daar achter gelegen cultuurlandschap mogelijk te maken.

3.3.7 Samenvatting maatregelen per eigenaar

De maatregelen per habitattype per eigenaar zijn in onderstaande tabel samengevat.

	oppervlakte (ha's)				voorgestelde maatregelen		
Naam	**H9120**	**H9160A**	**H91E0C**		**H9120**	**H9160A**	**H91E0C**
	Beuken Eikenbossen met Hulst	**Eiken Haag-beukenbos**	**Vochtig alluviaal bos**		**Beuken Eikenbossen met Hulst**	**Eiken Haagbeukenbos**	**Vochtig alluviaal bos**
Landgoed Egheria, mw Ten Cate	21,77	2,69	1,88		bomen verwijderen	bomen verwijderen	watergang verondiepen
					inplanten rijk strooiselsoorten	inplanten rijk strooiselsoorten	dammen realiseren
					rabatsloten dempen	rabatsloten dempen	bomen verwijderen
					exoten verwijderen struik		
					exoten verwijderen boom		
Dhr. Munsterhuis	3,54				bomen verwijderen		
					inplanten rijk strooiselsoorten		
					rabatsloten dempen		
De Wilmersberg Vastgoed	0,86		1,34		inplanten rijk strooiselsoorten		watergang verondiepen
							exoten verwijderen struik
							exoten verwijderen boom
J.A.M. Koop	0,68		0,29		bomen verwijderen		exoten verwijderen struik
					exoten verwijderen struik		
					inplanten rijk strooiselsoorten		
G.J.B. Koop			0,25				inplanten rijk strooiselsoort
							bomen verwijderen
Dhr Lansink			0,69				aanleg dam
							exoten verwijderen struik
							2 klepduikers
Het Waarrecht			1,51				poelen dempen
							rabatsloten dempen
							exoten verwijderen struik
							exoten verwijderen boom

4 Conclusies en aanbevelingen

Het bossenonderzoek leidt naast de handvatten voor uitwerking maatregelen door Natuurmonumenten en de uitwerkingen voor de overige eigenaren tot de volgende conclusies en aanbevelingen:

Detaillering in inrichtingsplannen en samenwerking

De uitwerkingen voor de eigenaren niet zijnde Natuurmonumenten worden door het OPG besproken met de eigenaren. Wanneer de eigenaren bereid zijn (een deel van) de maatregelen uit te voeren, zullen de uitwerkingen veelal gedetailleerd moeten worden in inrichtingsplannen. Het verdient aanbeveling hierbij te kijken in hoeverre samenwerking met aanliggende eigenaren mogelijk is.

Verwijderen invasieve exoten

In het gebied zijn op meerdere plekken uitheemse invasieve soorten waargenomen zoals Japanse duizendknoop en reuzenbalsemien aangetroffen. Het verdient aanbeveling deze soort op beekdalniveau aan te pakken.

Zoomontwikkelen ten behoeve van fauna

Op één locatie (dhr. Munsterhuis) is specifiek aanbevolen de overgang van het boshabitattype naar korte vegetatie te verzachten door een mantel-zoomvegetatie aan te planten / tot ontwikkeling te laten komen. In algemene zin geldt dat deze maatregel op veel plekken wenselijk is en de biodiversiteit vergroot. De maatregel is niet specifiek noodzakelijk voor realisatie van de Natura 2000 doelstellingen, kan meer beschouwd worden als meekoppelkans die mogelijk ook (groten)deels op eigendommen Natuurmonumenten te realiseren is. Het mag bovendien worden gezien als verbetering van het landbiotoop van de kamsalamander (habitatsoort H1166).

Bosbegrazing niet geadviseerd

In PAS-gebiedsanalyse is de maatregel begrazen (M17) opgenomen om het knelpunt overschrijding kritische depositie (K12, K13 en K14) op te heffen. In de volgende gevallen kan begrazing een positieve bijdrage leven aan de kwaliteiten van het bos:

- gestuurde begrazing kan mogelijk wel worden ingezet voor het bevorderen van structuur en kan in mantel en zoom voordelen brengen op locaties waar structuur een knelpunt is en geen waardevolle loofhoutsoorten begraasd kunnen worden.
- beweiden van Eiken-Haagbeukenbossen is net over de grens bij Oldenzaal in het Bentheimer wald opnieuw leven ingeblazen en kan wellicht bij grotere eenheden > 50-100 ha als een positieve uitdaging worden beschouwd, maar die omvang is binnen Natura 2000 gebied Oldenzaal waarschijnlijk nergens aanwezig.

Bosbegrazing geeft een stimulans van strooiselafbraak in de eerste jaren hoewel deze versnelde afbraak stagneert. Het positieve effect is dus tijdelijk. De grazers hebben doorgaans een sterke voorkeur voor loofhout waardoor er een selectie kan ontstaan op overblijvend naaldhout. Op lange termijn resulteert bosbegrazing daarmee in een met naaldhout gemengd bos met overwegend slecht verteerbaar strooisel.
Voor de bospercelen die zijn onderzocht in het kader van dit onderzoek is bosbegrazing niet geadviseerd vanwege de geringe oppervlakte van het bos en de risico's op vertrapping.

Strooisel verwijderen niet geadviseerd

De maatregel strooisel verwijderen (M18) om het knelpunt overschrijding kritische depositie (K12, K13 en K14) op te heffen wordt niet wenselijk geacht voor de boshabitattypen Beuken-eikenbossen met hulst (H9120), Eiken-haagbeukenbossen (H9160A) en Vochtige alluviale bossen (H91E0C).

Met het verwijderen van strooisel wordt bedoeld het verwijderen van de L-laag. In de praktijk zal dit moeilijk zijn en zullen ook de H horizonten worden verstoord dan wel verwijderd. Het strooisel bevat nog veel nutriënten (het is nog niet afgebroken) en deze worden met deze maatregel uit het systeem verwijderd, hetgeen als onwenselijk wordt beschouwd (de Jong et al., 2012, de Jong et al., 2017).

5 Literatuur

Allison, S.D., D.S. LeBauer, M.R. Ofrecio, R. Reyes, A.-M. Ta & T.M. Tran, 2009. Low levels of nitrogen addition stimulate decomposition by boreal forest fungi. Soil Biology and Biochemistry 41(2): 293-302.

Angeloni, F., P. Vergeer, C. Wagemaker & N. Ouborg, 2014. Within and between population variation in inbreeding depression in the locally threatened perennial scabiosa columbaria. Conservation genetics 15(2): 331-342.

Augusto, L., P. Bonnaud & J. Ranger, 1998. Impact of tree species on forest soil acidification. Forest Ecology and Management 105(1-3): 67-78.

Augusto, L., J. Ranger, D. Binkley & A. Rothe, 2002. Impact of several common tree species of european temperate forests on soil fertility. Ann For Sci 59(3): 233-253.

Beije, H.M., P.W.F.M. Hommel, R.W. de Waal & N.A.C. Smits, 2012. Herstelstrategie h91e0c: Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen). Wageningen. 871-888

Beije, H.M., P.W.F.M. Hommel, R.W.d. Waal & N.A.C. Smits, 2014. Herstelstrategieen h91e0c: Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen).

Beisner, B.E., D.T. Haydon & K. Cuddington, 2003. Alternative stable states in ecology. Frontiers in Ecology and the Environment 1(7): 376-382.

Beuckens, F., 2017. Eeffects of soil variables on population fitness of may lily (maianthemum bifolium) and solomon's seal (polygonatum multiflorum) in noord-brabant (nl). University of Wageningen. Wageningen. 65

Bijlsma, R.J., R. de Waal, E. Verkaik, C. van den Berg & R. Haveman, 2009. Natuurkwaliteit dankzij extensief beheer: Nieuwe mogelijkheden voor beheer gericht op een veerkrachtig bos-en heidelandschap. 1566-7197. Alterra.

Binkley, D. & C. Giardina, 1998. Why do tree species affect soils? The warp and woof of tree-soil interactions. Plant-induced soil changes: Processes and feedbacks, Springer89-106.

Bobbink, R., D. Bal, H.F. van Dobben, A.J.M. Jansen, M. Nijssen, H. Siepel, J.H.J. Schaminée, N.A.C. Smits & W. de Vries, 2012. De effecten van stikstofdepositie op de structuur en het functioneren van ecosystemen. Alterra. Wageningen. 41

Bobbink, R. & J. Hettelingh, 2011. Review and revision of empirical critical loads and dose-response relationships. Nijmegen, Coordination Centre for Effects, National Institute for Public Health and the Environment (RIVM), B-WARE Research Centre

Boberg, J., R.D. Finlay, J. Stenlid, T. Näsholm & B.D. Lindahl, 2008. Glucose and ammonium additions affect needle decomposition and carbon allocation by the litter degrading fungus mycena epipterygia. Soil Biology and Biochemistry 40(4): 995-999.

de Mars, H., 1996. Herstel van een afgeschreven blauwgrasland in de vechtstreek?

De Ruiter, J., W. Van Pul, J. Van Jaarsveld, E. Buijsman, M.-e. Natuurplanbureau & E.N. Luchtbeleid, 2006. Zuur-en stikstofdepositie in nederland in de periode 1981-2002. Milieuen Natuurplanbureau Luchtkwaliteit en Europese Duurzaamheid Rapport 500037005: 2006.

de Jong, A., H. Kros, J. Spijker & W. de Vries, 2017. Houtoogst in relatie tot nutriëntenvoorraden in bossen op droge zandgronden. Wageningen Environmental Research. Driebergen. 32

de Jong, J., R.J. Bijlsma & J. Spijker, 2012. Randvoorwaarden biodiversiteit bij oogst van biomassa. Alterra.

De Schrijver, A., P. Frenne, J. Staelens, G. Verstraeten, B. Muys, L. Vesterdal, K. Wuyts, L. Nevel, S. Schelfhout & S. Neve, 2012. Tree species traits cause divergence in soil acidification during four decades of postagricultural forest development. Global Change Biology 18(3): 1127-1140.

de Waal, R.W. & R.J. Bijlsma, 2003. Bossen van de keileemgronden: Betekenis van stagnerend grondwater voor de ontwikkeling van humusprofiel en vegetatie. Alterra-rapport (

Dobben, H.F. & A.v. Hinsberg, 2008. Overzicht van kritische depositiewaarden voor stikstof, toegepast op habitattypen en natura 2000-gebieden.

E.C.H.E.T.Lucassen, A.J.P.Smolders, J.V.D. Crommenacker & J.G.M.Roelofs, 2004. Effects of stagnating sulphate-rich groundwater on the mobility of phosphate in freshwater wetlands: A field experiment. ArchHydrobiol 160(1): 117-131.

E.C.H.E.T.Lucassen, A.J.P.S.A.L.v.d.S.J.G.M.R., 2004. High groundwater nitrate concentrations inhibit eutrophication of sulphate-rich freshwater wetlands. Biogeochemistry 67: 249-267.

Falkengrengrerup, U. & H. Lakkenborgkristensen, 1994. Importance of ammonium and nitrate to the performance of herb-layer species from deciduous forests in southern sweden. Environmental and Experimental Botany 34(1): 31-38.

Hansen, K., L. Vesterdal, I.K. Schmidt, P. Gundersen, L. Sevel, A. Bastrup-Birk, L.B. Pedersen & J. Bille-Hansen, 2009. Litterfall and nutrient return in five tree species in a common garden experiment. Forest Ecology and Management 257(10): 2133-2144.
Hommel, P., R.W. de Waal, B. Muys, J. Ouden & T. Spek, 2007. Terug naar het lindewoud. Strooiselkwaliteit als basis voor ecologisch bosbeheer KNNV Uitgeverij, Zeist.
Hommel, P.W., T. Spek & R. De Waal, 2002. Boomsoort, strooiselkwaliteit en ondergroei in loofbossen op verzuringsgevoelige bodem; een verkennend literatuur-en veldonderzoek. Alterra.
Hommel, P.W.F.M., R.W. de Waal, B. de; Muys, J. den Ouden & T. Spek, 2007. Terug naar het lindewoud : Strooiselkwaliteit als basis voor ecologisch bosbeheer. Zeist, KNVV Uitgeverij.
Hommel, P.W.F.M., J. den ouden, H.P.J. Huiskens, W.A. Ozinga & N.A.C. Smits, 2016. Herstelstrategie h9120: Beuken-eikenbos met hulst. Alterra. Wageningen. 787-804
Hommel, P.W.F.M., H.P.J. Huiskens, J. Den Ouden, H. Siebel, N.A.C. Smits & V.D. H.F., 2012. Herstelstrategie h9160a: Eiken-haagbeukenbossen (hogere zandgronden). Wageningen. 803-814
Jansen, P.C. & J. Runhaar, 2001. Droogtestress als functie van grondwaterstand en bodemtype. Alterra. Wageningen.
Jones, D.L., T. Eldhuset, H.A. de Wit & B. Swensen, 2001. Aluminium effects on organic acid mineralization in a norway spruce forest soil. Soil-Biology-And-BiochemistryJul 33: 1259-1267.
Keersmaeker, L.d., J. Cornelis & L. Baeten, 2010. Oudbosplanten in vlaanderen. Bosrevue 34: 17-21.
Kooijman, A., 2010. Litter quality effects of beech and hornbeam on undergrowth species diversity in luxembourg forests on limestone and decalcified marl. Journal of Vegetation Science 21(2): 248-261.
Kooijman, A., L. Cammeraat & A.C. Seijmonsbergen, 2017. The luxembourg gutland landscape. Springer.
Lamers, L., E. Lucassen, F. Smolders & J. Roelofs, 2005. Fosfaat als adder onder het gras bijnieuwe natte'natuur'. H2O 38(17): 28.
Lamers, L.P.M., L.L. Govers, I. Janssen, J.J.M. Geurts, M.E.W. Van der Welle, M.M. Van Katwijk, T. Van der Heide, J.G.M. Roelofs & A.J.P. Smolders, 2013. Sulfide as a soil phytotoxin-a review. Frontiers in plant science 4.
Lamers, L.P.M., R. Loeb, A.M. Antheunisse, M. Miletto, E.C.H.E.T. Lucassen, A.W. Boxman, A.J.P. Smolders & J.G.M. Roelofs, 2006. Biogeochemical constraints on the ecological rehabilitation of wetland vegetation in river floodplains. Hydrobiologia 565: 165-186.
Lindahl, B.D., W. de Boer & R.D. Finlay, 2010. Disruption of root carbon transport into forest humus stimulates fungal opportunists at the expense of mycorrhizal fungi. The Isme Journal 4: 872.
Lindahl, B.D., K. Ihrmark, J. Boberg, S.E. Trumbore, P. Högberg, J. Stenlid & R.D. Finlay, 2007. Spatial separation of litter decomposition and mycorrhizal nitrogen uptake in a boreal forest. New Phytologist 173(3): 611-620.
Lorenz, K., C.M. Preston, S. Krumrei & K.-H. Feger, 2004. Decomposition of needle/leaf litter from scots pine, black cherry, common oak and european beech at a conurbation forest site. European Journal of Forest Research 123(3): 177-188.
Lucassen, E., L.J.L. van den Berg, R. Aben, A. Smolders, J. Roelofs & R. Bobbink, 2014. Bodemverzuring en achteruitgang zomereik. Landschap 4: 184-193.
Månsson, K.F. & U. Falkengren-Grerup, 2003. The effect of nitrogen deposition on nitrification, carbon and nitrogen mineralisation and litter c:N ratios in oak (quercus robur l.) forests. Forest Ecology and Management 179(1-3): 455-467.
Muys, B., 1995. The influence of tree species on humus quality and nutrient availability on a regional scale (flanders, belgium). Nutrient uptake and cycling in forest ecosystems, Springer649-660.
Noack, M., 2008. Ökologisch fundierte prognoseverfahren für das wachstum vorangebauter trauben-eichen unter kiefernschirm.
Noack, M., 2009. Zur ertragskundlichen leistungsfähigkeit ausländischer nadelbaumarten im nordostdeutschen tiefland. Eberswalde.
Ozinga, W. & E. Arnolds, 2003. Mycorrhizapaddestoelen als leidraad voor beheeradviezen voor bossen op voedselarme zandgrond. De Levende Natuur 104(5): 177-183.
Reich, P.B., J. Oleksyn, J. Modrzynski, P. Mrozinski, S.E. Hobbie, D.M. Eissenstat, J. Chorover, O.A. Chadwick, C.M. Hale & M.G. Tjoelker, 2005. Linking litter calcium, earthworms and soil properties: A common garden test with 14 tree species. Ecology letters 8(8): 811-818.
Runhaar, H., M.H. Jalink, H. Hunneman, J.P.M. Witte & S.M. Hennekens, 2009. Ecologische vereisten habitattypen. 45
Runhaar, J., M.H. Jalink, H. Hunneman, J.P.M. Witte & S.M. Hennekes, 2009. Ecologische vereisten habitattypen. KWR Watercycle Research Institute. Nieuwegein.

Schröder, A., L. Persson & A.M. De Roos, 2005. Direct experimental evidence for alternative stable states: A review. Oikos 110(1): 3-19.
Smolders, A.J.P., E.C.H.E.T. Lucassen, R. Bobbink, J.G.M. Roelofs & L.P.M. Lamers, 2010. How nitrate leaching from agricultural lands provokes phosphate eutrophication in groundwater fed wetlands: The sulphur bridge. Biogeochemistry 98(1-3): 1-7.
Ulrich, B., 1992. Forest ecosystem theory based on material balance. Ecological Modelling 63(1-4): 163-183.
van den Berg, L., B. Nyssen, E. Desie, G. van Duinen, E. Al, M. Weijters, E. Verbaarschot, R. Bobbink & A. van den Burg, 2018. Correlatief onderzoek rijk-strooiselsoorten in natuurgericht bosbeheer-fase 1. Bosgroep Zuid Nederland. Heeze. 62
Vergeer, P. & N. Ouborg, 2005. Voorwaarden en risico's van herintroductie van planten. De Levende Natuur 106(5): 210-213.
Walker, B., C.S. Holling, S.R. Carpenter & A. Kinzig, 2004. Resilience, adaptability and transformability in social--ecological systems. Ecology and Society 9(2): 5.
Willis, K.J., M. Braun, P. Sümegi & A. Tóth, 1997. Does soil change cause vegetation change or vice versa? A temporal perspective from hungary. Ecology 78(3): 740-750.

Bijlage 1

Onderzoek naar maatregelen gericht op functioneel herstel

In deze bijlage worden de resultaten van lopend onderzoek (veldonderzoek en literatuurstudies) door Bosgroep Zuid-Nederland i.s.m. universiteit van Leuven, universiteit Wageningen, stichting Bargerveen, Staatsbosbeheer, BSP en onderzoek centrum B-WARE beknopt weergegeven (van den Berg et al., 2018). Dit onderzoek geeft een onderbouwing voor maatregelen en boomsoortkeuze onder verschillende omstandigheden en voor de verschillende habitattypen.

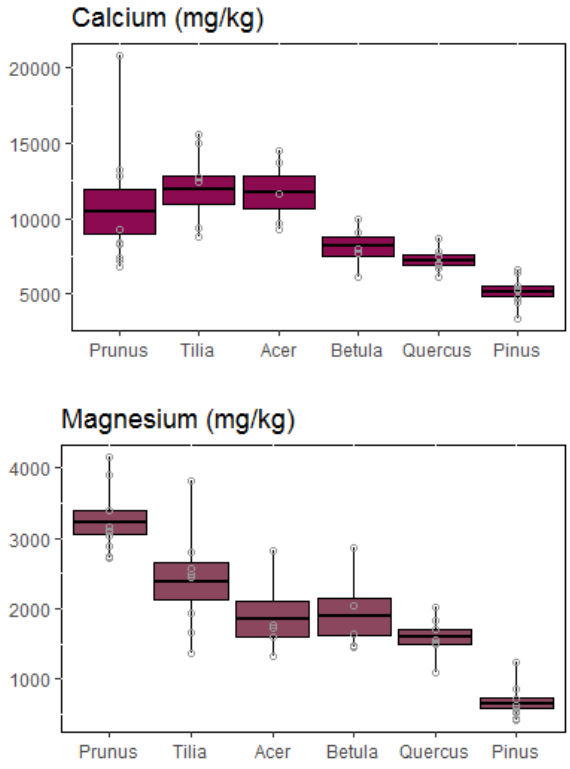
Achtergrond

In arme tot matig voedselrijke bossen kan vermesting van stikstof een groot effect sorteren omdat het de voedselrijkdom direct beïnvloedt. Daarnaast resulteert de overmatige stikstofdepositie ook in een bodemverzuring (Bobbink et al., 2012).
Bodemverzuring kan ook een resultante zijn van de dominante boomsoort. Diverse onderzoeken tonen dat verschillende boomsoorten een verschillend effect hebben op de bodemkwaliteit en bodemvorming (zie referenties in Ulrich 1992, Binkley & Giardina 1998). Dit kan bijvoorbeeld doordat het blad van bepaalde soorten een hoger lignine gehalte kent waardoor het moeilijker afbreekt in de bodem en het koolstofgehalte (en C/N ratio) in de bodem verhoogd of doordat bepaalde soorten complexe zuren produceren waardoor bodems zuur geraken en ook zuur blijven. Eik en beuk zijn goede voorbeelden van voorgaande voorbeelden. Bij een hoge dominantie van beuk en eik treed er een flinke strooiselaccumulatie op van slecht-afbreekbaar strooisel (Augusto et al., 1998, Augusto et al., 2002). De verzuring (pH daling) resulteert in een uitloging van de geringe hoeveelheid basische kationen (zoals calcium, kalium en magnesium) dat beschikbaar is en een toename in de vrije aluminium- en ijzerconcentraties. Het verlies van basische kationen wordt door de overmatige stikstofdepositie en de hieraan gekoppelde verzuring versterkt.
In tegenstelling tot de hierboven genoemde soorten met slecht afbreekbaar, zuur strooisel zijn er ook soorten met rijk, goed afbreekbaar strooisel; de zogenaamde rijk-strooiselsoorten. Linde, esdoorn en zoete kers zijn voorbeelden hiervan. Deze bomen zijn in staat om, op een zelfde standplaats (!), veel meer bufferende kationen zoals calcium in het blad op te slaan dan de zuur-strooiselsoorten. Dit maakt dat de soorten met rijk-strooisel jaarlijks na bladval zorgen voor een aanrijking van de bodem met bufferende kationen. Deze jaarlijkse ontsluiting uit de diepere bodem en aanrijking van de bovenste bodemlaag wordt ook wel de nutriëntenpomp genoemd. Omdat wormen, de belangrijkste verticale humusmengers van de bodem, bij lage pH niet of nauwelijks voorkomen vindt de verplaatsing van humus op verzuurde bodems nauwelijks plaats. De bodems van zure bossen hebben daardoor een kenmerkende humuskwaliteit (Mor tot Mormoder) waarbij de vertering langzaam is en voornamelijk door schimmels plaatsvindt (Lindahl et al., 2007, Lindahl et al., 2010). Als gevolg van de langzame vertering hebben zich hier dikke pakketten strooisel opgebouwd.
Met hun mycelium kunnen schimmels nutriënten opvangen (de Jong et al., 2015). In deze bodems nemen door schimmels en de accumulatie van strooisel en humus (in de O-horizont) de nutriëntgehalten slechts zeer langzaam toe, waardoor vestiging van veeleisende soorten bemoeilijkt wordt. De ontwikkeling van de dikke strooiselpakketten met een dikke H horizont en onder boomsoorten met moeilijk verteerbaar strooisel dat door schimmels wordt afgebroken is een, zichzelf in stand houdend, stabiel ecosysteem (alternative stable state, Beisner et al., 2003, Schröder et al., 2005). Echter, bij een zeer hoge stikstofbelasting functioneren veel schimmels

minder goed en kan verhoogde uitspoeling van nutriënten plaatsvinden (Boberg et al., 2008, Allison et al., 2009).
Als gevolg van de verzuring en vermesting kampt een bos door bovenstaande processen met een onbalans van nutriënten; veel te veel stikstof en steeds minder beschikbaar fosfor (P), calcium (Ca), magnesium (Mg), kalium (K) en mangaan (Mn). De bodems van deze bossen kenmerken zich door een flinke strooiselophoping en geen menging van humus in de minerale bodem. Door verzuring, als gevolg van stikstofdepositie en de verzurende effecten van zuur, moeilijk verteerbaars strooisel zullen met name kationen verloren gaan (De Schrijver et al., 2012, Lucassen et al., 2014) en dit effect is groter in zandgronden dan in leemgronden vanwege het geringe aandeel aan negatief geladen bindingsplaatsen aan zand.
Om vast te stellen hoe verschillende boomsoorten op de zandgronden en lemige zandgronden invloed uitoefenen op het functioneren van de bossen is een grootschalige correlatieve studie naar diverse boomsoorten opgestart (van den Berg et al., 2018). In deze studies werden onderlinge verschillen tussen verschillende rijk- en zuur-strooiselsoorten gekwantificeerd voor parameters in bodemchemie, humusvorm en bodembiota. Metingen werden verricht in 4 zogenaamde ''common gardens'' waar verschillende boomsoorten op dezelfde bodem zijn aangeplant (allen minimaal 30 jaar oud). De effecten van de boomsoort op de bodem- en humusontwikkeling en de biota is daardoor goed te vergelijken (binnen een common garden). Voor de analysen zijn alleen boomsoorten meegenomen waarvan er minstens 5 herhalingen in de dataset aanwezig zijn. De geselecteerde boomsoorten zijn *Prunus* (*serotina, avium*), *Tilia cordata*, *Acer pesudoplatanus*, *Betula pendula*, *Quercus rubra* en *Pinus sylvestris*. Aanvullend werden literatuurstudies verricht en werden de effecten van zomereik, grove den en Linde met elkaar vergeleken.

Rijk-strooiselsoorten

Metingen van de bladeren van 6 veelvoorkomende soorten in het onderzoek toont dat de concentraties calcium en magnesium in het bladmateriaal van *Prunus*, *Tilia* en *Acer* hoger zijn dan voor de andere loofbomen (*Quercus* en *Betula*) en naaldboomsoorten (figuur 1). Calcium, kalium en magnesium zijn meest aanwezig in bladstrooisel en bepalen ook de voornaamste verschillen in kwaliteit tussen de verschillende boomsoorten.



Figuur 1.Totale concentraties calcium en magnesium in blad uitgedrukt in mg/kg.

Op basis van de resultaten in deze studie kunnen *Prunus* soorten, *Tilia* en *Acer* aangeduid worden als **rijk-strooiselsoorten** door de hoge nutriëntenconcentraties calicum en magnesium in hun blad. Dergelijke metingen komen overeen met eerdere studies (Reich et al., 2005).

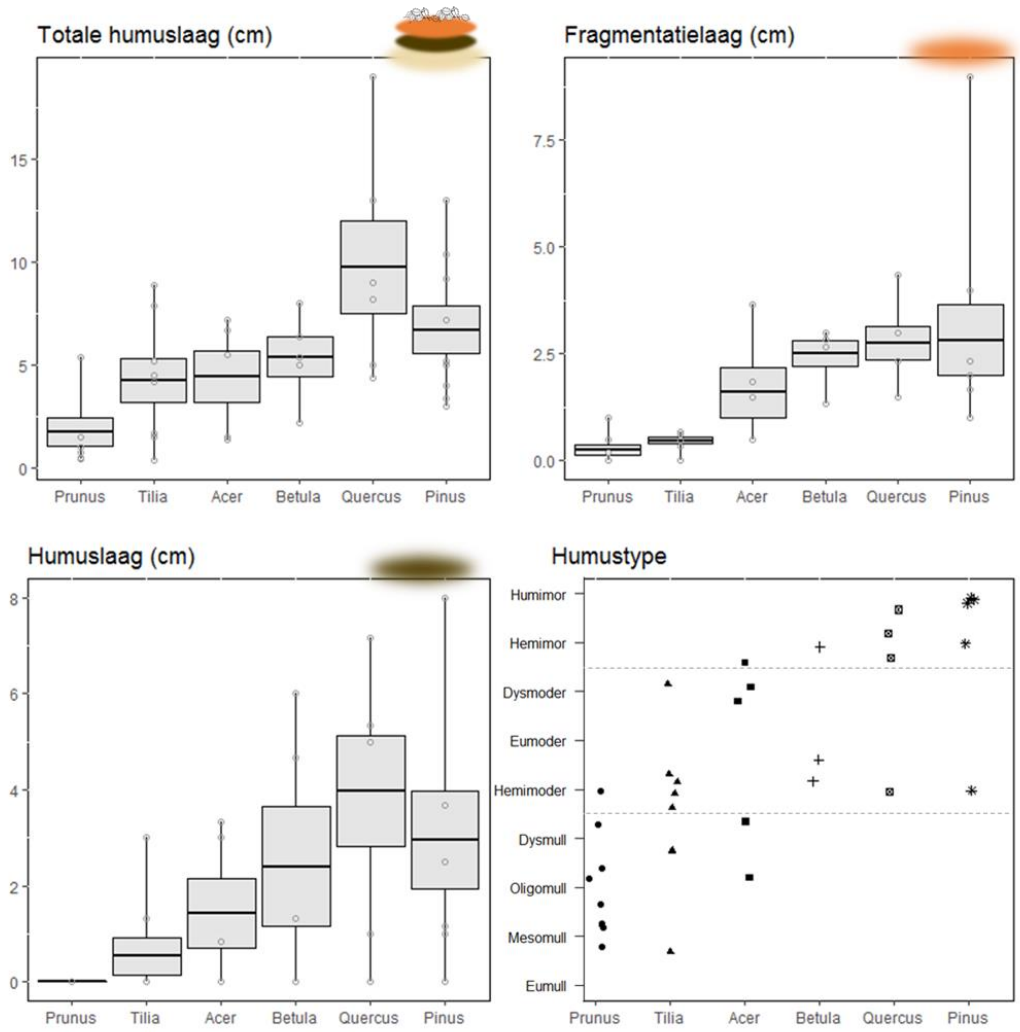
Humus

Humusbeschrijvingen werden gebaseerd op de Europese humusclassificatie (European reference base (Zanella et al. 2014)). Door de relatief grote variabiliteit in humuslagen werden er voor elke plot telkens drie herhalingen uitgevoerd.



Figuur 2. Voorbeeld van mull humusprofiel (onder linde in Heesch) en moder humusprofiel (onder beuk in Heesch)

Boomsoort heeft een significant effect op accumulatie van organisch materiaal in de strooisellaag (figuur 3). Bij *Prunus* is de totale humuslaag het dunst en bij *Quercus* en *Pinus* accumuleert er het meeste strooisel. Dit effect is nog meer uitgesproken in de fragmentatie (OF) en humuslaag (OH). Onder *Prunus* en *Tilia* wordt vaak een mull humustype waargenomen en bij *Pinus* een mor humustype.

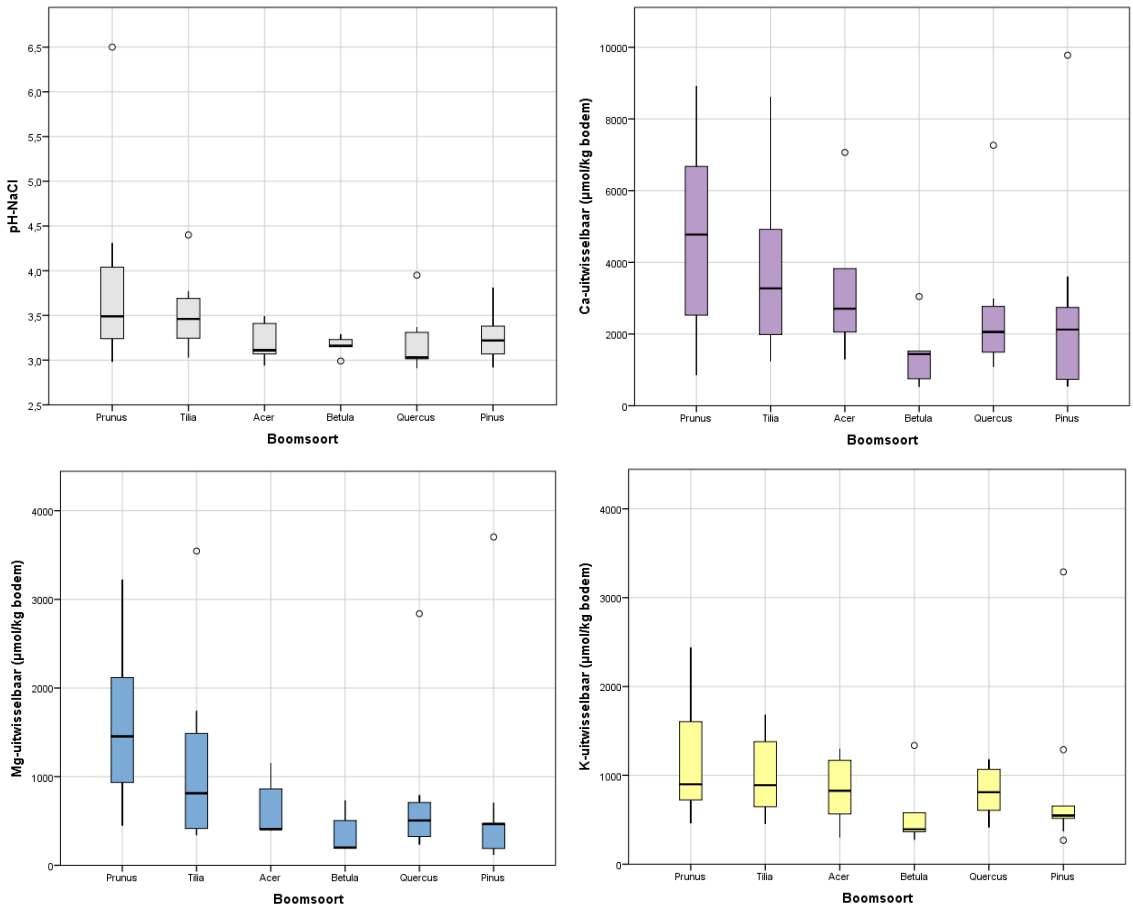


Figuur 3. Boxplots voor totale litterlaag (O), Fragmentatielaag (OF) en Humuslaag (OH). Rechtsonder een figuur waarbij de categorische variabele humustype voor Prunus, Tilia, Acer, Betula, Quercus en Pinus is weergegeven.

De resultaten voor humuskwaliteit corresponderen grotendeels met die van strooiselkwaliteit. Hoe "rijker" het strooisel, hoe sneller de decompositie en hoe minder organisch materiaal er accumuleert in de humuslaag.

Bodemchemie

In de diepere bodemlaag (20-30 cm) werd geen relatie tussen boomsoort op de bodemchemie gevonden. De effecten van boomsoort op de 0-10 cm bodemlaag gaven echter duidelijke trends weer (figuur 4).

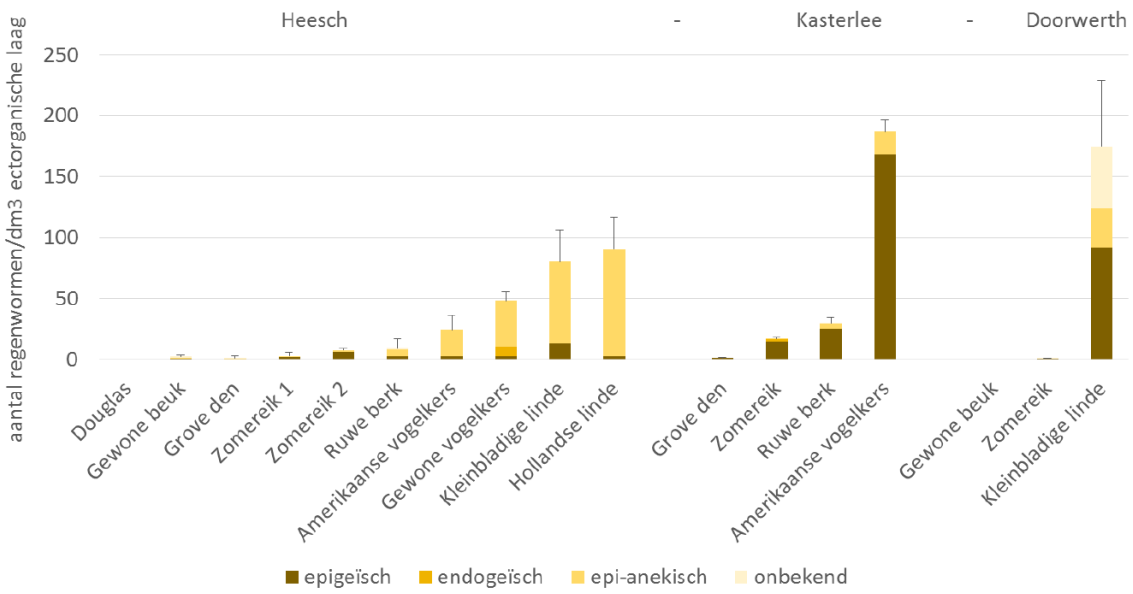


Figuur 4. Boxplots van de pH-NaCl, concentratie uitwisselbaar calcium, magnesium en kalium (in µmol/kg) in de bodem (0-10 cm) per boomsoort (Prunus, Tilia, Acer, Betula, Quercus en Prunus). De Box geeft het bereik tussen het 25e en 75e percentiel weer. De Whiskers (verticale lijnen) geven het bereik tussen het 10e en 90e percentiel. De horizontale streep in de box geeft de mediane waarde van de metingen weer. De stippen geven de uitschieters weer.

Onder Prunus, Tilia en Acer was de concentratie uitwisselbaar calcium in de bodem hoger dan onder Betula, Quercus en Pinus. Onder Prunus werd een significant (p=0,05) lagere uitwisselbare aluminiumconcentratie in de bodem gemeten dan onder Quercus en Betula. Ook werd onder Prunus een significant (p=0,005) hogere basenverzadiging in de bodem gemeten dan onder Betula, Quercus en Pinus. Ook deze resultaten corresponderen met de metingen van de strooiselkwaliteit en tonen dat de bodems onder rijk-strooisel soorten ook beter gebufferd zijn met hogere gehalten aan kationen en lagere aluminium concentraties.

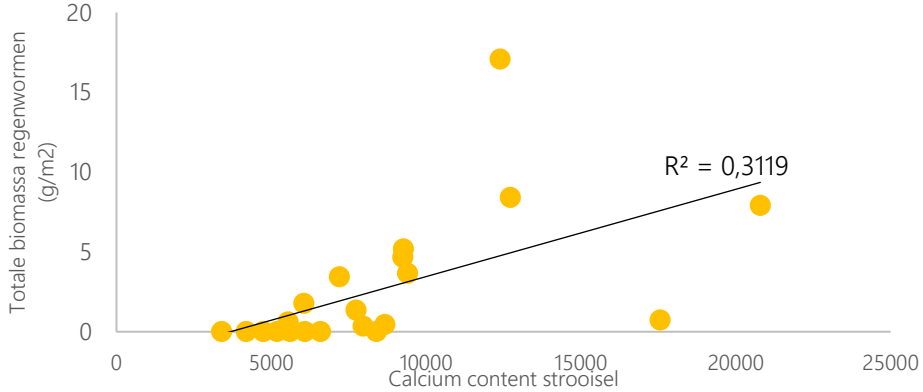
Biota

Bodemorganismen zijn onderzocht op 3 common gardens. Springstaarten, mijten, regenwormen werden zoveel mogelijk op soort gebracht. In alle soortgroepen werden effecten van boomsoort gemeten. Het aantal wormen (en de biomassa, niet getoond hier) neemt duidelijk toe onder rijk-strooiselsoorten zoals Linde en Kers (figuur 5).



Figuur 5. Aantal regenwormen in de ectorganische laag (OL-, OF- en OH-laag) en bodem, uitgedrukt als aantal wormen per dm³ ectorgansche laag. De wormensoorten zijn gegroepeerd in de belangrijkste functionele groepen: endogeïsche regenwormen (geel), epi-anekische regenwormen (licht) en epigeïsche regenwormen (donker).

De toename van het aantal wormen is gerelateerd aan de kwaliteit van het strooisel en dan met name de calcium concentratie in het blad (zie figuur 6), een relatie die ook al eerder (en in sterkere mate) is aangetoond (Reich et al., 2005).



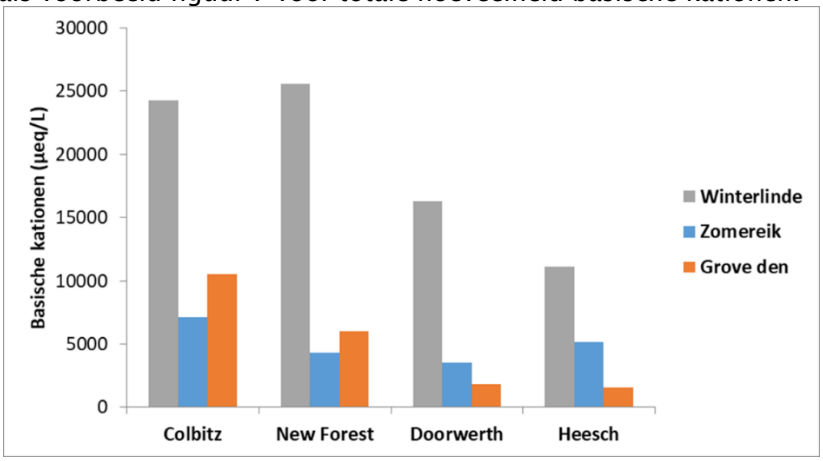
Figuur 6. Relatie regenwormen en calcium in strooisel

Op basis van de bodembiota kunnen de rijk-strooiselsoorten (met name *Tilia* en *Prunus*) worden onderscheiden van de zuur-strooiselsoorten (met name *Pinus, Quercus* en *Fagus*). Onder rijk-strooiselsoorten leven relatief veel oppervlakkig levende springstaarten, veel regenwormen en weinig mosmijten.

Vergelijkingen Linde, Eik en Grove den

In een aanvullend onderzoek heeft Bosgroep Zuid Nederland i.s.m. Unie van Bosgroepen, Universiteit Wageningen, Universiteit Hasselt en onderzoekcentrum B-WARE een vergelijking gemaakt tussen eiken (zomereik), linde (winterlinde) en Grove dennen opstanden in 4 (inter-)nationale bossen op relatieve arme zandbodems. De locaties in de bossen werden dusdanig gekozen dat deze groeiplaatsen vergelijkbaar zijn met groeiplaatsen op droge zandbodems in

Nederland wat betreft pH (in deze onderzochte bossen tussen 3,5-4,5) en hydrologie (GLG > 2 m -mv en geen aanrijking door grondwater). De eiken- , linde en dennenopstanden werden binnen de bossen vergeleken om er zeker van te zijn dat de bodem- en humusprofielen zich ontwikkeld hadden op hetzelfde moedermateriaal in de bodem (de C-horizont). De verschillen die gemeten werden zijn dus verschillen ontstaan onder invloed van de dominante boomsoort. In onderstaande figuren tonen we de resultaten van 4 verschillende bossen: New Forest (VK), Colbitzer Lindenwald (D), Doorwerth (NL) en Heesch (NL) waarbij de ontwikkeling van de bossen ook sterk verschilt in leeftijd. De boslocaties van New forest en Colbitz zijn oud en de ontwikkeling van het bos in New Forest is mogelijk ouder dan 500 jaar. In Colbitz zijn de linden ongeveer 200 jaar en destijds aangeplant in een open eiken bos. Doorwerth kent inmiddels een ontwikkeling van ongeveer 70 jaar onder linde en in Heesch is het bos ongeveer 35 jaar geleden aangeplant op zandgrond.
De soortensamenstelling van de bossen verschilt per land en per opstand. Over het algemeen kan worden gezegd dat onder grove den en eik zich een vegetatie heeft ontwikkeld die kenmerkend is voor zure bossen met soorten als Adelaarsvaren, Bosbes, Bochtige smele en Smalle stekelvaren (toe te schrijven aan het Pino-Quercetum of Fago-Quercetum). Onder Linde heeft zich een veel rijkere grondflora ontwikkeld met soorten als Bosanemoon, Gele dovenetel, Bosgeelster, Grote muur, Dalkruid, Gewone hennepnetel, Robertskruid, Drienerfmuur en Witte klaverzuring (toe te schrijven aan het Stellario-Carpinetum waarbij moet worden aangetekend dat het een subtype betreft dat overeenkomsten vertoond met het subtype H9160B maar waarbij geen kalk aanwezig is). De soorten indiceren een duidelijk verschil in rijkdom in de bodem.
De bodemchemie in de diepe en ondiepe bodems van de onderzochte opstanden toont dat de vegetatieontwikkeling zich heeft voltrokken op relatief zure bodems, ook in de floristisch rijke bossen van Colbitz en New Forest (pH tussen 4,1 en 4,4 en basenverzadiging tussen 15 en 50,1% in de C horizont). In de bovenste laag van de bodem zien we echter flinke verschuivingen in de bodemchemie als gevolg van de dominerende boomsoort met een toename van de basenverzadiging, een toename van calcium, kalium en magnesium en een verlaging van aluminium. Zie als voorbeeld figuur 7 voor totale hoeveelheid basische kationen.



Figuur 7. De hoeveelheid basische kationen in de A horizont (minerale bodem) onder winterinde, zomereik en grove den in de 4 onderzochte bossen in µeq/L bodem.

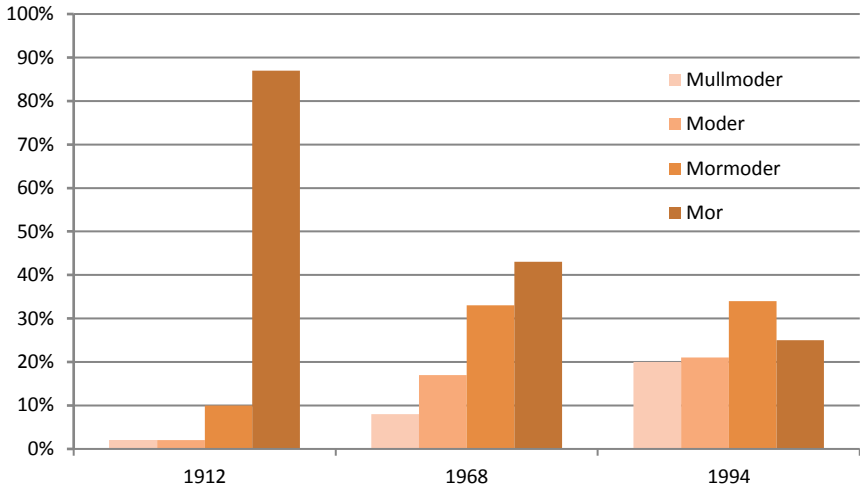
Mede als gevolg van de betere strooiselomzetting onder linde werden ook in de bodem en humusprofielen vergelijkbare verschillen gevonden waarbij de humusprofielen onder Linde zich classificeerden humus van het Mull type (dysmull tot eumull) op holtpodzol terwijl de humusprofielen onder eik en grove den veelal classificeerden als Moder of Mor op veldpodzol of bodems in transitie naar haarpodzol.

Conclusies

Uit het hierboven beschreven onderzoek blijkt een duidelijk effect van de aanwezigheid van een rijk-strooiselsoort als Winterlinde op de bodemchemie, humusopbouw en grondflora. Dit verschil manifesteert zich in zowel de oude buitenlandse referenties als ook de jonge Nederlandse bossen. De linde opstanden in deze bossen behoren floristisch gezien tot het eiken-haagbeukenbos. Het zijn echter bossen met een duidelijk lagere bodem pH en er heerst geen wisselvochtige hydrologie. Deze bossen behoren ook niet tot het kalkrijke eiken-haagbeukenbos. De grootte van het waargenomen ''linde-effect'' varieert en dit is mogelijk een gevolg van de ouderdom van de bossen (de duur van de ontwikkeling) en het feit dat het C horizont iets rijker is in New Forest en Colbitz dan in bijvoorbeeld Heesch.
Ook uit eerdere binnen- en buitenlandse studies komen vergelijkbare resultaten naar voren waaruit het bestaan van extreem verschillende ecosystemen (een bos met rijke bodem en goede strooiselomzetting en een bos op arme bodem met een slechte strooiselomzetting) op eenzelfde bodem blijkt (Muys 1995, Reich et al., 2005, Hansen et al., 2009). Bossen in deze zogenaamde alternatieve stabiele toestanden zullen niet zondermeer overgaan van de ene stabiele toestand naar de andere omdat deze systemen een natuurlijke neiging (attractie) hebben naar de stabiele arme of stabiele rijke toestand (Walker et al., 2004).
De effecten van de boomsoort op de humusontwikkeling en bodemchemie zijn wel afhankelijk van karakteristieken van de standplaats. In verzuurde bodems lijken de verschillen tussen goed afbreekbaar en slecht-afbreekbaar strooiselsoorten groter te zijn dan bij kalkrijke standplaatsen (Kooijman 2010, Kooijman et al., 2017). Deze laatste bodems zijn door de aanwezigheid van buffering dan ook beter bestand tegen verzuring (via bijvoorbeeld stikstofdepositie of input van zuur-strooisel) en hebben een hogere weerstand om in het zure domein te geraken (Muys 1995). Door de jaarlijkse verhoging van de calcium, kalium en magnesium gehalten in de bovenste laag van de bodem fungeren de boomsoorten (met name Linde, Kers en Esdoorn) als nutriëntenpompen. Deze functie van zogenaamde nutriëntenpomp is voor de bufferende kationen veel lager bij soorten als eik, berk, den en beuk.

Maatregelen: Bevorderen bomen met goed afbreekbaar strooisel (Rijk-strooiselsoorten)

Deze maatregel wordt in de gebiedsanalyse aanduid als maatregel nummer M13.
Omdat rijk-strooisel soorten een (relatief) grote hoeveelheid basenrijk strooisel produceren, stimuleren zij de nutriëntenkringloop tussen bodem, boom en fauna (ze functioneren als nutriëntenpomp). Hierdoor remmen ze de verzuring en verrijken ze de bodem waardoor bodemfauna gestimuleerd wordt. De mate waarin dit gebeurt zal sterk afhangen van de beschikbaarheid van nutriënten in de bodem binnen wortelbereik en is soort-specifiek (Hommel et al., 2007). Door de positieve effecten van rijk-strooisel soorten op de bodemkwaliteit kan het gehele ecosysteem profijt hebben van de lokale aanwezigheid van rijk-strooisel soorten. Het inbrengen van rijk-strooiselsoorten is hierom een veelbelovende maatregel om de biodiversiteit via systeemherstel een “boost” te geven.
Eerder onderzoek heeft al aangetoond dat met het bijmengen van rijk-strooiselsoorten een omslag naar rijkere humusvormen kan worden bewerkstelligd (figuur 8) (Noack 2008, 2009).



Figuur 8. De oppervlakte van het bos verdeeld naar humusvorm in het Sauener Wald ten gevolge van het bijmengen van boomsoorten (Brandenburg, BRD)

Dergelijke transities zijn ook waargenomen als gevolg van natuurlijke processen. In een Hongaarse studie werd de relatie tussen het voorkomen van pollen en de bodemchemie in een veenkolom geanalyseerd (Willis et al., 1997). De studie toont een verschuiving van een dennenbos naar een eiken-lindebos in ongeveer 100 jaar. De auteur concluderen dat deze verschuiving vervolgens heeft geresulteerd in het verdwijnen van podzolen en de transitie naar bruine bosbodems over een periode van ongeveer 1000 jaar. Deze studie geeft daarmee aan dat de verschuivingen in soortensamenstelling relatief snel gaat maar dat een transitie naar een stabiele rijkere bodemopbouw zich over een langere periode voltrekt.
De gegevens uit bovenstaande figuur 8 en de resultaten uit het onderzoek naar humus- en bodemopbouw onder linde en eik in Nederland en in New Forest en Colbitz zoals dat hierboven beknopt is beschreven laten duidelijk zien dat de effecten van aanplant van rijk-strooiselsoorten op de bodemchemie, humus- en bodemopbouw in de bovenste 20 centimeter van de bodem relatief snel (tussen 35 -70 jaar) zijn. De resultaten tonen ook dat de effecten positief uitwerken op de basische kationen, de biota en daarmee dus ook op de weerstand van de bodem tegen verzuring en een nutriëntenonbalans.

Bijlage 2

Praktische leidraad voor het omgaan met zeldzame soorten: herintroductie, genetische versterking en verplaatsingen

P. Vergeer (WUR)
R. van der Burg (Bosgroep Zuid Nederland)

1 Inleiding

Door de sterke achteruitgang van soorten en het kleiner en kwetsbaarder worden van populaties zijn soortgerichte beheer- en herstelmaatregelen noodzakelijk geworden. Veelbesproken herstelmaatregelen om (lokaal) uitsterven of achteruitgang van populaties te voorkomen zijn herintroductie en genetische versterking van populaties.
De overweging voor het toepassen van herintroductie of genetische versterking van populaties is niet alleen soort- en gebiedsspecifiek maar wordt tevens sterk bepaald door de gebiedsvisie en doelstellingen van de terreineigenaar. Herintroductie of genetische versterking van populaties wordt uitgevoerd om te voorkomen dat de soort (lokaal) uitsterft of drastisch achteruitgaat. Het kan ook worden uitgevoerd omdat een soort een belangrijke functie in het ecosysteem vervult en met de herintroductie het ecosysteem wordt hersteld of omdat een soort nog ontbreekt in een reeds hersteld ecosysteem en niet zelfstandig het ecosysteem kan bereiken. Tenslotte kan herintroductie een gevolg zijn van de noodgedwongen verplaatsing van in het nauw gedreven populaties.
In dit hoofdstuk wordt beschreven bij welke situaties welke aanpak en methode van herintroductie of populatieversterking geadviseerd wordt. Er is hierbij rekening gehouden met de mate van zeldzaamheid en de voortplantingsmechanismen van de desbetreffende soort. Hierbij worden drie categorieën van zeldzaamheid gehanteerd.

Habitatkwaliteit

Voordat tot herintroductie of genetisch-versterkende maatregelen kan worden overgegaan moet de habitat van de beoogde locatie van voldoende kwaliteit en groot genoeg zijn om een vitale, zichzelf in standhoudende populatie te kunnen huisvesten. Dit is een belangrijke voorwaarde voor herintroductie of genetische versterking van populaties. Hierbij moet de reden van achteruitgang of het uitblijven van spontane vestiging bekend zijn. Deze redenen kunnen zeer divers zijn maar bepalen of en welke herintroductie of populatieversterkende maatregelen nodig zijn.
Vaak komen de resterende, doorgaans nog maar kleine populaties voor in suboptimaal habitat. Wanneer de reden van achteruitgang of het uitblijven van spontane vestiging een (ver)slechte(rde) habitatkwaliteit is, dan moet deze eerst worden verbeterd. In verdroogde delen van de Noord-Brabantse vochtige bossen zijn kwelafhankelijke soorten bijvoorbeeld vaak teruggedrongen tot onderin de greppels/slootkanten. Het herstel van de hydrologie is een belangrijke voorwaarde voor het succes van herintroductie of genetische versterking. In verzuurde situaties is het bijvoorbeeld van primair belang dat de bodem duurzaam hersteld wordt. In veel gevallen betekent dit dat de lage bufferende status van de bodem omhoog gebracht moet worden (bijvoorbeeld door bekalking of steenmeel addities) maar dat ook doorgaande verzuring moet worden tegengegaan door bijvoorbeeld een omvorming van zuur strooisel producerende bomen naar een hoger aandeel rijk-strooisel boomsoorten (zoals linde, esdoorn, iep, kers).
Herstelmaatregelen en werkzaamheden kunnen leiden tot het in gevaar brengen van nog aanwezige relicten van (zeer) zeldzame populaties. Denk hier aan hydrologische herstelmaatregelen die leiden tot de onbedoelde inundatie van een restpopulatie van een zeldzame soort onder in een greppel of noodzakelijke boswerkzaamheden waarbij relictpopulaties onontkoombaar beschadigd dreigen te worden. In dergelijke geval kunnen planten of hele populaties verplaatst worden. Verplaatsing dient ten allen tijden naar geschikt milieu te worden uitgevoerd. Het is raadzaam om in deze gevallen, afhankelijk van de grootte van

de te verplaatsen populatie, de verplaatsing te combineren met herintroductie of genetische versterking van nieuw materiaal.

Geschikt habitat, en dan?

Wanneer de habitat (boomsoorten, bodem, hydrologie en chemie) van voldoende kwaliteit is om de soort te huisvesten, kan bekeken worden of herintroductie of populatieversterkende maatregelen overwogen kunnen worden. In sommige gevallen weet de soort binnen enkele jaren na herstel van habitat het gebied op eigen kracht te koloniseren of wordt de populatie zichtbaar vitaler. Dit laatste is te herkennen aan toenemende bloei, zaadzetting maar vooral aan optredende verjonging. In deze gevallen zijn herintroducties of populatieversterkende maatregelen niet noodzakelijk en worden niet aangeraden.
Wanneer de soort echter nog steeds in populatiegrootte afneemt, ondanks geschikt habitat, dan kunnen populatie versterkende of genetisch versterkende maatregelen nodig zijn. De soort is in dit geval vaak sterk geïsoleerd en zeldzaam tot zeer zeldzaam. Knelpunten als inteelt en genetische drift kunnen hier een belangrijke rol spelen (zie theoretisch kader 1). Populatie- en/of genetisch versterkende maatregelen zijn in dit geval noodzakelijk om te voorkomen dat de soort lokaal verdwijnt (lokale extinctie).
In het geval dat de habitat op orde is maar de soort niet (meer) in het bos aanwezig is en er geen nabijgelegen bestaande populaties zijn van waaruit de soort het gebied kan koloniseren, kan besloten worden tot herintroductie over te gaan om het gehele ecosysteem en de daarbij behorende ecologische processen te completeren.
Wanneer besloten is tot herintroductie of populatie versterkende maatregelen over te gaan, dan biedt zich een scala aan mogelijkheden aan wat betreft manier van aanpak en uitvoering.

Theoretisch kader I

Het gevaar van kleine populaties

De afgelopen decennia zijn veel aanwijzingen gevonden dat kleine populaties een hogere uitsterfkans hebben dan grote populaties (Vergeer & Ouborg 2005, Angeloni et al., 2014). Daar zijn verschillende redenen voor. In kleine populaties neemt de kans op inteelt sterk toe. In kleine populaties is de kans op het treffen van een verwante partner namelijk groter dan in grote populaties en het kan zelfs voorkomen dat uiteindelijk alle individuen familie van elkaar zijn. Inteelt kan zich uiten in een toename van erfelijke afwijkingen; individuen worden vatbaarder voor ziektes, zaden kiemen minder goed etc. Als ingeteelde individuen slechter gaan presteren noemen we dit ‘inteeltdepressie’. Inteeltdepressie is een fenomeen waar veel kleine populaties onder leiden (Leimu et al., 2010). Dit uit zich vaak in verminderde bloei, slechte zaadzetting of zaden die niet goed kiemen, waardoor er veel minder of zelfs geen verjonging meer optreedt. Met name kruisbestuivende soorten zijn gevoelig voor inteeltdepressie (zie ‘’niet alle soorten zijn even gevoelig’’).
Naast gevoeligheid voor inteelt zijn kleine populaties door het kleine aantallen individuen gevoeliger voor ‘toevallige demografische gebeurtenissen’. Door bijvoorbeeld tijdelijke en lokale droogte of door extreme vraat kan een kleine populatie in een keer uitsterven. Kleine plantenpopulaties trekken meestal ook minder insecten aan, waardoor ze nauwelijks worden bestoven en een relatief lage zaadzetting hebben (Oostermeijer et al., 1998).
Genetische toevalsprocessen hebben in kleine populaties een veel grotere invloed dan in grote populaties (Ouborg et al., 1991). Per generatie wordt maar een beperkt deel van de genetische variatie doorgegeven aan de volgende generatie. Hierdoor kan het voorkomen dat, door toeval, een deel van de genetische variatie niet wordt doorgegeven aan de volgende generatie en

'verloren' gaat, een proces dat ook wel 'genetische drift' wordt genoemd. Genetische drift speelt vooral in kleine en geïsoleerde populaties en leidt altijd tot een vermindering van genetische variatie in een populatie en tot een verhoging van genetische differentiatie tussen populaties. Dit laatste speelt met name als de kleine populaties geïsoleerd liggen, waardoor (genetische) uitwisseling met andere populaties niet of nauwelijks meer plaatsvindt. Populaties kunnen dan genetisch steeds minder op elkaar gaan lijken.
Wanneer populaties genetisch niet meer op elkaar lijken, dan dient men bij populatie versterking zeer zorgvuldig te werk te gaan. Herintroductie van niet-lokale planten kan namelijk leiden tot herintroductie van niet-aangepaste planten. Dit kan betekenen dat geherintroduceerde planten, die in hun eigen omgeving goed presteerden, niet goed presteren in hun nieuwe omgeving omdat ze niet of slecht zijn aangepast aan deze nieuwe omgeving zoals bijvoorbeeld is aangetoond bij herintroductie van Blauwe knoop (Vergeer 2005). Naast het risico voor slechte aanpassing van de geherintroduceerde planten zijn er ook risico's voor de eventueel nog aanwezige lokale populatie als niet-lokale planten worden geherintroduceerd. Wanneer populaties met (genetisch vastgelegde) aanpassingen aan de eigen lokale omgeving gekruist worden, dan is er een risico dat deze lokale aanpassingen in het nageslacht verloren gaan. De nakomelingen zullen dan aan geen van beide ouderomgevingen meer zijn aangepast en hierdoor minder vitaal zijn. Dit wordt ook wel uitteeltdepressie genoemd. Door complexe genetische interacties die dan kunnen volgen is het zelfs mogelijk dat door menging van verschillende populaties de vitaliteit van de eigen populatie zodanig wordt aangetast dat dit leidt tot een ineenstorting van de eigen populatie (Frankham et al., 2002). Uit de praktijk weten we dat uitteeltdepressie een uiterst zeldzaam en goed te voorspellen fenomeen is (zie theoretisch kader 2 Frankham et al., 2011).
Uitteeltdepressie wordt daarom beschouwd als een minder groot probleem voor het voortbestaan van kleine, geïsoleerde populatie dan inteeltdepressie (Frankham 2015, 2016). Tevens is gebleken dat, in situaties waar uitteeltdepressie optrad, de populatie door natuurlijke selectie uiteindelijk volledig herstelde (Rieseberg et al., 1996, Edmands et al., 2004, Erickson & Fenster 2006). Dit geldt natuurlijk alleen voor populaties waar voldoende genetische variatie aanwezig was waar natuurlijke selectie op kan ingrijpen. In situaties waar uitteeltdepressie een mogelijk risico vormt blijft het daarom van groot belang bronmateriaal te selecteren op basis van genetische achtergrond. De omgekeerde situatie, het positieve effect van het mengen van verschillende populaties wordt gelukkig veel vaker waargenomen: dat het mengen van verschillende populaties een verhoging van genetische variatie en vitaliteit teweegbrengt. In eerste instantie zal het mengen van genetisch materiaal vaak vanzelfsprekend leiden tot een sterke toename van genetische variatie. Echter als er meer genetische variatie aanwezig is waarop natuurlijke selectie kan inwerken, dan zal dit vaak ook op de langere termijn tot een genetisch variabelere en vitalere populatie leiden.

Niet alle soorten zijn even gevoelig voor inteeltdepressie

Of soorten last hebben van inteelt (inteeltdepressie) is sterk afhankelijk van hun reproductiesysteem. Bij obligate zelfbestuivers zal geen inteeltdepressie optreden. Bij zelfbestuivende soorten die af en toe uitkruisen zal het risico op inteeltdepressie ook laag zijn. Inteeltdepressie wordt vooral waargenomen in kruisbestuivende soorten (Leimu et al., 2010). Onder de kruisbestuivende soorten vallen soorten die in principe moeten worden kruisbestoven maar waar, bij afwezigheid van bestuivers, in beperkte mate ook zelfbestuiving kan plaatsvinden (facultatieve kruisbestuivers), en zelf-incompatibele (SI) planten welke zichzelf niet kunnen bestuiven (obligate kruisbestuivers). Bij deze laatste groep moet altijd gestreefd worden naar introductie van zo veel mogelijk genetisch verschillend ('niet-verwant') materiaal. Onder andere

vanwege bovengenoemde redenen zijn kruisbestuivende soorten, en zelf-incompatibele soorten in het bijzonder, gevoelig voor kleine populatie groottes. Naast de verhoogde trefkans van een verwante partner, zijn kleine populaties bijvoorbeeld ook minder aantrekkelijk voor bestuivers. En minder bestuivers kan weer leiden tot verminderde bestuiving, wat bij kruisbestuivende soorten direct doorwerkt in een verlaagde vitaliteit.
Bij plantensoorten met een gemengd voortplantingssysteem komt zowel zelfbestuiving als kruisbestuiving voor; ca. 20 – 80% van alle bestuivingen zijn zelfbestuivingen. Vanwege dit natuurlijk voorkomend hoge percentage aan zelfbestuiving zijn soorten niet gevoelig voor inteelt(depressie). Uitteeltdepressie kan echter wel optreden als bijvoorbeeld populaties welke zijn aangepast aan verschillende standplaatsen worden gekruist. Deze groep planten is over het algemeen minder gevoelig voor het voorkomen in kleine populaties dan kruisbestuivende soorten. Kleine populaties hoeven hier dus niet meteen zorgwekkend te zijn. Ook hoeft men bij herintroductie of populatieversterkende maatregelen minder rekening te houden met introductie van zoveel mogelijk genetisch verschillend materiaal ('niet-verwante' individuen), zolang er maar voldoende vitaal materiaal wat goed is aangepast aan de nieuwe omstandigheden wordt ingebracht.
Polyploïde soorten zijn soorten met meer dan twee kopieën van homologe chromosomen. Het aantal sets homologe chromosomen dat in de cel aanwezig is wordt de ploïdiegraad genoemd (2n diploïd, 4n tetraploïd, 6n hexaploïd, etc). Er wordt doorgaans minder inteeltdepressie in polyploïde soorten waargenomen (maar wanneer aanwezig, dan is deze echter vaak hardnekkig en lastig 'uit te kruisen') (Dudash & Fenster 2000). Bij polyploïde soorten komen binnen een soort vaak verschillen in ploïdiegraad voor. Door deze chromosomale verschillen zijn polyploïde soorten wel gevoelig voor uitteeltdepressie. Polyploïde soorten zijn net als soorten met een gemengd voortplantingssysteem minder gevoelig voor voorkomen in kleine populaties dan uitkruisende soorten. Als bij een polyploïde soort een verlaagde vitaliteit wordt waargenomen, dan komt dit mogelijk door slechte aanpassing of verlaagde genetische variatie, inteeltdepressie is minder waarschijnlijk.
Klonale soorten of soorten die zich voornamelijk vegetatief voortplanten zijn vanwege het (grotendeels) achterwege blijven van seksuele voortplanting niet gevoelig voor inteelt- of uitteeltdepressie. Ook het voortkomen in kleine populaties is voor deze soorten vaak geen probleem, behalve dat kleine populaties natuurlijk wel gevoeliger blijven voor toevallige desastreuze gebeurtenissen zoals vraat, brand, overstroming, etc). Bij herintroductie of populatieversterkende maatregelen hoeft men dan ook minder rekening te houden met introductie van zoveel mogelijk genetisch verschillende ('niet-verwante') individuen; introductie van vitaal materiaal (bijvoorbeeld via wortelstokken) uit vergelijkbaar habitat zal hier vaak voldoen. Overigens zal het, net als bij zelfbestuivende soorten, niet vaak voorkomen dat herintroductie of populatieversterkende maatregelen voor deze groep planten nodig is.

2 Methode

De manier van aanpak en uitvoering, welk bronmateriaal het beste geselecteerd kan worden, hoeveel individuen uiteindelijk op welke manier moeten worden geïntroduceerd, of er rekening gehouden moet worden met genetische aspecten zoals eventuele lokale aanpassing, risico op inteeltdepressie of uitteeltdepressie of genetische vervuiling, wordt voornamelijk bepaald door de uitgangssituatie. Het is daarom van groot belang dat de uitgangssituatie bekend is.
Er dient rekening gehouden te worden met de mate van zeldzaamheid en de voortplantingsmechanismen van de te herintroduceren/genetisch te versterken soort. In deze leidraad worden drie categorieën van zeldzaamheid worden gehanteerd:
1) Soorten die nationaal zeer zeldzaam zijn en direct met (lokaal) uitsterven worden bedreigd. Populaties liggen vaak geïsoleerd en zijn klein.
2) Soorten die regionaal zeldzaam zijn maar nationaal niet met uitsterven worden bedreigd. Populaties liggen geïsoleerd, de meeste zijn klein maar enkele kunnen ook groot en vitaal zijn.
3) Soorten die niet zeldzaam zijn maar ontbreken in het ecosysteem. Bestaande populaties liggen soms geïsoleerd.

Herintroductie van nationaal zeer zeldzame soorten

Standplaatsenonderzoek

Het doel van een standplaatsenonderzoek is enerzijds om vast te stellen in welk milieu (abiotisch, biotisch en fysisch) de soort optimaal staat, anderzijds om te bepalen of de standplaatscondities van de potentiele bronpopulaties overeenkomen met die van de doellocatie. Voor het vaststellen van optimale standplaatscondities is het belangrijk dat vitale en liefst grote populaties bezocht worden. Bij zeer zeldzame soorten zal hiervoor mogelijk uitgeweken moeten worden naar verder gelegen (inter)nationale populaties. Klimatologische zones mogen echter nooit overschreden worden.
Van elke bezochte populatie wordt de bodemchemie bepaald op gehomogeniseerde mengmonsters per locatie (0-10 cm onder het maaiveld). De bodems worden geanalyseerd op zuurgraad (pH), organische stofgehalte, basische kationen (Ca, K, Mg, Na), stikstof (onderscheid makend tussen NO_3^- en NH_4^+), fosfor en basenverzadiging. Ook dienen hydrologie zoals gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) en gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) te worden bepaald. Tevens moet de bodem geclassificeerd worden aan de hand van de Nederlandse Classificatie Bodem (ten Cate et al., 1995).
De vegetatie wordt beschreven aan de hand van tenminste één representatieve Braun-Blanquet opname per populatie.
Tevens zal de vitaliteit van de populaties worden ingeschat, door populatiegrootte, percentage bloeiende planten, het aantal bloeiwijzen per plant, aantal kiemplanten en de verhouding vegetatieve/generatieve planten te bepalen. Indien mogelijk zal informatie over de populatietrend van de soort worden ingewonnen, of het stabiele, in grootte toe- of afnemende populaties betreft. Deze informatie kan vaak uit databases zoals NDFF of bij experts bij specialistische organisaties zoals FLORON of beheerders worden ingewonnen. Zeldzame soorten die in populatiegrootte achteruitgaan verdienen extra urgentie. Populatieversterkende maatregelen zijn hier vaak gewenst.
Bovenstaande gegevens zullen een goed een beeld geven van de vitaliteit van de populaties in relatie tot de (a)biotische factoren van de standplaatsen. Deze gegevens zijn essentieel voor de selectie van zowel geschikt bronmateriaal (bronlocaties) als geschikte doellocaties voor herintroductie en/of populatieversterkende maatregelen van bestaande populaties. Idealiter

wordt een selectie gemaakt van vitale, liefst grote populaties met standplaatscondities overeenkomend met de uiteindelijke doellocatie of de te versterken populatie.

Genetische screening

Genetische screening wordt sterk geadviseerd bij herintroductie van zeer zeldzame soorten. Populaties van zeer zeldzame soorten zijn vaak al lange tijd geïsoleerd en klein, waardoor de genetische variatie vaak verlaagd is, een hoog risico op inteelt(depressie), en vaak zijn de populaties genetisch gedifferentieerd ten opzichte van andere populaties (zie theoretisch kader I). Door de genetische variatie en genetische verwantschap te bepalen kunnen geschikte bronpopulaties worden geselecteerd en de risico's op inteelt- en uitteeltdepressie tot een minimum worden beperkt (zie theoretisch kader II). Uiteindelijk moet gestreefd worden naar selectie van genetisch enigszins verwante, maar wel genetisch diverse populaties.
Het risico op inteelt- of uitteeltdepressie bij zelfbestuivende soorten en soorten die zich voornamelijk vegetatief voorplanten is verwaarloosbaar laag (of zelfs niet aanwezig). Hier wordt genetische screening geadviseerd om vragen omtrent behoud van genetische integriteit (genetische verwantschappen) te beantwoorden. De genetische screening wordt uitgevoerd op alle potentiele bronpopulaties en indien aanwezig de te versterken doelpopulaties van de betreffende soort. Het advies is om minimaal 20 individuen per populatie te bemonsteren om een goed beeld van de genetische variatie per populatie te krijgen. Bij kruisbestuivers is het primaire doel een risicoanalyse op inteelt- en uitteeltdepressie. Tevens moet er gekeken worden naar genetische verwantschap tussen populaties om de genetische integriteit te waarborgen. Aan de hand van de verkregen gegevens wordt met behulp van genetische verwantschapsanalyses de genetische afstanden tussen de populaties berekend waardoor duidelijk wordt gemaakt welke populaties het meest aan elkaar verwant zijn.

Selectie en opkweken van bronmateriaal

Bij de meeste zeer zeldzame soorten zullen vooral zaden worden verzameld als bronmateriaal voor herintroductie om de bestaande populaties zo min mogelijk te verstoren. Bij de kruisbestuivende soorten is het belangrijk zaad te verzamelen van zoveel mogelijk genetisch verschillende planten. Veel zeldzame kruisbestuivende soorten zijn zelf-incompatibel, wat betekent dat zelfbestuiving of zelfs bestuiving met verwante individuen niet mogelijk is (geen vruchtbare zaadzetting). Geadviseerd wordt planten te selecteren die steeds minimaal 5-10 m uit elkaar liggen om de kans op genetisch verschillende individuen te vergroten (zie theoretisch kader I 'Niet alle soorten zijn even gevoelig voor inteeltdepressie'). Verzamel zaden van tenminste 30-50 (indien mogelijk) verschillende planten per populatie. De zaden worden vervolgens onder optimale omstandigheden in een kas te kiemen gelegd en kiemplanten opgepot in overeenkomstig bodemmateriaal als de doellocaties. Veel soorten vereisen een vorm van stratificatie voor optimale kieming. Zeker bij meerjarige soorten is het vaak aan te bevelen om de zaden te stratificeren om zo de kiemingspercentages te verhogen (Maschinski et al., 2018). De noodzaak voor stratificeren is echter zeer soort specifiek en geadviseerd wordt hiervoor advies in te winnen bij specialisten zoals bijvoorbeeld het consortium van Het Levend Archief. De meest vitale planten kunnen vervolgens op basis van kiemingspercentage, groeisnelheid van de kiemplanten en het standplaatsfactoren onderzoek (vergelijkbare standplaatsfactoren bron- en doellocatie) worden geselecteerd.
Bij zelfbestuivende, klonale of vnl. vegetatief voortplantende soorten en de soorten met een gemengd voortplantingssysteem kunnen de vitale nakomelingen direct voor herintroductiemaatregelen worden ingezet. De vitale nakomelingen van kruisbestuivende soorten

worden verder tot bloei opgekweekt om vervolgens kruisingen uit te voeren tussen planten uit de geselecteerde populaties. De informatie uit de genetische screening (genetische diversiteit, inteelt en genetische verwantschap) en standplaatsonderzoek (vergelijkbaar habitat) wordt meegenomen in deze selectieprocedure. Uit het zaad dat uit deze kruisingen volgt wordt een nieuwe, genetisch diverse generatie planten opgekweekt. Deze nieuwe generatie levert meer planten voor herintroductie en geeft een goede inschatting van de gevolgen van kruisingen tussen verschillende populaties. De vitaliteit van deze nieuwe generatie planten (zaadgewicht, kiemkracht, groeisnelheid) is indicatief voor het herintroductiesucces. Alleen de best presterende planten worden gebruikt voor herintroductie. Minder presterende kruisingscombinaties kunnen indicaties zijn van uitteeltdepressie en zullen niet worden gebruikt.
Bij de herintroductie via zaad moet men rekening houden met lage kiemingspercentages in het veld. Na kieming volgt de kiemplanten-fase, een volgende zeer kritische fase bij de vestiging van planten. Ongunstige weersinvloeden of vraat kan het succes van kieming en vestiging ernstig verlagen (Vergeer et al., 2003). Kieming en overlevingspercentages van zaailingen van 1% of zelfs (veel) lager zijn niet ongebruikelijk (Maschinski & Albrecht 2017). Veel (genetisch) materiaal zal bij herintroductie via zaad hierdoor verloren gaan. Vestigingskansen na herintroductie van jonge planten is velen malen hoger (Vergeer et al., 2004), waardoor er een hogere kans is dat de 'nieuwe' genetische variatie in de populatie wordt opgenomen. Dit is een van de redenen waarom herintroductie met jonge planten overwogen kan worden bij zeer zeldzame soorten (Vergeer et al., 2004).
In onderstaand schema wordt de geadviseerde methodiek voor herintroductie van zeer zeldzame soorten samengevat.

Mate van zeldzaamheid	Type reproductie	Voorbereiding	Bronmateriaal	Uitvoer
Nationaal zeer zeldzaam, (zeer) kleine locaties	Kruisbestuivers	Genetische screening, standplaatsenonderzoek, risicoanalyse uitteeltdepressie*	Zaad van zoveel mogelijk verschillende individuen uit vitale grote populatie(s) uit vergelijkbaar habitat	Planten opkweken vanuit zaad, kruisingen, vitale nakomelingen introduceren (zaad of plant)
	Gemengde voortplanting	Genetische screening, standplaatsenonderzoek, risicoanalyse uitteeltdepressie*	Zaad van vitale individuen uit eigen populatie of uit populatie(s) uit vergelijkbaar habitat, liefst dichtbij	Planten opkweken vanuit zaad, vitale planten introduceren
	Zelfbestuivers	Genetische screening**, standplaatsenonderzoek	Zaad van vitale individuen van populaties uit vergelijkbaar habitat	Introductie via planten na opkweek vanuit zaad
	klonale/vegetatieve voortplanting	Genetische screening**, standplaatsenonderzoek	Zaad of wortelstokken van vitale individuen van populaties uit vergelijkbaar habitat	Introductie via planten na opkweek vanuit zaad of planten na propagatie van vegetatief materiaal

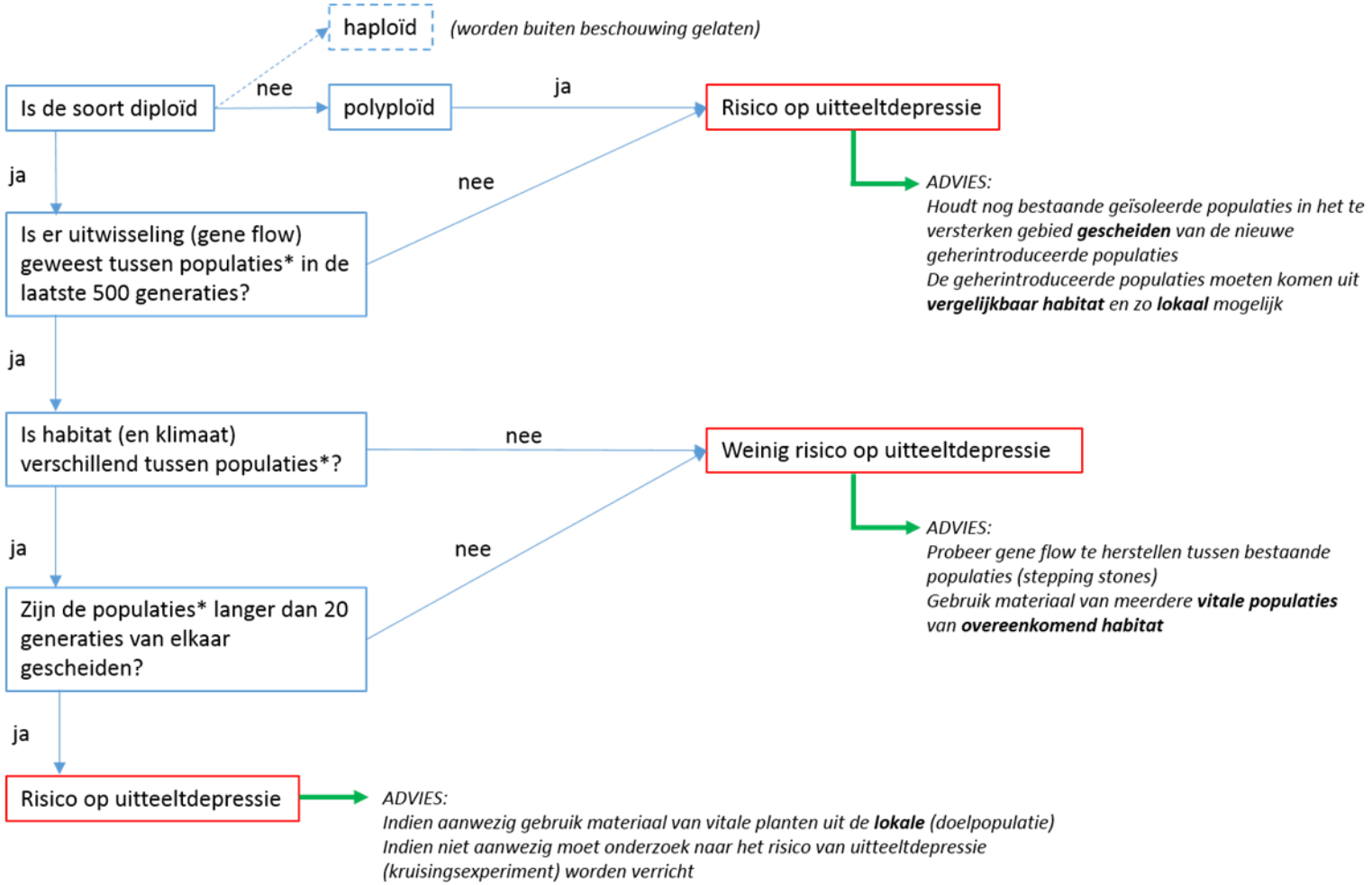
*Uitteeltdepressie (zie theoretisch kader II) vormt een risico bij de herintroductie. Met name bij herintroductie van planten uit verschillend habitat. In dit schema wordt ervan uitgegaan dat geschikt bronmateriaal gevonden kan worden in vergelijkbaar habitat bij lokaal zeldzame en niet zeldzame soorten waardoor het risico op uitteeltdepressie minimaal is.
**Zelfbestuivers (zie theoretisch kader I) hebben geen last van inteelt- of uitteeltdepressie. Genetische screening in deze groep wordt geadviseerd om genetische verwantschappen, en dus vragen omtrent behoud van genetische integriteit, te beantwoorden.

Theoretisch kader II

Hoe groot is het risico op uitteeltdepressie?

Het gevaar voor slechte aanpassing en uitteeltdepressie zijn veel gebruikte argumenten voor het niet toepassen van herintroductie. Zeker bij aanwezigheid van (of mogelijke uitwisseling met) een lokale populatie moet uitteeltdepressie serieus worden genomen. Ernstige uitteeltdepressie kan

immer desastreus kan zijn voor een nog aanwezige lokale populatie. Echter, uitteeltdepressie wordt slechts zelden in natuurlijke situaties waargenomen en is daarbij redelijk voorspelbaar. Uitteeltdepressie kan optreden als genetisch gedifferentieerde populaties met elkaar kruisen, maar deze kans is zeer klein als de populaties uit vergelijkbaar habitat komen. Natuurlijke populaties uit een vergelijkbaar habitat moeten vele generaties (>500) geïsoleerd zijn voordat de nakomelingen na kruising uitteeltdepressie vertonen (Frankham 2016). Echter wanneer populaties uit een verschillend milieu komen, dan kunnen ca. tien generaties volledige isolatie al leiden tot uitteeltdepressie in de nakomelingen na kruisen van de populaties (Hendry et al., 2007).
Niet alleen (diploïde) soorten met geïsoleerde, genetische gedifferentieerde populaties zijn gevoelig voor uitteeltdepressie, in polyploïde soorten kan ook uitteeltdepressie optreden wanneer individuen met verschillend ploïdie-niveau (diploïd 2n, tetraploïd 4n, hexaploïd 6n, etc) met elkaar kruisen (Murray & Young 2001, Stathos & Fishman 2014). Voorbeelden van soorten waar meerdere ploïdie-niveaus voorkomen zijn hybride planten.
Op basis van soorteigenschappen, mate van isolatie en verschil in habitat tussen de populaties kan goed worden ingeschat of er risico is op uitteeltdepressie (zie onderstaand schema). Indien twijfel blijft bestaan kunnen kruisingsexperimenten nog meer inzichten geven. Er zijn verschillende mechanismen die uitteeltdepressie kunnen veroorzaken (Frankham et al., 2011), en afhankelijk van het mechanisme zal uitteeltdepressie al in de eerste, tweede of derde generatie nakomelingen zichtbaar zijn. Voor veel planten is zo'n kruisingsexperiment tot in de derde generatie binnen enkele jaren te realiseren (onder gecontroleerde omstandigheden).
De meeste gevallen van uitteeltdepressie zijn veroorzaakt door kruising tussen populaties van verschillende ondersoorten, populaties met chromosomale verschillen (oa ploïdie-niveau), of lang geïsoleerde populaties welke aangepast zijn aan verschillend habitat. In vrijwel alle situaties bleek uitteeltdepressie een 'tijdelijk' fenomeen. Door natuurlijke selectie bleken de meeste populaties uiteindelijk te herstellen (Rieseberg et al., 1996, Edmands et al., 2004, Erickson & Fenster 2006). Dit kan natuurlijk alleen in populaties waar voldoende genetische variatie geïntroduceerd is.



* Met populaties wordt bedoeld zowel de bron- als de doelpopulatie(s). De verschillen zijn dus de verschillen tussen bronpopulaties én tussen bron- en doelpopulatie(s).

Beslisboom risicoanalyse uitteeltdepressie (aangepast naar Frankham et al., 2017)

Herintroductie van lokaal zeldzame soorten

Deze soorten zijn lokaal zeldzaam en niet altijd aanwezig in grote populaties in de regio. Nationaal zijn vaak wel vitale grote populaties te vinden.
Een standplaatsenonderzoek waarin de mogelijke resterende doelpopulaties en mogelijke bronlocaties worden onderzocht is noodzakelijk. De methodiek hiervan is vergelijkbaar met die van de zeer zeldzame soorten (zie daar).

Selectie en opkweken van bronmateriaal

Een genetische screening is voor deze categorie niet nodig. Zeer waarschijnlijk is er voldoende genetische variatie aanwezig in de grote vitale (regionale) populaties.
Geadviseerd wordt het materiaal te verzamelen uit de nog aanwezige grote en vitale populaties uit vergelijkbaar/overeenkomend habitat als dat van de beoogde doellocatie. Het doel hiervan is genetisch divers materiaal te herintroduceren met een zo laag mogelijke kans op uitteeltdepressie. Dit geldt in het bijzonder belangrijk voor de kruisbestuivers en de planten met een gemengde voortplanting (zie theoretisch kader II). Bij de kruisbestuivers is het van belang om materiaal (zaad) van zoveel mogelijk genetisch verschillende individuen te verzamelen (verschillende moederplanten). Geadviseerd wordt planten te selecteren die steeds minimaal 5–10 m uit elkaar liggen om de kans op genetisch verschillende individuen te vergroten (zie theoretisch kader I 'Niet alle soorten zijn even gevoelig voor inteeltdepressie').
Bij zelfbestuivende en klonale planten wordt geadviseerd zaad of vegetatief materiaal van vitale individuen te verzamelen uit vergelijkbaar/overeenkomend habitat als dat van de beoogde doellocatie.
In deze categorie kunnen de verzamelde zaden en het vegetatieve materiaal direct gebruikt worden voor herintroductie en genetische versterking. Kruisingen zoals bij de zeer zeldzame soorten zijn niet nodig. Voor het gebruik van zaden, zeker wanneer er slechts weinig materiaal beschikbaar is, gelden dezelfde voorwaarden en handelswijzen als bij de zeer zeldzame soorten. Ook hier kan overwogen worden om jonge planten na opkweken vanuit zaad te herintroduceren, zie onderstaand schema.

Mate van zeldzaamheid	Type reproductie	Voorbereiding	Bronmateriaal	Uitvoer
Lokaal zeldzaam, kleine en grote populaties regionaal aanwezig	Kruisbestuivers	Standplaatsenonderzoek, risicoanalyse uitteeltdepressie*	Zaad van zoveel mogelijk verschillende individuen uit vitale grote populatie(s) uit vergelijkbaar habitat	Introductie via zaad of planten na opkweek vanuit zaad
	Gemengde voortplanting	Standplaatsenonderzoek, risicoanalyse uitteeltdepressie*	Zaad van vitale individuen uit eigen populatie of uit populatie(s) uit vergelijkbaar habitat, liefst dichtbij	Introductie via zaad of planten na opkweek vanuit zaad
	Zelfbestuivers	Standplaatsenonderzoek	Zaad van vitale individuen van populaties uit vergelijkbaar habitat	Introductie via zaad of planten na opkweek vanuit zaad
	klonale/vegetatieve voortplanting	Standplaatsenonderzoek	Zaad of wortelstokken van vitale individuen van populaties uit vergelijkbaar habitat	Introductie via zaad of planten na propagatie van vegetatief materiaal

*Uitteeltdepressie (zie theoretisch kader II) vormt een risico bij de herintroductie. Met name bij herintroductie van planten uit verschillend habitat. In dit schema wordt ervan uitgegaan dat geschikt bronmateriaal gevonden kan worden in vergelijkbaar habitat bij lokaal zeldzame en niet zeldzame soorten waardoor het risico op uitteeltdepressie minimaal is.

Herintroductie van niet-zeldzame soorten, maar ontbrekend in ecosysteem

Voor deze soorten zijn regionaal populaties beschikbaar die dienst kunnen doen als bronlocatie. Bronmateriaal is hier zaad en/of vegetatieve delen van de planten die bijvoorbeeld met strooisel of maaisel verzameld kunnen worden.
Het verzamelen van zaad/maaisel of plagsel wordt bij voorkeur uitgevoerd in de nazomer/herfst waarna het gewonnen materiaal meteen wordt ingebracht op de doellocaties. De standplaatscondities van de doellocaties komen overeen met de optimale standplaatscondities voor de betreffende soort en geplagde/geklepelde (vochtige) bodems hebben minimaal een jaar in rust gelegen alvorens deze maatregel wordt uitgevoerd ter voorkoming van zaailingsterfte door te hoge ammoniumconcentraties (Dorland et al., 2003).
Zaad of wortelstokken moeten afkomstig zijn van vitale grote populaties uit vergelijkbaar habitat als de doellocaties (Vergeer et al., 2004). Voor de kruisbestuivende soorten wordt zaad verzameld van tenminste 50 individuen, liefst enkele honderden. Bij de kruisbestuivende soorten moeten deze individuen tenminste enkele meters uit elkaar liggen om te voorkomen dat deze genetisch identiek zijn. Met andere woorden, men probeert hier zaad van tenminste 50 genetische verschillende moederplanten te oogsten.
Onderstaand schema geeft de selectie van bronmateriaal en uitvoer in samenvatting weer.

Mate van zeldzaamheid	Type reproductie	Voorbereiding	Bronmateriaal	Uitvoer
Niet zeldzaam maar ontbrekend in bossysteem	Kruisbestuivers	Standplaatsenonderzoek ahv literatuur/ervaringen	Zaad van zoveel mogelijk verschillende individuen uit vitale grote populatie(s) uit vergelijkbaar habitat	Introductie via zaad inwerken van maaisel/plagsel (strooisel)
	Gemengde voortplanting	Standplaatsenonderzoek ahv literatuur/ervaringen	Zaad uit vitale grote populatie(s) uit vergelijkbaar habitat	Introductie via zaad inwerken van maaisel/plagsel (strooisel)
	Zelfbestuivers	Standplaatsenonderzoek ahv literatuur/ervaringen	Zaad uit vitale populatie(s) uit vergelijkbaar habitat	Introductie via zaad inwerken van maaisel/plagsel (strooisel)
	klonale/vegetatieve voortplanting	Standplaatsenonderzoek ahv literatuur/ervaringen	Zaad of wortelstokken uit grote populatie(s) uit vergelijkbaar habitat	Introductie via inwerken maaisel/plagsel (strooisel)

Grootte van de te herintroduceren populaties

Het is sterk afhankelijk van de omgevingsvariatie en de demografische risico's hoe klein kleine populaties mogen zijn (Van Groenendael 1995). Zo vergroot een meta-populatie structuur de kans op overleving. Verbindingen tussen populaties zijn dus sterk aan te raden. Richtlijn voor een minimale grootte zijn moeilijk te geven vanwege de grote variatie in de omgeving en de soortafhankelijke eigenschappen (en de genetische variatie die binnen de populatie aanwezig is). Een veel gehanteerde richtlijn is de 50-500 regel van Franklin (Franklin 1980). Hierin wordt aangenomen dat een effectieve populatie grootte van 50 individuen (dit zijn 50 genetisch verschillende individuen die daadwerkelijk aan de voortplanting bijdragen) een hoge kans hebben op uitsterven op korte termijn (Albrecht & Maschinski 2012). Bij 500 individuen is de uitsterfkans klein op korte termijn.

Het is dus belangrijk om bij de herintroductie of populatieversterkende maatregelen aantallen van minimaal enkele honderden individuen te gebruiken waarbij voor de kruisbestuivers dit idealiter ook allen genetisch verschillende individuen zijn.

Uitvoering van herstelmaatregelen

Een van de doelen van de herstelmaatregelen is herstel van de habitat van de kenmerkende (bos)soorten van de ecosystemen. Veel van deze soorten zijn echter zeldzaam, populaties zijn klein en groeien bovendien op plekken (slootkanten en laagten) die bij de herstelmaatregelen zodanig kunnen veranderen (te nat worden) dat ze het risico lopen te verdwijnen. Daarnaast kunnen zeldzame soorten op locaties staan die een hoog risico lopen op schade bij herstelmaatregelen of zelfs regulier bosbeheer (bijvoorbeeld als gevolg van verwijderen naaldhout). Vaak wordt in dit soort gevallen geadviseerd om maatregelen geleidelijk uit te voeren, zodat soorten de kans krijgen over de gradiënt naar boven te verplaatsen. In de praktijk blijkt dit echter moeilijk of zelfs niet te realiseren. Soorten verplaatsen zich daarvoor niet snel genoeg (Geertsema & Sprangers 2002).
Zoals aangegeven komen landelijk (zeer) zeldzame soorten veelal voor in kleine gefragmenteerde populaties en is het voor het voortbestaan van de populaties noodzakelijk dat men geen risico neemt tijdens de uitvoer van (herstel)maatregelen. Populaties of satelliet-groeiplaatsen van soorten die op risicovolle plekken staan moeten dus worden gespaard. Hiervoor worden de volgende twee opties voorgesteld:

• De betreffende planten worden uitgraven en verplaatst naar een locatie die geschikt is. Dat kan een plek zijn die in een eerder stadium is verbeterd wat betreft standplaatsfactoren voor de betreffende planten. De verplaatsing is permanent en beheer van de nieuwe locatie moet aangepast worden op de aanwezigheid van deze planten.

• De planten worden met flinke kluit/bodem uitgegraven en tijdelijk opgekuild. Direct na de werkzaamheden worden de planten inclusief kluit teruggeplaatst. Dit is alleen mogelijk bij werkzaamheden als bijvoorbeeld het dempen, verondiepen of afdammen van een greppel of sloot met gebiedseigen, vergelijkbaar bodemmateriaal.

Literatuur (bij Bijlage 2)

Albrecht, M.A. & J. Maschinski, 2012. Influence of founder population size, propagule stages, and life history on the survival of reintroduced plant populations. Plant reintroduction in a changing climate, Springer171-188.

Angeloni, F., P. Vergeer, C. Wagemaker & N. Ouborg, 2014. Within and between population variation in inbreeding depression in the locally threatened perennial scabiosa columbaria. Conservation genetics 15(2): 331-342.

Dorland, E., R. Bobbink, J.H. Messelink & J.T.A. Verhoeven, 2003. Soil ammonium accumulation after sod cutting hampers the restoration of degraded wet heathlands. Journal of Applied Ecology 40: 804-814.

Dudash, M. & C. Fenster, 2000. Inbreeding and outbreeding depression in fragmented populations. Genetics, demography and viability of fragmented populations. Cambridge, Cambridge University Press35-54.

Edmands, S., H. Feaman, J. Harrison & C. Timmerman, 2004. Genetic consequences of many generations of hybridization between divergent copepod populations. Journal of Heredity 96(2): 114-123.

Erickson, D.L. & C.B. Fenster, 2006. Intraspecific hybridization and the recovery of fitness in the native legume chamaecrista fasciculata. Evolution 60(2): 225-233.

Frankham, R., 2015. Genetic rescue of small inbred populations: Meta-analysis reveals large and consistent benefits of gene flow. Molecular Ecology 24(11): 2610-2618.

Frankham, R., 2016. Genetic rescue benefits persist to at least the f3 generation, based on a meta-analysis. Biological Conservation 195: 33-36.

Frankham, R., J.D. Ballou, M.D. Eldridge, R.C. Lacy, K. Ralls, M.R. Dudash & C.B. Fenster, 2011. Predicting the probability of outbreeding depression. Conservation Biology 25(3): 465-475.

Frankham, R., J.D. Ballou, K. Ralls, M. Eldridge, M.R. Dudash, C.B. Fenster, R.C. Lacy & P. Sunnucks, 2017. Genetic management of fragmented animal and plant populations. Oxford University Press.

Frankham, R., D.A. Briscoe & J.D. Ballou, 2002. Introduction to conservation genetics. Cambridge university press.

Franklin, I.R., 1980. Evolutionary change in small populations.

Hendry, A.P., P. Nosil & L.H. Rieseberg, 2007. The speed of ecological speciation. Functional Ecology 21(3): 455-464.

Leimu, R., P. Vergeer, F. Angeloni & N. Ouborg, 2010. Habitat fragmentation, climate change, and inbreeding in plants. Annals of the New York Academy of Sciences 1195(1): 84-98.

Maschinski, J. & M.A. Albrecht, 2017. Center for plant conservation's best practice guidelines for the reintroduction of rare plants. Plant Diversity 39(6): 390-395.

Maschinski, J., J. Possley, C. Walters, L. Hill, L. Krueger & D. Hazelton, 2018. Improving success of rare plant seed reintroductions: A case study of dalea carthagenensis var. Floridana, a rare legume with dormant seeds. Restoration Ecology 26(4): 636-641.

Murray, B. & A. Young, 2001. Widespread chromosome variation in the endangered grassland forb rutidosis leptorrhynchoides f. Muell.(asteraceae: Gnaphalieae). Annals of Botany 87(1): 83-90.

Oostermeijer, J.G.B., S.H. Luijten, Z.V. Křenová & H.C. Den Nijs, 1998. Relationships between population and habitat characteristics and reproduction of the rare gentiana pneumonanthe l. Conservation Biology 12(5): 1042-1053.

Ouborg, N., R. Van Treuren & J. Van Damme, 1991. The significance of genetic erosion in the process of extinction. Oecologia 86(3): 359-367.

Rieseberg, L.H., B. Sinervo, C.R. Linder, M.C. Ungerer & D.M. Arias, 1996. Role of gene interactions in hybrid speciation: Evidence from ancient and experimental hybrids. Science 272(5262): 741-745.

Stathos, A. & L. Fishman, 2014. Chromosomal rearrangements directly cause underdominant f1 pollen sterility in mimulus lewisii-mimulus cardinalis hybrids. Evolution 68(11): 3109-3119.

ten Cate, J.A.M., A.F. van Holst, H. Kleijer & J. Stolp, 1995. Handleiding bodemgeografisch onderzoek. Richtlijnen en voorschriften, deel a: Bodem. Wageningen. 222

Van Groenendael, J., 1995. Hoe klein mogen kleine populaties worden? De Levende Natuur 96(2): 35-39.

Vergeer, P., 2005. Introduction of threatened species in a fragmented and deteriorated landscape. Nijmegen, Radboud Universiteit Nijmegen.

Vergeer, P. & N. Ouborg, 2005. Voorwaarden en risico's van herintroductie van planten. De Levende Natuur 106(5): 210-213.

Vergeer, P., R. Rengelink, A. Copal & N.J. Ouborg, 2003. The interacting effects of genetic variation, habitat quality and population size on performance of succisa pratensis Journal of Ecology 91 18-26.
Vergeer, P., E. Sonderen & N.J. Ouborg, 2004. Introduction strategies put to the test: Local adaptation versus heterosis. Conservation Biology 18(3): 812-821.

Bijlage 3

Nitraat en sulfaat in het grondwater



Notitie: Sulfaat en nitraat in het grondwater

Unie van Bosgroepen

ONDERZOEKCENTRUM B ware



Colofon

Opdrachtgever:	*Gemeente Dinkelland*
Titel:	*Notitie: Sulfaat en nitraat in het grondwater*
Status:	*definitief*
Datum:	*28 januari 2019*
Auteurs:	*L.J.L. van den Berg, J.G.M. Roelofs, A.T. W. Eijsink*
Kaartmateriaal:	*Copyright © 2019, Dienst voor het kadaster en openbare registers, Apeldoorn*
Projectnummer:	

© Coöperatie Unie van Bosgroepen u.a., januari 2019

Postbus 8187
6710 AD EDE
t (0318) 67 26 28
f (0318) 67 26 29
www.bosgroepen.nl

Algemeen

Zwavel (S) en stikstof (N) zijn belangrijke elementen in de nutriëntenkringloop van de bodem. In de jaren 70-90 van vorige eeuw kwamen beide stoffen in overmaat in de natuur als gevolg van depositie uit de atmosfeer (De Ruiter et al., 2006). Tegenwoordig is de zwaveldepositie sterk teruggedrongen en komt zwavel voornamelijk uit de bodem omdat het daar van nature aanwezig is (vaak in de vorm van pyriet). De stikstofdepositie daalt niet zo sterk als de zwaveldepositie waardoor stikstof nog wel in overmaat uit de atmosfeer op de natuur neerslaat. Dit is dan voornamelijk in de vorm van ammoniak (NH_3) en ammonium (NH_4^+). Daarnaast is de bemesting een grote bron van stikstof in de bodem. Ammonium wordt in de bodem makkelijk gebonden aan organische stof en is daardoor redelijk immobiel. Echter, ammonium wordt door bacteriën omgezet tot nitraat (NO_3^-), een proces dat nitrificatie heet. Nitraat is helaas een zeer mobiel ion en kan door uitspoeling naar het (diepere) grondwater makkelijk lager gelegen natuurgebieden bereiken.

Bemesting

Als gevolg van bemesting in de landbouw zullen met name stikstof en fosfor (P) in de bodem toenemen. In ijzerrijke bodems of bodems met ijzerbanken wordt fosfor geïmmobiliseerd in Fe-P complexen. Ammonium en fosfaten worden in droge, ijzer- en organische stof-rijke bodems snel geïmmobiliseerd. Het zeer mobiele nitraat zal echter snel en makkelijk door de bodem bewegen naar diepere delen en het grondwater. Bij vernatting (hogere grondwaterstanden) kan de fosformobilisatie (en uitspoeling naar grondwater) toenemen omdat fosfaten onder zuurstofloze omstandigheden vrijkomen van de Fe-P complexen.

Chemische processen

Nitraat in het grondwater kan onder zuurstofarme omstandigheden optreden als elektron acceptor bij de chemische oxidatie van pyriet (FeS_2) dat in bodems veelvuldig kan voorkomen (Smolders et al., 2010). Hierbij komt sulfaat (SO_4^{2-}) vrij. Sulfaat kan ook vrijkomen als gevolg van verdroging waardoor er zuurstof bij het pyriet kan komen (oxidatie door zuurstof). Als gevolg van verdroging is er ook bodemverzuring. Verzuring resulteert in afname van buffering en een uitspoeling van belangrijke kationen als calcium of kalium.
In bemeste bodems komen fosfaten voor. In ijzerrijke bodems zit ijzer vaak gebonden aan fosfaat (Fe-P). De bindingskracht tussen ijzer en zwavel (S) is echter groter. Hierdoor zal, bij vervuiling met sulfaat (S atomen), het ijzer dat gebonden zit aan de fosfaten worden gebruikt voor de Fe-S binding. De fosfaten die gebonden zaten aan het zwavelatoom komen hierdoor vrij en dit levert vrij fosfaat op. Deze fosfaten resulteren in een toename van de voedselrijkdom (eutrofiering) en toename van soorten van rijke natte milieus zoals Liesgras, Hennegras, Mannagras en Kroos.

Gevolgen voor natuur

Het vrijkomende sulfaat kan, via het grondwater, een sterk negatief effect sorteren op lager gelegen natuurgebieden waar dit grondwater terecht komt. Sulfaat en, zoals gezegd, nitraat (NO_3^-) zijn zogenaamde elektron acceptoren. In de bodem zullen ze, net zoals zuurstof dat doet (ook een elektron acceptor), de afbraak van organisch materiaal bevorderen. Hoge concentraties van dergelijke elektron acceptoren leiden dus tot veenafbraak en afbraak van

organisch materiaal nabij het wateroppervlak. Dit is de reden waarom veenafbraak in bijvoorbeeld broekbossen of blauwgraslanden wordt gerelateerd aan verdroging (zuurstof als elektronacceptor) en de inspoeling van nitraat- of sulfaatrijk water (nitraat of sulfaat als elektronacceptor). De afbraak van het veen leidt tot het vrijkomen van voedingsstoffen die in het organisch materiaal liggen opgeslagen met als gevolg een sterke eutrofiering van de natuur. Bij de afbraak van organische stof wordt daarnaast sulfaat omgezet tot sulfide. Bij hoge concentraties (en weinig ijzer) accumuleert het zwavel atoom (S) als sulfide: S^{2-} en waterstofsulfide: H_2S (bekend als rotte eieren lucht). Sulfide is toxisch voor planten en dieren (Lamers et al., 2013).

Samenvattend

- Verhogingen van sulfaat in het grondwater zijn vaak een indicatie van een toestroom van nitraat (en de omzettingen van pyriet);
- Sulfaat toestroom (via grond- of oppervlaktewater) naar organische stof rijke, veenbodems leiden tot afbraak van het veen en het vrijkomen van nutriënten hieruit (zogenaamde interne eutrofiering);
- Hoge concentraties sulfaat in natte milieus leiden tot sulfidetoxiteit;

Sulfaat toestroom kan in bemeste bodems leiden tot het vrijkomen van fosfaten en daarmee eutrofiering.

Normen

Helaas worden er, ondanks de bekende risico's, voor sulfaat in het grondwater geen grenswaarden gegeven in de bekende profieldocumenten voor habitattypen. Om het risico op eutrofiering als gevolg van sulfaat te bepalen zijn diverse onderzoeken verricht naar de effecten van sulfaat op broekbossen en vochtige habitattypen (E.C.H.E.T.Lucassen et al., 2004, E.C.H.E.T.Lucassen 2004, Lamers et al., 2005, Lamers et al., 2006). Uit dit onderzoek blijkt dat:
Concentraties van sulfaat tot 300µmol/L in het grondwater zijn toelaatbaar om het risico van eutrofiering te beperken. Hogere concentraties in het grondwater zijn veelal het gevolg van oxidatieprocessen (nitraat uitspoeling van landbouw, zie boven) en moeten vermeden worden voor habitattypen als vochtige alluviale bossen of blauwgrasland;
Doorstroming en peilfluctuaties van grondwater in deze vochtige milieus essentieel is om de risico's te beperken. Wanneer vernattingsmaatregelen resulteren in stagnatie vindt er geen oxidatie van gereduceerd S plaats en zal de vrije ijzervoorraad die nog in de bodem aanwezig is (en fosfor kan binden) afnemen. (de reden hiervoor worden toegelicht in de betreffende publicaties).

Advies

Bij sulfaat waarden in grondwater hoger dan 300 µmol/L wordt geadviseerd de bemesting te stoppen in de percelen die volgens isohypsen van het grondwater en stroombanenkaarten invloed hebben op de grondwaterkwaliteit;
Bij percelen waar volgens de stroombanenberekeningen verblijftijden van grondwater korter zijn dan 10 jaar wordt tevens geadviseerd te stoppen met bemesting vanwege hoge risico voor nitraat uitspoeling

Referenties (bij bijlage 3)

Allison, S.D., D.S. LeBauer, M.R. Ofrecio, R. Reyes, A.-M. Ta & T.M. Tran, 2009. Low levels of nitrogen addition stimulate decomposition by boreal forest fungi. Soil Biology and Biochemistry 41(2): 293-302.

Angeloni, F., P. Vergeer, C. Wagemaker & N. Ouborg, 2014. Within and between population variation in inbreeding depression in the locally threatened perennial scabiosa columbaria. Conservation genetics 15(2): 331-342.

Augusto, L., P. Bonnaud & J. Ranger, 1998. Impact of tree species on forest soil acidification. Forest Ecology and Management 105(1-3): 67-78.

Augusto, L., J. Ranger, D. Binkley & A. Rothe, 2002. Impact of several common tree species of european temperate forests on soil fertility. Ann For Sci 59(3): 233-253.

Beije, H.M., P.W.F.M. Hommel, R.W. de Waal & N.A.C. Smits, 2012. Herstelstrategie h91e0c: Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen). Wageningen. 871-888

Beije, H.M., P.W.F.M. Hommel, R.W.d. Waal & N.A.C. Smits, 2014. Herstelstrategieen h91e0c: Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen).

Beisner, B.E., D.T. Haydon & K. Cuddington, 2003. Alternative stable states in ecology. Frontiers in Ecology and the Environment 1(7): 376-382.

Beuckens, F., 2017. Eeffects of soil variables on population fitness of may lily (maianthemum bifolium) and solomon's seal (polygonatum multiflorum) in noord-brabant (nl). University of Wageningen. Wageningen. 65

Bijlsma, R.-J., V. Kint, J. den Ouden, L. Baeten & K. Verheyen, 2010. Successie en bosdynamiek. Bosecologie en bosbeheer, Acco195-217.

Bijlsma, R.J., R. de Waal, E. Verkaik, C. van den Berg & R. Haveman, 2009. Natuurkwaliteit dankzij extensief beheer: Nieuwe mogelijkheden voor beheer gericht op een veerkrachtig bos-en heidelandschap. 1566-7197. Alterra.

Binkley, D. & C. Giardina, 1998. Why do tree species affect soils? The warp and woof of tree-soil interactions. Plant-induced soil changes: Processes and feedbacks, Springer89-106.

Bobbink, R., D. Bal, H.F. van Dobben, A.J.M. Jansen, M. Nijssen, H. Siepel, J.H.J. Schaminée, N.A.C. Smits & W. de Vries, 2012. De effecten van stikstofdepositie op de structuur en het functioneren van ecosystemen. Alterra. Wageningen. 41

Bobbink, R. & J. Hettelingh, 2011. Review and revision of empirical critical loads and dose-response relationships. Nijmegen, Coordination Centre for Effects, National Institute for Public Health and the Environment (RIVM), B-WARE Research Centre

Boberg, J., R.D. Finlay, J. Stenlid, T. Näsholm & B.D. Lindahl, 2008. Glucose and ammonium additions affect needle decomposition and carbon allocation by the litter degrading fungus mycena epipterygia. Soil Biology and Biochemistry 40(4): 995-999.

de Jong, A., H. Kros, J. Spijker & W. de Vries, 2017. Houtoogst in relatie tot nutriëntenvoorraden in bossen op droge zandgronden. Wageningen Environmental Research. Driebergen. 32

de Jong, J., R.J. Bijlsma & J. Spijker, 2012. Randvoorwaarden biodiversiteit bij oogst van biomassa. Alterra.

de Mars, H., 1996. Herstel van een afgeschreven blauwgrasland in de vechtstreek?

De Ruiter, J., W. Van Pul, J. Van Jaarsveld, E. Buijsman, M.-e. Natuurplanbureau & E.N. Luchtbeleid, 2006. Zuur-en stikstofdepositie in nederland in de periode 1981-2002. Milieuen Natuurplanbureau Luchtkwaliteit en Europese Duurzaamheid Rapport 500037005: 2006.

De Schrijver, A., P. Frenne, J. Staelens, G. Verstraeten, B. Muys, L. Vesterdal, K. Wuyts, L. Nevel, S. Schelfhout & S. Neve, 2012. Tree species traits cause divergence in soil acidification during four decades of postagricultural forest development. Global Change Biology 18(3): 1127-1140.

de Waal, R.W. & R.J. Bijlsma, 2003. Bossen van de keileemgronden: Betekenis van stagnerend grondwater voor de ontwikkeling van humusprofiel en vegetatie. Alterra-rapport (

Dobben, H.F. & A.v. Hinsberg, 2008. Overzicht van kritische depositiewaarden voor stikstof, toegepast op habitattypen en natura 2000-gebieden.

E.C.H.E.T.Lucassen, A.J.P.Smolders, J.V.D. Crommenacker & J.G.M.Roelofs, 2004. Effects of stagnating sulphate-rich groundwater on the mobility of phosphate in freshwater wetlands: A field experiment. ArchHydrobiol 160(1): 117-131.

E.C.H.E.T.Lucassen, A.J.P.S.A.L.v.d.S.J.G.M.R., 2004. High groundwater nitrate concentrations inhibit eutrophication of sulphate-rich freshwater wetlands. Biogeochemistry 67: 249-267.
Falkengrengrerup, U. & H. Lakkenborgkristensen, 1994. Importance of ammonium and nitrate to the performance of herb-layer species from deciduous forests in southern sweden. Environmental and Experimental Botany 34(1): 31-38.
Hansen, K., L. Vesterdal, I.K. Schmidt, P. Gundersen, L. Sevel, A. Bastrup-Birk, L.B. Pedersen & J. Bille-Hansen, 2009. Litterfall and nutrient return in five tree species in a common garden experiment. Forest Ecology and Management 257(10): 2133-2144.
Hommel, P., R.W. de Waal, B. Muys, J. Ouden & T. Spek, 2007. Terug naar het lindewoud. Strooiselkwaliteit als basis voor ecologisch bosbeheer KNNV Uitgeverij, Zeist.
Hommel, P.W., T. Spek & R. De Waal, 2002. Boomsoort, strooiselkwaliteit en ondergroei in loofbossen op verzuringsgevoelige bodem; een verkennend literatuur-en veldonderzoek. Alterra.
Hommel, P.W.F.M., R.W. de Waal, B. de; Muys, J. den Ouden & T. Spek, 2007. Terug naar het lindewoud : Strooiselkwaliteit als basis voor ecologisch bosbeheer. Zeist, KNVV Uitgeverij.
Hommel, P.W.F.M., J. den ouden, H.P.J. Huiskens, W.A. Ozinga & N.A.C. Smits, 2016. Herstelstrategie h9120: Beuken-eikenbos met hulst. Alterra. Wageningen. 787-804
Hommel, P.W.F.M., H.P.J. Huiskens, J. Den Ouden, H. Siebel, N.A.C. Smits & V.D. H.F., 2012. Herstelstrategie h9160a: Eiken-haagbeukenbossen (hogere zandgronden). Wageningen. 803-814
Jansen, P.C. & J. Runhaar, 2001. Droogtestress als functie van grondwaterstand en bodemtype. Alterra. Wageningen.
Jones, D.L., T. Eldhuset, H.A. de Wit & B. Swensen, 2001. Aluminium effects on organic acid mineralization in a norway spruce forest soil. Soil-Biology-And-BiochemistryJul 33: 1259-1267.
Keersmaeker, L.d., J. Cornelis & L. Baeten, 2010. Oudbosplanten in vlaanderen. Bosrevue 34: 17-21.
Kooijman, A., 2010. Litter quality effects of beech and hornbeam on undergrowth species diversity in luxembourg forests on limestone and decalcified marl. Journal of Vegetation Science 21(2): 248-261.
Kooijman, A., L. Cammeraat & A.C. Seijmonsbergen, 2017. The luxembourg gutland landscape. Springer.
Lamers, L., E. Lucassen, F. Smolders & J. Roelofs, 2005. Fosfaat als adder onder het gras bijnieuwe natte'natuur'. H2O 38(17): 28.
Lamers, L.P.M., L.L. Govers, I. Janssen, J.J.M. Geurts, M.E.W. Van der Welle, M.M. Van Katwijk, T. Van der Heide, J.G.M. Roelofs & A.J.P. Smolders, 2013. Sulfide as a soil phytotoxin-a review. Frontiers in plant science 4.
Lamers, L.P.M., R. Loeb, A.M. Antheunisse, M. Miletto, E.C.H.E.T. Lucassen, A.W. Boxman, A.J.P. Smolders & J.G.M. Roelofs, 2006. Biogeochemical constraints on the ecological rehabilitation of wetland vegetation in river floodplains. Hydrobiologia 565: 165-186.
Lindahl, B.D., W. de Boer & R.D. Finlay, 2010. Disruption of root carbon transport into forest humus stimulates fungal opportunists at the expense of mycorrhizal fungi. The Isme Journal 4: 872.
Lindahl, B.D., K. Ihrmark, J. Boberg, S.E. Trumbore, P. Högberg, J. Stenlid & R.D. Finlay, 2007. Spatial separation of litter decomposition and mycorrhizal nitrogen uptake in a boreal forest. New Phytologist 173(3): 611-620.
Lorenz, K., C.M. Preston, S. Krumrei & K.-H. Feger, 2004. Decomposition of needle/leaf litter from scots pine, black cherry, common oak and european beech at a conurbation forest site. European Journal of Forest Research 123(3): 177-188.
Lucassen, E., L.J.L. van den Berg, R. Aben, A. Smolders, J. Roelofs & R. Bobbink, 2014. Bodemverzuring en achteruitgang zomereik. Landschap 4: 184-193.
Månsson, K.F. & U. Falkengren-Grerup, 2003. The effect of nitrogen deposition on nitrification, carbon and nitrogen mineralisation and litter c:N ratios in oak (quercus robur l.) forests. Forest Ecology and Management 179(1-3): 455-467.
Muys, B., 1995. The influence of tree species on humus quality and nutrient availability on a regional scale (flanders, belgium). Nutrient uptake and cycling in forest ecosystems, Springer649-660.

Noack, M., 2008. Ökologisch fundierte prognoseverfahren für das wachstum vorangebauter trauben-eichen unter kiefernschirm.
Noack, M., 2009. Zur ertragskundlichen leistungsfähigkeit ausländischer nadelbaumarten im nordostdeutschen tiefland. Eberswalde.
Ozinga, W. & E. Arnolds, 2003. Mycorrhizapaddestoelen als leidraad voor beheeradviezen voor bossen op voedselarme zandgrond. De Levende Natuur 104(5): 177-183.
Reich, P.B., J. Oleksyn, J. Modrzynski, P. Mrozinski, S.E. Hobbie, D.M. Eissenstat, J. Chorover, O.A. Chadwick, C.M. Hale & M.G. Tjoelker, 2005. Linking litter calcium, earthworms and soil properties: A common garden test with 14 tree species. Ecology letters 8(8): 811-818.
Rothe, A., C. Huber, K. Kreutzer & W. Weis, 2002. Deposition and soil leaching in stands of norway spruce and european beech: Results from the höglwald research in comparison with other european case studies. Plant and Soil 240(1): 33-45.
Runhaar, H., M.H. Jalink, H. Hunneman, J.P.M. Witte & S.M. Hennekens, 2009. Ecologische vereisten habitattypen. 45
Runhaar, J., M.H. Jalink, H. Hunneman, J.P.M. Witte & S.M. Hennekes, 2009. Ecologische vereisten habitattypen. KWR Watercycle Research Institute. Nieuwegein.
Schröder, A., L. Persson & A.M. De Roos, 2005. Direct experimental evidence for alternative stable states: A review. Oikos 110(1): 3-19.
Smolders, A.J.P., E.C.H.E.T. Lucassen, R. Bobbink, J.G.M. Roelofs & L.P.M. Lamers, 2010. How nitrate leaching from agricultural lands provokes phosphate eutrophication in groundwater fed wetlands: The sulphur bridge. Biogeochemistry 98(1-3): 1-7.
Tietema, A., H. van Hoek & M. de Jonge, 1998. Nitraatuitspoeling vanuit veluwse bossen naar het grondwater: Een kwestie van beheer? Nederlands Bosbouwtijdschrift 70.
Ulrich, B., 1992. Forest ecosystem theory based on material balance. Ecological Modelling 63(1-4): 163-183.
van den Berg, L., B. Nyssen, E. Desie, G. van Duinen, E. Al, M. Weijters, E. Verbaarschot, R. Bobbink & A. van den Burg, 2018. Correlatief onderzoek rijk-strooiselsoorten in natuurgericht bosbeheer-fase 1. Bosgroep Zuid Nederland. Heeze. 62
Vergeer, P. & N. Ouborg, 2005. Voorwaarden en risico's van herintroductie van planten. De Levende Natuur 106(5): 210-213.
Walker, B., C.S. Holling, S.R. Carpenter & A. Kinzig, 2004. Resilience, adaptability and transformability in social--ecological systems. Ecology and Society 9(2): 5.
Walther, G.-R., S. Berger & M.T. Sykes, 2005. An ecological 'footprint'of climate change. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences 272(1571): 1427-1432.
Willis, K.J., M. Braun, P. Sümegi & A. Tóth, 1997. Does soil change cause vegetation change or vice versa? A temporal perspective from hungary. Ecology 78(3): 740-750.



Knelpuntenanalyse Vecht

Arriën, Stekkenkamp, Prathoek & De Maat

Unie van Bosgroepen

ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

Foto voorkant: habitattype Ruigten en zomen (H6430) in het noordwesten van Prathoek. Goed ontwikkeld met o.a. Moerasspirea, Lange ereprijs en Poelruit.

Colofon

Opdrachtgever:	Waterschap Vechtstromen
Titel:	Knelpuntenanalyse Vecht – Arriën 1 t/m 5, Stekkenkamp, Prathoek en De Maat
Status:	Definitief
Datum:	27 augustus 2019
Auteurs:	A.A.M. Kieskamp & A.T.W. Eysink (Unie van Bosgroepen) W. Bakx & M. Arens (Arcadis)
Projectleider:	G.H. Bulten (Unie van Bosgroepen)
Foto's:	A.T.W. Eysink & A.A.M. Kieskamp
Kaartmateriaal:	Copyright © 2018, Dienst voor het kadaster en openbare registers, Apeldoorn
Projectnummer:	18.31.738.01

© Coöperatie Unie van Bosgroepen u.a., augustus 2019
Postbus 8187
6710 AD EDE
t (0318) 67 26 28
f (0318) 67 26 29
www.bosgroepen.nl

Inhoudsopgave

1 Inleiding 11
- 1.1 Aanleiding
- 1.2 Vraagstelling
- 1.3 Afbakening
- 1.4 Leeswijzer

2 Methode 13
- 2.1 Vegetatie
- 2.2 Hydrologie
- 2.3 Knelpuntenanalyse
- 2.4 Meetplan aanvullend (chemisch) onderzoek
- 2.5 Kansen voor kwaliteitsverbetering en uitbreiding

3 Kenschets 16
- 3.1 Natura 2000-doelen
- 3.2 Arriën 1 t/m 5
- 3.3 Stekkenkamp
- 3.4 Prathoek
- 3.5 De Maat

4 Vegetatie en flora 21
- 4.1 Inleiding
- 4.2 Arriën 1 t/m 5
- 4.3 Stekkenkamp
- 4.4 Prathoek
- 4.5 De Maat
- 4.6 Conclusie vegetatie

5 Hydrologie 32
- 5.1 Inleiding
- 5.2 Arriën 1 t/m 5
- 5.3 Stekkenkamp
- 5.4 Prathoek
- 5.5 De Maat
- 5.6 Conclusie hydrologie

6 Knelpuntenanalyse 58
- 6.1 Arriën
- 6.2 Stekkenkamp
- 6.3 Prathoek
- 6.4 De Maat

6.5 Meetplan aanvullend onderzoek

7 Kansen voor kwaliteitsverbetering en uitbreiding 64
7.1 Kwaliteitsverbetering
7.2 Uitbreiding

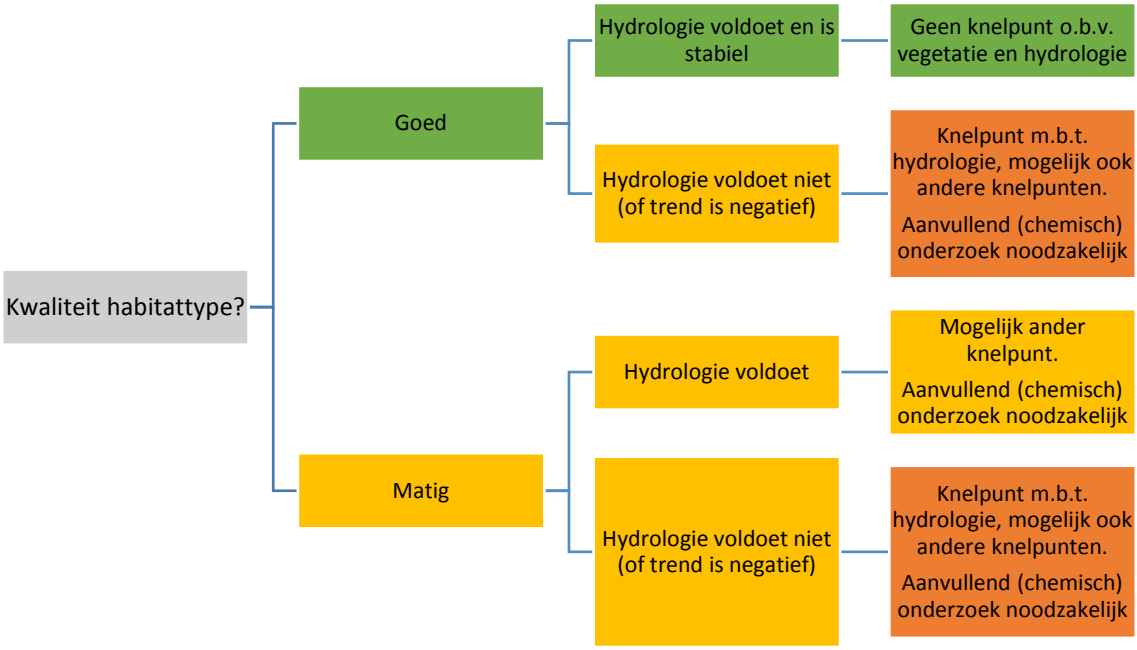
Literatuur 70

Bijlagen 72
Bijlage 1: Methode uitgebreide beschrijving
Bijlage 2: Peilbuislocaties en metadata
Bijlage 3: Habitattypenkaarten
Bijlage 4: Peilbuizen GxG's en betrouwbaarheid verlengde reeksen
Bijlage 5: Inundatiekaarten >20 dagen/jaar

Samenvatting

Aanleiding en aanpak

KWR heeft in 2016 een ecohydrologische verkenning uitgevoerd naar de belangrijkste deelgebieden in het stroomgebied van de Vecht. De algemene conclusie was dat diverse kennislacunes vooralsnog een zorgvuldige keuze van maatregelen in de weg staat. Waterschap Vechtstromen heeft daarom gevraagd om allereerst een knelpuntenanalyse uit te voeren voor vier deelgebieden in het Vechtdal: Arriën 1 t/m 5, Stekkenkamp, Prathoek en De Maat. Het doel is om de knelpunten in beeld te krijgen voor de grondwaterafhankelijke, aangewezen habitattypen, namelijk Vochtige alluviale bossen (H91E0C) en Ruigten en zomen (H6430A). Ook is gevraagd om inzicht te geven in kansen voor het realiseren van kwaliteitsverbetering en uitbreidingsdoelstellingen van deze habitattypen. De bestaande informatie is als vertrekpunt voor de knelpuntenanalyse van de aangewezen, grondwaterafhankelijke habitattypen genomen. Verder is een aanpak gehanteerd volgens onderstaand stroomschema. Uit deze aanpak volgt per habitattypevlak of er een knelpunt is op gebied van vegetatie en/of hydrologie.

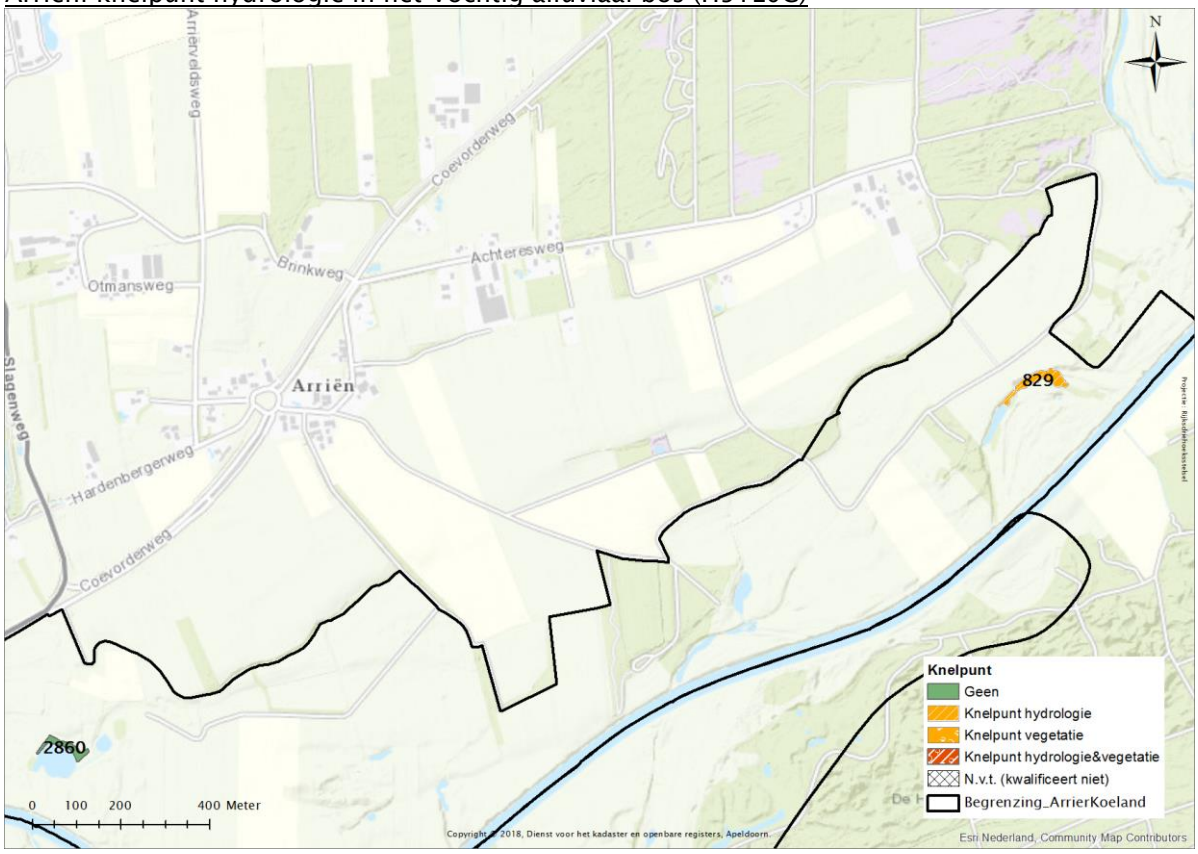


Knelpunten vegetatie en hydrologie

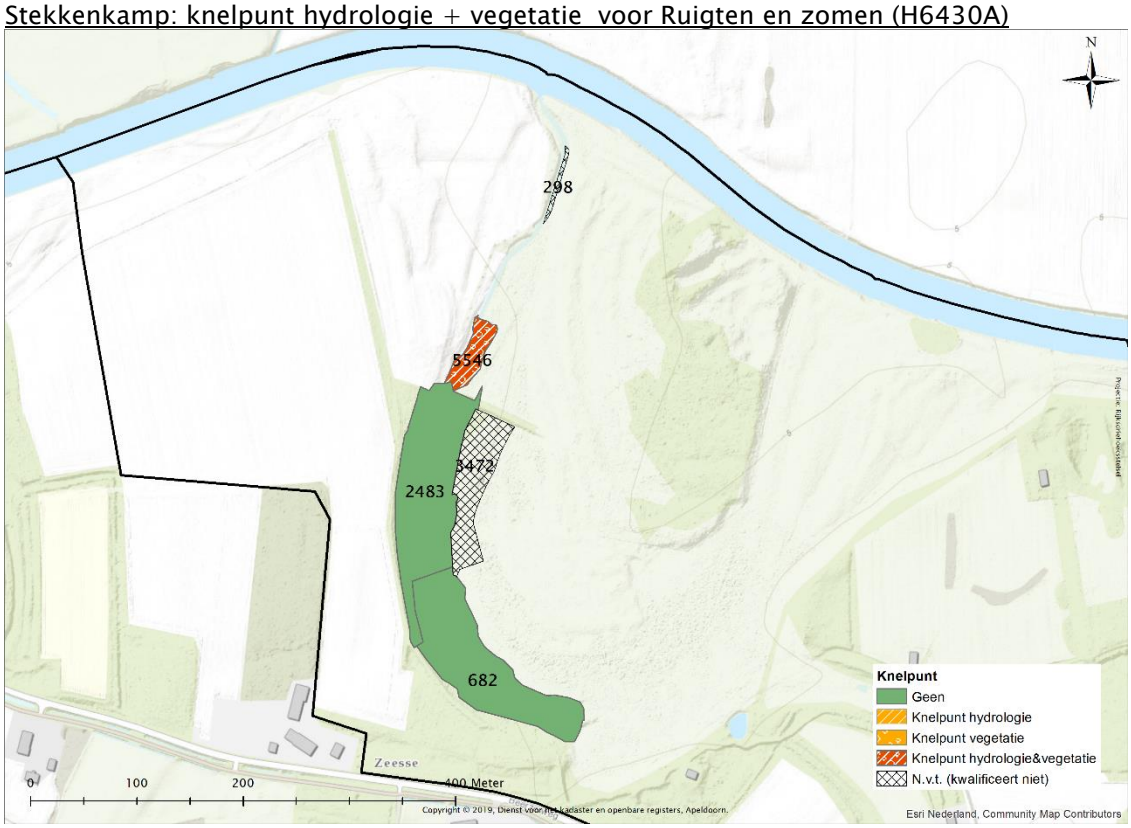
De resultaten per vlak zijn opgenomen in onderstaande tabel. Daarna volgen kaarten per gebied met het “eindoordeel”.

ID	Habitattype	Kwaliteit o.b.v. vegetatie (zie 4.6.)	Knelpunt hydrologie (zie 5.6.)	Eindoordeel
Arriën				
2860	H6430A Ruigten en zomen	Matig	Nee	Geen knelpunt
829	H91E0C Vochtige alluviale bossen	Goed	Naar verwachting wel	Hydrologie
Stekkenkamp				
5546	H6430A Ruigten en zomen	Matig	Naar verwachting wel	Hydrologie + vegetatie
3472	“ “ “	Kwalificeert niet	n.v.t.	
298	“ “ “	Kwalificeert niet	n.v.t.	
2483	H91E0C Vochtige alluviale bossen	Goed	Nee	Geen knelpunt
682	“ “ “	Goed	Nee	Geen knelpunt
Prathoek				
2944	H6430A Ruigten en zomen	Matig	Ja	Hydrologie + vegetatie
1136	“ “ “	Matig	Ja	Hydrologie + vegetatie
1267	“ “ “	Matig	Ja	Hydrologie + vegetatie
1133	“ “ “	Matig	Ja	Hydrologie + vegetatie
5591	“ “ “	Matig	Naar verwachting wel	Hydrologie + vegetatie
5467	“ “ “	Kwalificeert niet	n.v.t.	
2484	“ “ “	Goed	Nee	Geen knelpunt
4258	“ “ “	Goed	Naar verwachting niet	Geen knelpunt
1023	“ “ “	Matig	Ja	Hydrologie + vegetatie
2902	“ “ “	Matig	Ja	Hydrologie + vegetatie
3105	“ “ “	Matig	Ja	Hydrologie + vegetatie
764	H91E0C Vochtige alluviale bossen	Matig	Naar verwachting wel	Hydrologie + vegetatie
3922	“ “ “	Goed	Naar verwachting wel	Hydrologie
2948	“ “ “	Goed	Naar verwachting niet	Geen knelpunt
De Maat				
2710	H91E0C Vochtige alluviale bossen	Matig	Ja	Hydrologie + vegetatie

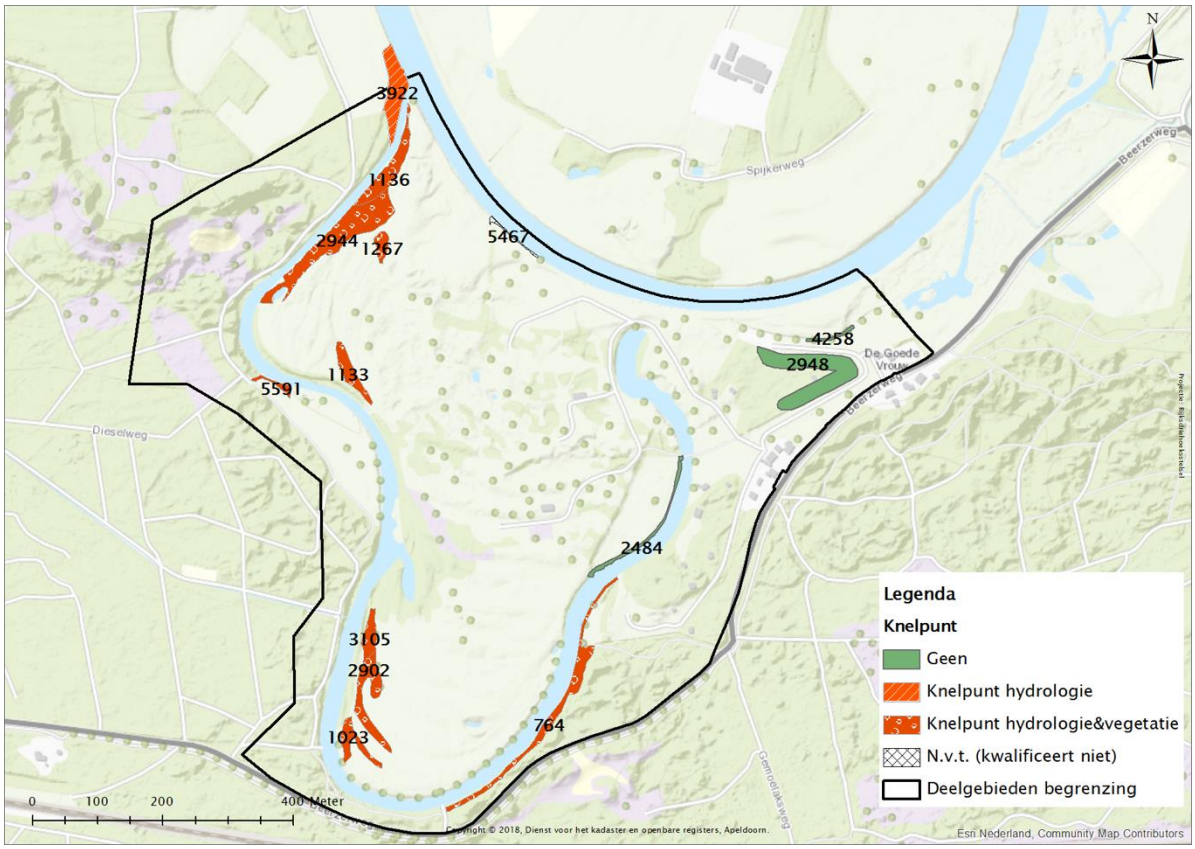
Arriën: knelpunt hydrologie in het Vochtig alluviaal bos (H91E0C)



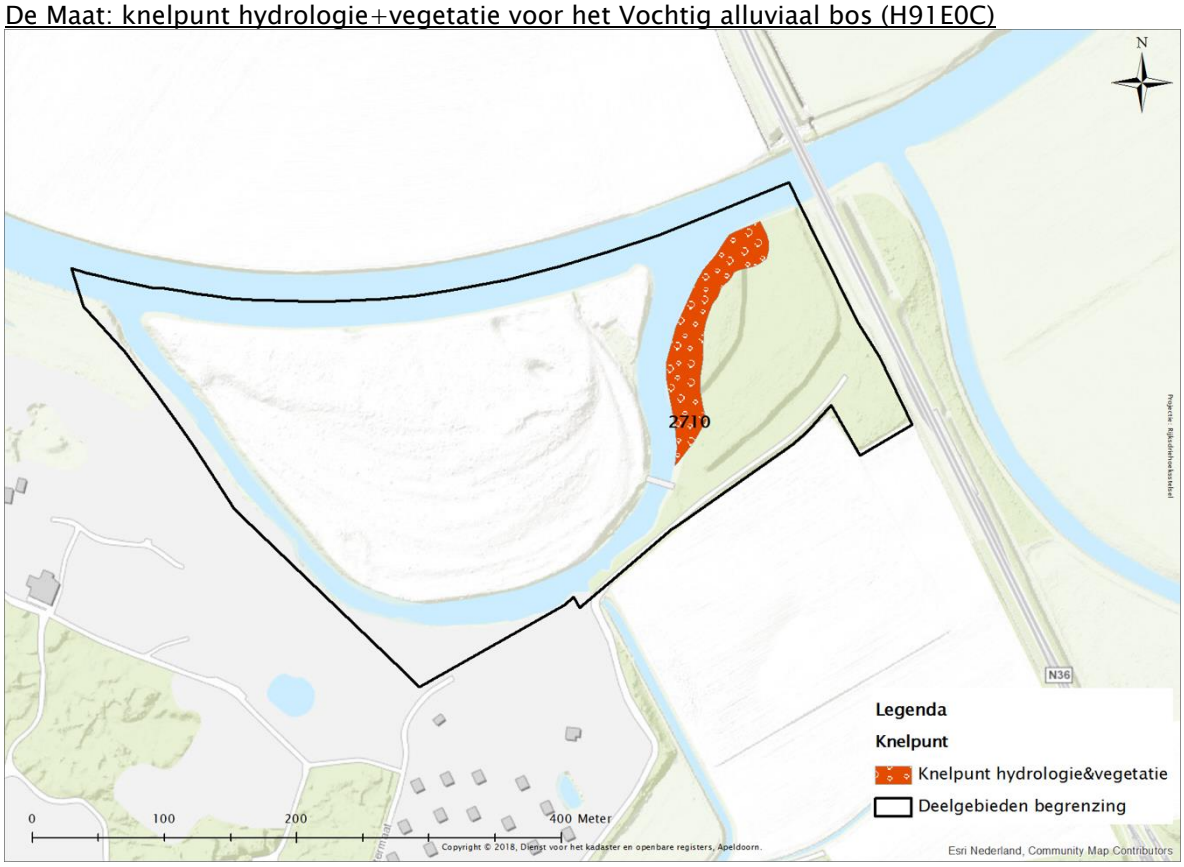
Stekkenkamp: knelpunt hydrologie + vegetatie voor Ruigten en zomen (H6430A)



Prathoek: knelpunt hydrologie en hydrologie+vegetatie voor beide habitattypen



De Maat: knelpunt hydrologie+vegetatie voor het Vochtig alluviaal bos (H91E0C)



Antwoord op de onderzoeksvragen

Hieronder zijn de onderzoeksvragen beknopt beantwoord op basis van de voorliggende knelpuntenanalyse.

1. Wat is de kwaliteit van de grondwaterafhankelijke, aangewezen habitattypen?

Op basis van de vegetatiekaart van de habitattypenkaart (versie 10), de SNL-florakartering uit 2017 van Staatsbosbeheer en een veldbezoek aan alle deelgebieden, is de kwaliteit volgens de habitattypenkaart (kwaliteit_HT hieronder in de tabel) tegen het licht gehouden. In sommige gevallen wijkt de kwaliteit zoals vastgesteld in dit onderzoek op basis van de vegetatie (kwaliteit_BG) af. De reden daarvoor is onbekend.

ID	Habitattype*	Kwaliteit_HT	Kwaliteit_BG
Arriën			
2860	H6430A Ruigten en zomen	G	M
829	H91E0C Vochtige alluviale bossen	G	G
Stekkenkamp			
5546	H6430A Ruigten en zomen	G	M
3472	" " "	n.v.t.	n.v.t., kwalificeert niet
298	" " "	G	n.v.t., kwalificeert niet
2483	H91E0C Vochtige alluviale bossen	G	G
682	" " "	G	G
Prathoek			
2944	H6430A Ruigten en zomen	G	M
1136	" " "	G	M
1267	" " "	M	M
1133	" " "	M	M
5591	" " "	n.v.t.	M
5467	" " "	n.v.t.	n.v.t., kwalificeert niet
2484	" " "	M	G
4258	" " "	M	G
1023	" " "	G	M
2902	" " "	G	M
3105	" " "	G	M
764	H91E0C Vochtige alluviale bossen	M	M
3922	" " "	G	G
2948	" " "	G	G
De Maat			
2710	H91E0C Vochtige alluviale bossen	M	M

2. Welke knelpunten zijn er op basis van de vegetatie?

In het habitattype Ruigten en zomen (H6430) missen op sommige locaties typische soorten Poelruit en/of Lange ereprijs. In Prathoek hebben de ruigtekruiden bovendien concurrentie van Pitrus en Sleedoorn. De Vochtige alluviale bossen (H91E0C) hebben plaatselijk een ruige ondergroei met vooral Grote brandnetel en Gewone braam.

3. Welke knelpunten zijn er op basis van de hydrologie?
    a. Wat is het doelgat op basis van de gemiddelde grondwaterstanden (GxG's)?
    b. Hoe verhoudt zich de inundatie en kwel in relatie tot de vereisten van de habitattypen?
    c. Wat is de invloed van de Vecht in relatie tot de lokale watergangen?

In Stekkenkamp is de inundatiefrequentie hoger dan optimaal is voor het habitattype. Mogelijk speelt dat een rol in het ontbreken van overige typische soorten dan Moerasspirea, maar een dispersieprobleem kan ook van invloed zijn. In Prathoek is er een doelgat voor de GVG, in Arriën en De Maat een doelgat voor zowel de GVG als GLG. Bovendien is de invloed van kwel in alle drie de gebieden beperkt. In Arriën is de inundatiefrequentie suboptimaal hoog. De habitattypen worden in Prathoek met name beïnvloed door het (te lage) peil in de meander (die indirect wordt beïnvloed door het peil van de Vecht), in Arriën en De Maat speelt het (te lage) peil van de Vecht vooral een rol.

4. Welke kansen liggen er voor het realiseren van kwaliteitsverbetering van de grondwaterafhankelijke, aangewezen habitattypen en voor de uitbreidingsdoelstellingen?

De kwaliteit van de grondwaterafhankelijke habitattypen in Arriën, Prathoek en De Maat kan worden verbeterd door het Vechtpeil en het peil in de meander ter hoogte van Prathoek en De Maat (peilvak Diffelen-Junne) te verhogen. Een manier is om het huidige winterpeil te laten vervallen en het zomerpeil als minimum te hanteren (momenteel is er sprake van omgekeerd peilbeheer). Dit verhoogt de waterstanden en vergroot de invloed van kwel. Dit is belangrijk voor een goede ontwikkeling van deze habitattypen. De (verhoogde) stikstofdepositie zorgt voor verzuring. Meer aanvoer van kwel zorgt voor meer buffering waardoor het verzurend effect van depositie kan worden gemitigeerd. Voor het habitattype Stroomdalgrasland (H6120) is tevens gekeken naar kansen voor kwaliteitsverbetering en uitbreiding van het oppervlak. Voor dit habitattype liggen vooral kansen in de optimalisatie van beheer in de vorm van extensieve begrazing. In Stekkenkamp zijn geen mogelijkheden om de suboptimaal hoge inundatiefrequentie voor Ruigten en zomen (H6430) te verlagen zonder te kort te doen aan het landschapsecologisch functioneren van het systeem (zoals het aanleggen van een dijkje rondom het habitattype).

<u>Stroomdalgraslanden (H6120): kansen voor kwaliteitsverbetering en uitbreiding</u>

Tot slot heeft Waterschap Vechtstromen gevraagd te kijken naar de kwaliteit en kansen voor uitbreiding voor het habitattype Stroomdalgraslanden (H6210). Dit habitattype is aangewezen in deelgebieden Stekkenkamp, Prathoek en De Maat. In algemene zin geldt dat de uitgangssituatie bij de habitattypenvlakken langs de Vecht gunstig is: het reliëf is intact, incidenteel is er sprake van inundatie en er komen typische soorten voor (Steenanjer, Kleine bevernel, Geel walstro). De biomassa en het aandeel grassen zijn echter relatief hoog. De algemene indruk is dat er zeker potentie is om het habitattype Stroomdalgraslanden (H6120) uit te breiden. De uitgangsposities met betrekking tot reliëf, buffering en voedselrijkdom zijn echter verschillend. Met name de graslanden waar het reliëf intact is en die sinds lange tijd extensief beheerd worden, lijken kansrijk, maar het proces van bodemverbruining, bodemveroudering en voedselrijkdom zijn beperkend. Welke maatregelen succesvol zijn om op duurzame wijze de voedselrijkdom terug te dringen en te zorgen voor buffering, is onduidelijk. Het (kleinschalig) experimenteren met diverse maatregelen, combinaties daarvan en goede monitoring zijn van groot belang.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Binnen het beheergebied van Waterschap Vechtstromen ligt het Natura 2000-gebied Vecht en Beneden Regge (nummer 39). Voor dit gebied zijn instandhouding- en uitbreidingsdoelen vastgesteld. Deels gaat het om ten minste het behoud van oppervlak en kwaliteit van aanwezige habitattypen, deels ligt er een opgave voor uitbreiding van oppervlakte en verbetering van de kwaliteit van habitattypen. In de PAS-gebiedsanalyse zijn de opgave, kennislacunes en maatregelen voor dit gebied beschreven.

KWR heeft in 2016 een ecohydrologische verkenning uitgevoerd naar de belangrijkste deelgebieden in het stroomgebied van de Vecht (Jalink et al. 2016). De algemene conclusie is dat diverse kennislacunes vooralsnog een zorgvuldige keuze van maatregelen in de weg staat. Naast de reeds benoemde kennislacunes blijkt uit de studie van KWR dat niet inzichtelijk is of en welke knelpunten (verdroging, vermesting, verzuring) spelen in de diverse deelgebieden. Waterschap Vechtstromen heeft daarom gevraagd om allereerst een knelpuntenanalyse uit te voeren voor vier deelgebieden in het Vechtdal: Arriën 1 t/m 5, Stekkenkamp, Prathoek en De Maat. Het doel is om de knelpunten in beeld te krijgen voor de grondwaterafhankelijke, aangewezen habitattypen Vochtige alluviale bossen (H91E0C) en Ruigten en zomen (H6430A). Ook is gevraagd om inzicht te geven in kansen voor het realiseren van kwaliteitsverbetering en uitbreidingsdoelstellingen van deze habitattypen.

1.2 Vraagstelling

De hoofdvragen en deelvragen die in voorliggende rapportage worden beantwoord, zijn:

1. Wat is de kwaliteit van de grondwaterafhankelijke, aangewezen habitattypen?
    a. Hoe is de kwaliteit gedefinieerd in de habitattypenkaart op basis van de Natura 2000-profieldocumenten?
    b. In hoeverre is die kwaliteit te herleiden in het veld?
2. Welke knelpunten zijn er op basis van de vegetatie?
3. Welke knelpunten zijn er op basis van de hydrologie?
    a. Wat is het doelgat op basis van de gemiddelde grondwaterstanden (GxG's)?
    b. Hoe verhoudt zich de inundatie en kwel in relatie tot de vereisten van de habitattypen?
    c. Wat is de invloed van de Vecht in relatie tot de lokale watergangen?
4. Welke kansen liggen er voor het realiseren van kwaliteitsverbetering van de grondwaterafhankelijke, aangewezen habitattypen en voor de uitbreidingsdoelstellingen?

1.3 Afbakening

De knelpuntenanalyse heeft zich gericht op de grondwaterafhankelijke, aangewezen habitattypen binnen de deelgebieden Arriën 1 t/m 5, Stekkenkamp, Prathoek en De Maat. Hierbij is voortgeborduurd op studies van met name KWR. De grondwaterafhankelijke, aangewezen habitattypen zijn H6430A Ruigten en zomen (met Moerasspirea) en H91E0C

Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen). Er is een vlak in Prathoek met Blauwgrasland (H6410) aanwezig, maar omdat voor dit habitattype geen instandhoudingsdoelstelling is opgenomen in de gebiedsanalyse, is deze niet meegenomen in de knelpuntenanalyse (en niet bezocht tijdens het veldbezoek). Naast de grondwaterafhankelijke habitattypen, is globaal het habitattype Stroomdalgraslanden (H6120) bekeken. In de rapportage is duidelijk gemaakt om welke locaties het gaat.

Er is geen landschapsecologische systeemanalyse (LESA) uitgevoerd. Per deelgebied en habitattype is op basis van bestaande studies en aanvullend onderzoek naar vegetatie en hydrologie uitgewerkt of er een knelpunt is. Als blijkt dat de knelpunten niet kunnen worden vastgesteld zonder aanvullend onderzoek, is het benodigde aanvullende onderzoek geformuleerd.

Er is gebruik gemaakt van de habitattypenkaart versie 10. Het controleren van de begrenzing en of de juiste habitattypen zijn weergegeven op de kaart, zijn geen onderdeel van het onderzoek. Als er discrepanties zijn opgevallen, is dat wel aangegeven.

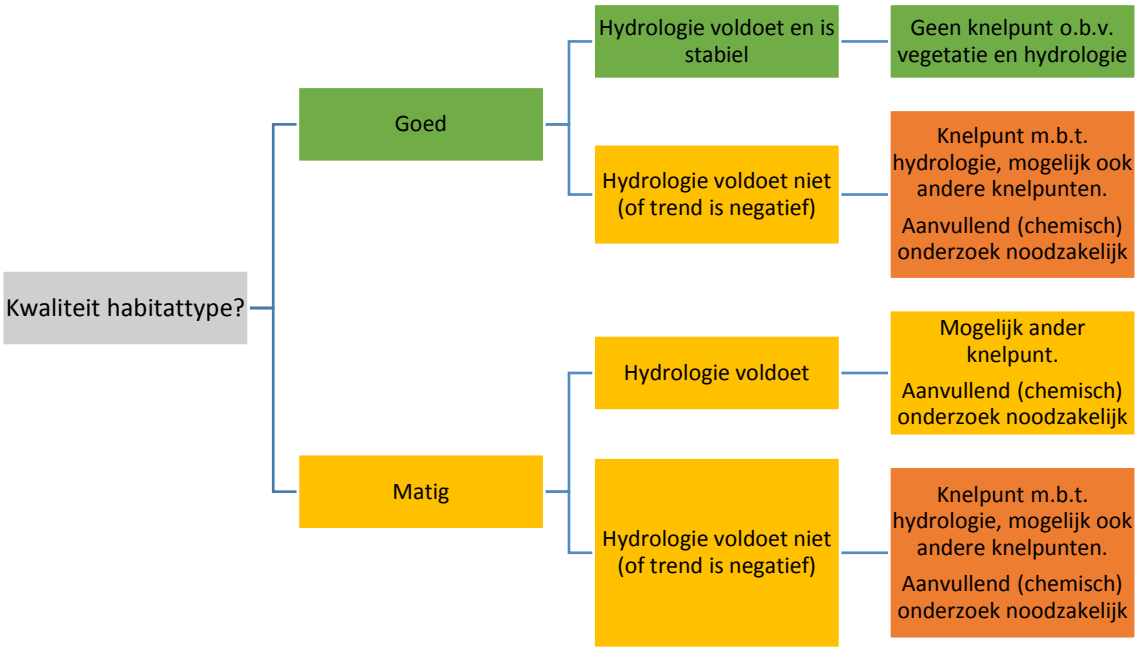
1.4 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 geeft beknopt de werkwijze weer, de uitgebreide beschrijving van de werkwijze is opgenomen in Bijlage 1. In hoofdstuk 3 is een kenschets per deelgebied opgenomen en is kort ingegaan op de Natura 2000-doelstellingen voor kwaliteit en oppervlakte. Hoofdstuk 4 is de beoordeling van de kwaliteit van de habitattypen. In hoofdstuk 5 wordt ingegaan op de knelpunten op gebied van hydrologie (kwel, inundatie, GVG en GLG). Ook is daar ingegaan op de invloed van de Vecht en de overige watergangen. Hoofdstuk 6 bevat de geïntegreerde knelpuntenanalyse. Tot slot geeft hoofdstuk 7 een beschouwing van de kansen voor kwaliteitsverbetering en uitbreiding.

2 Methode

Over de gebieden is al veel bekend. De bestaande informatie is vertrekpunt geweest voor de knelpuntenanalyse (Bijlage 1). Voor de knelpuntenanalyse van de aangewezen, grondwaterafhankelijke habitattypen is een aanpak gehanteerd volgens het stroomschema in Figuur 1. Uit het stroomschema volgt per habitattype of er een knelpunt is op gebied van vegetatie en/of hydrologie. Van goed ontwikkelde habitattypen met een stabiele hydrologie kan worden aangenomen dat er geen knelpunten zijn. Op basis van deze knelpuntenanalyse is aangegeven in hoeverre aanvullend onderzoek noodzakelijk is. Aanvullend op de knelpuntenanalyse is in beeld gebracht welke kansen er liggen voor kwaliteitsverbetering en uitbreiding.

Dit hoofdstuk licht kort toe hoe onderstaand stroomschema is doorlopen en hoe de kansen voor kwaliteitsverbetering en uitbreiding in beeld zijn gebracht. **Voor een uitgebreidere beschrijving van de methode wordt verwezen naar Bijlage 1.**



Figuur 1: Stroomschema voor de knelpuntenanalyse.

2.1 Vegetatie

De kwaliteit van de grondwaterafhankelijke, aangewezen habitattypen is wat betreft vegetatie beoordeeld op basis van:

a) De onderliggende vegetatiekaart van de habitattypenkaart. Daarbij is habitattypenkaartversie 10 (10 oktober 2017[1]) als uitgangspunt genomen.

[1] Een habitattype- en vegetatiekartering betreft een momentopname. Versie 10 is gehanteerd als uitgangspunt voor deze rapportage, maar in februari 2019 is een nieuwe versie van de habitattypenkaart beschikbaar gekomen.

b) De meest recente SNL-florakartering van de habitattypen in Staatsbosbeheerterreinen uit 2017 (Arriën 1 t/m 5, westelijk deel Prathoek en De Maat)
c) Een veldbezoek (27 juni 2018 Arriën, Prathoek en De Maat, 31 juli 2018 Stekkenkamp)

Voor een nadere toelichting wordt verwezen naar Bijlage 1.

Op basis hiervan is het volgende beoordeeld:
- Is het gekarteerde vegetatietype te herleiden in het veld?
- Indiceert dat vegetatietype een matige of goede kwaliteit van het habitattype?
- In hoeverre zijn er kansen zijn voor kwaliteitsverbetering van de habitattypen?
- Waar liggen kansen voor uitbreiding van de habitattypen?

2.2 Hydrologie

Voor de grondwaterafhankelijke, aangewezen habitattypen in de deelgebieden is het van belang dat de hydrologie voldoende op orde is ten behoeve van de instandhouding / verbetering van de kwaliteit. Naast het doelgat (verschil tussen actuele en optimale waterstanden) zijn de inundatieduur en de aanwezigheid van kwel van belang voor deze habitattypen. Om de kwaliteit van de habitattypen te beoordelen op basis van de hydrologie, is daarom onderzoek gedaan naar deze drie onderdelen. Ook is een inschatting gemaakt van de invloed van de Vecht versus de invloed van lokale watergangen.

Voor deze knelpuntenanalyse is gebruik gemaakt van de peilbuizen die begin 2017 zijn geplaatst voor het oplossen van de kennislacunes t.a.v. Natura 2000 (Jalink 2017b). Ten tijde van voorliggend onderzoek was een reeks van bijna één jaar beschikbaar. Langer aanwezige peilbuizen bleken niet bruikbaar wegens hun te grote afstand tot de voor dit onderzoek relevante habitattypen. De locaties van de gebruikte peilbuizen ten opzichte van de habitattypen en de metadata zijn opgenomen in Bijlage 2.

De gehanteerde werkwijze is in overleg met hydro(eco)logen van Arcadis, Bosgroepen, Waterschap Vechtstromen, Provincie Overijssel en Staatsbosbeheer tot stand gekomen en opgenomen in de Bijlage 1.

Voor de beoordeling van de hydrologie, is gebruik gemaakt van het hydrologische toetsingskader zoals opgesteld voor Lemselermaten (Eysink 2018). De criteria voor het toetsingskader zijn niet willekeurig, maar in rangorde van belang:
1. Kwel- en infiltratiepatronen
2. Inundatie
3. Gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG)
4. Gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG)

Kwel/infiltratie komt eerst in het rangordemodel vanwege het feit dat de habitattypen die in deze knelpuntenanalyse zijn onderzocht, afhankelijk zijn van grondwater. De vegetaties langs de Vecht worden gekenmerkt door een combinatie van voeding door grondwater en oppervlaktewater. Beiden zijn van belang. Daarom staat op tweede plek de

inundatiefrequentie en -hoogte. De route die het water bij overstroming aflegt, is daarbij ook van belang (Aggenbach & Leunk 2012). Sival & Runhaar (2009) lieten voor de Rheerzermaten zien dat er op grotere afstand een kleinere slibbelasting is na inundatie. In deze knelpuntenanalyse is alleen globaal gekeken naar de route die het water aflegt. Naast de kwel/infiltratie en inundatie, zijn de feitelijke stijghoogten van invloed op de vegetatietypen. Voor de voorkomende vegetaties zijn zowel de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG) als de gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG) bepalend waarbij de relatie met de GVG heel direct is en de relatie met de GLG indirect (Runhaar et al. 2009). Daarom is zowel het doelgat voor de GVG als de GLG relevant.

Op basis van bovenstaand toetsingskader is aangegeven of er wel of geen hydrologisch knelpunt is, of dat dat niet bekend is. Indien bekend is waar het knelpunt zit, is dat aangegeven.

2.3 Knelpuntenanalyse

De kwaliteit van de habitattypen en de resultaten van het hydrologisch onderzoek zijn geïntegreerd tot een knelpuntenanalyse. Hieruit volgen de habitattypen:

- Zonder knelpunt
- Met knelpunt vegetatie óf hydrologie
- Met knelpunt voor hydrologie én vegetatie
- Waarvan onbekend is of er een knelpunt is (onvoldoende gegevens)

2.4 Meetplan aanvullend (chemisch) onderzoek

Op basis van de knelpuntenanalyse is aangegeven of aanvullend onderzoek wordt aanbevolen naar bijvoorbeeld bodem- en waterkwaliteit en bodemopbouw en zo ja, welke onderzoeken dan van belang zijn.

2.5 Kansen voor kwaliteitsverbetering en uitbreiding

Per locatie waar een grondwaterafhankelijk habitattype is aangewezen, is aangeduid welke kansen er liggen voor kwaliteitsverbetering, bijvoorbeeld op gebied van waterstanden, invloed van kwel of beheer. Daarnaast zijn op basis van het onderzoek naar vegetatie en hydrologie op kaart de kansrijke gebieden aangegeven voor uitbreiding van de grondwaterafhankelijke, aangewezen habitattypen. Daarnaast is bij de veldbezoeken globaal gekeken naar kansrijke gebieden voor uitbreiding van het habitattype Stroomdalgrasland (H6120). Dit is een aanvulling op de biogeochemische analyses die ten tijde van de knelpuntenanalyse zijn uitgevoerd door onderzoekscentrum B-WARE, in de “M42/M45”-gebieden in Arriën (Van Mullekom et al. 2018).

3 Kenschets

3.1 Natura 2000-doelen

De Natura 2000-doelstellingen op gebied van oppervlakte en kwaliteit voor de grondwaterafhankelijke, aangewezen habitattypen in Arriën 1 t/m 5, Stekkenkamp, Prathoek en De Maat zijn opgenomen in Tabel 1. Ruigten en zomen (H6430) heeft als doelstelling ten minste gelijk te blijven in oppervlakte en kwaliteit, Vochtige alluviale bossen (H91E0C) heeft als doelstelling om in kwaliteit en oppervlakte toe te nemen. Voor deze habitattypen is voor alle aangewezen locaties een knelpuntenanalyse uitgevoerd.

Tabel 1: Natura 2000-doelstellingen voor oppervlakte en kwaliteit voor de grondwaterafhankelijke, aangewezen habitattypen in Arriën 1 t/m 5, Stekkenkamp, Prathoek en De Maat en of het habitattype is aangegeven op de habitattypenkaart (x).

Habitattype	Doelstelling Oppervlakte	Doelstelling Kwaliteit	Arriën 1 t/m 5	Stekkenkamp	Prathoek	De Maat
H6430A Ruigten en zomen (Moerasspirea)	=	=	X	X	X	
H91EOC Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen)	>	>	X	X	X	X

Bij de veldbezoeken is globaal aandacht besteed aan de kwaliteit van het habitattype Stroomdalgraslanden (H6120) en de mogelijkheden voor uitbreiding van dit habitattype, vanwege de Natura 2000-doelstelling voor zowel kwaliteit als uitbreiding van het oppervlak (Tabel 2).

Tabel 2: Natura 2000-doelstellingen voor oppervlakte en kwaliteit voor habitattype H6120 Stroomdalgraslanden in Arriën 1 t/m 5, Stekkenkamp, Prathoek en De Maat en of het habitattype aangewezen is (x).

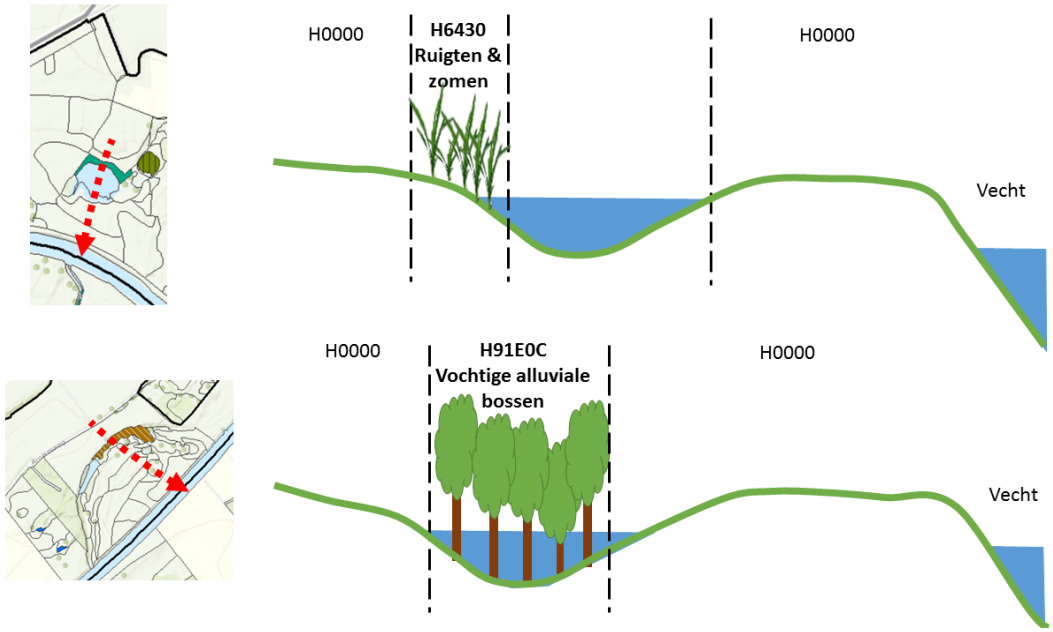
Habitattype	Doelstelling Oppervlakte	Doelstelling Kwaliteit	Arriën 1 t/m 5	Stekkenkamp	Prathoek	De Maat
H6120 Stroomdalgraslanden	>	>		X	X	X

Dit hoofdstuk geeft een kenschets van de verschillende deelgebieden, als inleiding en context voor de knelpuntenanalyse. Voor een beschrijving van de ondergrond wordt verwezen naar de hydrogeologische studie op regionaal en lokaal schaalniveau (Jalink 2017a).

3.2 Arriën 1 t/m 5

Arriën bestaat uit 5 deelgebieden (van west naar oost Arriën 1 t/m 5) aan de noordzijde van de Vecht. Deze gebieden zijn in bezit van Staatsbosbeheer, deels recent in natuurbeheer gekomen. In de gebieden zijn verlandende meanders aanwezig en het kenmerkende reliëf is nog deels intact (Jalink et al. 2016).

In Bijlage 3A is de habitattypenkaart van Arriën 1 t/m 5 opgenomen (versie 10, oktober 2017). Op twee locaties zijn grondwaterafhankelijke habitattypen aangewezen. Ruigten en zomen (H6430A) zijn aangewezen in Arriën 1, ten noorden van een meanderrestant in Arriën 1 (Figuur 2, boven). Vochtige alluviale bossen (H91E0C) zijn aangewezen in een deel van de meander in Arriën 4 (Figuur 2, onder). In Arriën kwamen in het verleden ook locaties voor met dotterbloemhooiland die zijn verdwenen als gevolg van ontwatering en landbouwkundig gebruik. Dit geeft aan dat naast de invloed van de Vecht ook de ontwatering en landgebruik in het deelgebied zelf rol kan spelen.



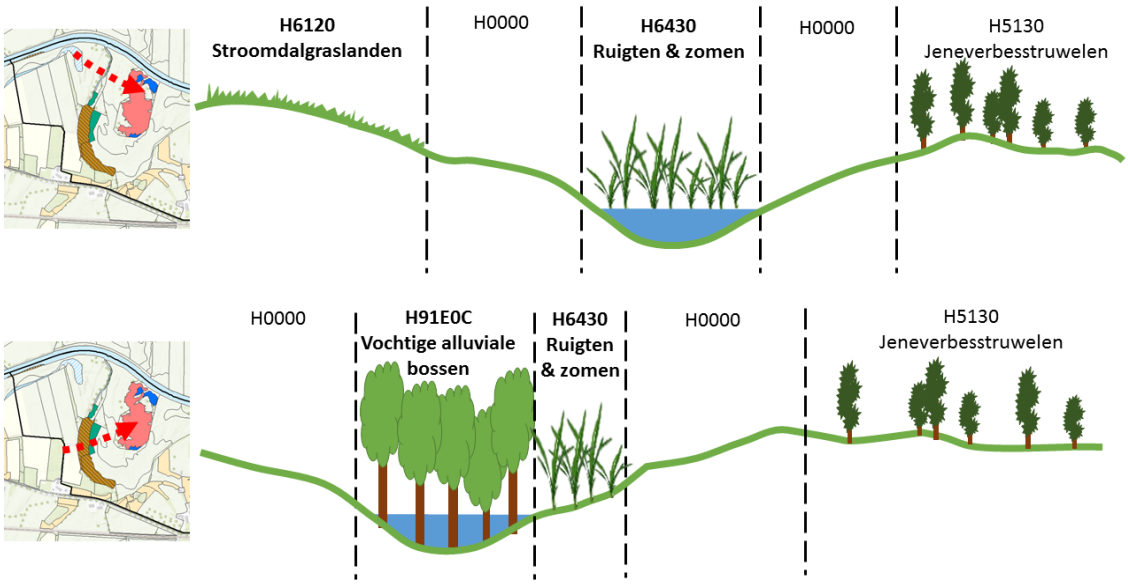
Figuur 2: Schematische weergave van de ligging van de grondwaterafhankelijke habitattypen in de gradiënt in Arriën 1 en 4. De waterpeilen en maaiveldhoogtes zijn ingeschat en niet gebaseerd op feitelijke waarnemingen/metingen.

3.3 Stekkenkamp

Landgoed de Stekkenkamp is in particulier eigendom. Deze kronkelwaard is nog helemaal intact met een fijnschalig reliëf. Een deel is in gebruik als akker maar het overgrote deel is jarenlang (zeer) extensief beheerd, waardoor zich jeneverbesstruwelen, extensieve graslanden, natte laagtes, ruigten en bossen hebben kunnen ontwikkelen (Figuur 3).

In Bijlage 3B is de habitattypenkaart opgenomen van Landgoed de Stekkenkamp (versie 10, oktober 2017). Grondwaterafhankelijke habitattypen zijn aangewezen in de oude meander

aan de westzijde van het gebied. Het grootste deel van die meander bestaat uit Vochtige alluviale bossen (H91E0C), ten oosten en noorden daarvan zijn Ruigten en zomen (H6430) aanwezig. Ten westen van de meander zijn tevens Stroomdalgraslanden (H6120) aangewezen.



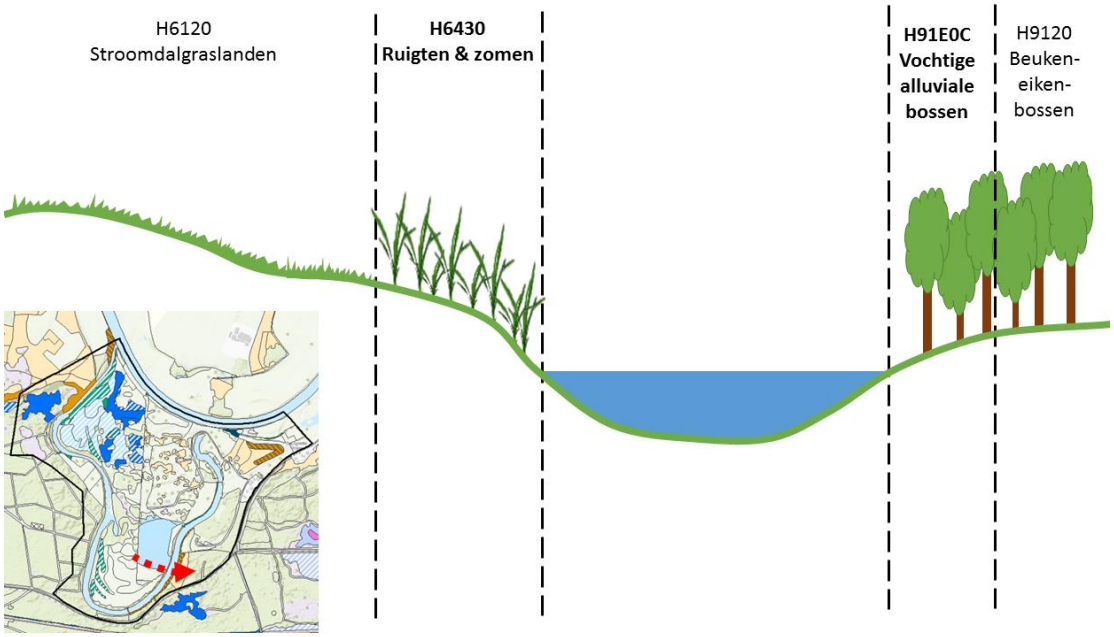
Figuur 3: Schematische weergave van de ligging van de (grondwaterafhankelijke) habitattypen in de gradiënt op Landgoed de Stekkenkamp.

3.4 Prathoek

Prathoek bestaat uit een afgesneden rivierloop en kronkelwaarden aan de zuidzijde van de Vecht. De hogere gronden rondom de meander zijn overwegend bedekt met naaldbos. Het oostelijke deel is in particulier eigendom en in gebruik als camping. Het westelijke deel is in beheer van Staatsbosbeheer.

In Bijlage 3C is de habitattypenkaart opgenomen van Prathoek (versie 10, oktober 2017). Grondwaterafhankelijke habitattypen zijn aangewezen in de afgesneden rivierloop rondom de kronkelwaard. Dit zijn vooral Ruigten en zomen (H6430A). Vochtige alluviale bossen (H91E0C) zijn aangewezen op twee plekken nabij de Vecht. Tevens is één vlak met Blauwgrasland (H6410) aanwezig, maar er is geen instandhoudingsdoelstelling opgenomen in het aanwijzingsbesluit omdat deze in de gebiedsanalyse niet op de habitattypekaart staat. Het vlak is niet bezocht. Naast de grondwaterafhankelijke habitattypen, is Stroomdalgrasland (H6120) aangewezen in het westelijke en zuidoostelijke deel van Prathoek.

KWR heeft in 2016 tijdens een ecohydrologische verkenning enkele boringen verricht en daarbij de bodemprofielen (inclusief pH) beschreven. Tevens is de hoogteligging onderzocht in relatie tot het Vechtpeil (Jalink et al. 2016).



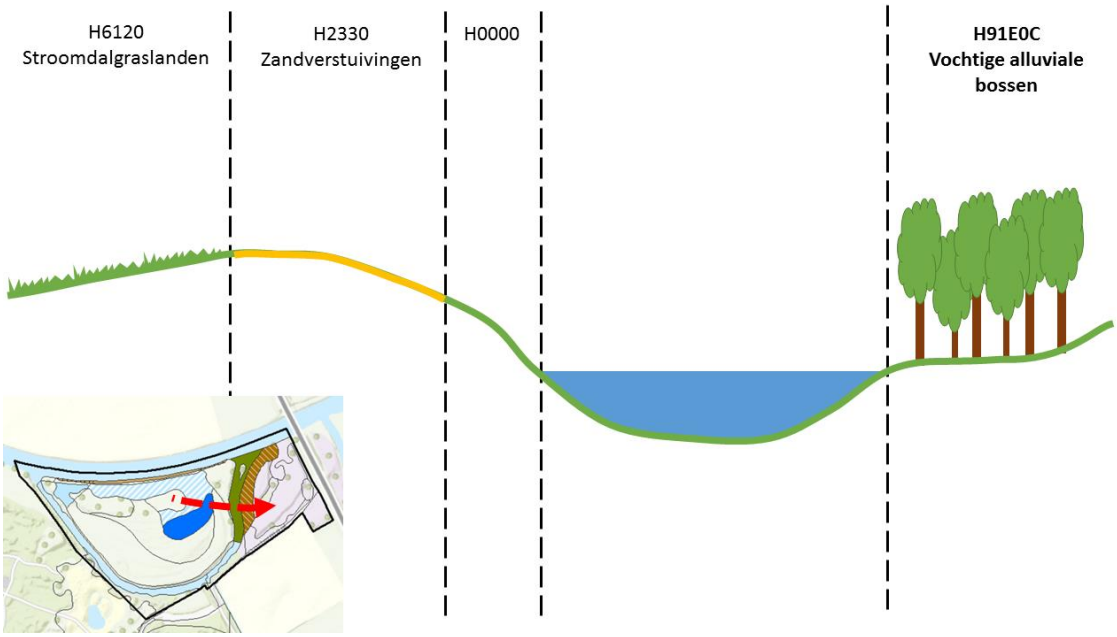
Figuur 4: Schematische weergave van de ligging van de (grondwaterafhankelijke) habitattypen in de gradiënt in Prathoek.

3.5 De Maat

De Maat is een kleine kronkelwaard en meander aan de zuidzijde van de Vecht, in het oostelijke deel van het Natura 2000-gebied. De meander staat aan beide zijden in open verbinding met de Vecht (Jalink 2017a).

In Bijlage 3D is de habitattypenkaart opgenomen van De Maat (versie 10, oktober 2017). De enige locatie waar een grondwaterafhankelijk habitattype is aangewezen, namelijk Vochtige alluviale bossen (H91E0C), is ten oosten van de meander. Ook Stroomdalgraslanden (H6120) zijn aangewezen, in de kronkelwaard (Figuur 5).

Voor een beschrijving van de ondergrond wordt verwezen naar de hydrogeologische studie van KWR op regionaal en lokaal schaalniveau (Jalink 2017a). In de komende hoofdstukken is, waar relevant, teruggegrepen op deze studie.



Figuur 5: Schematische weergave van de ligging van de (grondwaterafhankelijke) habitattypen in de gradiënt in De Maat.

4 Vegetatie en flora

4.1 Inleiding

Op basis van de habitattypenkaart met onderliggende vegetatiekaart (versie 10, oktober 2017), de florakartering en het veldbezoek, is per gebied de kwaliteit van de aangewezen grondwaterafhankelijke habitattypen beoordeeld. Per gebied zijn de onderdelen beschreven zoals hieronder in de Tabel 3 aangegeven.

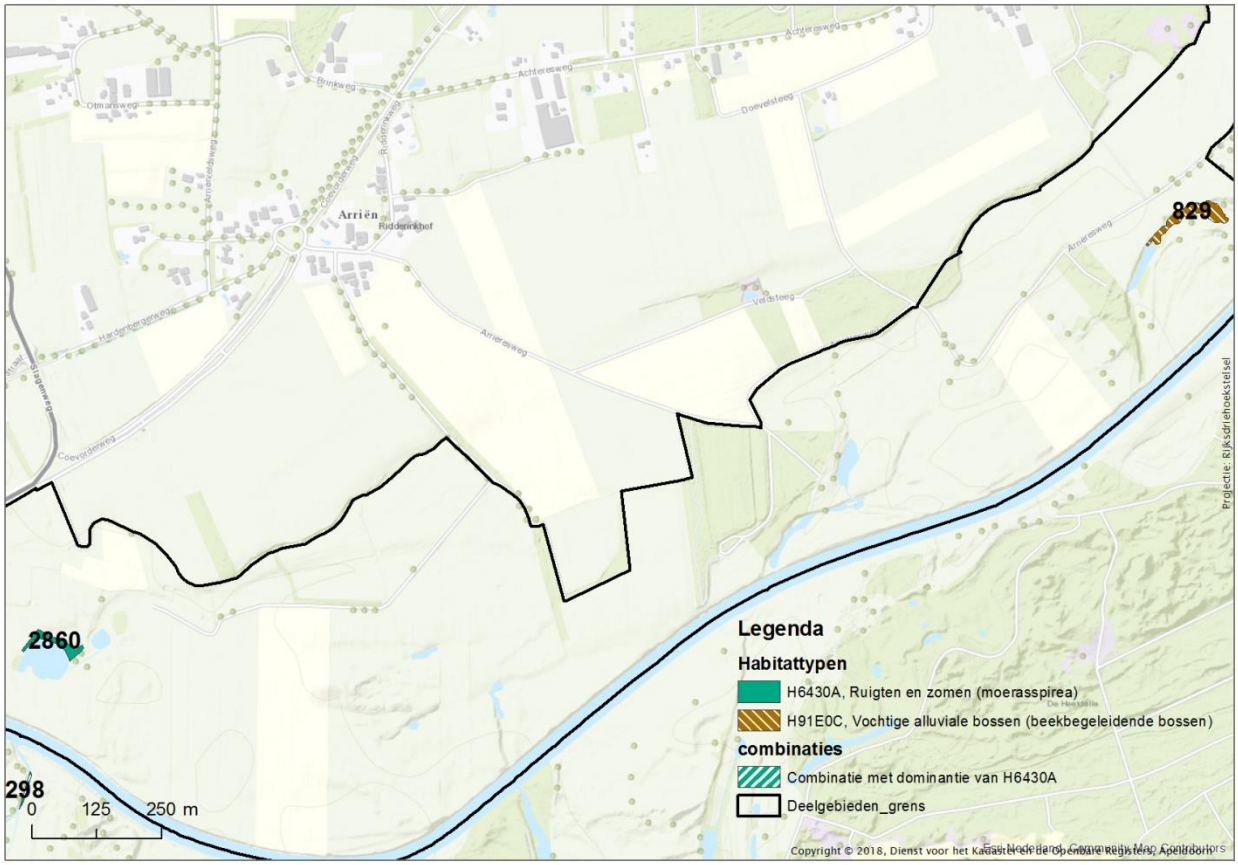
Tabel 3: Beschreven onderdelen per gebied met betrekking tot de kwaliteit van de habitattypen (grondwaterafhankelijke en stroomdalgraslanden).

ID	Habitattype*	Vegetatietype*	Herleidbaar?**	Kwaliteit_HT	Kwaliteit_BG
ObjectID zoals vermeld in de habitattypenkaart, ter identificatie van de locatie	Habitattype zoals weergegeven op de habitattypenkaart	Onderliggende vegetatietypen, code + volledige naam	Of het vegetatietype zoals opgenomen op de habitattypenkaart, herleidbaar is in het veld, op basis van een veldbezoek (er zijn geen vegetatieopnamen gemaakt)	De kwaliteit van het habitattype volgens de habitattypenkaart (HT)	De kwaliteit van het habitattype volgens de Bosgroep (BG), op basis van dit onderzoek

Het huidige aangewezen areaal en de kwaliteitsbeoordeling van het habitattype Stroomdalgraslanden (H6120) zijn beperkt door de gebruikte systematiek binnen Natura 2000. De stroomdalgraslanden langs de Vecht betreffen zogenaamde “Dinkelgraslanden”: een specifiek type dat binnen Nederland nagenoeg beperkt is tot het “zand”stroomgebied van de Dinkel en de Vecht (Hommel et al. 1994) en qua kenmerken zelfs meer verwantschap hebben met de Duitse rivierdalen Ems en Weser. KWR beschreef in haar ecohydrologische verkenning de problematiek bij het vertalen van de gekarteerde vegetatietypen volgens het Natura 2000-profieldocument voor Stroomdalgraslanden, dat meer is toegespitst op de stroomdalgraslanden langs de “grote rivieren”. Zo komen van de 15 typische soorten van Stroomdalgrasland er negen vanouds niet voor in het Vechtdal, waardoor vegetaties vaak niet formeel kwalificeren als habitattype (Jalink et al. 2016).

Bij de Vochtige alluviale bossen (H91E0C) vallen de vegetaties veelal binnen de Elzenzegge-Elzenbroekbossen (39Aa2). Op plekken die zowel onder invloed van (basenrijk) grondwater als oppervlaktewater staan door overstromingen, zo ook langs de Vecht, ontwikkelt zich de subassociatie met Zwarte bes (39Aa02c). Op twee relatief hooggelegen delen in Prathoek heeft zich het Vogelkers-Essenbos (43Aa5) ontwikkeld. Dit type ontwikkelt zich ook onder invloed van grondwater en wordt af en toe overstroomd, maar de waterstanden “mogen” hier dieper wegzakken in de zomer, tot 50-150 cm onder maaiveld (Stortelder et al. 1999). Het kan hier een gedegradeerde variant van het Elzenbroekbos betreffen: in algemene zin zijn in beekdalen door ontwatering veel bossen van het Elzenbroekbos omgevormd tot het Vogelkers-Essenbos (Stortelder et al. 1999).

4.2 Arriën 1 t/m 5



Figuur 6: Locaties van de grondwaterafhankelijke habitattypen in Arriën, gelabeld met ID-code zoals in Tabel 5.

Grondwaterafhankelijke habitattypen

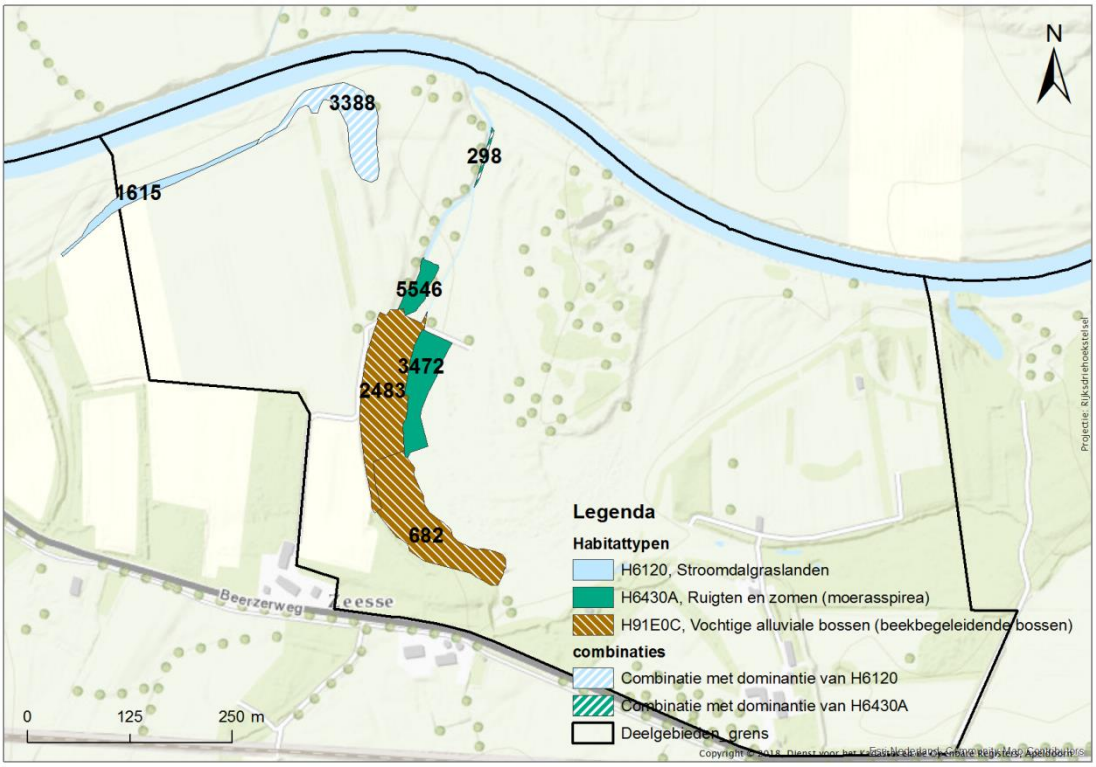
Op twee locaties zijn grondwaterafhankelijke habitattypen aangewezen. Ruigten en zomen (H6430A) zijn aangewezen in Arriën 1 en Vochtige alluviale bossen (H91E0C) in Arriën 4 (*Figuur 6*, Tabel 4):

- In het vlak Ruigten en zomen (H6430A) zijn naast Moerasspirea geen typische soorten waargenomen. Daarmee is de kwaliteit op basis van het profieldocument H6430 matig te noemen. Dat wijkt af van de beoordeling op basis van de habitattypenkaart, waar de kwaliteit als goed is beoordeeld (Tabel 4), waarvan de reden onbekend is.
- Het Vochtig alluviaal bos (H91E0C) bestaat uit Zwarte els en wilgen met een ondergroei van IJle zegge, Bosbies, Gele lis, Zwarte bes, Bitterzoet, Moerasspirea, Poelruit, Gele waterkers, Grote brandnetel, Kleefkruid, Perzikkruid, Rietgras, Vierdelig tandzaad, Liesgras en Ruwe smele. De gekarteerde vegetatietypen zijn herleidbaar, volgens het profieldocument H91E0C is de kwaliteit van het habitattype daarmee inderdaad goed (Tabel 4).

Tabel 4: Grondwaterafhankelijke habitattypen in Arriën 1 t/m 5, onderliggende vegetatietypen en kwaliteit volgens de habitattypenkaart versie 10 (oktober 2017). In de laatste kolom de beoordeling van het habitattype op basis van dit onderzoek.

ID	Habitattype	Vegetatietype		Herleidbaar?	Kwaliteit_HT	Kwaliteit_BG
2860	H6430A Ruigten en zomen	100%32Aa1	Associatie van Moerasspirea en Echte Valeriaan	Typische soorten missen	G	M
829	H91E0C Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen)	85% 39A2c, 15% 38A-a	Subassocatie met Zwarte bes [Elzenzegge Elzenbroek]; Verbond der wilgenvloedbossen - struwelen	Ja	G	G

4.3 Stekkenkamp



Figuur 7: Locaties van de grondwaterafhankelijke habitattypen en Stroomdalgraslanden (H6120) op landgoed Stekkenkamp, gelabeld met ID-code zoals in Tabel 5. Overige habitattypen zijn niet weergegeven.

Grondwaterafhankelijke habitattypen

Er zijn drie vlakken aangewezen als Ruigten en zomen (H6430A) en twee als Vochtige alluviale bossen (H91E0C) (Figuur 7, Tabel 5):

- Het Vochtig alluviaal bos bestaat uit Zwarte els en wilgen met een ondergroei van onder andere Holpijp, Gele lis, Bitterzoet, Ruwe smele, IJle zegge, Pluimzegge en de

kruising tussen die laatste twee soorten, namelijk *Carex x boenninghausiana*. Het voorkomen van deze soort duidt op de complexiteit van de gradiënt in het gebied. Langs de randen van het bos staat Grote brandnetel, maar niet in het bos zelf. De vegetatie ziet er goed ontwikkeld uit. Het noordelijke deel (ID 2483) staat minder onder invloed van grondwater dan het zuidelijk deel (ID 682): wilgen domineren als boomsoort terwijl Zwarte els dat doet in het zuidelijk deel. Tevens is daar Holpijp waargenomen, een grondwaterindicatorsoort.

- Vlak 5546 met Ruigten en zomen (H6430A) is soortenrijk, met Grote valeriaan, Harig wilgenroosje, Leverkruid, Moerasspirea, Holpijp, Lidrus, Waterzuring, Melkeppe, Cyperzegge en plaatselijk is Pluimzegge dominant. Naast Moerasspirea zijn geen typische soorten waargenomen tijdens het veldbezoek. Daarmee is de kwaliteit op basis van het profieldocument H6430 matig te noemen, in tegenstelling tot de oorspronkelijke beoordeling als goed (Tabel 5). Vlak 3472 bestaat uit grasland en kwalificeert dus niet. Vlak 298 kwalificeert ook niet, maar bestaat uit een vegetatie met onder andere Zilverschoon, Gele waterkers, Vierdelig tandzaad en Pitrus. Wat de reden is dat het vlak wel is aangewezen en dat de kwaliteit gekwalificeerd is als goed (Tabel 5), is onbekend.

Tabel 5: Grondwaterafhankelijke habitattypen op landgoed Stekkenkamp, onderliggende vegetatietypen en kwaliteit volgens de habitattypenkaart versie 10 (oktober 2017). In de laatste kolom de beoordeling van het habitattype op basis van dit onderzoek.

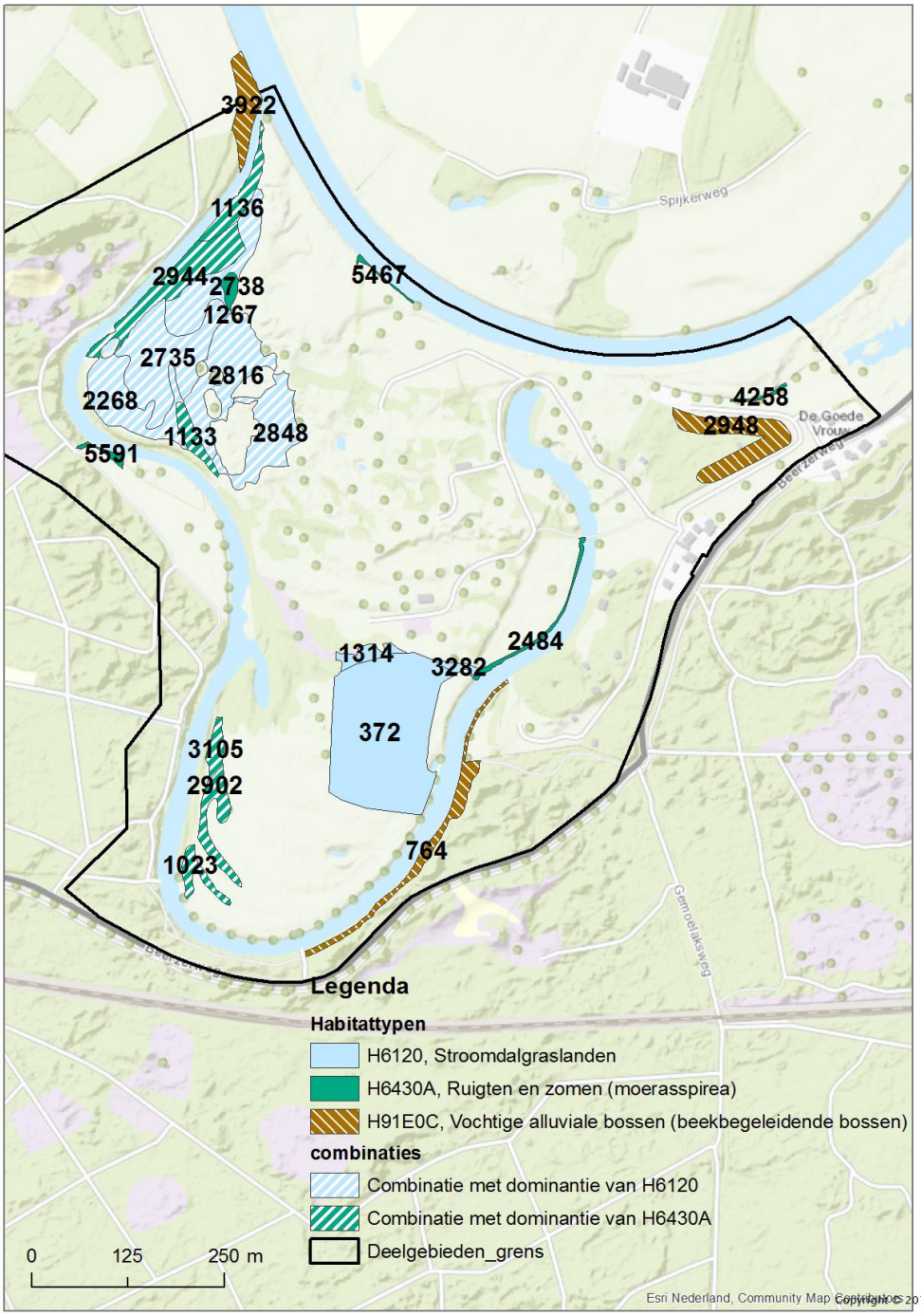
ID	Habitattype	Vegetatietype		Herleidbaar?	Kwaliteit_HT	Kwaliteit_BG
5546	H6430A	100% 32Aa1	Associatie van Moerasspirea en Echte Valeriaan	Ja	G	M
3472	H6430A	100% 32Aa1	Associatie van Moerasspirea en Echte Valeriaan	Nee, alleen bij bosrand, en daar alleen pleksgewijs Moerasspirea	n.v.t.	n.v.t. (kwalificeert niet)
298	H6430A	50% 32Aa1; 50% 8Bd2	Associatie van Moerasspirea en Echte Valeriaan; Pluimzegge-associatie	Nee, ander vegetatietype met o.a. Zilverschoon, Gele waterkers, Tandzaad en Pitrus	G	n.v.t. (kwalificeert niet)
2483	H91E0C	100% 39Aa2	Elzenzegge-Elzenbroek	Ja	G	G
682	H91E0C	100% 39Aa2	Elzenzegge-Elzenbroek	Ja	G	G

Stroomdalgraslanden (H6120)

Er zijn twee vlakken aangewezen als habitattype Stroomdalgraslanden (H6120) (Figuur 7). De vegetatie op basis waarvan het habitattype is aangewezen valt binnen het verbond van Gewoon struisgras (14Bb1). De vegetatie komt meer overeen met een rompgemeenschap

van Geel walstro (SBB-14D-d). Plaatselijk komt Steenanjer als typische soort voor. Ook is Kleine bevernel waargenomen. Deze soort is niet opgenomen als typische soort in het profieldocument H6120, maar wel een kenmerkende soort die vooral in Overijssel (Dinkel en Vecht) voorkomt samen met Steenanjer (Weeda & van Deursen 1987). Op basis van het profieldocument is de kwaliteit van het habitattype matig.

4.4 Prathoek



Figuur 8: Locaties van de grondwaterafhankelijke habitattypen en Stroomdalgraslanden (H6120) in Prathoek, gelabeld met ID-code zoals in Tabel 6. Overige habitattypen zijn niet weergegeven.

Grondwaterafhankelijke habitattypen

Er zijn op verschillende locaties in Prathoek vlakken aangewezen als Ruigten en zomen (H6430A) en Vochtige alluviale bossen (H91E0C) (Figuur 8, Tabel 6):

- Het Vochtig alluviaal bos is op drie locaties aangewezen op basis van het vegetatietype Vogelkers-Essenbos (43Aa5). Het vegetatietype is te herleiden in het veld, volgens het profieldocument H91E0C is de kwaliteit van het habitattype daarmee goed. In het zuiden is op de oostoever van de meander een strook aangewezen op basis van RG Gewone braam. Ook hier is de vegetatie herleidbaar in het veld. De kwaliteit van het habitattype is daarmee matig volgens het profieldocument. Dit wijkt af van de oorspronkelijke beoordeling als goed (Tabel 6), de reden waarom het afwijkt is onbekend.
- Het habitattype Ruigten en zomen ziet er plaatselijk goed ontwikkeld uit met Moerasspirea als constant aanwezige soort en daarnaast Poelruit en/of Lange ereprijs als typische soorten (zie foto voorkant rapportage). Vooral is het habitattype echter matig ontwikkeld: in de vlakken in het zuiden rukt Pitrus en struweel van onder andere Sleedoorn op, waardoor de ruigtekruiden niet meer constant aanwezig zijn (Foto 1). Elders komt alleen Moerasspirea als typische soort voor. In zeven van de tien vlakken is de beoordeling op basis van het veldbezoek anders dan de oorspronkelijke beoordeling uit de habitattypenkaart (Tabel 6). De reden is onbekend. Twee vlakken hadden geen beoordeling op de habitattypenkaart (n.v.t.), daarvan kwalificeert één vak niet, het andere vak is matig ontwikkeld, zoals volgt uit dit onderzoek (Tabel 6).

Tabel 6: Grondwaterafhankelijke habitattypen op Prathoek, onderliggende vegetatietypen en kwaliteit volgens de habitattypenkaart versie 10 (oktober 2017). In de laatste kolom de beoordeling van het habitattype op basis van dit onderzoek.

ID	Habitattype	Vegetatietype		Herleidbaar?	Kwaliteit_HT	Kwaliteit_BG
2944	H6430A	85% 32Aa1	Associatie van Moerasspirea en Valeriaan	Ja	G	M, ruigtekruiden niet dominant
1136	H6430A	15%32Aa1; 85% 16-a	Associatie van Moerasspirea en Valeriaan; RG Gestreepte witbol-Echte koekoeksbloem	Ja	G	M, geen typische soorten naast Moerasspirea
1267	H6430A	100% 32Aa1	Associatie van Moerasspirea en Echte Valeriaan	Ja	M	M
1133	H6430A	50% 32Aa1; 50% 16-a	Associatie van Moerasspirea en Valeriaan; RG Gestreepte witbol-Echte koekoeksbloem	Ja	M	M
5591	H6430A	100% 32Aa1	Associatie van Moerasspirea en Echte Valeriaan	Ja	n.v.t.	M, Moerasspirea constant

						aanwezig, geen andere typische soorten waargenomen
2484	H6430A	100% 32Aa1	Moerasspirea-verbond	Ja	M	G, Lange ereprijs als typische soort naast Moerasspirea waargenomen
1023	H6430A	12% 32Aa1; 38% 16-r	Associatie van Moerasspirea en Valeriaan; RG Pitrus	Ja	G	M, ruigtekruiden niet dominant
2902	H6430A	17%32Aa1; 83% 16-r	Associatie van Moerasspirea en Valeriaan; RG Pitrus	Ja	G	M, ruigtekruiden niet dominant
3105	H6430A	62% 32Aa1	Associatie van Moerasspirea en Valeriaan	Ja	G	M, ruigtekruiden niet dominant
5467	H6430A	32RG5 & 32RG6	RG Rietgras; RG Grote brandnetel	Ja	n.v.t.	n.v.t. (kwalificeert niet)
4258	H6430A	100% 32Aa1	Moerasspirea-verbond	Ja	M	G, Lange ereprijs en Poelruit als typische soorten naast Moerasspirea waargenomen
764	H91E0C	100% 39RG2	RG Gewone braam [Elzen-verbond]	Ja	M	M
3922	H91E0C	100% 43AA5	Vogelkers-essenbos	Ja	G	G
2948	H91E0C	100% 43AA5	Vogelkers-essenbos	Ja	G	G

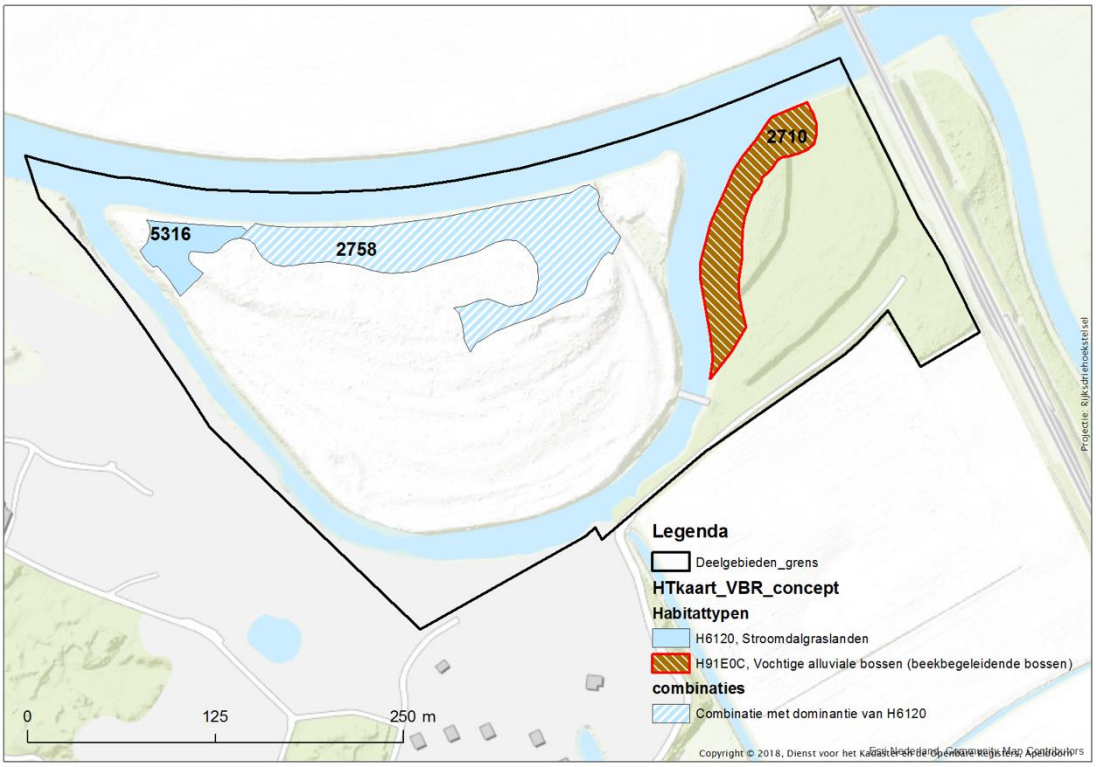


Foto 1: Ruigten en zomen (H6430A) in het zuiden van Prathoek. Ruigtekruiden zijn hier niet dominant maar maken plaats voor Pitrus en Sleedoorn.

Stroomdalgraslanden (H6120)

Er zijn diverse vlakken aangewezen als habitattype Stroomdalgraslanden (H6120) (Figuur 8). Veelal is de biomassa aan grassen hoog. De vlakken in het noordwesten van het gebied bestaan volgens de vegetatiekaart voor 2-3% uit kwalificerende vegetaties (overwegend op mierenbulten), dit komt overeen met het beeld in het veld. Plaatselijk komt Steenanjer voor. In het oostelijke deel, op camping De Roos, is een groot vlak gekarteerd als 100% kwalificerend. De vegetatie bestaat voornamelijk uit algemenere graslandsoorten zoals Sint Janskruid, Duizendblad en Gewoon struisgras, en lijkt niet tot slechts pleksgewijs te kwalificeren als habitattype Stroomdalgrasland.

4.5 De Maat



Figuur 9: Locaties van de grondwaterafhankelijke habitattypen en Stroomdalgraslanden (H6120) in De Maat, gelabeld met ID-code zoals in Tabel 5. Overige habitattypen zijn niet weergegeven.

Grondwaterafhankelijke habitattypen

Eén vlak ten oosten van de meander is aangewezen als habitattype Vochtige alluviale bossen (H91E0C) (Figuur 9, Tabel 7). Het vlak is aangewezen op basis van het vegetatietype RG Grote brandnetel, dat klopt met het beeld in het veld. De kwaliteit volgens het profieldocument is daarmee inderdaad matig (Tabel 7). In het bos is grondwaterindicatorsoort Bosbies waargenomen. Bosbies bloeide ten tijde van het veldbezoek niet in De Maat (terwijl de plant op andere locaties wel bloeide), mogelijk duidt dit op niet optimale omstandigheden.

Tabel 7: Grondwaterafhankelijke habitattypen in De Maat, onderliggende vegetatietypen en kwaliteit volgens de habitattypenkaart versie 10 (oktober 2017). In de laatste kolom de beoordeling van het habitattype op basis van dit onderzoek.

ID	Habitattype	Vegetatietype		Herleidbaar?	Kwaliteit_HT	Kwaliteit_BG
2710	H91E0C	85% 39A-d	RG Grote brandnetel-[Elzen-verbond]	Ja	M	M



Foto 2: Vochtig alluviaal bos (H91E0C) in De Maat, de ondergroei bestaat vooral uit Grote brandnetel.

Stroomdalgraslanden (H6120)

De vegetatie bestaat grotendeels uit Geel walstro en algemenere graslandsoorten zoals Duizendblad, Gewoon struisgras, Schapenzuring en Scherpe boterbloem. Het habitattype is matig ontwikkeld. Typische soorten behalve pleksgewijs Steenanjer zijn niet waargenomen.

4.6 Conclusie vegetatie

In Tabel 8 is de kwaliteit van elk vlak in elk deelgebied weergegeven, zowel op basis van de habitattypenkaart (kwaliteit_HT) als op basis van dit onderzoek (kwaliteit_BG). Ongeveer de helft van vlakken met grondwaterafhankelijke habitattypen zijn goed ontwikkeld, de rest is matig ontwikkeld. Bij de verdere knelpuntenanalyse wordt uitgegaan van de kwaliteit volgens dit onderzoek.

Tabel 8. Kwaliteit van de habitattypen op basis van de habitattypenkaart en op basis van dit onderzoek, per gebied.

ID	Habitattype*	Kwaliteit_HT	Kwaliteit_BG
Arriën			
2860	H6430A Ruigten en zomen	G	M
829	H91E0C Vochtige alluviale bossen	G	G
Stekkenkamp			
5546	H6430A Ruigten en zomen	G	M
3472	" " "	n.v.t.	n.v.t., kwalificeert niet
298	" " "	G	n.v.t., kwalificeert niet
2483	H91E0C Vochtige alluviale bossen	G	G
682	" " "	G	G
Prathoek			
2944	H6430A Ruigten en zomen	G	M
1136	" " "	G	M
1267	" " "	M	M
1133	" " "	M	M
5591	" " "	n.v.t.	M
5467	" " "	n.v.t.	n.v.t., kwalificeert niet
2484	" " "	M	G
4258	" " "	M	G
1023	" " "	G	M
2902	" " "	G	M
3105	" " "	G	M
764	H91E0C Vochtige alluviale bossen	M	M
3922	" " "	G	G
2948	" " "	G	G
De Maat			
2710	H91E0C Vochtige alluviale bossen	M	M

5 Hydrologie

5.1 Inleiding

De Vecht is in de loop van de jaren veranderd van een vrij afwaterende naar peilgestuurde rivier. In 1910 zijn de grote meanders afgesneden en in 1955 is het stroombed verbreed. De dynamiek is daardoor sterk veranderd: piekafvoeren zijn groter geworden, in zomersituaties is de afvoer minimaal. Door de veranderde dynamiek heeft de Vecht zich dieper ingesneden (KWR et al. 2015). Dat er hydrologisch grote veranderingen zijn geweest, was tijdens het veldbezoek goed te zien aan de ijzeroerbanken hoog in het bodemprofiel langs de Vecht (Foto 3). De waterstand van de Overijsselse Vecht binnen Natura 2000 Vecht- en Beneden Reggegebied is voor een groot deel van het jaar hetzelfde . Er is een omgekeerd peilbeheer met een hoger zomerpeil (zp) dan winterpeil (wp). Dit peil wordt gestuurd door een stuw bij Vilsteren (zp 2,65 en wp 2,35 m+NAP) en Junne (zp 4,50 en wp 4,25 m+NAP) (KWR et al. 2015). Arriën 1 t/m 5 en Landgoed Stekkenkamp liggen in peilvak Junne-Vilsteren. Het peil van de Vecht ter hoogte van deze gebieden wordt gestuurd door de stuw bij Vilsteren. Prathoek en De Maat liggen in het peilvak Diffelen-Junne. Het peil wordt hier gestuurd wordt door de stuw bij Junne.

In de volgende paragrafen is de huidige hydrologische situatie van de deelgebieden ter hoogte van de grondwaterafhankelijke habitattypen besproken aan de hand van de kwel, inundatie, GVG en GLG. De conclusies zijn samengevat in de laatste paragraaf van dit hoofdstuk (5.6.).



Foto 3: De ijzeroerbanken hoog in het profiel laten zien dat er hydrologisch grote veranderingen zijn geweest. Het grondwater kwam vroeger dichter aan maaiveld. Het huidige zomerpeil ligt hier 1,5-2m lager. De foto is gemaakt langs de Vecht ter hoogte van landgoed Stekkenkamp.

5.2 Arriën 1 t/m 5

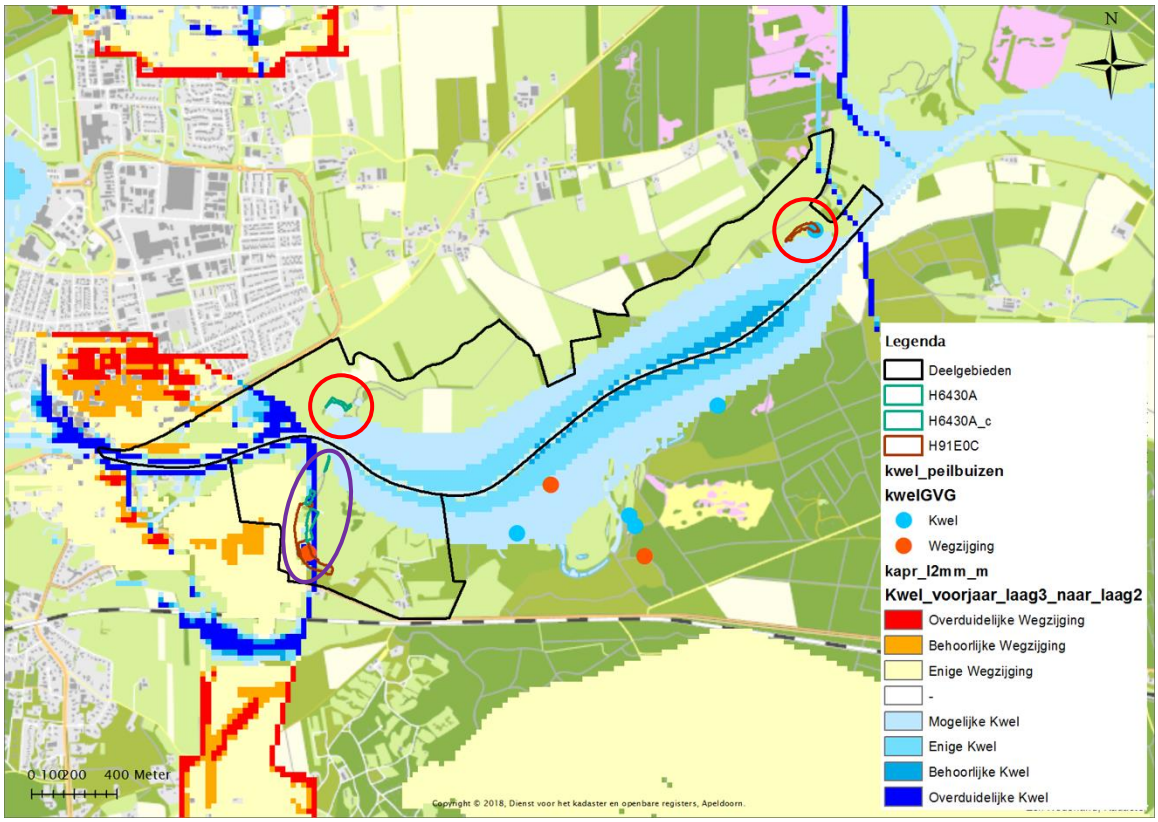
Tabel 9 geeft weer welke grondwaterafhankelijke habitattypen zijn aangewezen in Arriën 1 t/m 5 en bijbehorende referentiecondities op vegetatietypeniveau (uit Waternood v3.0.4.0.). Dit zijn de uitgangspunten voor de beoordeling van de hydrologie. De gehanteerde referentiecondities voor alle vegetatietypen zijn tevens opgenomen in de methodiekbeschrijving in Bijlage 1.

Tabel 9: Referentiecondities voor de habitattypevlakken in Arriën 1 t/m 5.

				Referentiecondities		
ID	**Habitattype**	**Vegetatietype**		**Kwel/herkomst water**	**Inundatie**	**Waterstanden**
2860	H6430A Ruigten en zomen	32Aa1	Associatie van Moerasspirea en Echte Valeriaan	Er moet voldoende aanvoer van grondwater zijn, zonder verontreiniging met nitraat en fosfaat. Op arme gronden is overstroming noodzakelijk om voedselrijkdom te handhaven en verzuring tegen te gaan.	Nooit – incidenteel (<10 dagen per jaar)	GVG -5 tot -30 cm t.o.v. mv GLG niet dieper dan -140 cm t.o.v. mv
829	H91E0C Vochtige alluviale bossen	39A2c	Subassocatie met Zwarte bes [Elzenzegge Elzenbroek]; Verbond der wilgenvloedbossen - struwelen	Meestal afhankelijk van grond- en/of oppervlaktewater, optimaal ontwikkeld op plekken met aanvoer van basenrijk grondwater.	Nooit – incidenteel (<10 dagen per jaar)	GVG -8 tot -12 cm t.o.v. mv GLG niet dieper dan -50 cm t.o.v. mv

Kwel

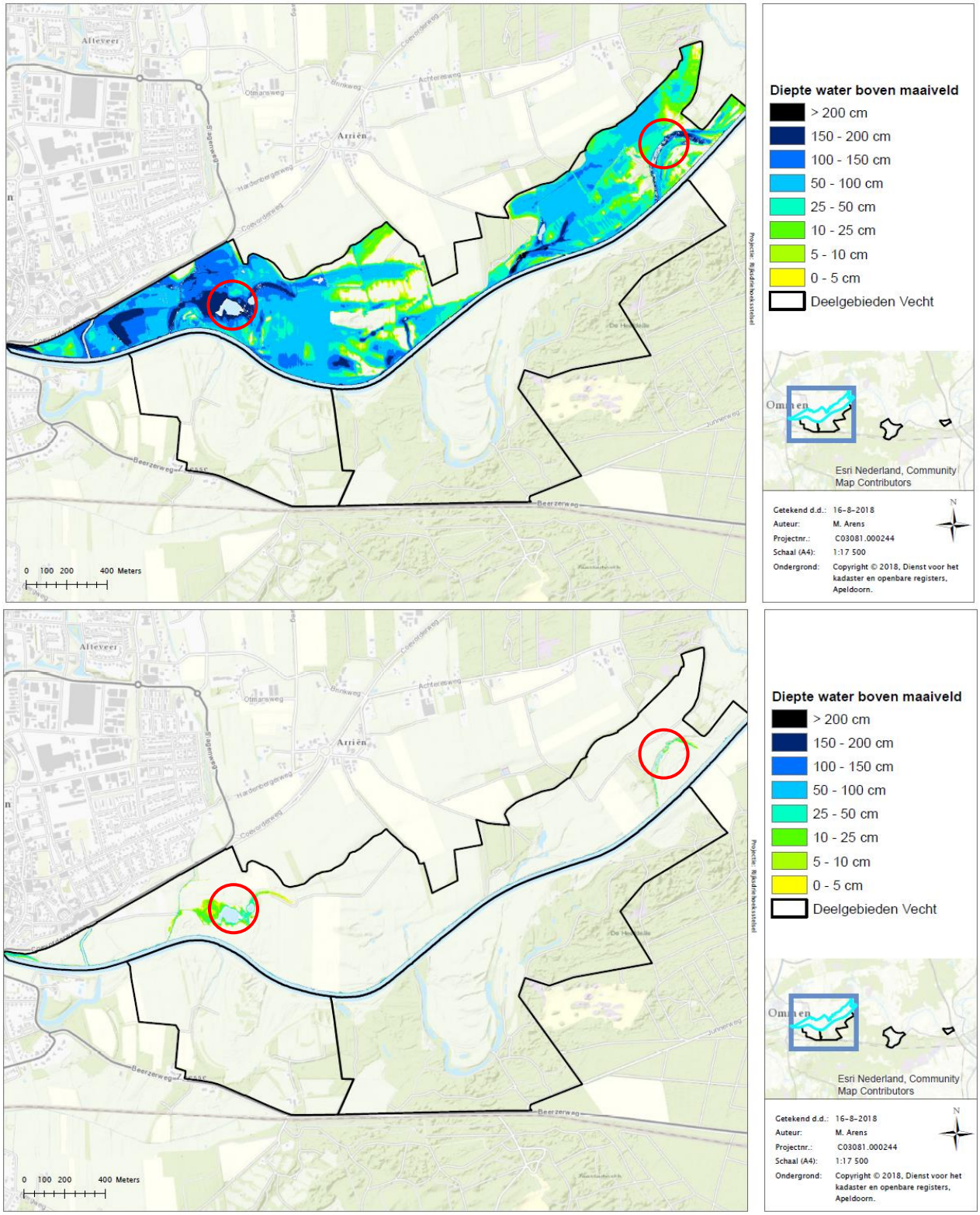
Voor optimale ontwikkeling van de habitattypen in Arriën 1 t/m 5 is aanvoer van (basenrijk) grondwater van belang (Tabel 9). De kwelkaart van het voorjaar (Waterschap Vechtstromen) laat geen kwel zien ter hoogte van de habitattypen (Figuur 10). De peilbuis in het oosten van het Vochtig alluviaal bos (H91E0C) laat wel kwel zien, dat wil zeggen dat in het voorjaar van 2017 en 2018 de waterstanden in het diepe filter hoger waren in het ondiepe filter hetgeen gunstig is voor dit habitattype. Bosbies en Ruwe smele zijn aanwezig als indicatorsoorten voor grondwaterinvloed. Voor het habitattype Ruigten en zomen (H6430) in het westen is geeft het model geen kwel aan, mogelijk is dit dus een knelpunt. Er staat geen peilbuis met dubbele filters en er zijn geen grondwaterindicatorsoorten waargenomen. Rondom de Vecht ter hoogte van Arriën zijn duidelijke kwelcontouren te zien, de Vecht vangt dus kwel af. In het recente verleden was die kwel er wel. Er kwamen dotterbloemhooilanden voor in delen van Arriën. Mogelijk is dit het gevolg van ontginning, ontwatering en invloed van omringende landbouwkundig gebruik, maar de oorzaak is niet bekend.



Figuur 10: Kwelkaart in het voorjaar (laag 2) van Arriën en Stekkenkamp (gebaseerd op MIPWA periode 1994-2004). Voor de peilbuizen met dubbele filters is aangegeven of er sprake is van kwel of wegzijging op basis van de meetreeksen in het voorjaar (2017-2018) . Rood omcirkeld zijn de locaties waar grondwaterafhankelijke habitattypen zijn aangewezen: Ruigten en zomen (H6430) links, Vochtige alluviale bossen (H91E0C) rechts. Paars omcirkeld zijn de habitattypen op landgoed Stekkenkamp.

Inundatie

Op basis van de duurlijn (periode 2000-2015) van de Vecht die aangeleverd is door Waterschap Vechtstromen, zijn inundatiekaarten gemaakt van verschillende situaties (Figuur 11 en Bijlage 5). Vrijwel het hele gebied is in de periode 2000-2015 overstroomd geweest, langer dan 1 dag per jaar. Dit is een gemiddelde, dus dat wil niet zeggen dat alle gebieden *jaarlijks* zijn geïnundeerd. Uitzonderingen zijn de zandduintjes in het midden van het gebied (Figuur 11, boven). De grondwaterafhankelijke habitattypen inundeerden vaker dan 10 dagen per jaar (Figuur 11, onder). Volgens terminologie van Ecologische vereisten (Runhaar et al. 2009) is dat “regelmatig”. Beide habitattypen ontwikkelen zich gemiddeld gezien optimaal bij geen tot incidentele inundatie (maximaal 10 dagen per jaar) (Tabel 9). De inundatiefrequentie is in de realiteit hoger, en dus suboptimaal. Mogelijk is dit een knelpunt voor de habitattypen.

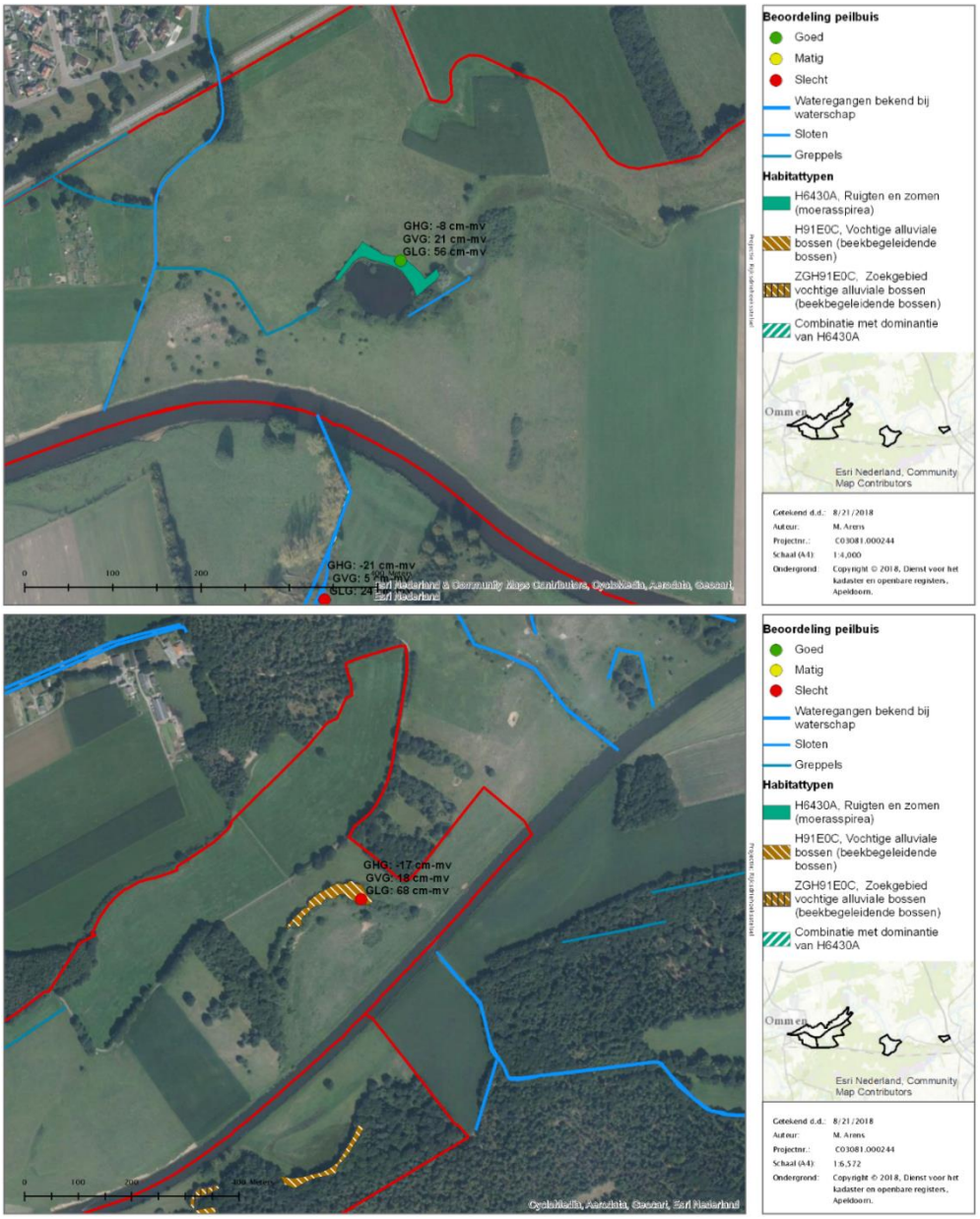


Figuur 11: Inundatiehoogte bij >1 dag per jaar (boven) en >10 dagen per jaar (onder) over de periode 2000-2015. Rood omcirkeld zijn de locaties waar grondwaterafhankelijke habitattypen zijn aangewezen: Ruigten en zomen (H6430) links, Vochtige alluviale bossen (H91E0C) rechts.

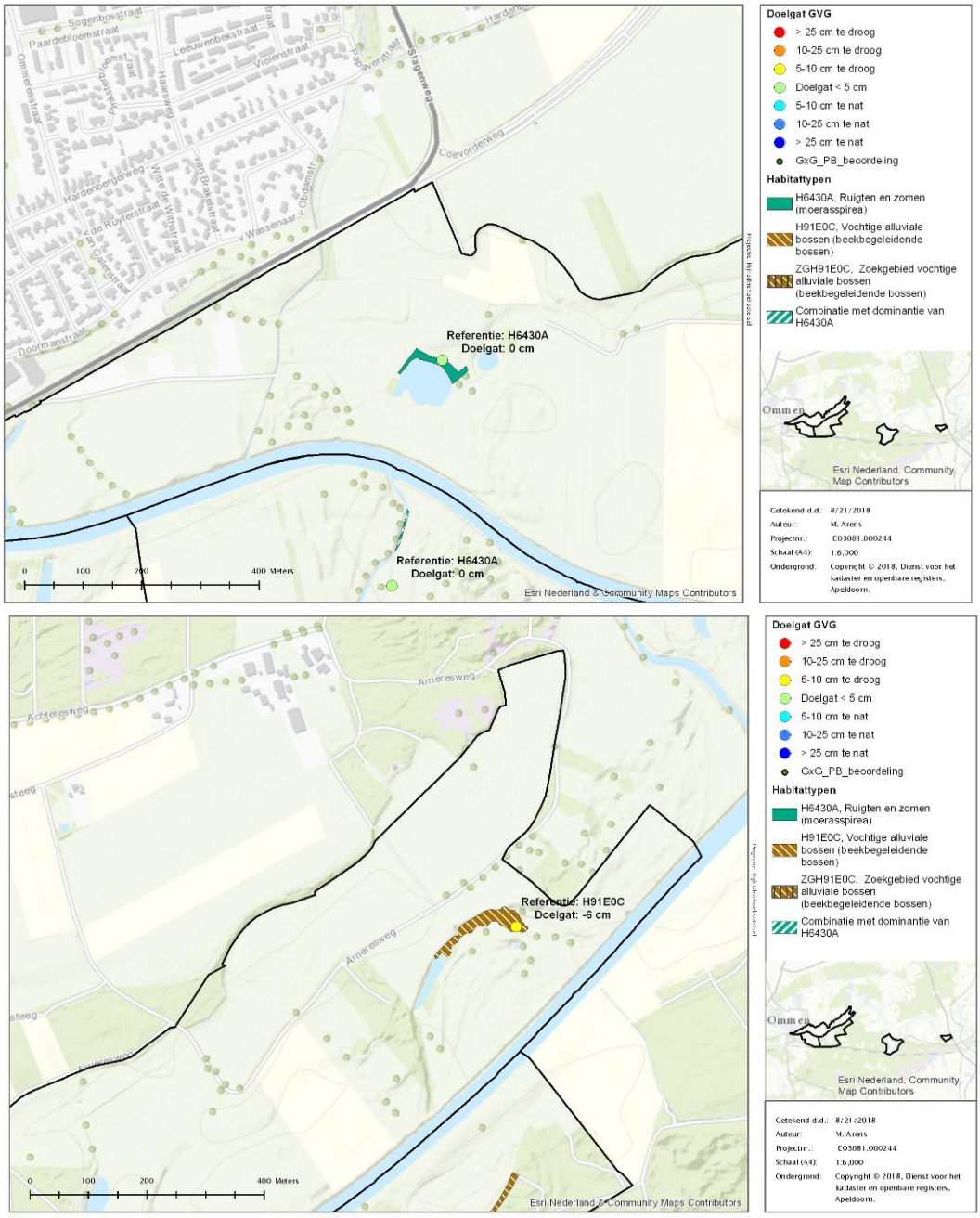
Grondwaterstanden & doelgat

Peilbuis B22C1400 (naam niet weergegeven op de kaart) is gelegen in habitattype Ruigten en zomen (H6430A) en laat relatief ondiepe GxG's zien (GHG: -8 cm-mv, GVG: 21 cm-mv, GLG: 56 cm-mv) (Figuur 12, boven). De betrouwbaarheid van de verlengde reeks is goed (Bijlage 4). Vergelijking van de GVG en GLG met de optimale waterstanden voor dit habitattype (Tabel 9) laat zien dat er geen doelgat is, de waterstanden zijn optimaal voor een goede ontwikkeling van het habitattype (Figuur 13 & Figuur 14).

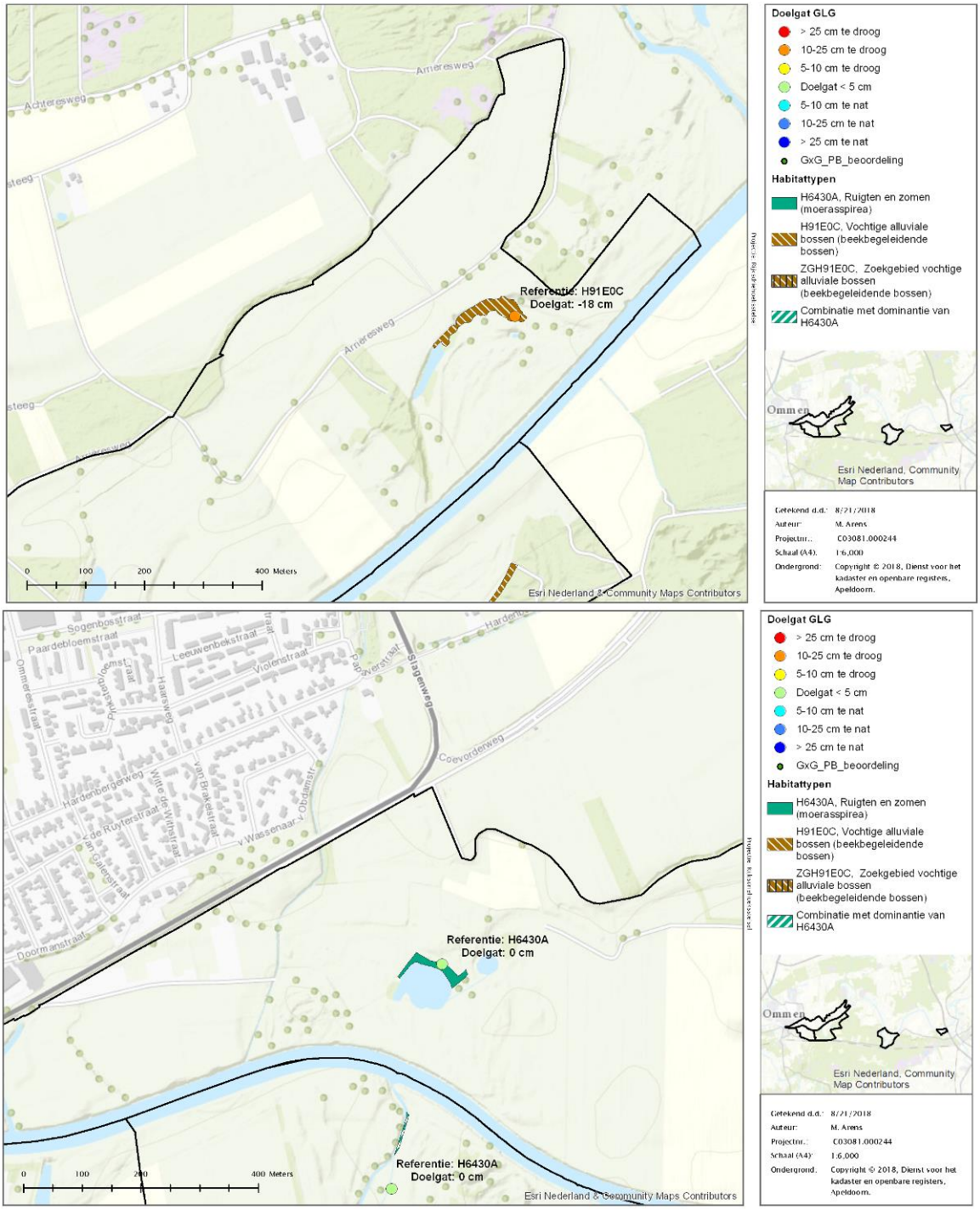
Peilbuis B22C1399 is gelegen in het oostelijke deel habitattype Vochtige alluviale bossen (H91E0C). De betrouwbaarheid van de verlengde reeks is echter slecht volgens Menyanthes-statistieken (Bijlage 4). Volgens deze reeks zakken de grondwaterstanden maximaal uit tot 68 cm-mv (Figuur 12, onder). Vergelijking van de GVG en GLG met de optimale waterstanden voor dit habitattype (Tabel 9) laat zien dat de waterstanden te diep uitzakken voor optimale ontwikkeling van het bos. De GVG zakt 6 cm te diep uit, de GLG 18 cm (Figuur 12 & Figuur 13).



Figuur 12: Habitattypen Ruigten en zomen (H6430A) (boven) en Vochtige alluviale bossen (H91E0C) (onder) en de GxG-waarden van de peilbuis. De kleur van de peilbuis geeft de betrouwbaarheid van de verlengde reeks weer.



Figuur 13: Habitattypen Ruigten en zomen (H6430A) (boven) en Vochtige alluviale bossen (H91E0C) (onder) en het doelgat voor de GVG.



Figuur 14: Habitattypen Ruigten en zomen (H6430A) (boven) en Vochtige alluviale bossen (H91E0C) (onder) en het doelgat voor de GLG.

Invloed watergangen

De waterstanden in beide habitattypen in Arriën worden met name beïnvloed door het Vechtpeil. Habitattype Ruigten en zomen (H6430A) is gelegen langs de noordzijde van open water. Dit open water is in verbinding met een greppel die uiteindelijk uitkomt in de Vecht. De peilbuis in dit habitattypevlak geeft een statistisch drainageniveau weer van 1,6 m, hetgeen afwijkt van het Vechtpeil (de betrouwbaarheid van de verlengde reeks is goed, zie Bijlage 4). De peilbuismetingen laten duidelijk pieken in de grondwaterstanden zien die overeenkomen met pieken in het Vechtpeil. Ook is de verklaring van het waterstandsverloop in de peilbuis statistisch goed te verklaren door het Vechtpeil. Het habitattype Vochtig alluviaal bos (H91E0C) is gelegen in een oude meanderloop op ca 100-150 m van de Vecht. De peilbuis in dit habitattypevlak geeft een statistisch drainageniveau weer van 1,3 m hetgeen afwijkt van het Vechtpeil, maar daarbij moet worden vermeld dat de statistische afleiding van de peilbuis slecht is (zie Bijlage 4). De meetwaarden van de peilbuisreeks liggen wel rond het Vechtpeil (net daarboven). De oude meanderloop is verbonden met de Vecht in zijn zuidelijkste punt met een drempelhoogte van ca 3,6 m+NAP. Dit is tevens goed zichtbaar in het oppervlaktewatermeetpunt in de oude meander die onder deze waarde droogval laat zien. Tijdens hoogwatersituaties is de grondwaterstand ter plaatse van het habitattype dus gerelateerd aan het Vechtpeil vanaf het moment dat de meander volstroomt. Er is geen ander oppervlaktewater aanwezig in de nabijheid van habitattype dat grondwaterstanden zou kunnen beïnvloeden.

5.3 Stekkenkamp

Tabel 10 geeft weer welke grondwaterafhankelijke habitattypen zijn aangewezen in Stekkenkamp en bijbehorende referentiecondities op vegetatietypeniveau (uit Waternood v3.0.4.0.). Dit zijn de uitgangspunten voor de beoordeling van de hydrologie. De gehanteerde referentiecondities voor alle vegetatietypen zijn tevens opgenomen in de methodiekbeschrijving in Bijlage 1.

Tabel 10: Referentiecondities voor de habitattypevlakken in Stekkenkamp.

				Referentiecondities		
ID	Habitattype	Vegetatietype		Kwel/herkomst water	Inundatie	Waterstanden
5546	H6430A Ruigten en zomen	32Aa1	Associatie van Moerasspirea en Echte Valeriaan	Er moet voldoende aanvoer van grondwater zijn, zonder verontreiniging met nitraat en fosfaat. Op arme gronden is overstroming noodzakelijk om voedselrijkdom te handhaven en verzuring tegen te gaan.	Nooit - incidenteel (<10 dagen per jaar)	GVG -5 tot -30 cm t.o.v. mv GLG niet dieper dan -140 cm t.o.v. mv
2483 en 682	H91E0C Vochtige alluviale bossen	39Aa2c	Elzenzegge-Elzenbroek	Meestal afhankelijk van grond- en/of oppervlaktewater, optimaal ontwikkeld op plekken met aanvoer van basenrijk grondwater.	Nooit - incidenteel (<10 dagen per jaar)	GVG -8 tot -12 cm t.o.v. mv GLG niet dieper dan -50 cm t.o.v. mv

Kwel

De kwelkaart, peilbuis en beeld in het veld geven tegenstrijdige signalen:

- De kwelkaart volgens het model van het waterschap geeft overduidelijke kwel weer, ter hoogte van de grondwaterafhankelijke habitattypen (zie Figuur 10 in 5.2.).
- De peilbuis met dubbele filters in het habitattype Vochtige alluviale bossen (H91E0C) geeft wegzijging weer ten tijde van het voorjaar van 2017 en 2018 (beschikbare meetreeks) (zie Figuur 10 in 5.2.).

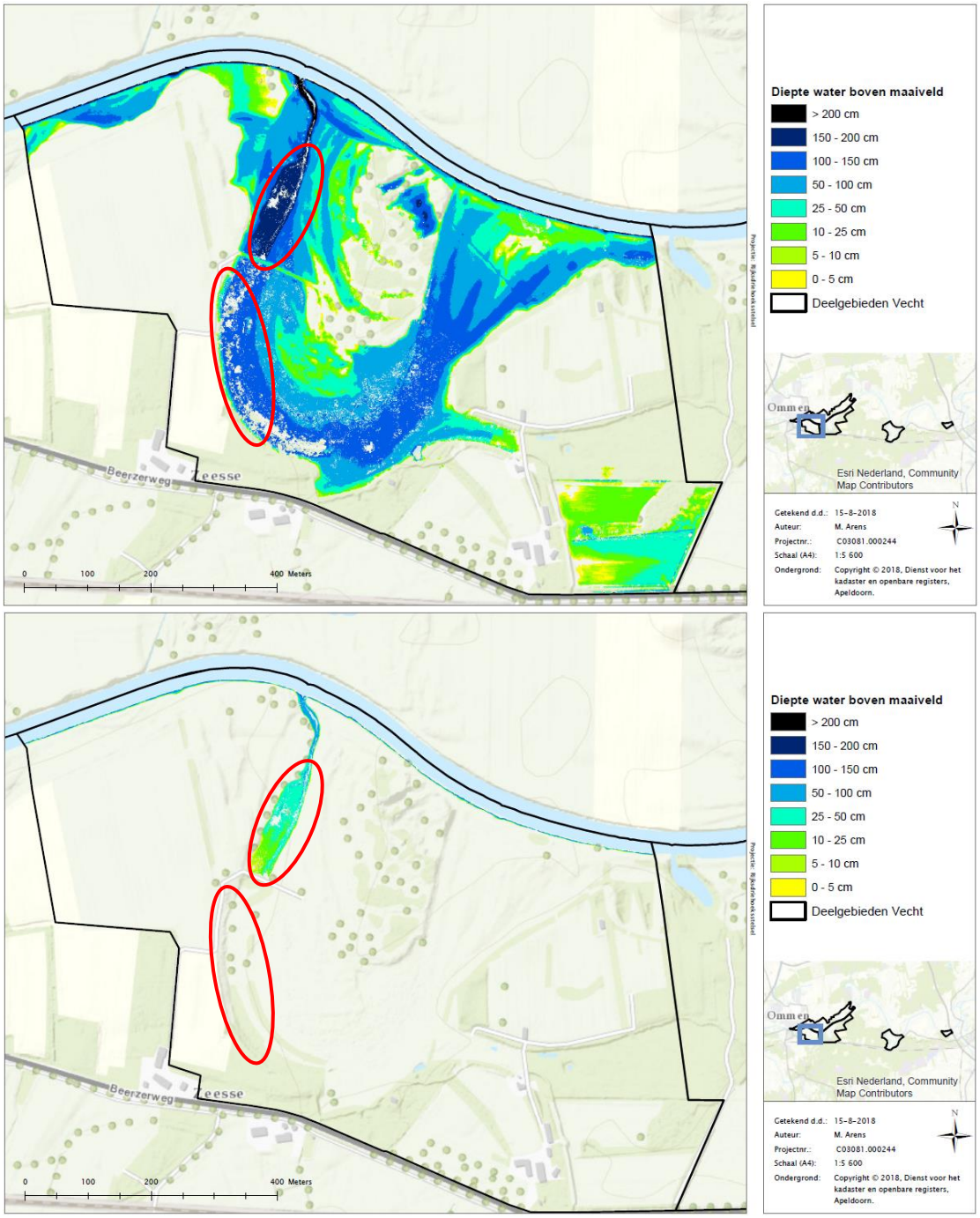
De kwelkaart is gebaseerd op een model en is niet lokaal gevalideerd, terwijl de peilbuis de lokale situatie weergeeft en daardoor representatiever is. De peilbuis staat echter aan de rand van het bos en daardoor mogelijk net wat hoger waardoor er daar sprake is van wegzijging in plaats van kwel. Echter is het beeld in het veld dat de habitattypen goed ontwikkeld zijn met grondwaterindicatorsoort Holpijp. Mogelijk staat de peilbuis net niet op een representatieve locatie, of is de kwel ten tijde van de GVG dit jaar beperkt geweest. Nabij de Vecht in de meander, iets ten noorden van het habitattype Ruigten en zomen (H6430), was de kwel duidelijk te zien (Foto 4). Dat is gunstig, omdat ook dit habitattype aanvoer van (basenrijk) grondwater nodig heeft (Tabel 10). De verwachting is dat er op het gebied van kwel geen knelpunt is.



Foto 4: Uittredende kwel in de geul nabij de Vecht, op landgoed Stekkenkamp. Verder naar het zuiden in deze geul komt habitattype Ruigten en zomen (H6430A) voor.

Inundatie

Vrijwel het hele gebied is vaker dan 1 dag per jaar geïnundeerd geweest in 2000-2015 (de periode waarop de duurlijn aangeleverd door Waterschap Vechtstromen is gebaseerd). Dit is een gemiddelde, dus dat wil niet zeggen dat alle gebieden *jaarlijks* zijn geïnundeerd. Het hogere rivierduin met de Jeneverbesstruwelen inundeerde als enige zone niet (Figuur 15, boven). Het Vochtig alluviaal bos (H91E0C) inundeerde minder dan gemiddeld 10 dagen per jaar ("incidenteel" volgens Runhaar et al. (2009)) (Figuur 15, onder). Dat is optimaal voor dit habitattype (Tabel 10). Het habitattype Ruigten en zomen (H6430A) vaker dan 10 dagen per jaar, nabij de Vecht zelfs meer dan 20 dagen per jaar (zie Bijlage 5). Deze frequentie is suboptimaal (te hoog) voor dit habitattype. Optimaal is een inundatiefrequentie van maximaal 10 dagen per jaar (Tabel 10). Voor dit habitattype is er dus mogelijk een knelpunt.

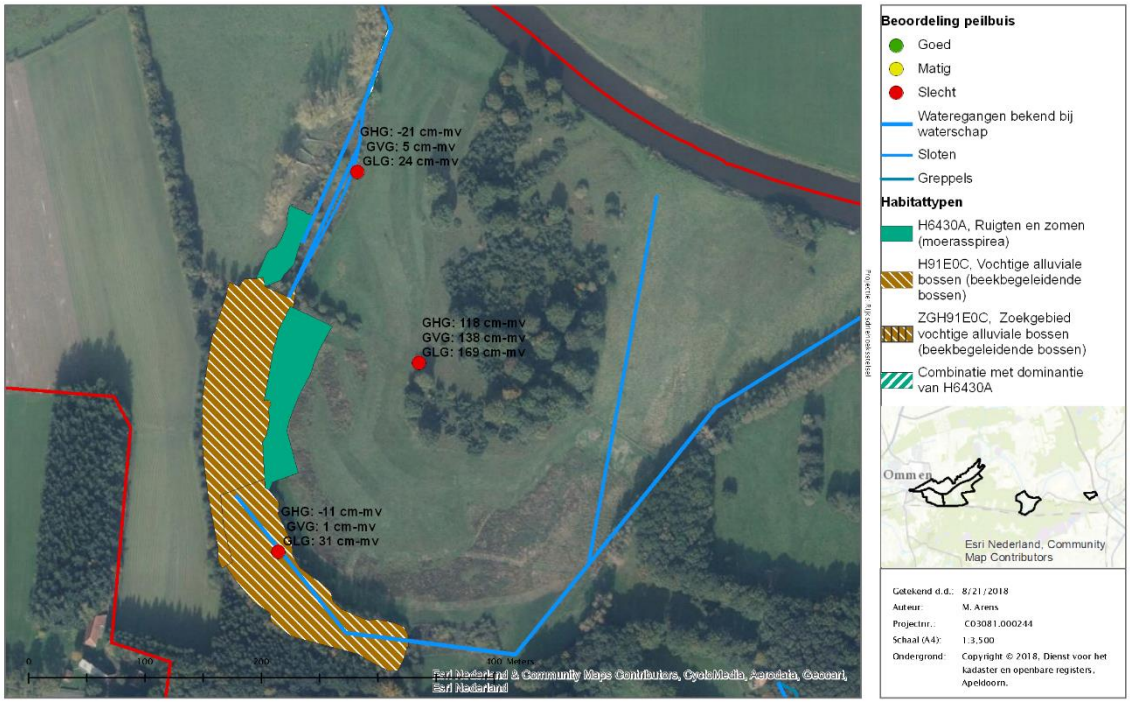


Figuur 15: Inundatiehoogte bij >1 dag per jaar (boven) en >10 dagen per jaar (onder) over de periode 2000-2015. Rood omcirkeld zijn de locaties van de habitattypen Ruigten en zomen (H6430A) (bovenste) en Vochtige alluviale bossen (H91E0C).

Grondwaterstanden & doelgat

In het habitattype Vochtige alluviale bossen (H91E0C) staat peilbuis B22C1403. De GHG = -11 cm-mv, GVG = 1 cm-mv en GLG = 31 cm-mv op basis van de verlengde reeks van deze peilbuis. Iets ten noorden van een vlak met habitattype Ruigten en zomen (H6430A) staat peilbuis B22C1401. De GHG = -21 cm-mv, GVG = 5 cm-mv en GLG = 24 cm-mv op basis van de verlengde reeks van deze peilbuis (Figuur 16). Op basis van deze GVG en GLG is er geen doelgat voor de habitattypen (Tabel 10). Beide verlengde reeksen zijn slecht

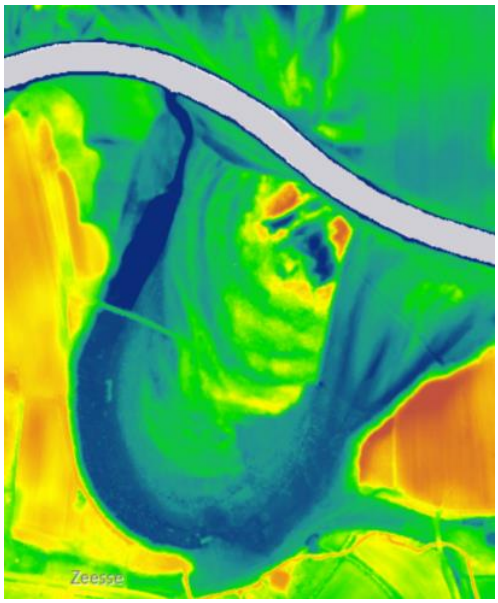
betrouwbaar (Figuur 16 en Bijlage 4). Het valt echter in de lijn der verwachtingen dat er geen doelgat is, de vegetatie ziet er namelijk goed ontwikkeld uit (zie 4.3). De peilbuis midden in het gebied staat te ver van de grondwaterafhankelijke habitattypen om te gebruiken in deze knelpuntenanalyse.



Figuur 16: Habitattypen Ruigten en zomen (H6430A) en Vochtige alluviale bossen (H91E0C) op landgoed Stekkenkamp en de GxG-waarden van de peilbuizen. De kleur van de peilbuis geeft de betrouwbaarheid van de verlengde reeks weer. De peilbuis midden in het gebied staat te ver van de grondwaterafhankelijke habitattypen om te gebruiken in deze knelpuntenanalyse.

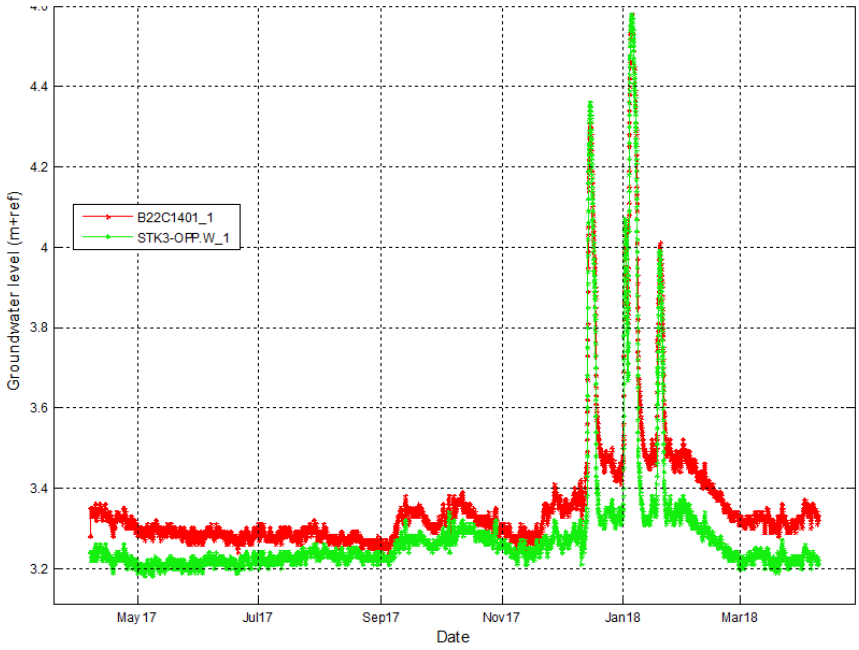
Invloed watergangen

De peilbuis B22C1403 in het Vochtig alluviaal bos (H91E0C) ligt in een oude meanderloop van de Vecht. Het statistisch drainageniveau van 3,6 m sluit aan bij de maaiveldhoogte van de meander. De meanderloop is ook aangegeven als oppervlaktewater bij het waterschap. Afwatering van het bos vindt plaats door middel van deze meander (in oostelijke richting) richting de Vecht. In de aansluiting met de Vecht is sprake van een “drempel” op 4,5 m+NAP: het bos kan niet direct in noordelijke richting afwateren vanwege het dijkje direct ten noorden van het bos (Figuur 17). Het drainageniveau ligt hoger dan het Vechtpeil gedurende de zomer volgens Menyanthes, hoewel daarbij vermeld moet worden dat de statistische afleiding van de peilbuis slecht is (zie Bijlage 4). De invloed van de Vecht op de grondwaterstanden lijkt in drogere perioden dus relatief beperkt. Bij hoogwater is er wel een indirect effect door het vollopen van de meander vanuit de Vecht.



Figuur 17: Hoogtekaart van Landgoed Stekkenkamp, waarop goed het dijkje is te zien door de meander. Het dijkje zorgt ervoor dat het Vochtig alluviaal bos niet direct in noordelijke richting kan afwateren op de Vecht.

Het habitattype Ruigten en zomen (H6430A) staan in open verbinding met de Vecht met een maaiveldhoogte van 3,25 m+NAP. Peilbuis B22C1401 geeft een statistisch drainageniveau aan van 1,7 m, maar de statistische afleiding van de peilbuis is slecht op basis van Menyanthesstatistiek, waardoor het niveau afwijkt van het Vechtpeil. De grondwaterstanden laten wel eenzelfde patroon zien als het daar gelegen oppervlaktewatermeetpunt maar liggen daarbij net boven de oppervlaktewaterstand gedurende het gehele jaar (met uitzondering van inundatiepieken vanuit de Vecht) (Figuur 18). Dit betekent dat het open water in de meandergeul een drainerende werking heeft op het grondwater.



Figuur 18: Oppervlaktewater- (groen) en grondwaterstanden (rood) bij peilbuis B22C1401.

5.4 Prathoek

Tabel 11 geeft weer welke grondwaterafhankelijke habitattypen zijn aangewezen in Prathoek en bijbehorende referentiecondities op vegetatietypeniveau (uit Waternood v3.0.4.0.). Dit zijn de uitgangspunten voor de beoordeling van de hydrologie. De gehanteerde referentiecondities voor alle vegetatietypen zijn tevens opgenomen in de methodiekbeschrijving in Bijlage 1.

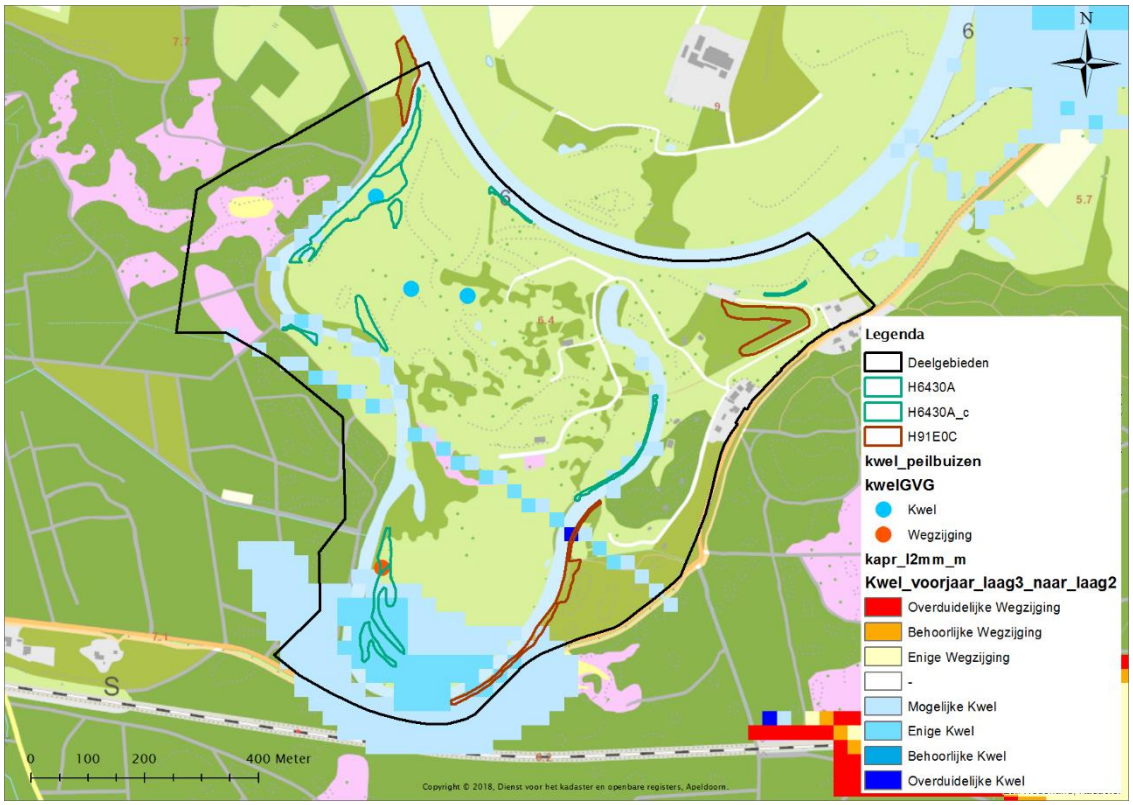
Tabel 11: Referentiecondities voor de vegetatietypen op basis waarvan de habitattypen zijn aangewezen in Prathoek (Waternood v4.0.3.0).

				Referentiecondities		
ID	**Habitattype**	**Vegetatietype**		**Kwel/herkomst water**	**Inundatie**	**Waterstanden**
2944, 1136, 1267, 5591, 2484, 1023, 2902, 3105, 4258	H6430A	32Aa1	Associatie van Moerasspirea en Valeriaan	Er moet voldoende aanvoer van grondwater zijn, zonder verontreiniging met nitraat en fosfaat. Op arme gronden is overstroming noodzakelijk om voedselrijkdom te handhaven en verzuring tegen te gaan.	Nooit – incidenteel (<10 dagen per jaar)	GVG -5 tot -30 cm t.o.v. mv GLG niet dieper dan -140 cm t.o.v. mv
3922	H91E0C	43Aa5	Vogelkers-essenbos	Meestal oppervlaktewaterafhankelijk, zoet water	Nooit – regelmatig (0 tot >10 dagen per jaar)	GVG -25 tot -60 cm t.o.v. mv GLG -60 tot -160 cm t.o.v. mv
2948, 764	H91E0C	39Aa2c	Elzenzegge-Elzenbroek	Meestal afhankelijk van grond- en/of oppervlaktewater, optimaal ontwikkeld op plekken met aanvoer van basenrijk grondwater.	Nooit – incidenteel (<10 dagen per jaar)	GVG -8 tot -12 cm t.o.v. mv GLG niet dieper dan -50 cm t.o.v. mv

Kwel

De kwelkaart van april voor Prathoek laat mogelijke kwel zien in de meanders aan de west- en oostkant van het gebied (Figuur 19). Aan de zuidkant is enige kwel. Het gebied is op de kwelkaart ruim aangegeven in vergelijking met de realiteit: de vegetatie laat niet zien dat er in het gearceerde gebied invloed is van kwel. Het vlak overlapt aan de oostzijde bijvoorbeeld een droog grasland (op de habitattypenkaart weergegeven als Stroomdalgraslanden (H6120)). Het detailniveau van het model sluit hier niet aan op de fijnschaligheid van het gebied. De kwel beperkt zich tot de lagere delen in de Ruigten en zomen (H6430A). De peilbuis die daar wegzijging weergeeft, staat net op een wat hoger deel in het habitattype. Het habitattype Ruigten en zomen (H6430) is afhankelijk van voldoende aanvoer van grondwater (Tabel 11). Er lijkt geen knelpunt te zijn voor dit habitattype in het zuiden van Prathoek, met betrekking tot kwel. Op de habitattypen in het zuiden na, wordt er geen kwel aangegeven voor de overige grondwaterafhankelijke habitattypen. De streep van west naar oost valt niet te herleiden en is waarschijnlijk een onjuiste weergave op de kwelkaart. De twee peilbuizen die in het habitattype Ruigten en zomen (H6430A) in het oosten staan, geven wel kwel weer in het voorjaar van 2017 en

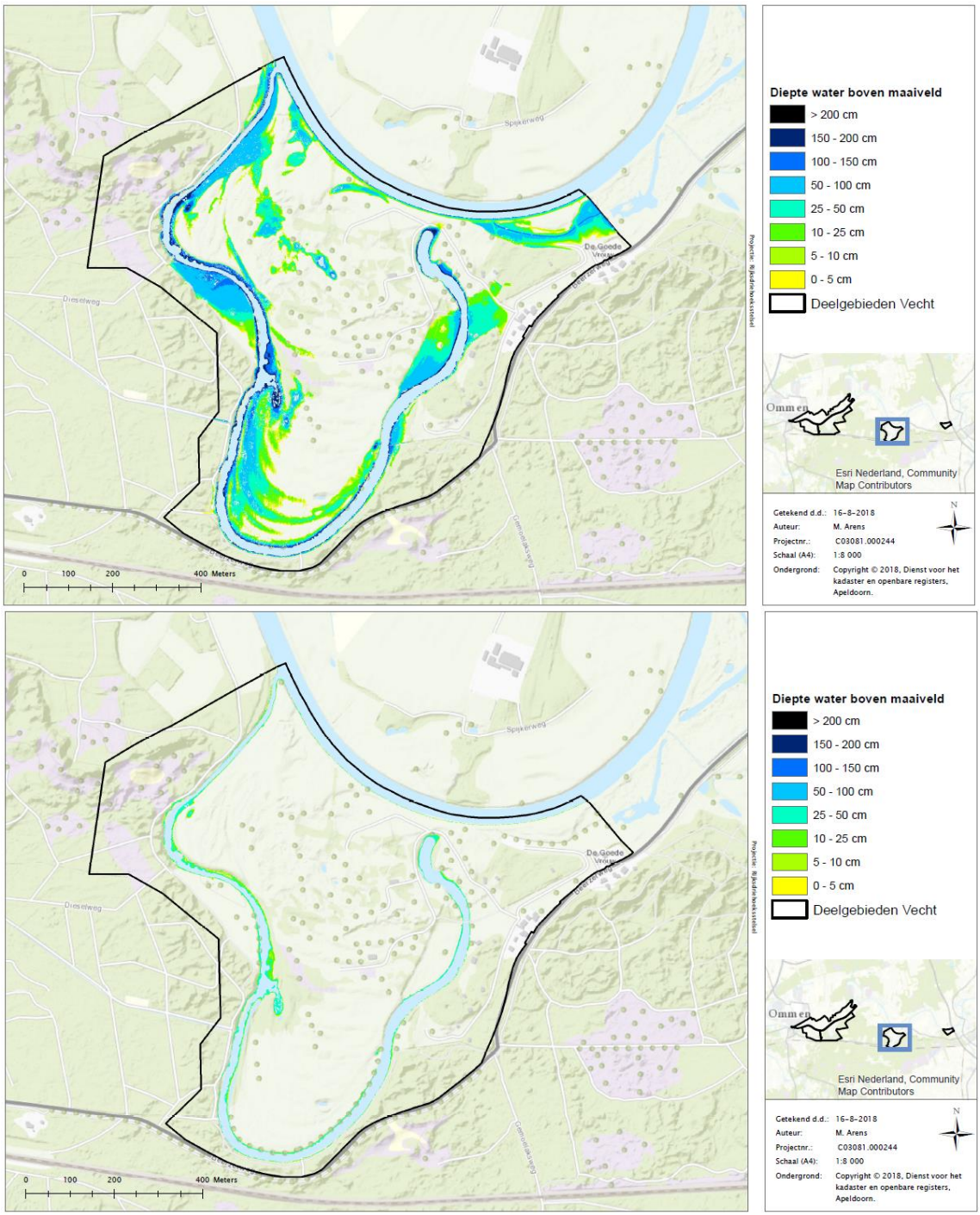
2018 (beschikbare meetreeks). Er zijn geen kwelindicerende soorten waargenomen (voor lijst zie Bijlage 1), op één vlak na: het meest noordwestelijke vlak met Ruigten en zomen (H6430), waar Veldrus, Ruwe smele en Bosbies zijn waargenomen. Samengevat wijzen de soorten en peilbuizen op plaatselijke kwel, de kwelkaart bevestigt dat niet. Mogelijk is er voor enkele habitattypevlakken dus wel een knelpunt op gebied van kwel.



Figuur 19: Kwelkaart in het voorjaar (laag 2) van Prathoek (gebaseerd op MIPWA periode 1994-2004). Voor de peilbuizen met dubbele filters is aangegeven of er sprake is van kwel of wegzijging op basis van de meetreeksen in het voorjaar (2017-2018) .

Inundatie

De grondwaterafhankelijke habitattypen in Prathoek inunderen minder vaak dan voorgaande gebieden. Vrijwel alle habitattypevlakken inundeerden minimaal 1 dag per jaar, gegeven de door het Waterschap Vechtstromen aangeleverde duurlijn (gebaseerd op de periode 2000-2015) (Figuur 20, boven). Dit is een gemiddelde, dus dat wil niet zeggen dat alle gebieden *jaarlijks* zijn geïnundeerd in die periode. Het Vochtige alluviale bos (H91E0C) in het oosten inundeerde nooit. Bij een frequentie van meer dan 10 dagen per jaar, inundeerden alleen plaatselijk smalle randen direct langs de meander (Figuur 20, boven). Beide typen ontwikkelen zich gemiddeld gezien optimaal bij geen inundatie tot incidentele inundatie (maximaal 10 dagen per jaar) (Tabel 11). Een gebrek aan inundatie is niet per definitie een knelpunt. Wat in het Vogelkers-Essenbos opviel in het veld, is het grote ruigte-aspect (brandnetels, framboos) (zie 4.4). Mogelijk komt dit door de voedselrijkdom van het Vechtwater.



Figuur 20: Inundatiehoogte bij >1 dag per jaar (boven) en >10 dagen per jaar (onder).

Grondwaterstanden & doelgat

In Prathoek staan zes peilbuizen, twee zijn er echter niet bruikbaar voor het bepalen van een doelgat. Ze staan niet in de grondwaterafhankelijke habitattypen en liggen hoger en/of op een andere plek in het landschap (op basis van kaarten en veldbezoek). Voor het grootste deel van de habitattypevlakken kon er geen doelgat worden berekend. Dit geldt voor twee vlakken met Ruigten en zomen (H6430A) in het oosten van het gebied en voor alle vlakken met Vochtige alluviale bossen (H91E0C).

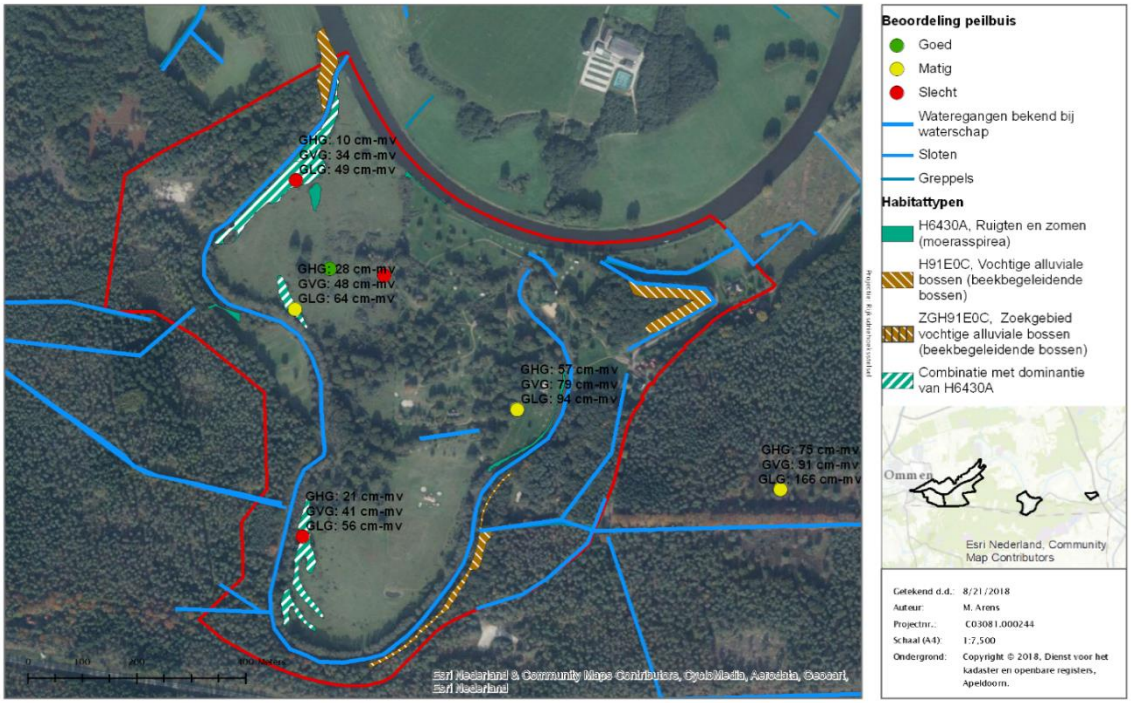
Er zijn vier bruikbare peilbuizen. Daarvan staan er drie binnen de begrenzing van het habitattype Ruigten en zomen (H6430A). Op basis van de GxGs en de referentiewaterstanden (Tabel 11) zijn de bevindingen als volgt

1. Peilbuis B22D0964 ligt het meest noordelijk en geeft de volgende GxG's: GHG = 10 cm-mv, GVG = 34 cm-mv en GLG = 49 cm-mv (Figuur 21). De GVG van het habitattypevlak waar de peilbuis in staat, is 4 cm te laag (Figuur 22).
2. Peilbuis B22D0966 staat in het vlak ten zuiden daarvan. De GHG= 28 cm-mv, GVG = 48 cm-mv en GLG = 64 cm-mv (Figuur 21). De GVG van het habitattypevlak waar de peilbuis in staat, is 18 cm te laag (Figuur 22).
3. Peilbuis B22D0967 staat het meest zuidelijk en geeft de GxG-waarden GHG = 21 cm-mv, GVG = 41 cm-mv en GLG =56 cm-mv (Figuur 21). De GVG van het habitattypevlak waar de peilbuis in staat, is 11 cm te laag (Figuur 22).

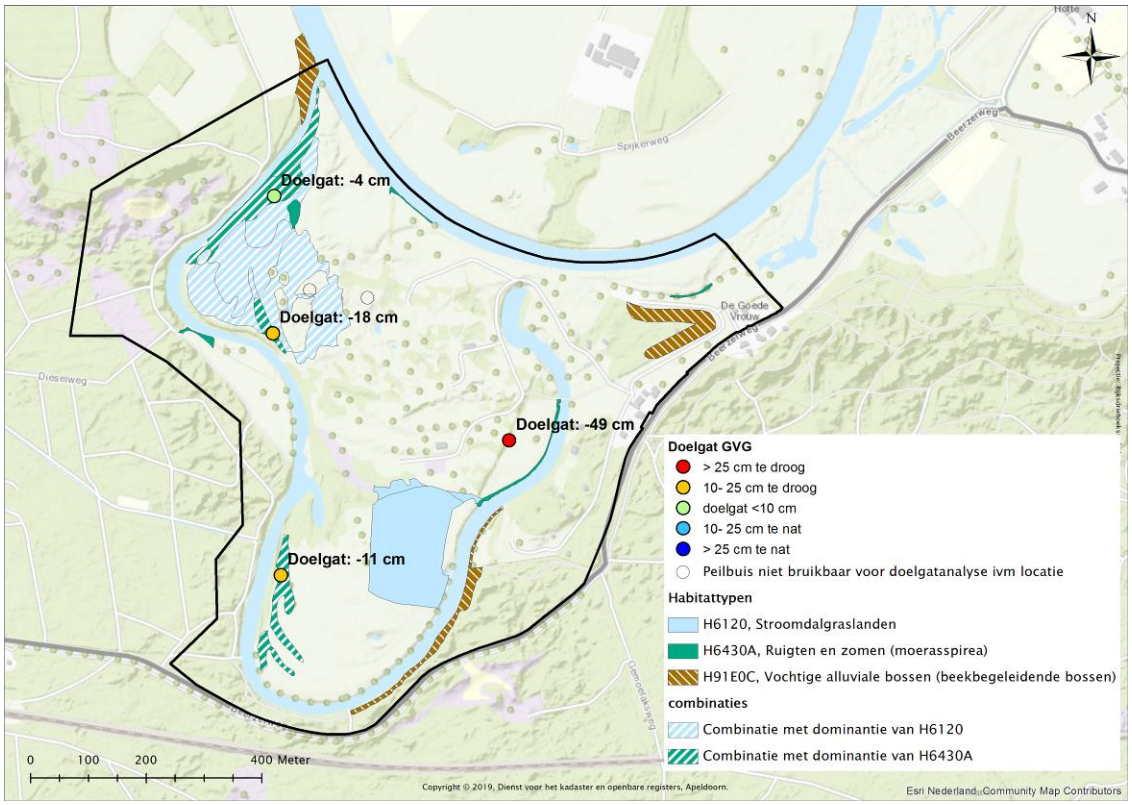
Ten vierde is er peilbuis B22D0968 ten westen van het habitattypevlakje Ruigten en zomen (H6430). Voor de GVG van het habitattypevlak geeft deze peilbuis een doelgat van -49 cm (gebaseerd op de referentieGVG uit Tabel 11). Het habitattype ligt echter tegen de rand van de meander en het maaiveld is daar volgens het AHN ca. 50 cm lager. Dat betekent dat er ter plekke waarschijnlijk geen doelgat is voor de GVG.

Voor de GLG is voor alle bovengenoemde habitattypevlakken geen doelgat. Kanttekening voor de berekening van de doelgaten is dat de verlengde reeksen matig tot slecht betrouwbaar zijn op basis van de statistieken van Menyanthes (Figuur 21 en Bijlage 4). De doelgaten zijn echter, gezien de vegetatie, wel in de lijn der verwachting. Dat er geen doelgat voor de GLG is voor de habitattypevlakken waar een peilbuis in/nabij staat, is te verklaren doordat Prathoek bovenstrooms en relatief dichtbij de stuw Junne ligt. De hoge peilen in de Vecht ten opzichte van maaiveld zorgen dat de grondwaterstanden relatief weinig wegzakken in vergelijking tot gebieden die verder van de stuw liggen. Ook heeft het te maken met het omgekeerde peilbeheer. In de zomer zijn de waterstanden het hoogst en in de winter het laagst.

Het westelijke Vochtige alluviale bos (H91E0C) is gekarteerd als Vogelkers-Essenbos (43Aa5), een wat droger type binnen dit habitattype, dat wel een goede kwaliteit van het habitattype indiceert. Het bos grenst aan de Vecht en de meander. Er staat geen peilbuis, maar de geschatte waterstanden liggen tussen de 1 en 2 meter onder maaiveld. Het maaiveld ligt namelijk volgens het AHN tussen de 5,5 en 6 m+NAP. Het peil van de Vecht ligt bij stuw Junne tussen de 4,15 (winter) en 4,5 (zomer) m+NAP (KWR et al. 2015). Voor Vogelkers-Essenbos is een GVG van minimaal 60 cm-mv en een GLG van minimaal 160 cm-mv optimaal (Tabel 11). Waarschijnlijk is dit vlak aan de droge kant. Het oostelijke Vochtige alluviale bos (H91E0C) ligt niet aan de Vecht en hiervoor is het moeilijker schatten of er een doelgat is. Het bos ligt relatief hoog in het landschap.



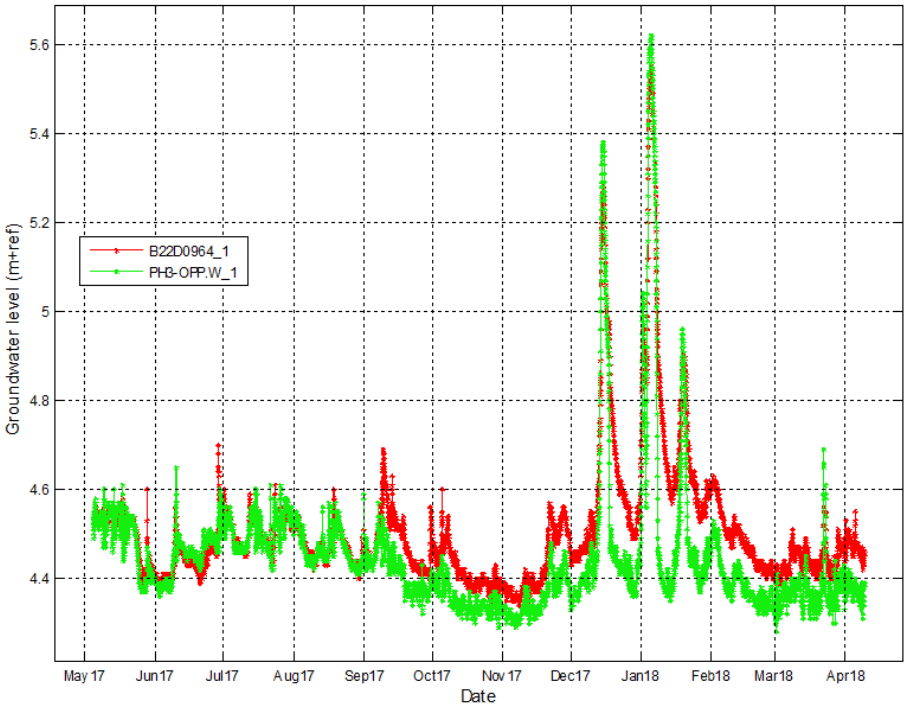
Figuur 21: Habitattypen Ruigten en zomen (H6430A) en Vochtige alluviale bossen (H91E0C) in Prathoek en de GxG-waarden van de peilbuizen. De kleur van de peilbuis geeft de betrouwbaarheid van de verlengde reeks weer.



Figuur 22: Habitattypen Ruigten en zomen (H6430A) en Vochtige alluviale bossen (H91E0C) in Prathoek en het doelgat voor de GVG. Twee peilbuizen staan te ver van de habitattypen af en zijn daarom niet bruikbaar voor de analyse.

Invloed watergangen

De waterstanden in de peilbuizen sluiten direct aan bij de meting van het oppervlaktewaterpeil. Als voorbeeld is in Figuur 23 de tijd-stijghoogtegrafiek van peilbuis B22D0964 opgenomen naast het oppervlaktewaterpeil. De overige peilbuizen laten een vergelijkbaar patroon zien. In de winterperiode is sprake van een drainerende werking van het open water in de meander op de grondwaterstanden (Figuur 23). Het Vechtpeil is dominant want de meander staat in open verbinding met de Vecht.



Figuur 23: De oppervlaktewater- (groen) en grondwaterstanden (rood) in/bij peilbuis B22D094 (Ruigten en zomen (H6430A) laten een vergelijkbaar patroon zien.

5.5 De Maat

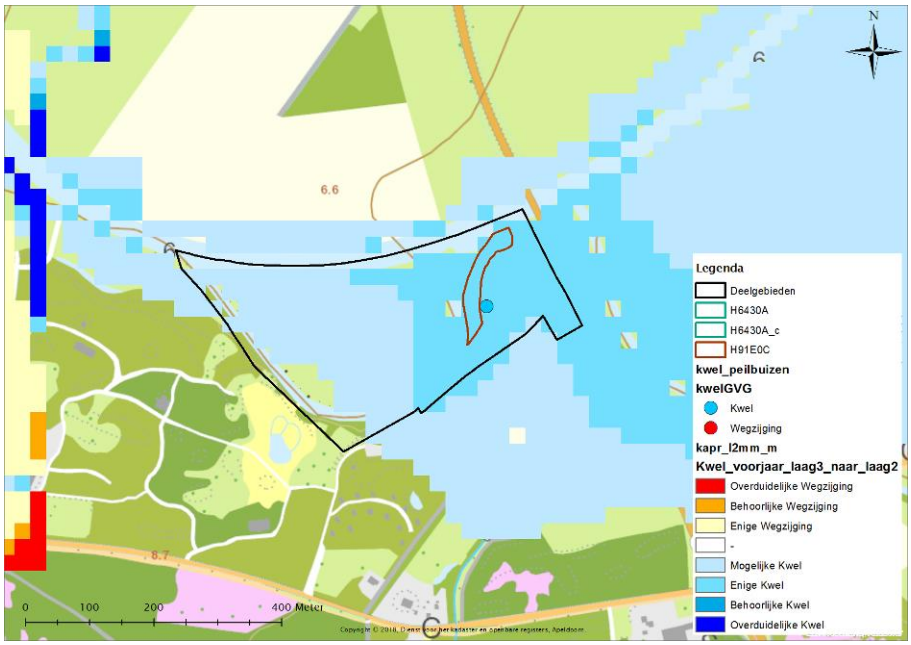
Tabel 12 geeft weer welke grondwaterafhankelijke habitattypen zijn aangewezen in De Maat en bijbehorende referentiecondities op vegetatietypeniveau (uit Waternood v3.0.4.0.). Dit zijn de uitgangspunten voor de beoordeling van de hydrologie. De gehanteerde referentiecondities voor alle vegetatietypen zijn tevens opgenomen in de methodiekbeschrijving in Bijlage 1.

Tabel 12: Referentiecondities voor de habitattypevlakken in De Maat (Waternood v3.0.4.0).

				Referentiecondities		
ID	**Habitattype**	**Vegetatietype**		**Kwel/herkomst water**	**Inundatie**	**Waterstanden**
2710	H91E0C Vochtige alluviale bossen	39Aa2c	Elzenzegge-Elzenbroek	Meestal afhankelijk van grond- en/of oppervlaktewater, optimaal ontwikkeld op plekken met aanvoer van basenrijk grondwater.	Nooit - incidenteel (<10 dagen per jaar)	GVG -8 tot -12 cm t.o.v. mv GLG niet dieper dan -50 cm t.o.v. mv

Kwel

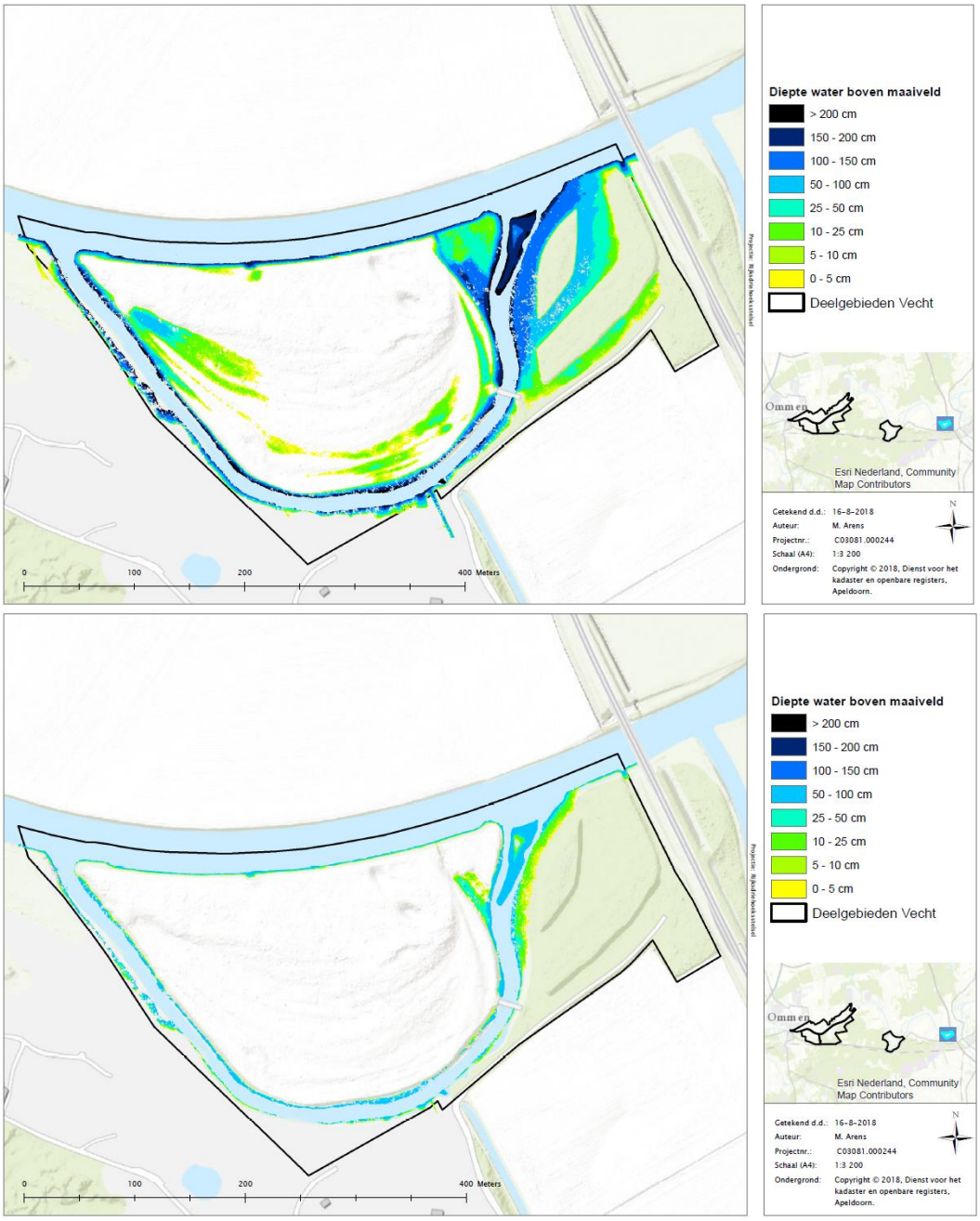
De kwelkaart van april voor De Maat laat enige kwel zien over het hele gebied en langs de Vecht (Figuur 24). Dit gebied is te ruim aangegeven en overlapt met droge habitattypen. De peilbuis met dubbele filters in het habitattype Vochtig alluviaal bos (H91E0C) geeft kwel weer ten tijde van het voorjaar van 2017 en 2018 (beschikbare meetreeks). Aanvoer van basenrijk grondwater is nodig voor optimale ontwikkeling van het habitattype. De grondwaterindicator Bosbies is plaatselijk waargenomen. Verder is op basis van de vegetatie de inschatting dat de invloed van kwel beperkt is.



Figuur 24: Kwelkaart in het voorjaar (laag 2) van De Maat (gebaseerd op MIPWA periode 1994-2004). Voor de peilbuis met dubbele filters is aangegeven of er sprake is van kwel of wegzijging op basis van de meetreeksen in het voorjaar (2017-2018) .

Inundatie

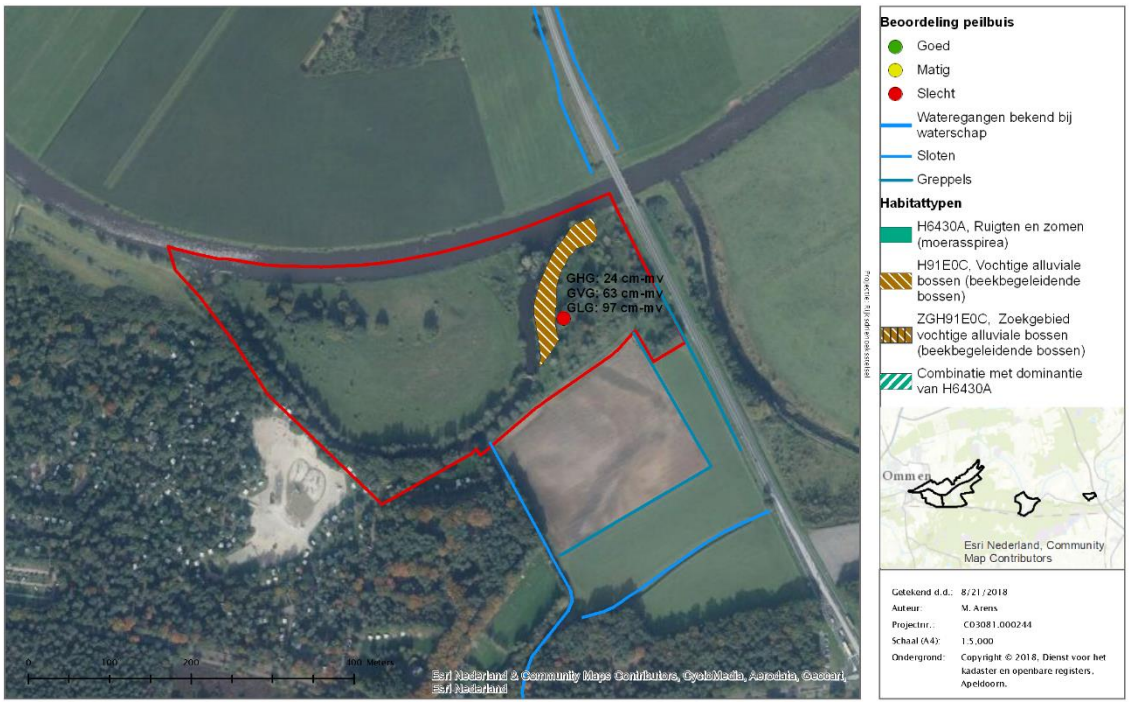
Op basis van een duurlijn van de Vecht (2000-2015) is te zien dat het Vochtige alluviale bos (H91E0C) in De Maat aan de meanderzijde "regelmatig" inundeert. Dat betekent meer dan 10 dagen per jaar (Figuur 25, onder), maar minder dan 20 (zie Bijlage 5). . Het betreft een gemiddelde, dus het wil niet zeggen dat de vlakken *jaarlijks* zijn overstroomd in die periode. Aan de oostzijde inundeerde het bos "incidenteel tot regelmatig", namelijk tussen de 1 en 10 dagen per jaar (Figuur 25). Voor dit vegetatietype is geen tot incidentele inundatie gemiddeld gezien optimaal, regelmatige inundatie is suboptimaal (Tabel 12). De relatief hoge inundatiefrequentie, in vergelijking met de bossen in de andere gebieden, zorgt in combinatie met beperkte kwel en te lage waterstanden (zie volgende) voor het voedselrijke karakter (zie 4.5). Dit wordt veroorzaakt doordat het inundatiewater voedselrijk is, en/of dat door lage waterstanden de toplaag verdroogt en organische stof mineraliseert.



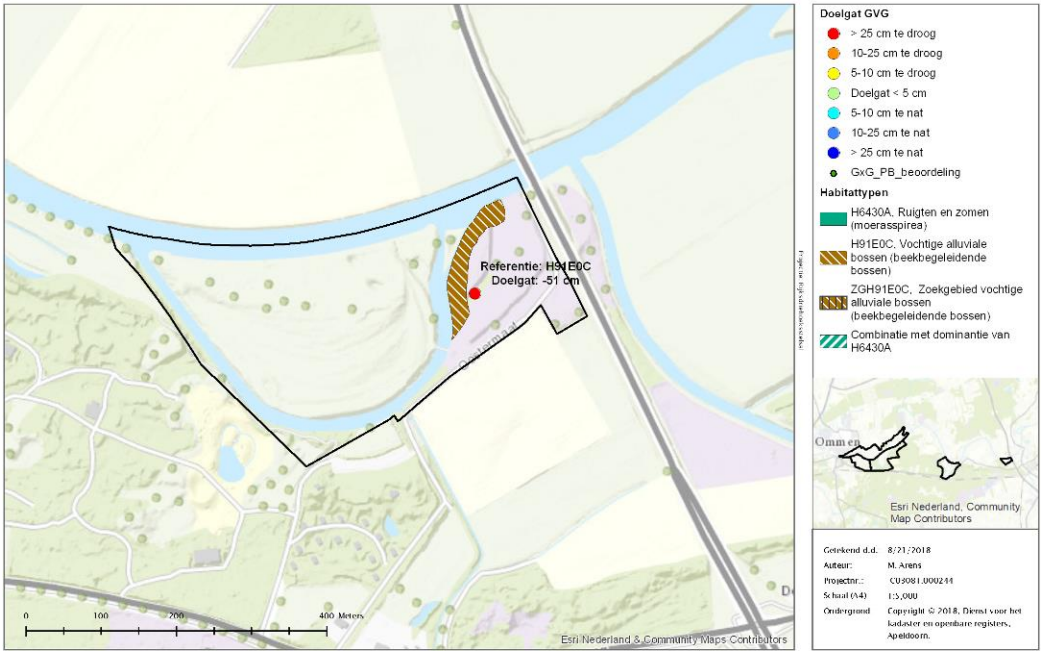
Figuur 25: Inundatiehoogte bij >1 dag per jaar (boven) en >10 dagen per jaar (onder).

Grondwaterstanden & doelgat

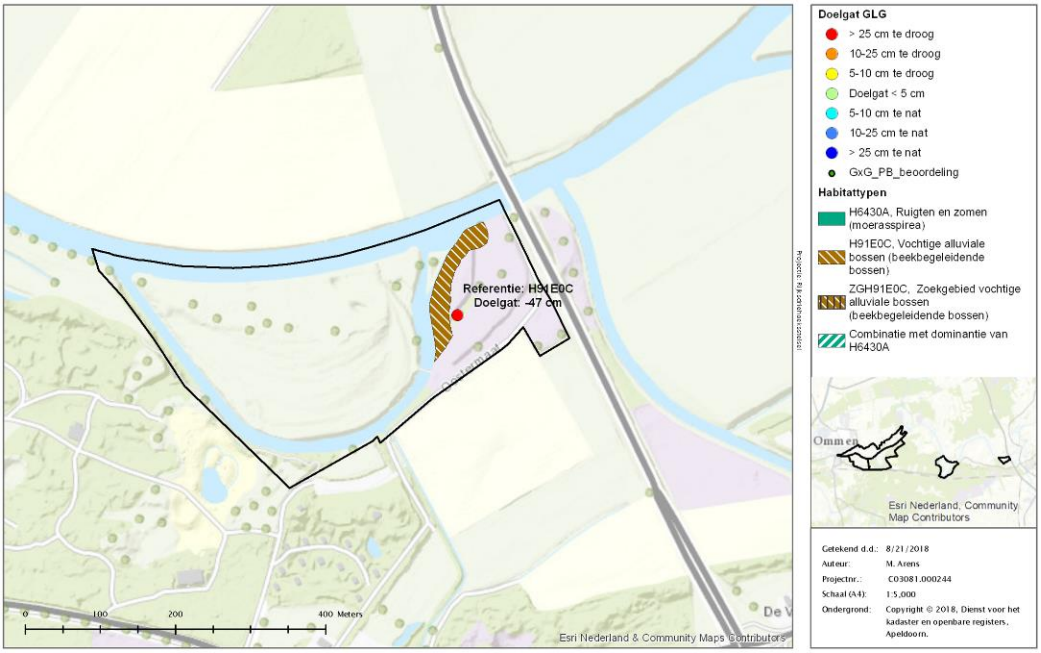
Peilbuis B22D0950 ligt in het bos ten oosten van het habitattype Vochtige alluviale bossen (H91E0C) en laat de volgende waterstanden zien: GHG = 24 cm-mv, GVG = 63 cm-mv en GLG = 97 cm-mv (Figuur 26). De buis ligt echter wel ca. 25 cm hoger dan het habitattype. Bovendien is de verlengde reeks slecht betrouwbaar (Bijlage 4). Het doelgat op basis van het maaiveld van de peilbuis is -51 cm voor de GVG (Figuur 27) en -47 cm voor de GLG (Figuur 28), gebaseerd op de referentiewaterstanden (Tabel 12). Na correctie voor de maaiveldhoogte is er nog steeds een doelgat van rond de -25 cm.



Figuur 26: Habitattype Vochtige alluviale bossen (H91E0C) in De Maat en de GxG-waarden van de peilbuis. De kleur van de peilbuis geeft de betrouwbaarheid van de verlengde reeks weer.



Figuur 27: Habitattype Vochtige alluviale bossen (H91E0C) in De Maat en het doelgat voor de GVG. De peilbuis ligt ca. 25 cm hoger dan het habitattype.



Figuur 28: Habitattype Vochtige alluviale bossen (H91E0C) in De Maat en het doelgat voor de GLG. De peilbuis ligt ca. 25 cm hoger dan het habitattype.

Invloed watergangen

Omdat het habitattype Vochtige alluviale bossen (H91E0C) direct grenst aan de oude meander en een open verbinding heeft met de Vecht, is de verwachting dat de Vecht de grootste invloed heeft op de waterstanden. Er is geen gebruik gemaakt van een tijdreeksanalyse gezien de peilbuis niet in het habitattype ligt en dus niet helemaal representatief is voor het habitattype, daarnaast is het vervaardigde tijdreeksmodel slecht betrouwbaar (Bijlage 4).

5.6 Conclusie hydrologie

Op basis van de gegevens over kwel, inundatie, GVG en GLG (in rangorde) in combinatie met een expert judgement is per habitattypevlak beoordeeld/samengevat of er wel of geen hydrologisch knelpunt is (Tabel 13). Tevens is per vlak ingeschat welke watergang de meeste invloed heeft op de waterstanden in het habitattype, wat laat zien op welk niveau maatregelen het meest nuttig zijn ten behoeve van het wegnemen van hydrologische knelpunten. De samenvatting is opgenomen in Tabel 14.

Tabel 13: Knelpunten op het gebied van hydrologie (kwel/inundatie/GVG/GLG) per habitattypevlak per gebied. De ID-nummers corresponderen met de nummers in hoofdstuk 4.

ID	Habitattype*	Knelpunt hydrologie?	Toelichting
Arriën			
2860	H6430A Ruigten en zomen	Nee	
829	H91E0C Vochtige alluviale bossen	Naar verwachting wel	Doelgat GVG en GLG maar verlengde reeks onbetrouwbaar. Beperkte kwel.
Stekkenkamp			
5546	H6430A Ruigten en zomen	Naar verwachting wel	Kwel waarschijnlijk in orde, maar suboptimale inundatiefrequentie (te hoog)
3472	" " "	n.v.t.	Kwalificeert niet
298	" " "	n.v.t.	Kwalificeert niet
2483	H91E0C Vochtige alluviale bossen	Nee	
682	" " "	Nee	
Prathoek			
2944	H6430A Ruigten en zomen	Ja	Zeer beperkte kwel en waarschijnlijk doelgat GVG.
1136	" " "	Ja	Zeer beperkte kwel en waarschijnlijk doelgat GVG.
1267	" " "	Ja	Zeer beperkte kwel en waarschijnlijk doelgat GVG.
1133	" " "	Ja	Zeer beperkte kwel en waarschijnlijk doelgat GVG.
5591	" " "	Naar verwachting wel	Geen peilbuisgegevens, habitattype ziet er op basis van de vegetatie matig ontwikkeld uit.
5467	" " "	n.v.t.	Kwalificeert niet
2484	" " "	Nee	
4258	" " "	Naar verwachting niet	Geen peilbuisgegevens, habitattype ziet er op basis van de vegetatie goed ontwikkeld uit. Geen kwel volgens de kwelkaart maar strook niet met beeld in het veld, inschatting is dat hier wel sprake is van kwel. Inundatiefrequentie is optimaal (<10 dagen/jaar).
1023	" " "	Ja	Zeer beperkte kwel en waarschijnlijk doelgat GVG.
2902	" " "	Ja	Zeer beperkte kwel en waarschijnlijk doelgat GVG.
3105	" " "	Ja	Zeer beperkte kwel en waarschijnlijk doelgat GVG.
764	H91E0C Vochtige alluviale bossen	Naar verwachting wel	Geen peilbuisgegevens (habitattype ziet er op basis van de vegetatie matig ontwikkeld uit)

3922	" " "	Naar verwachting wel	Grenst aan Vecht en meander met een peil van 1-2 m lager dan het maaiveld in het bos
2948	" " "	Naar verwachting niet	Relatief hoog gelegen en daardoor waarschijnlijk van nature droger
De Maat			
2710	H91E0C Vochtige alluviale bossen	Ja	Doelgat GVG en GLG, waarschijnlijk zeer beperkte kwel.

Tabel 14: Beoordeling van de invloed van de Vecht versus overige watergangen op de hydrologie van de habitattypen Vochtige alluviale bossen (H91E0C) en Ruigten en zomen (H6430A).

ID	Habitattype*	Vooral onder invloed van…	Toelichting
Arriën			
2860	H6430A Ruigten en zomen	Vecht	Er is geen ander oppervlaktewater aanwezig in de nabijheid van habitattype dat grondwaterstanden zou kunnen beïnvloeden.
829	H91E0C Vochtige alluviale bossen	Vecht	Er is geen ander oppervlaktewater aanwezig in de nabijheid van habitattype dat grondwaterstanden zou kunnen beïnvloeden.
Stekkenkamp			
5546	H6430A Ruigten en zomen	Meander & Vecht	O.b.v. peilbuis en peilschaal
3472	" " "	Meander & Vecht	O.b.v. peilbuis en peilschaal
298	" " "	Meander & Vecht	O.b.v. peilbuis en peilschaal
2483	H91E0C Vochtige alluviale bossen	Meander & Vecht (achter een drempel van 4,5 m+NAP)	O.b.v. peilbuis en peilschaal
682	" " "	Meander & Vecht (achter een drempel van 4,5 m+NAP)	O.b.v. peilbuis en peilschaal
Prathoek			
2944	H6430A Ruigten en zomen	Meander & Vecht	O.b.v. peilbuis en peilschaal
1136	" " "	Meander & Vecht	O.b.v. peilbuis en peilschaal
1267	" " "	Meander & Vecht	O.b.v. peilbuis en peilschaal
1133	" " "	Meander & Vecht	O.b.v. peilbuis en peilschaal
5591	" " "	Meander & Vecht	Geen oppervlaktewater- en grondwaterstandsdata beschikbaar, maar habitattypevlak ligt tegen de meander aan.
5467	" " "	Vecht	Geen oppervlaktewater- en grondwaterstandsdata beschikbaar, maar habitattypevlak ligt tegen de Vecht aan.
2484	" " "	Meander & Vecht	O.b.v. peilbuis en peilschaal
4258	" " "	Aangelegen geul + watergang & Vecht	Geen oppervlaktewater- en grondwaterstandsdata beschikbaar, maar habitattypevlak ligt langs een watergang

1023	" " "	Meander & Vecht	O.b.v. peilbuis en peilschaal
2902	" " "	Meander & Vecht	O.b.v. peilbuis en peilschaal
3105	" " "	Meander & Vecht	O.b.v. peilbuis en peilschaal
764	H91E0C Vochtige alluviale bossen	Meander & Vecht	Geen oppervlaktewater- en grondwaterstandsdata beschikbaar, maar habitattypevlak ligt tegen de meander aan.
3922	" " "	Vecht	Geen oppervlaktewater- en grondwaterstandsdata beschikbaar, maar habitattypevlak ligt tegen de Vecht (en de meander) aan.
2948	" " "	Aangelegen geul + watergang & Vecht	Geen oppervlaktewater- en grondwaterstandsdata beschikbaar, maar habitattypevlak ligt relatief hoog en tegen een geul en watergang aan (met de noordgrens)
De Maat			
2710	H91E0C Vochtige alluviale bossen	Vecht	Habitattypevlak ligt heel dicht op de Vecht

6 Knelpuntenanalyse

Op basis van de actuele kwaliteit van de habitattypen op basis van de vegetatie (zie 4.6.) en de knelpunten op gebied van hydrologie (zie 5.6.) is een “eindoordeel” gegeven per habitattypevlak (Tabel 13). Dit hoofdstuk geeft per gebied een toelichting. Met een knelpunt hydrologie wordt bedoeld dat de kwel, inundatiefrequentie en/of waterstanden niet toereikend zijn voor het aanwezige habitattype. Met een knelpunt vegetatie wordt bedoeld dat de vegetatie matig ontwikkeld is. Mogelijk spelen er knelpunt op ander vlakken zoals beheer en chemie. Daar wordt in de komende paragraven op in gegaan.

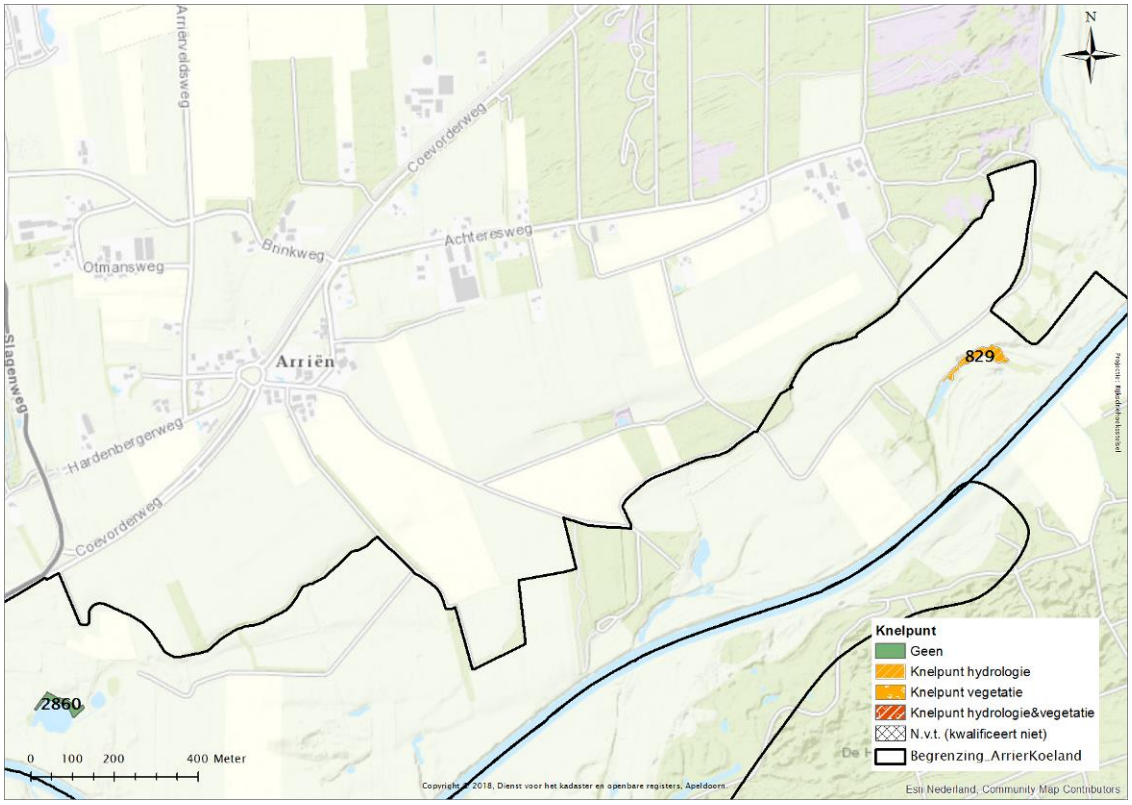
Tabel 15: Eindoordeel per vlak met grondwaterafhankelijke habitattypen voor Arriën, Stekkenkamp, Prathoek en De Maat. De actuele kwaliteit van de habitattypen op basis van de vegetatie en de knelpuntenanalyse op het gebied van hydrologie zijn opgeteld tot een eindoordeel.

ID	Habitattype	Kwaliteit o.b.v. vegetatie (zie 4.6.)	Knelpunt hydrologie (zie 5.6.)	Eindoordeel
Arriën				
2860	H6430A Ruigten en zomen	Matig	Nee	Geen knelpunt
829	H91E0C Vochtige alluviale bossen	Goed	Naar verwachting wel	Hydrologie
Stekkenkamp				
5546	H6430A Ruigten en zomen	Matig	Naar verwachting wel	Hydrologie + vegetatie
3472	“ “ “	Kwalificeert niet	n.v.t.	
298	“ “ “	Kwalificeert niet	n.v.t.	
2483	H91E0C Vochtige alluviale bossen	Goed	Nee	Geen knelpunt
682	“ “ “	Goed	Nee	Geen knelpunt
Prathoek				
2944	H6430A Ruigten en zomen	Matig	Ja	Hydrologie + vegetatie
1136	“ “ “	Matig	Ja	Hydrologie + vegetatie
1267	“ “ “	Matig	Ja	Hydrologie + vegetatie
1133	“ “ “	Matig	Ja	Hydrologie + vegetatie
5591	“ “ “	Matig	Naar verwachting wel	Hydrologie + vegetatie
5467	“ “ “	Kwalificeert niet	n.v.t.	
2484	“ “ “	Goed	Nee	Geen knelpunt
4258	“ “ “	Goed	Naar verwachting niet	Geen knelpunt
1023	“ “ “	Matig	Ja	Hydrologie + vegetatie
2902	“ “ “	Matig	Ja	Hydrologie + vegetatie
3105	“ “ “	Matig	Ja	Hydrologie + vegetatie
764	H91E0C Vochtige alluviale bossen	Matig	Naar verwachting wel	Hydrologie + vegetatie
3922	“ “ “	Goed	Naar verwachting wel	Hydrologie
2948	“ “ “	Goed	Naar verwachting niet	Geen knelpunt
De Maat				

2710	H91E0C Vochtige alluviale bossen	Matig	Ja	Hydrologie + vegetatie

6.1 Arriën

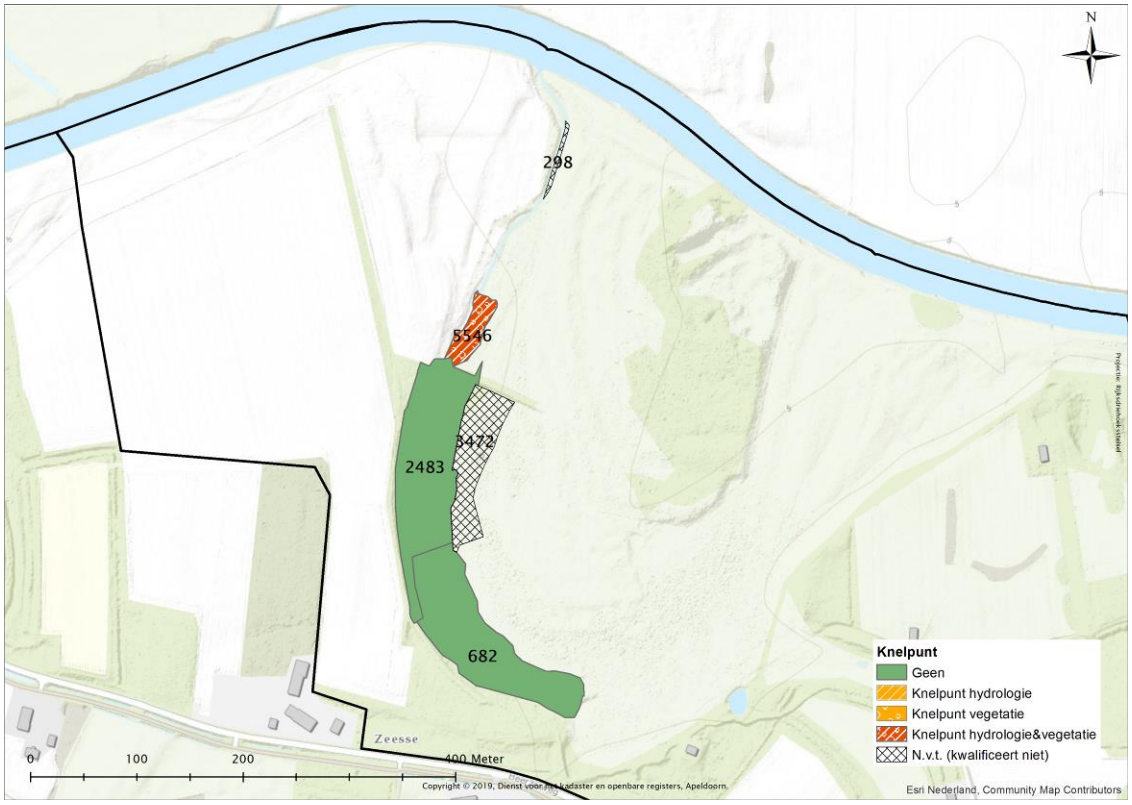
Op basis van deze knelpuntenanalyse kan met voldoende zekerheid worden gezegd dat er in Arriën geen knelpunt is voor het habitattype Ruigten en zomen (H6430A) (Figuur 29). De vegetatie is matig ontwikkeld volgens het veldbezoek en Natura 2000-profieldocument, maar daarvan worden op basis van dit onderzoek geen abiotische factoren verdacht. De typische soorten buiten Moerasspirea missen mogelijk als gevolg van een dispersieprobleem; het vlak ligt geïsoleerd. Het Vochtig alluviaal bos (H91E0C) heeft waarschijnlijk wel een hydrologisch knelpunt. Er is (te) beperkt invloed van kwel, de inundatiefrequentie is aan de hoge kant en volgens de (slecht betrouwbare verlengde reeks) van de peilbuis is er een doelgat voor zowel de GLG (18 cm) als de GVG (6 cm). Mogelijk speelt hier dat de te hoge inundatiefrequentie zorgt voor teveel aanvoer van voedselrijk water waarvan de effecten niet voldoende gemitigeerd worden door aanvoer van schoon grondwater.



Figuur 29: Eindoordeel knelpuntenanalyse voor Arriën, op gebied van vegetatie en hydrologie.

6.2 Stekkenkamp

In het vlak met Ruigten en zomen (H6430A) is de vegetatie matig ontwikkeld volgens het Natura 2000-profieldocument. Mogelijk is dit het gevolg van een te hoge inundatiefrequentie waardoor de zone te voedselrijk is. Een andere oorzaak is mogelijk dat de typische soorten buiten Moerasspirea missen als gevolg van een dispersieprobleem. Het Vochtig alluviaal bos (H91E0C) is goed ontwikkeld en er zijn geen knelpunten voor dit habitattype naar boven gekomen naar aanleiding van dit onderzoek.



Figuur 30: Eindoordeel knelpuntenanalyse voor Stekkenkamp, op gebied van vegetatie en hydrologie.

6.3 Prathoek

In Prathoek is er voor de Ruigten en zomen (H6430A) een knelpunt op gebied van zowel hydrologie en vegetatie langs de meander (Figuur 31). Ten eerste is de invloed van kwel beperkt volgens de kwelkaart. De enige peilbuis met dubbele filters binnen de habitattypebegrenzing geeft wel kwel aan, maar dit is net een wat beter ontwikkelde locatie. Ten tweede zakt de GVG zakt gemiddeld tot 34 – 51 cm onder maaiveld weg (zie 5.4.), terwijl voor optimale ontwikkeling van het habitattype de GVG tot maximaal 30 cm-mv mag wegzakken. De combinatie met een beheerknelpunt (beperkte graasdruk) maakt dat Pitrus en Sleedoorn oprukken. De vegetatie valt nu grotendeels onder de Associatie van Sleedoorn en Eenstijlige meidoorn (37Ab1). Deze associatie ontwikkelt zich goed bij een GVG van lager dan 60 cm-mv (Waternood). Verhoging van de GVG is van belang.

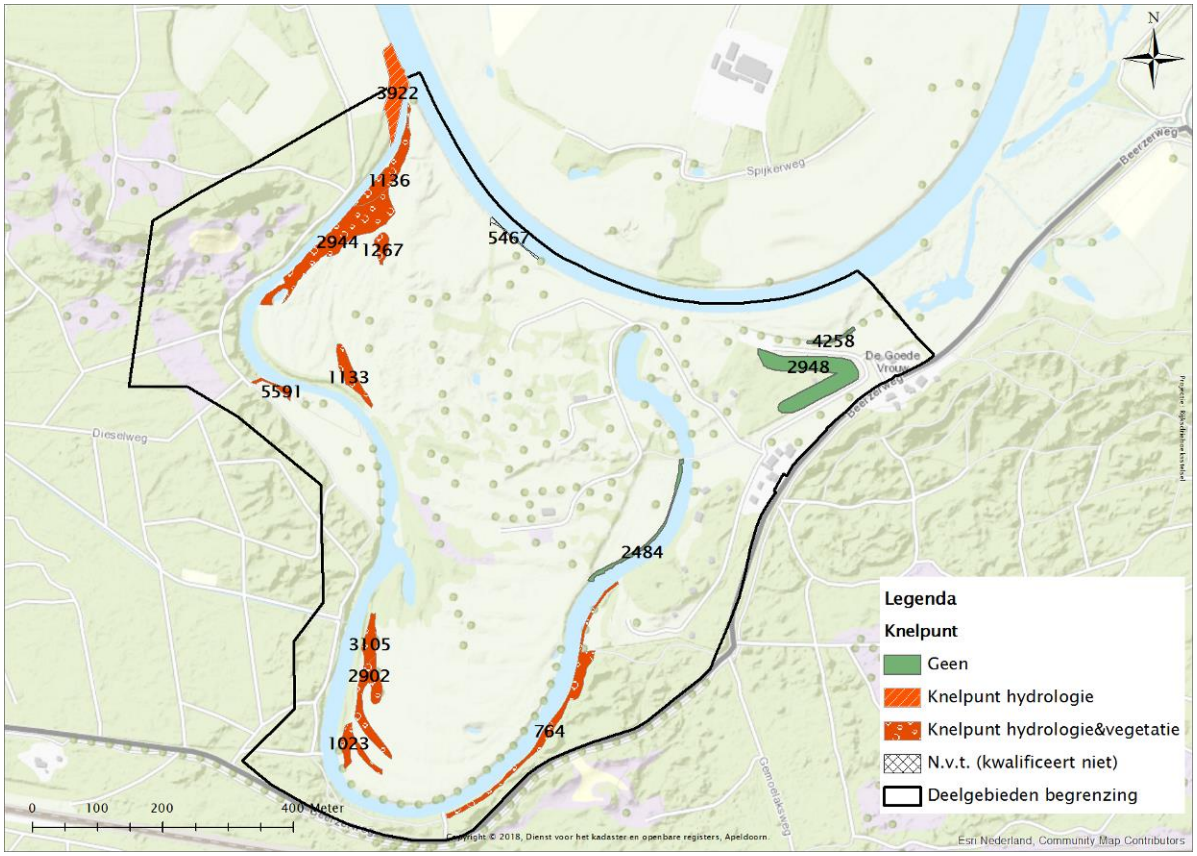
Het Vochtige alluviale bos (H91E0C) in het noordwesten is gekarteerd als Vogelkers-Essenbos (43Aa5), die drogere omstandigheden verdraagt dan Elzenzegge-Elzenbroekbos (39Aa2), maar op basis van dit onderzoek is de inschatting dat:

- De hydrologie ook voor deze drogere subassociatie niet optimaal is (het ruigte-aspect is groot);
- Het hier hoogstwaarschijnlijk, gezien de ligging pal langs de Vecht, een "gedegradeerde" vorm van Elzenzegge-Elzenbroek is als gevolg van ontwatering.

Om de ontwikkeling van het Vogelkers-Essenbos te stimuleren is het van belang de grondwaterstanden en kwelinvloed te verhogen. Deze worden nu negatief beïnvloed door het peil van de Vecht die grenst aan dit bos.

Het bos in het noordoosten is relatief hooggelegen en is tevens gekarteerd als Vogelkers-Essenbos. De vegetatie ziet er voor dat type prima uit. De hydrologie is daar naar verwachting voldoende op orde voor dit vegetatietype.

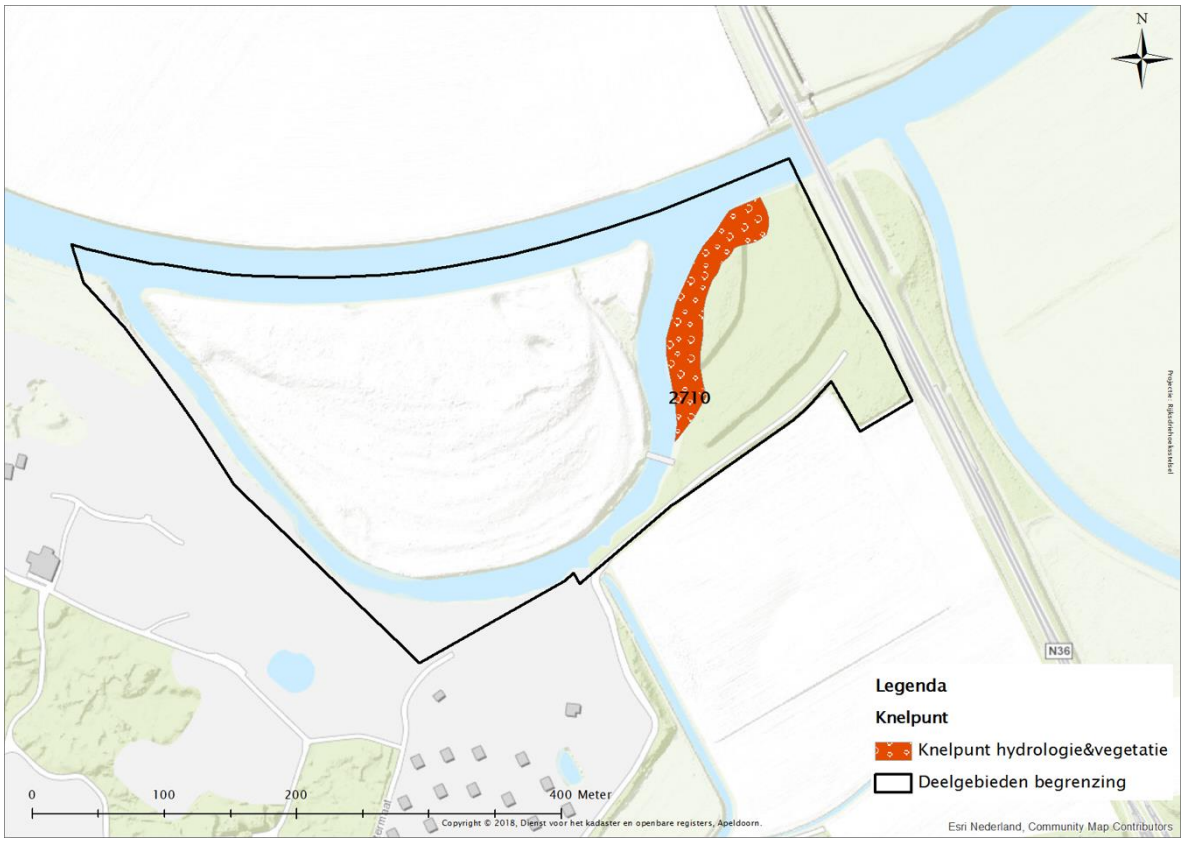
Het bos in het zuidoosten, tegen de oostrand van de meander, is matig ontwikkeld met vooral Gewone braam in de ondergroei. De hydrologie is naar verwachting niet op orde en waarschijnlijk speelt inundatie met (te) voedselrijk water hier ook een rol in de verruiging. Om de ontwikkeling naar een goed ontwikkeld habitattype te stimuleren, is verhoging van de grondwaterstanden en kwelinvloed van belang.



Figuur 31: Eindoordeel knelpuntenanalyse voor Prathoek, op gebied van vegetatie en hydrologie.

6.4 De Maat

Het Vochtige alluviale bos (H91E0C) in De Maat heeft een knelpunt op gebied van vegetatie en hydrologie. De ondergroei bestaat voor een groot deel uit Grote brandnetel, en daarnaast uit veel soorten die voedselrijkdom indiceren (zie 4.5.). De kwel is waarschijnlijk zeer beperkt gezien het gebrek aan grondwaterindicatorsoorten op één locatie met Bosbies na. De ligging dichtbij de Vecht maakt het waarschijnlijk dat is op dit moment geen kwel in het maaiveld kan komen. Een deel van het bos inundeert meer dan 10 dagen per jaar, hetgeen suboptimaal is (Waternood). Vanwege de ligging vlak bij de Vecht zal hier veel sediment worden afgezet tijdens inundatie. De GVG en GLG zakken ongeveer 25 cm te diep weg. De combinatie van regelmatige inundatie met waarschijnlijk voedselrijk Vechtwater met de te lage waterstanden, zorgt voor het voedselrijke karakter van het bos. Voor een ontwikkeling richting een vegetatietype dat een goed ontwikkelde variant van het habitattype representeert is herstel van kwel en het opheffen van de verdroging van belang.



Figuur 32: Eindoordeel knelpuntenanalyse voor De Maat, op gebied van vegetatie en hydrologie.

6.5 Meetplan aanvullend onderzoek

Deze knelpuntenanalyse heeft helder gemaakt of er knelpunten zijn op gebied van hydrologie en/of vegetatie voor de grondwaterafhankelijke habitattypen Vochtige alluviale bossen (H91E0C) en Ruigten en zomen (H6430A). Het is van belang dat de kwelinvloed groter wordt en de grondwaterstanden worden verhoogd ten behoeve van de grondwaterafhankelijke habitattypen in Arriën 1 t/m 5, Prathoek en De Maat. Meer kwel heeft een positieve invloed op de water- en bodemkwaliteit in de Vochtige alluviale bossen (H91E0C) en Ruigten en zomen (H6430A). De grondwaterstanden kunnen worden verhoogd door verhoging van het peil van de Vecht ter hoogte van deze gebieden en het peil van de meanders (Prathoek en kleinere meanders van De Maat en Arriën). Verhogen van het peil zal de hoeveelheid kwel die de Vecht momenteel afvangt, beperken. Dat de invloed van kwel op de gebieden langs de Vecht momenteel beperkt is, blijkt uit het beperkt voorkomen van grondwaterindicatorsoorten en het niet voorkomen van soorten die duiden op kwel met een langere verblijftijd zoals Elzenzegge, Grote boterbloem en Holpijp in grote dichtheden. De bossen bestaan uit de subassociatie met Zwarte bes, een vegetatietype dat niet alleen afhankelijk is van grondwater maar ook van oppervlaktewater. Peilverhoging leidt enerzijds tot het minder afvangen van kwel door de Vecht, anderzijds tot het optimaliseren van grondwaterstanden (GVG en GLG). Al met al heeft dit naar verwachting een positieve invloed op de ontwikkeling van de subassociatie met Zwarte bes en daarnaast op het habitattype Ruigten en zomen (H6430).

Welke verhouding tussen grondwaterinvloed en oppervlaktewaterinvloed optimaal is, is onbekend, evenals de precieze invloed van peilverhoging in cm op de verhoging van de kweldruk en GxGs. Om de knelpunten verder uit te werken tot maatregelen, is van belang dat dit in een vervolgfase nader wordt gekwantificeerd. Meer kwel en verhoging van de grondwaterstanden biedt, in combinatie met het optimaliseren van het beheer van de Ruigten en zomen (H6430A), kansen voor het verbeteren van de kwaliteit. Hier wordt in het volgende hoofdstuk op in gegaan. Het voedselrijke karakter van de bossen is het gevolg van verdroging, maar ook van inundatie (met als gevolg sedimentatie van voedselrijk slib). Aanvullend onderzoek naar de waterkwaliteit van de Vecht en slibkwaliteit geeft inzicht in het aandeel dat inundatie daarin heeft. Waarschijnlijk zijn die inzichten echter lastig om te zetten in een maatregel, omdat het om het hele stroomgebied gaat inclusief het gedeelte in Duitsland.

7 Kansen voor kwaliteitsverbetering en uitbreiding

Dit hoofdstuk gaat in op kansen voor verbetering en uitbreiding van de habitattypen Vochtige alluviale bossen (H91E0C), Ruigten en zomen (H6430A) en Stroomdalgraslanden (H6120). Voor Vochtige alluviale bossen (H91E0C) en Stroomdalgraslanden (H6120) is de doelstelling binnen Natura 2000 verbetering van de kwaliteit en uitbreiding van het oppervlak. Voor Ruigten en zomen (H6430A) geldt behoud van kwaliteit en oppervlakte (KWR et al. 2015).

7.1 Kwaliteitsverbetering

7.1.1 Vochtige alluviale bossen (H91E0C)

De vegetatie van de Vochtige alluviale bossen (H91E0C) in de deelgebieden vallen veelal onder de subassociatie met Zwarte bes, van het Elzenzegge-Elzenbroekbos (39Aa2C). Deze subassociatie ontwikkelt zich op plekken die zowel onder invloed van (basenrijk) grondwater als oppervlaktewater staan door overstromingen, zo ook langs de Vecht. In een aantal bosvlakken is het ruigte-aspect groot: Grote brandnetel, Gewone braam, Rietgras en Liesgras wijzen op voedselrijke omstandigheden. Naast mineralisatie van organische stof bij te lage grondwaterstanden, is vooral aanvoer van voedingsstoffen via het sediment bij inundatie een probleem. Kansen liggen vooral in het optimaliseren van de waterstanden en kwel, meer kwelinvloed heeft een mitigerend effect op de invloed van het voedselrijke Vechtwater. Om dat te bewerkstelligen, is verondieping en/of peilverhoging van de Vecht en de meanders van belang door bijvoorbeeld geen winterpeil meer te hanteren, maar het zomerpeil als minimum in te stellen. Momenteel is sprake van een omgekeerd peil: het zomerpeil is hoger dan het winterpeil. Grondwaterafhankelijke vegetaties gedijen het best bij een natuurlijk regime in plaats van een omgekeerd peilbeheer. Voor de habitattypen is het dus nodig dat het natuurlijke regime wordt hersteld, naast een verhoging van het peil. Verhoging van de waterstanden stimuleert de ontwikkeling van het bos, met name de subassociatie met Zwarte bes die afhankelijk is van zowel oppervlaktewater- als grondwaterinvloed. Hoewel de waterkwaliteit van de Vecht sinds de jaren '70 fors is verbeterd (Sival & Runhaar 2009), zal de invloed van voedingsstoffen bij inundatie een rol blijven spelen omdat ze gebonden zijn aan slib.

7.1.2 Ruigten en zomen (H6430A)

Het habitattype Ruigten en zomen (H6430A) is veelal matig ontwikkeld door constante voorkomen van Moerasspirea en het ontbreken van de typische soorten Lange ereprijs en Poelruit. Waarom deze twee soorten vaak ontbreken is niet bekend. Lange ereprijs komt bij een bredere bandbreedte voor qua vochthuishouding dan Moerasspirea, maar is wel een zeldzamere soort in Nederland. Poelruit is in de regel wat kritischer en verdwijnt eerder bij lagere waterstanden. Mogelijk spelen dispersieproblemen een rol waarbij geen kansen worden gezien voor een verbeterslag. Het beheer lijkt hier geen rol in te (kunnen) spelen. In Stekkenkamp is de inundatiefrequentie hoger dan optimaal is voor het habitattype. Mogelijk speelt dat gegeven ook een rol in het ontbreken van overige typische soorten dan Moerasspirea. De inundatiefrequentie is echter een kenmerk van het landschap dat niet op locatie kan worden beïnvloed zonder te kort te doen aan het landschapsecologisch functioneren van het systeem. Bijvoorbeeld, het aanleggen van bijvoorbeeld een dijkje

rondom het habitattype om de inundatiefrequentie te verlagen, zorgt voor onderbreking van de nat-droog gradiënt en is daarom niet wenselijk. Ondanks dat het habitattype in Stekkenkamp dus matig ontwikkeld is en de hydrologie suboptimaal is, lijken er geen oplossingen voorhanden.

Voor Prathoek liggen kansen voor kwaliteitsverbetering in het verhogen van de waterstanden in de meander bij Prathoek in combinatie van het optimaliseren van het beheer. Het vee laat het doornstruweel en Pitrus in de regel met rust, maar eet in droge zomers zoals die van 2018 wel de ruigtekruiden. Plaatselijk de graasdruk verhogen door paarden of pony's bij te plaatsen gaat mogelijk het oprukkende struweel tegen. Indien nodig (als begrazingsbeheer onvoldoende invloed heeft) dient aanvullend houtopslag eens in de zoveel tijd te worden gerooid.

In het noordoosten van Prathoek ligt een mooi ontwikkelde Ruigten en zomen-vegetatie waar alle typische soorten aanwezig zijn. Aan deze vegetatie grenst echter een vrij diepe watergang. Het verondiepen van deze watergang zou het habitattype hier (nog) robuuster maken.

7.1.3 Stroomdalgraslanden (H6120)

Om kansen voor kwaliteitsverbetering te kunnen formuleren, wordt eerst ingegaan op de huidige kwaliteit van de Stroomdalgraslanden langs de Vecht en de sleutelfactoren die van belang zijn voor deze stroomdalgraslanden.

Huidige kwaliteit

Het habitattype Stroomdalgrasland (H6120) is aangewezen in deelgebieden Stekkenkamp, Prathoek en De Maat. Zoals eerder beschreven in hoofdstuk 4, is het huidige aangewezen areaal en de kwaliteitsbeoordeling van het habitattype beperkt door de gebruikte systematiek. Deze systematiek is toegespitst op stroomdalgraslanden van de "grote rivieren", terwijl we langs de Vecht (en Dinkel) te maken hebben met een specifiek type van de kleine zandrivieren. Omdat onderzoek naar deze graslanden is begonnen langs de Dinkel, is dit specifieke type graslanden omgedoopt tot "Dinkelgraslanden". In algemene zin geldt dat de uitgangssituatie bij de habitattypenvlakken langs de Vecht gunstig is: het reliëf is intact, er sprake van incidentele inundatie en er komen typische soorten voor (Steenanjer, Kleine bevernel, Geel walstro). Bodemchemisch gezien zijn er wel knelpunten. Uit bodemchemisch onderzoek op een aantal locaties met stroomdalgrasland blijkt dat de fosfaatconcentraties veelal hoger zijn (515-1622 µmol/L Olsen-P) dan de streefwaarde voor stroomdalgrasland (500 µmol/L Olsen-P) (Van Mullekom et al. 2018). De biomassa en het aandeel grassen zijn relatief hoog, waarschijnlijk is dat een gevolg.

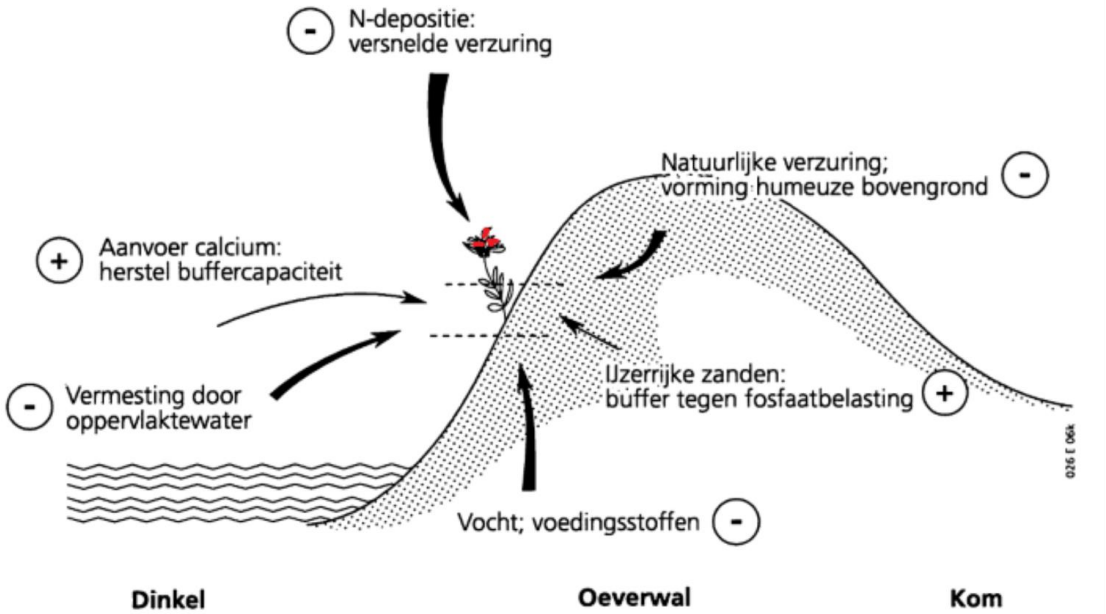
Sleutelfactoren

Ooit zijn de stroomdalgraslanden langs een meanderende rivier tot stand gekomen. Rivierdynamiek leverde daarbij de karakteristieke droge standplaatsen op zoals kronkelwaarden, oeverwallen en rivierduinen in het Vechtdal. Begrazing door koeien speelde naast rivierdynamiek een belangrijke rol in het ontstaan en behouden van deze vegetaties ("koelanden"). Het Junner Koeland kent een begrazingsgeschiedenis van al 600 jaar (mond. med. Geert Kooijman). Sinds ca. 100 jaar is de rivierdynamiek sterk veranderd.

Het ontstaan van grote meanders in de Vecht is een abrupt en tijdelijk verhaal geweest als gevolg van een sterke toename van dynamiek veroorzaakt door de mens (Candel et al. 2018). De dynamiekverandering is vooral het gevolg van kanalisatie en normalisatie van de Vecht. Dat betekent dat inundatie en aanvoer van zand een andere rol heeft gekregen in de ontwikkeling van de stroomdalgraslandvegetaties. Jalink et al. (2016) deden een literatuurstudie naar sleutelfactoren voor goed ontwikkelde stroomdalgraslanden langs de Vecht ("Dinkelgraslanden"). Daarin wordt onder andere verwezen naar het uitgebreide onderzoek door Hommel et al. (1994) naar abiotische factoren die van invloed zijn op Dinkelgraslanden (Figuur 33). Natuurlijke verzuring stimuleert de vorming van een humeuze bovengrond, hetgeen de ontwikkeling van stroomdalgraslanden langs de Vecht negatief beïnvloedt. De verhoogde stikstofdepositie en perioden van landbouwkundig intensiever gebruik versnellen dit proces. Deze "verbruining" en in een later stadium "podzolisering" maakt de bodem ongeschikt voor Dinkelgraslanden (Jalink et al. 2016) en zorgt voor doorontwikkeling naar heischrale graslandvegetaties in het meest gunstige geval. Het is van belang dat buffering deze bodemvorming tegen gaat. Vroeger, toen de Vecht nog meanderde, speelden inundatie en zandafzetting hier waarschijnlijk een belangrijke rol in. Deze rol is in de huidige situatie mogelijk overgenomen door mieren. Zij veroorzaken "secundaire" standplaatsen voor typische stroomdalgraslandsoorten (Foto 5). Daarnaast was in het verleden de begrazingsdruk naast runderen en paarden extra hoog door konijnen (door ziektes is de konijnenpopulatie drastisch in omvang afgenomen), waardoor de concurrentie tussen de typische soorten en de meer algemene soorten werd vertraagd. De mieren en mollen zorgen voor gunstige omstandigheden voor stroomdalgraslandsoorten. Naast dat de mierenhopen zorgen voor een concurrentievoordeel voor stroomdalgraslandsoorten vanwege de drogere en warmere omstandigheden op het kale zand (Jalink et al. 2016), lijkt het omhoog gewerkte zand te zorgen voor een bufferende werking. Dit is behoudend geformuleerd omdat onderzoek naar de zuurgraad van mierenbulten in vergelijking met de omringende bodem laat zien dat er geen verschil is (Jalink et al. 2016, Van Mullekom et al. 2018). Mogelijke oorzaak is dat de onderzochte bulten verouderd zijn en daarmee zijn uitgeloogd/verzuurd, dus dat de situatie waarin de bulten zijn bezet door stroomdalgraslandsoorten anders is dan de actuele situatie. Stroomdalgraslandsoorten zijn langdurig in stand te houden, wat verklaart dat ze nog steeds aanwezig zijn, ondanks de dalende zuurgraad. Mogelijk is dit te verklaren door diepe worteling, zoals in ieder geval bekend van Geel walstro. De soorten verdwijnen op den duur ook van deze mierenbulten. Uiteindelijk vestigt Struikheide zich, zoals in dit onderzoek waargenomen bij de mierenbulten in Prathoek.



Foto 5: Mierenbult op Prathoek met Grote tijm.



Figuur 33: Abiotische factoren die het voorkomen van Dinkelgraslanden (vergelijkbare graslanden als langs de Vecht) met Steenanjer beïnvloeden (uit: Hommel et al. (1994)).

Kwaliteitsverbetering

De stroomdalgraslanden zijn ontstaan onder omstandigheden die nu anders zijn (rivierdynamiek en voedselrijkdom van de bodem). De vraag is wat nodig is om de kwaliteit van de stroomdalgraslanden te behouden en te verbeteren, waarbij het uitgangspunt is dat de stikstofdepositie voorlopig boven de kritische depositiewaarde voor stroomdalgraslanden blijft. Om de situatie waaronder de stroomdalgraslanden zijn ontstaan terug te krijgen, is het vereist om de rivierdynamiek weer op gang te krijgen (erosie en sedimentatie) in combinatie met meer 'top-down' maatregelen. Voorbeelden van

dergelijke top-down maatregelen zijn het aanbrengen van zand, plaggen, bekalken, maaien i.c.m. afvoeren/uitmijnen en (intensiever) begrazen. De combinatie is van belang, met alleen het terugbrengen van de rivierprocessen blijft namelijk de problematiek van voedselrijkdom. Zoals eerder genoemd is de bodemchemie plaatselijk niet orde: de fosfaatconcentraties zijn te hoog als gevolg van landbouwkundig gebruik in het verleden. Maar ook geldt dat de stikstofdepositie vooralsnog te hoog is en zorgt voor vermesting, waardoor maatregelen gericht op verschraling nodig zijn.

Het succes van deze maatregelen is nog niet bewezen. Zo is langs de Dinkel ter hoogte van Losser ca. 20 jaar geleden zand op de oever afgezet in een laag van zo'n 20 cm, waar tot op heden geen typische stroomdalgraslandsoorten zijn gevestigd. Ook onderzoek van Rotthier et al. (2016) naar toediening van zand in stroomdalgraslanden in Karshoek-Stegeren en Rheezermaten laat vooralsnog geen verbetering van de vegetatie zien. Goed ontwikkelde vegetaties in het Borkener Paradies, waar geen zandafzet plaatsvindt, laten zien dat zandafzet niet per definitie een vereiste is. Ook voor plaggen geldt dat het succes (nog) niet bewezen is. De (te) voedselrijke toplaag wordt dan wel verwijderd, maar als gevolg van uitspoeling is de zandlaag daaronder vaak ook zuur. Bovendien is de kale bodem na plaggen een kiembed voor Boerenwormkruid, een concurrent voor stroomdalgraslandsoorten. Maaien is geen geschikte maatregel voor terreinen waar het fijne reliëf nog aanwezig is. Begrazing alleen lijkt daarentegen weer niet voldoende te zijn om vegetaties met een te hoge biomassa om te vormen naar goed ontwikkelde stroomdalgraslandvegetaties, al is het wel de basis voor de instandhouding.

Vooralsnog is niet te zeggen welke (combinatie van) maatregelen moeten leiden tot een kwaliteitsverbetering van de huidige stroomdalgraslanden. In de herstelstrategie voor H6120 Stroomdalgraslanden (Adams et al. 2016) is het aantal maatregelen beperkt en de maatregelen die worden genoemd worden zijn deels hypothetisch of experimenteel. Dat betekent dat het uitvoeren van gedegen vooronderzoek, het uitvoeren van diverse maatregelen en combinaties daarvan én goede monitoring van belang zijn.

7.2 Uitbreiding

Voor (onder andere) habitattypen Vochtige alluviale bossen (H91E0C) en Stroomdalgraslanden (H6120) is er een uitbreidingsdoelstelling voor het Natura 2000-gebied Vecht- en Beneden Reggegebied opgenomen. Tijdens dit onderzoek is gelet op gebieden waar mogelijkheden zijn voor uitbreiding van deze twee habitattypen.

7.2.1 Vochtige alluviale bossen (H91E0C)

Er zijn tijdens dit onderzoek geen bossen waargenomen die kansrijk zijn voor ontwikkeling naar Vochtige alluviale bossen (H91E0C). Tevens zijn geen gebieden naar voren gekomen waar nu nog geen bos staat, maar die kansrijk zouden zijn om te ontwikkelen naar bos.

7.2.2 Ruigten en zomen (H6430A)

Ook voor Ruigten en zomen (H6430) zijn er geen mogelijkheden gezien voor uitbreiding van het habitattype Ruigten en zomen (H6430A) (tevens is daar geen uitbreidingsdoelstelling in Natura 2000 voor opgenomen).

7.2.3 Stroomdalgraslanden (H6120)

De algemene indruk van Jalink et al. (2016) is dat er zeker potentie is om het habitattype Stroomdalgraslanden (H6120) uit te breiden. Deze knelpuntenanalyse onderschrijft die constatering. De uitgangsposities met betrekking tot reliëf, buffering en voedselrijkdom zijn echter verschillend. Met name de graslanden waar het reliëf intact is en die sinds lange tijd extensief beheerd worden, lijken kansrijk, maar het proces van bodemverbruining, bodemveroudering en voedselrijkdom zijn beperkend.

Arriën 1 t/m 5 is een zoeklocatie m.b.t. uitbreiding van het habitattype Stroomdalgraslanden (H6120). Door onderzoekscentrum B-WARE is ten tijde van deze knelpuntenanalyse onderzocht in hoeverre hier biogeochemisch gezien kansen liggen voor ontwikkeling van het habitattype. Het betreft de gebieden die in de PAS-gebiedsanalyse begrensd zijn met maatregelen M42 en M45 (KWR et al. 2015). Voor de uitkomsten wordt verwezen naar hun rapportage (Van Mullekom et al. 2018). Op basis van deze knelpuntenanalyse is de inschatting dat de kansen voor duurzame ontwikkeling van stroomdalgraslanden in de maatregelengebieden op korte termijn beperkt zijn. De voorname reden hiervoor is dat het hier vooral gaat om (voormalige) landbouwgebieden. Als gevolg van egalisaties is de bodemopbouw aangetast. Voorwaarde voor ontwikkeling van stroomdalgrasland is de aanwezigheid van ‘gebufferde’ vaaggronden. Daarnaast is de voedselrijkdom veelal te hoog. Afgraven is noodzakelijk om de voedselrijkdom terug te dringen, maar wel in combinatie met het opvullen met schrale grond en herstel van het reliëf. Alleen afgraven is geen duurzame oplossing en zeker niet op landschapsschaal aan te bevelen. Er dient namelijk zodanig diep te worden afgegraven dat de standplaats (zonder ophoging) alsnog niet geschikt is omdat deze te vochtig wordt / te vaak inundeert.

Welke maatregelen succesvol zijn om op duurzame wijze de voedselrijkdom terug te dringen en te zorgen voor buffering, is onduidelijk. Het (kleinschalig) experimenteren met diverse maatregelen, combinaties daarvan en goede monitoring zijn van groot belang (7.1.3. over kwaliteit van de stroomdalgraslanden).

Literatuur

Adams, A. S., H. P. J. Huiskes, K. V. Sýkora & N. A. C. Smits, 2016. Herstelstrategie H6120: Stroomdalgraslanden.

Aggenbach, C. J. S., J. Grijpstra, M. H. Jalink & M. J. Nooren, 2007. Indicatorsoorten: Uiterwaarden : indicatorsoorten voor verdroging, verzuring en eutrofiëring van plantengemeenschappen in uiterwaarden. Driebergen, Staatsbosbeheer.

Aggenbach, C.J.S. & I. Leunk, 2012. Notitie: Advies PAS-maatregelen Arrien op de noordoever van de Overijsselse Vecht. KWR.

Candel, Jasper H. J., Maarten G. Kleinhans, Bart Makaske, Wim Z. Hoek, Cindy Quik & Jakob Wallinga, 2018. Late holocene channel pattern change from laterally stable to meandering - A palaeohydrological reconstruction. Earth Surface Dynamics 6 (2018) 3.

Eysink, A. T. W., 2018. Toetsingskader hydrologische scenario's Lemselermaten. Habitatkartering, Projectgroep, 2012. Methodiekdocument kartering habitattypen Natura 2000.

Hommel, P. W. F. M., G. H. P. Dirkx & A. H. Prins, 1994. Natuurbehoud en natuurontwikkeling langs Bloemenbeek en Boven-Dinkel : gevolgen van ingrepen in de waterhuishouding van het Dinkelsysteem voor enkele karakteristieke vegetatietypen. 0927-4499. DLO-Staring Centrum. Wageningen.

Inberg, H., L. Leusink, R. Van Grunsven, L. Anema & M. Japink, 2010. Vegetatie- en plantensoortenkartering Overijsselse Vecht. Bureau Waardenburg bv.

Jalink, M., B. van Delft & I. Leunk, 2016. Ecohydrologische verkenning Vechtdal Ommen - Mariënberg. KWR.

Jalink, M., 2017a. LESA Overijsselse Vecht - Fase 3: Hydrogeologie. KWR Watercycle Research Institute.

Jalink, M., 2017b. LESA Overijsselse Vecht - Fase 3: Meetnet grond- en oppervlaktewater t.b.v. LESA. KWR Water Research Institute.

Jalink, M. H., A. J. M. Jansen & M. J. Nooren, 1995. Indicatorsoorten: Beekdalen : indicatorsoorten voor verdroging, verzuring en eutrofiëring van grondwaterafhankelijke beekdalgemeenschappen. Driebergen, Staatsbosbeheer.

KWR, Witteveen+Bos & Royal HaskoningDHV, 2015. Natura 2000 Gebiedsanalyse voor de Programmatische Aanpak Stikstof (PAS) Vecht- en Beneden-Reggegebied.

Rotthier, S. L. F., K. V. Sykora, B. Bekisa, Ras, omavic, V. ius, A. Makaske, J. Wallinga & P. Schipper, 2016. Zandafzetting, standplaats, beheer en botanische kwaliteit van Stroomdalgrasland. Vereniging van Bos- en Natuurterreineigenaren. Driebergen.

Runhaar, H., M.H. Jalink, H. Hunneman, J.P.M. Witte & S.M. Hennekens, 2009. Ecologische vereisten habitattypen.

Stortelder, A. H. F., J. H. J. Schaminée & P. W. F. M. Hommel, 1999. De vegetatie van Nederland. Deel 5 plantengemeenschappen van ruigten, struwelen en bossen. Uppsala, Opulus.

Van Mullekom, M., B. Van de Riet & F. Smolders, 2018. Bodemchemisch onderzoek voormalige landbouwgronden Arriën. Onderzoekscentrum B-WARE BV.

Weeda, E. J. & C. G. M. van Deursen, 1987. Nederlandse oecologische flora : wilde planten en hun relaties: 2. Amsterdam, IVN.

Bijlagen

Bijlage 1: Methode
Bijlage 2: Peilbuislocaties en metadata
Bijlage 3: Habitattypenkaarten
Bijlage 4: Peilbuizen GxG's en betrouwbaarheid verlengde reeksen
Bijlage 5: Inundatiekaarten >20 dagen/jaar

Bijlage 1

Methode uitgebreide beschrijving

Raadplegen bestaande onderzoeken

Als basis voor de knelpuntenanalyse, is de volgende literatuur geraadpleegd:

- Jalink, M., B. van Delft & I. Leunk, 2016. Ecohydrologische verkenning Vechtdal Ommen – Mariënberg. KWR.*
- KWR, Witteveen+Bos & Royal HaskoningDHV, 2015. Natura 2000 Gebiedsanalyse voor de Programmatische Aanpak Stikstof (PAS) Vecht- en Beneden-Reggegebied.
- Provincie Overijssel, 2017. Natura 2000 beheerplan Vecht- en Beneden-Reggegebied.
- Runhaar, H., M.H. Jalink, H. Hunneman, J.P.M. Witte & S.M. Hennekens, 2009. Ecologische vereisten habitattypen. 45
- Vechtstromen, Waterschap, 2017a. Achtergronddocument watersysteemanalyse Vecht – van visie naar ontwerp.
- Vechtstromen, Waterschap, 2017b. De Vecht, uitwerking van halfnatuurlijke rivier – van visie naar ontwerp.
- SNL-florakartering uit 2017. Deze is in vrijwel alle deelgebieden uitgevoerd. Uitzondering zijn de delen in particulier eigendom binnen de deelgebieden Prathoek en Stekkenkamp. Voor deze gebieden zijn wel vlakdekkende gegevens beschikbaar opgenomen in de habitattypenkaart.
- Jalink, M., 2017. LESA Overijsselse Vecht – Fase 3: Hydrogeologie. KWR Watercycle Research Institute.
- Jalink, M., 2017. LESA Overijsselse Vecht – Fase 3: Meetnet grond- en oppervlaktewater t.b.v. LESA. KWR Water Research Institute.
- Klutman, W., 2015. Tijdreeksanalyse “de Vecht”. Arcadis.
- Arcadis, 2011. Grondwatersysteemanalyse Junner en Arriër Koeland
- Tuijnder, A., 2017. Memo: morfologische activiteit Vecht Hardenberg-JunneJong, B. de, 2016. Memo: onderbouwing stappen potentiekaart Vecht
- Logemann, D. c.s. 2016. Potentiekaarten voor de Vecht
- Ter Harmsel, 2016 Inrichtingsplan Vecht, eerste fase SO/VO/DO
- Klutman, W., 2015. Tijdreeksanalyse “de Vecht”
- Bakx, 2011. Grondwatersysteemanalyse Junner en Arriër Koeland

Vegetatie

De kwaliteit van de grondwaterafhankelijke, aangewezen habitattypen wat betreft vegetatie is beoordeeld op basis van:

a) De onderliggende vegetatiekaart van de habitattypenkaart (versie 10, 10 oktober 2017).
b) De meest recente SNL-florakartering van de habitattypen in Staatsbosbeheerterreinen uit 2017 (Arriën 1 t/m 5, westelijk deel Prathoek en De Maat)
c) Een veldbezoek (27 juni 2018 Arriën, Prathoek en De Maat, 31 juli 2018 Stekkenkamp)

Op basis hiervan is beoordeeld:

- Is het gekarteerde vegetatietype te herleiden in het veld?

- Indiceert dat vegetatietype een matige of goede kwaliteit van het habitattype?
- In hoeverre zijn er kansen zijn voor kwaliteitsverbetering van de habitattypen?
- Waar liggen kansen voor uitbreiding van de habitattypen?

Bij het onderscheid tussen "goed" en "matig" ontwikkelde habitattypen, wordt verwezen naar het Methodiekdocument kartering habitattypen Natura 2000 (Projectgroep Habitatkartering 2012). Er is gewerkt met de "oude vegetatietypenindeling", voor de Revisie, vanwege het feit dat de gebruikte vegetatiekaarten stammen uit de tijd voor de Revisie.

Ad a.

Voor dit onderzoek is de habitattypenkaart en onderliggende vegetatiekaart versie 10 (oktober 2017) gebruikt. Voor Staatsbosbeheerterreinen (Arriën, westelijk deel Prathoek en De Maat) is de onderliggende vegetatiekaart de vegetatiekartering uit 2010 (Inberg et al. 2010). Voor de particuliere terreinen (Stekkenkamp en oostelijk deel Prathoek) is de habitattypenkaart gebaseerd op vegetatiekarteringen van provincie Overijssel (1990, 1998, 2012, 2015 en 2016). Op basis van de Natura 2000-profieldocumenten is door provincie Overijssel voor alle habitattypenvlakken een kwaliteitsbeoordeling opgenomen in de habitattypenkaart, gebaseerd op het gekarteerde vegetatietype (of meerdere vegetatietypen) op die locaties.
Voor deze knelpuntenanalyse zijn deze beoordeling en het vegetatietype waarop de beoordeling is gebaseerd, geraadpleegd voor de grondwaterafhankelijke habitattypen (H6430A Ruigten en zomen (Moerasspirea) en H91E0C Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen). Daarnaast zijn "en passant" maar niet vlaksgewijs enkele locaties bekeken die zijn aangewezen als habitattype Stroomdalgraslanden (H6120).

Ad b.&c.

Om de kwaliteit van de habitattypen te beoordelen, is in de florakartering van 2017 en tijdens de veldbezoeken gelet op de aanwezigheid van:

- Typische soorten voor de verschillende habitattypen die worden genoemd in de Natura 2000-profieldocumenten
- Indicatorsoorten voor "ver-thema"s" (verdroging, verzuring, vermesting), uit de serie indicatorsoorten, deel 2 Beekdalen (Jalink et al. 1995) en deel 10 Uiterwaarden (Aggenbach et al. 2007).
- Gekarteerde soorten tijdens de florakartering van de Staatsbosbeheergebieden in 2017

Tekstkader B1: Aandachtsoorten.

Typische soorten uit Natura 2000-profieldocumenten:

Vochtige alluviale bossen (H91E0C)	Ruigten en zomen (H6430A)	Stroomdalgraslanden (H6120)
Groot touwtjesmos	Hertsmunt	Brede ereprijs
Spatelmos	Lange ereprijs	Cipreswolfsmelk
Tonghaarmuts	Moerasspirea	Handjesgras
Vloedschedemos	Moeraswolfsmelk	Kaal breukkruid
Vloedvedermos	Poelruit	Kleine ruit

Bittere veldkers		Liggende ereprijs
Zwarte populier		Rivierduinzegge
		Rode bremraap
		Sikkelklaver
		Steenanjer
		Tripmadam
		Veldsalie
		Wilde averuit
		Zacht vetkruid
		Zandwolfsmelk

Indicatorsoorten voor verdroging, verzuring en eutrofiëring:

Akkerdistel	Gewone margriet	Knoopkruid	Sikkelklaver
Beemdkroon	Gewone veldbies	Kraailook	Slanke sleutelbloem
Bevertjes	Gewone vlier (groep)	Kropaar	Smal fakkelgras
Bittere veldkers	Gewoon struisgras	Kruipende boterbloem	Smalle stekelvaren
Boerenwormkruid	Glad walstro	Kweek	Steenanjer
Bosbies	Glanshaver	Moerasmuur	Veldsalie
Brede ereprijs	Goudhaver	Moerasstreepzaad	Verspreidbladig goudveil
Brede stekelvaren	Grasklokje	Moerasviooltje	Wijfjesvaren (groep)
Cipreswolfsmelk	Grote brandnetel	Moeraszegge	Wilde tijm
Dotterbloem	Grote tijm	Muizenoor	Witte klaverzuring
Duifkruid	Grote vossestaart	Muskuskruid	Zachte haver
Echte koekoeksbloem	Hennegras	Paarbladig goudveil	Zandhaarmos
Eenbes	Ijle zegge (groep)	Reuzenpaardenstaart	Zandzegge
Fluitenkruid	Kattendoorn	Rietzwenkgras	Zwarte zegge
Geel walstro	Kleine bevernel	Ruige weegbree	
Gewone berenklauw	Kleine pimpernel	Ruw beemdgras	
Gewone braam	Kleine valeriaan	Scherpe zegge	

Soorten uit florakartering SBB (binnen de relevante habitattypen):

Biezenknoppen	Knolboterbloem
Blauwe knoop	Lange ereprijs
Borstelgras	Moerasspirea
Bosbies	Muizenoor
Elzenzegge	Ruw walstro
Geel walstro	Steenanjer
Gewone dotterbloem	Tandjesgras
Grasklokje	Veldrus
Grote tijm	Voorjaarszegge
Hemelsleutel	Wilde marjolein
Hondsviooltje	Zandzegge
Klein vogelpootje	Zwarte bes

Ad c.

Alle grondwaterafhankelijke habitattypen bezocht (27 juni 2018 Arriën, Prathoek en De Maat, 31 juli 2018 Stekkenkamp). Tevens is een aantal locaties die aangewezen zijn als

habitattype Stroomdalgrasland (H6120) bezocht. Er is gelet op de aanwezigheid van aandachtssoorten. Deze zijn niet vlakdekkend in kaart gebracht, maar de waarnemingen zijn tekstueel beschreven.

Hydrologie

Datavoorbereiding

Specifiek voor het oplossen van de nog openstaande kennislacunes t.a.v. Natura 2000 is in het 1e kwartaal van 2017 een grondwatermeetnet ingezet. Van deze peilbuizen was ten tijde van deze knelpuntenanalyse een (bijna) jaarrondreeks beschikbaar. De begindatum varieert tussen 23 maart 2017 en 14 april 2017 (zie Bijlage 2 voor alle begindata), de einddatum is 6 april 2018. Binnen en in de directe omgeving zijn daarnaast enkele peilbuizen met een langere reeks beschikbaar. Deze liggen echter niet op de specifieke locaties van de habitattypen en zijn dus niet meegenomen in de analyse. De peilbuizen zijn als volgt geanalyseerd en bewerkt:

1. De reeksen zijn visueel beoordeeld op gaten, extremen en onverklaarbare waarden.
2. Met Menyanthes zijn tijdreeksmodellen gemaakt. Hierbij zijn de volgende variaties gemaakt:
    a. Op basis van neerslag en verdamping;
    b. Op basis van neerslag, verdamping en Vechtpeil;
    c. Op basis van de dichtstbijzijnde peilbuis met een lange meetreeks.

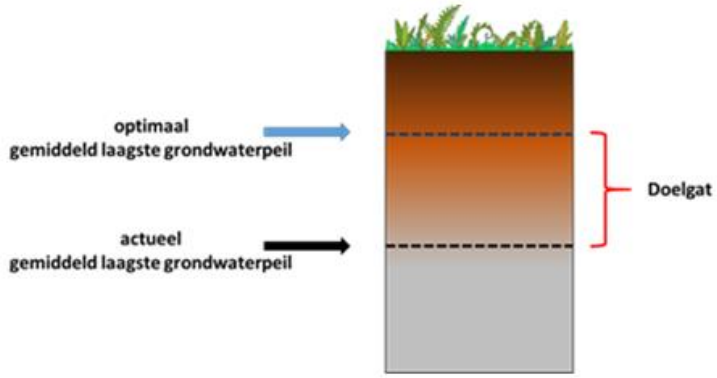
    De betrouwbaarheid van de modellen is ingeschat op basis van de beschikbare statistische waarde uit Menyanthes:
    a. EVP
    b. PREC M0
    c. PREC MU
    d. Evaporation factor
    e. River M0
    f. River MU

    Er is gekeken naar zowel de parameter als de standaarddeviatie. Hierbij is het criterium van Menyanthes aangehouden wanneer iets voldoet of niet. Is de parameter als geel aangegeven door Menyanthes dan is deze als matig beoordeeld. Is deze aangegeven als rood, dan is deze als slecht beoordeeld. Er heeft ook een visuele check van het model en de meetreeks plaatsgevonden. Wanneer deze niet genoeg vergelijkbaar waren is deze alsnog als slecht beoordeeld. De bevindingen m.b.t. betrouwbaarheid zijn opgenomen in Bijlage 4. Er zijn vijf verlengde reeksen als ‘goed’ gekwalificeerd.
3. Op basis van de tijdreeksmodellen zijn alle reeksen verlengd van 14 okt 2001 tot en met 2018. Dit is de periode waarvan een meetreeks van het Vechtpeil beschikbaar is. Voor deze meetreeksen zijn GxG-waarden bepaald ten behoeve van de doelgatanalyse.

Doelgat

Het doelgat is het verschil tussen de gemiddelde grondwaterstanden (GxGs) en de referentiewaarden voor het desbetreffende vegetatietype (Figuur B1). Voor de voorkomende

vegetaties zijn zowel de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG) als de gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG) bepalend waarbij de relatie met de GVG heel direct is en de relatie met de GLG indirect (Runhaar et al. 2009). Daarom is zowel het doelgat voor de GVG als de GLG berekend.



Figuur B1: Schematische weergave van een doelgat t.a.v. een streefpeil: in dit geval het verschil tussen actuele en optimale gemiddelde laagste grondwaterstand.

Van de verlengde reeksen (zie vorige alinea) zijn de actuele gemiddelde grondwaterstanden berekend over de periode 2001 – 2018. De GVG en GLG zijn vergeleken met de optimale grondwaterstanden voor het desbetreffende vegetatietype. Hiervoor zijn de optimale referentiewaarden gebruikt uit Waternood (versie 3.0.4.0). In een aantal gevallen indiceert het vegetatietype volgens de gebruikte vegetatiekartering geen goede kwaliteit van het habitattype (volgens het Methodiekdocument kartering habitattypen), zoals veel rompgemeenschappen. In die gevallen is het vegetatietype gekozen dat het dichtst bij de huidige vegetatie ligt, maar wel een goede kwaliteit indiceert. Dit komt neer op de volgende "referentievegetatietypen" (Tabel B1):

- Voor alle vlakken gekarteerd als Ruigten en zomen (H6430A) worden de optimale waterstanden voor vegetatietype Associatie van Moerasspirea en Echte Valeriaan (32Aa1) gehanteerd
- Voor de vlakken gekarteerd als Vochtige alluviale bossen (H91E0C) zijn de optimale waterstanden voor vegetatietype Elzenzegge-elzenbroek subassociatie met Zwarte bes (39Aa2c) gehanteerd. Dit is een bostype dat zich ontwikkelt onder invloed van grondwater en oppervlaktewater, zoals de situatie nabij de Vecht. Voor één bosvlak is een ander referentievegetatietype gehanteerd, namelijk voor het Vogelkers-Essenbos (43Aa5) voor het oostelijke Vochtige alluviale bos in Prathoek

Tabel B1 laat de referentiewaarden per habitattypevlak zien. Op basis van deze gegevens is vervolgens het doelgat berekend door de actuele GVG en GLG te vergelijken met de referentiewaarden.

Indien de peilbuis niet in een grondwaterafhankelijk habitattype ligt, is het dichtstbijzijnde habitattype genomen. Dat is in sommige gevallen in deelgebied Prathoek niet mogelijk gezien het habitattype een stuk verderop ligt, met een andere ligging in het landschap. De peilbuizen zijn wel meegenomen in de kaartbeelden door Arcadis, maar in de rapportage is toegelicht welke peilbuizen dit betreffen.

Tabel B1: Referentie-GxG's die gehanteerd zijn om het doelgat te berekenen voor de grondwaterafhankelijke habitattypen in Arriën, Stekkenkamp, Prathoek en De Maat. Zie tekst voor nadere toelichting.

				Referentiewaarden (cm t.o.v. maaiveld)			
Gebied	Vlak_ID	Habitattype	Referentie-vegetatietype	Max. GVG	Min. GVG	Max. GLG	Min. GLG
Arriën	829	H91E0C	39Aa2c	8	-12		-50
	2860	H6430A	32Aa1	-5	-30		-140
Stekkenkamp	298	H6430A_c	32Aa1	-5	-30		-140
	682	H91E0C	39Aa2c	8	-12		-50
	2483	H91E0C	39Aa2c	8	-12		-50
	3472	H6430A	32Aa1	-5	-30		-140
	5546	H6430A	32Aa1	-5	-30		-140
Prathoek	1023	H6430A_c	32Aa1	-5	-30		-140
	1133	H6430A_c	32Aa1	-5	-30		-140
	1136	H6430A_c	32Aa1	-5	-30		-140
	1267	H6430A	32Aa1	-5	-30		-140
	2484	H6430A	32Aa1	-5	-30		-140
	2902	H6430A_c	32Aa1	-5	-30		-140
	2944	H6430A_c	32Aa1	-5	-30		-140
	2948	H91E0C	43Aa5	-25	-60	-60	-160
	3105	H6430A_c	32Aa1	-5	-30		-140
	3922	H91E0C	39Aa2c	8	-12		-50
	764	H91E0C	39Aa2c	8	-12		-50
	4258	H6430A	32Aa1	-5	-30		-140
	5467	H6430A	32Aa1	-5	-30		-140
	5591	H6430A	32Aa1	-5	-30		-140
De Maat	2710	H91E0C	39Aa2c	8	-12		-50

Inundatie

De inundatie wordt berekend op basis van de duurlijnen van het Vechtpeil zoals deze is aangeleverd door Waterschap Vechtstromen en het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN2). De periode op basis waarvan deze duurlijn is vervaardigd, is 2000-2015. Het Vechtpeil is op drie locaties gemeten: bij stuw DM Ommen, ST Junne en ST Mariënberg. Per deelgebied (de Maat, Prathoek, Stekkenkamp en Arriën) is een interpolatie uitgevoerd op basis van het gemeten Vechtpeil bij de brug Ommen en het peil net benedenstrooms van stuw Junne en de afstand van deze punten tot het betreffende deelgebied. Op basis van deze gegevens zijn vijf kaarten per deelgebied gemaakt met de volgende inundatiefrequentie:

- 0 dagen per jaar (komt praktisch nooit voor)
- 1 dag per jaar
- 2 dagen per jaar
- 10 dagen per jaar
- 20 dagen per jaar

Deze waarden zijn gebaseerd op de optimale inundatiefrequenties voor de grondwaterafhankelijke habitattypen en habitattype Stroomdalgrasland (H6120) (Tabel B2).

Op basis van de kaarten, de optimale inundatiefrequenties voor de verschillende habitattypen en een expert judgement, is een inschatting gemaakt van de knelpunten op gebied van inundatie.

Kwel

Om de mate van kwel in te schatten in de verschillende deelgebieden, is als basis de kwelkaart uit het grondwatermodel van Waterschap Vechtstromen gebruikt (laag 3->2, voorjaar). De kwelkaart is op MIPWA gebaseerd met een rekenperiode van 1994-2004. Er is gekozen voor laag 3->2 omdat deze kaart de invloed van diepere kwel weergeeft. Laag 2->1 laat de kwel zien vanuit het oppervlakkige pakket; dit uit zich in alleen kwel rondom de watergangen. Naast de kwelkaart is van de peilbuizen met dubbele filters de waterstand in het diepe filter vergeleken met de waterstand in het ondiepe filter in de voorjaarsperiode. Er is gekozen voor de voorjaarsperiode ("GVG") omdat daarmee de data van de peilbuizen vergelijkbaar waren met de kwelkaart (die ook van het voorjaar is). Van de peilbuis is aangegeven of er sprake is van "kwel" of "infiltratie", dit is aangegeven als respectievelijk blauwe of rode cirkel op de peilbuislocaties op de kwelkaart. Kanttekening hierbij is wel dat voor de kwelkaart de rekenperiode 1994-2004 is gebruikt, terwijl voor de peilbuizen de meetreeks 2017-2018 beschikbaar was. Van de peilbuizen is gekeken of de waterstanden in het diepe filter in het voorjaar hoger stonden dan van het ondiepe filter, dit zou namelijk betekenen dat er sprake is van kwel. Tot slot is tijdens het veldbezoek gekeken naar de voorkomende vegetatie (indicatorsoorten voor grondwaterinvloed). Op basis van de peilbuis- en vegetatiegegevens is aangegeven in hoeverre de bevindingen stroken met deze kwelkaart. Voor het habitattype Vochtige alluviale bossen (H91E0C) kon hiervoor gebruik worden gemaakt van de serie indicatorsoorten, deel 2 Beekdalen (Jalink et al. (1995), zie Tabel B3 voor de soortenlijst). Tijdens het veldbezoek is gelet op het voorkomen van deze soorten. In Waternood is opgezocht per voorkomend grondwaterafhankelijk habitattype welke eisen ze stellen aan de herkomst van het water (Tabel B2). Samen met een expert judgement is een beoordeling gemaakt in hoeverre de kwel optimaal is voor de verschillende vegetatietypen.

Tabel B2: Randvoorwaarden voor grondwaterafhankelijke habitattypen in Arriën, Stekkenkamp, Prathoek en De Maat met betrekking tot inundatie en herkomst water (Waternood en Natura 2000-profieldocumenten).

Habitattype	Vegetatietype	Inundatie (optimaal)	Herkomst water
H6430A	32Aa1	Nooit - incidenteel (<10 dagen per jaar)	Er moet voldoende aanvoer van grondwater zijn, zonder verontreiniging met nitraat en fosfaat. Op arme gronden is overstroming noodzakelijk om voedselrijkdom te handhaven en verzuring tegen te gaan.
H91E0C	39Aa2c	Nooit - incidenteel (<10 dagen per jaar)	Meestal afhankelijk van grond- en/of oppervlaktewater, optimaal ontwikkeld op plekken met aanvoer van basenrijk grondwater.
	43Aa5	Nooit - regelmatig (>10 dagen per jaar)	Meestal oppervlaktewaterafhankelijk, zoet water

Tabel B3: Indicatorsoorten voor kwel in de Vochtige alluviale bossen (H91E0C), uit de serie indicatorsoorten van Staatsbosbeheer (Jalink et al. 1995).

Elzenbronbos en Goudveil-Essenbos (2.11)

Verspreidbladig goudveil
Reuzenpaardestaart
Paarbladig goudveil
Bosbies
Dotterbloem
Bittere veldkers
Kleine valeriaan
Moeraszegge
Gevlekte dovenetel
Echte koekoeksbloem
Veldrus
Moerasviooltje
Vogelkers-Essenbos (2.12)
Moerasstreepzaad
Reuzenpaardestaart
Moeraszegge
Dotterbloem
Ruwe smele

Invloed Vecht versus overige watergangen

Voor de aanwezige habitattype binnen de deelgebieden is een beschrijving gemaakt van de wijze van ontwatering en de invloed van de Vecht en overig aanwezig oppervlaktewater op deze gebieden. Hiervoor is gekeken naar:

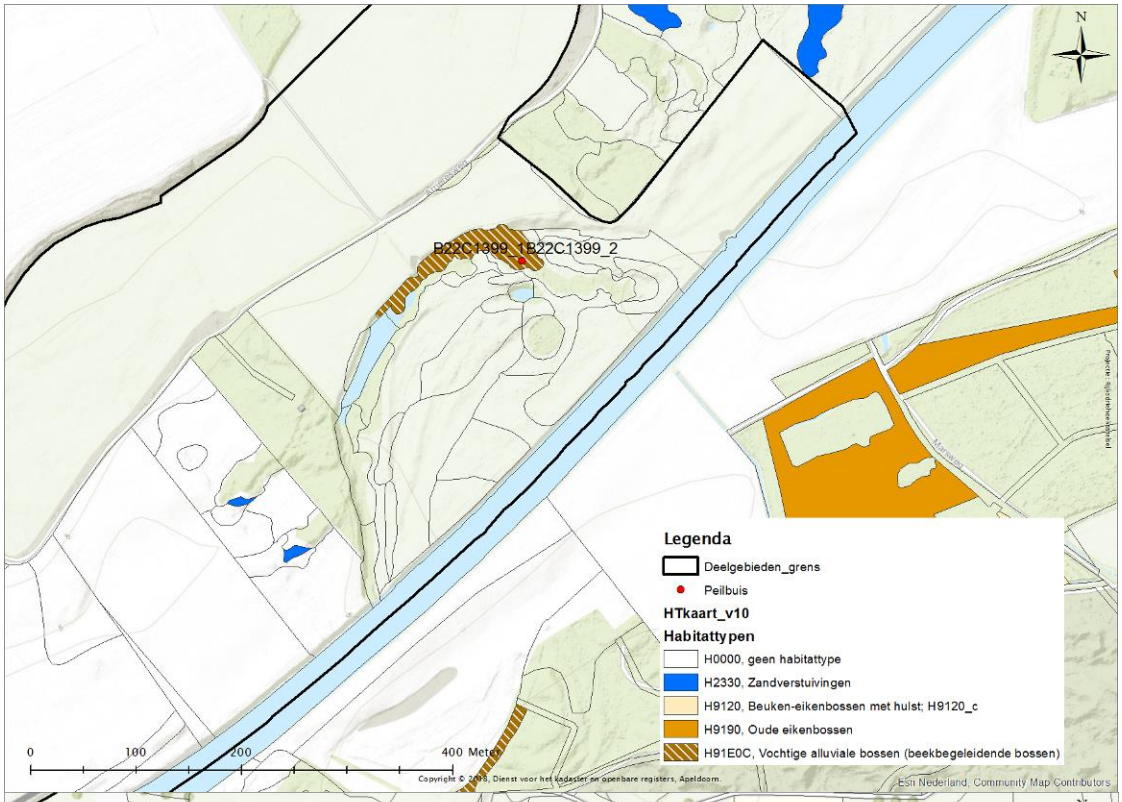
1. Het dynamisch verloop in de peilbuis versus de aanwezige metingen in oppervlaktewater
2. Relatieve ligging ten opzichte van de Vecht en overig aanwezig oppervlaktewater,
3. Maaiveldhoogtes;
4. Luchtfoto"s;
5. De GxG's en de drainage basis van de peilbuizen in de nabijheid van de habitattype.

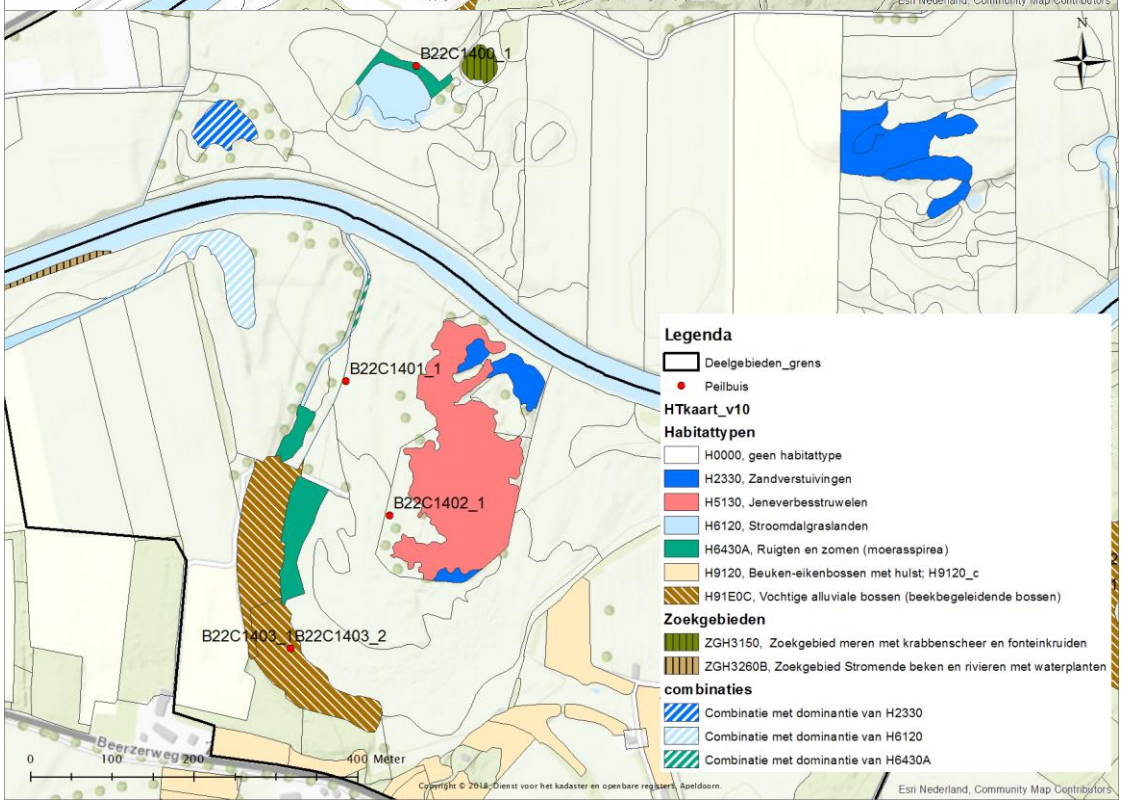
Advies met betrekking tot de grondwatermodellering

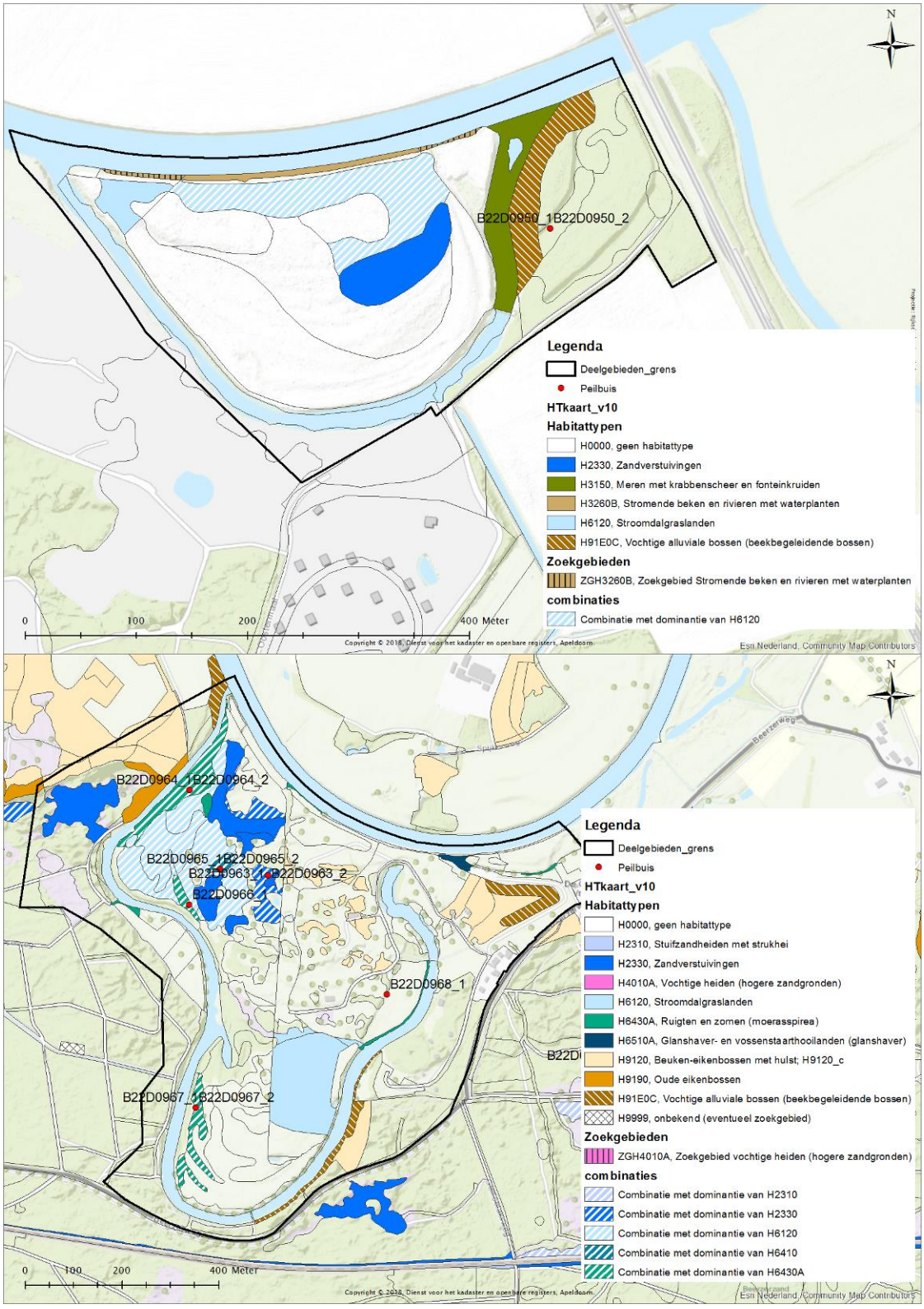
In voorliggende analyse is in detail gekeken naar de beschikbare peilbuisgegevens. Waterschap Vechtstromen is ten tijde van deze knelpuntenanalyse bezig met het nader onderzoeken van de waterstanden in de omgeving van de Vecht met behulp van een grondwatermodel. In voorliggende analyse is gebleken dat het lastig is om de benodigde grondwaterstandgemiddelden (GxG's) van de peilbuizen af te leiden. De geplaatste peilbuizen staan er krap 1 jaar, voor een betrouwbare afleiding zijn langere meetreeksen noodzakelijk. Dit maakt het dan ook niet mogelijk om op basis van onze analyses specifieke aanbevelingen te doen met betrekking tot het grondwatermodel. Wel kunnen de reeksen dienen ter validatie van het model wanneer de modelperiode overlapt met de meetperiode van de peilbuizen.

Bijlage 2

Peilbuislocaties en metadata






N
B22D0950_1B22D0950_2
Legenda
Deelgebieden_grens
Peilbuis
HTkaart_v10
Habitattypen
H0000, geen habitattype
H2330, Zandverstuivingen
H3150, Meren met krabbenscheer en fonteinkruiden
H3260B, Stromende beken en rivieren met waterplanten
H6120, Stroomdalgraslanden
H91E0C, Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen)
Zoekgebieden
ZGH3260B, Zoekgebied Stromende beken en rivieren met waterplanten
combinaties
Combinatie met dominantie van H6120
0
100
200
400 Meter
Esri Nederland, Community Map Contributors
N
B22D0964_1B22D0964_2
B22D0965_1B22D0965_2
B22D0963_1B22D0963_2
B22D0966_1
B22D0968_1
B22D0967_1B22D0967_2
Legenda
Deelgebieden_grens
Peilbuis
HTkaart_v10
Habitattypen
H0000, geen habitattype
H2310, Stuifzandheiden met strukhei
H2330, Zandverstuivingen
H4010A, Vochtige heiden (hogere zandgronden)
H6120, Stroomdalgraslanden
H6430A, Ruigten en zomen (moerasspirea)
H6510A, Glanshaver- en vossenstaarthooilanden (glanshaver)
H9120, Beuken-eikenbossen met hulst; H9120_c
H9190, Oude eikenbossen
H91E0C, Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen)
H9999, onbekend (eventueel zoekgebied)
Zoekgebieden
ZGH4010A, Zoekgebied vochtige heiden (hogere zandgronden)
combinaties
Combinatie met dominantie van H2310
Combinatie met dominantie van H2330
Combinatie met dominantie van H6120
Combinatie met dominantie van H6410
Combinatie met dominantie van H6430A
0
100
200
400 Meter
Esri Nederland, Community Map Contributors

NITGCode	FilterNo	StartDateTime	X	Y	SurfaceLevel	WellTopLevel	FilterTopLevel	FilterBottomLevel	WellBottomLevel
B22D0968	1	29-5-2017	231350	503086	5,370		4,130	3,130	
B22D0967	2	2-5-2017	230955	502853	5,000		-0,890	-1,890	
B22D0967	1	2-5-2017	230955	502853	5,000		3,920	2,920	
B22D0966	1	2-5-2017	230941	503271	5,050		3,570	2,570	
B22D0965	2	29-5-2017	231005	503345	5,010		-0,860	-1,860	
B22D0965	1	29-5-2017	231005	503345	5,010		4,030	3,030	
B22D0964	2	4-5-2017	230943	503508	4,860		-1,110	-2,110	
B22D0964	1	4-5-2017	230943	503508	4,860		3,870	2,870	
B22D0963	2	29-5-2017	231105	503332	6,630		0,800	-0,200	
B22D0963	1	29-5-2017	231105	503332	6,630		5,460	4,460	
B22D0962	2	29-5-2017	231833	502939	6,930		1,030	0,030	
B22D0962	1	29-5-2017	231833	502939	6,930		5,280	4,280	
B22D0950	2	3-4-2017	234439	503566	5,400		-0,770	-1,770	
B22D0950	1	3-4-2017	234439	503566	5,400		3,400	2,400	
B22C1404	1	6-4-2017	226400	502853	4,550		3,370	2,370	
B22C1403	2	6-4-2017	226360	503308	3,860		-1,980	-2,980	
B22C1403	1	6-4-2017	226360	503308	3,860		2,900	2,400	
B22C1402	1	4-4-2017	226481	503470	5,110		-0,870	-1,870	
B22C1401	1	4-4-2017	226428	503634	3,440		2,450	1,450	
B22C1400	1	7-4-2017	226514	504019	3,710		2,720	1,720	
B22C1399	2	29-5-2017	228747	504833	3,740		-1,840	-2,840	
B22C1399	1	29-5-2017	228747	504833	3,740		2,410	1,410	
B22C1398	2	10-4-2017	227343	503402	4,580		-1,350	-2,350	
B22C1398	1	10-4-2017	227343	503402	4,580		2,600	1,600	
B22C1397	1	10-4-2017	227463	503116	6,200		0,300	-0,700	
B22C1396	1	1-5-2017	227446	503658	3,650		2,670	1,670	
B22C1395	2	25-4-2017	227504	503632	3,650		-2,220	-3,220	
B22C1395	1	25-4-2017	227504	503632	3,650		2,670	1,670	
B22C1394	1	25-4-2017	227625	503684	6,220		-1,100	-2,100	
B22C1393	1	13-4-2017	227832	503521	3,850		2,880	2,380	
B22C1392	2	13-4-2017	227870	503486	4,070		-1,770	-2,770	
B22C1392	1	13-4-2017	227870	503486	4,070		3,080	2,580	
B22C1391	2	11-4-2017	227898	503435	4,550		-1,130	-2,130	
B22C1391	1	11-4-2017	227898	503435	4,550		3,560	2,560	
B22C1390	2	11-4-2017	227945	503294	5,300		-0,700	-1,700	
B22C1390	1	24-11-2017	227945	503294	5,300		3,810	2,810	
B22C1389	1	14-4-2017	228273	504122	3,600		2,700	1,700	
B22C1388	1	14-4-2017	228088	503827	3,930		2,730	2,230	
B22C1387	2	18-4-2017	228287	504006	4,320		-1,540	-2,540	
B22C1387	1	18-4-2017	228287	504006	4,320		3,440	2,840	
ARR4-OPP.W	1	29-5-2017	228749	504836	3,350		4,500	3,360	
ARR2-OPP.W	1	7-4-2017	226510	504012	3,400		4,530	3,010	

AKR5-OPP.W	1	1-5-2017	227423	503660	2,900		4,020	2,730	
AK8-OPP.W	1	13-4-2017	227833	503478	3,850		4,680	3,370	
AK14-OPP.W	1	14-4-2017	228088	503835	3,780		4,770	3,300	
PH3-OPP.W	1	4-5-2017	230927	503535	4,430		5,310	3,930	
MT1-OPP.W	1	3-4-2017	234403	503550	4,400		5,230	3,610	
B22C0576	1	8-4-2016	227455	503299	4,628	5,118	2,298	1,298	1,298

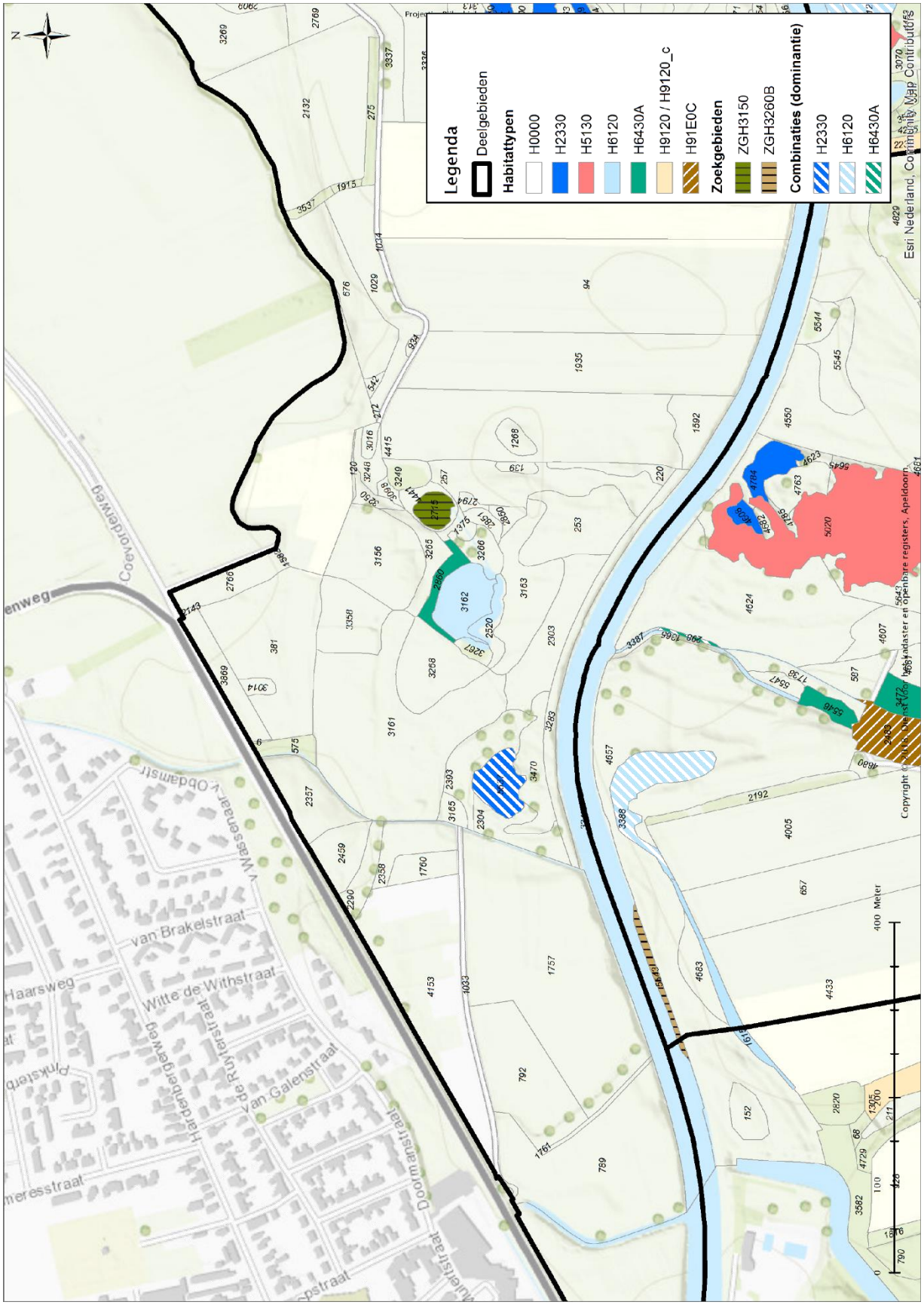
Bijlage 3

Habitattypenkaarten

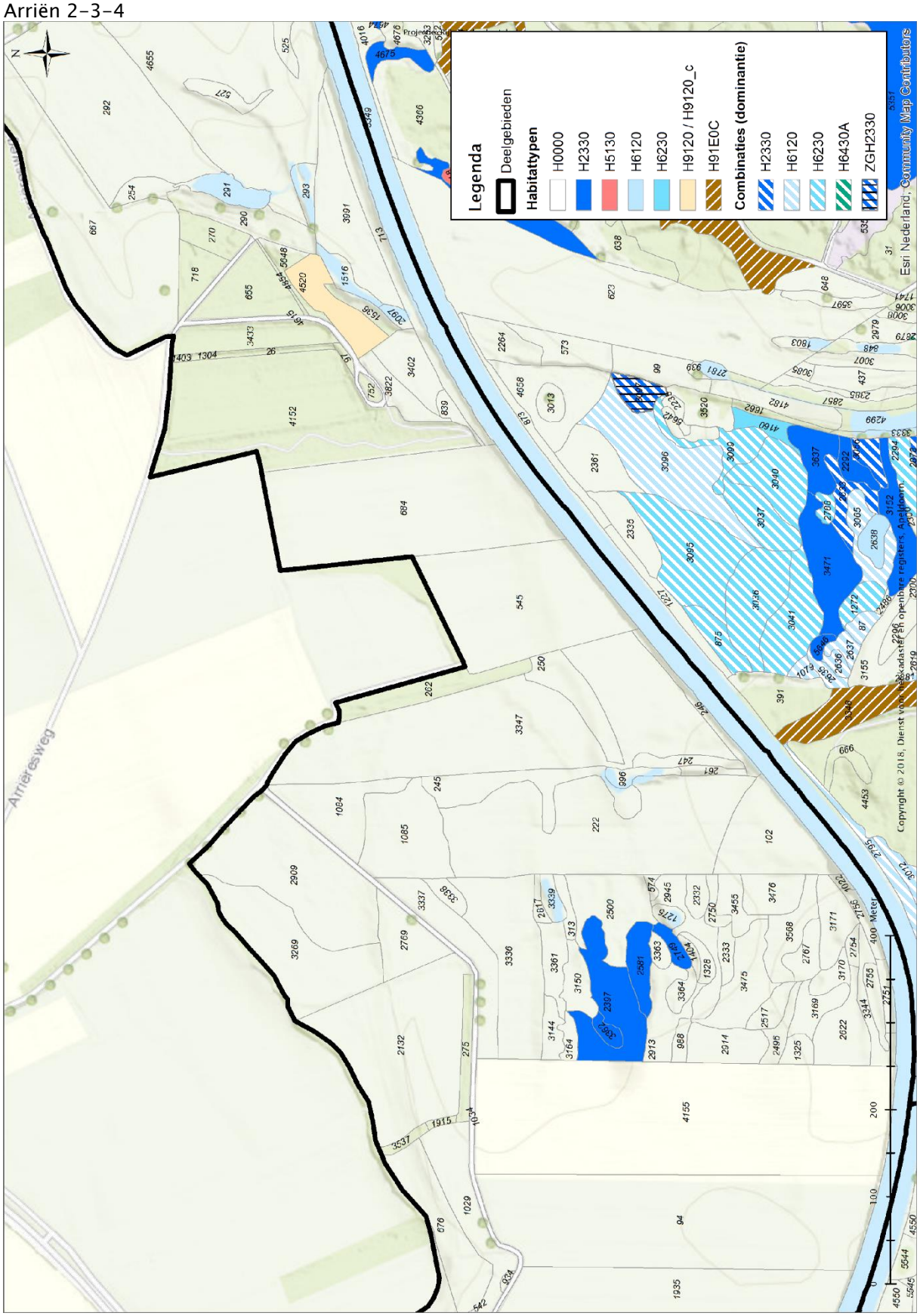
A: Arriën 1 t/m 5
B: Stekkenkamp
C: Prathoek
D: De Maat

Bijlage 3A: Arriën 1 t/m 5

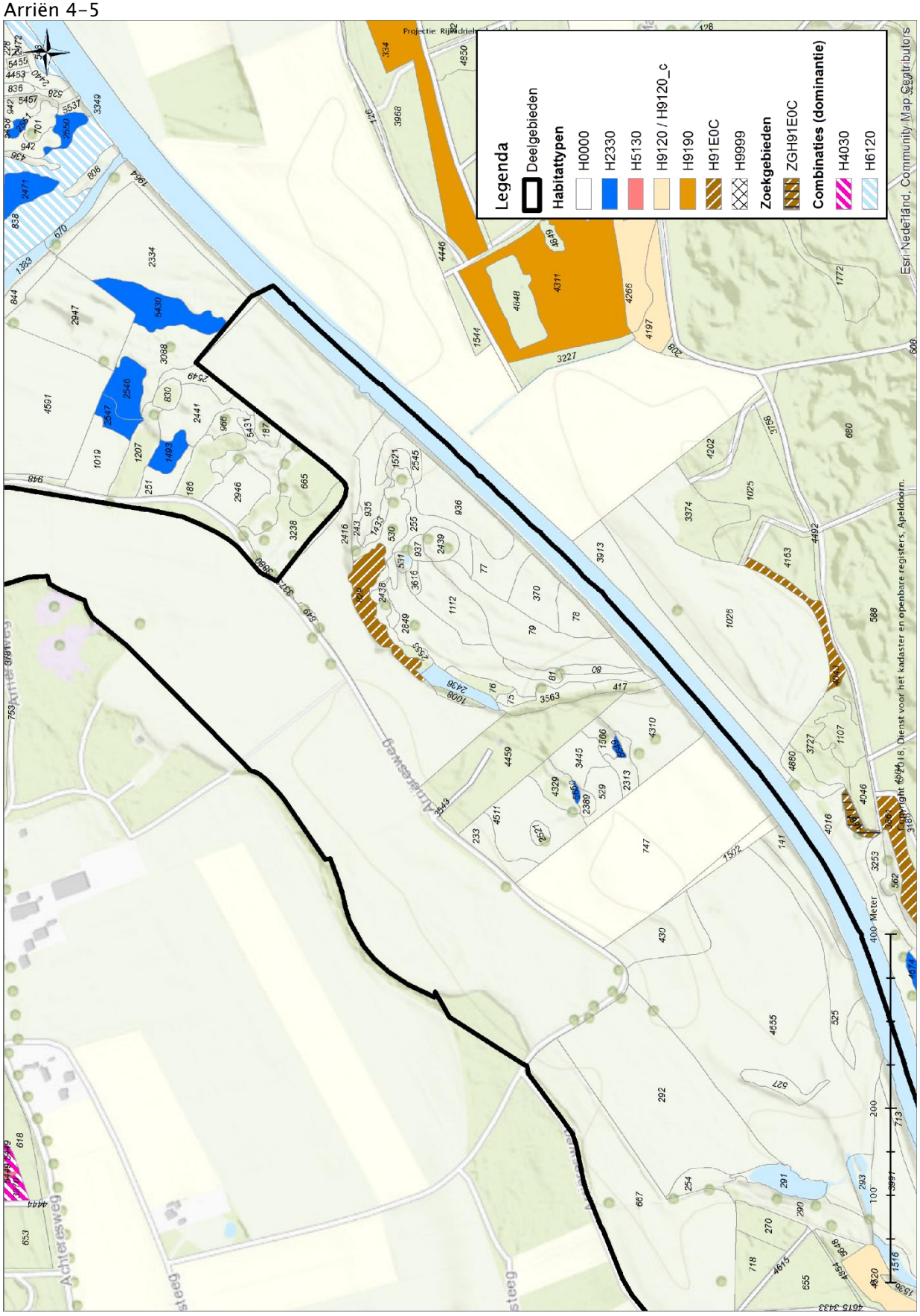
Arriën 1-2



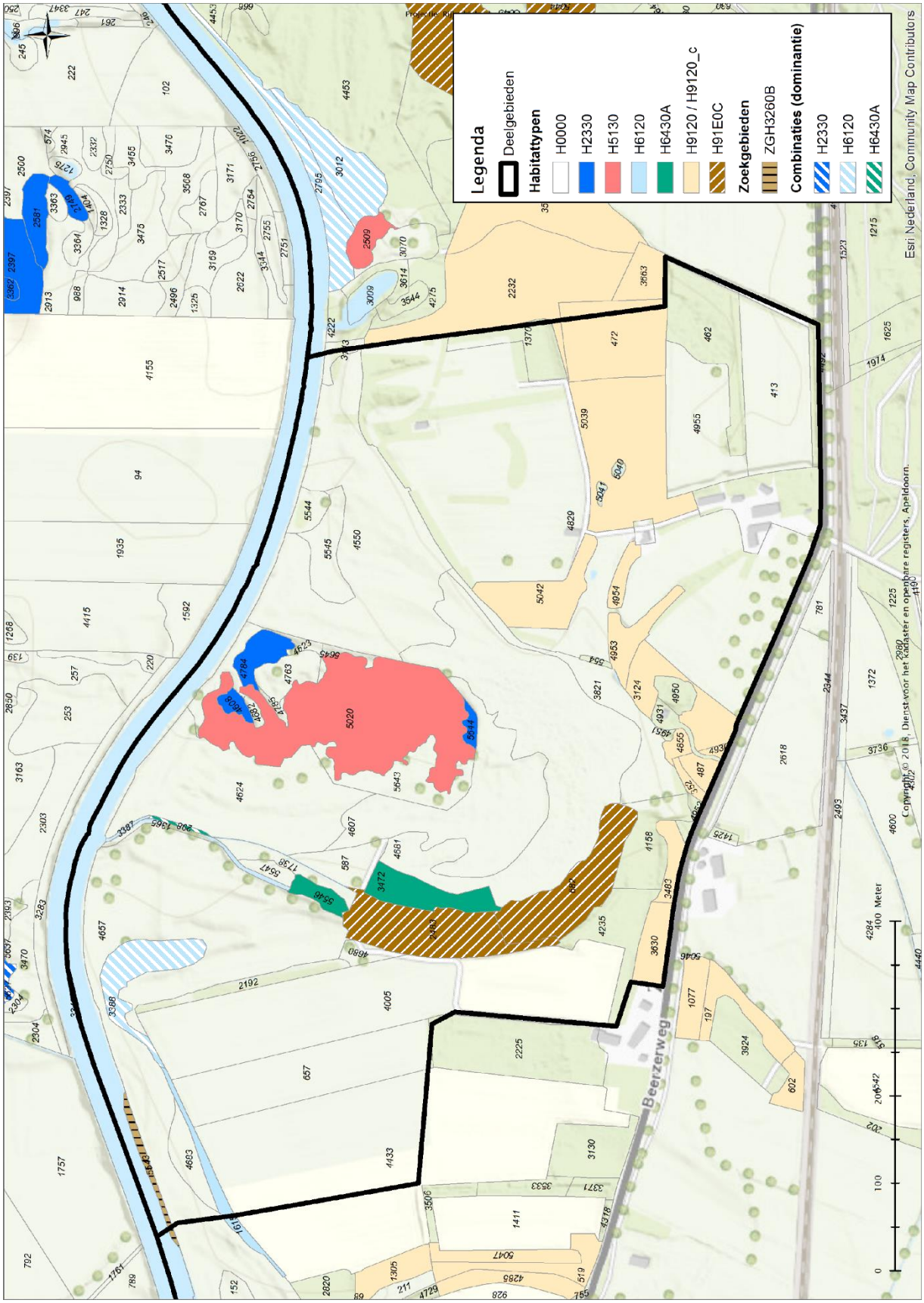
Arriën 2-3-4


Legenda
Deelgebieden
Habitattypen
H0000
H2330
H5130
H6120
H6230
H9120 / H9120_c
H91E0C
Combinaties (dominantie)
H2330
H6120
H6230
H6430A
ZGH2330
Arrieresweg
Esri Nederland, Community Map Contributors
Copyright © 2018, Dienst voor het Kadaster en openbare registers, Apeldoorn
0
100
200
400 Meter

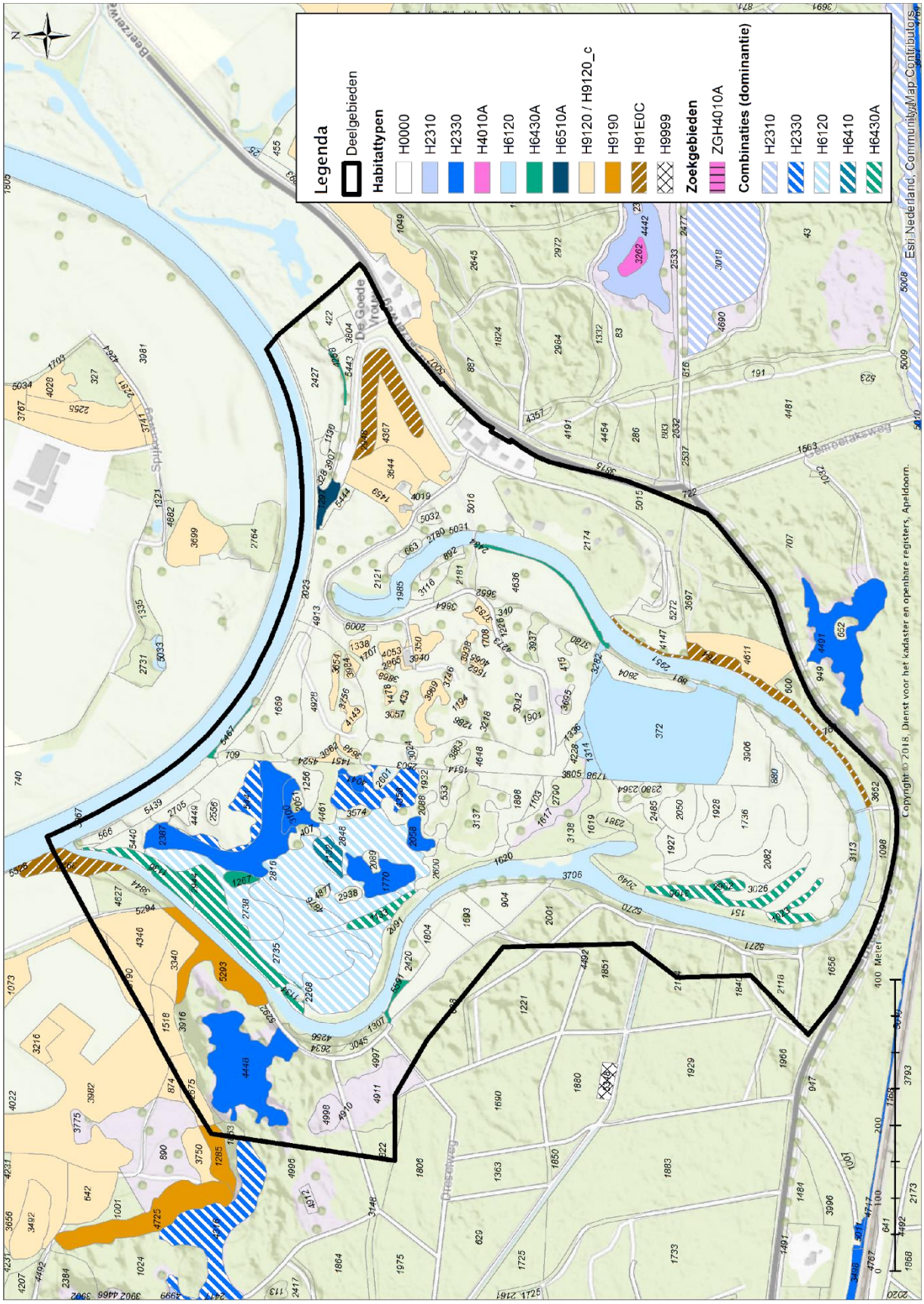
Arriën 4-5


Legenda
Deelgebieden
Habitattypen
H0000
H2330
H5130
H9120 / H9120_c
H9190
H91E0C
H9999
Zoekgebieden
ZGH91E0C
Combinaties (dominantie)
H4030
H6120
Esri Nederland, Community Map Contributors
400 Meter

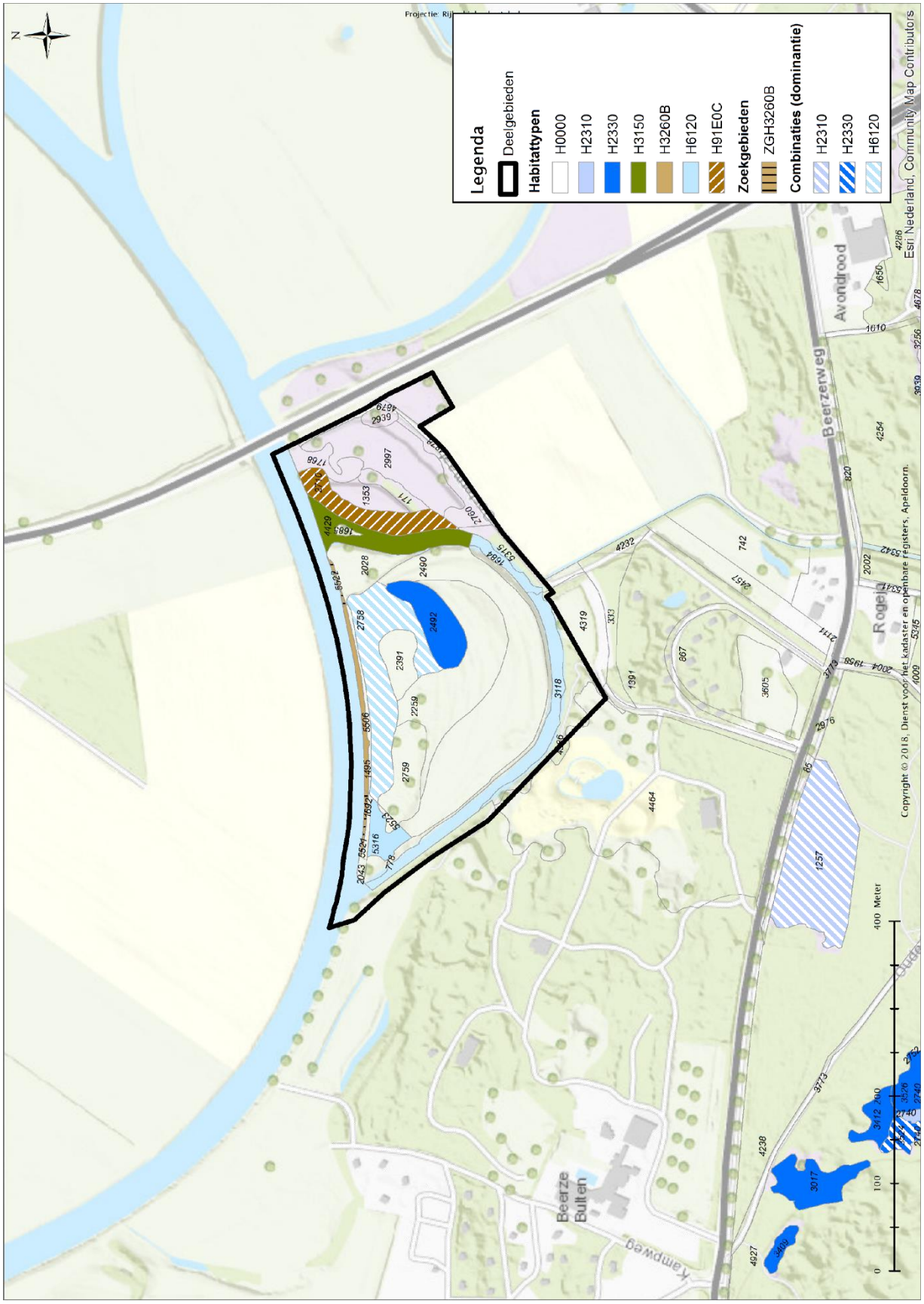
Bijlage 3B: Stekkenkamp



Bijlage 3C: Prathoek



Bijlage 3D: De Maat



Bijlage 4

Peilbuizen GxG's en betrouwbaarheid

Arriën

GxG's

	m+NAP						cm-mv		
Name	**Mv**	**MLGL**	**MGL**	**MSGL**	**MHGL**	**GT**	**GHG**	**GVG**	**GLG**
SIM_B22C1399_1_PETVP	3,74	3,06	3,41	3,56	3,91	II	-17,43	17,60	68,30
SIM_B22C1399_2_PETVP	3,74	3,08	3,42	3,56	3,91	II	-16,51	18,01	65,60
SIM_B22C1400_1_PETVP	3,71	3,15	3,42	3,50	3,79	II	-7,69	21,33	56,45

Statistieken tijdreeksmodellen en beoordeling betrouwbaarheid

Name	**EVP**	**PREC_M0**	**2stdev**	**EVAP_Fact**	**2stdev1**	**RIVER_M0**	**2stdev2**	**drn_basis**	**Beoordeling**	**Omdat**
SIM_B22C1399_1_PETVP	96,76	139,30	99,10	1,72	1,11	0,79	0,48	1,30	Slecht	EVAP
SIM_B22C1399_2_PETVP	96,93	139,00	96,40	1,73	1,09	0,79	0,43	1,30	Slecht	EVAP
SIM_B22C1400_1_PETVP	97,15	175,20	50,00	1,04	0,24	0,61	0,43	1,60	Goed	

Stekkenkamp

GxG's

	m+NAP						cm-mv		
Name	**Mv**	**MLGL**	**MGL**	**MSGL**	**MHGL**	**GT**	**GHG**	**GVG**	**GLG**
SIM_B22C1404_1_PETVP	4,55	3,93	4,17	4,35	4,46	II	9,45	20,29	62,02
SIM_B22C1401_1_PETVP	3,44	3,20	3,40	3,39	3,65	I	-21,06	5,35	23,90
SIM_B22C1402_1_PETVP	5,11	3,42	3,64	3,73	3,93	VII	117,79	137,72	168,68
SIM_B22C1403_1_PETVP	3,86	3,55	3,76	3,85	3,97	I	-11,23	1,08	31,24
SIM_B22C1403_2_PETVP	3,86	3,58	3,79	3,89	4,00	I	-14,02	-2,79	27,95

Statistieken tijdreeksmodellen en beoordeling betrouwbaarheid

Name	**EVP**	**PREC_M0**	**2stdev**	**EVAP_Fact**	**2stdev1**	**RIVER_M0**	**2stdev2**	**drn_basis**	**Beoordeling**	**Omdat**
SIM_B22C1404_1_PETVP	98,45	313,60	107,80	1,61	0,31	0,49	0,64	2,90	Slecht	EVAP en RIV stdev
SIM_B22C1401_1_PETVP	90,73	112,30	17,90	0,02	0,09	0,54	0,02	1,70	Slecht	EVAP
SIM_B22C1402_1_PETVP	97,64	115,10	25,70	1,74	0,34	0,46	0,05	2,40	Slecht	EVAP
SIM_B22C1403_1_PETVP	91,54	61,22	21,60	3,27	1,10	0,11	0,03	3,60	Slecht	EVAP
SIM_B22C1403_2_PETVP	90,12	206,00	822,30	3,87	1,39	0,12	0,03	4,30	Slecht	PREC en EVAP

Prathoek

GxG's

	m+NAP						cm-mv		
Name	**Mv**	**MLGL**	**MGL**	**MSGL**	**MHGL**	**GT**	**GHG**	**GVG**	**GLG**
SIM_B22D0962_1_PETVP	6,93	5,27	5,70	6,02	6,18	VI	75,15	91,47	166,45
SIM_B22D0962_2_PETVP	6,93	5,21	5,54	5,79	5,92	VII	101,08	114,45	171,61
SIM_B22D0963_1_PETVP	6,63	4,51	4,74	4,76	5,04	VIII	159,09	187,30	212,16
SIM_B22D0963_2_PETVP	6,63	4,42	4,58	4,59	4,81	VIII	181,85	203,97	220,54
SIM_B22D0964_1_PETVP	4,86	4,37	4,54	4,52	4,76	I	9,81	33,65	48,51
SIM_B22D0964_2_PETVP	4,86	4,38	4,54	4,52	4,75	I	10,93	33,86	48,24
SIM_B22D0965_1_PETVP	5,01	4,45	4,60	4,59	4,82	II	19,28	42,13	56,10
SIM_B22D0965_2_PETVP	5,01	4,45	4,58	4,59	4,80	II	21,38	42,35	56,33
SIM_B22D0966_1_PETVP	5,05	4,41	4,56	4,57	4,77	II	27,52	47,78	64,30
SIM_B22D0967_1_PETVP	5,00	4,44	4,59	4,59	4,79	II	20,90	40,74	55,93
SIM_B22D0967_2_PETVP	5,00	4,49	4,64	4,63	4,84	II	15,87	36,63	51,23
SIM_B22D0968_1_PETVP	5,37	4,43	4,58	4,58	4,80	IV	57,36	78,55	94,46

Statistieken tijdreeksmodellen en beoordeling betrouwbaarheid

Name	**EVP**	**PREC_M0**	**2stdev**	**EVAP_Fact**	**2stdev1**	**RIVER_M0**	**2stdev2**	**drn_basis**	**Beoordeling**	**Omdat**
SIM_B22D0962_1_PETVP	98,03	1380,00	787,70	1,06	0,31	0,66	0,74	3,00	Matig	RIVER stdev
SIM_B22D0962_2_PETVP	99,08	657,50	273,00	1,19	0,28	0,59	0,55	3,60	Goed	
SIM_B22D0963_1_PETVP	94,50	9,89	6,72	8,58	5,44	0,62	0,06	3,10	Slecht	EVAP
SIM_B22D0963_2_PETVP	96,40	81,23	45,10	0,83	0,37	0,50	0,03	3,10	Goed	
SIM_B22D0964_1_PETVP	90,20	33,42	2274,00	1,58	2,16	0,49	0,03	3,20	Slecht	EVAP
SIM_B22D0964_2_PETVP	90,10	26,72	2205,00	1,32	1,97	0,48	0,03	3,20	Matig	PREC en EVAP st dev
SIM_B22D0965_1_PETVP	95,70	106,50	83,70	0,69	0,28	0,47	0,03	3,20	Goed	
SIM_B22D0965_2_PETVP	95,87	116,20	99,30	0,64	0,28	0,47	0,03	3,10	Goed	
SIM_B22D0966_1_PETVP	91,68	177,80	4974,40	1,38	1,52	0,46	0,03	3,30	Matig	PREC en EVAP st dev
SIM_B22D0967_1_PETVP	91,20	197,00	9908,60	1,93	2,37	0,42	0,03	3,60	Slecht	EVAP
SIM_B22D0967_2_PETVP	91,39	154,30	8172,30	1,88	2,19	0,43	2,00	3,60	Slecht	EVAP
SIM_B22D0968_1_PETVP	92,7	267,8	3389	0,68	0,6	0,46	0,03	3	Matig	PREC st dev

De Maat

GxG's

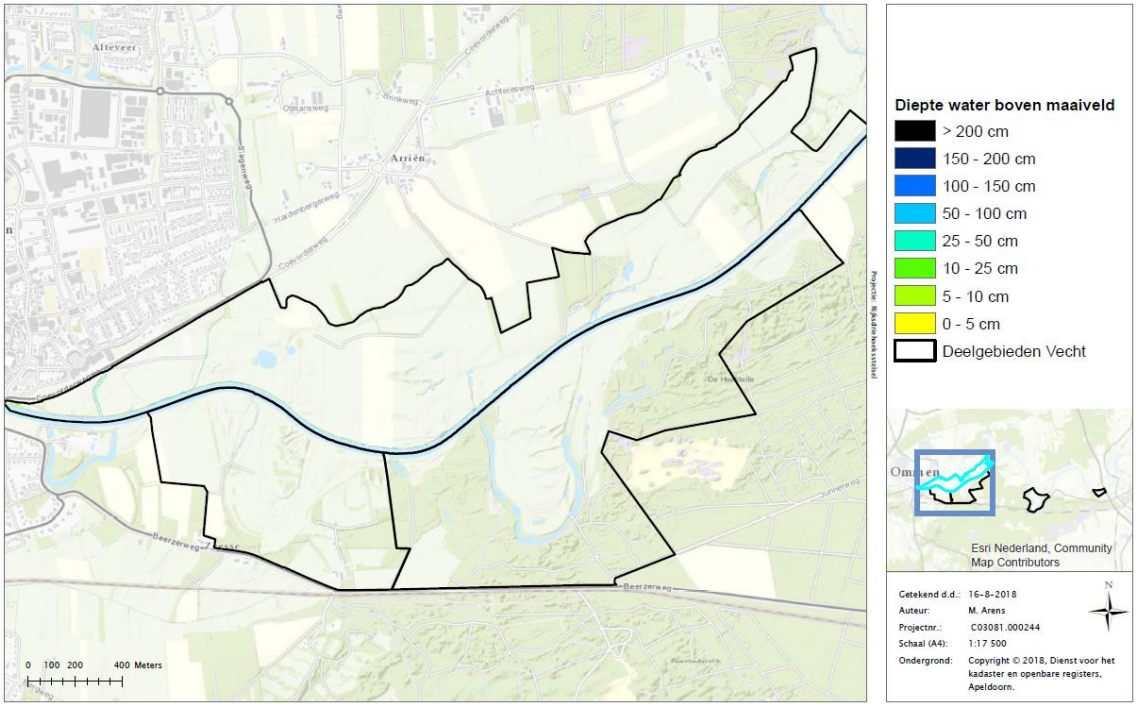
	m+NAP						cm-mv		
Name	**Mv**	**MLGL**	**MGL**	**MSGL**	**MHGL**	**GT**	**GHG**	**GVG**	**GLG**
SIM_B22D0950_1_PETVP	5,40	4,43	4,70	4,77	5,16	III	23,59	63,09	97,12
SIM_B22D0950_2_PETVP	5,40	4,42	4,67	4,67	5,08	III	31,61	73,03	98,06

Statistieken tijdreeksmodellen en beoordeling betrouwbaarheid

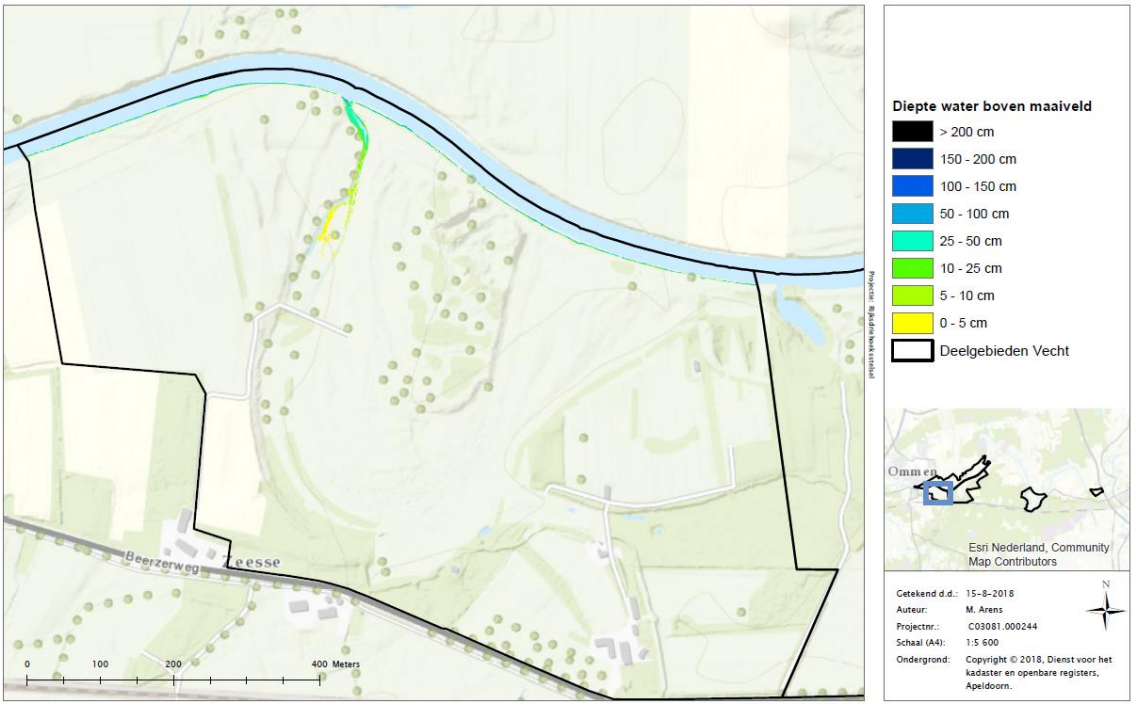
Name	**EVP**	**PREC_M0**	**2stdev**	**EVAP_Fact**	**2stdev1**	**RIVER_M0**	**2stdev2**	**drn_basis**	**Beoordeling**	**Omdat**
SIM_B22D0950_1_PETVP	96,28	34,68	23,90	4,19	2,74	0,87	0,07	2,50	Slecht	EVAP
SIM_B22D0950_2_PETVP	96,21	8,26	12,26	9,70	14,13	0,87	0,05	2,40	Slecht	EVAP

Bijlage 5 **Inundatiekaarten >20 dagen/jaar**

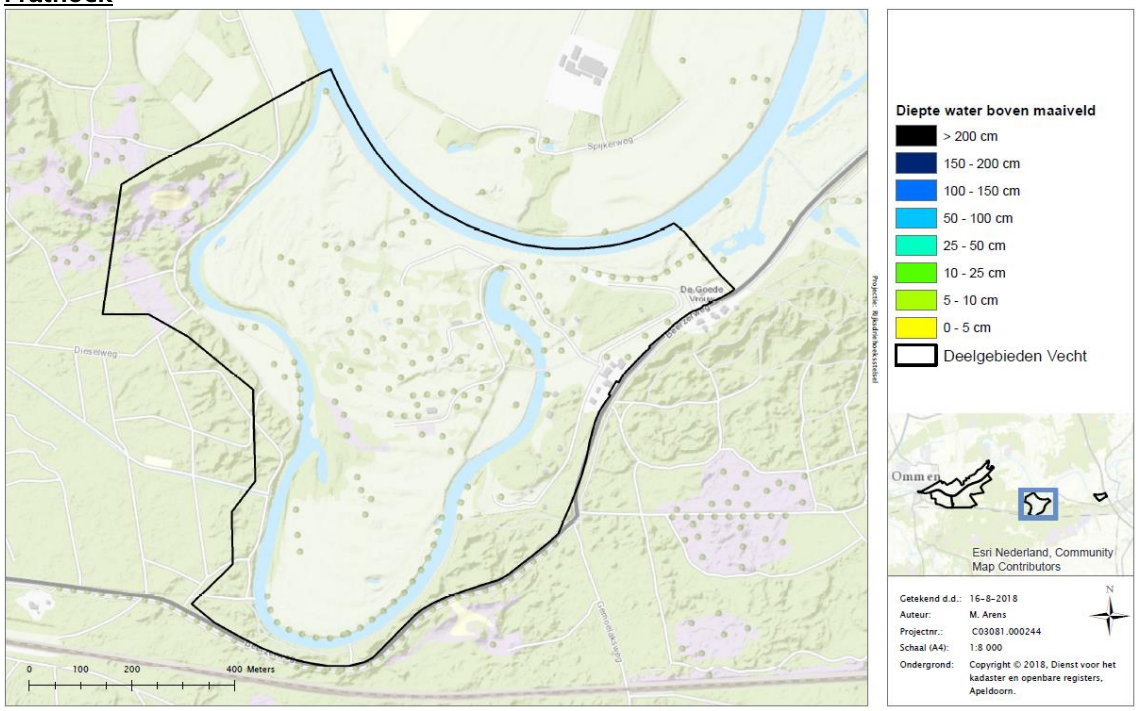
Arriën



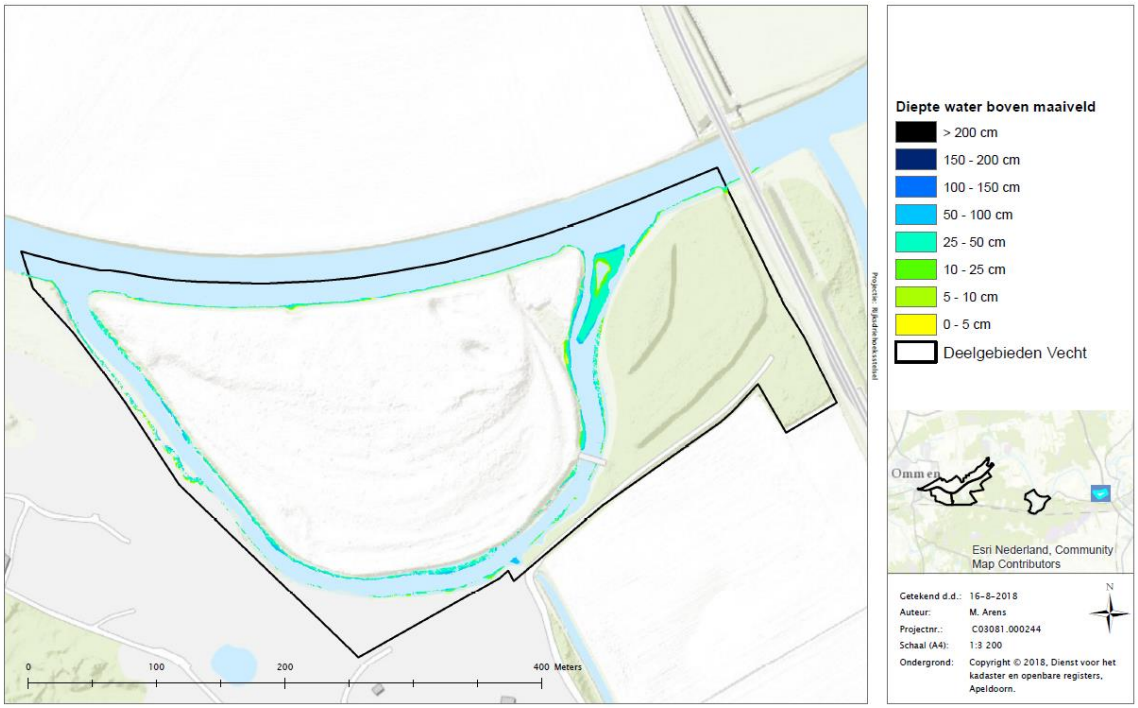
Stekkenkamp



Prathoek



De Maat



LESA Arriër Koeland & Boerenmars

Eindconcept

Zwolle, december 2019



Bell Hullenaar
Ecohydrologisch Adviesbureau

in opdracht van:

WATERSCHAP vechtstromen

Bell Hullenaar Ecohydrologisch Adviesbureau
Schellerweg 112
8017 AK Zwolle
Telefoon: 038-4774559
E-mail: hullenaar@live.com / belljudybell@outlook.com

Projecttitel: LESA Arriër Koeland & Boerenmars
Opdrachtgever: Waterschap Vechtstromen
Auteurs: J.S. Bell & J.W. van ’t Hullenaar (Bureau Bell Hullenaar)

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande toestemming van de projectuitvoerder en opdrachtgever.

Inhoud

1	**Inleiding**	5
2	**Gebiedsbeschrijving**	10
2.1	Oriëntatie	10
2.2	Historische ontwikkeling	12
2.3	Geologie en geohydrologische opbouw	17
2.4	Geomorfologie	24
2.5	Bodem	26
2.6	Hoofd-oppervlaktewatersysteem	28
2.7	Functioneren van het grondwatersysteem op hoofdlijnen	30
2.8	Overstromingsinvloed van de Vecht	37
2.9	Vegetatie	41
3	**Analyse grondwaterstandsverloop**	45
3.1	Inleiding	45
3.2	Opbouw van het meetnet en controle van de meetreeksen	45
3.3	Tijdreeksmodellering met Menyanthes en afleiding GXG's	46
3.4	GXG-doelgaten	52
4	**Veldonderzoek**	56
4.1	Methode	56
4.2	Resultaten inventarisatie oppervlaktewatersysteem	57
	4.2.1 Stelsel van de hogere zandgronden	57
	4.2.2 Stelsel van het Vechtdal	58
4.3	Resultaten onderzoek ecohydrologische dwarsprofielen	63
	4.3.1 Ecohydrologisch dwarsprofiel A-A'	63
	4.3.2 Ecohydrologisch dwarsprofiel B-B'	64
	4.3.3 Ecohydrologisch dwarsprofiel C-C'	66
	4.3.4 Ecohydrologisch dwarsprofiel D-D'	70
	4.3.5 Ecohydrologisch dwarsprofiel E-E'	71
4.4	Resultaten hydro- en bodemchemisch onderzoek buiten de raaien	78
5	**Synthese en conclusies**	81
6	**Maatregelen**	85
6.1	Inleiding	85
6.2	Verbeteringsmogelijkheden op (sub)regionaal niveau	85
6.3	Verbeteringsmogelijkheden op lokaal niveau	85
6.4	Uitbreidingsmogelijkheden	88
	Literatuur	
	Bijlagen	

1 Inleiding

Het gebied Arriër Koeland - Boerenmars maakt deel uit van het Natura2000-gebied Vecht en Beneden Regge (zie figuur 1.1) en ligt in het stroomgebied van de Vecht. Het betreft een gebied met een afgesneden rivierloop en kronkelwaarden aan de zuidzijde van deze rivier. In de hoog gelegen delen is onder andere het habitattype H6120 Stroomdalgraslanden aanwezig en in de laag gelegen delen van het gebied zijn diverse grondwaterafhankelijke habitattypen aanwezig: H91E0C Vochtige alluviale bossen, (de grondwaterafhankelijke vorm van) H6230 Heischrale graslanden, H6410 Blauwgraslanden, H6430A Ruigten met moerasspirea en H7140A Trilvenen.

Voor het gebied zijn instandhoudings- en uitbreidingsdoelstellingen vastgesteld. Deels gaat het om behoud van oppervlakte en kwaliteit van de aanwezige habitattypen en deels ligt er een opgave voor uitbreiding en verbetering van de kwaliteit van habitattypen. In het PAS-gebiedendocument Natura 2000-gebied Vecht-Beneden-Regge is geconstateerd dat er in relatie tot het behalen van deze doelen kennisleemten zijn. Belangrijke kennisleemte voor het gebied Arriër Koeland - Boerenmars betreft het ontbreken van inzicht in het ecohydrologisch functioneren van het gebied, waardoor knelpunten in de waterhuishouding (kwantiteit en kwaliteit) voor grondwaterafhankelijke habitattypen niet kunnen worden vastgesteld en opgelost. Specifiek aandachtspunt hierbij betreft het ontbreken van inzicht in de invloed van de ontwaterende werking van de Vecht versus de ontwaterende werking van lokale waterlopenstelsels in het winterbed en de aangrenzende hoger gelegen gronden. Ook is onvoldoende duidelijk hoe de overstromingsinvloed van de Vecht in het gebied doorwerkt.

Verder lijkt op basis van enkele eerder uitgevoerde oriënterende bodemchemische metingen (B-WARE, 2018) dat in de hoger gelegen delen met het habitattype H6120 Stroomdalgraslanden de bodem erg zuur is. Deze zure omstandigheden vormen een bedreiging voor de stroomdalgraslanden. Om een beter inzicht te krijgen in de behoud-, herstel- en ontwikkelingskansen van dit habitattype is nader bodemchemisch onderzoek noodzakelijk. In combinatie hiermee is ook bodemchemisch onderzoek nodig voor afleiding van de verbeterings- en uitbreidingsmogelijkheden van de grondwaterafhankelijke natuurtypen in het gebied.

Om het gebrek aan inzicht op te lossen dient voor het gebied Arriër Koeland - Boerenmars een Landschaps Ecologische Systeem Analyse (LESA) uitgevoerd te worden. Als voorbereiding hierop is in 2016 (in samenhang met een aantal andere deelgebieden langs de Vecht) een ecohydrologische verkenning uitgevoerd (KWR, 2016) en is in 2017 een hydrologisch meetnet voor het gebied ontworpen en geïmplementeerd. Inmiddels zijn meetreeksen van 2 jaar beschikbaar op basis waarvan de LESA kan worden uitgevoerd.

In breder verband wordt momenteel ten behoeve van de integrale planontwikkeling in het stroomgebied van de Vecht een grondwatermodellering en een oppervlaktewatermodellering uitgevoerd. De uitvoering van de LESA vindt in wisselwerking hiermee plaats: enerzijds worden de resultaten van de modelberekeningen die tot nu toe zijn uitgevoerd gebruikt voor het verkrijgen van een globaal inzicht in de werking van het systeem en anderzijds worden de resultaten van de LESA gebruikt als input voor de verfijning van het grondwatermodel, zodat hiermee in een later stadium maatregelen op correcte wijze kunnen worden doorgerekend.

Doelstellingen

Belangrijkste doel van de LESA is het inzichtelijk maken van het ecohydrologisch functioneren van het gebied, zodat zowel eventuele kwantitatieve als kwalitatieve knelpunten in de waterhuishouding voor de grondwaterafhankelijke habitattypen kunnen worden vastgesteld en (zo nodig) opgelost. Belangrijkste vraag die hierbij beantwoord moet worden is: wat is de invloed van de ontwaterende werking van de Vecht versus de invloed van de lokale waterlopenstelsels in het winterbed en de aangrenzende hogere gronden? Ook moet een beter inzicht ontstaan in het doorwerken van de overstromingsinvloed van de Vecht in het gebied.

Om de kansen voor behoud, herstel en ontwikkeling van het habitattype H6120 Stroomdalgraslanden en de grondwaterafhankelijke habitattypen af te kunnen leiden is ook inzicht in de bodemchemische toestand noodzakelijk.

Aanpak

De LESA is opgebouwd uit de volgende hoofdonderdelen:

- Voorbereiding
- Bureaustudie
- Veldonderzoek
- Synthese en conclusies
- Uitwerking maatregelen

Voorbereiding

In het kader van de voorbereiding is oriënterend overleg gevoerd bij het waterschap (op 1-10-2018) en is een oriënterend veldbezoek gedaan met de projectgroep (26-10-2018). Vervolgens zijn bij waterschap Vechtstromen, de provincie Overijssel en Staatsbosbeheer diverse gegevens opgevraagd en doorgenomen, op basis waarvan een projectbeschrijving is opgesteld.

Bureaustudie

De bureaustudie is opgebouwd uit twee onderdelen:

- Gebiedsbeschrijving (hoofdstuk 2):
    - Oriëntatie, met hierin vooral meer algemene informatie van het gebied.
    - Globale beschrijving van de historische ontwikkeling van het gebied.
    - Beschrijving van de geologie en geohydrologische opbouw.
    - Beschrijving van de geomorfologische gesteldheid.
    - Beschrijving van de bodemtypen.
    - Beschrijving van het functioneren van het hoofd-oppervlaktewatersysteem.
    - Beschrijving van het functioneren van het grondwatersysteem in hoofdlijnen.
    - Beschrijving van de overstromingsinvloed van de Vecht.
    - Beschrijving van de vegetatie / flora.
- Analyse van het (grond)waterstandsverloop op basis van de beschikbare meetreeksen van de peilbuizen en oppervlaktewaterstandsmeetpunten in het projectgebied (hoofdstuk 3):
    - Uitvoeren van een tijdreekanalyse m.b.v. het programma Menyanthes. In het kader van de tijdreeksanalyse wordt afgeleid wat de actuele grondwatersituatie is, aan de hand van bepaling van de GXG-waarden (GHG, GVG en GLG), kwel/infiltratie-situatie etc. Hiertoe zijn de korte reeksen met Menyanthes met behulp van de beschikbare meteorologische

gegevens door gemodelleerd tot een voldoende lange periode (minimaal 8 jaar), om zo de GXG's op zo goed mogelijke wijze te kunnen bepalen.
- Op basis van de resultaten is ook bepaald of er ter plaatse van de peilbuizen ten aanzien van de GXG's kwantitatieve doelgaten bestaan in relatie tot de aanwezige habitattypen / vegetatietypen (en zo ja, hoe groot de doelgaten zijn).

Veldonderzoek
(hoofdstuk 4)

Voor de benodigde verfijning in het inzicht zijn in aanvulling op de bureaustudie middels veldonderzoek de volgende onderdelen uitgevoerd:

- Inventarisatie van het lokale oppervlaktewatersysteem.
- Vervaardiging van vijf ecohydrologische dwarsprofielen van het gebied, om zo relaties te kunnen leggen tussen de bodemopbouw, het functioneren van het grond- en oppervlaktewatersysteem, de (grond)waterkwaliteit, de bodem-chemische toestand en de vegetatie. De vervaardiging van de dwarsprofielen heeft voor een belangrijk deel plaatsgevonden op basis van de gegevens van de bestaande peilbuizen die in de raaien zijn geplaatst. Voor de benodigde verfijning van de inzichten zijn in maart 2019 in de raaien aanvullende boringen, boorgatmetingen en metingen aan het oppervlaktewatersysteem (o.a. slootpeilen/ slootbodems) uitgevoerd. In de dwarsprofielen is behalve het verloop van de grondwaterspiegel tijdens de veldmetingen ook (op basis van de meetreeksen van de peilbuizen en het rivierpeil) het verloop van de grondwaterspiegel onder GHG, GVG en GLG-omstandigheden weergegeven.
- Met name om af te leiden in hoeverre basenrijk (kwel)water in staat is tot in de wortelzone van de vegetatie door te dringen is in de meetraaien en op enkele aanvullende locaties ook hydro- en bodemchemisch onderzoek uitgevoerd. Daarnaast wordt aan de hand hiervan gelijk inzicht geboden in de voedselrijkdom en verdere chemie van het grondwater en de bodem.
- In combinatie hiermee is buiten de raaien ook bodemchemisch onderzoek uitgevoerd voor het afleiden van de uitbreidingsmogelijkheden van de grondwaterafhankelijke habitattypen en de mogelijkheden voor behoud / herstel van de stroomdalgraslanden.

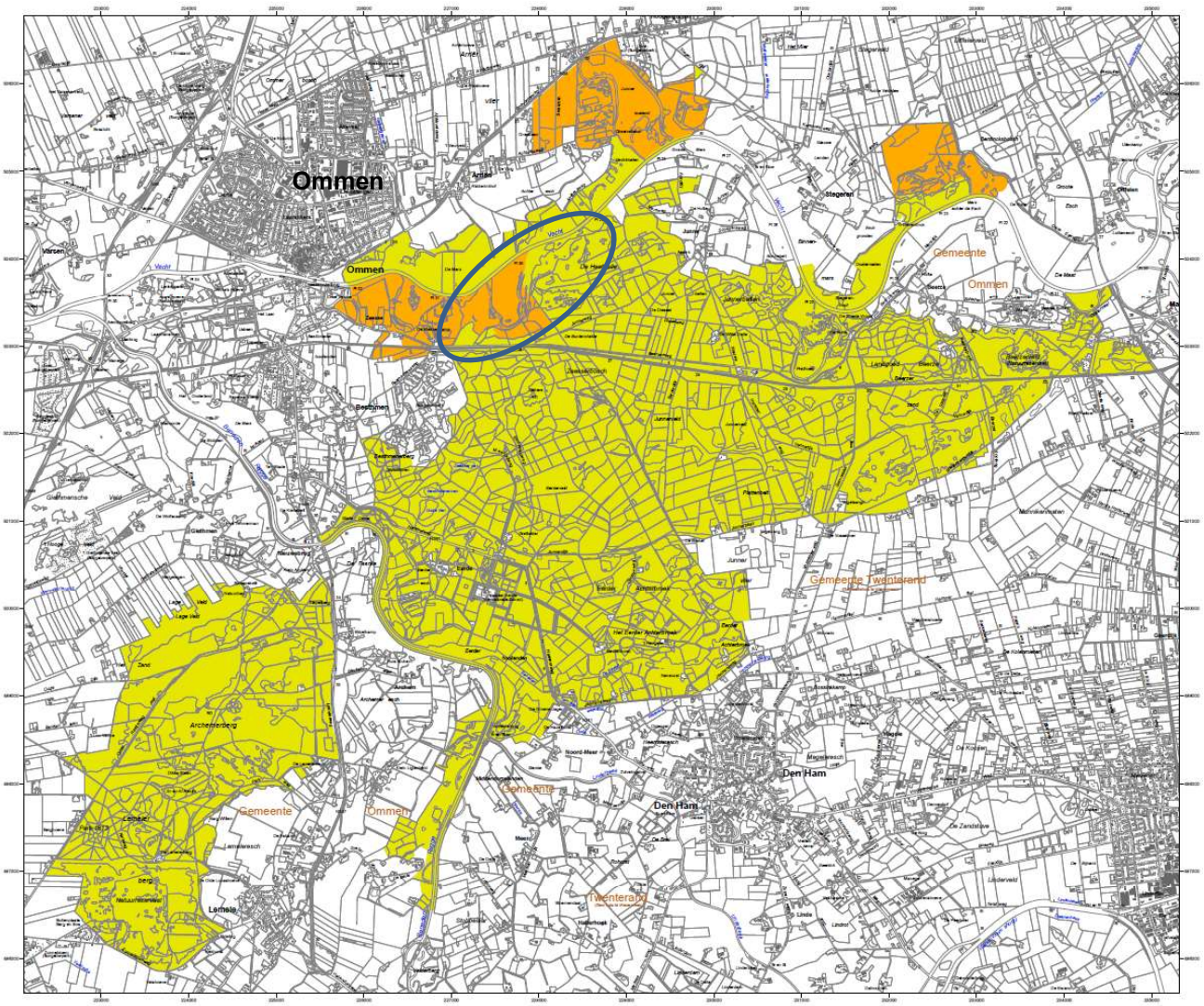
Het hydro- en bodemchemisch is uitgevoerd door B-WARE en hiervan is ook een afzonderlijk rapport opgesteld (zie bijlage 4). Om een goede aansluiting op de LESA te garanderen is door Bell Hullenaar het bemonsteringsplan opgesteld voor het hydro- en bodemchemisch onderzoek in de lage delen met grondwaterafhankelijke vegetaties en zijn de belangrijkste resultaten hiervan geïntegreerd in de LESA. Het bodemchemisch onderzoek voor de stroomdalgraslanden in de hoge delen is zelfstandig door B-WARE uitgevoerd en (om herhaling te voorkomen) wordt voor de resultaten hiervan verwezen naar het rapport van B-WARE in bijlage 4.

Synthese en conclusies & uitwerking
(hoofdstuk 5)

De verzamelde kennis is uitgewerkt tot een ecohydrologische systeembeschrijving. Daarbij wordt op basis van de resultaten van de bureaustudie en het veldonderzoek de werking van het systeem uitgelegd en wordt aangegeven welke knelpunten (in de waterhuishouding) aanwezig zijn, met daarbij specifieke aandacht voor de ontwaterende werking van de Vecht versus de lokale ontwateringsmiddelen.

Uitwerking maatregelen
(hoofdstuk 6)

Op basis van de resultaten van de LESA is uitgewerkt welke concrete maatregelen nodig zijn voor aanpak van de knelpunten en benutting van de uitbreidingskansen. De maatregelen worden toegelicht aan de hand van een kaart. De maatregelen zullen in een vervolgfase door het waterschap worden doorgerekend met het inmiddels (op basis van resultaten van de LESA) verfijnde grondwatermodel.



Figuur 1.1 *Begrenzing Natura2000-gebied Vecht en Beneden Regge met ligging van het onderzoeksgebied Arriër Koeland & Boerenmars*

2 Gebiedsbeschrijving

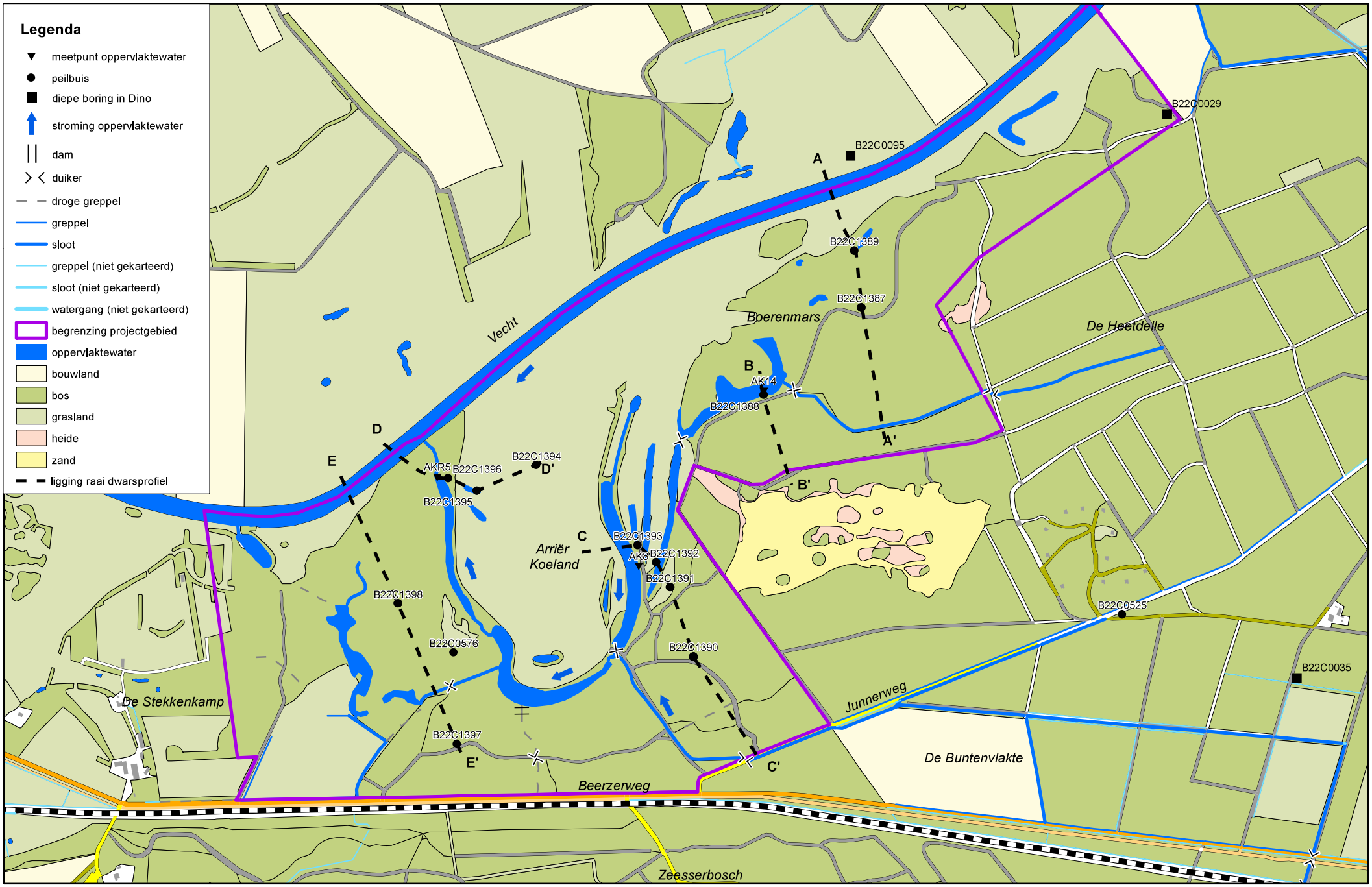
2.1 Oriëntatie

Het projectgebied ligt 2 à 3 km ten oosten van Ommen, aan de zuidzijde van de Overijsselse Vecht. Het oostelijke deel van het projectgebied behoort tot het landgoed Junne en dit geldt ook voor de afgesneden meander rond het Arriër Koeland. Het westelijke deel van het projectgebied is met uitzondering van deze oude rivierloop eigendom van Staatsbosbeheer.

Het Arriër Koeland betreft het graslandgebied dat binnen de afgesneden meander ligt (zie figuur 2.1). Dit gebied wordt al eeuwenlang beweid. In de huidige situatie vindt de beweiding plaats met Schotse Hooglanders. Binnen dit gebied zijn de habitattypen H6120 Stroomdalgraslanden, H6230 (de droge vorm van) Heischrale graslanden en H2330 Zandverstuivingen aanwezig (zie figuur 2.2: habitattypenkaart). Ten oosten hiervan ligt een gebied met een afwisseling van (met struweel begroeide) geulen en vochtige schraallanden. Ook deze schraallanden behoren tot het eigendom van Staatsbosbeheer. Hier wordt een hooilandbeheer gevoerd. Binnen de vochtige schraallanden is een breed scala aan grondwaterafhankelijke habitattypen aanwezig: H6410 Blauwgraslanden, H6430A Ruigten en zomen , H7140A Overgangs- en trilvenen en (de grondwater-afhankelijke vorm van) H6120 Heischrale graslanden. Verder bezit Staatsbosbeheer ook nog een zone met extensief begraasd grasland langs de oever van de Vecht in het noordwesten van het projectgebied en ook hier is het habitattype H6120 Stroomdalgraslanden aanwezig. Het graslandgebied in de zuidwesthoek van het projectgebied betreft een intensief landbouwkundig beheerd graslandperceel. Het gebied aan de buitenzijde van de afgesneden meander is begroeid met bos. In de afgesneden meander en ook geulen in het gebied ten westen hiervan is het habitattype H91E0C Vochtige alluviale bossen aanwezig. Buiten de geulen is overwegend gemengd bos aanwezig.

De Boerenmars betreft het grasland- en bosgebied langs de Vecht in het noordoosten van het projectgebied. Het graslandgebied wordt behoorlijk intensief landbouwkundig beheerd. Enkele ruggen zijn op de habitattypenkaart aangegeven als H2330 Zandverstuivingen. Hierbinnen liggen relicten van stroomdalgraslanden. Ook in de geulen van deelgebied Boerenmars is het habitattype H91E0C Vochtige alluviale bossen aanwezig. Buiten de geulen is (tot aan het pad dat op de rand van het Vechtdal ligt) overwegend loofbos aanwezig. Ten zuiden hiervan is voornamelijk naaldbos aanwezig. Dit naaldbos maakt deel uit van het bosgebied De Heetdelle.

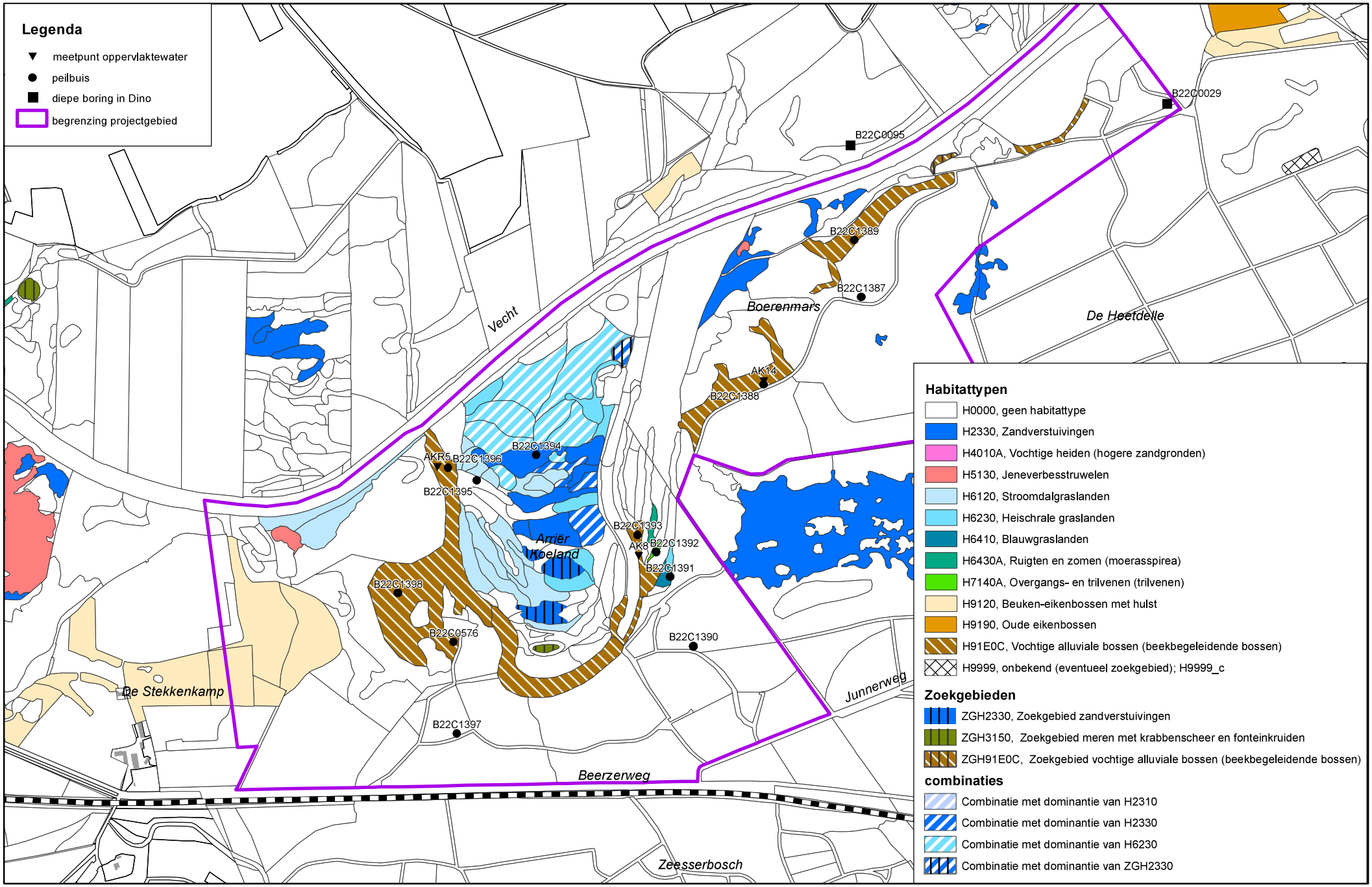
Ook in het gebied ten zuiden van het projectgebied is op grote schaal bos aanwezig: ten zuiden van het Arriër Koeland / de Beerzerweg ligt het Zeesserbosch en ten zuiden van de Boerenmars ligt dus het bosgebied De Heetdelle. Het betreft hierbij overwegend naaldbos. Deze bossen maken deel uit van het omvangrijke bosgebied van boswachterij Ommen. Binnen het bosgebied liggen hier en daar kleine stuifzandgebiedjes, zo ook ten oosten van de oostelijke schraallanden. Verder liggen in de bossen ten zuidoosten van het projectgebied (deelgebied de Buntenvlakte) enkele intensief beheerde akkers. Ten westen van het projectgebied ligt het landgoed de Stekkenkamp.



Bell Hullenaar
Ecohydrologisch
Adviesbureau

Figuur 2.1 Topgrafische kaart Arriër Koeland & Boerenmars

1:10000



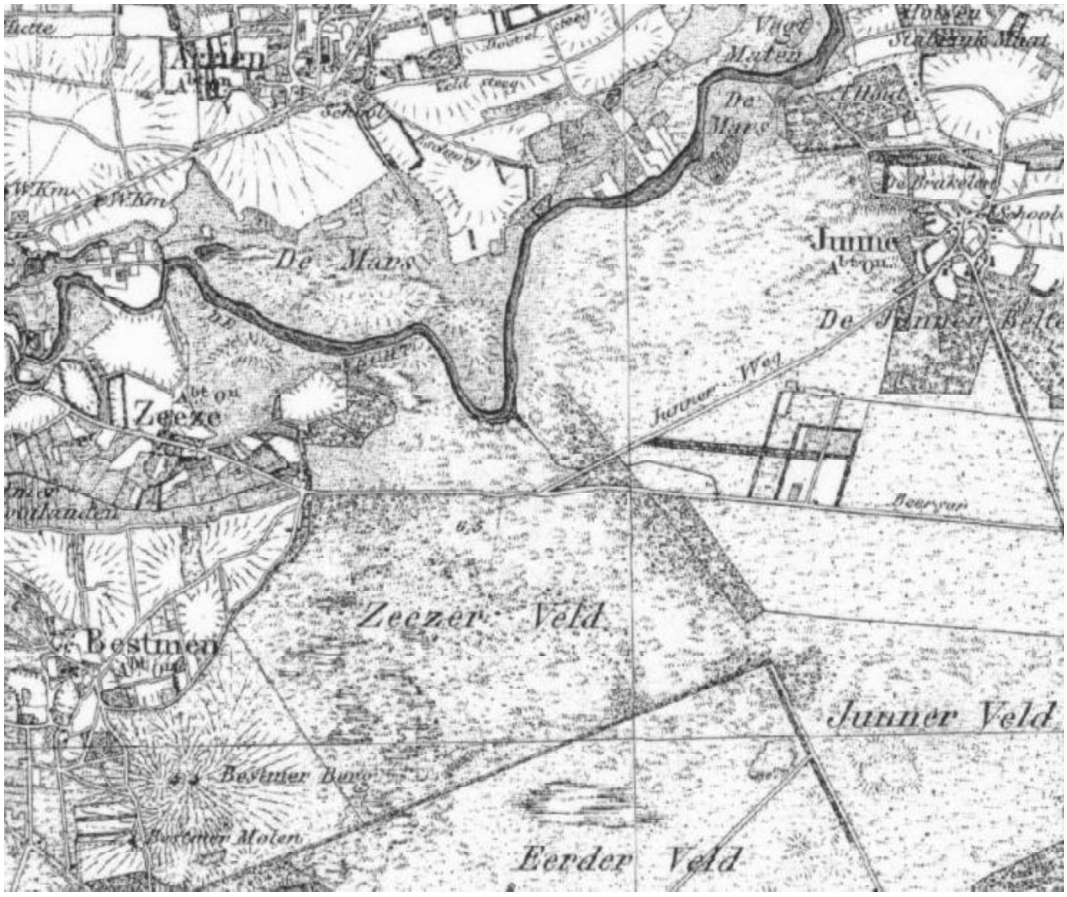
Bell Hullenaar
Ecohydrologisch Adviesbureau

Figuur 2.2 Habitattypenkaart Arriër Koeland & Boerenmars

1:10000

2.2 Historische ontwikkeling

Rond 1850 is de Vecht nog als natuurlijke, meanderende rivier aanwezig (zie figuur 2.3a). De Vecht ligt in een grotendeels open landschap. In het Vechtdal liggen graslanden en rond de buurtschappen Arriën, Bestmen, Zeesse en Junne liggen akkers. Ten zuiden van de Vecht zijn omvangrijke heidegebieden aanwezig: het Zeesser Veld, het Junner Veld en het Eerder Veld. Het heidegebied wordt doorkruist door de Beerzerweg en de Junnerweg. In het heidegebied ligt al een kleine ontginning. Dit is het gebied dat in de huidige situatie wordt aangeduid als de Buntenvlakte en op de kaart van 1900 als De Diessel. Vanaf deze ontginning is een afvoergreppel aanwezig die ter plaatse van de meander rond het Arriër Koeland afwatert op de Vecht.



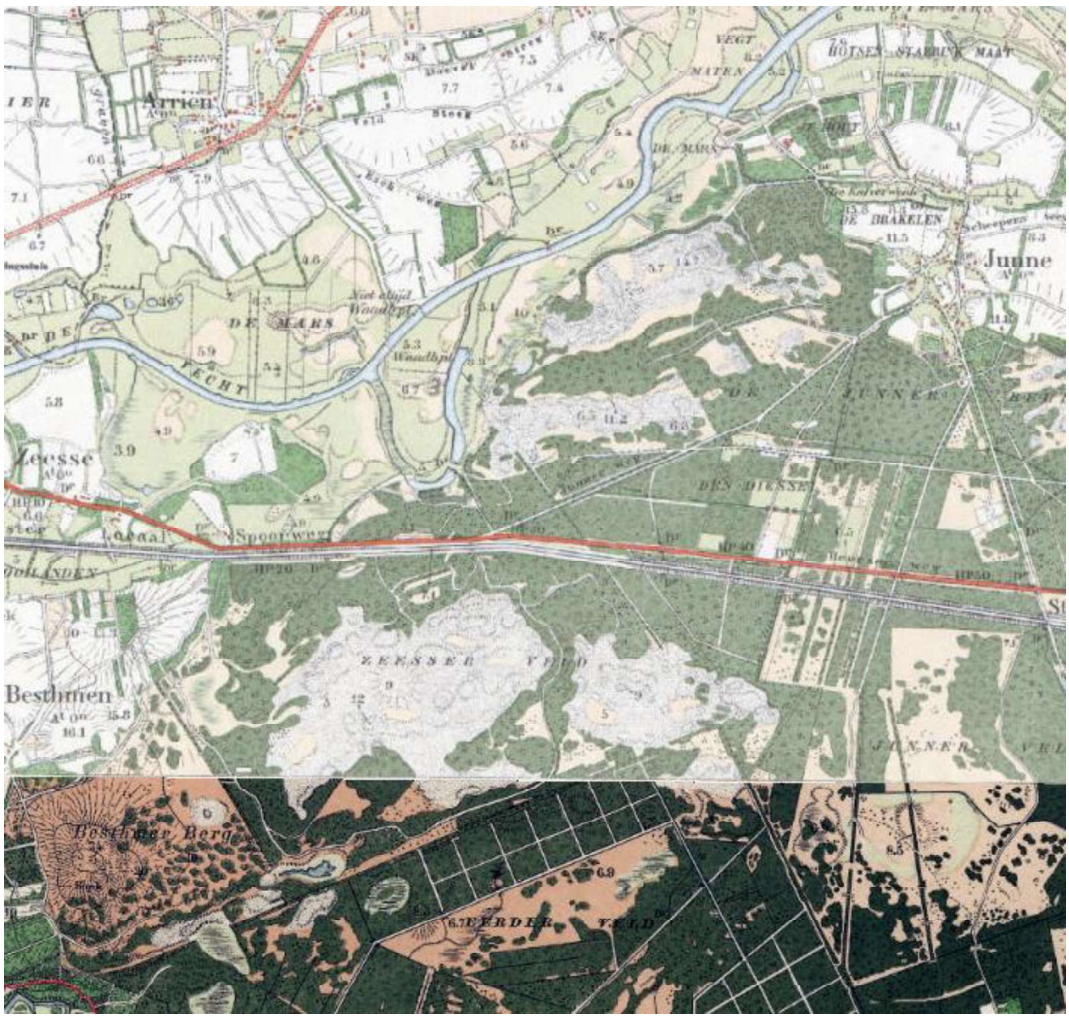
Figuur 2.3a Topografische kaart 1850

Ook rond 1900 was de Vecht nog steeds als natuurlijke, meanderende rivier aanwezig (zie figuur 2.3b). In het dal zelf en rond de buurtschappen is het landschap niet veel veranderd ten opzichte van 1850, met graslanden in het dal en akkers rond de buurtschappen. Daarbij is op deze kleurenkaart ook goed te zien dat op de wat de hogere ruggen in het Vechtdal heide aanwezig is en dat in de geulen drassige omstandigheden aanwezig zijn. Ten zuiden van de Vecht is het landschap ten opzichte van 1850 sterk veranderd: het uitgestrekte heidegebied dat ten zuiden van de Vecht aanwezig was is rond 1900 al (ruim) voor de helft begroeid geraakt met bos. Binnen het bosgebied zijn wel grote open delen aanwezig, waar stuifzanden liggen, met op de overgangen naar het omringende bos vaak stroken heide. Niet alleen ter plaatse van de ontginning van De Diessel maar ook in het hieraan grenzende bosgebied zijn greppels aanwezig en dit greppelstelsel watert (net als rond 1850) ter plaatse van de meander rond het Arriër Koeland af op de Vecht.



Figuur 2.3b Topografische kaart 1900

De topografische kaart van 1925 (zie figuur 2.3c) laat zien dat de Vecht dan inmiddels is gekanaliseerd. Deze kanalisatie heeft plaatsgevonden omstreeks 1908. Bij de kanalisatie zijn grote meanders afgesneden en vervangen voor een diepe gegraven en gestroomlijnde loop. Het landschap rond de Vecht is niet veel veranderd ten opzichte van 1900: het Vechtdal is nog grotendeels open, rond de buurtschappen liggen akkers en in het bosgebied aan de zuidzijde zijn nog steeds drie stuifzanden van aanzienlijke omvang aanwezig.



Figuur 2.3c Topografische kaart 1925

Uit vergelijking van de topografische kaart van 1950 met die van 1925 volgt dat er in de tussenliggende periode een steeds verder voortschrijdende verbossing van het gebied heeft plaatsgevonden: in het gebied aan de zuidzijde is in 1950 hoofdzakelijk bos aanwezig en het betreft hierbij ook bijna uitsluitend naaldbos. Door de bosontwikkeling is de omvang van de stuifzandgebieden afgenomen. Ook in het Vechtdal heeft verbossing plaats gevonden: het gebied ten westen van het Arriër Koeland is begroeid geraakt met bos en dat geldt ook voor de Boerenmars, ofwel het gebied langs de Vecht ten noordoosten van het Arriër Koeland. Het betreft hierbij voornamelijk loofbos.

Vergelijking van de kaart van 1950 (zie figuur 2.3d) met de topografische kaart van de huidige situatie (zie figuur 2.1) geeft aan dat de verbossing de afgelopen 70 jaar nog wat verder is voortgeschreden: inmiddels is het meest noordelijke stuifzandgebied (ter plaatse van deelgebied Heetdelle) praktisch geheel verdwenen. Het stuifzandgebied ten oosten van het Arriër Koeland en ook twee delen van het voorheen omvangrijke stuifzandgebied in het Zeeser Bosch zijn nu nog wel aanwezig: deze gebieden worden middels actief beheer open gehouden.



Figuur 2.3d Topografische kaart 1950

2.3 Geologie en geohydrologische opbouw

De geo(hydro)logische opbouw wordt toegelicht aan de hand van de dwarsprofielen van figuur 2.4 (bron: Regis II, NITG-TNO). De beschrijving van de geologie en de geohydrologische opbouw is grotendeels gebaseerd op de beschrijving zoals opgenomen in de LESA Overijsselse Vecht - Fase 3: Hydrogeologie (Jalink, 2018). Ook is nagegaan of er in DINO boorbeschrijvingen van diepe boringen in het projectgebied en de directe omgeving hiervan beschikbaar zijn. Hoewel dit slechts in beperkte mate het geval bleek te zijn, zijn ook deze boorgegevens gebruikt.

De geohydrologische basis van het gebied wordt gevormd door een kleilaag van de Formatie van Breda (BRk1). Deze kleilaag is afgezet onder mariene omstandigheden in het Mioceen. In het projectgebied bevindt de bovenzijde van deze kleilaag, en dus de geohydrologische basis, zich op circa -120 mNAP. Hierop is in het grootste deel van het gebied de eveneens mariene Formatie van Oosterhout afgezet (OOc en OOz), die voor het grootste deel bestaat uit fijn tot matig grof, glauconiethoudend, kalkhoudend zand (OOz). Deze zandlaag is circa 50 meter dik. Daarboven liggen matig tot uiterst grove, soms grindhoudende zandlagen van de fluviatiele Formatie van Peize (PZ). Ook de dikte van deze afzetting bedraagt circa 50 meter. Beide zandlagen zijn goed doorlatend.

In de voorlaatste ijstijd, het Saaliën, is door landijs een grondmorene in de vorm van keileem afgezet. Het betreft hierbij de Klei van Gieten uit de Formatie van Drenthe (DRGIk1). Volgens de gegevens uit Regis II is de Gieten-klei in het oostelijke deel van het onderzoeksgebied wel aanwezig en in het westelijke deel niet (zie figuur 2.5a). De dikte in het oostelijke deel loopt uiteen van 2,5 tot 8 meter. De gletsjers zetten ook zij- en eindmorenen van gestuwde, verschubte, oudere sedimenten af: de stuwwallen. Zo is ook ten zuidwesten van het projectgebied een stuwwal gevormd, bestaande uit (van noord naar zuid) de Besthmenerberg, Archemerberg en Lemelerberg. De Besthmenerberg bereikt een hoogte van 32,7 m +NAP. Deze gestuwde afzettingen vallen echter buiten de dwarsprofielen van figuur 2.4.

Aan het einde van het Saaliën kwamen grote hoeveelheden smeltwater vrij. Door het smeltwater werd tussen het Drents Keileemplateau en de Overijsselse stuwwallen een omvangrijk erosiedal uitgesleten: het oerstroomdal van de Vecht. In dit dal is de keileem grotendeels verdwenen. Het diepe erosiedal is deels weer opgevuld met zandige fluvioglaciale afzettingen (Formatie van Drenthe, DRz) en zandige rivierafzettingen (Formatie van Kreftenheye). De rivierafzettingen betreffen overwegend matig fijn tot uiterst grof, kalkhoudend tot kalkloos, grindhoudend zand en grind (KRz). Er komen echter ook kleilagen en soms veenlagen voor. Zo is ter plaatse van het projectgebied een kleilaag van het Laagpakket van Zutphen (KRZUk1) aanwezig. Volgens de gegevens uit Regis II is de Zutphen-klei overal in het onderzoeksgebied aanwezig (zie figuur 2.5b) en loopt de dikte uiteen van 1,5 tot 3 meter. Ten westen en ten noordoosten van het projectgebied wordt de Zutphen-klei zeer dun.

In het Weichseliën is bovenop de rivierafzettingen door de wind een pakket dekzanden afgezet. Door het kappen van bossen op de zandgronden en vervolgens overexploitatie van heidevelden (plaggenlandbouw) vanaf de middeleeuwen ontstonden stuifzanden (Formatie van Boxtel, BXz).

In het Holoceen stroomde de Vecht tot en met 1907 als meanderende rivier door het dal en onder invloed hiervan kwamen in het Vechtdal kronkelwaarden tot stand (Holocene afzettingen, HLc). Deze vertonen in relatie tot hun afzettingswijze een bijzondere gelaagdheid. In de binnenbocht van een meander is de stroomsnelheid lager en kan sediment bezinken. Naarmate het water ondieper wordt en/of de stroomsnelheid afneemt, wordt fijner sediment afgezet. Dit kan zelfs kleiig materiaal zijn en veel organisch materiaal bevatten. Wanneer de meander zich naar buiten verlegt, wordt op de lage delen van de vroegere oever en bedding weer een nieuwe kronkelwaardrug gevormd met op de fijne

afzettingen weer grover materiaal. De grens tussen vroegere rivierbodem en daarop afgezette sedimenten van de verlegde meander wordt het laterale acretievlak genoemd. Dit grensvlak volgt de helling van de bodem van de vroegere binnenbocht (vlak voor de bochtverlegging). Ook vond in relatie tot het meanderingsproces op natuurlijke wijze afsnoering van meanders plaats. In deze afgesnoerde meanders en in de permanent natte delen van de kronkelwaardgeulen vond veenvorming plaats. Onder invloed van de periodieke overstroming met rivierwater vond hier ook afzetting van slib of klei plaats. Het veen is zodoende vaak kleiig ontwikkeld.

Aan de kronkelwaardvorming kwam een einde door de kanalisatie van de Vecht in 1908. Van een vrij stromende, meanderende rivier veranderde de Vecht in een gestuwde rivier die werd vastgelegd in een diep en breed gegraven zomerbed met verstevigde oevers en waarbij alle meanders zijn afgesneden. Wel heeft ook in deze kunstmatig afgesneden meanders veenvorming plaatsgevonden en vindt in relatie tot de periodieke overstroming met rivierwater nog altijd afzetting van sediment plaats, niet alleen in de afgesneden meanders, maar ook (bij hoge piekafvoeren en met uitzondering van de hoogst gelegen delen) in de kronkelwaard.

Diepe boorgegevens

Er zijn in DINO slechts op vier locaties boorgegevens beschikbaar van diepe boringen van het projectgebied / de directe omgeving hiervan. De locaties hiervan zijn aangegeven op de kaart van figuur 2.6 Het betreft hierbij drie boorbeschrijvingen van RGD-boringen tot een diepte van 11 à 12 m -mv in het oosten (B22C0029 in de uiterste oosthoek van het projectgebied en B220035 / B22C0036 in de Buntenvlakte) en één globale boorbeschrijving van een spoelboring tot op een diepte van 30 m -mv.

Uit de boorbeschrijvingen blijkt het volgende:

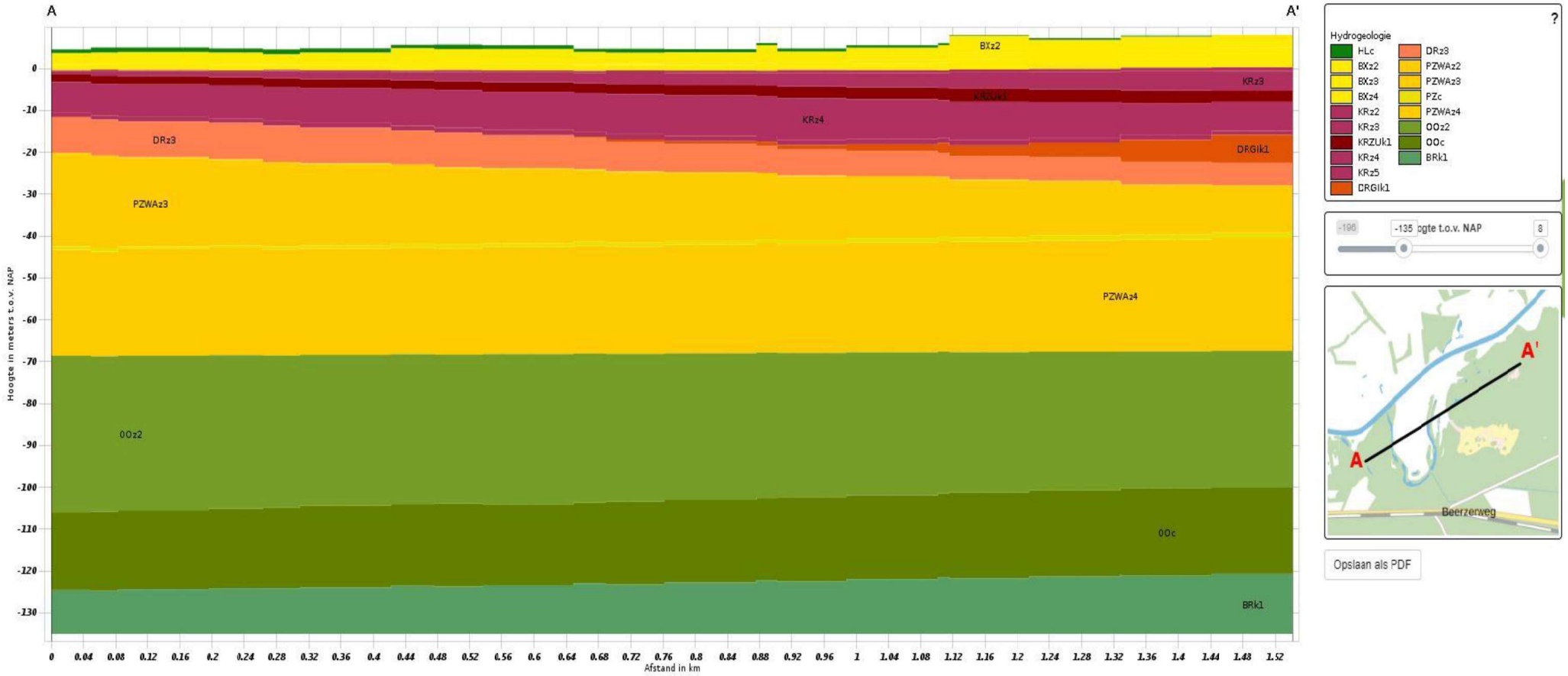
- Ter plaatse alle drie de RGD-boringen betreft de diepst aangeboorde laag (dus op een diepte van 11 à 12 m -mv) telkens klei of leem. Ten opzichte van NAP is de aangeboorde klei of leem vanaf een diepte van -4,5 à -5 mNAP aanwezig. Het betreft hierbij de Zutphen-klei. De dikte van de klei of leem is dus onbekend.
- Ter plaatse van de spoelboring (B22C0095) is volgens de schematische boorbeschrijving (met beschrijvingen per laag van 5 meter) tot op de einddiepte (op -25 mNAP) alleen zand aangetroffen, met daarbij een afwisseling van fijn zand, matig grof zand en grof zand. Er zijn dus geen dikke leem- of kleilagen aangetroffen. Wel bestaat de mogelijkheid dat er dunne klei- of leemlagen aanwezig zijn, die vanwege de toegepaste boormethode niet geïdentificeerd zijn.
- De locatie van de spoelboring bevindt zich in de zone waar volgens de Regis-gegevens Gieten-klei aanwezig zou moeten zijn. In dwarsprofiel 2.4a is te zien dat de Gieten-klei zich in dit gebied op een diepte van rond de -20 mNAP zou moeten bevinden. Dus het niet aantreffen van een dikke laag leem of klei ter plaatse van B22C0095 wijst erop dat er hier geen (dikke) laag Gieten-klei aanwezig is. Aangezien de boorlocatie zich slechts op enkele honderden meters van de geulen van deelgebied Boerenmars bevindt (zie figuur 2.6) is het goed mogelijk dat ook ter plaatse van de geulen van deelgebied Boerenmars de Gieten-klei dun of afwezig is.

Uit de boorschrijvingen van het hydrologisch meetnet dat enkele jaren geleden ten behoeve van de LESA is geplaatst volgt geen aanvullende informatie. Er zijn toen weliswaar ook diepe filters geplaatst (tot 7 à 8 m -mv) , maar deze bereiken een maximale diepte van -3 à -4 mNAP, terwijl de Zutphen-klei pas vanaf een diepte van -4,5 à -5 mNAP voorkomt.

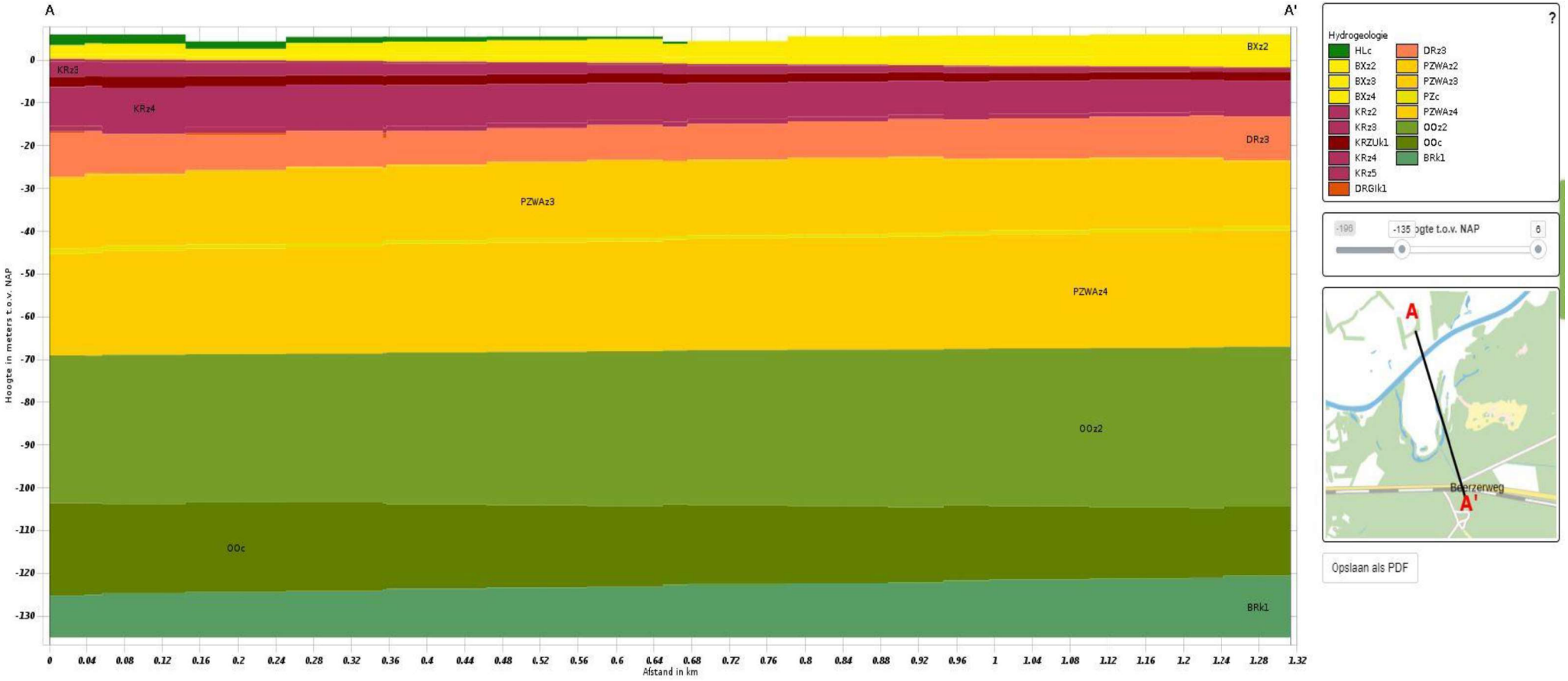
Totaalbeeld geohydrologische opbouw

- De praktisch ondoorlatende geohydrologische basis (klei van Formatie van Breda) bevindt zich op een diepte van -120 mNAP.
- Hierboven zijn tot aan de oppervlakte met name goed doorlatende, zandige afzettingen aanwezig, met hierin in principe twee weerstandsbiedende lagen: de Gieten-klei en de Zutphen-klei.
- De Gieten-klei is vaak dik (tot wel 10 meter) en heeft zodoende vaak dus ook een hoge weerstand (> 1.000 dagen / oplopend tot 10.000 dagen). De Zutphen-klei is dun en heeft zodoende lage weerstand (grootte-orde 100-500 dagen).
- De Gieten klei is volgens de REGISII-gegevens wel aanwezig in oostelijke deel van het projectgebied en niet in het westelijke deel. Het niet aantreffen van klei of leem ter plaatse van de diepe spoelboring B22C0095 in het oostelijke deel (voor boorlocatie: zie figuur 2.6) wijst erop dat de begrenzing van de Gieten-klei verder naar het oosten ligt of misschien zelfs in het gehele projectgebied geen rol van betekenis speelt.
- Volgens de REGIS II-gegevens is de Zutphen-klei overal in het projectgebied aanwezig. In het oostelijke deel wordt dit bevestigd door de boorgegevens van B22C0029, B22C0035 en B22C0036. In het westelijke deel zijn geen boorgegevens beschikbaar, maar is het wel aannemelijk dat de laag ook hier aanwezig is. Het betreft in zijn algemeenheid echter een dunne laag met een lage weerstand. Het is ook mogelijk dat er gaten zitten in de kleilaag en dat dus de weerstand in het westelijke deel nog lager is dan 100 dagen.
- De geohydrologische opbouw van het projectgebied kan dus grofweg worden geschematiseerd tot een dun freatische watervoerend pakket (van ruim 10 meter) en een dik diep watervoerend pakket (van ruim 100 meter), met hiertussen één scheidende laag met een beperkte weerstand.

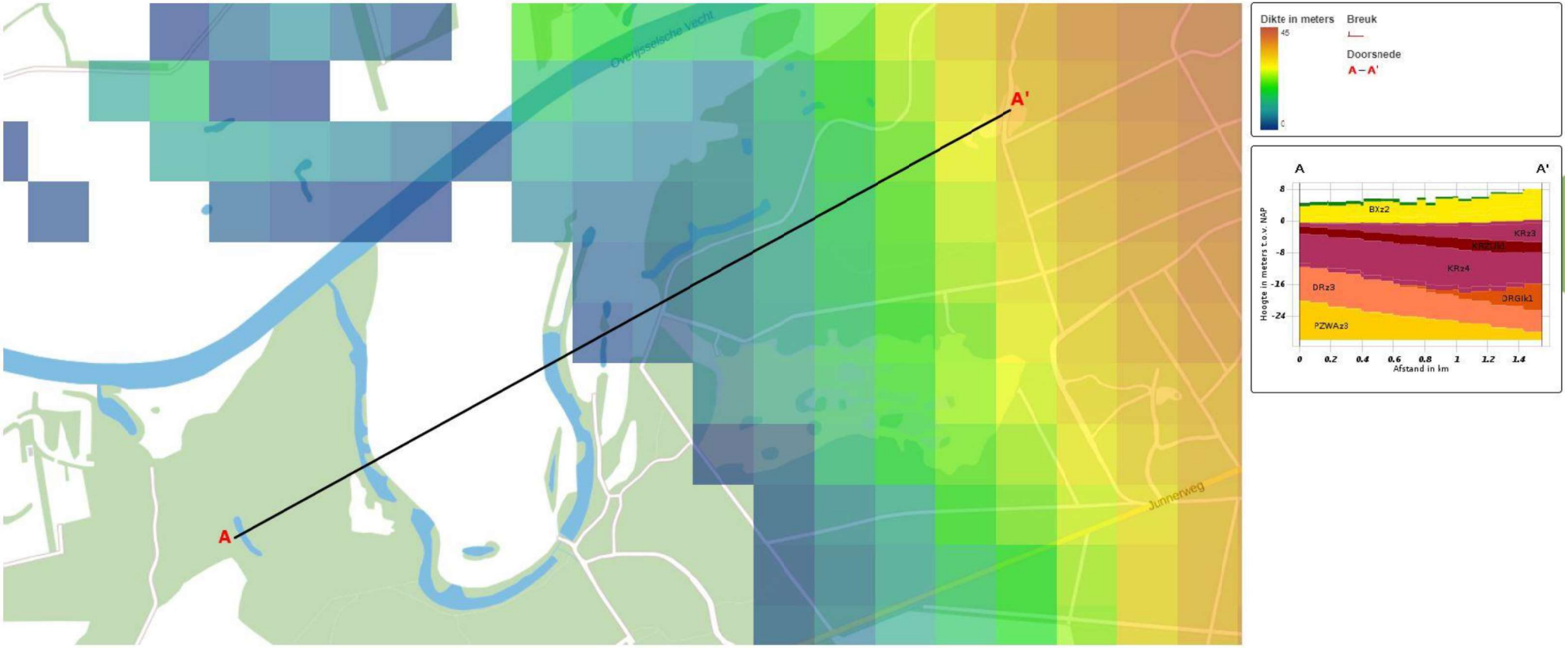
Het tot enkele meters dikke pakket van zandige Vecht-sedimenten kan in samenhang met de wijze van afzetting zowel lateraal als verticaal variatie vertonen, met fijnzandige tot lemige lagen ter plaatse van de scheefliggende accretievlakken en kleiïge tot venige opvullingen in geulen en afgesneden meanders. Uit de resultaten van het veldonderzoek zal blijken in hoeverre dit in het projectgebied het geval is en wat de invloed hiervan is op het ecohydrologisch functioneren van het gebied (zie hoofdstuk 4).



Figuur 2.4a Geologische dwarsprofiel van zuidwest naar noordoost (bron: Regis II, NITG-TNO)



Figuur 2.4b Geologisch dwarsprofiel van noord naar zuid (bron: Regis II, NITG-TNO)



Figuur 2.5a Verbreiding en dikte Laagpakket van Gieten (bron: Regis II, TITG-TNO).



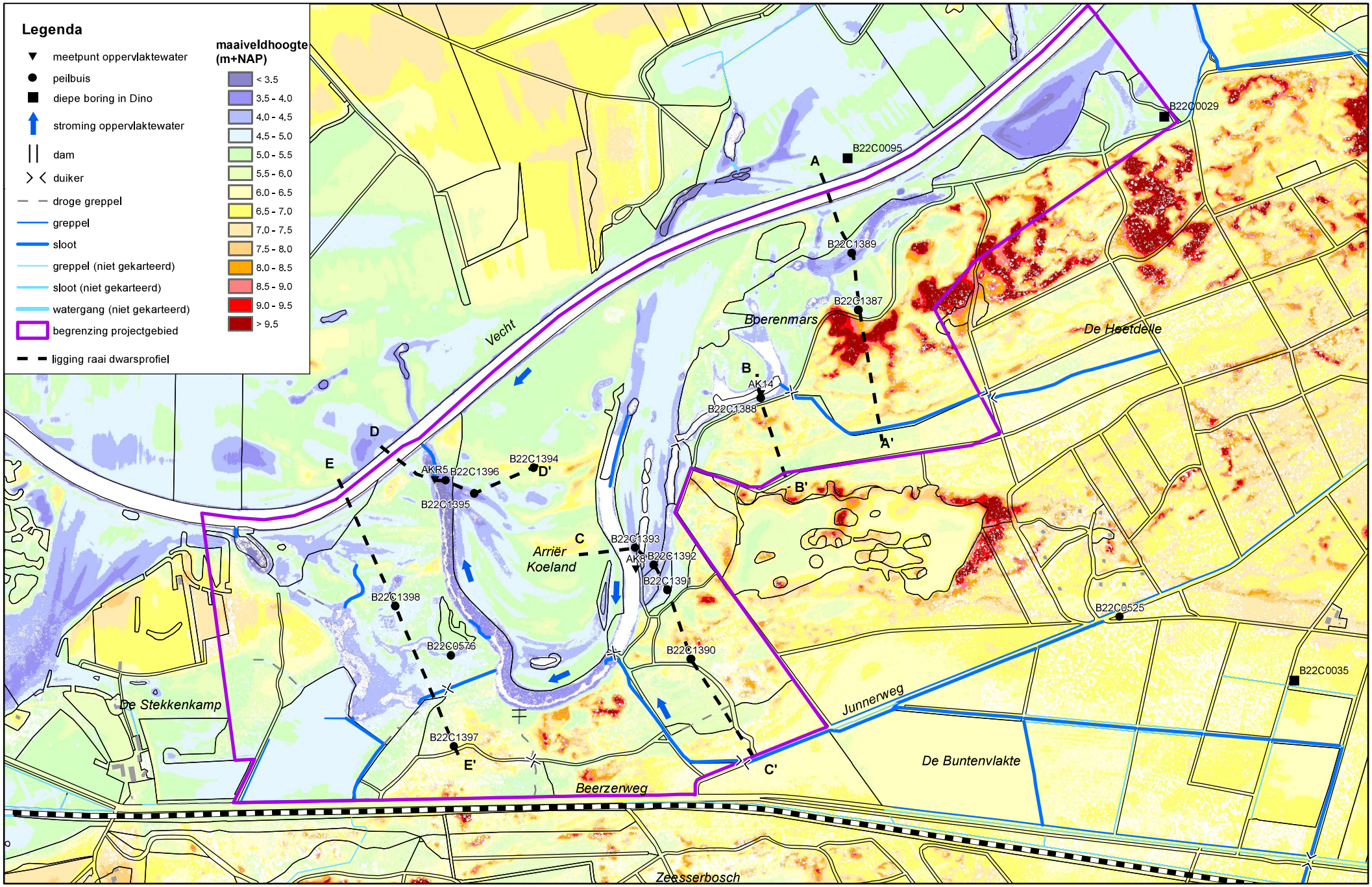
Figuur 2.5b Verbreiding en dikte Laagpakket van Zutphen (bron: Regis II, TITG-TNO).

2.4 Geomorfologie en hoogteligging

De geomorfologische gesteldheid wordt toegelicht aan de hand van de hoogtekaart (figuur 2.6). Onder invloed van de rivierprocessen zoals beschreven in paragraaf 2.3 zijn in het Vechtdal kronkelwaarden ontstaan. Deze zijn opgebouwd uit kronkelwaardruggen en kronkelwaardgeulen. In combinatie hiermee zijn ook enkele opgestoven rivierduinen aanwezig: dit zijn de hoogste ruggen binnen het Vechtdal. Bijzonder is dat dit natuurlijke patroon in het projectgebied grotendeels nog intact is. Alleen in een klein deel dat bij het landgoed Junne hoort (vlakke zone ten noorden van de oostelijke schraallanden) en ter plaatse van een perceel van Staatsbosbeheer in de zuidwesthoek van het projectgebied heeft egalisatie plaatsgevonden.

Ten zuiden van het Vechtdal ligt een omvangrijk stuifzand- en dekzandgebied. De stuifzandgebieden worden gekenmerkt door een fijnmazig en grillig patroon van opgestoven ruggen en uitgestoven laagten.

In de kronkelwaardgeulen ligt het maaiveld veelal tussen de 4 en 5 mNAP en ter plaatse van de kronkelwaardruggen loopt het maaiveld op naar 6 à 7 mNAP. Ter plaatse van de hoogste ruggen (de rivierduinen) loopt de maaiveldshoogte op tot ruim 8 mNAP. In het aangrenzende stuifzand- en dekzandgebied ligt het maaiveld veelal op een hoogte van 6 à 7 mNAP, dus niet heel veel hoger dan in het Vechtdal. In de diepst uitgestoven laagten ligt het maaiveld op 5 tot 6 NAP en ter plaatse van stuifduinen kan de hoogte oplopen tot circa 10 mNAP.



Bell Hullenaar
Ecohydrologisch Adviesbureau

Figuur 2.6 Maaiveldhoogtekaart Arriër Koeland & Boerenmars

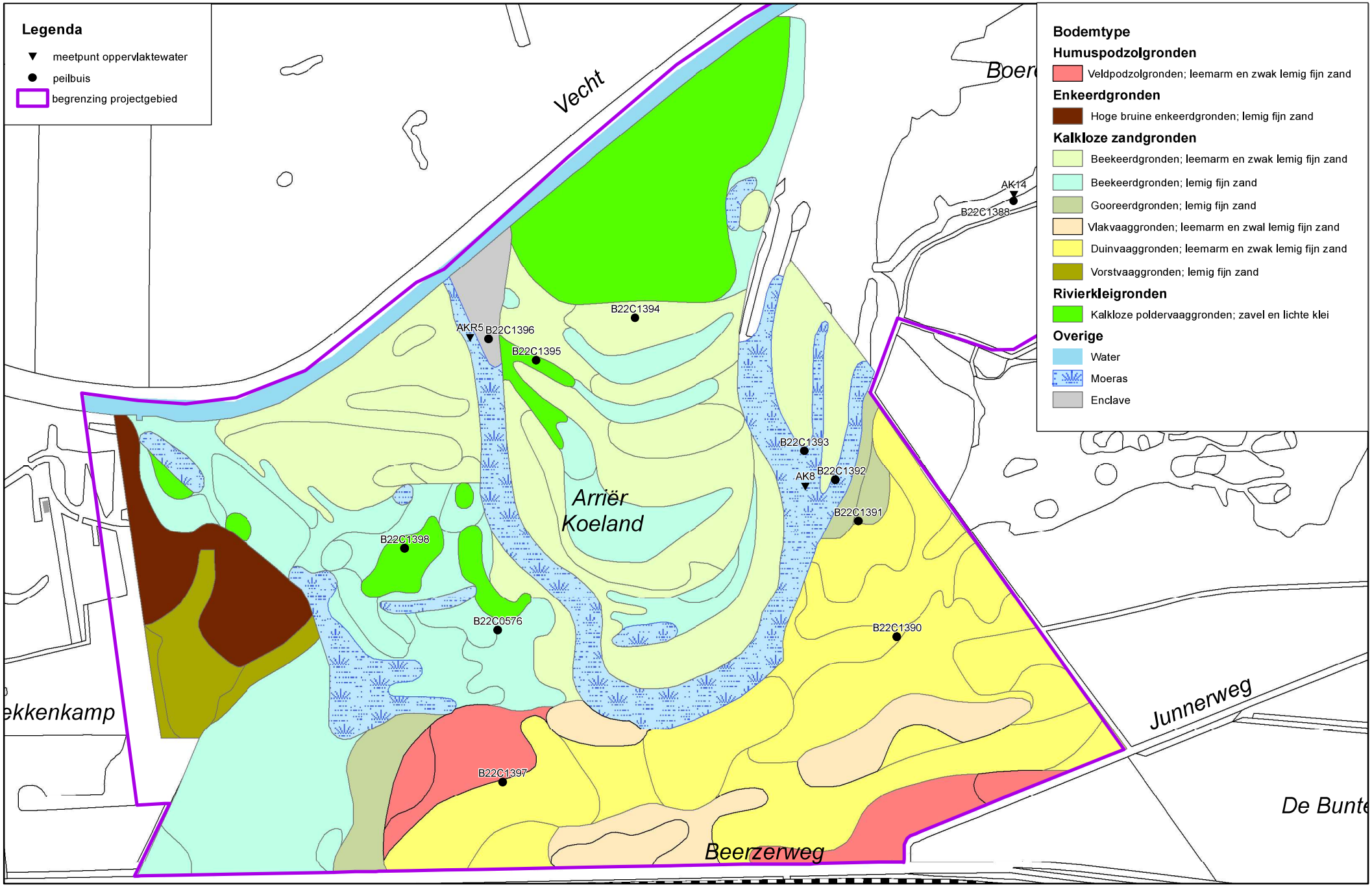
1:10000

2.5 Bodem

Voor de beschrijving van de bodemtypen is gebruik gemaakt van de detailbodemkaart van het Vechtdal (zie figuur 2.7; bron: waterschap Vechtstromen, 2017). Van het projectgebied is in deze kaart alleen het westelijke gedeelte (ofwel het eigendom van Staatsbosbeheer) opgenomen. Het oostelijke deel (ofwel het deel dat eigendom is van landgoed Junne) ontbreekt, maar aangenomen mag worden dat de ruimtelijke verdeling van de bodemtypen hier min of meer analoog is aan het westelijke deel.

In het Vechtdal zijn hoofdzakelijk beekeerdgronden aanwezig, die in de kronkelwaardgeulen vooral uit lemig fijn zand bestaan en ter plaatse van de ruggen voornamelijk uit leemarm en zwak lemig fijn zand. De beekeerdgrond in de oostelijke schraallanden heeft een kleidek. Ter plaatse van het meest zuidoostelijk gelegen schraalland (met peilbuis B22C1391) is een gooreerdgrond aanwezig, bestaande uit lemig, fijn zand. In het noordelijke deel van het Arriër Koeland, in de vertakte geul in het noordwesten van het Arriër Koeland en in kleine delen van de kronkelwaard ten westen van het Arriër Koeland is een poldervaaggrond aanwezig, bestaande uit zavel en lichte klei.

In het aangrenzende gebied van de hoger gelegen zandgronden zijn voornamelijk duinvaag- en vlakvaaggronden en soms veldpodzolgronden aanwezig. In het hoog gelegen gebied aan de westzijde ligt een hoge bruine enkeerdgrond (bestaande uit lemig fijn zand) en een vorstvaaggrond (bestaande uit lemig, fijn zand).



Bell Hullenaar
Ecohydrologisch
Adviesbureau

Figuur 2.7 Detailbodemkaart Arriër Koeland

1:6000

2.6 Hoofd-oppervlaktewatersysteem

De Vecht

De beschrijving van het functioneren van de Vecht is grotendeels gebaseerd op informatie uit het achtergronddocument watersysteemanalyse Vecht (waterschap Vechtstromen, 2017).

De oorsprong van de Vecht ligt in Münsterland, dus in Duitsland. De rivier mondt bij Zwolle uit in het Zwarte Water. De Vecht is rond 1908 gekanaliseerd. Daarbij zijn de meanders afgesneden en vervangen voor een diepe gegraven en gestroomlijnde loop. In 1955 is het zomerbed bovendien verbreed. De Vecht wordt ook gestuwd. Vooral de waterstanden in de zomer worden sterk bepaald door deze stuwen. Voor het projectgebied is stuw Vilsteren van belang. Het streefpeil van deze stuw bedraagt in de winter 2,35 mNAP en in de zomer 2,60 mNAP.

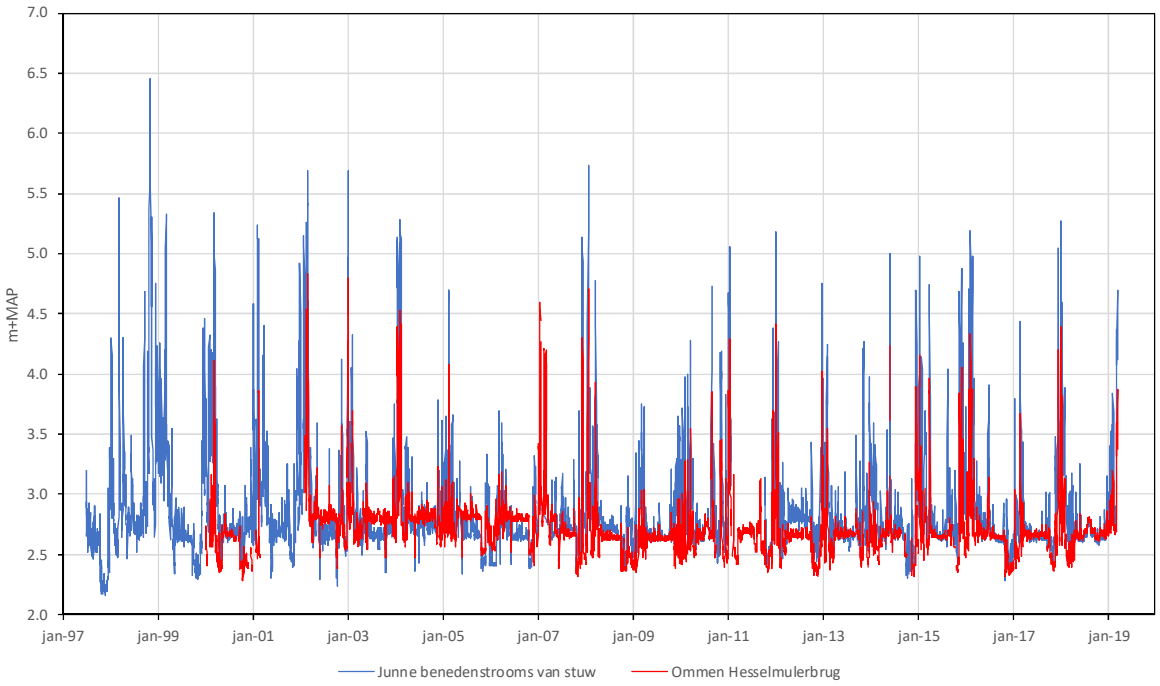
Uit de website 'topotijdreis' volgt dat stuw Vilsteren omstreeks 1927 is geplaatst en stuw Junne omstreeks 1931. Dit betekent dat er een periode van enkele decennia is geweest dat (onder invloed van de sterke inkorting van de loop bij de kanalisatie en de hiermee gepaard gaande verhoging van het verhang en dus toename van de stroomsnelheid van het rivierwater) de Vecht zich dieper heeft kunnen insnijden.

De Vecht is een regenwaterrivier, met hoge afvoeren / waterstanden in de winter, en lage afvoeren / waterstanden in de zomer. Als gevolg van ingrepen in het afvoergebied (afgraven veen, kanalisatie van de Vecht, aanpassingen detailontwatering, en verstedelijking) zijn enerzijds de afvoerpieken toegenomen en zijn anderzijds de afvoeren in droge (zomer)perioden afgenomen. Er is dus sprake van sterk wisselende afvoeren, met ter hoogte van Ommen een afvoer van slechts 0,7 l/s bij 1/100Q en een afvoer van 169 l/s bij T=1 (waterschap Vechtstromen, 2017).

In de grafiek van figuur 2.8 wordt het verloop van de oppervlaktewaterstand van de Vecht ter plaatse van de meetpunten Junne (benedenstrooms van de stuw) en Ommen weergegeven. Het betreft hierbij de meetpunten aan weerszijden van het onderzoeksgebied. Vanwege de stuwing is bij normale tot lage afvoeren de waterstandsdynamiek beperkt en alleen bij afvoerpieken loopt de waterstand kortstondig relatief hoog op. Sinds automatisering van de stuwen in de jaren tachtig is de waterstandsdynamiek afgenomen.

Het winterbed wordt ter hoogte van het projectgebied begrensd door natuurlijke hoogten. Alleen bij hoge piekafvoeren overstroomt het winterbed. Vanwege de diepere ligging van de rivierloop komt inundatie van de hoger gelegen delen in het winterbed nu veel minder voor dan in het verleden. In paragraaf 2.8 wordt dieper ingegaan op de overstromings-invloed.

Er wordt momenteel en in de komende decennia in het kader van de uitwerking van de Vechtvisie gewerkt aan een herinrichting van de Vecht tot half natuurlijke rivier. In het kader hiervan is de bestening van de oevers langs een groot deel van het zomerbed al weggehaald, zo ook ter plaatse van het projectgebied. Het is de verwachting dat door de ontstening de morfologische activiteit zal toenemen, wat kan bijdragen aan de instandhouding en uitbreiding van stroomdalgraslanden. Verder is het de bedoeling het profiel van de Vecht wat te verbreden en lokaal iets te verondiepen, waarbij netto een wat groter profiel moet ontstaan. De aldus gecreëerde ruimte wordt benut voor vegetatieontwikkeling in de vorm van extra vegetatie in het winterbed of opgaande vegetatie langs het zomerbed. In sommige verder bovenstrooms gelegen trajecten worden projecten uitgevoerd voor herstel / ontwikkeling van meandering.



Figuur 2.8 *Oppervlaktewaterstandsverloop van de Vecht ter plaatse van de meetpunten Junne en Ommen*

Hoofdlopen van het lokale stelsel

De hoofdlopen van het lokale stelsel worden gevormd door de afvoersloot van de Buntenvlakte en de afgesneden meander: deze meander is dus geïntegreerd in het oppervlaktewatersysteem. Ook enkele andere geulen maken hiervan deel uit en vanaf de hogere zandgronden aan de zuidzijde wateren ook elders enkele sloten af op het geulenstelsel. In het kader van het veldonderzoek is het functioneren van het lokale systeem op gedetailleerde wijze inzichtelijk gemaakt (voor resultaten: zie paragraaf 4.2).

2.7 Functioneren van het grondwatersysteem op hoofdlijnen

Inleiding

In deze paragraaf wordt op basis van de grondwatermodelberekeningen die zijn uitgevoerd door waterschap Vechtstromen het functioneren van het grondwatersysteem in hoofdlijnen beschreven. Dit wordt gedaan aan de hand van kaarten van de doorrekening van de huidige situatie: isohypsenkaarten en kwelkaarten.

In de loop van het onderzoeksproces heeft verfijning van het model plaatsgevonden op basis van de kartering en inmeting van het lokale oppervlaktewatersysteem die in het kader van de LESA is uitgevoerd (zie figuur 4.1 en paragraaf 4.2 voor de resultaten hiervan). Zodoende konden met name de afgesneden meander en de hierop aansluitende geulen veel beter in het model worden ingebouwd, met als resultaat een veel betere kallibratie van het model op de gemeten grondwaterstanden.

De isohypsenkaarten hebben betrekking op:

- Het diepe watervoerende pakket onder de Zutphen-klei in de GHG-situatie (figuur 2.9a) en in de GLG-situatie (figuur 2.9b). Het betreft hierbij laag 3 uit het grondwatermodel.
- Het ondiepe watervoerende pakket boven de Zutphen-klei in de GHG-situatie (figuur 2.9c) en in de GLG-situatie (figuur 2.9d).

De kwelkaarten hebben betrekking op:

- De kwelflux van modellaag 3 naar modellaag 2, voor de gemiddelde situatie in januari (figuur 2.10a) en de gemiddelde situatie in april (figuur 2.10b).
- De kwelflux naar modellaag 2 naar modellaag1, ofwel de kwel op een diepte van circa 1 meter beneden maaiveld (mondelinge mededeling R. Broekhuis).

Beschrijving van het grondwatersysteem

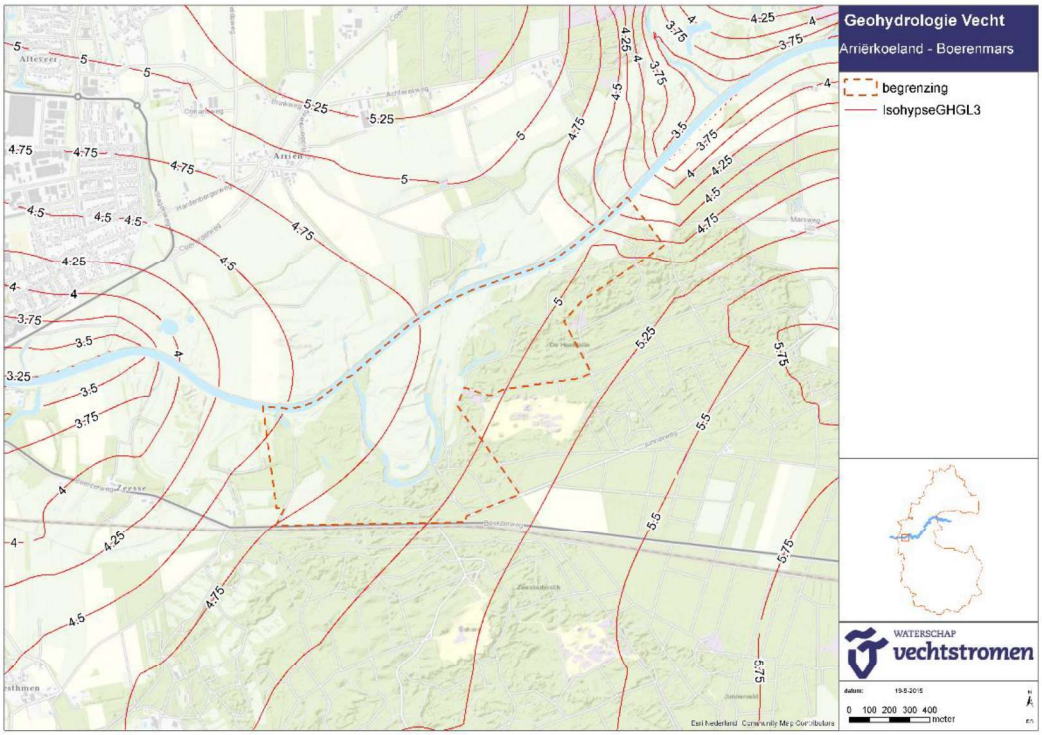
De hoog gelegen zandgronden van boswachterij Ommen ten zuiden van het projectgebied vormen een omvangrijk infiltratiegebied. Hiervandaan stroomt het grondwater in noordwestelijke richting af naar het Vechtdal. Ook vanaf de hoog gelegen zandgronden ten noorden van de Vecht wordt het Vechtdal gevoed met grondwater. Uit de korte onderlinge afstand tussen de isohypsen (van met name het ondiepe watervoerende pakket) en de kwelkaarten volgt dat de Vecht een sterk drainerende werking op het grondwater heeft. Zelfs in de GLG-situatie heeft de Vecht nog een sterk drainerende werking. De Vecht heeft dus een zeer sterke invloed op het functioneren van het grondwatersysteem.

Dit beeld wordt bevestigd door zowel een tijdreeksanalyse (Arcadis, 2015) als een berekening die met het grondwatermodel is uitgevoerd, waarbij in beide gevallen is uitgegaan van een fictief waterpeil in de Vecht dat één meter hoger is dan in de huidige situatie. Uit de modelberekening volgt dat de zone waar grondwaterstandsverhogingen optreden enorm groot is: op een afstand van maar liefst 2,5 km vanaf de Vecht wordt nog altijd een grondwaterstandsverhoging van 10 cm berekend. In het projectgebied zelf lopen de berekende verhogingen uiteen van circa 75 cm voor de (delen van de) geulen met alluviale bossen die het dichtst nabij de Vecht liggen (op een afstand van zo'n 100 meter) tot circa 25 cm voor de grondwaterafhankelijke vegetaties die nabij de rand van het Vechtdal liggen, op zo'n 500 meter van de Vecht. Uit de tijdreeksanalyse volgt een grondwaterstandsverhoging van tussen de 50 en 75 cm ter plaatse van de drie onderzochte peilbuislocaties die het projectgebied omringen, waaronder peilbuis B22C0525 langs de Junnerweg (voor locatie: zie figuur 2.1). Aangezien deze peilbuis op 1 km van de Vecht staat, lijkt een dergelijke verhoging op deze plek aan de hoge kant. Wel bevestigt het de zeer sterke invloed van de Vecht op het grondwatersysteem.

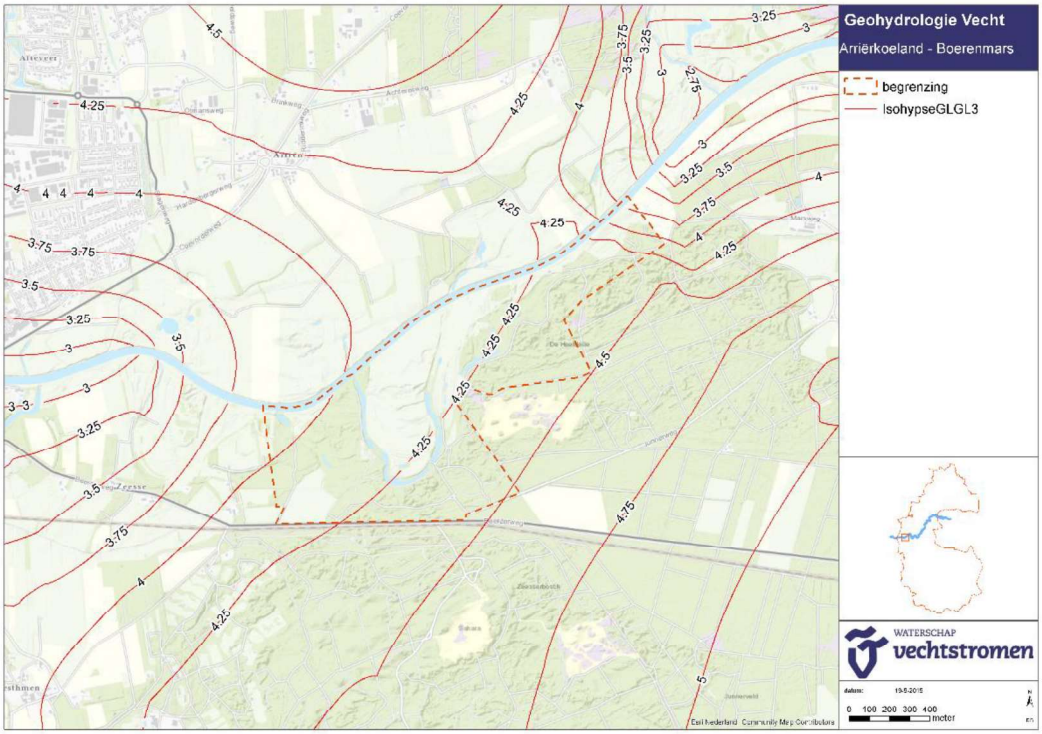
Op de isohypsenkaarten van het diepe grondwater is ook te zien dat er ten noordoosten en ten westen van het projectgebied ter plaatse van de Vecht zones aanwezig zijn met zeer lage stijghoogten. Dit is het gevolg van het hier ontbreken van het de Zutphen-klei, waardoor de sterk drainerende werking van de Vecht hier rechtstreeks doorwerkt in het diepe watervoerende pakket.

Verder volgt uit de isohypsenkaart van het ondiepe watervoerende pakket in de GHG-situatie en de kaart van de kwelsterkte in januari dat ook de afvoersloot van de Buntenvlakte in de winter een drainerende werking heeft. Uit de kaart van de kwelsterkte volgt dat dit ook geldt voor enkele andere afvoerslootjes die in de hoge zandgronden aanwezig zijn. De drainerende werking van deze sloten gaat ten koste van de opbolling van de grondwaterstand in het infiltratiegebied en dus van de functie van dit gebied als voedingsgebied voor het Vechtdal.

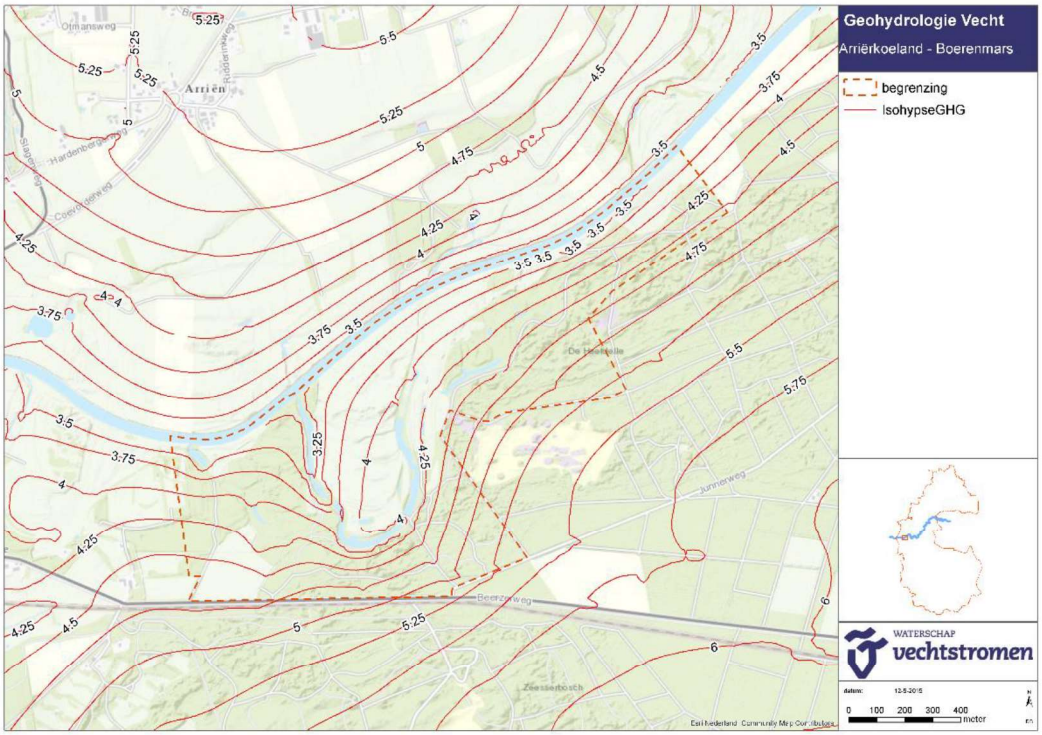
In het Vechtdal treedt ondanks de sterk drainerende werking van de Vecht en de verminderde grondwateraanvulling in het voedingsgebied nog wel kwel op. De sterkste kwel treedt op naar het gedeelte van de afgesneden meander dat de hoge zandgronden aansnijdt en dus ook het verst buiten het bereik van de diepe, sterk drainerende Vecht ligt. Ook de berekende kwel in het geulenstelsel van de oostelijke schraallanden is aanzienlijk. Ook in de verder noordoostelijk gelegen geulen van de Boerenmars wordt kwel berekend en dit geldt ook voor het laag gelegen grasland in de zuidwesthoek van het projectgebied. De kwel wordt hier echter afgevangen door de sloot die op de zuid- en zuidoostgrens van het perceel aanwezig is.



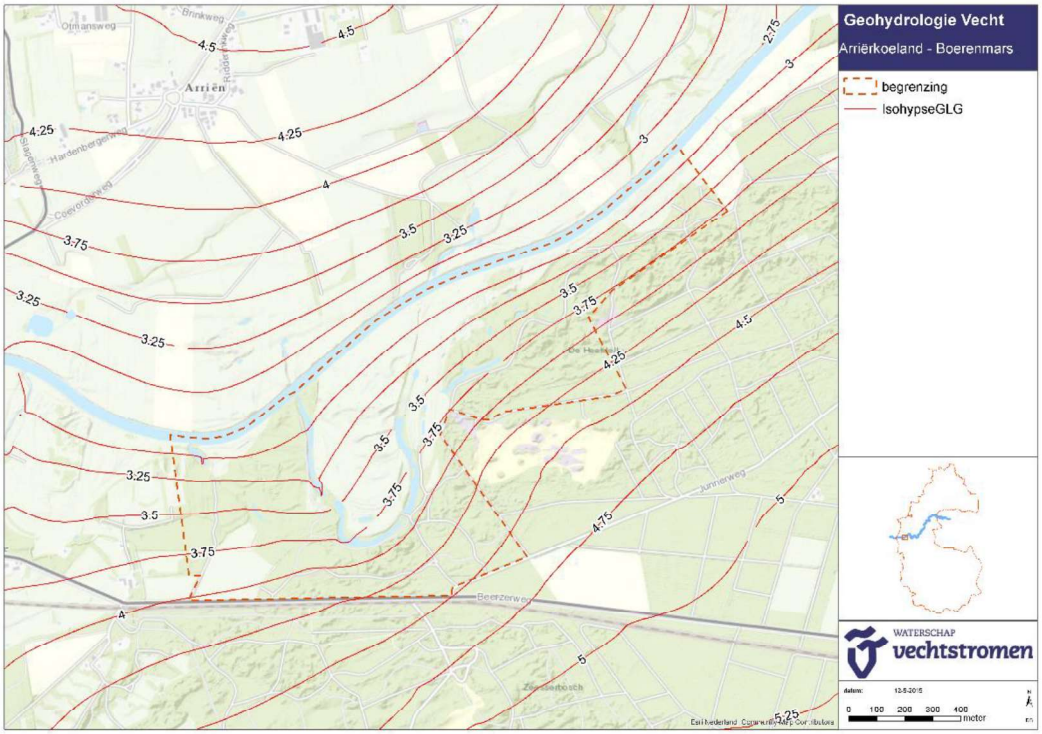
Figuur 2.9a Berekende GHG-isohypsenkaart diepe watervoerende pakket



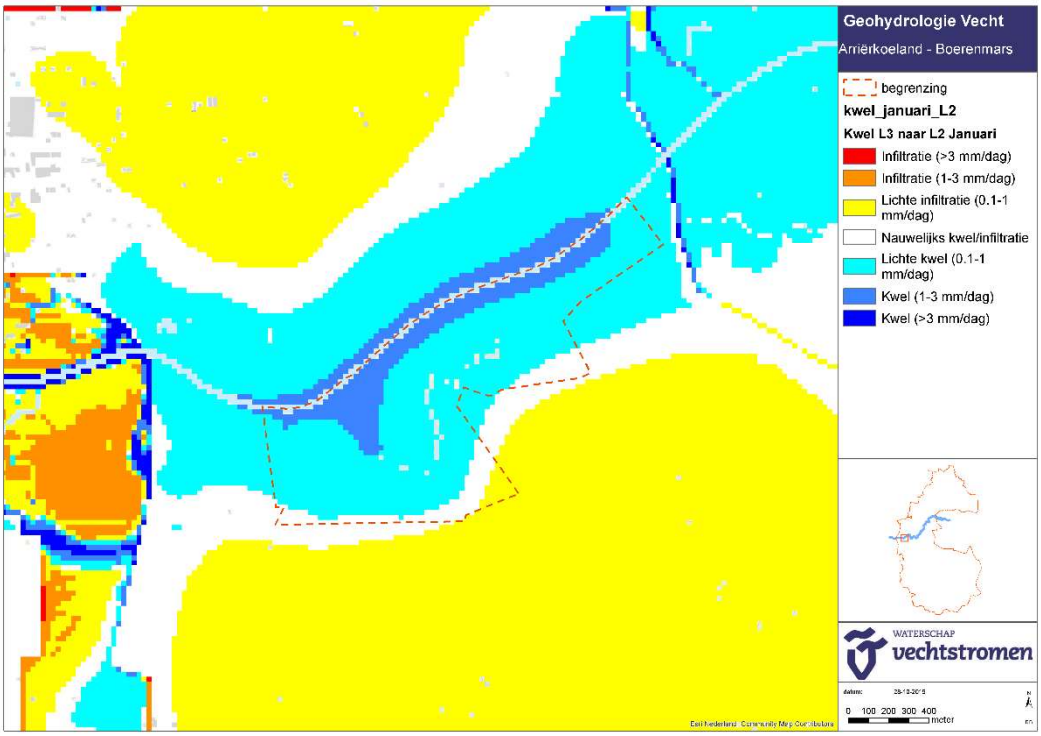
Figuur 2.9b Berekende GLG-isohypsenkaart diepe watervoerende pakket



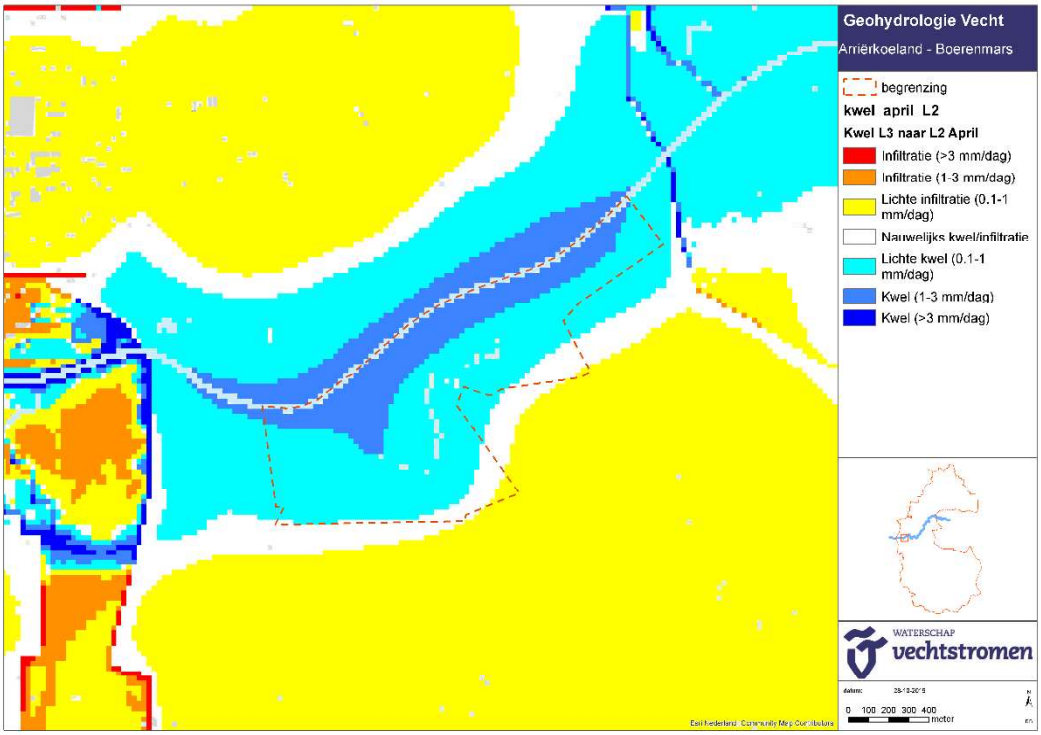
Figuur 2.9c Berekende GHG-isohypsenkaart ondiepe watervoerende pakket



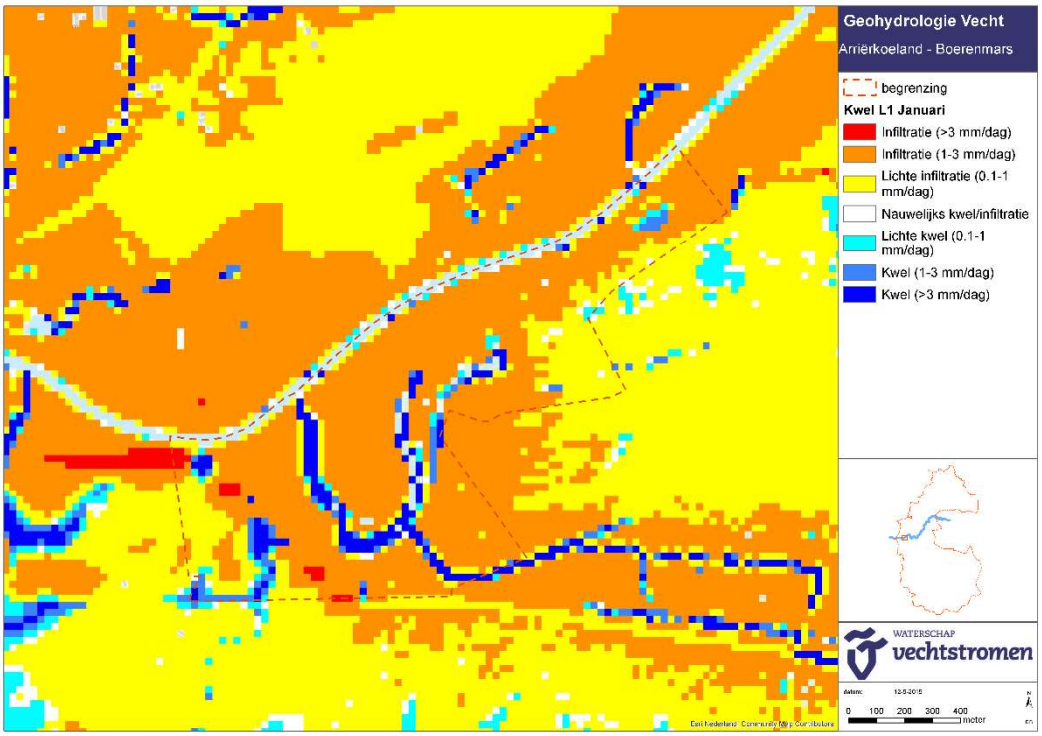
Figuur 2.9d Berekende GLG-isohypsenkaart ondiepe watervoerende pakket



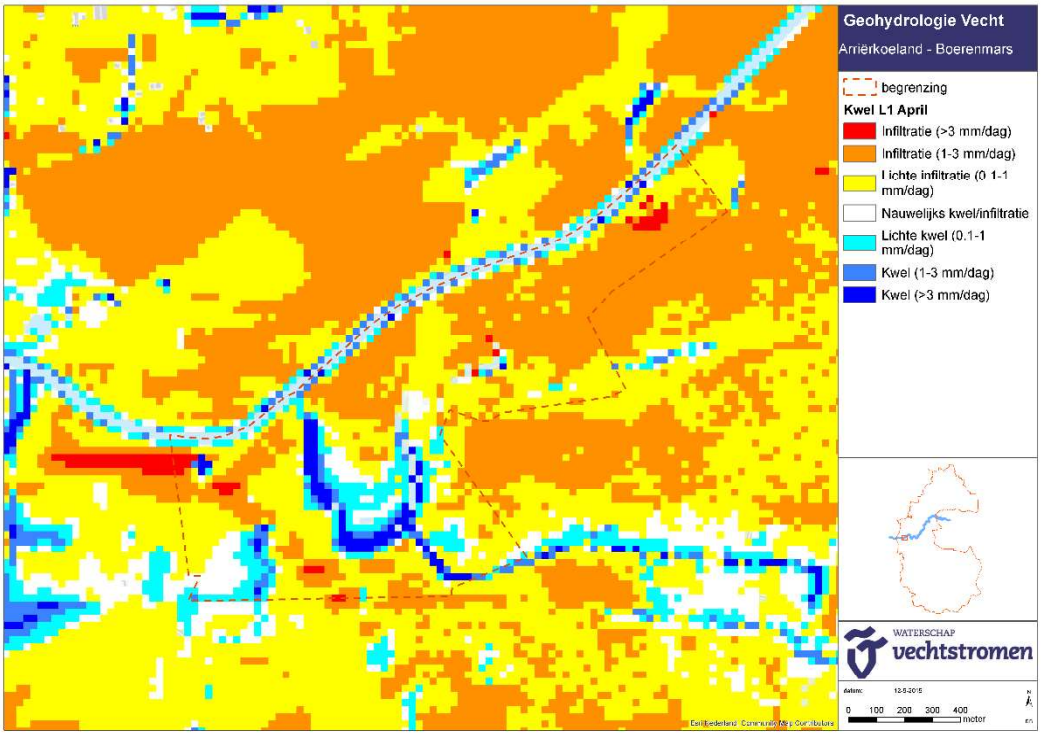
Figuur 2.10a Berekende kwel- en infiltratie in januari van modellaag 3 naar modellaag 2



Figuur 2.10b Berekende kwel- en infiltratie in april van modellaag 2 naar modellaag 1



Figuur 2.10c Berekende kwel- en infiltratie in januari van modellaag 2 naar modellaag 1



Figuur 2.10d Berekende kwel- en infiltratie in april van modellaag 2 naar modellaag 1

2.8 Overstromingsinvloed van de Vecht

Voor de vegetatieontwikkeling is in dit gebied ook de overstromingsinvloed van de Vecht van groot belang. In de eerste plaats levert overstroming extra waterstandsdynamiek. In de tweede plaats zorgt de overstroming voor de aanvoer van zowel basen als nutriënten. Deze aanvoer vindt plaats via in het water opgeloste stoffen en door afzetting van slib. De aanvoer van basen is positief aangezien hiermee zuurbuffering plaatsvindt. De aanvoer van nutriënten veroorzaakt eutrofiëring.

Voor het projectgebied zijn op verzoek van waterschap Vechtstromen al vooruitlopend op deze LESA door Arcadis / Unie van Bosgroepen kaartjes vervaardigd van de gemiddelde jaarlijkse inundatieduur en de bijbehorende inundatiedieptes in de huidige situatie (zie figuren 2.11a t/m e). De inundatieduur is berekend op basis van duurlijnen van het Vechtpeil en het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN2). Het Vechtpeil is gemeten ter plaatse van de stuwen Ommen en Junne en vervolgens is voor het projectgebied een interpolatie uitgevoerd op basis van de metingen ter plaatse van de stuwen.

Uit onderlinge vergelijking van de kaartjes ontstaat een globale indruk van de mate van overstroming en de onderlinge verschillen hierin binnen het projectgebied. Het hoeft hierbij echter niet uitsluitend te gaan om overstroming met rivierwater. Aangezien de afgesneden meander de hoofdafvoer vormt van het lokale systeem, kan het namelijk ook gebiedseigen water betreffen, dat wordt opgestuwd onder invloed van een hoge waterstand in de Vecht (zie resultaten inventarisatie oppervlaktewatersysteem, paragraaf 4.2). Verder is in het middendeel en het benedenstroomse deel van de afgesneden meander vanwege drijftilvorming vaak een fluctuerend maaiveld aanwezig, waardoor daadwerkelijke overstroming dus veel minder optreedt dan volgt uit deze kaartjes. Maar voor een globale indruk zijn de kaartjes wel bruikbaar.

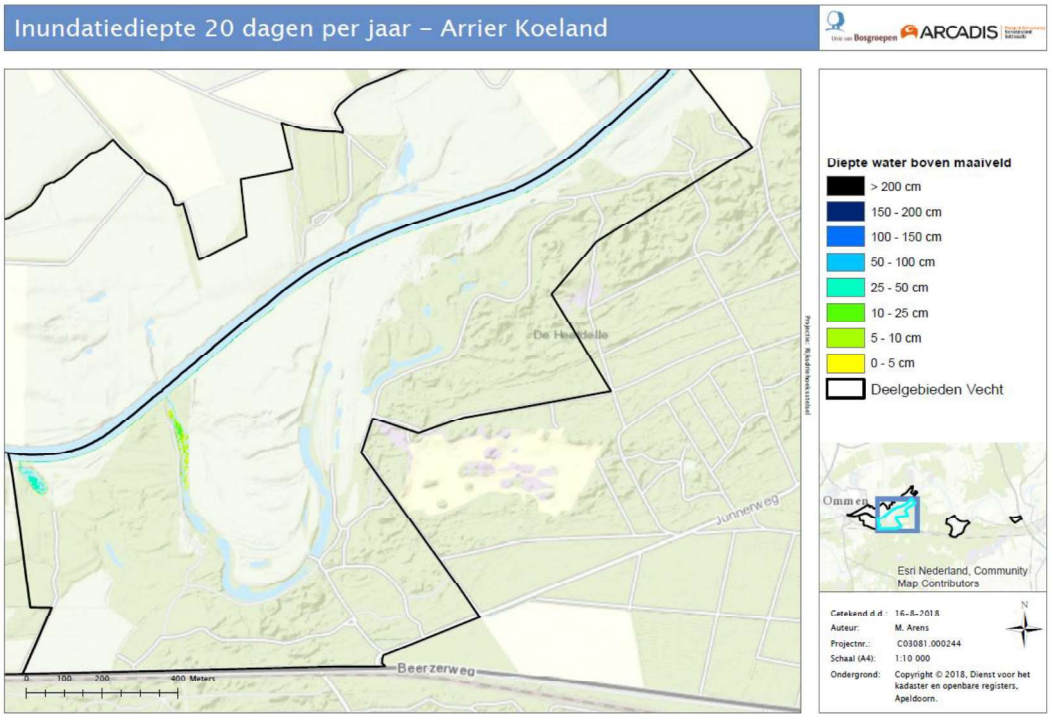
Uit figuur 2.11a volgt dat het laagst gelegen benedenstroomse deel van de afgesneden meander het vaakst ‘overstroomt’ (of beter gezegd: een hoog peil heeft onder invloed van een hoog Vechtpeil), namelijk > 20 dagen / jaar. Het middendeel van de afgesneden meander heeft nog altijd een gemiddelde inundatieduur van 10 tot 20 dagen / jaar (zie figuur 2.11b). Voor het bovenstroomse deel van de afgesneden meander en een groot deel van de rest van het geulenstelsel is een gemiddelde inundatieduur van 2 tot 10 dagen / jaar afgeleid (zie figuur 2.11c). Bij nog hogere Vecht-waterstanden gaan ook de laagste delen van de gronden die aan de geulen grenzen overstromen, maar ook dan blijven grote delen van het Vechtdal nog buiten het bereik van het overstromingswater (zie figuur 2.11d). Slechts incidenteel treedt wel over grote oppervlakte overstroming van het Vechtdal op, maar ook dan blijven de hoogste ruggen (ofwel de rivierduinen) buiten het bereik van het overstromingswater (zie figuur 2.11e).

Ook volgt uit de kaartjes dat in relatie tot de overstroming met Vechtwater vier afzonderlijke deelsystemen onderscheiden kunnen worden, met elk één plek (aan de benedenstroomse zijde van het betreffende deelsysteem) waar de instroming plaatsvindt. Het betreft de volgende deelsystemen:

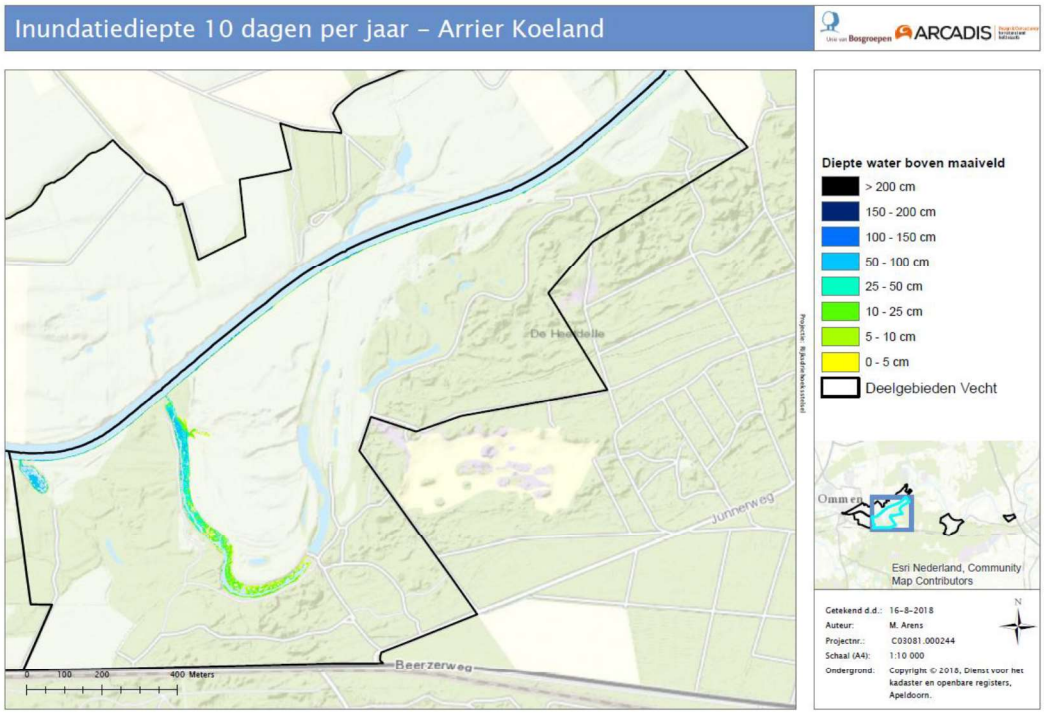
- Het geulenstelsel ten westen van het Arriër Koeland.
- De afgesneden meander rond het Arriër Koeland en het geulenstelsel dat hierop aansluit. Het betreft hierbij niet alleen het geulenstelsel van de oostelijke schraallanden maar ook de geul in het westelijke deel van deelgebied Boerenmars.
- De geul in het middendeel van deelgebied Boerenmars.
- De geul in het noordoostelijke deel van deelgebied Boerenmars.

Dus ook het omvangrijke deelsysteem van de afgesneden meander en het hierop aansluitende geulenstelsel overstroomt doorgaans alleen maar vanaf de benedenstroomse zijde. Vanwege de aanwezigheid van een rug (nieuwe oeverwal) direct langs de Vecht Alleen kan alleen incidenteel via het bovenstroomse zijde Vechtwater het deelsysteem instromen. Dit is dus gunstig in relatie tot de eutrofiërende werking van het overstromingswater. In het kader van het veldonderzoek is als onderdeel van het hydrochemisch onderzoek de waterkwaliteitssituatie van de afgesneden meander nader inzichtelijk gemaakt (zie rapport B-WARE).

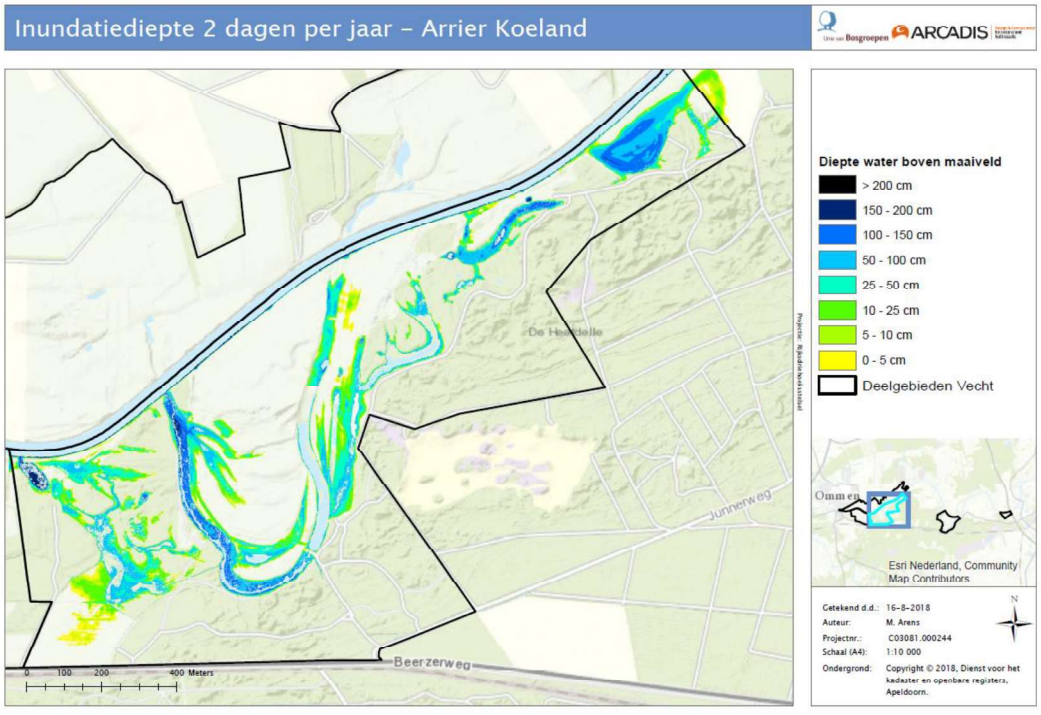
De eutrofiërende werking van het overstromingswater is het grootst op de plekken waar bij overstroming voedselrijk slib wordt afgezet. De sterkste afzet van slib vindt plaats op de plekken waar het overstromingswater de vier verschillende deelsystemen binnenstroomt, in relatie tot de sterke afname van de stroomsnelheid op deze plekken. Zo fungeren in de deelsystemen met voldoende grote omvang de benedenstroomse delen als slibafvang voor de overige delen. Dit is van toepassing op het geulenstelsel ten westen van het Arriër Koeland en de afgesneden meander met het hierop aansluitende geulenstelsel van de schraallanden en het westelijke deel van de Boerenmars. De geulenstelsels in het middendeel en het noordoostelijke deel van de Boerenmars zijn hiervoor te gering in omvang.



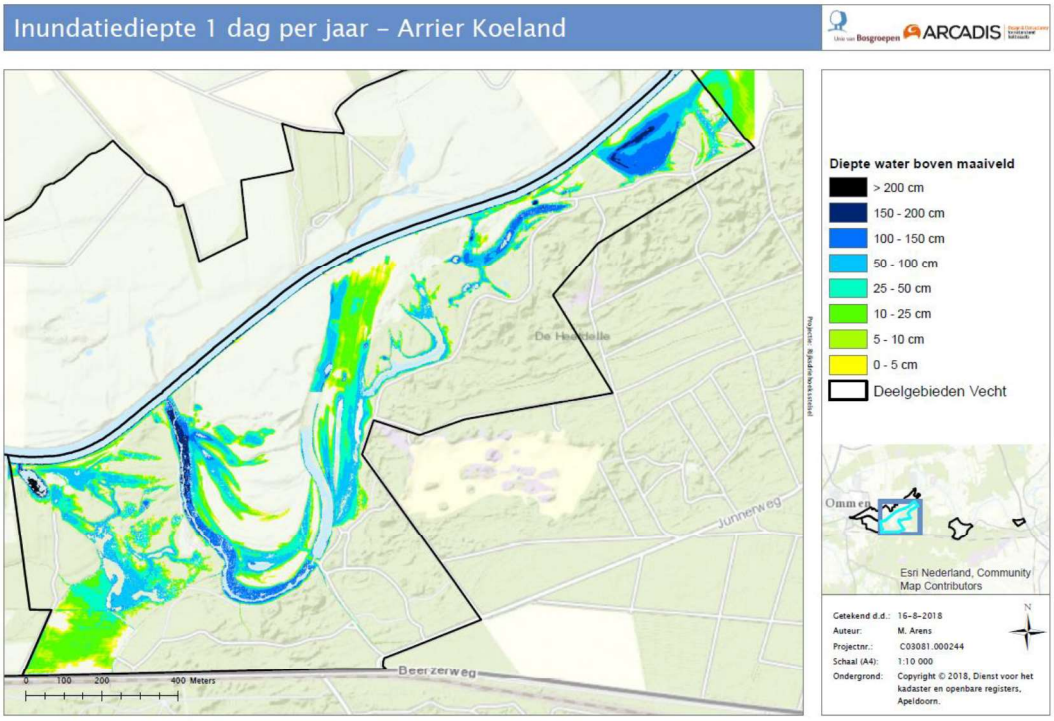
Figuur 2.11a Gebied met overstroming gedurende gemiddeld 20 dagen per jaar



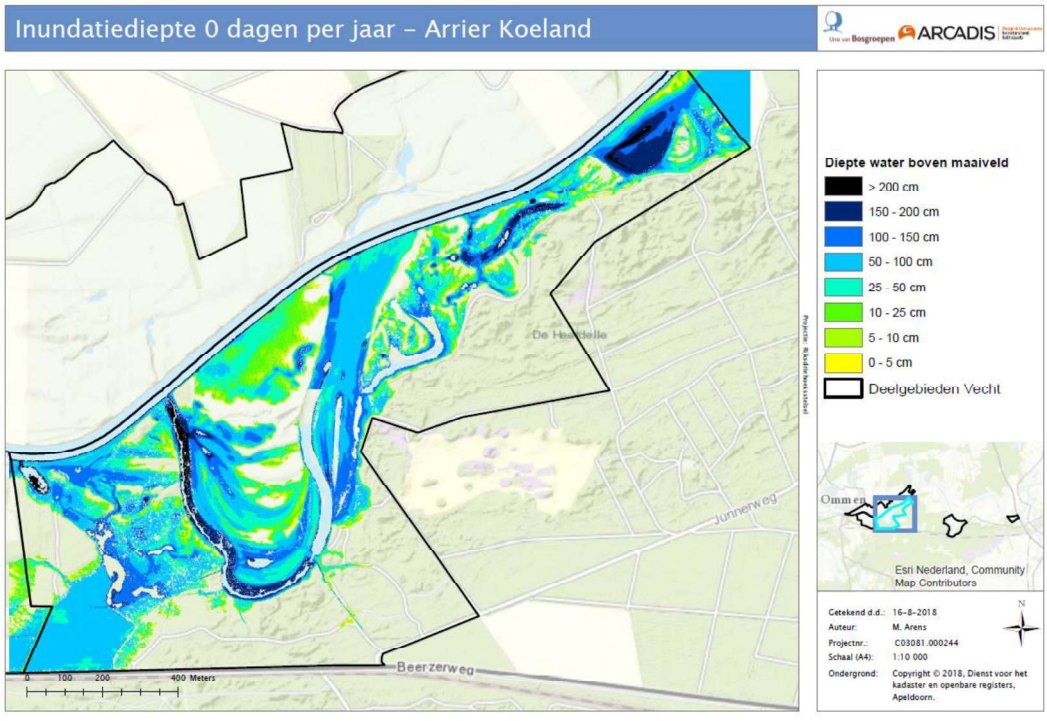
Figuur 2.11b Gebied met overstroming gedurende gemiddeld 10 dagen per jaar



Figuur 2.11c Gebied met overstroming gedurende gemiddeld 2 dagen per jaar



Figuur 2.11d Gebied met overstroming gedurende gemiddeld 1 dag per jaar



Figuur 2.11e Gebied met overstroming in T10-situatie (dus bij een afvoerpiek met een herhalingstijd van eens in de 10 jaar)

2.9 Vegetatie

Inleiding

De beschrijving van de vegetatie is gebaseerd op de vegetatiekartering uit 2010 van de een groot aantal natuurgebieden langs Overijsselse Vecht van bureau Waardenburg (Ingberg et al., 2011). Figuur 2.12 betreft de hieruit afkomstige vegetatiekaart van het Arriër Koeland en de omgeving. Daarnaast is ook de soortkartering van 2017 van bureau Waardenburg (Inberg et al., 2018) geraadpleegd. Eerst wordt ingegaan op de grondwaterafhankelijke vegetaties van de oostelijke schraallanden, hierna volgt de beschrijving van de broekbossen in de afgesneden meander en de andere geulen in het projectgebied en besloten wordt met de beschrijving van de droge vegetaties in het Arriër Koeland.

Oostelijke schraallanden

In het meest zuidoostelijk gelegen perceel van de oostelijke schraallanden is een combinatie aanwezig van habitattypen H6410 Blauwgraslanden en H6230 Heischrale graslanden. Langs de zuidoostrand van het perceel groeit Gagel. Het blauwgrasland betreft het Type van Blauwe zegge, Vorm met Sterzegge (16A-1). Het heischrale grasland betreft het Type van Tandjesgras, Vorm met Blauwe zegge (19-3). Soorten die in dit schraalland voorkomen zijn onder andere Borstelgras, Tandjesgras, Veldrus, Moerasviooltje, Moeraskartelblad, Zomprus, Sterzegge, Blauwe zegge, Grote pimpernel en (in laag aantal) Bergnachtorchis. Het veel voorkomen van Blauwe zegge en de zuurminnende kleine zeggensoorten Sterzegge, Zwarte zegge en Moerasviooltje lijken erop te wijzen dat het heischrale grasland door verdroging en/of verzuring uit blauwgrasland is ontstaan. Ook de aanwezigheid van Grote pimpernel wijst op een basenrijker verleden (Jalink, Van Delft en Leunk, 2016).

In het relatief natte centraal gelegen perceel van de oostelijke schraallanden is op de overgang naar de geul die het perceel aan de oostzijde begrensd het habitattype H7140A Trilvenen aanwezig. Het betreft hierbij het Type van Zompzegge en Draadrus, Vorm met Draadrus (09A3-2). Soorten die in deze vegetatie voorkomen betreffen behalve Draadrus en Zompzegge onder andere Waterdrieblad, Wateraardbei, Lange ereprijs, Veldrus, Snavelzegge, Moerasstruisgras en Sparrig veenmos. De aanwezigheid van Draadrus en Lange ereprijs wijzen op invloed van overstromingen. Snavelzegge en Veldrus duiden op (laterale) voeding met lokaal grondwater. Tegelijk wijzen de hoge bedekkingen van Moerasstruisgras en Sparrig veenmos op stagnatie van regenwater. Op de overgang van het centraal gelegen perceel naar de geul die het perceel aan de westzijde begrensd is het habitattype H6430A Ruigten met Moerasspirea aanwezig. Op de vegetatiekaart van Waardenburg is dit deelgebied aangegeven als Dotterbloemhooiland, Type van Echte koekoeksbloem, Vorm met Biezeknoppen (16B-5). In het deelgebied komt Moerasspirea regelmatig voor en zijn ook grote aantallen Lange ereprijs aanwezig (Jalink, Van Delft en Leunk, 2017). De rest van het centrale perceel bestaat uit bloemrijk grasland. In het complete centrale perceel komt Bergnachtorchis veelvuldig voor en ook Grote pimpernel en Grote ratelaar zijn aanwezig.

Ook in het noordwestelijke perceel van de oostelijke schraallanden is bloemrijk grasland aanwezig. Het betreft hierbij met name het Type van Smalle weegbree, Vorm met Echte koekoeksbloem (16-26) en Type van Smalle weegbree, Grazige vorm (16-20). Ook in dit perceel zijn grote aantallen Lange ereprijs aanwezig, wat dus duidt op overstroming. Ook in dit perceel groeit Bergnachtorchis, maar veel minder talrijk dan in het centrale perceel. Ook Scherpe zegge, Veldrus en Grote pimpernel zijn aanwezig. Het noordwestelijke perceel is niet begrensd als habitattype.

Afgesneden meander en andere geulen

In de afgesneden meander en de andere geulen is het habitattype H91E0C Vochtige alluviale bossen aanwezig. Het betreft hierbij veelal Elzenbroekbos. In grote delen van het Elzenbroekbos domineert Grote brandnetel in de kruidlaag: hier is de rompgemeenschap van Grote brandnetel aanwezig. Dit duidt op eutrofiëring. Dit slecht ontwikkelde type is op grote schaal aanwezig ter plaatse van het benedenstroomse deel van de afgesneden meander, het gebied ten westen hiervan en de geulen in deelgebied Boerenmars.

In het middendeel van de afgesneden meander en ook in het bovenstroomse deel, op de overgang naar de oostelijke schraallanden, komen redelijk tot goed ontwikkelde delen voor. Het broekbosgebied op de overgang naar de oostelijke schraallanden is ook opgenomen in de vegetatiekarteringen door Waardenburg in 2010 en 2017. Hieruit volgt dat hier de typische vorm van het Elzenzegge-Elzenbroekbos aanwezig is (39A2-2). Behalve Elzenzegge groeien hier Bosbies en Waterscheerling in de kruidlaag. Ook volgt uit de karteringen dat in de geulen tussen de percelen van de oostelijke schraallanden relatief soortenrijk Wilgenbroekstuweel voorkomt (36A2-2). In de ondergroei van het struweel zijn de volgende soorten aangetroffen: Holpijp, Zwarte bes, Pluimzegge, Wateraardbei en Haakveenmos. In het bovenstroomse deel van één van de geulen is tijdens het veldwerk ook waterviolier aangetroffen.

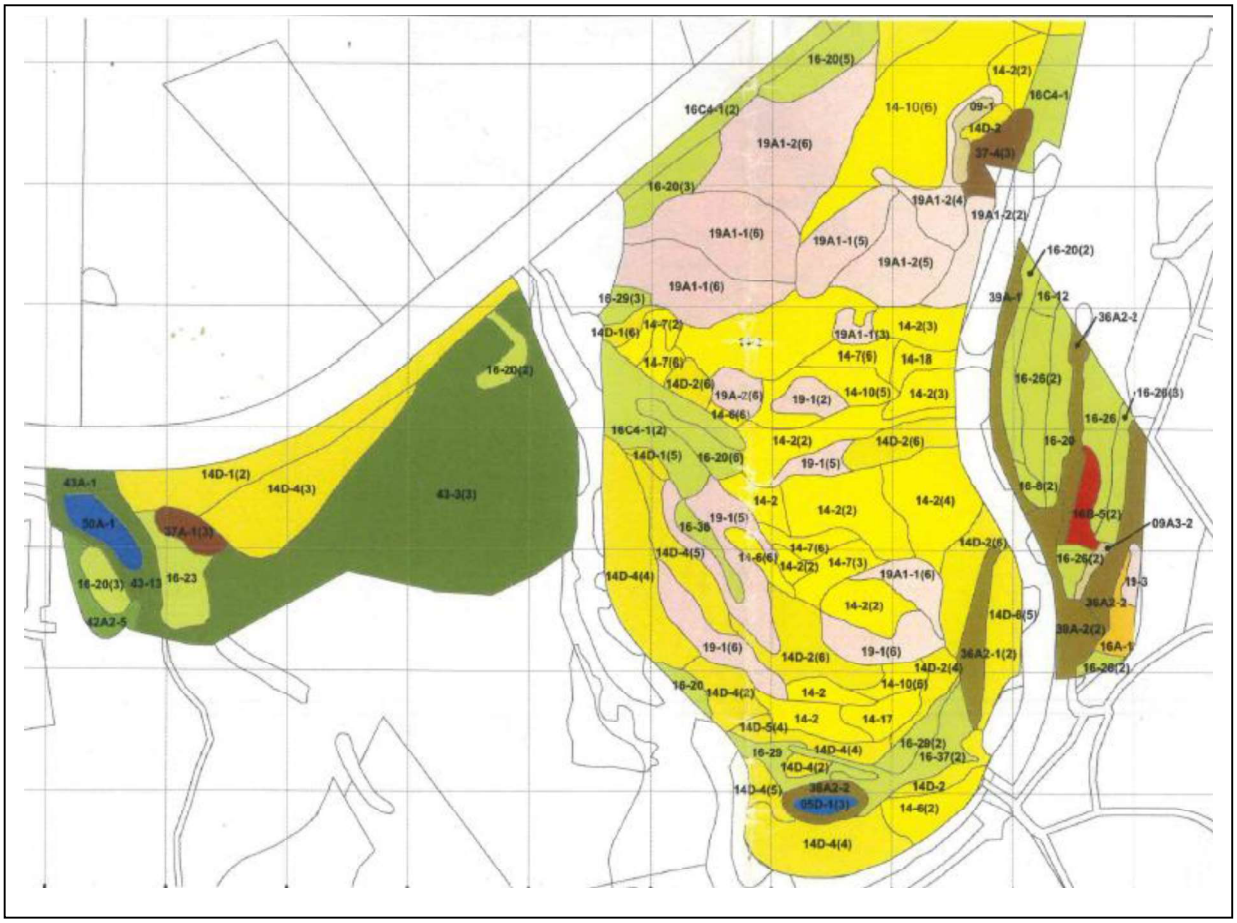
Het middendeel van de afgesneden meander valt buiten de karteringen van Waardenburg. Uit eigen waarnemingen tijdens het veldwerk in het voorjaar van 2019 volgt dat met name in dit deel goed ontwikkeld Elzenbroekbos aanwezig is, waarin soorten als Bosbies, Zwarte bes en Kleine watereppe veelvuldig groeien. Ook Grote boterbloem is aangetroffen. Grote brandnetel heeft hier slechts een bescheiden aandeel in de vegetatie, en dan met name langs de randen van de afgesneden meander.

Verder liggen binnen het graslandgebied van het Arriër Koeland twee vochtige geulen en één kleine laagte waar Pitrus domineert. In combinatie hiermee komen hier wel een aantal meer bijzondere soorten voor. Zo groeit hogerop in de noordwestelijke geul Tweerijïge zegge en Veldrus. In een kleine laagte in het noordoostelijke deel van het Arriër Koeland groeien Moerasbastaardwederik, Moerasviooltje en Veldrus. In de geul in het zuidelijke deel van het Arriër Koeland groeien Bosbies, Holpijp, Veldrus, Waterscheerling, Wateraardbei en Zwarte zegge.

Droge vegetaties

Op de hoogste delen, de rivierduinen, is het habitattype H2330 Zandverstuivingen aanwezig. Deze delen zijn op de vegetatiekaart overwegend aangegeven als Overig droog grasland, Type van Fijn schapengras, veelal de Typische vorm (14-2).

Op de stroomruggen van het Arriër Koeland is een combinatie van habitattypen H6230 Heischrale graslanden en H6120 Stroomdalgraslanden aanwezig. De heischrale graslanden zijn op de vegetatiekaart aangegeven als Type van Liggend walstro, Typische vorm (19A1-1) en Overig heischraal grasland, Type van Borstelgras, Typische vorm (19-1). De stroomdalgraslanden zijn op de vegetatiekaart aangegeven als Droog schraalland, Type van Akkerhoornbloem, Vorm met Muizeoor en Tandjesgras (14D-2) en Type van Akkerhoornbloem, Vorm met Geel walstro (14D-4). In het zuidoosten van het Arriër Koeland is ook het Type van akkerhoornbloem, Vorm met Grasklokje aanwezig (14D-6). Het stroomdalgrasland langs de Vecht in het noordwestelijke deel van het projectgebied betreft een combinatie van het Type van Akkerhoornbloem, Vorm met Muizenoor en Akkerhoornbloem (14D-1) en de Vorm met Geel walstro (14D-4).



Vereenvoudigde legenda

- Water (50A, 01, 01A1, 01A2, 05, 05B3, 05B4, 05C2, 05D, 05D4)
- Grote zeggenmoeras (08C, 08C2, 08C3, 08C4)
- Rietmoeras en overige helofytenvegetaties (08, 08B1, 08B3)
- Trilveen (098, 098Z, 09B3)
- Overig Kleine zeggenmoeras (09, 09A, 09A3)
- Zeer voedselrijk grasland (12-a, 16-m, 16/c, 12A1)
- Overstromingsgrasland (12B, 12B1)
- Nat schraalland (16A, 16A2)
- Dotterbloemhooiland (16B, 16B1, 16B4)
- Overig grasland (16, 16C, 16C4)
- Pioniervegetatie droog grasland (14A1, 14C1, 14-d)
- Droog schraalland (14D, 14D1, 14D2, 14D3)
- Overig droog grasland (14)
- Heischraal grasland (19, 19A, 19A1)
- Droge en natte heide (11, 11A, 20, 20A1)
- Natte strooiselruigte en Brandnetelruigte (32, 32A1, 33)
- Elzenbroekbos en Wilgenstruweel (36A2, 38A, 39A, 39A1, 39A2)
- Doornstruweel (37, 37A)
- Jeneverbesstruweel (41A1)
- Dennenbos en Loofbos op voedselarme grond (41, 41A, 42, 42A, 42A1, 42A2)
- Loofbos op voedselrijke grond (43, 43A)
- Overig (18, 28, 29, 30, 300, 50C)

Figuur 2.12 Vegetatiekaart Arriër Koeland en omgeving (Ingberg et al., 2011)

Het Arriër Koeland herbergt populaties van de stroomdalsoorten Grote tijm, Voorjaarszegge en Steenanjer. Deze komen voor een belangrijk deel voor op mierenbulten. Op de hoogstgelegen en laagstgelegen delen van gebied zijn mierenbulten afwezig. De mierenbulten komen voor in een mozaïek met grazige vegetaties, waarin Geel walstro en Grasklokje dikwijls veel aanwezig is, op voedselrijke plekken met Kamgras. Soorten van zeer open, kalkrijke bodems zijn zeer schaars. Er is geen enkele soort vetkruid aangetroffen. Alleen Kaal breukkruid is gevonden op een steilrand in het noordoosten van het gebied (Inberg, 2011).

De heischrale component is algemeen, met name de droge component, met zeer veel Borstelgras en Liggend walstro. Ook Tandjesgras, Blauwe knoop en Hondsviooltje komen voor. Liggend walstro is wel de meest kenmerkende soort voor het Arriër Koeland. Op de hoogste delen zijn grote vergraste oppervlakten aanwezig van droge, relatief zure vegetaties met Bochtige smele, Struikhei en Stekelbrem. Buntgras is zeldzaam, en komt slechts op één plek voor. Ook Klein tasjeskruid komt in dit gebied opvallend veel voor. Hoewel droge, zure vegetaties ook op andere koelanden voorkomen, zijn ze nergens zo sterk vergrast met Bochtige smele als op dit koeland (Inberg, 2011).

3 Analyse grondwaterstandsverloop

3.1 Inleiding

In het kader van de bureaustudie heeft op basis van de beschikbare meetreeksen van de peilbuizen in het projectgebied analyse van het grondwaterstandsverloop plaatsgevonden. Hiertoe zijn grafieken vervaardigd van het grondwaterstandsverloop (zie bijlage 1), zijn de meetreeksen en de technische gegevens van de meetpunten gecontroleerd op fouten en is een tijdreekanalyse uitgevoerd met behulp van het programma Menyanthes. In het kader van de tijdreeksanalyse is afgeleid wat de actuele grondwatersituatie is, aan de hand van bepaling van de GXG-waarden (GHG, GVG en GLG). Omdat voor de bepaling van de GXG-waarden een meetperiode van minimaal 8 jaar nodig is, en er van de meeste peilbuizen reeksen over een periode van slechts 2 jaar beschikbaar zijn, zijn hiertoe de korte reeksen met Menyanthes met behulp van de beschikbare meteorologische gegevens door gemodelleerd tot een periode van 10 jaar.

Op basis van de resultaten hiervan en de hydrologische randvoorwaarden van de aanwezige habitattypen / vegetatietypen ten aanzien van de GVG en GLG is per peilbuis ook bepaald of er een GXG-doelgat is, en zo ja, hoe groot dit gat is.

Nadat in paragraaf 3.2 de opbouw van het meetnet en de controle van de meetreeksen is toegelicht worden in paragraaf 3.3 de resultaten van de tijdreeksanalyse met behulp van Menyanthes behandeld. Daarbij wordt eerst ingegaan op de tijdreeksmodellen en vervolgens op de GXG-waarden die op basis van de door gemodelleerde reeksen zijn afgeleid. In paragraaf 3.4 worden de resultaten van de bepaling van de GXG-doelgaten behandeld. Interpretatie van het waargenomen grondwaterstandsverloop, de hieruit afgeleide GXG's en de doelgaten vindt plaats in samenhang met de interpretatie van de ecohydrologische dwarsprofielen (dus in hoofdstuk 4).

3.2 Opbouw van het meetnet en controle van de meetreeksen

Opbouw van het meetnet

In 2017 zijn in het projectgebied 12 peilbuizen geplaatst: peilbuizen B22C1387 t/m B22C1398. De nieuwe peilbuizen zijn veelal geplaatst in vijf raaien. Op basis hiervan en aanvullende boringen en metingen in deze raaien zijn de vijf ecohydrologische dwarsprofielen vervaardigd die in hoofdstuk 4 worden behandeld.

Vanaf april 2017 zijn de grondwaterstanden op deze nieuwe peilbuislocaties automatisch geregistreerd met dataloggers. Zes van de meetlocaties hebben een enkele filter. Op vier van deze locaties (B22C1388, B22C1389, B22C1393 en B22C1396) staat de onderkant van de filter tussen 1,5 tot 2 m onder maaiveld Bij de andere 2 locaties met slechts één filter (B22C1394 en B22C1397) staat de onderkant van de filter op circa 7 tot 8,3 m onder maaiveld. De andere 6 locaties hebben 2 filters: een ondiep filter op circa 1,5-3 m onder maaiveld en een diep filter op circa 7 m onder maaiveld.

Naast de in 2017 geplaatste peilbuizen zijn ook 2 oudere peilbuizen aanwezig waarvan veel langere reeksen beschikbaar zijn. Het betreft B22C0576 die ten westen van de afgesneden meander staat en B22C0525 die ten zuidoosten van het projectgebied staat, langs de Junnerweg. De lange reeksen van deze oude peilbuizen worden gebruikt om te controleren in hoeverre met de methode van het door modelleren van de korte reeksen de juiste GXG-waarden kunnen worden afgeleid. Zodoende zijn ook voor deze twee

peilbuizen modellen gemaakt met meetreeksen van 2 jaar vanaf april 2017 die zijn door gemodelleerd, en zijn de zo afgeleide GXG's vergeleken met de GXG's op basis van de daadwerkelijke meetwaarden van de reeksen.

Er zijn in 2017 ook 3 oppervlaktewaterstandsmeetpunten geplaatst: AK5, AK8 en AK14. Meetpunten AK5 en AK8 staan in de afgesneden meander en meetpunt AK14 staat in een geul van deelgebied Boerenmars. Het verloop van de waterstand van deze meetpunten is weergegeven in samenhang met dat van de dichtstbijzijnde peilbuizen (voor grafieken: zie bijlage 1). Aan de hand hiervan volgt in hoeverre er op deze plekken kwel optreedt naar de afgesneden meander en de geul. Deze informatie is mede gebruikt voor interpretatie van de ecohydrologische dwarsprofielen.

Controle van de meetreeksen en de technische gegevens

Uit de controle van de meetreeksen en de technische gegevens van de meetpunten zijn de volgende fouten / tekortkomingen naar voren gekomen:

- Bij B22C1390 is tijdens de inmeting van de dwarsprofielen een verschil geconstateerd in de referentiehoogte van de filters. Het ondiepe filter is 5,8 cm lager dan in de technische gegevens en het diepe filter is 4,7 cm lager. Het maaiveldhoogte is 2 cm hoger.
- Bij B22C1392 is tijdens de inmeting van de dwarsprofielen een verschil geconstateerd in de referentiehoogte van het ondiepe filter. De referentiehoogte is 2,4 cm lager dan de waarde volgens de technische gegevens. Zonder toepassing van een correctie lijkt er hier lichte infiltratie op te treden. Met de correctie zijn de standen in beide filters zo goed als gelijk.
- In de reeks van B22C0576 zit op 13-10-95 een vermoedelijke schrijffout, deze waarde is daarom verwijderd. Verder zit er een groot gat in de reeks tussen december 1999 en mei 2009.
- In de reeks van B22C0525 zit een gat in de reeks tussen 28 september 2016 en 13 maart 2017.

3.3 Tijdreeksmodellering met Menyanthes en afleiding GXG's

Verklarende reeksen

De tijdreeksmodellen zijn in eerste instantie gemaakt met de verklarende reeksen neerslag (neerslag station Vilsteren) en verdamping (weerstation Hoogeveen). Vervolgens is als verklarende reeks ook het verloop van het rivierpeil in de Vecht toegevoegd. Hiervoor is de meetreeks van het oppervlaktewaterstandsmeetpunt Junne benedenstrooms van de stuw gebruikt. Het meetpunt bij Ommen was minder geschikt voor de analyse want de reeks van dit meetpunt is korter (vanaf 2000) en er zitten onderbrekingen in de reeks. De reeks van het meetpunt bij Junne is langer (vanaf juni 1997) en completer.

Resultaten modellering reeksen

Met alleen de neerslag en de verdamping als verklarende reeksen is de verklarende variantie bij veel meetpunten al hoog: veelal meer dan 80% (zie tabel 3.1). Uitzonderingen hierop zijn B22C1389, B22C1393, B22C1394, B22C1395 en B22C1396 waar de verklarende variatie lager is dan 80%. Bij B22C1394, B22C1395 en B22C1396 is de verklarende variatie lager dan 65%. Deze meetpunten staan het dichtst bij de Vecht of de afgesneden meander. Verder hebben deze tijdreeksmodellen relatief hoge waarden voor

Prec(M0) oftewel de gain van de respons van de grondwaterstanden op de neerslag en relatief lage waarden voor de verdampingsreductie factor (EvapFctr).

Als naast de neerslag en verdamping het peilverloop in de Vecht als verklarende factor wordt meegerekend dan is er overal een toename in de verklarende variantie. De verklarende variatie is op zijn laagst bij B22C1393 met 86,3% en op zijn hoogst bij B22C1387_2 met 98,4% (zie tabel 3.2). De PrecM0's zijn overal lager en opvallend laag bij B22C1394, B22C1395 en B22C1396, vlakbij de Vecht. De verdampingsreductie factor is overal hoger. Dus de modellen met behalve de neerslag en de verdamping ook het verloop van het Vechtpeil als verklarende factoren leveren zeer goede resultaten. Dus deze tijdreeksmodellen zijn gebruikt voor het door modelleren van de reeksen en het bepalen van de GXG-waarden op basis van de door gemodelleerde reeksen.

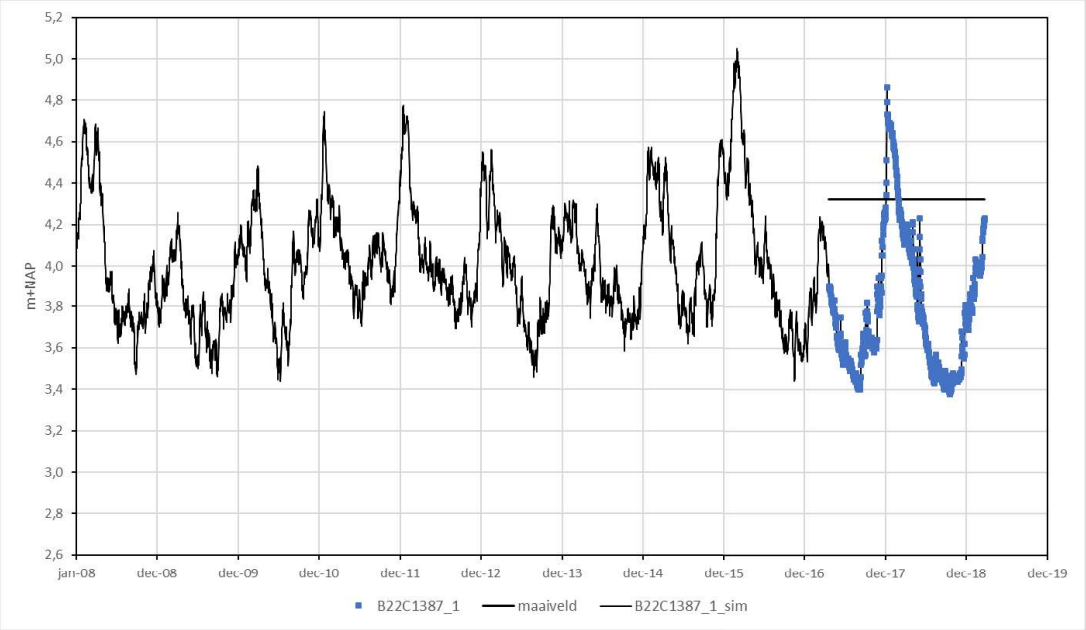
Tabel 3.1 Resultaten tijdreeksmodellering met alleen neerslag en verdamping als verklarende reeksen

Name	EVP	RMSE	RMSI	DrainageBase	PrecM0	PrecM0Std	EvapFctr	EvapFctrStd
	[%]	[m]	[m]	[m+ref]	[days]	[days]	[-]	[-]
B22C0525_1 vanaf 1997	84,9	0,13	0,02		658	10	0,97	0,01
B22C0525_1 vanaf 2017	96,0	0,08	0,02		572	12	1,04	0,03
B22C0576_1 vanaf 1997	84,5	0,07	0,02		304	8	0,99	0,02
B22C0576_1 vanaf 2017	87,4	0,07	0,02		317	10	0,85	0,03
B22C1387_1	88,8	0,11	0,03	3,3	705	52	0,77	0,04
B22C1387_2	84,1	0,12	0,02	3,1	731	68	0,65	0,04
B22C1388_1	90,4	0,08	0,02	3,4	595	42	0,83	0,04
B22C1389_1	71,3	0,16	0,03	2,7	617	73	0,61	0,05
B22C1390_1	90,9	0,07	0,02	3,8	530	35	0,71	0,03
B22C1390_2	90,0	0,07	0,02	3,9	500	35	0,72	0,03
B22C1391_1	89,8	0,06	0,02	3,8	365	25	0,78	0,04
B22C1391_2	90,2	0,06	0,02	3,7	390	26	0,74	0,03
B22C1392_1	88,0	0,05	0,02	3,7	361	27	0,74	0,04
B22C1392_2	89,7	0,05	0,02	3,6	374	32	0,62	0,05
B22C1393_1	77,8	0,06	0,03	3,6	269	29	0,67	0,05
B22C1394_1	65,1	0,12	0,03	3,1	286	26	0,55	0,06
B22C1395_1	59,8	0,13	0,04	3,0	241	23	0,51	0,06
B22C1395_2	59,6	0,13	0,04	3,0	253	25	0,50	0,06
B22C1396_1	49,0	0,16	0,06	2,8	223	26	0,44	0,07
B22C1397_1	91,1	0,07	0,02	3,6	462	26	0,77	0,03
B22C1398_1	83,5	0,11	0,03	3,1	390	27	0,80	0,05
B22C1398_2	83,3	0,10	0,03	3,1	378	26	0,81	0,05

Tabel 3.1 Resultaten tijdreeksmodellering behalve neerslag en verdamping ook het Vechtpeil als verklarende reeksen

Name	EVP	RMSE	RMSI	DrainageBase	PrecM0	PrecM0Std	EvapFctr	EvapFctrStd	RivM0	RivM0Std
	[%]	[m]	[m]	[m+ref]	[days]	[days]	[-]	[-]	[days]	[days]
B22C0525_1 vanaf 1997	89,5	0,11	0,02	3,7	517	10	0,93	0,01	0,35	0,06
B22C0525_1 vanaf 2017	98,0	0,05	0,02	3,8	397	43	1,15	0,05	0,41	0,56
B22C0576_1 vanaf 1997	91,0	0,05	0,02	3,0	225	6	1,07	0,02	0,17	0,01
B22C0576_1 vanaf 2017	93,2	0,05	0,02	2,9	203	21	1,01	0,04	0,23	0,13
B22C1387_1	96,8	0,06	0,03	1,1	480	38	1,00	0,05	0,87	0,40
B22C1387_2	98,4	0,04	0,01	0,8	384	31	0,90	0,03	0,97	0,18
B22C1388_1	96,7	0,05	0,02	2,3	393	30	1,03	0,04	0,47	0,17
B22C1389_1	96,3	0,06	0,03	0,8	262	41	0,88	0,07	0,86	0,18
B22C1390_1	96,7	0,04	0,02	3,3	389	24	0,80	0,03	0,25	0,03
B22C1390_2	96,4	0,04	0,02	3,4	368	25	0,83	0,03	0,26	0,03
B22C1391_1	94,7	0,04	0,02	3,6	293	20	0,90	0,04	0,13	0,01
B22C1391_2	95,2	0,04	0,02	3,5	306	20	0,84	0,03	0,13	0,01
B22C1392_1	93,6	0,04	0,02	3,5	292	22	0,87	0,04	0,13	0,01
B22C1392_2	94,5	0,04	0,02	3,4	289	25	0,75	0,06	0,12	0,01
B22C1393_1	86,3	0,05	0,02	3,3	211	26	0,85	0,07	0,13	0,01
B22C1394_1	97,2	0,03	0,02	2,1	88	14	1,14	0,14	0,48	0,01
B22C1395_1	94,9	0,05	0,03	2,0	70	19	1,02	0,19	0,45	0,02
B22C1395_2	94,8	0,05	0,03	2,1	88	17	0,82	0,13	0,40	0,01
B22C1396_1	92,9	0,06	0,04	1,6	64	246	1,20	0,75	0,51	0,01
B22C1397_1	97,9	0,04	0,01	2,7	318	20	0,93	0,03	0,40	0,10
B22C1398_1	97,2	0,04	0,02	1,9	216	20	1,32	0,08	0,52	0,17
B22C1398_2	97,1	0,04	0,02	1,9	209	20	1,36	0,08	0,52	0,18

In de grafiek van figuur 3.1 wordt (als voorbeeld) voor peilbuis B22C1387 de meetreeks tezamen met de gesimuleerde reeks weergegeven. Aan de hand hiervan wordt in de eerste plaats de gelijkenis van de berekende en gemeten waarden gevisualiseerd en in de tweede plaats wordt de korte meetreeks grafisch door vertaald naar een periode van 10 meetjaren. Hieruit volgt bijvoorbeeld dat in de zomers van 2017 en 2018 sprake was van relatief ver weg zakkende grondwaterstanden. Dit onderstreept dus het belang van het door modelleren van de reeksen voor het zo goed mogelijk afleiden van de GXG-waarden: bij bepaling hiervan op basis van uitsluitend 2 jaren zou de GLG immers te negatief in beeld gebracht zijn.



Figuur 3.1 Meetreeks en gesimuleerde reeks van peilbuis B22C1387

Vergelijking van de GXG-waarden van de gemodelleerde reeksen en de meetreeksen van oude peilbuizen B22C0576 en B22C0525

In tabel 3.3 zijn voor de twee oude peilbuizen zowel de GXG's zoals afgeleid uit de meetreeksen als uit de door gemodelleerde reeksen weergegeven. Voor peilbuis B22C0576 bedragen de verschillen hiertussen slechts 2 à 4 cm. Deze peilbuis staat in een vrij laag gelegen gebied met gedempte grondwaterstandsdynamiek. Voor peilbuis B22C0525 lopen de verschillen uiteen van 4 tot 6 cm. Deze peilbuis staat in de hoger gelegen zandgrond met relatief sterke grondwaterstandsdynamiek. Dus het is daarom ook logisch dat de afwijking hier absoluut gezien wat groter is.

Uit de vergelijking volgt dat de GXG-waarden zoals bepaald op basis van de door gemodelleerde reeksen behoorlijk goed (en bij de peilbuis in het lage deel) zeer goed overeenkomen met de GXG-waarden zoals bepaald op basis van de meetreeksen. Dus op basis hiervan en de goede modelresultaten van alle meetreeksen mag verwacht worden dat de GXG-waarden van de door gemodelleerde reeksen van de nieuwe peilbuizen redelijk goed kloppen.

Tabel 3.3 GXG-waarden van oude peilbuizen op basis van meetreeksen en op basis van gemodelleerde reeksen

NITGCode	Filter	GHG [m+NAP]	GVG [m+NAP]	GLG [m+NAP]	maaiveld [m+NAP]	GHG [m-mv]	GVG [m-mv]	GLG [m-mv]	GT
B22C0525_1_va1997	1	5,65	5,50	4,83	6,91	1,26	1,41	2,08	VII
B22C0525_1_sim	1	5,71	5,54	4,88	6,91	1,20	1,37	2,03	VII
B22C0576_1_va1997	1	3,99	3,78	3,47	4,52	0,53	0,74	1,05	IV
B22C0576_1_sim	1	4,01	3,82	3,44	4,52	0,51	0,70	1,08	IV

GXG-waarden van de door gemodelleerde meetreeksen van de nieuwe peilbuizen

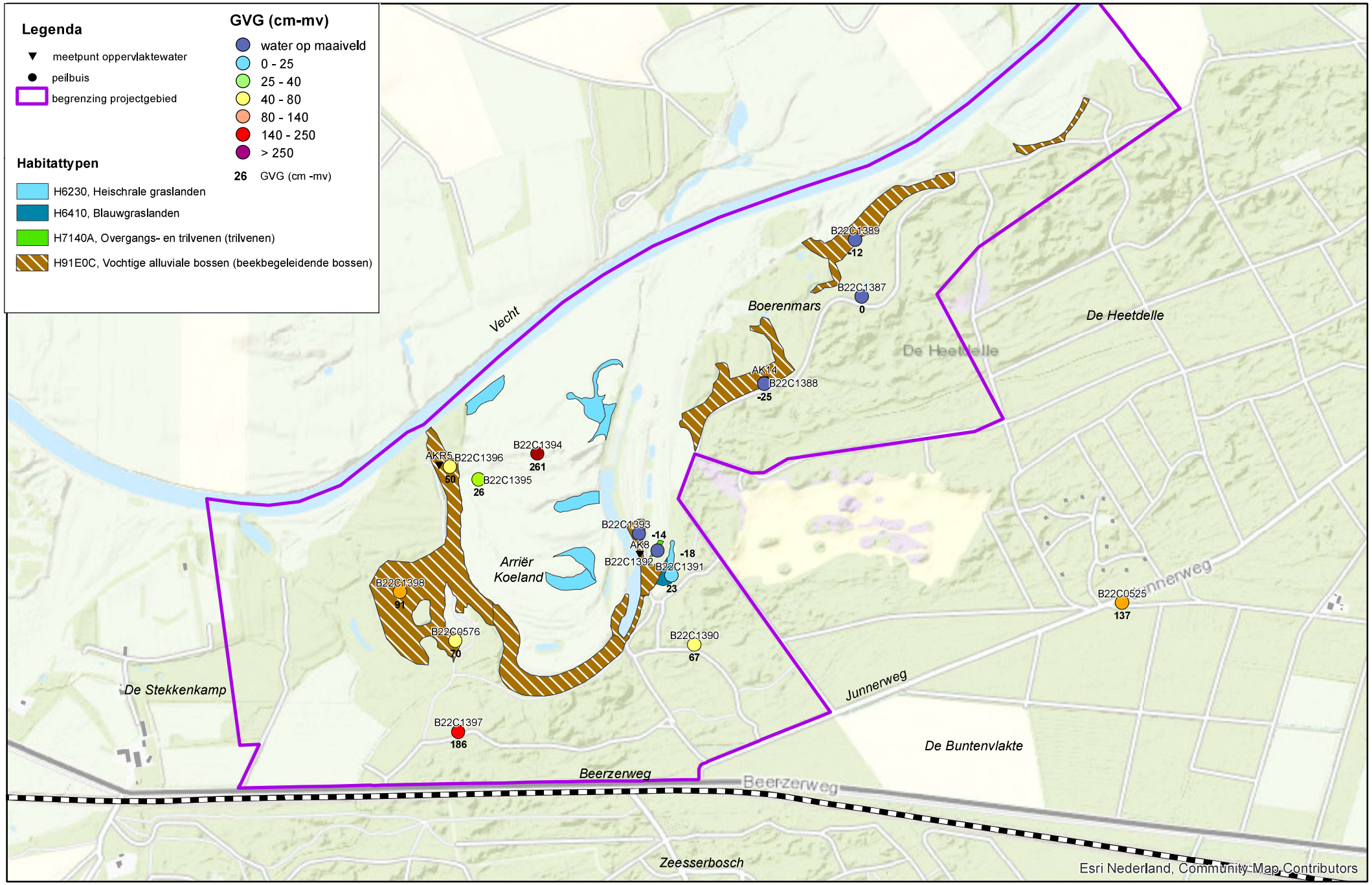
In tabel 3.4 zijn de GXG-waarden op basis van de door gemodelleerde reeksen van de nieuwe peilbuizen weergegeven. In figuren 3.2 en 3.3 zijn de GVG's en GLG's in samenhang met de grondwaterafhankelijke habitattypen op kaart weergegeven.

Uit de resultaten blijkt het volgende:

- In de oostelijke schraallanden (B22C1391, B22C1392 en B22C1393) en de geulen van Boerenmars (B22C1387, B22C1388 en B22C1389) ligt de GVG iets boven of vlak onder maaiveld (< 25 cm -mv). In deze gebieden ligt met uitzondering van de meetlocaties op de overgang naar de hoger gelegen zandgronden ook de GLG niet ver beneden maaiveld (< 40 cm).
- In het benedenstroomse deel van de afgesneden meander (B22C1396) en het geulen- en laagtenstelsel ten westen hiervan (B22C1398 en B22C0576) ligt de GVG ver onder maaiveld (> 40 cm -mv). In het geulen- en laagtenstelsel ten westen van de afgesneden meander ligt ook de GLG ver beneden maaiveld (> 80 cm -mv). In het benedenstroomse deel van de afgesneden meander ligt de GLG op 77 cm -mv en valt zodoende dus in de klasse 40-80 cm -mv.

Tabel 3.4 GXG-waarden op basis van de door gemodelleerde meetreeksen van de nieuwe peilbuizen

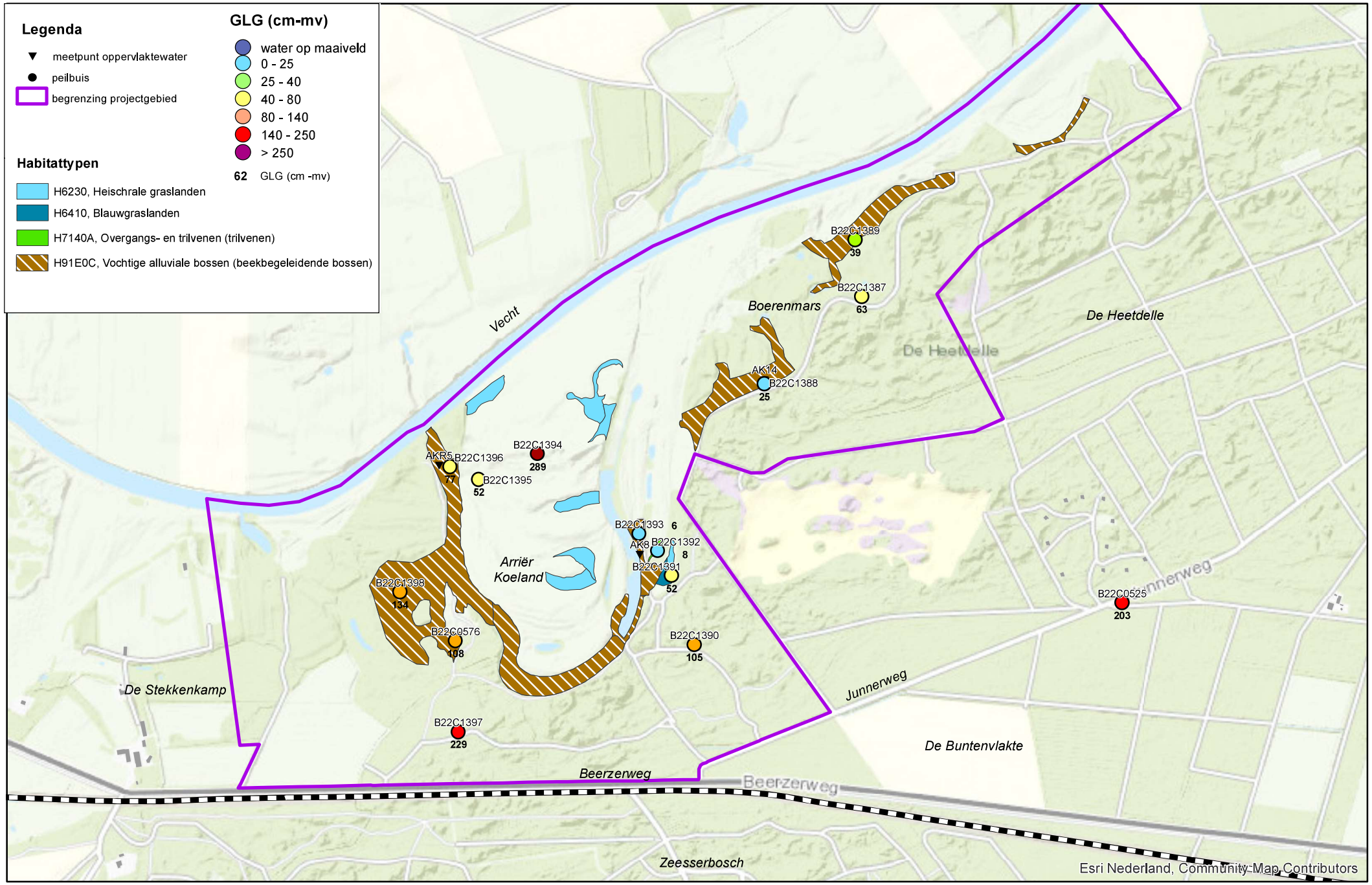
NITGCode	Filter	GHG [m+NAP]	GVG [m+NAP]	GLG [m+NAP]	maaiveld [m+NAP]	GHG [m-mv]	GVG [m-mv]	GLG [m-mv]	GT
B22C1387_1_sim	1	4,53	4,32	3,69	4,32	-0,21	0,00	0,63	II
B22C1387_2_sim	2	4,47	4,28	3,68	4,32	-0,15	0,04	0,64	II
B22C1388_1_sim	1	4,34	4,18	3,68	3,93	-0,41	-0,25	0,25	I
B22C1389_1_sim	1	4,07	3,72	3,21	3,60	-0,47	-0,12	0,39	I
B22C1390_1_sim	1	4,79	4,65	4,27	5,32	0,53	0,67	1,05	I
B22C1390_2_sim	2	4,78	4,64	4,26	5,32	0,54	0,68	1,06	I
B22C1391_1_sim	1	4,45	4,32	4,03	4,55	0,10	0,23	0,52	II
B22C1391_2_sim	2	4,41	4,29	4,01	4,55	0,14	0,26	0,54	II
B22C1392_1_sim	1	4,37	4,25	3,99	4,07	-0,30	-0,18	0,08	I
B22C1392_2_sim	2	4,32	4,18	3,92	4,07	-0,25	-0,11	0,15	I
B22C1393_1_sim	1	4,12	3,99	3,79	3,85	-0,27	-0,14	0,06	I
B22C1394_1_sim	1	3,91	3,61	3,33	6,22	2,31	2,61	2,89	VIII
B22C1395_1_sim	1	3,71	3,39	3,13	3,65	-0,06	0,26	0,52	II
B22C1395_2_sim	2	3,70	3,41	3,16	3,65	-0,05	0,24	0,49	I
B22C1396_1_sim	1	3,53	3,15	2,88	3,65	0,12	0,50	0,77	II
B22C1397_1_sim	1	4,50	4,34	3,91	6,20	1,70	1,86	2,29	VIII
B22C1398_1_sim	1	3,93	3,67	3,24	4,58	0,65	0,91	1,34	VI
B22C1398_2_sim	2	3,90	3,64	3,22	4,58	0,68	0,94	1,36	VI



Bell Hullenaar
Ecohydrologisch Adviesbureau

Figuur 3.2 GVG's op basis van de door gemodelleerde meetreeksen

1:10000



Bell Hullenaar
Ecohydrologisch Adviesbureau

Figuur 3.3 GLG's op basis van de door gemodelleerde meetreeksen

1:10000

3.4 GXG-doelgaten

In tabel 3.5 is per peilbuis aangegeven hoe groot de GVG- en GLG-doelgaten zijn in relatie tot het grondwaterafhankelijke habitat- en vegetatietype waarin de peilbuis staat. De hydrologische randvoorwaarden ten aanzien van de GVG en de GLG voor de betreffende habitattypen / vegetatietypen zijn afgeleid met het (door Alterra en KWR ontwikkelde) programma Waternood. In figuren 3.4 en 3.5 zijn de resultaten op kaart weergegeven.

Uit de resultaten blijkt het volgende:

- In het westelijke deel van het projectgebied (benedenstroomse deel afgesneden meander en geulenstelsel ten westen hiervan) zijn er nu ter plaatse van de peilbuizen zowel wat betreft de GVG als de GLG te droge omstandigheden aanwezig voor goede ontwikkeling van de hier aanwezige habitattypen / vegetatietypen. Ter plaatse van de peilbuizen in het habitattype H91E0C Vochtige alluviale bossen zijn de doelgaten daarbij ook groot.
- In het oostelijke deel van het projectgebied (oostelijke schraallanden en geulen Boerenmars) zijn er ter plaatse van de peilbuizen zowel wat betreft de GVG als de GLG voldoende natte omstandigheden aanwezig voor goede ontwikkeling van de hier aanwezige grondwaterafhankelijke habitattypen / vegetatietypen.
- Ter plaatse van peilbuizen B22C1388 en B22C1392 lijken in de GVG-situatie zelfs te natte omstandigheden aanwezig voor goede ontwikkeling van het betreffende habitattypen / vegetatietypen.

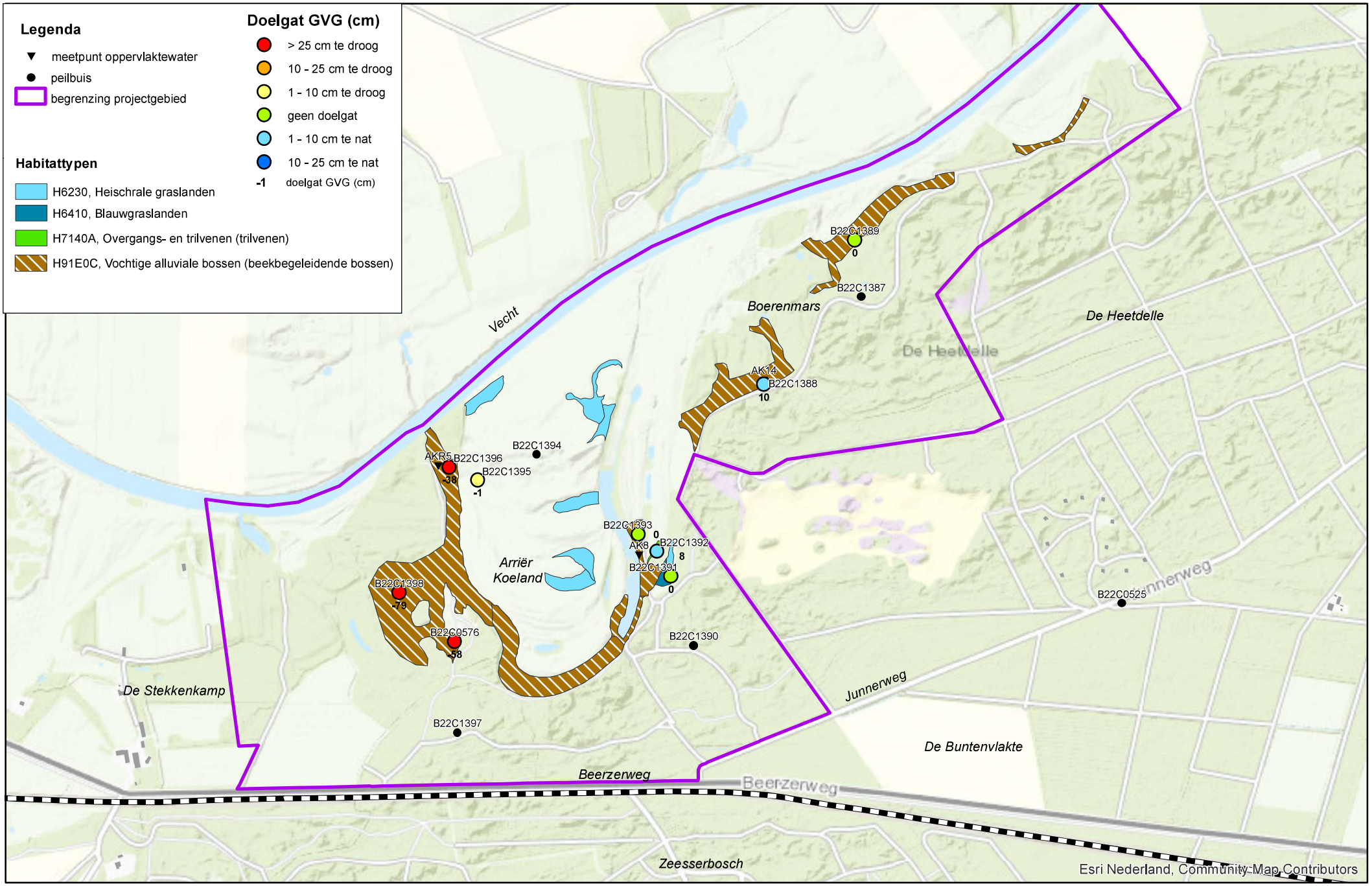
Uit de resultaten van het veldonderzoek (hoofdstuk 4) volgt echter dat ter plaatse peilbuis B22C1392 niet alleen de stijghoogte van het diepe filter (ofwel filter 2) maar ook de grondwaterstand zoals gemeten in het ondiepe filter (ofwel filter 1) op een hoger niveau ligt dan de oppervlaktewaterstand zoals gemeten naast de peilbuis, terwijl het verloop van de oppervlaktewaterstand hier (in ieder geval in de perioden dat het de waterstand boven maaiveld ligt) bepalend is voor het ecohydrologisch functioneren. Op het moment van de uitvoering van de veldmetingen (18-3-2019) bedroeg het peilverschil tussen de oppervlaktewaterstand en de grondwaterstand van het ondiepe filter 11 cm. Dit verschil heeft te maken met de aanwezigheid van een kleilaag aan de oppervlakte en de overdruk van het grondwater onder de kleilaag ten opzichte van het oppervlaktewater. Dus indien hiermee rekening gehouden wordt, dan zijn de omstandigheden hier niet te nat voor trilveen, maar precies goed.

Ter plaatse van B22C1388 klopt het beeld van te natte omstandigheden voor het habitattype H91E0C wel. In samenhang hiermee is in het grootste deel van deze diepe geul dan ook geen Elzenbroekbos maar Wilgenstruweel aanwezig. In noordoostelijke richting loopt het maaiveld van de geul op. Zodoende zijn ter plaatse van de noordoostelijke uitloper van de geul de omstandigheden wel geschikt voor Elzenbroekbos.

In hoofdstuk 4 worden aan de hand van de ecohydrologische dwarsprofielen de puntwaarnemingen ter plaatse van de peilbuizen in breder perspectief geplaatst. Daarbij wordt niet alleen gekeken naar de grondwaterstanden, maar ook naar de kwelsituatie, de invloed van de Vecht, de hydro- en bodemchemische toestand die hieruit resulteert en de samenhang van de abiotische condities met de huidige vegetatie.

Tabel 3.5 GVG- en GLG doelgaten in relatie tot de habitat- en vegetatietypen waarin de peilbuizen staan

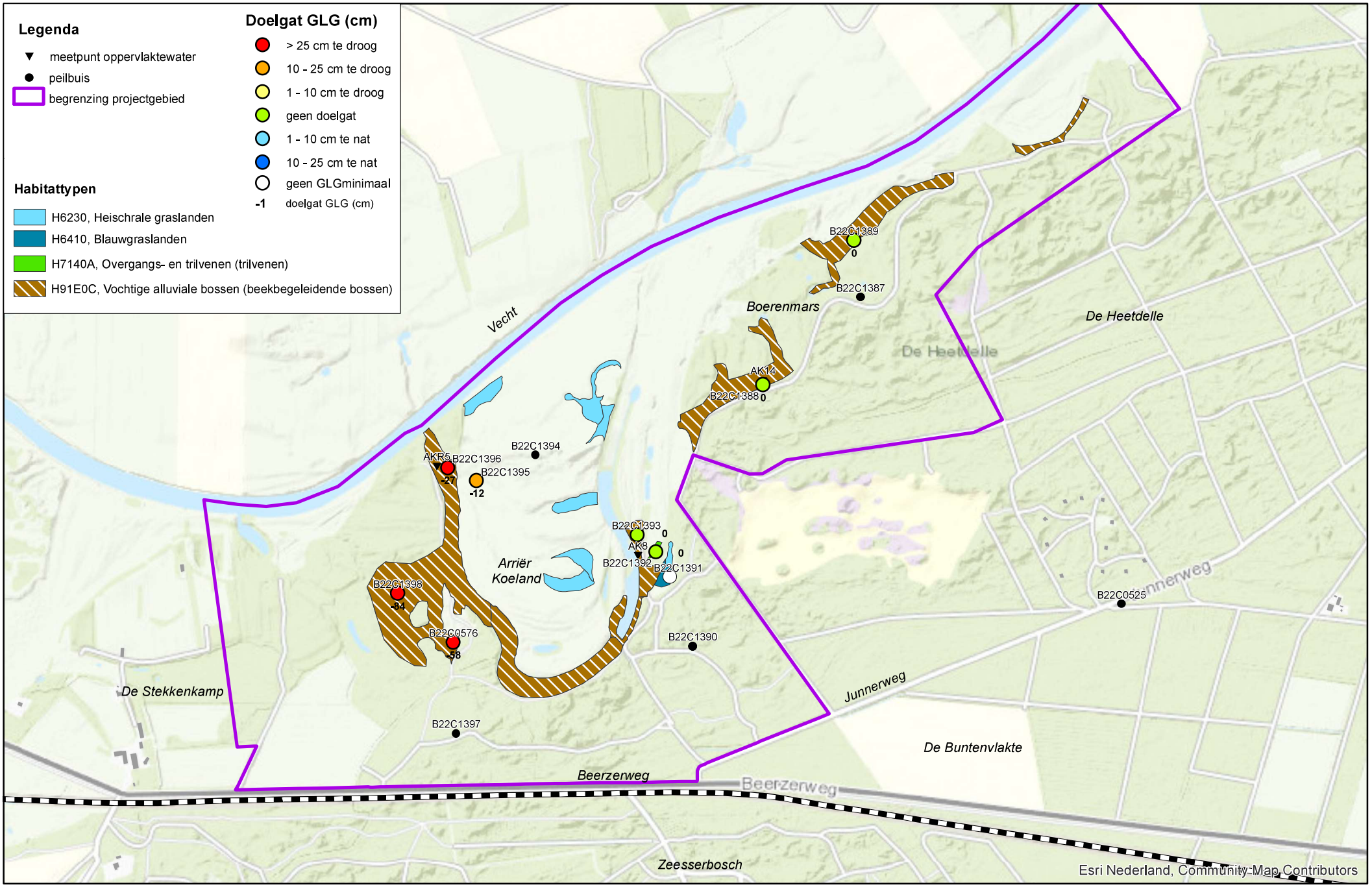
peilfilter	habitattype	vegetatietype	berekend		hydrologische randvoorwaarden			doelgat (cm)	
			GVG	GLG	GVGmax	GVGmin	GLGmin	GVG	GLG
B22C0576_1_sim	H91E0C	Elzenzegge-Elzenbroek	70	108	-15	12	50	-58	-58
B22C1388_1_sim	H91E0C	Elzenzegge-Elzenbroek	-25	25	-15	12	50	10	0
B22C1389_1_sim	H91E0C	Elzenzegge-Elzenbroek	-12	39	-15	12	50	0	0
B22C1391_1_sim	H6410	Blauwgrasland, typische subass	23	52	5	22		-1	
B22C1391_1_sim	H6230	Ass. Van Klokjesgentiaan en Borstelgras	23	52	15	37		0	
B22C1392_1_sim	H7140A	Ass. van Moerasstruisgras en Zompzegge,	-18	8	-10	5	20	8	0
B22C1393_1_sim	H91E0C	Elzenzegge-Elzenbroek	-14	6	-15	12	50	0	0
B22C1395_1_sim	-	Dotterbloemgrasland, Ass. van Boterbloeme	26	52	0	25	40	-1	-12
B22C1396_1_sim	H91E0C	Elzenzegge-Elzenbroek	50	77	-15	12	50	-38	-27
B22C1398_1_sim	H91E0C	Elzenzegge-Elzenbroek	91	134	-15	12	50	-79	-84



Bell Hullenaar
Ecohydrologisch
Adviesbureau

Figuur 3.4 GVG-doelgaten

1:10000



Bell Hullenaar
Ecohydrologisch
Adviesbureau

Figuur 3.5 GLG-doelgaten

1:10000

4 Veldonderzoek

4.1 Methode

Het veldonderzoek is opgebouwd uit de volgende onderdelen:

- Inventarisatie van het lokale oppervlaktewatersysteem.
- Vervaardiging van vijf ecohydrologische dwarsprofielen.
- Hydro- en bodemchemisch onderzoek.

Inventarisatie van het lokale oppervlaktewatersysteem

Als onderdeel van het veldonderzoek is in de eerste plaats een kartering van het lokale oppervlaktewatersysteem uitgevoerd. De kartering is uitgevoerd op 11-2-2019, na afloop van een neerslagrijke periode. Vanwege de voorafgaande droge zomer lag de grondwaterstand op dat moment echter nog ver (1,5 tot 5 dm) beneden GHG-niveau en ter plaatse van de meeste peilbuizen zelfs ook beneden het GVG-niveau (0,5 tot 3 dm). Vooral ter plaatse van de (overgang naar de) hogere zandgronden (B22C1387, 1388, 1390, en 1397) was de grondwaterstand op dat moment nog behoorlijk laag (2 à 3 dm beneden GVG-niveau). Omdat de Vecht toen al wel weer behoorlijk goed op peil was, lagen de grondwaterstanden van de meeste peilbuizen nabij de Vecht (B22C1394, 1395 en 1396) al wel (1 tot 2,5 dm) boven GVG-niveau (maar nog steeds 1,5 à 2 dm beneden GHG-niveau).

Er heeft niet alleen een kartering van greppels en sloten plaatsgevonden, maar is ook nagegaan op welke wijze de oude rivierloop en (andere) geulen zijn geïntegreerd in het oppervlaktewatersysteem. Op een aantal plekken zijn op oriënterende wijze ook de diepten van de sloten en greppels gemeten, alsmede de waterpeilen beneden maaiveld in een afvoersituatie (ofwel de drooglegging). Ook kwelverschijnselen (roest / oliefilm) en eventuele andere bijzonderheden zijn genoteerd. De waarnemingen zijn opgenomen in de tabel in bijlage 2. De locaties van de waarnemingen zijn te vinden op de kaart die in deze bijlage is toegevoegd.

Als basis voor de kartering is het digitale top10-vector bestand van alle greppels en sloten gebruikt. Aan de hand van de resultaten van de kartering zijn hierin aanpassingen (aanvullingen en correcties) doorgevoerd. Dit aangepaste bestand is gebruikt in de thematische kaarten die in dit rapport zijn opgenomen en is ook aangeleverd aan Waterschap Vechtstromen ten behoeve van de grondwatermodellering.

Op 18 en 19 maart 2019 zijn (in samenhang met de inmeting van de boorpunten en overige meetlocaties voor de vervaardiging van de ecohydrologische dwarsprofielen) op een aantal plekken oppervlaktewaterstanden en belangrijke drempelhoogten van het oppervlaktewatersysteem ingemeten.

Vanwege de voorafgaande extreem droge zomer van 2018 was het grondwatersysteem in de onderzoeksperiode nog niet maximaal op druk. Toch was er voldoende water aanwezig om het lokale stelsel grotendeels in werking te kunnen zien.

De resultaten van de kartering en de inmeting zijn verwerkt in de oppervlaktewatersysteemkaart (figuur 4.1) en een tabel met nadere specificatie van de afvoerdrempels (tabel 4.1). De resultaten zijn door het waterschap ook gebruikt voor verfijning van het grondwatermodel. Zodoende konden met name de afgesneden meander en de hierop aansluitende geulen veel beter in het model worden ingebouwd, met als resultaat een veel betere kallibratie van het model op de gemeten grondwaterstanden.

Vervaardiging vijf ecohydrologische dwarsprofielen

In het kader van het veldonderzoek zijn ook vijf ecohydrologische dwarsprofielen van het projectgebied vervaardigd. Aan de hand van de dwarsprofielen worden relaties gelegd tussen de hoogteligging, de bodemopbouw, het functioneren van het grond- en oppervlaktewatersysteem, het (grond)waterstandsverloop, de (grond)waterkwaliteit, de bodemchemische toestand en de vegetatie. De vervaardiging van de dwarsprofielen is voor een belangrijk deel uitgevoerd op basis van de gegevens van de bestaande peilbuizen die in de raaien zijn geplaatst. Voor de benodigde verfijning van de inzichten zijn in het vroege voorjaar (maart 2019) in de raaien aanvullende boringen, boorgatmetingen en metingen aan het oppervlaktewatersysteem (o.a. slootpeilen/ slootbodems) uitgevoerd. De boorbeschrijvingen van de aanvullende boringen zijn opgenomen in bijlage 3. Middels doorgaande waterpassing zijn de boorgaten en overige meetpunten ingemeten ten opzichte van de bestaande peilbuizen. In de dwarsprofielen wordt behalve het verloop van de grondwaterspiegel tijdens de veldmetingen ook het verloop van de grondwaterspiegel in de GHG-, GVG en GLG-situatie weergegeven (zoals afgeleid op basis van de meetreeksen van de peilbuizen). Voor de waterstand van de Vecht is het 1/100Q peil gebruikt voor de GLG-waterstand en het 0,25Q peil voor de GHG-waterstand ter hoogte van het projectgebied, zoals (op verzoek van Bell Hullenaar door Vechtstromen waterschap) afgeleid met behulp van het oppervlaktewatermodel van de Vecht.

Uit vergelijking van de grondwaterspiegel zoals waargenomen bij het veldonderzoek (op 18 & 19 maart 2019) met de GXG-grondwaterspiegels in de dwarsprofielen (figuren 4.2 t/m 4.6) volgt de representativiteit van de metingen van het veldonderzoek. Ter plaatse van de hogere zandgronden lag de grondwaterstand op 18/19 maart bij benadering veelal op het GVG-niveau (en dus duidelijk onder het GHG-niveau). Vanwege de passage van een kleine afvoerpiek in de Vecht in de dagen voorafgaand aan de metingen was het Vechtpeil op 18/19 maart nog altijd behoorlijk hoog, en in samenhang hiermee lag in de zone van het Vechtdal die direct aan de Vecht grenst de grondwaterstand op de meetdagen op of iets boven het GHG-niveau.

Veel meetpunten hebben behalve een ondiep filter ook een diep filter. Omdat er tussen de filters in nergens weerstandsbiedende lagen voorkomen is de grondwaterstand van het ondiepe filter overal altijd (min of meer) gelijk aan de stijghoogte van het diepe filter (zie grafieken in bijlage 1): alle filters bevinden zicht in dezelfde watervoerende (zand)laag. Om deze reden is in de dwarsprofielen hierin dan ook geen onderscheid gemaakt.

Hydro- en bodemchemisch onderzoek

Met name om af te leiden in hoeverre basenrijk (kwel)water in staat is tot in de wortelzone van de vegetatie door te dringen is in de meetraaien en op enkele aanvullende locaties ook hydro- en bodemchemisch onderzoek uitgevoerd. Daarnaast wordt aan de hand hiervan gelijk inzicht geboden in voedselrijkdom en verdere chemie van het grondwater en de bodem. In combinatie hiermee is buiten de raaien ook bodemchemisch onderzoek uitgevoerd voor het afleiden van de uitbreidingsmogelijkheden van de grondwater-afhankelijke habitattypen en de mogelijkheden voor behoud / herstel van de stroomdal-graslanden.

Het hydro- en bodemchemisch is uitgevoerd door B-WARE en hiervan is ook een afzonderlijk rapport opgesteld (zie bijlage 4). Om een goede aansluiting op de LESA te garanderen is door Bell Hullenaar het bemonsteringsplan opgesteld voor het hydro- en bodemchemisch onderzoek in de lage delen met grondwaterafhankelijke vegetaties en zijn de belangrijkste resultaten hiervan geïntegreerd in de LESA, namelijk bij de behandeling van de ecohydrologische dwarsprofielen in paragraaf 4.3 en voor de laag gelegen buiten de raaien in paragraaf 4.4. Het bodemchemisch onderzoek voor de stroomdalgraslanden in de hoge delen is zelfstandig door B-WARE uitgevoerd en (om herhaling te voorkomen) wordt voor de resultaten hiervan verwezen naar het rapport van B-WARE in bijlage 4.

4.2 Resultaten inventarisatie oppervlaktewatersysteem

(zie figuur 4.1: oppervlaktewatersysteemkaart)

4.2.1 Stelsel van de hogere zandgronden

Van (noord)oost naar west zijn ter plaatse van de hogere zandgronden de volgende sloten aanwezig:

- Aan de noordoostzijde, net buiten het projectgebied, ligt langs een akker een diepe afvoersloot die rechtstreeks afwatert op de Vecht en waarlangs (via een bosgebied) de afwatering plaatsvindt van de (buiten het kaartbeeld vallende) landbouwgronden en de bebouwing in / rond Junne. Aan de oostzijde van de akker ligt ook een greppel die afwatert op deze afvoersloot. Deze greppel begint op de grens van het projectgebied.
- Afvoersloot bosgebied De Heetdelle. De sloot watert af op één van de geulen in het Vechtdal. De sloot was op 11-2-2019 geheel droog gevallen. Via een duiker onder het (wandel)pad watert de sloot af op de geul. De duiker (ofwel drempel Dr8) is verzand tot op een hoogte van 4,83 mNAP (bok = 4,71 mNAP). Zowel bij de inventarisatie (op 11-2-2019) als bij de inmeting (18-3-2019) lag deze sloot volledig droog. Via deze sloot treedt in de huidige situatie dus hooguit in zeer natte winterperioden waterafvoer op.
- Afvoerstelsel van het landbouw- en bos(bouw)gebied van de Buntenvlakte. Het stelsel bestaat behalve uit een diepe hoofdafvoersloot ook uit een aantal zijgreppels / zijsloten, onder meer langs de Junnerweg en de Beerzerweg. Het stelsel begint al ten zuiden van de spoorbaan: via een duiker onder de spoorbaan watert ook het zuidelijke gebied af op de hoofdafvoersloot. Op 11-2-2019 bevond zich hooguit een klein beetje water onderin de hoofdafvoersloot maar er trad, met uitzondering van het meest benedenstrooms gelegen (ofwel direct bovenstrooms van de monding van de sloot in de oude rivierloop) deel, geen afvoer op. In het meest benedenstroomse deel was over een afstand van circa 50 meter sprake van een zeer lichte afvoer en hier zijn ter plaatse van de slootbodem ook kwelverschijnselen (roestvorming) waargenomen. Bij de inmeting op 19-3-2019 trad er wel afvoer op. Het stelsel is dus wel duidelijk in functie.
- Restanten van een greppelstelsel en een afvoersloot hiervan in het bosgebied ten zuiden van het Arriër Koeland. Het stelsel is sterk opgevuld met bladafval, de duiker onder het wandelpad aan de zuidzijde is voor 95% verstopt met bladafval en ter plaatse van het wandelpad aan de noordzijde is de loop volledig geblokkeerd door een dam. Zowel bij de inventarisatie op 11-2-2019 als bij de inmeting op 19-3-2019 lag het stelsel volledig droog. Het stelsel heeft in de huidige situatie dus geen duidelijke drainerende werking. Er kan hooguit in zeer natte winterperioden sprake zijn van een licht drainerende werking.
- Langs het grasland in de zuidwesthoek van het projectgebied is een randsloot aanwezig. Deze sloot watert af op een geul in het bosgebied ten noordoosten van het grasland. Tijdens de inventarisatie op 11-2-2019 en zelfs op 18/19-3-2019 (na de zeer natte periode half maart) is hier geen oppervlakkige afvoer geconstateerd. De geul staat via een sterk verlande sloot op zijn beurt weer in verbinding met de oude rivierloop rond het Arriër Koeland. Het functioneren van deze sloot en de hieraan gekoppelde geul wordt behandeld in paragraaf 4.2.2.
- De randsloot van het grasland ligt deels langs de Beerzerweg. Direct ten westen van het projectgebied ligt langs de Beerzerweg een geïsoleerd slootrestant: dit restant staat namelijk vanwege de aanwezigheid van een dam (zonder duiker) ter plaatse van het toegangspad (naar het gebied van Staatsbosbeheer) niet in verbinding met de randsloot van het grasland. Elders in het bosgebied zijn nog twee zeer ondiepe, (mede vanwege de aanwezigheid van onderbrekingen) niet meer functionerende greppelrestanten aangetroffen.

4.2.2 Stelsel van het Vechtdal

In het Vechtdal is behalve de oude rivierloop rond het Arriër Koeland ook een aantal andere geulen aanwezig. Deze geulen vormen de restanten van nog veel oudere rivierlopen. Behalve de oude rivierloop rond het Arriër Koeland zijn ook een aantal van deze andere geulen geïntegreerd in het oppervlaktewatersysteem. Eerst wordt de oude rivierloop behandeld, hierna wordt ingegaan op de overige geulen.

Oude rivierloop

De oude rivierloop rond het Arriër Koeland kan worden onderverdeeld in drie trajecten: een oostelijk gelegen bovenstroomse traject, een zuidelijk gelegen middendeel en een westelijk gelegen benedenstrooms traject.

De drie trajecten van de oude rivierloop functioneren als volgt:

- Het oostelijke deel staat via een duiker onder het toegangspad naar het Arriër Koeland en een kort loopje in verbinding met het zuidelijke deel. De duiker functioneert als een drempel in het afvoerstelsel (= drempel Dr3 / b.o.k = 3,72 mNAP / afvoerniveau in de winter 3,90 mNAP). De oude rivierloop eindigt abrupt, wat erop wijst dat het verder noordelijk gelegen deel is gedempt. In dit gedempte deel is een slootje aanwezig met ter plaatse van het noordelijke uiteinde hiervan een poel. De poel en het slootje staan in open verbinding met het oostelijke deel van de oude rivierloop.
- Het (zuidelijke gelegen) middendeel staat via een natuurlijke houtdrempel (= drempel Dr2) in de loop in verbinding met het westelijke, benedenstrooms deel. De houtdrempel is ontstaan doordat hier stammen / takken in de sterk verlande oude rivierloop zijn gevallen. Over de houtdrempel heen is een klein (beekachtig) stroompje aanwezig. Het drempelniveau van de houtdam bedraagt 3,41 mNAP en het afvoerniveau in de winter bedraagt 3,5 mNAP. In het traject direct bovenstrooms loopt het afvoerniveau over een afstand van circa 150 meter geleidelijk op naar 3,7 mNAP. Hiervandaan loopt het afvoerniveau verder op naar 3,8 mNAP in het gedeelte benedenstrooms van de duiker en het verbindingsloopje met het oostelijke deel.
- Het benedenstroomse deel van de oude rivierloop staat via een verbindingsloop in contact met de Vecht. Het bodemniveau van de verbindingsloop loopt af van 2,79 naar 2,56 mNAP. Het drempelniveau van het benedenstroomse deel van de oude rivierloop (= drempel Dr1) bedraagt zodoende 2,79 mNAP. Op 19-3-2019 lag het afvoerniveau op 3,36 mNAP: de waterstand was op dat moment nog hoog vanwege de passage van een afvoerpiek in de Vecht in de voorafgaande periode. Op basis van het waterstandsverloop van meetpunt AKR5 (zie grafiek in bijlage 1) volgt dat onder normale omstandigheden het afvoerniveau in het winterhalfjaar op 2,95 tot 3,0 mNAP ligt en in het zomerhalfjaar op circa 2,9 mNAP: het gemiddelde afvoerniveau ligt dus op circa 2,95 mNAP. Het waterpeil zakt nooit onder het niveau van de afvoerdrempel, wat dus betekent dat hier (met uitzondering van situaties met afvoerpieken in de Vecht) permanent afvoer optreedt, ook in droge zomersituaties. Ook bij het oriënterende veldbezoek op 26-10-2018 met de projectgroep, dus na afloop van de extreem droge zomer van 2018, is hier afvoer geconstateerd. Dit betekent dus dat bij normale winter- en zomersituaties water vanuit het benedenstroomse deel van de oude rivierloop tot op zeer laag niveau wordt afgevoerd naar de Vecht.

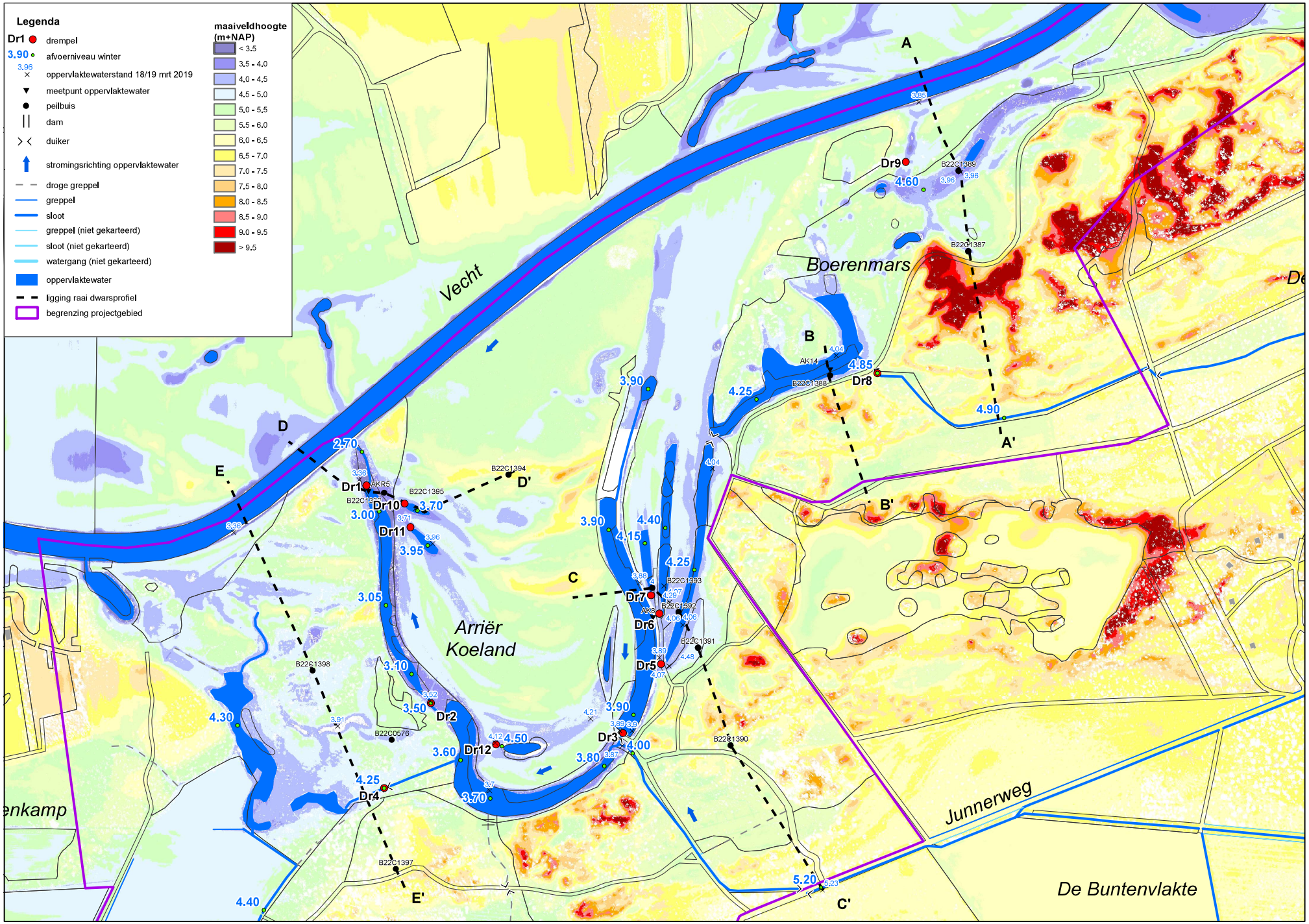
Tijdens de afvoerpiek in de dagen voor de inmeting stroomde Vechtwater het benedenstroomse deel van de oude rivierloop in. Vanwege het niveauverschil met het middendeel en de tegendruk van het afstromende gebiedseigen water kon het Vechtwater het middendeel van de oude rivierloop (en dus ook het oostelijke deel) echter niet bereiken: op 17-3-2019 was ter plaatse van drempel Dr2 nog altijd sprake van een afvoersituatie.

Geulen

- Op het bovenstroomse, oostelijke deel van de oude rivierloop wateren drie zijgeulen af. Nabij de mondingen van deze zijgeulen in de oude rivierloop (ofwel ter plaatse van het toegangspad naar de schraallanden) bevinden zich gronddrempels in de geulen, met van oost naar west:
    - Drempel Dr5, met hoogte 4,24 mNAP / afvoerniveau afgerond 4,25 mNAP.
    - Drempel Dr6, met hoogte 4,41 mNAP / afvoerniveau afgerond 4,4 mNAP.
    - Drempel Dr7, met hoogte 4,12 mNAP / afvoerniveau afgerond 4,15 mNAP.
- Bij de inmeting van het stelsel op 18-3-2019 lagen de oppervlaktewaterpeilen in de geulen onder de niveaus van deze drempels (op respectievelijk 4,06, 4,07 en 4,00 mNAP): er trad dus geen oppervlakkige afvoer op. Ook op 11-2-2019 is hier geen afvoer geconstateerd.
- De oostelijke geul staat via een duiker (met b.o.k. 3,70 mNAP) in verbinding met een verder noordoostelijk gelegen geul in het bosgebied van Boerenmars. Ter plaatse van deze duiker is op 11-2-2019 een zeer lichte afvoer in noordelijke richting geconstateerd en op 18-3-2019 was het oppervlaktewaterpeil in het noordoostelijke deel net iets lager dan in het zuidoostelijke deel. Ofwel: vanuit de oostelijke geul vindt waterafvoer plaats naar de noordoostelijke geul. Deze afstroming wijst erop dat vanuit de noordoostelijke geul water infiltreert naar de zandondergrond vanwege de nabijheid van de sterk drainerende Vecht.
- Verder naar het noordoosten liggen nog twee geïsoleerd gelegen geulen. Tussen deze geulen en de Vecht liggen hoge (natuurlijke) gronddrempels. De hoogte van de drempel van de westelijke geïsoleerde geul (Dr9) bedraagt 4,60 mNAP (terwijl in de geul op 18-3-2019 een oppervlaktewaterstand van 3,96 mNAP is gemeten). De hoogte van de drempel van de oostelijke geïsoleerde laagte is niet ingemeten, maar uit de AHN-hoogtekaart is af te leiden dat de hoogte van de drempel hier ook op circa 4,6 mNAP ligt. Ofwel: vanuit deze geïsoleerd gelegen geulen treedt alleen na incidentele overstroming met Vechtwater oppervlakkige afvoer op.
- Via een verbindingssloot watert vanuit het westen een brede geul af op de oude rivierloop rond het Arriër Koeland. Op de plek waar een wandelpad de sloot kruist ligt een duiker (= drempel Dr4). Deze duiker is tot op een niveau van 4,23 mNAP verland (b.o.k. = 4,09 mNAP). Zowel bij de inventarisatie op 11-2-2019 als bij de inmeting op 19-3-2019 lag deze verlande sloot geheel droog. Dus ook via deze sloot vindt in de huidige situatie meestal geen afvoer plaats (hooguit in zeer natte winterperioden). Het benedenstroomse deel van de verbindingssloot doorsnijdt een rug en is hier maar liefst 1,8 meter diep, maar stond bij de inventarisatie op 11-2-2019 toch geheel droog. De sloot wordt al lange tijd niet meer onderhouden: er ligt veel bladafval in de loop en in het benedenstrooms deel liggen ook veel takken en zelfs boomstammen.
- Verder liggen er ook binnen het Arriër Koeland nog twee geulens: een geul in het zuidelijke deel en een vertakte geul in het noordwestelijke deel.

Tabel 4.1 Belangrijkste afvoerdrempels oppervlaktewatersysteem Arriër Koeland – Boerenmars

Drempel nummer	soort drempel	hoogte (mNAP)	waterstand 18/19-3-2019 (mNAP)	**afvoerniveau winter (afgerond) (mNAP)**	afvoerniveau zomer (afgerond) (mNAP)	opmerkingen
1	slootbodem	2,79	3,36	**3,00**	2,90	bovenstroomse deel verbindingssloot
2	boomstammen	3,41	3,52	**3,50**	3,40	natuurlijke houtdrempel
3	duiker	3,72	3,89	**3,90**	3,80	
4	verlande duiker	4,23	droog	**4,25**	4,25	b.o.k. = 4,09 mNAP
5	toegangspad	4,24	4,07	**4,25**	4,25	
6	toegangspad	4,41	4,07	**4,40**	4,40	
7	laagste deel wal	4,12	4,00	**4,15**	4,15	
8	verzande duiker	4,83	droog	**4,85**	4,85	b.o.k. = 4,71 mNAP
9	natuurlijke drempel	4,60	3,96	**4,60**	4,60	
10	natuurlijke drempel	3,71	3,71	**3,70**	3,70	
11	natuurlijke drempel	3,96	3,96	**3,95**	3,95	
12	natuurlijke drempel	4,52	4,12	**4,50**	4,50	



Bell Hullenaar
Ecohydrologisch Adviesbureau

Figuur 4.1 Resultaten kartering oppervlaktewatersysteem Arriër Koeland en Boerenmars

1:5000

4.3 Resultaten onderzoek ecohydrologische dwarsprofielen

4.3.1 Ecohydrologisch dwarsprofiel A-A'
(zie figuur 4.2)

Dwarsprofiel A-A' betreft een dwarsdoorsnede van het geulenstelsel in het middendeel van deelgebied Boerenmars. In het dwarsprofiel zijn twee geulen opgenomen: een noordelijk gelegen hoofdgeul en een zuidelijk gelegen zijgeul (zie kaart oppervlaktewatersysteem, figuur 4.1). In de noordelijke geul (met peilbuis B22C1389) is het habitattype H91E0C Vochtige alluviale bossen aanwezig. In deze geul is (ter plaatse van B22C1389) een veenlaag van 55 cm aangetroffen. In de zuidelijke geul (waar peilbuis B22C1387 staat) is een veenlaag van 80 cm aangetroffen met hierboven een kleilaagje van 15 cm en aan de oppervlakte een laagje zand van 20 cm. Zowel ter plaatse van B22C1387 als B22C1389 is in de ondergrond matig grof zand aanwezig. Bij de ondiepe boringen elders in het profiel is voornamelijk matig fijn zand aangetroffen. Ter plaatse van Bo22 ligt op een diepte van 85 tot 165 cm een laag sterk kleiig zand.

Op het moment van de detailmetingen (18-3-2019) was de waterstand van de Vecht vanwege de passage van een afvoerpiek in de voorafgaande periode (half maart 2019) nog behoorlijk hoog. Bij normale waterstanden (tussen 0,25Q-peil en 1/00Q-peil) heeft de Vecht echter een sterk drainerende werking op het grondwater, niet alleen in de winter maar ook in de zomer. Dit veroorzaakt sterke verdroging van (met name) het Vechtdal en dus ook het hierin aanwezige geulenstelsel. In natte wintersituaties heeft ook de sloot in het bosgebied van de aangrenzende hoger gelegen pleistocene zandgronden een drainerende werking. Dit reduceert de grondwatervoeding van het Vechtdal en de hierin aanwezige geulen. Verder leidt de aanwezigheid van het naaldbos in het voedingsgebied vanwege het grote verdampingsverlies (ten opzichte van heide / stuifzand) tot een verminderde grondwateraanvulling en ook dit veroorzaakt een reductie van de grondwatervoeding van het Vechtdal.

Het drempelniveau van de geul bedraagt 4,6 mNAP (zie figuur 4.1). Bij de afvoerpiek in januari 2018 loopt de waterstand in het geulenstelsel op tot ruim 4,8 mNAP (zie grafieken van B22C1387 en B22C1389): het geulenstelsel is toen dus overstroomd met Vechtwater. Uit de inundatiekaartjes van figuur 2.8 volgt dat inundatie van dit deelsysteem gemiddeld circa 2 dagen per jaar optreedt. Na de passage van de piek wordt het Vechtwater een tijdje achter de drempel in het geulenstelsel vastgehouden, maar vanwege de sterk drainerende werking van de Vecht en de goede doorlatendheid van de zandbodem zakt het waterpeil vervolgens wel weer snel weg.

Uit de resultaten van het hydro- en bodemchemisch onderzoek (= B-WARE locatie 256) volgt dat de toplaag van de bodem goed gebufferd is (Ca-t = 42 mmol/l en Ca-z = 17500 µmol/l) en is verrijkt met fosfaat (Olsen-P 1728 µmol/l). Zowel het bemonsterde poriewater (op 25 en 75 cm -mv) als het bemonsterde grondwater van B22C1389 is ionenarm (EGV rond de 150 µS/cm) en slechts (zeer) zwak gebufferd (alkaliniteit 0,1 à 0,4 meq/l). Dit wijst erop dat aanrijking van bufferstoffen van de toplaag van de bodem hier plaatsvindt middels de periodieke overstroming met sterk gebufferd Vechtwater (alkaliniteit = 2,7 meq/l) en niet vanuit het grondwater.

In samenhang met het af en toe overstromen van het geulenstelsel, de sterk drainerende werking van de Vecht en de verminderde aanvoer vanuit het voedingsgebied is in het geulenstelsel een behoorlijk sterke waterstandsdynamiek aanwezig, met in natte winterperioden waterstanden hoog boven maaiveld (B22C1389: GHG 47 cm +mv) en een in de zomer droogvallende veenbodem (B22C1389: GLG 39 cm -mv). De GLG valt hiermee wel binnen de minimumeis die voor het habitattype H91E0C / vegetatietype Elzenzegge-Elzenbroek geldt (namelijk < 50 cm -mv): er is ten aanzien hiervan dus geen doelgat (zie

figuur 3.5 en tabel 3.5). De toch wel behoorlijk natte omstandigheden die hier ondanks de sterk drainerende werking van de Vecht aanwezig zijn, zijn te danken aan de grote diepte van de geul. Desalniettemin ligt de GLG hier wel veel verder beneden maaiveld als ter plaatse van het veel beter ontwikkelde Elzenbroekbos met peilbuis B22C1393 in raai C-C' (GLG van slechts 6 cm -mv) en zijn de omstandigheden hier ook veel droger dan in het goed ontwikkelde Elzenbroekbos in het middendeel van de afgesneden meander (waar geen peilbuis staat). De peilbuis staat ook in het diepste deel van de geul. Dus randen de randen van de geul zakt de grondwaterstand in de zomer een stuk verder beneden maaiveld weg.

In relatie tot deze aanzienlijke waterstandsdynamiek, met water ver boven maaiveld in de winter en de 's-zomers droogvallende veenbodem, is het centrale deel van de noordelijke geul begroeid met Wilgenbroekstruweel. Langs de hoger gelegen randen van de geul, waar het waterpeil in de winter minder ver boven maaiveld oploopt, is wel Elzenbroekbos aanwezig. Vanwege het in de zomer droogvallen van de veenlaag in de geul treedt mineralisatie van het veen op, waardoor in aanzienlijke mate voedingsstoffen vrijkomen uit de veenbodem. In combinatie hiermee treedt ook vanwege de jaarlijkse inundatie met voedselrijk Vechtwater sterke eutrofiëring op. Vanwege de hoge voedselrijkdom is de ondergroei van het Wilgen- en Elzenbroekbos zeer ruig: de kruidlaag bestaat vrijwel uitsluitend uit Grote brandnetel, met hierin incidenteel een verdwaalde Zwarte bes.

De zuidelijke geul met B22C1387 ligt wat verder van de Vecht af. Zodoende zijn de grondwaterstanden hier ten opzichte van NAP een stuk hoger (dan bij B22C1389) en is ook het fluctuatiebereik (verschil tussen GHG en GLG) iets geringer. Geholpen door de afzetting van het zanddek zijn hier met een GLG op 68 cm -mv desalniettemin toch relatief droge omstandigheden aanwezig. In de winter kan overstroming met Vechtwater plaatsvinden, maar dit gebeurt minder vaak dan in de lager gelegen noordelijke geul. Uit onderlinge vergelijking van het grondwaterstandsverloop van filter 1 en het stijghoogteverloop van filter 2 volgt dat hier in het winterhalfjaar doorgaans sprake is van infiltratie en dat er in de zomer wel vaak een kweldruk aanwezig is (zie grafiek in bijlage 1). De grondwaterstand ligt in de zomer echter te ver onder maaiveld voor voeding van de wortelzone van de vegetatie met kwelwater. Zodoende ontbreekt het habitattype H91E0C Vochtige alluviale bossen in deze verdroogde geul en is hier gemengd bos aanwezig met hierin Zachte berk en Pijpenstrootje in de kruidlaag.

4.3.2 Ecohydrologisch dwarsprofiel B-B'

(zie figuur 4.3)

Dwarsprofiel B-B' betreft een dwarsdoorsnede van de geul in het zuidwesten van deelgebied Boerenmars. In de geul is het habitattype H91E0C Vochtige alluviale bossen aanwezig. De geul is opgevuld met veen. Peilbuis B22C1388 staat aan de rand van de geul en hier is een veenlaag van 1,05 m aangetroffen. Middenin de geul (ter plaatse van Bo24) bedraagt de veendikte 2,7 meter. Onder het veen en bij de ondiepe boringen elders in het profiel is matig fijn zand aangetroffen. Met meetpunt AK14 wordt het oppervlaktewaterstandsverloop in de geul gemeten.

De sterke verhanglijnen van de GXG-grondwaterspiegels geven aan dat ook hier de Vecht een sterk drainerende werking heeft op het grondwater. Vanwege de grotere afstand tot de Vecht is de verdrogende werking ervan hier weliswaar geringer dan in de noordelijke geul van dwarsprofiel A-A', maar wel nog altijd sterk. Uit vergelijking van het grondwaterstandsverloop van B22C1388 met het oppervlaktewaterstandverloop van AK14 volgt dat alleen periodiek lichte kwel optreedt.

Tijdens de afvoerpiek van januari 2018 liep ook in deze geul de waterstand hoog op: tot circa 4,7 mNAP (zie grafiek). Deze geul stroomt bij afvoerpieken met een Vechtstand tot 5,0 mNAP echter niet rechtstreeks over vanuit de Vecht, maar via de afgesneden meander

rond het Arriër Koeland. Vanwege de tegendruk van het gebiedseigen water dat via de afgesneden meander afstroomt kan het Vechtwater zelf deze geul dan ook niet bereiken. Het overstromingswater betreft dan dus terugstromend gebiedseigen water. Slechts incidenteel (bij pieken met een Vechtstand > 5,0 mNAP) overstroomt de geul rechtstreeks. Na afloop van een afvoerpiek stroomt de geul leeg tot op het drempelniveau van 4,3 mNAP (zie grafiek). Dit niveau komt bij benadering overeen met de GHG van B22C1388 (= 4,34 mNAP. Het water staat in de GHG-situatie ver boven maaiveld, namelijk 80 cm +mv in het centrale deel van de geul en 41 cm +mv ter plaatse van peilbuis B22C1388 (aan de rand van de geul). Ter plaatse van B22C1388 bedraagt de GLG 3,68 mNAP. In het centrale deel van de geul is onder GLG-omstandigheden nog een laagje water op maaiveld aanwezig en ter plaatse van peilbuis B22C1388 (aan de rand van de geul) ligt de GLG op 25 cm -mv. In samenhang met de sterke en langdurige inundatie in de winter en de aanzienlijke waterstandsdynamiek is in de geul voornamelijk Wilgenbroekstruweel aanwezig. Het struweel is zo dicht dat hieronder nauwelijks een kruidlaag aanwezig is.

In oostelijke richting loopt het maaiveld van de geul omhoog. Vanaf de plek waar de geul in noordelijke richting afbuigt ligt het maaiveld dusdanig hoog dat hier in de winter slechts een klein laagje water op maaiveld staat. In dit deel is wel Elzenbroekbos aanwezig. Dit is ook de plek waar de bemonstering van de bodem en het poriewater heeft plaatsgevonden (= B-WARE locatie 258). Uit de analyseresultaten volgt dat de toplaag van de bodem (0-20 cm) hier slechts zwak/matig calciumhoudend is (Ca-t = 18 mmol/l en Ca-z = 8200 µmol/l) en verrijkt is met fosfaat (Olsen-P 1781 µmol/l). De dieper gelegen bemonsterde lagen (20-40 cm -mv en 70-95 cm -mv) zijn veel beter gebufferd (Ca-t 31 à 33 mmol/l en Ca-z 12500 à 15500 µmol/l) en ook veel minder fosfaatrijk (Olsen-P 676 µmol op 20-40 -mv en 142 µmol/l op 70-95 cm -mv). Het grondwater van B22C1388 is slechts zeer zwak gebufferd (alkaliniteit = 0,1 meq/l) en dat geldt ook voor het ondiepe poriewater (20 cm -mv: alkaliniteit =0,3 meq/l / pH van slecht 4,9). Het poriewater op 75 cm -mv heeft wel een wat hogere alkaliniteit (0,7 meq/l / pH = 5,7). Deze resultaten wijzen erop dat er hier geen aanrijking van bufferstoffen optreedt vanuit het grondwater en ook niet vanuit het oppervlaktewater.

Bij de inventarisatie van het oppervlaktewatersysteem (op 11-2-2019 en 18/19-2-2019) is geconstateerd dat via een duiker water vanuit de oostelijke geul van de oostelijke schraallanden naar de geul met peilbuis B22C1388 stroomt. Deze stroming treedt op vanwege de infiltratie van water vanuit de geul met peilbuis B22C1388 naar de zandondergrond vanwege de nabijheid van de sterk drainerende Vecht. Gezien de aanwezigheid van de hoge drempel tussen de oostelijke geul en de afgesneden meander (waardoor dus bijna nooit oppervlakkige afvoer optreedt in zuidwestelijke richting) treedt de stroming in noordoostelijke richting naar de geul met peilbuis B22C1388 meer in zijn algemeenheid op in winter- en (vroege) voorjaarsperioden. Aan weerszijden van de duiker worden beide geulen vanuit het westen gevoed met lokaal grondwater dat afkomstig is vanuit de aangrenzende delen van de bemeste graslanden van landgoed Junne. Dus (ook) op deze wijze belanden nutriënten in het water waarmee de geul wordt gevoed.

In het Elzenbroekbos is wel een kruidlaag aanwezig, maar deze bestaat vooral uit meer algemene soorten zoals Gele lis, Rietgras en Zompzegge. Anders dan in de noordelijke geul van dwarsprofiel A-A’ wordt de kruidlaag hier echter niet gedomineerd door Grote brandnetel. Dus de ontwikkeling van het habitattype H91E0C Vochtige alluviale bossen is in deze geul weliswaar minder slecht dan in de noordelijke geul van dwarsprofiel A-A’, maar nog altijd heel matig. De sterke eutrofiëring onder invloed van verdroging en de regelmatige inundatie met Vechtwater ontbreekt hier, maar vanwege de instroming van eutroof water vanuit de bemeste graslandpercelen aan de westzijde, het ontbreken van voeding met gebufferd kwelwater en de aanzienlijke (grond)waterstandsdynamiek zijn hier geen kritische grondwaterafhankelijke soorten aanwezig.

4.3.3 Ecohydrologisch dwarsprofiel C-C'
(zie figuur 4.4)

De raai van dwarsprofiel C-C' loopt vanaf de hogere zandgronden via (het geulenstelsel van) de oostelijke schraallanden en de afgesneden meander naar het oostelijke deel van het Arriër Koeland. Ter plaatse van de oostelijke schraallanden loopt de raai via het zuidoostelijk schraalland (met Bo16) en het centraal gelegen schaalland (met Bo18). Het noordwestelijke perceel ontbreekt in het dwarsprofiel. Ook de geul tussen het zuidoostelijke schraalland en het centraal gelegen schraalland is in het dwarsprofiel opgenomen (= geul met Bo17). Ten westen van het centraal gelegen schraalland loopt de raai van het dwarsprofiel via het benedenstroomse deel van de twee overige geulen die in dit deelgebied aanwezig zijn en die hier uitmonden in de afgesneden meander (zie figuur 4.1). De geulen (met Bo27 en B22C1393) vormen hier een aaneengesloten geheel en ze sluiten op hun beurt ook weer aan op de afgesneden meander. Tussen beide geulen onderling en ook tussen de meest westelijke geul en de afgesneden meander zijn echter wel walletjes aanwezig.

In het zuidoostelijke schraalland zijn de habitattypen H6410 Blauwgraslanden / H6230 Heischrale graslanden aanwezig. Op de zuidoostgrens van dit perceel staat B22C1391. Langs de zuidoostrand van het centrale perceel ligt op de overgang naar de geul een zone met habitattype H7140 Trilvenen en hier bevindt peilbuis B22C1392 zich. Langs de noordwestgrens van dit perceel ligt op de overgang naar de geul een zone met het habitattype H6430A Ruigten en zomen met Moerasspirea. De zone met habitattype H6430A valt echter net buiten het dwarsprofiel. In de aaneengesloten geulen die grenzen aan de afgesneden meander is het habitattype H91E0C Vochtige alluviale bossen aanwezig (met hierin B22C1393).

Ter plaatse van het zuidoostelijke schraalland bestaat niet alleen de ondergrond maar ook de toplaag van de bodem uit matig fijn zand. In het centrale perceel is een zandbodem met een kleidek van 35 cm aanwezig. In de geulen ligt een veenlaag aan de oppervlakte met hieronder een kleilaag. In de ondergrond is op alle drie de locaties met diepe filters voornamelijk matig grof zand aangetroffen. Nabij de einddiepte van de boringen is dit zand bovendien zwak grindig. Ter plaatse van B22C1392 bestaat de diepst aangeboorde laag (op -2,5 tot -3,0 mNAP) zelfs uit zeer grof en sterk grindig zand

In de afgesneden meander is een dikke organisch sliblaag aanwezig met hieronder een zandbodem. Deze zandbodem vormt het bodemniveau van de natuurlijke rivier van voor de kanalisatie in 1907 en ligt op 2,8 mNAP. In de huidige situatie ligt de bodem van de Vecht ter hoogte van het Arriër Koeland op circa 0,5 mNAP. Dit betekent dat de huidige loop circa 2,3 meter dieper is dan de natuurlijke loop van rond 1900. Vanwege de stuwing van de rivier wil dit niet zeggen dat ook het afvoerniveau in dezelfde mate is gedaald. Indien aangenomen wordt dat in de natuurlijke rivierloop het waterpeil (althans in de winter) aan / nabij het maaiveldniveau van de schraallanden lag, dan kan uit vergelijking met dwarsprofiel D-D' worden afgeleid dat het peil van de Vecht nu circa 1 meter lager is dan in de natuurlijke situatie van rond 1900.

Bij de afvoerpiek van begin januari 2018 loopt de waterstand in de oostelijke schraallanden op tot circa 4,75 mNAP (zie grafieken AK8, B22C1391 en B22C1392). Dit betekent dat de schraallanden toen geïnundeerd waren. Ook de oostelijke schraallanden overstromen bij afvoerpieken met Vechtstand < 5,0 mNAP echter niet rechtstreeks vanuit de Vecht, maar via de afgesneden meander rond het Arriër Koeland. Vanwege de tegendruk van het gebiedseigen water dat via de afgesneden meander afstroomt kan het Vechtwater zelf de schraallanden dan waarschijnlijk niet bereiken. Het overstromingswater betreft dan dus terugstromend gebiedseigen water. Slechts incidenteel (bij pieken met een Vechtstand > 5,0 mNAP) overstromen de schraallanden wel rechtstreeks.

Vanaf de hogere zandgronden (waar peilbuis B22C1390 staat en boring Bo30 is uitgevoerd) wordt het Vechtdal gevoed met grondwater en onder invloed hiervan treedt (ondanks de drainerende werking van de Vecht) in het geulenstelsel en de afgesneden meander lichte kwel op. Zo is ter plaatse van B22C1392 op 18-3-2019 een overdruk van 11 cm gemeten van het ondiepe filter 1 ten opzichte van de oppervlaktewaterstand in de geul. Het diepe filter 2 had op 18-3-2019 slechts een overdruk van 1 cm ten opzichte van het ondiep filter. De relatief sterke overdruk nabij de oppervlakte wordt veroorzaakt door de weerstandsbiedende werking van de keilaag. Omdat tussen filter 1 en 2 praktisch geen weerstand aanwezig is, is de grondwaterstand van filter 1 vrijwel gelijk aan die van filter 2. De kwelsituatie die hier aanwezig is, is overigens niet af te leiden uit de beschikbare meetreeksen van de peilbuisreeksen. Dit komt in de eerste plaats doordat de oppervlaktewaterstandsverloop hier niet wordt waargenomen. In de tweede plaats zijn er kleine onjuistheden in de referentiehoogten van de peilbuizen geconstateerd, waardoor het in de niet gecorrigeerde grafiek lijkt alsof hier (vanaf filter 1 naar filter 2) infiltratie optreedt. Maar zelfs als hiervoor wordt gecorrigeerd, dan lijkt vanaf begin 2018 toch infiltratie op te treden. Dit wijst erop dat er (dan) ook een kleine afwijking is vanwege de automatische registratie met dataloggers.

Heischraal grasland / blauwgrasland met peilbuis B22C1391

Ter plaatse van B22C1391 heeft het ondiepe grondwater (filter 1) permanent een lichte overdruk ten opzichte van het diepere grondwater (filter 2). Ook op 18-3-2019 is een lichte overdruk (van 2 cm) gemeten van het ondiepe filter ten opzichte van het diepe filter. Dit wijst erop dat hier infiltratie optreedt. In combinatie hiermee is er ook een verhang in grondwaterspiegel aanwezig in noordwestelijke richting, naar de geulen en de afgesneden meander. Dit betekent dat hier ook een ondiepe, laterale grondwaterstroming optreedt. Onder invloed hiervan is langs de zuidoostrand van het schraalland een zone Gagelstruweel aanwezig. In samenhang met de laterale grondwatervoeding vanaf de hogere zandgronden en ondanks het optreden van infiltratie is ook hier sprake van een gedempt grondwaterstandsverloop (GHG 10 cm -mv, GVG 23 cm -mv en GLG 52 cm -mv). Er is zodoende geen GXG-doelgat voor het habitattype H6230 Heischrale graslanden / vegetatietype Associatie van Klokjesgentiaan en Borstelgras (zie figuur 3.4, figuur 3.5 en tabel 3.5).

Uit de resultaten van het hydro- en bodemchemisch onderzoek nabij peilbuis B22C1391 (= B-WARE locatie 261) volgt dat de toplaag van de bodem ijzerhoudend en zwak calciumhoudend is (Fe-t = 105 mmol/l, Ca-t = 10 mmol/l en Ca-z = 7900 µmol/l). De toplaag is beperkt fosfaatrijk (Olsen-P = 980 µmol/l). Onder invloed van de (zwak) zure en niet al te voedselrijke omstandigheden is hier een zuur blauwgrasland / vochtig heischraal grasland aanwezig, met hierin vooral soorten als Blauwe zegge, Sterzegge, Zwarte zegge, Veldrus en Moerasviooltje. In de vegetatie zijn echter ook Bergnachtorchis en Grote pimpernel aanwezig en deze soorten wijzen een basenrijker verleden.

Aangezien niet alleen het ondiepe maar ook het diepe bemonsterde grondwater van B22C1391 slechts zeer zwak gebufferd is (ondiepe filter: alkaliniteit = 0,1 meq/l en diepe filter alkaliniteit = 0,3 meq/l) is het onwaarschijnlijk dat de basenrijkere omstandigheden hier in de vroegere situatie aanwezig waren tot stand kwamen onder invloed van voeding met gebufferd kwelwater. Bovendien ligt dit schraalland op een plek waar ook in het verleden (toen de Vecht nog als natuurlijke rivier aanwezig was) waarschijnlijk geen duidelijke kwel optrad. In het verleden kon wel buffering van de bodem plaatsvinden door de frequente overstroming met sterk gebufferd Vechtwater. Dus de verzuring van de vegetatie hangt waarschijnlijk vooral samen met de afname van de overstromingsinvloed van de Vecht door de verdieping en de verplaatsing van de rivierloop. In combinatie hiermee heeft waarschijnlijk ook (verdere) verzuring plaatsgevonden als gevolg van verzuring van het lateraal toestromende grondwater vanuit het voedingsgebied, vanwege een verhoogde depositie van verzurende stoffen vanuit de lucht. De invang hiervan is door de verbossing van het intrekgebied ook versterkt. Ondanks de verzuring en dankzij de vrij

schrale bodem hebben Bergnachtorchis en Grote pimpernel zich hier als relicten vanuit een meer basenrijk verleden (nog) weten te handhaven.

Trilveen met peilbuis B22C1392

Onder invloed van de kwel zijn ter plaatse van B22C1392 zeer natte omstandigheden aanwezig. Op basis van de meetreeks van het ondiepe filter van peilbuis B22C1392 (ofwel filter 1) ligt GHG op 30 cm boven maaiveld, ligt GVG 18 cm boven maaiveld en ligt de GLG slechts 8 cm beneden maaiveld. Uit de al eerder beschreven resultaten van het veldonderzoek volgt echter dat ter plaatse peilbuis B22C1392 niet alleen de stijghoogte van het diepe filter (ofwel filter 2) maar ook de grondwaterstand zoals gemeten in het ondiepe filter (ofwel filter 1) op een hoger niveau ligt dan de oppervlaktewaterstand zoals gemeten naast de peilbuis, terwijl het verloop van de oppervlaktewaterstand hier (in ieder geval in de perioden dat het de waterstand boven maaiveld ligt) bepalend is voor het ecohydrologisch functioneren. Op het moment van de uitvoering van de veldmetingen (18-3-2019) bedroeg het peilverschil tussen de oppervlaktewaterstand en de grondwaterstand van het ondiepe filter 11 cm. Dit verschil heeft te maken met de aanwezigheid van een kleilaag aan de oppervlakte en de overdruk van het grondwater onder de kleilaag ten opzichte van het oppervlaktewater. Dus indien hiermee rekening gehouden wordt, dan zijn de omstandigheden hier niet te nat voor trilveen, maar precies goed: er is dus geen GXG-doelgat.

Uit de resultaten van het hydro- en bodemchemisch onderzoek ter plaatse van B22C1392 (= B-WARE locatie 251) volgt dat de toplaag van de bodem hier zeer ijzerrijk en zwak gebufferd is (Ca-t = 13 mmol/l en Ca-z = 8300 µmol/l). Het poriewater heeft wel behoorlijke alkaliniteit (2,0 meq/l) maar een lage calciumconcentratie (371 µmol/l). Zowel het ondiepe als diepe bemonsterde grondwater van B22C1392 is slechts zeer zwak gebufferd (alkaliniteit 0,1 à 0,3 meq/l) en heeft daarbij ook een zeer lage calciumconcentratie (24 à 88 µmol/l). Op grond hiervan volgt dat de buffering op deze locatie tot stand komt door reductie van ijzer(hydr)oxides in de organische toplaag en niet door aanvoer van bufferstoffen vanuit het grondwater, aangezien het grondwater nauwelijks gebufferd is. Verder is de bodem behoorlijk fosfaatrijk (Olsen-P toplaag = 1773 µmol/l). Onder permanent natte condities is het, zeker voor trilvenen, belangrijker dat de labiel-P concentratie in het poriewater laag is (< 1 µmol/l) om verruiging te voorkomen. Deze is met 1,3 µmol/l beperkt te hoog.

Dankzij de zeer natte en zwak gebufferde omstandigheden en het maaibeheer is aan de rand van de geul het habitattype H7140A Trilvenen aanwezig. Het betreft hierbij het Type van Zompzegge en Draadrus, Vorm met Draadrus. Soorten die in deze vegetatie voorkomen betreffen behalve Draadrus en Zompzegge onder andere Waterdrieblad, Wateraardbei en Lange ereprijs. Tegelijk wijzen de hoge bedekkingen van Moerasstruisgras en Sparrig veenmos op matige ontwikkeling van het trilveen. Hieraan is waarschijnlijk vooral de te hoge fosfaatconcentratie debet. Door B-WARE is aangegeven dat voor een goede ontwikkelde trilveenvegetatie ook de calciumconcentratie van het poriewater te laag is.

Dotterbloemhooiland met B-WARE-locatie 252

Ook in het centraal gelegen schraalland (bestaande uit Dotterbloemhooiland met langs de rand hiervan ruigte H6430A Ruigten en zomen met Moerasspirea) is hydro- en bodemchemisch onderzoek uitgevoerd (B-WARE locatie 252). Op de monsterlocatie zelf staat geen peilbuis, maar op 25 meter ten zuidwesten van de locatie bevindt zich peilbuis B22C1393. Hoewel het grasland een productieve indruk maakt, zijn hier wel soorten als Veldrus, Echte koekoeksbloem, Biezeknoppen, Grote ratelaar en Lange ereprijs aanwezig. Bovendien komen met name in dit perceel Bergnachtorchis en Grote pimpernel relatief veel voor.

De monsterlocatie bevindt zich aan de rand van het grasland, nabij de geul met boorpunt Bo27. De toplaag van de bodem is ijzerrijk (Fe-t = 460µmol/l) en matig calciumhoudend (Ca-t = 26 mmol/l en Ca-z 17000 µmol/l). De toplaag is bovendien ook matig voedselrijk (Olsen-P = 1308 µmol/l). Het ondiepe poriewater is zwak gebufferd (alkaliniteit = 0,3 meq/l). Op 75 cm is het poriewater sterker gebufferd (alkaliniteit = 1,1 meq/l). Het grondwater van peilbuis B22C1393 heeft een alkaliniteit van 1,6 meq/l. Deze dieptegradiënt in de mate van buffering geeft aan dat hier wel kwel optreedt, maar dat de kwelinvloed beperkt is, waardoor in de toplaag bijmenging met neerslagwater plaatsvindt. Mogelijk verdwijnt in de loop van de zomer onder invloed van de verdamping de neerslaginvloed, waardoor het gebufferde grondwater dan wel tot in de toplaag kan doordringen. De matige ontwikkeling van het schraalland lijkt vooral te worden veroorzaakt door de te hoge fosfaatconcentratie van de bodem.

Vochtig alluviaal bos met peilbuis B22C1393

De overdruk van de oppervlaktewaterstand in de afgesneden meander ten opzichte van de grondwaterstand gemeten in peilbuis B22C1393 bedroeg op 18-3-2019 12 cm. Ter plaatse van de peilbuis zelf is echter geen overdruk gemeten: de oppervlaktewaterstand is op 18-3-2019 exact gelijk aan de grondwaterstand. De kwel wordt hier enigszins onderdrukt door de drainerende werking van de afgesneden meander en de aanwezigheid van de wal tussen de geul met de peilbuis en de afgesneden meander, waardoor de afvoer van water vanuit de geul naar de afgesneden meander wordt geblokkeerd en hier het peil dus net iets (12 cm op 18-3-2019) hoger is dan in de afgesneden meander. Aangenomen mag worden dat dit meer in zijn algemeenheid geldt voor het winterhalfjaar. Onder invloed van het verdampings-overschot en de geringe bergingscoëfficiënt van de veenbodem ten opzichte van het open water in de afgesneden meander zakt in de loop van het zomerhalfjaar op een gegeven moment de grondwaterstand ter plaatse van B22C1393 ten opzichte van NAP dieper weg dan in de meander. Zodoende treedt in het zomerhalfjaar wel voeding met kwelwater op. Onder invloed van de kwel zijn ook hier het gehele jaar door zeer natte omstandigheden aanwezig (GHG = 27 cm +mv, GVG = 14 cm +mv en GLG = 6 cm -mv). Er is dus geen GXG-doelgat (zie figuur 3.4, figuur 3.5 en tabel 3.5).

Uit de resultaten van het hydro- en bodemchemisch onderzoek ter plaatse van B22C1393 (= B-WARE locatie 259) volgt dat de venige toplaag van de bodem matig calciumhoudend (Ca-t 30-34 mmol/l en Ca-z = 12000 µmol/l) en fosfaatarm (Olsen-P = 252-578 µmol/l) is. De ammoniumconcentraties zijn zeer hoog (> 500 µmol/l). Het poriewater is zeer ijzerrijk, rijk aan ammonium en sulfaatarm. Dit duidt op reductieprocessen waarbij driewaardig ijzer wordt gereduceerd tot goed oplosbaar tweewaardig ijzer en sulfaat wordt gereduceerd tot sulfide. Bij afbraak van organisch materiaal kan ammonium vrijkomen. Zowel het ondiepe als diepe poriewater is matig gebufferd (alkaliniteit van 2 à 2,1 meq/l) en dat geldt ook voor het grondwater van B22C1393 (alkaliniteit = 1,6 meq/l). De sterkere mate van buffering van het poriewater ten opzichte van het grondwater kan worden verklaard door de periodieke overstroming met sterker gebufferd water vanuit de afgesneden meander (= monsterpunt OW105: alkaliniteit 2,4 meq/l). In relatie tot de natte en gebufferde omstandigheden is hier een redelijk goed ontwikkeld Elzenbroekbos aanwezig, met in de kruidlaag Bosbies, maar (vanwege de hoge ammoniumconcentratie) ook veel Liesgras.

4.3.4 Ecohydrologisch dwarsprofiel D-D'
(zie figuur 4.5)

De raai van dwarsprofiel D-D' loopt vanaf het noordwestelijke deel van het Arriër Koeland, via het benedenstroomse uiteinde van de afgesneden meander naar de Vecht. In de afgesneden meander is het habitattype H91E0C Vochtige alluviale bossen aanwezig. In het profiel is ook een geul opgenomen van het vertakte geulenstelsel in het noordwesten van het Arriër Koeland. In deze geul is echter geen habitattype aanwezig.

In de geul is aan de oppervlakte een kleilaag aangetroffen. In het centrale deel van de geul (Bo13) is de kleilaag 120 cm dik. Peilbuis B22C1395 staat aan de rand van de geul, en hier is de kleilaag 40 cm dik. Ter plaatse van peilbuis B22C1396, die in de oeverzone van de afgesneden meander staat, en waar (een rompgemeenschap van) Elzenbroekbos aanwezig is, is een humeuze zandbodem aanwezig. Bij de ondiepe boringen buiten de geulen en de afgesneden meander is vooral matig fijn zand aangetroffen. Uit de boorbeschrijving van het diepe filter van B22C1395 volgt dat hier op een diepte van 2 tot 3 m -mv een laag zeer grof zand aanwezig is met hieronder tot op de einddiepte van de boring matig grof zand. Ter plaatse van B22C1394 is vanaf 6,2 tot 7,2 m -mv een laag sterk siltig, zeer fijn zand aanwezig, met zowel hieronder als hierboven voornamelijk matig grof zand.

In de afgesneden meander is een veenlaag van 40 cm aanwezig met hieronder een kleilaagje van 5 cm. Deze zone is vooral begroeid met Wilgenstruweel. Hierin ligt een loopje waarlangs de afwatering van de afgesneden meander naar de Vecht plaatsvindt. Zelfs op 26-10-2018 (tijdens het oriënterende veldbezoek met de projectgroep) vond hier oppervlakkige afvoer plaats, terwijl de (grond)waterstanden zich toen na afloop van de extreem droge zomer van 2018 nog altijd op een extreem laag niveau bevonden. Dit betekent dat hier dus altijd, dus ook onder GLG-omstandigheden afvoer optreedt. Dus de afgesneden meander wordt het gehele jaar door in sterke mate gevoed met kwelwater.

In dit deelgebied heeft niet alleen de Vecht maar ook de afgesneden meander een sterk drainerende werking op het grondwater. Alleen bij hoge Vechtstanden lopen de grondwaterstanden hier kortstondig hoog op (B22C1396: GHG = 12 cm -mv en B1395: GHG = 6 cm +mv). Er stroomt dan ook Vechtwater de afgesneden meander en de geulen in. Al in de loop van het voorjaar zakken de grondwaterstanden snel weg (B22C1396: GVG = 50 cm -mv en B22C1395: GVG = 26 cm -mv). In de zomer zakken de grondwaterstanden nog verder weg (B22C1396: GLG = 77 cm -mv en B22C1395: GLG = 52 cm -mv). Er zijn zodoende grote GXG-doelgaten voor het Elzenbroekbos ter plaatse van peilbuis B22C1396: het GVG-doelgat bedraagt 38 cm en het GLG-doelgat bedraagt 27 cm (zie figuur 3.4, figuur 3.5 en tabel 3.5). Als gevolg van de sterk drainerende werking van de Vecht en de afgesneden meander treedt hier ook (praktisch) geen kwel op naar de geul en ook niet naar de zone met Elzenbroekbos aan de oever van de afgesneden meander.

Uit de resultaten van het hydro- en bodemchemisch onderzoek ter plaatse van B22C1396 (= B-WARE locatie 300) volgt dat zowel het diepe poriewater als het grondwater van B22C1396 behoorlijk gebufferd is (alkaliniteit = 2 à 3 mmol/l). Vanwege het ontbreken van grondwatervoeding van de toplaag is het ondiep poriewater slechts zwak gebufferd (alkaliniteit = 0,8 meq/l). Dankzij de periodieke overstroming met Vechtwater is de toplaag van de bodem wel calciumrijk is (Ca-t = 117 mmol/l). Als gevolg van de verdroging treedt oxidatie op van de sterk humeuze bodem waardoor veel nutriënten vrijkomen (Olsen-P =1718 µmol/l, nitraat zoutextract bodem = 487 µmol/l en nitraat poriewater = 889 µmol/l). Als gevolg van de eutrofiëring, en met name de nitraatrijke omstandigheden, is een zeer ruige ondergroei aanwezig met een sterke dominantie van Grote brandnetel.

4.3.5 Ecohydrologisch dwarsprofiel E-E'
(zie figuur 4.6)

De raai van dwarsprofiel E-E' loopt vanaf de hoge zandgronden (waar peilbuis B22C1397 staat) via heterogene afwisseling van ruggen en geulen in het Vechtdal (met onder andere Bo2, B22C1398 en Bo8) naar de Vecht. In het geulenstelsel is het habitattype H91E0C Vochtige alluviale bossen aanwezig.

In de diepste geul die in het dwarsprofiel is opgenomen is een dikke veenlaag aangetroffen, met hierin een dun kleilaagje. Elders in het profiel is in de geulen een humeuze zandbodem aanwezig (met hierin soms een dun kleilaagje). Het betreft hierbij veelal matig fijn zand. Uit de boorbeschrijvingen van de diepe filters van peilbuizen B22C1397 en B22C1398 volgt in de ondergrond vanaf een diepte van circa 4 m -mv voornamelijk matig grof zand aanwezig is.

Ook in dit deelgebied wordt het grondwater in sterke mate gedraineerd door zowel de Vecht als het benedenstroomse deel van de afgesneden meander (die echter buiten het dwarsprofiel valt). Tot aan drempel Dr2 is in de afgesneden meander namelijk een laag afvoerniveau aanwezig (zie figuur 4.1). Vanwege dit gecombineerde effect liggen de grondwaterstanden in de meeste geulen zelfs in de winter onder maaiveld en zakken ze in de zomer tot ver beneden maaiveld weg. Temeer omdat peilbuis B22C1398 niet in een diepe geul staat, maar aan de rand van een ondiepe laagte (zie dwarsprofiel en hoogtekaart, figuur 2.6 of figuur 4.1), liggen de GXG's ter plaatse van de peilbuis zeer ver onder maaiveld: de GHG ligt maar liefst op 65 cm -mv, de GVG op 91 cm -mv en de GLG op 134 cm -mv. Er zijn zodoende ter plaatse van peilbuis B22C1398 zeer grote GXG-doelgaten voor het hier aanwezige Elzenbroekbos: het GVG-doelgat bedraagt 79 cm en het GLG-doelgat bedraagt 84 cm (zie figuur 3.4, figuur 3.5 en tabel 3.5).

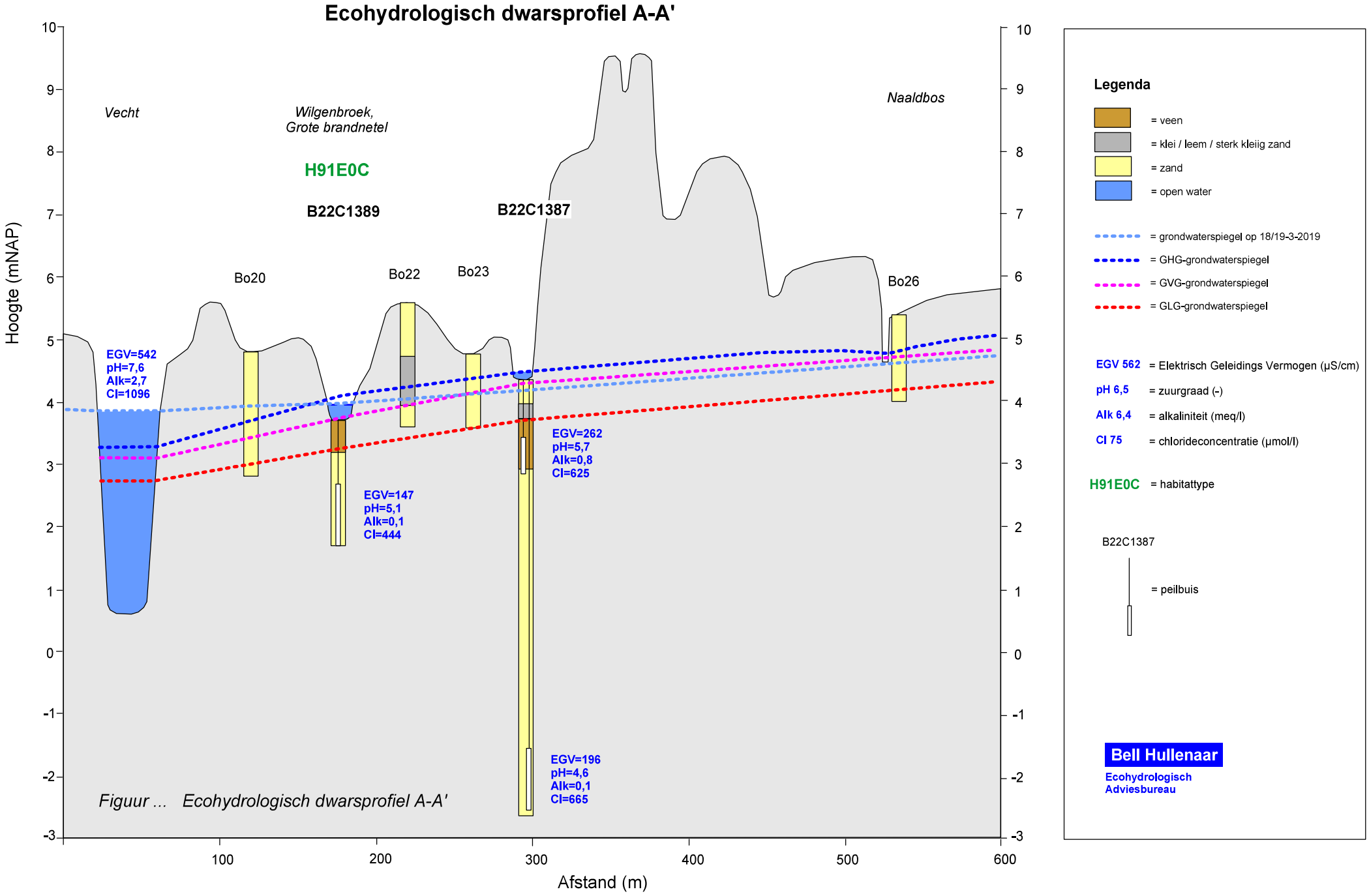
Onder deze omstandigheden kan (met uitzondering van de diepste geul) uiteraard ook geen voeding van de geulen met kwelwater plaatsvinden. De sterke verdroging wordt hier overigens niet alleen veroorzaakt door de sterk drainerende werking van de Vecht (die wel is in het dwarsprofiel is te zien) maar ook door het sterk drainerende benedenstroomse deel van de afgesneden meander (die niet in het dwarsprofiel is te zien, maar wel volgt uit de inmeting van het oppervlaktewatersysteem en de grondwatermodellering).

Peilbuis B22C1398 staat weliswaar niet in een diepe geul, maar wel in een zone waar in de boomlaag voornamelijk Zwarte els aanwezig is. Zwarte els is in zijn algemeenheid op grote schaal in het geulenstelsel aanwezig. Dit duidt erop dat het geulenstelsel in het verleden veel natter was en bovendien gevoed werd met basenrijk grond- en/of oppervlaktewater. Opvallend is dat de bosontwikkeling in dit deelgebied pas vanaf de jaren 1930 is opgetreden (daarvoor was grasland aanwezig: zie historische kaarten figuur 2.2). Dit wijst erop dat de sterke verdroging pas ruim na de kanalisatie van 1907 is opgetreden, wellicht als gevolg van terugschrijdende erosie in de afgesneden meander, waardoor in het benedenstroomse deel hiervan ook het loopje gevormd zou kunnen zijn.

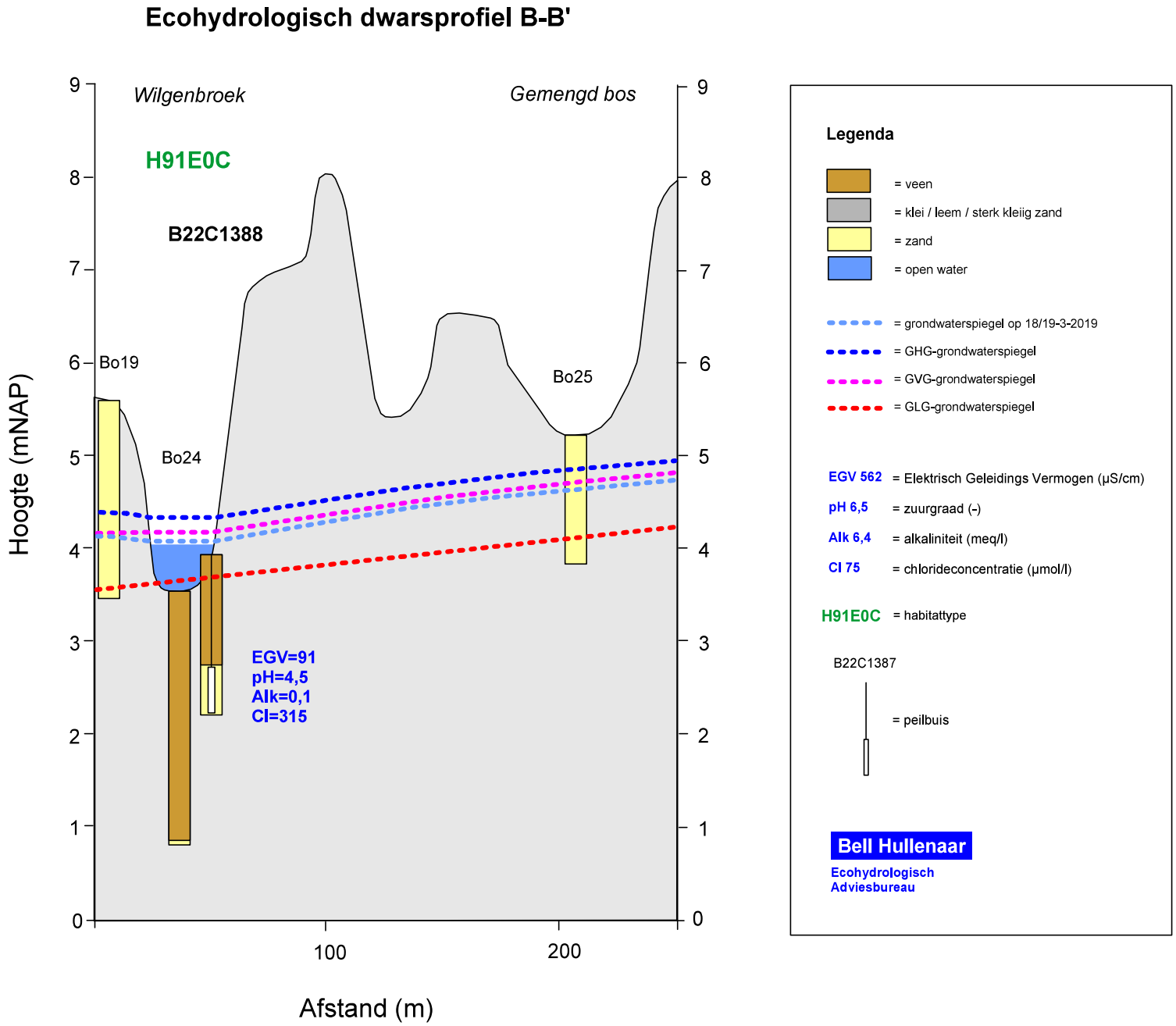
In de huidige situatie loopt alleen bij afvoerpieken in de Vecht de grondwaterstand in dit deelgebied kortstondig hoog op (zie grafiek). Bij afvoerpieken waarbij de waterstand in de Vecht oploopt tot hoger dan 4,5 mNAP overstroomt het geulenstelsel vanuit het noordwesten met Vechtwater. Dit gebeurt gemiddeld 1 à 2 dagen per jaar.

Uit de resultaten van het hydro- en bodemchemisch onderzoek (= B-WARE locatie 265) volgt dat als gevolg van de verdroging oxidatie optreedt van de humeuze bodem, waardoor zowel de fosfaatconcentraties als de nitraatconcentraties zeer hoog zijn (Olsen-P 2541 µmol/l, nitraat zoutextract bodem: 473 µmol/l en nitraat poriewater 677 µmol/l). Terwijl het bemonsterde grondwater van het diepe filter van B22C1398 (met een alkaliniteit van 1,8 meq/l) behoorlijk gebufferd is, is vanwege het ontbreken van grondwatervoeding van de toplaag het poriewater vrijwel niet gebufferd (alkaliniteit = 0,1 meq/l en is het ondiepe

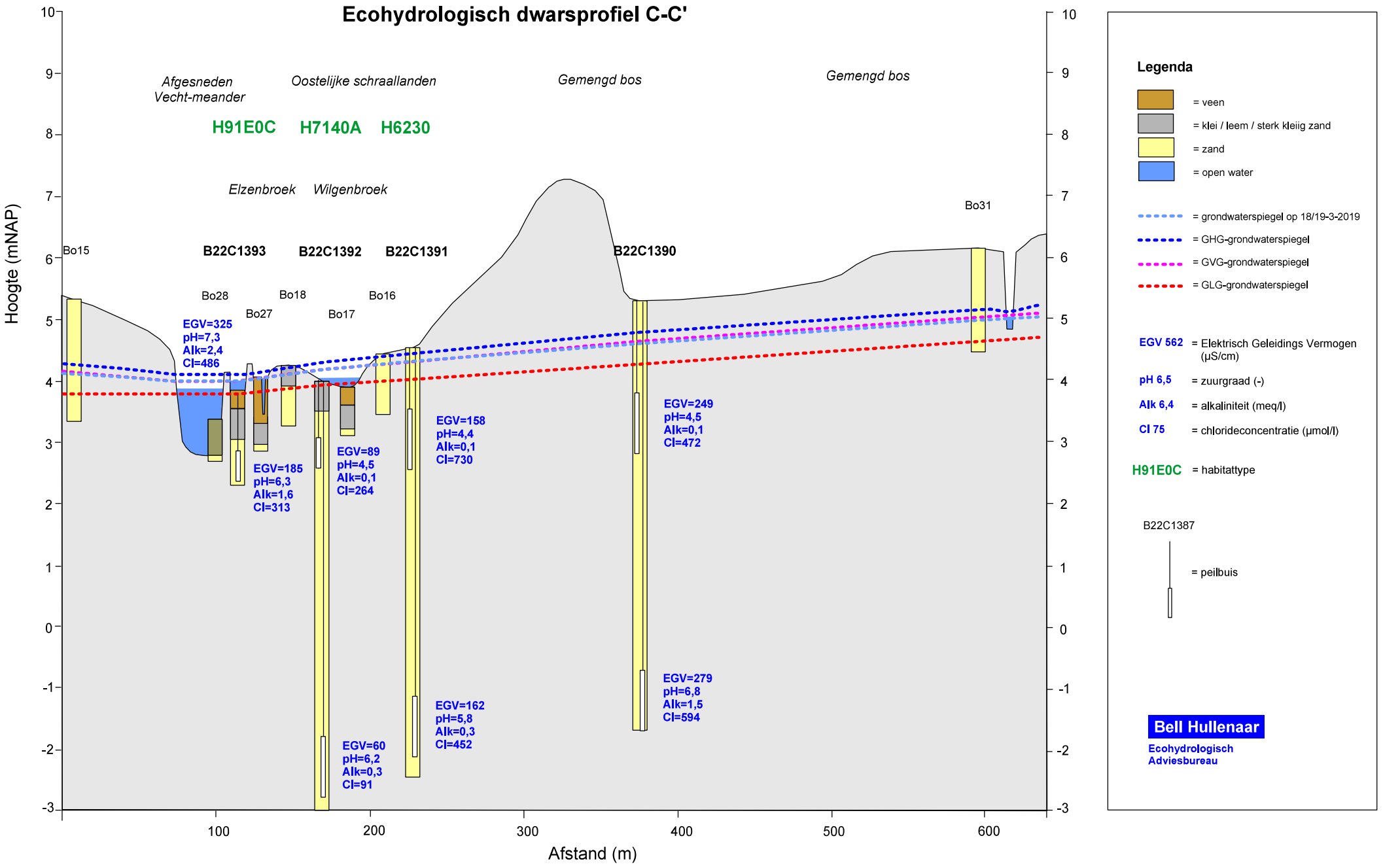
poriewater sterk zuur (pH = 4,5). Onder deze zeer voedselrijke (en zure) omstandigheden is een zeer ruige kruidlaag tot ontwikkeling gekomen waarin vooral Braam domineert en plaatselijk Zwarte bes zich heeft weten te handhaven. Alleen in de diepste geul groeit is de kruidlaag beter ontwikkeld en groeien onder meer soorten als Gele lis en Bosbies.



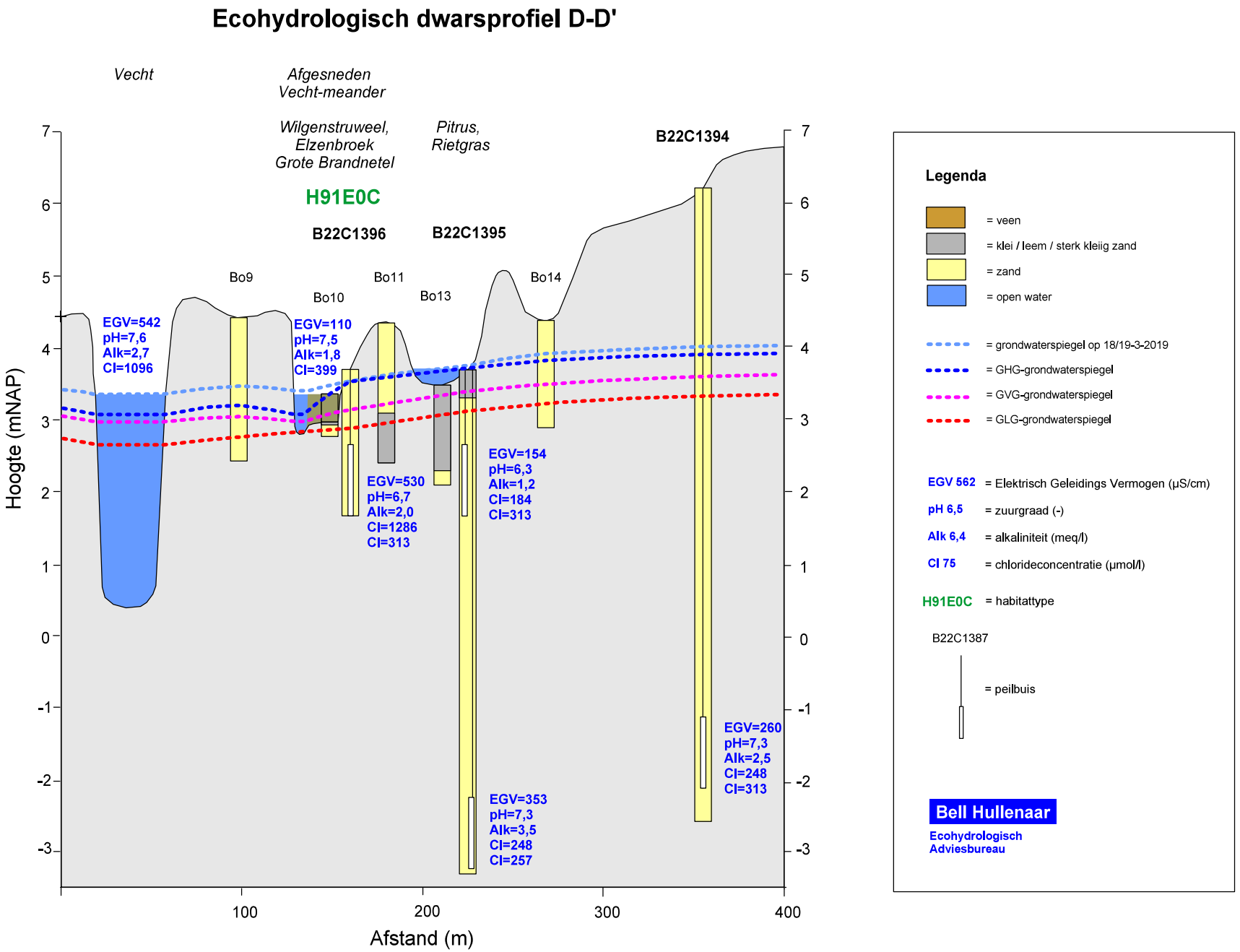
Figuur 4.2 Ecohydrologisch dwarsprofiel A-A'



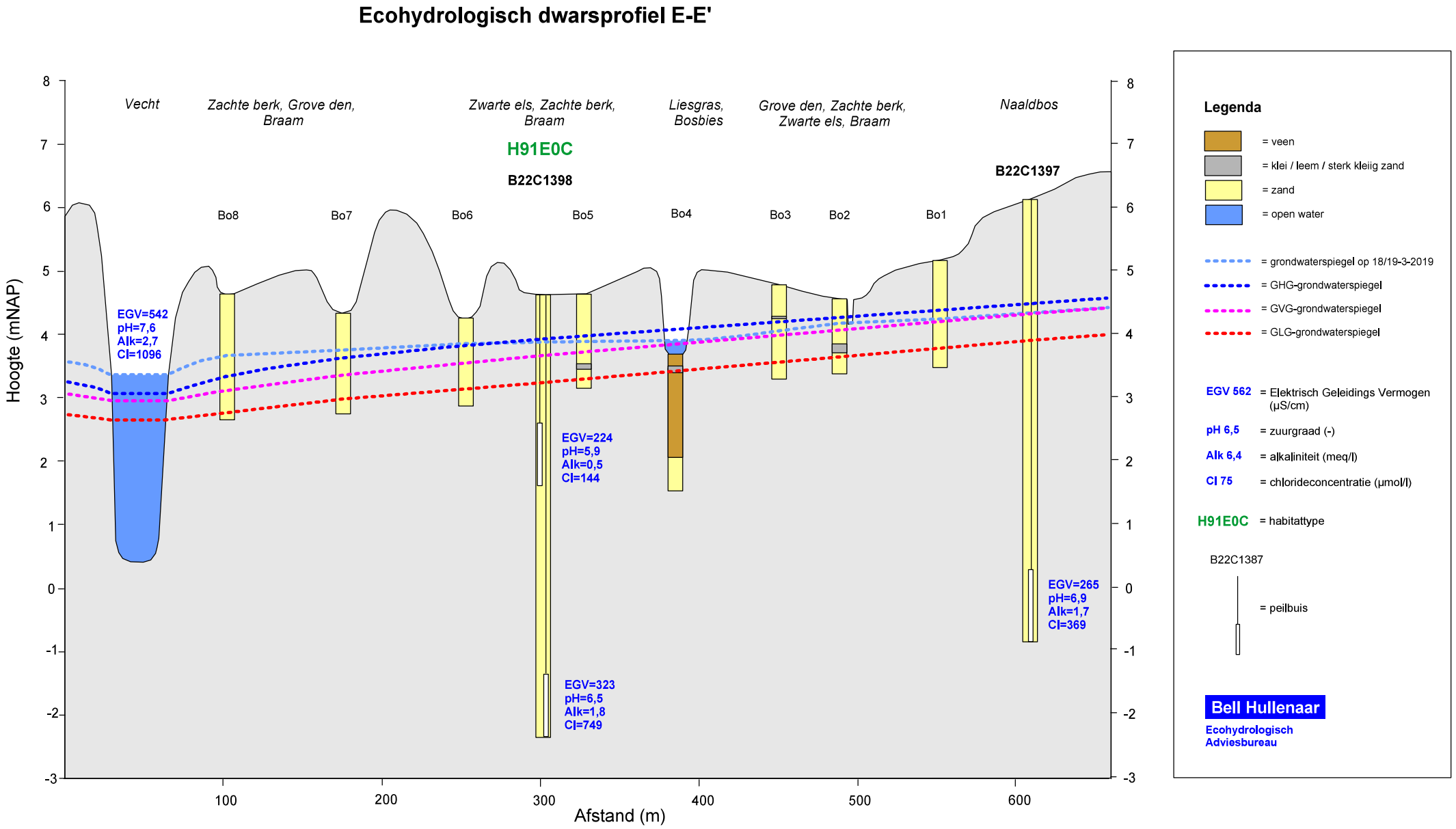
Figuur 4.3 Ecohydrologisch dwarsprofiel B-B'



Figuur 4.4 Ecohydrologisch dwarsprofiel C-C'



Figuur 4.5 Ecohydrologisch dwarsprofiel D-D'



Figuur 4.6 Ecohydrologisch dwarsprofiel E-E'

4.4 Resultaten hydro- en bodemchemisch onderzoek van meetpunten buiten de raaien

Inleiding

In deze paragraaf worden op beknopte wijze de resultaten besproken van het hydro- en bodemchemisch onderzoek dat in de lage delen van het projectgebied van meetpunten buiten de raaien van de ecohydrologische dwarsprofielen heeft plaatsgevonden.

Het betreft hierbij:

- Twee locaties in het middendeel van de afgesneden meander waar bodemchemisch onderzoek is uitgevoerd en ook het porievocht op twee dieptes is bemonsterd.
- Vijf locaties waar bemonstering van het oppervlaktewater heeft plaatsgevonden (Vecht, afgesneden meander en de afvoersloot Buntenvlakte).
- Vijf locaties waar bodemchemisch onderzoek heeft plaatsgevonden voor afleiding van de kansen voor uitbreiding van waardevolle grondwaterafhankelijke natuur.

Voor de resultaten van het bodemchemisch onderzoek voor de stroomdalgraslanden in de hoge delen wordt verwezen naar het rapport van B-WARE in bijlage 4.

Locaties met H91E0C Vochtige alluviale bossen in het middendeel van de afgesneden meander

Om een indruk te krijgen van de hydro- en bodemchemisch toestand in het sterk door kwelwater gevoede middendeel van de afgesneden meander is ook hier op twee locaties hydro- en bodemchemisch uitgevoerd: locatie 269 in het westelijke deel en locatie 270 in het oostelijke deel (voor locaties: zie figuren 3 en 4 van B-WARE rapport in bijlage 4).

Op locatie 269 is de venige toplaag van de bodem ijzerrijk (187-203 µmol/l), matig calciumhoudend (Ca-t 28-43 mmol/l en Ca-z 11.000-16.000 µmol/l) en fosfaatarm (Olsen-P 125-337 µmol/l), maar wel verrijkt met ammomium (402 µmol/l). De buffering van het poriewater op 20 en 75 cm -mv is vergelijkbaar (alkaliniteit = 1,7 à 1,9 meq/l). Dit duidt erop dat er onder invloed van de kwel gebufferd grondwater in de toplaag komt. Onder invloed van de voeding met gebufferd kwelwater is op de meetlocatie zelf Wilgenbroek tot ontwikkeling gekomen en in de omgeving hiervan is goed ontwikkeld Elzenbroekbos aanwezig met veel Bosbies en Zwarte Bes in de ondergroei.

Op locatie 270 is de venige toplaag ijzerrijk (203-240 µmol/l), calciumrijk (Ca-t 65-84 mmol/l en Ca-z 20.000 µmol/l) en fosfaatarm (Olsen-P 350 µmol/l). De buffering van het poriewater op 20 en 75 cm -mv is vergelijkbaar (alkaliniteit 2,0 meq/l). Dit duidt erop dat er ook hier onder invloed van de kwel gebufferd grondwater in de toplaag komt. Onder invloed hiervan is ook op deze meetlocatie Wilgenbroek tot ontwikkeling gekomen en is ten westen hiervan goed ontwikkeld Elzenbroekbos aanwezig met behalve Bosbies en Zwarte bes ook Grote boterbloem en Kleine watereppe.

Oppervlaktewaterkwaliteit van de Vecht, de afgesneden meander en de afvoersloot van de Buntenvlakte

Om een indruk te krijgen van de waterkwaliteit van de Vecht, de afgesneden meander en het afvoerwater van de afvoersloot die vanaf de Buntenvlakte in de afgesneden meander uitmondt is op 5 locaties het oppervlaktewater bemonsterd. De locaties zijn aangegeven op figuren 3 en 4 in het B-WARE rapport (zie bijlage 4).

Locatie ow105 betreft het afvoerwater van het bovenstroomse deel van de afgesneden meander. Onder invloed van de voeding met kwelwater is het oppervlaktewater gebufferd (pH 7,3; alkaliniteit 2,4 meq/l; 1213 µmol/l calcium). Verder is het water arm aan sulfaat (148 µmol/l) en nitraat (1 µmol/l) en relatief P-arm / zeer licht verrijkt met fosfaat (1,0 µmol/l ortho-P en 4,4 µmol/l totaal-P).

Locatie ow104 betreft het afvoerwater van de afvoersloot van de Buntenvlakte, op de plek waar de sloot uitmondt in de afgesneden meander. Dit water is zwak-matig gebufferd (pH 6,6; alkaliniteit 0,7 meq/l; 451 µmol/l calcium), relatief arm aan sulfaat (216 µmol/l) en nitraat (31 µmol/l) en relatief P-arm (0,3 µmol/l ortho-P). Gezien de vrij lage sulfaat- en nutriëntenconcentraties kan op grond van deze resultaten niet worden beweerd dat het water van deze afvoersloot negatieve invloed heeft op de waterkwaliteit van de afgesneden meander.

Locatie ow103 betreft het water dat over de houtdrempel (ofwel drempel Dr2 op de kaart van figuur 4.1) tussen het middendeel en het benedenstroomse deel van de afgesneden meander afstroomt. Onder invloed van de voeding met kwelwater is dit water gebufferd (pH 7,5; alkaliniteit 1,8 meq/l; 947 µmol/l calcium). Het is verder arm aan sulfaat (169 µmol/l) en nitraat (6 µmol/l) en relatief P-arm (0,8 µmol/l ortho-P en 2,6 µmol/l totaal-P).

Locatie ow102 betreft het water dat vanuit het benedenstroomse deel van de afgesneden meander wordt afgevoerd naar de Vecht. De waterkwaliteit van dit monster is vrijwel identiek aan de kwaliteit van monster ow103. De waterkwaliteit van monsters ow102 en 103 heeft ook wel een gelijkenis met dat van monster ow104 (afvoerwater bovenstroomse deel van de afgesneden meander), alleen de mate van buffering van ow104 is sterker. Er is dus (in afvoersituaties) geen gradiënt in de waterkwaliteit van de afgesneden meander aanwezig in relatie tot beïnvloeding door de Vecht. De kwaliteit van het water wordt overal bepaald door de sterke voeding met kwelwater.

Locatie ow101 betreft het water van de Vecht. Dit water is sterk gebufferd (pH 7,6; alkaliniteit 2,7 meq/l; 1678 µmol/l calcium), matig sulfaathoudend (550 µmol/l), nitraatrijk (381 µmol/l) en (op het moment van de bemonstering) matig P-arm (0,9 µmol/l ortho-P en 3,3 µmol/l totaal-P). Vooral de hoge nitraatconcentratie en daarnaast ook de verhoogde sulfaatconcentratie maken de kwaliteit van het bemonsterde Vechtwater slechter dan de kwaliteit van het water in de afgesneden meander.

Dit Vechtwater kan de afgesneden meander bij piekafvoeren instromen. Onder invloed van de afvoer van het gebiedseigen (kwel)water via de afgesneden meander (en opstuwing hiervan) komt het Vechtwater echter ook niet verder dan tot drempel Dr2. Bovendien wordt onder invloed hiervan het Vechtwater na afloop van de afvoerpiek ook weer snel uit het benedenstroomse deel van de afgesneden meander verdrongen: terwijl bij de afvoerpiek van half maart 2019 Vechtwater het benedenstroomse deel instroomde was bij de bemonstering van eind maart 2019 de waterkwaliteit ter plaatse van de monding van de afgesneden meander (ow102) immers alweer gelijk aan de waterkwaliteit verder bovenstrooms (ow103).

Potenties uitbreidingslocaties

Locaties 235 en 260 liggen in het graslandgebied ten noorden van de bestaande schraallanden. Locatie 263 ligt in de de geul in het zuiden van het Arriër Koeland. Locaties 267 en 268 liggen in het geulenstelsel in het noordwesten van het Arriër Koeland (voor locaties: zie figuren 3 en 4 van B-WARE rapport in bijlage 4).

Op alle vijf de bemonsterde plekken is de toplaag van de bodem fosfaatrijk. Vanaf een diepte van vanaf 10 à 30 cm -mv is de bodem veelal (matig) fosfaatarm. De mate van buffering van de bodem loopt uiteen van zwak tot sterk. Door middel van het afgraven van de toplaag over een diepte van 10 à 30 cm en het vervolgens voeren van een beheer van maaien en afvoeren kunnen (afhankelijk van de mate van buffering van de bodem) de omstandigheden vanuit bodemchemisch oogpunt geschikt gemaakt worden voor de ontwikkeling van Heischraal grasland, Blauwgrasland of Dotterbloemhooiland.

5 Synthese en conclusies

Het projectgebied Arriër Koeland - Boerenmars ligt aan de zuidzijde van de Overijsselse Vecht. Tot aan begin van de 20e eeuw was de Vecht nog als natuurlijke, meanderende rivier aanwezig. In samenhang met de natuurlijke verplaatsing van de meanderende rivier onder invloed van erosie- en sedimentatieprocessen kwamen in het Vechtdal (en zo ook in het projectgebied) kronkelwaarden tot stand, met het hierbij kenmerkende patroon van ruggen en geulen. Ten zuiden van het projectgebied ligt een omvangrijk en relatief hoog gelegen stuifzand- en dekzandgebied. In het Vechtdal liggen hoofdzakelijk beekeerd-gronden en ter plaatse van het stuif- en dekzandgebied zijn vooral duinvaag- en vlakvaaggronden aanwezig.

De praktisch ondoorlatende basis van het gebied ligt op -120 mNAP. Hierboven kan de geohydrologische opbouw van het projectgebied geschematiseerd worden tot een dun (ondiep / freatisch) eerste watervoerend pakket van ruim 10 meter en een dik (diep) tweede watervoerend pakket van ruim 100 meter, met hier tussen een weerstandsbiedende laag. De weerstandsbiedende laag wordt gevormd door een kleilaag van het Laagpakket van Zutphen en heeft een beperkte weerstand. In de wijdere omgeving vormt de dieper gelegen Klei van Gieten (ofwel keileem van de Formatie van Drente) een tweede scheidende laag, maar deze laag lijkt in het projectgebied geen rol (van betekenis) te spelen. Verder zijn in de geulen van het projectgebied op lokale schaal veen- en kleilagen afgezet.

Via de watervoerende pakketten wordt het Vechtdal zowel vanuit het zuiden als het noorden gevoed met grondwater. Het ten zuiden van de Vecht gelegen projectgebied wordt voornamelijk gevoed vanuit het hoger gelegen stuifzand- en dekzandgebied aan de zuidzijde (= bosgebied boswachterij Ommen).

Niet alleen door aanleg van sloten maar ook door grootschalige bebossing (voornamelijk met naaldbos) is de grondwateraanvoer vanuit het voedingsgebied naar het projectgebied afgenomen. Vanwege het grotere verdampingsverlies van bos (en met name naaldbos) ten opzichte van heide is door de bebossing de grondwateraanvulling in het voedingsgebied namelijk gereduceerd.

In het begin van de 20e eeuw is de Vecht gekanaliseerd. Daarbij zijn meanders afgesneden en vervangen voor een diepe, brede en gestroomlijnde loop. Als onderdeel van de kanalisatie zijn ook stuwen aangebracht. Ondanks de stuwing is het afvoerniveau van de gekanaliseerde rivier veel lager dan het afvoerniveau van de voormalige natuurlijke rivier.

In het projectgebied is rond het Arriër Koeland een afgesneden meander aanwezig. De afgesneden meander vormt nu de afvoer van een groot deel van het lokale oppervlaktewatersysteem: langs deze weg watert niet alleen het geulenstelsel van de oostelijke schraallanden en de zuidwestelijke geul van deelgebied Boerenmars af, maar ook een aantal afvoersloten van de hogere zandgronden.

De diepe Vecht heeft een sterk drainerende werking op het grondwater. Dit levert niet alleen een verlaging van de grondwaterstand op maar ook een versterkte afvang van kwelwater. Vanwege de beperkte weerstand van de enige weerstandsbiedende laag werkt het effect ook door in het diepe watervoerende pakket en zodoende is er ook tot in de wijde omgeving een effect.

Ook is door de verdieping van de rivierloop de overstromingsinvloed van de Vecht afgenomen waardoor de aanvoer van basen is afgenomen. Bovendien overstroomt het gebied door de verplaatsing van de loop nu bij het optreden van kleine afvoerpieken vooral met matig gebufferd gebiedseigen water dat via de afgesneden meander afstroomt, in plaats van rechtstreeks met sterk gebufferd Vechtwater. Dus niet alleen door de verdieping maar ook door de verplaatsing van de Vecht is de overstroming van het projectgebied met sterk gebufferd Vechtwater afgenomen.

Ondanks de sterk drainerende werking van de Vecht en de verminderde grondwateraanvoer vanuit het voedingsgebied treedt in sommige delen van het projectgebied wel kwel op. De sterkste kwel treedt op naar het gedeelte van de afgesneden meander dat de hogere zandgronden aansnijdt, ofwel het middendeel van de afgesneden meander. Ook naar het benedenstroomse deel van de afgesneden meander, het bovenstroomse deel van de afgesneden meander en het hierop aansluitende geulenstelsel van de oostelijke schraallanden treedt kwel op.

Vochtige alluviale bossen in de afgesneden meander en de geulen

Het kwelwater waarmee de afgesneden meander wordt gevoed is (met een alkaliniteit die uiteenloopt van 1,7 tot 2,0 meq/l) matig gebufferd. De buffering van het kwelwater is waarschijnlijk te danken aan aanrijking van het grondwater vanuit (het bovenste deel van) de kalkhoudende zanden van de Formatie van Kreftenheye, die zich hier (volgens Regis II) vanaf een diepte van -1 mNAP bevinden, ofwel vanaf circa 5 meter onder de oppervlaktewaterwaterspiegel van de afgesneden meander in een afvoersituatie. Met bijplaatsing van een diepe peilbuis aan de oever van de afgesneden meander kan dit worden aangetoond. Hiertoe zou een diep filter kunnen worden bijgeplaatst bij de ondiepe peilbuis B22C1393 of (nog beter) een nieuwe peilbuislocatie ingericht kunnen worden langs het middendeel van de afgesneden meander (in de buitenbocht), waar de kwel het sterkst is. Hierbij kan dan het best gelijk ook een ondiep filter kan worden toegevoegd voor het vaststellen van de kweldruk en het monitoren van het (grond)waterstandsverloop in het middendeel van de afgesneden meander (als referentiepunt voor goed ontwikkeld Elzenbroekbos).

Onder invloed van de sterke voeding met het matig gebufferde kwelwater en in relatie tot het hoge peil vanwege de aanwezigheid van een natuurlijke houtdrempel in de loop is met name in het middendeel van de afgesneden meander namelijk een goed ontwikkeld Elzenbroekbos tot ontwikkeling gekomen, met op grote schaal soorten als Bosbies en Zwarte bes in de ondergroei en in het diepste deel van de oude rivierloop ook soorten als Kleine watereppe en Grote boterbloem.

Doordat het benedenstroomse deel van de afgesneden meander via een verbindingsloopje min of meer in open verbinding staat met de Vecht, is hier een laag peil aanwezig, met veelvuldige droogval van de humeuze bodem in de zomer (B22C1396: GVG = 50 cm - mv en GLG = 77 cm -mv) en hiermee gepaard gaande eutrofiëring als gevolg van mineralisatie van de humeuze bodem. Bovendien treedt hier bij piekafvoeren veelvuldig overstroming op met voedselrijk Vechtwater. Vanwege de sterke eutrofiëring is hier een slecht ontwikkeld Elzenbroekbos aanwezig, met vrijwel uitsluitend Grote brandnetel in de kruidlaag.

In de geulen van deelgebied Boerenmars treedt vanwege de korte afstand tot de diepe, sterk drainerende Vecht weinig of geen kwel op. Daar waar de geulen voldoende diep zijn, zijn ondanks de sterk verdrogende werking van de Vecht wel voldoende natte omstandigheden aanwezig voor de aanwezigheid van Elzen- of Wilgenbroekbos. Door de sterke invloed van de Vecht is echter wel sprake van een aanzienlijke (grond)waterstandsdynamiek. Omdat in de noordoostelijke geul de veenbodem in de zomer droog valt treedt hier mineralisatie van het veen op waardoor veel voedingstoffen uit de bodem vrijkomen. Bovendien overstroomt deze geul ook periodiek met voedselrijk Vechtwater. Doordat het Vechtwater sterk gebufferd is, levert dit wel een goede buffering op van de toplaag van de bodem. Vanwege de overmatige voedselrijkdom is ook hier een ondergroei van vrijwel uitsluitend Grote brandnetel aanwezig. De ontwikkeling van de zuidwestelijke geul is in relatie tot de grotere afstand van de sterk drainerende Vecht en het veel minder frequent overstromen met voedselrijk Vechtwater minder slecht. Wel kan voedselrijk water vanuit de bemeste graslanden aan de westzijde de geul instromen. In samenhang hiermee en het ontbreken van een goede voeding met gebufferd kwelwater domineren ook hier algemene soorten van voedselrijke omstandigheden in de ondergroei.

Het geulenstelsel ten westen van het Arriër Koeland is nog sterker verdroogd. De verdroging van dit deelgebied is niet alleen het gevolg van de sterk drainerende werking van de Vecht, maar ook van het sterk drainerende benedenstroomse deel van de afgesneden meander (ofwel het gedeelte dat in verbinding staat met de Vecht). In combinatie hiermee zorgt ook de ontwatering van het graslandperceel aan de zuidwestzijde voor verdroging, aangezien hierdoor de grondwateraanvoer naar het geulenstelsel vanaf deze zijde wordt gereduceerd. Vanwege dit gecombineerde effect ligt de grondwaterstand hier in de meeste geulen zelfs in de winter onder maaiveld en zakt de grondwaterstand in de zomer ook ver beneden maaiveld weg (B22C0576: GVG = 70 cm -mv en GLG = 108 cm -mv; B22C1398: GVG = 91 cm -mv en GLG = 134 cm -mv). Onder deze omstandigheden kan dus ook geen voeding van de geulen optreden met kwelwater. Onder invloed van de sterke verdroging wordt de ondergroei van het alluviale bos hier gedomineerd door Braam. Alleen in de diepste geul zijn de omstandigheden nat genoeg voor soorten als Bosbies en Gele lis.

Oostelijke schraallanden

De oostelijke schraallanden liggen aan de rand van het Vechtdal, dus direct tegen de hogere zandgronden aan, grotendeels ter plaatse van een geulenstelsel dat hier tussen de hogere zandgronden en de afgesneden meander aanwezig is. In dit geulenstelsel is eerst een kleilaag afgezet en later heeft nog verdere opvulling van de geulen plaatsgevonden door veenvorming.

Terwijl het meest zuidoostelijk gelegen schraalland lateraal gevoed wordt door ondiep afstromend grondwater, treedt lager op de helling kwel op. Onder invloed van de laterale aanvoer van het grondwater en de kwel is in de schraallanden een gedempt grondwaterstandsverloop aanwezig, waarbij dus ook in de zomer de grondwaterstanden niet ver beneden maaiveld wegzakken (GLG uiteenlopend van 52 cm -mv ter plaatse van B22C1391 (bovenrand van heischraal grasland / blauwgrasland), via een GLG van 8 cm -mv ter plaatse van B22C1392 (trilveen) naar een GLG van slechts 6 cm -mv ter plaatse van B22C1393 (Vochtig alluviaal bos).

Niet alleen het ondiepe, lateraal afstromende grondwater waarmee het heischraal grasland wordt gevoed, maar ook het grondwater waarmee de zone met H7140A Trilvenen wordt gevoed, is slechts zeer zwak gebufferd (alkaliniteit 0,1 à 0,3 meq/l). Pas lager op de helling, ter plaatse van de afgesneden meander en de hieraan grenzende zone met H91E0C Vochtige alluviale bossen, is het kwelwater wel duidelijk gebufferd (alkaliniteit van rond de 2 meq/l). Omdat de afgesneden meander het laagste afvoerniveau heeft, en hier geen weerstandsbiedende kleilaag aanwezig is, is hier de kwel het sterkst.

Bij kleine afvoerpieken in de Vecht loopt ook het waterpeil in de afgesneden meander op: het gebiedseigen water van de afgesneden meander wordt dan opgestuwd. Met dit (vanwege de sterke voeding door kwelwater) gebufferde oppervlaktewater overstroomt het (geulenstelsel van) de schraallanden. Dus ook op deze wijze vindt buffering van de toplaag van de bodem plaats. Alleen bij hoge afvoerpieken in de Vecht overstromen de schraalgraslanden (uiteindelijk) ook met sterk gebufferd en tevens voedselrijk Vechtwater. Omdat het heischrale grasland relatief hoog ligt, treedt deze overstroming hier minder vaak op. Bovendien is het bufferend vermogen van de bodem hier geringer, omdat hier een zandbodem aanwezig is.

Vanwege de verdieping en verplaatsing van de rivierloop bij de kanalisatie van de Vecht is de overstromingsinvloed (en dus ook de bufferende werking hiervan) in de schraallanden afgenomen. Ondanks de drainerende werking van de diepe gekanaliseerde Vecht is in dit deelgebied nog wel kwel aanwezig. Daar waar onder invloed van deze kwel, al dan niet op indirecte wijze aangevoerd via overstroming met water vanuit de afgesneden meander, voldoende buffering van de bodem optreedt zijn de omstandigheden geschikt gebleven voor gebufferde natuurtypen. Vooral vanwege de vrij hoge mate van fosfaatrijkdom van de

bodem is de vegetatieontwikkeling hier nu matig. De hoge fosfaatrijkdom van de bodem hangt waarschijnlijk vooral samen met de periodieke overstroming met voedselrijk Vechtwater bij hoge afvoerpieken.

Ter plaatse van het zuidoostelijke schraalland is door de afname van de overstromingsinvloed van de Vecht, en het hier ontbreken van aanvoer van gebufferd grondwater, de buffering van de bodem afgenomen. In combinatie hiermee heeft waarschijnlijk ook verzuring plaatsgevonden als gevolg van verzuring van het lateraal toestromende grondwater vanuit het voedingsgebied, vanwege een verhoogde depositie van verzurende stoffen vanuit de lucht. De invang hiervan is door de verbossing van het intrekgebied ook versterkt. Ondanks de verzuring en dankzij de vrij schrale bodem hebben Bergnachtorchis en Grote pimpernel zich hier als relicten vanuit een meer basenrijk verleden (nog) weten te handhaven.

Eindconclusies

De Vecht heeft dus een dominante invloed op het ecohydrologische functioneren van het gebied, niet alleen in relatie tot de overstromingsinvloed, en de hiermee gepaard gaande aanvoer van bufferstoffen en voedingsstoffen, maar ook vanwege het sterke effect op het functioneren van het grondwatersysteem, gezien de sterk drainerende werking ervan op het grondwater, en de hiermee gepaard gaande verdroging en versterkte afvang van kwelwater.

In combinatie hiermee heeft ook de bebossing van het intrekgebied grote invloed: dit levert een reductie op van de grondwateraanvoer naar het projectgebied en veroorzaakt vanwege versterkte invang van verzurende depositie ook verzuring van het grondwater.

In combinatie hiermee heeft ook de aanleg van sloten in het intrekgebied invloed: ook dit veroorzaakt een reductie van de grondwatervoeding. Met name het afvoerstelsel van de Buntenvlakte heeft vanwege de positie en grote diepte van de afvoersloot een sterke invloed. Via deze afvoersloot vindt ook instroming van voedselrijk landbouwwater plaats naar de afgesneden meander.

Ook het benedenstroomse deel van de afgesneden meander heeft vanwege het lage peil (in relatie tot de min of meer open verbinding met de Vecht) een verdrogende werking op het gebied.

6 Maatregelen

6.1 Inleiding

Op basis van de resultaten van de LESA zijn een aantal maatregelen afgeleid waarmee de gesignaleerde knelpunten in het huidig ecohydrologisch functioneren kunnen worden aangepakt en kansen voor uitbreiding van waardevolle grondwaterafhankelijke natuur kunnen worden benut. Deze maatregelen zijn weergegeven op de kaarten van figuur 6.1 (met topografie als ondergrond) en figuur 6.2 (met de hoogteligging als ondergrond). De maatregelen worden in de onderstaande paragrafen toegelicht. De kwantitatieve maatregelen zullen als vervolg op deze LESA door het waterschap met het grondwatermodel worden doorgerekend, op grond waarvan inzichtelijk wordt gemaakt wat de exacte effecten zijn.

6.2 Verbeteringsmogelijkheden op (sub)regionaal niveau

Gezien de dominante invloed van de Vecht op het ecohydrologisch functioneren van het projectgebied is een verregaand systeemherstel alleen mogelijk door aanpak van de sterk drainerende werking van de diepe Vecht. Aanpak hiervan is mogelijk middels het hoger opstuwen van het betreffende riviertraject, door middel van plaatsing van een extra stuw bij Ommen op de plek waar de Vecht het Natura2000-gebied uitstroomt. In combinatie hiermee dient ook de hoge voedselrijkdom van de Vecht op verregaande wijze te worden gereduceerd zodat de eutrofiërende werking van het overstromingswater wordt aangepakt. De gewenste peilverhoging en waterkwaliteits-verbetering zijn op de maatregelenkaart op schematische wijze aangegeven. De gewenste locatie van de stuw bevindt ligt op circa één kilometer ten westen van de westgrens van het projectgebied en valt zodoende buiten de maatregelenkaart.

Door waterschap Vechtstromen is aangegeven dat plaatsing van een extra stuw bij Ommen geen negatieve invloed heeft op de veiligheid. De effecten op landbouw zijn nog niet onderzocht maar hebben in het traject Ommen - Junne naar verwachting over het algemeen waarschijnlijk een beperkt effect omdat hier relatief weinig landbouwgronden aanwezig zijn. Aan de hand van de nog uit te voeren modelberekeningen zal dit aspect nog nader worden onderzocht.

6.3 Verbeteringsmogelijkheden op lokaal niveau

In combinatie met de twee maatregelen op (sub)regionaal niveau zijn voor de instandhouding en kwaliteitsverbetering van de verschillende grondwaterafhankelijke habitattypen, en met name het habitattype H91E0C Vochtige alluviale bossen, ook een aantal lokale maatregelen nodig. Met het alleen uitvoeren van lokale maatregelen zal het grote doelgat voor het habitattype H91E0C Vochtige alluviale bossen in het sterk verdroogde westelijke deel van het projectgebied naar verwachting niet worden gedicht. Dit zal in de vervolgfase op deze LESA door middel van berekeningen met het grondwatermodel nader onderbouwd worden.

Het gaat hierbij om de volgende lokale maatregelen (zie figuur 5.1):

- Peilverhoging afgesneden meander.
- Dempen van sloten in het voedingsgebied.
- Beëindigen van de bemesting in het voedingsgebied.
- Verwijderen van bos in het voedingsgebied.
- Graven van een gat in de wal die een geul blokkeert.
- Ophogen van een grondrug langs de Vecht.

Peilverhoging afgesneden meander

Aanpak van de sterk drainerende werking van het benedenstroomse deel van de afgesneden meander kan worden gerealiseerd door middel van plaatsing van een drijfstuw in de verbindingsloop met de Vecht, waarmee het peil in dit gedeelte in sterke mate verhoogd kan worden (voor huidige en gewenste afvoerniveau: zie maatregelenkaart). Hiermee kan niet alleen een kwaliteitsverbetering van het habitattype H91E0C Vochtige alluviale bossen in (de oeverzone van) het betreffende deel van de afgesneden meander plaatsvinden, maar wordt ook een bijdrage geleverd aan de kwaliteitsverbetering van dit habitattype in het geulenstelsel ten westen van het Arriër Koeland. Tevens levert dit een betere grondwatervoeding op van de geulen in het noordwesten van het Arriër Koeland, waar potenties liggen voor ontwikkeling van Dotterbloemgrasland. Bij het ontwerp van de drijfstuw dient de vispasseerbaarheid een aandachtspunt te zijn.

In combinatie hiermee kan een lichte en geleidelijke peilverhoging in het middendeel en het bovenstroomse deel van de afgesneden meander worden doorgevoerd, om zo de kwel naar de oostelijke schraallanden te stimuleren (voor huidige en gewenste afvoerniveaus: zie maatregelenkaart). Bijkomend voordeel hiervan is verbetering van de grondwater-voeding van de geul in het zuiden van het Arriër Koeland, waar (bij het afgraven van de fosfaatrijke toplaag) eveneens potenties liggen voor ontwikkeling van Dotterbloem-grasland.

De gewenste lichte peilverhogingen kunnen op eenvoudige wijze worden doorgevoerd door middel van het ophogen van de bestaande natuurlijke houtdrempel tussen het middendeel en het benedenstroomse deel van de afgesneden meander (door hier extra stammen aan te brengen) en door de het onderste deel van de duiker tussen het bovenstroomse deel en het middendeel van de afgesneden meander te blokkeren (bijvoorbeeld door het aanbrengen van planken of stammen).

Dempen van sloten in het voedingsgebied

Het gaat hierbij om aanpak van de volgende sloten:

- Dempen van de sloot in het zuidwestelijke graslandperceel.
- Dempen van de verbindingssloot tussen de afgesneden meander en de geul langs het zuidwestelijke graslandperceel.
- Dempen van het slootrestant in het bos ten zuiden van de afgesneden meander.
- Aanpak van de drainerende werking van het ontwateringsstelsel en de afvoersloot van de Buntenvlakte: in ieder geval verondieping van nu kwelwater drainerende benedenstroomse deel van de sloot. Nog beter is verregaande verondieping van of zelfs demping van de sloten in samenhang met aanpassing van het gebruik van de (landbouw)gronden in het gebied waarvoor de sloot een afvoerfunctie heeft. Aangezien demping van de sloten het best is voor het beoogde systeemherstel, is dit als zodanig op de maatregelenkaart aangegeven.
- Dempen van de sloot in het bosgebied De Heetdelle.

Beëindigen van de bemesting van landbouwgronden in het voedingsgebied

Het gaat hierbij om de beëindiging van de bemesting van de volgende landbouwgronden:

- Intensief beheerde graslandgebied van landgoed Junne dat in het voedingsgebied van het geulenstelsel van de Boerenmars ligt.
- Intensief beheerde graslandgebied van Staatsbosbeheer dat in het voedingsgebied van het geulenstelsel ten westen van de afgesneden meander ligt. Hiervoor is het noodzakelijk dat afkoop van de pacht van dit perceel plaatsvindt.
- Mogelijk heeft de bemesting van de landbouwgronden die in de Buntenvlakte liggen een negatieve invloed op de waterkwaliteit van het afvoerwater van de sloot

waarmee dit gebied afwatert op de afgesneden meander. Op basis van de oriënterende bemonstering die in het kader van de LESA is uitgevoerd kon dit echter niet worden aangetoond. Daarom is ten aanzien hiervan nader kwaliteitsonderzoek nodig. Dit onderzoek dient te worden uitgevoerd in het vroege voorjaar, in een periode dat het grondwatersysteem goed op druk is, omdat met name dan een relatief sterke voeding vanuit het landbouwgebied optreedt. Bij demping van het slotenstelsel van de Buntenvlakte zal overigens geen oppervlakkige instroming van water uit het de landbouwgronden naar de afgesneden meander plaatsvinden. Dus wellicht kan met de demping van de sloten ook gelijk het eventuele waterkwaliteitsprobleem worden opgelost.

Verwijderen van bos in het voedingsgebied

Ook het omvormen van bos naar heide of (nog beter) stuifzand in het voedingsgebied is zinvol, niet alleen ten behoeve van de stimulering van de grondwateraanvulling, maar ook voor de reductie van de invang van verzurende depositie. Deze maatregel is met name belangrijk in de zone die direct aan de oostelijke schraallanden grenst, aangezien deze zone het lokale intrekgebied vormt voor het grasland met het habitattype H6230 Heischrale graslanden (grondwaterafhankelijke associatie van Klokjesgentiaan en Borstelgras). De maatregel sluit hier ook goed aan op de wens om de windwerking in het stuifzandgebied te vergroten door het bos aan de westzijde van het stuifzand te verwijderen. Zodoende is voor deze zone het verwijderen van bos specifiek op de maatregelenkaart aangegeven.

Graven van een gat in de wal van de geul met peilbuis B22C1393

Ook is het van belang om (in combinatie met de peilverhoging in de afgesneden meander) een doorgang te maken in de wal tussen de zone met H91E0C Vochtige alluviaal bos met peilbuis B22C1393 en de afgesneden meander, om zo de lichte stagnatie in de oppervlakkige afvoer die hier als gevolg van de aanwezigheid van de wal optreedt weg te nemen en zo de kwel en dus de doorstroming van broekbos te stimuleren.

Uit de resultaten van de LESA volgt dat er in de huidige situatie ook geen goede oppervlakkige afvoer mogelijk is vanuit de geul met habitattype H7140A naar de afgesneden meander. Deze afvoer wordt namelijk geblokkeerd door het toegangspad naar één van de schraallandpercelen. Hier wordt echter afgeraden de oppervlakkige afvoer te verbeteren om zo de kwel naar de geul te stimuleren, aangezien dan een te sterke peildaling zou optreden, waardoor de omstandigheden voor trilveen juist achteruit zouden gaan.

Ophogen van grondrug langs de Vecht

Verder kan worden overwogen de bestaande lage rug langs de Vecht, op de plek waar de geul van de afgesneden meander begint, op te hogen. Met deze maatregel kan worden bewerkstelligd dat bij hoge piekafvoeren de overstroming niet op deze plek, maar aan de benedenstroomse zijde van de afgesneden meander en/of het geulenstelsel ten westen hiervan plaatsvindt. Op deze wijze kan bij een hoge piek het voedselrijke overstromingswater het bovenstroomse deel van de afgesneden meander en de oostelijk hiervan gelegen schraallanden minder gemakkelijk bereiken, temeer omdat zo optimaal gebruik gemaakt wordt van de terug-stuwing van het schone, gebiedseigen water in de afgesneden meander. Bovendien kunnen het benedenstroomse deel van de afgesneden meander en de geulen ten westen hiervan zo fungeren als een afvang voor het voedselrijke slib uit het Vechtwater.

6.4 Uitbreidingsmogelijkheden

Uitbreiding van waardevolle, grondwaterafhankelijke natuur in het projectgebied kan door middel van uitvoering van de volgende maatregelen plaatsvinden:

- Afgraven van de fosfaatrijke toplaag in de geulen en hier instellen van een maaibeheer.
- Afgraven gronddrempel in zuidelijke geul Arriër Koeland.
- Verwijderen bos en struweel en afvlakken geuloevers voor uitbreiding Trilveen.

Afgraven fosfaatrijke toplaag en instellen van maaibeheer in geulen

Vooral in en langs de geulen ten noorden van de bestaande schraallanden en de geulen binnen het Arriër Koeland zijn er mogelijkheden voor uitbreiding van waardevolle grondwaterafhankelijke natuur. Hoewel deze deelgebieden niet in de zone met de sterkste kwel liggen, is hier wel grondwaterinvloed aanwezig en dit resulteert ook in een gedempt grondwaterstandsverloop. Daarbij kan met name in de noordwestelijke geulen van het Arriër Koeland de hydrologische situatie nog aanzienlijke verbeterd worden door middel van het verhogen van het afvoerniveau van het benedenstroomse deel van de afgesneden meander, terwijl het doelgat voor de ontwikkeling van Dotterbloemhooiland hier nu al slechts gering is (peilbuis B22C1395: GVG-doelgat = 1 cm en GLG-doelgat = 12 cm). Ook is van deze maatregel een positief effect te verwachten op de geul in het zuiden van het Arriër Koeland.

Omdat de toplaag van de bodem fosfaatrijk is komen de potenties nu niet tot uiting. Vanaf een diepte van vanaf 10 à 30 cm -mv is de bodem veelal (matig) fosfaatarm. De mate van buffering van de bodem loopt uiteen van zwak tot sterk. Door middel van het afgraven van de toplaag over een diepte van 10 à 30 cm en het vervolgens voeren van een beheer van maaien en afvoeren kunnen de omstandigheden vanuit bodemchemisch oogpunt geschikt gemaakt worden voor de ontwikkeling van Heischraal grasland, Kleine zeggenvegetatie, Blauwgrasland of Dotterbloemhooiland.

Punt van aandacht is wel de aanvoer van voedingsstoffen door het overstromingswater van de Vecht. Door het afgraven van de toplaag worden de betreffende zones in principe gevoeliger voor overstroming. Door het verhogen van het afvoerniveau van het benedenstroomse deel van de Vecht en het plaatsen van een drijfstuw zal de overstromingsinvloed van de geulen op systeemniveau echter afnemen. Dus bij deze inrichting leidt het afgraven van de toplaag niet tot een toename van de overstromingsinvloed. Bovendien is het de bedoeling dat op termijn de voedingsstoffenconcentraties van het Vechtwater gaan afnemen.

Zolang het afgraven van de toplaag beperkt blijft tot de (flanken van de) geulen is deze maatregel ook goed in het systeem inpasbaar en gaat dit niet ten koste van de opbolling van de grondwaterspiegel in de hoger gelegen delen.

Afgraven gronddrempel in zuidelijke geul Arriër Koeland

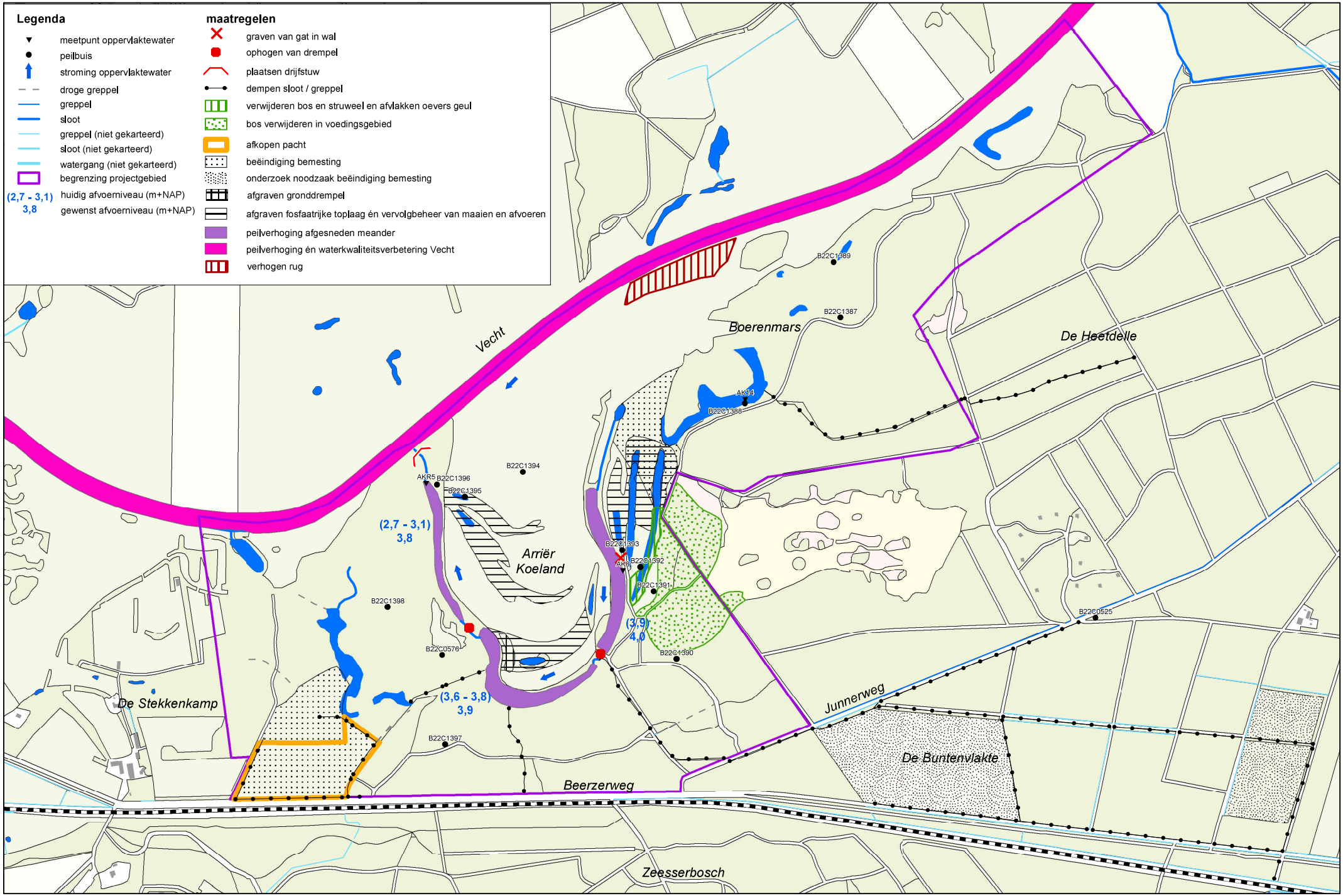
In combinatie met het afgraven van de toplaag in de geul in het zuiden van het Arriër Koeland dient ook de onnatuurlijke gronddrempel op de overgang naar de afgesneden meander te worden verwijderd, zodat de geul weer goed in verbinding komt te staan met de afgesneden meander. Dit is belangrijk voor de afvoer van neerslagwater vanuit de geul en het op deze wijze stimuleren van de aanvoer van kwelwater naar de geul.

Verwijderen bos en struweel en afvlakken geuloevers voor uitbreiding van Trilveen

In de huidige situatie is de oppervlakte van het waardevolle habitattype H7140A Trilvenen zeer gering en hierdoor kwetsbaar. In het geulenstelsel van de oostelijke schraallanden zijn er mogelijkheden de oppervlakte van dit habitattype uit te breiden door het Wilgenstruweel dat nu in deze geulen aanwezig is (gedeeltelijk) te verwijderen en hier over te schakelen naar een beheer van maaien en afvoeren. Ook kan uitbreiding van de zone met habitattype H7140 Trilvenen plaatsvinden door (verder noordelijk) de oever(s) van de geul af te plaggen.

Verdere overwegingen

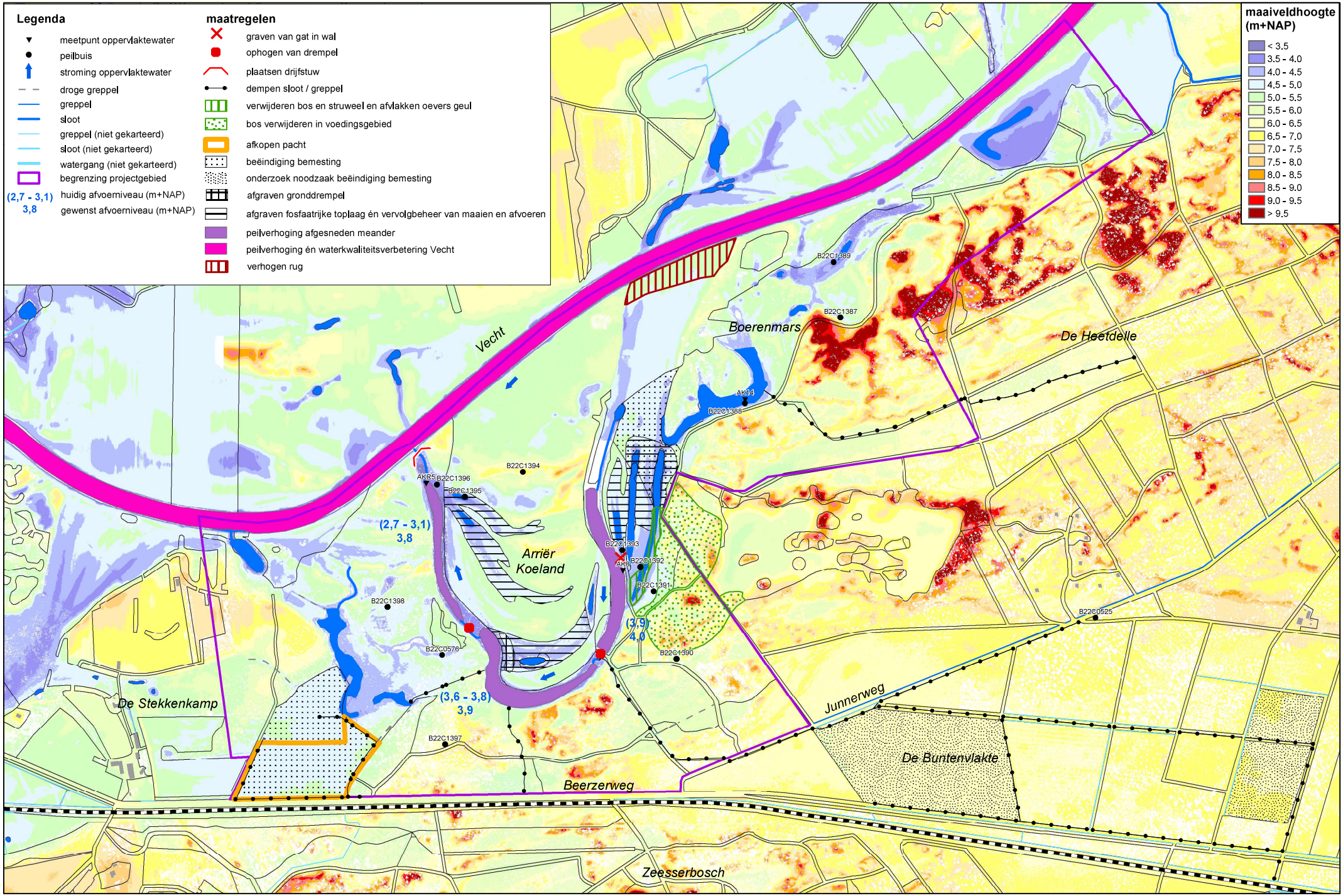
Bij een gezamenlijk veldbezoek op 20 maart 2019 is door de ecologisch adviseur van landgoed Junne (M. Zekhuis) het idee naar voren gebracht om in het geëgaliseerde gebied ten noorden van de schraallanden (voor ligging zie figuur 2.6: hoogtekaart of figuur 4.1: oppervlaktewatersysteemkaart met hoogteligging als ondergrond) door middel van het opnieuw uitgraven van geulen de oorspronkelijke geomorfologie zo goed mogelijk te herstellen, zodat ook hier grondwaterafhankelijke natuur tot ontwikkeling kan komen. De potenties van het betreffende gebied voor ontwikkeling van waardevolle grondwater-afhankelijke natuur zijn echter beperkt vanwege de geringe afstand tot de Vecht, en de hiermee gepaard gaande verdroging en afvang van kwelwater. Ook bestaat de mogelijkheid dat het hier weer uitgraven van de geulen een negatieve invloed zal hebben op de reeds aanwezige grondwaterafhankelijke natuur van het verder zuidelijk gelegen nog aanwezige geulenstelsel, omdat door het uitgraven van de geulen het contact met de sterk drainerende Vecht wordt versterkt (ook in het geval dat er onderbrekingen in het geulenstelsel worden opgenomen). Dus gezien de beperkte potenties en de risico's wordt deze maatregel afgeraden.



Bell Hullenaar
Ecohydrologisch
Adviesbureau

Figuur 6.1 Gewenste maatregelen op basis van LESA Arriër Koeland & Boerenmars (eindconcept)

1:7000



Bell Hullenaar
Ecohydrologisch Adviesbureau

Figuur 6.2 Gewenste maatregelen op basis van LESA Arriër Koeland & Boerenmars met hoogteligging als ondergrond (eindconcept)

1:7000

Literatuur

Arcadis, 2015. Memo tijdreeksanalyse Vecht.

Arens, M, 2018. Kaarten van overstromingsfrequentie Arrër Koeland - Boerenmars. Arcadis & Unie van Bosgroepen, in opdracht van waterschap Vechtstromen.

Ingberg, H., L. Leusink, R. van Grunsven, L. Anema & M. Japink, 2018. Vegetatie- en plantensoortenkartering Overijsselse Vecht 2010. Bureau Waardenburg bv, in opdracht van Staatsbosbeheer Regio Oost.

Inberg, H., P. Boddeke, J. Reitsma, A. Tabak, M. Courbois & P. de Gier, 2018. Plantensoortenkartering Overijsselse Vecht 2017. Bureau Waardenburg, in opdracht van Staatsbosbeheer.

Jalink, M & B. van Delft, 2016. Ecohydrologische verkenning Vechtdal Ommen-Marienberg. KWR in opdracht van waterschap Vechtstromen.

Jalink, M., 2018. LESA Overijsselse Vecht - Fase 3: Hydrogeologie. KWR in opdracht van waterschap Vechtstromen.

Jalink, M., 2018. LESA Overijsselse Vecht - Fase 3: Meetnet grond- en oppervlaktewater t.b.v. LESA. KWR in opdracht van waterschap Vechtstromen.

KWR, Witteveen + Bos & Royal Haskoning, 2015. Natura 2000 Gebiedsanalyse voor de Programmatische Aanpak Stikstof (PAS) Vecht- en Beneden-Reggegebied. In opdracht van provincie Overijssel.

Waterschap Vechtstromen, 2017. Achtergronddocument watersysteemanalyse Vecht - Van visie naar ontwerp.

Waterschap Vechtstromen, 2017. Detailbodemkartering Vecht.

Provincie Overijssel, 2017. Natura 2000 beheerplan Vecht- en Beneden Reggegebied.

Overzicht bijlagen

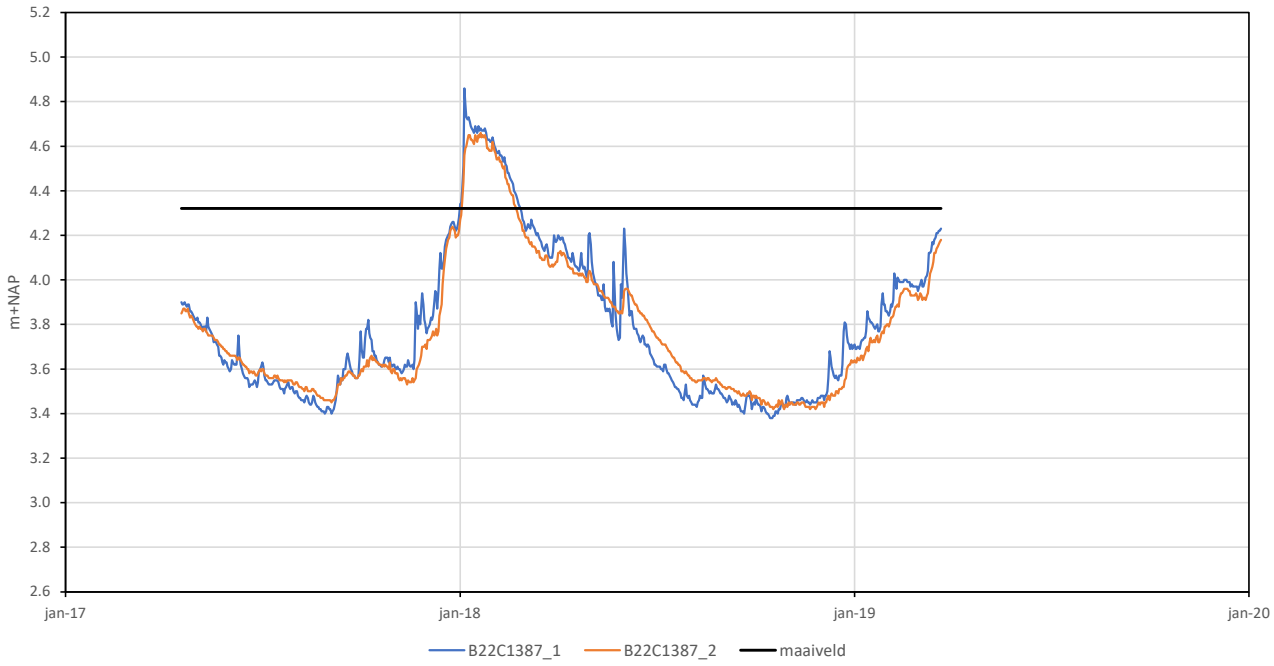
1 Grafieken grondwaterstandsverloop

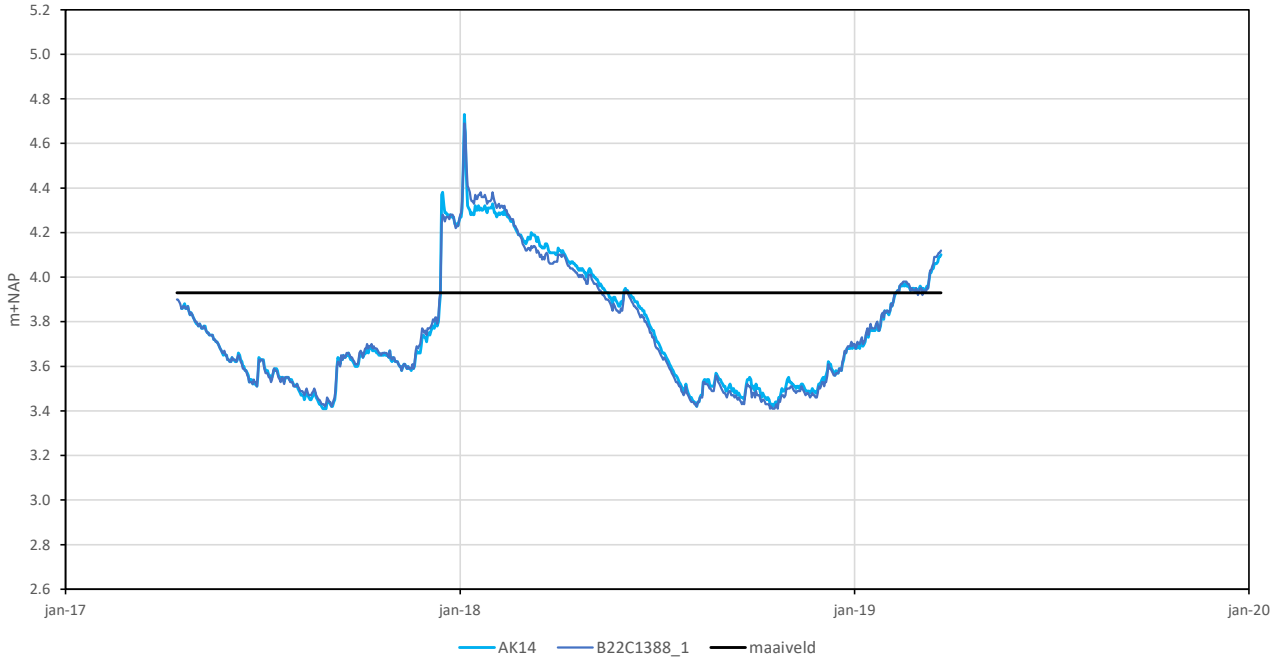
2 Resultaten inventarisatie lokale oppervlaktewatersysteem

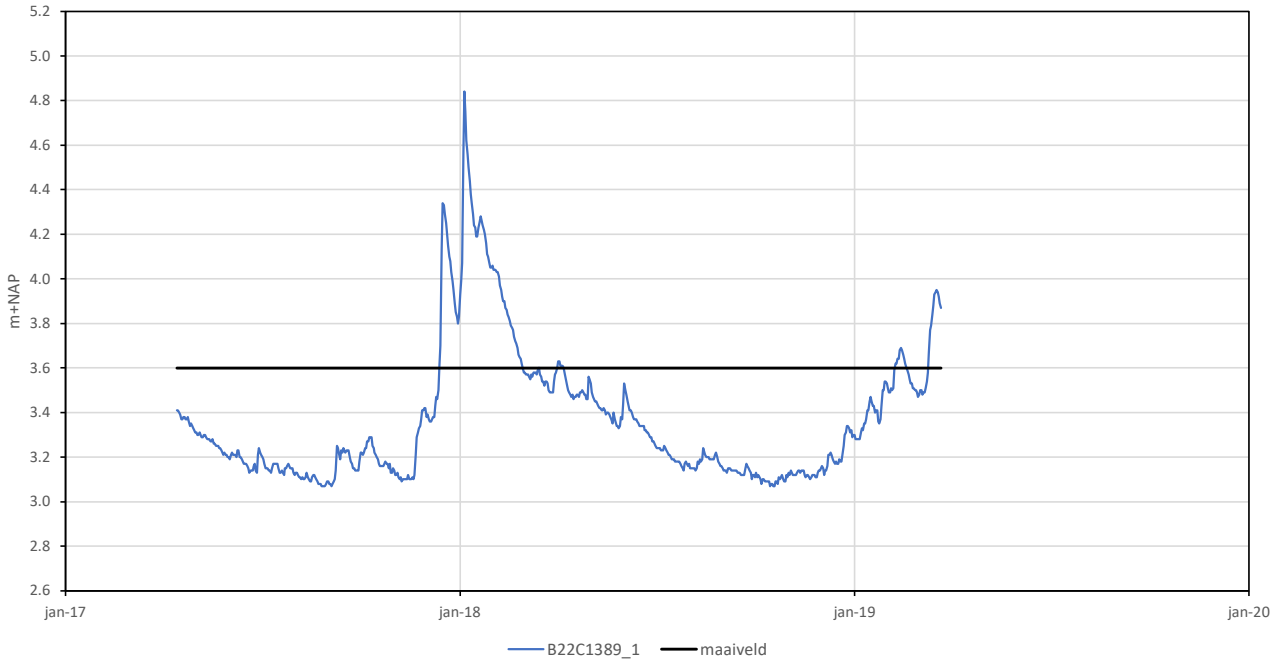
3 Boorbeschrijvingen aanvullende boringen

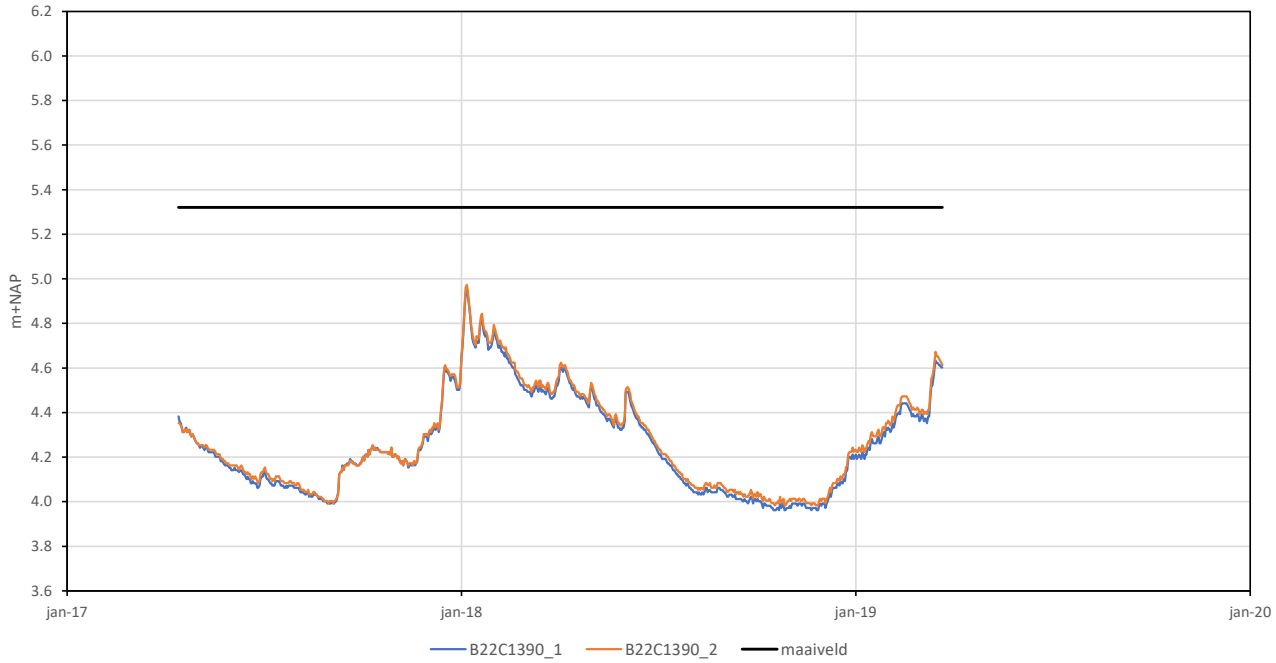
4 B-WARE rapport van het bodem- en hydrochemisch onderzoek Arriër Koeland en Boerenmars

Bijlage 1 Grafieken (grond)waterstandsverloop



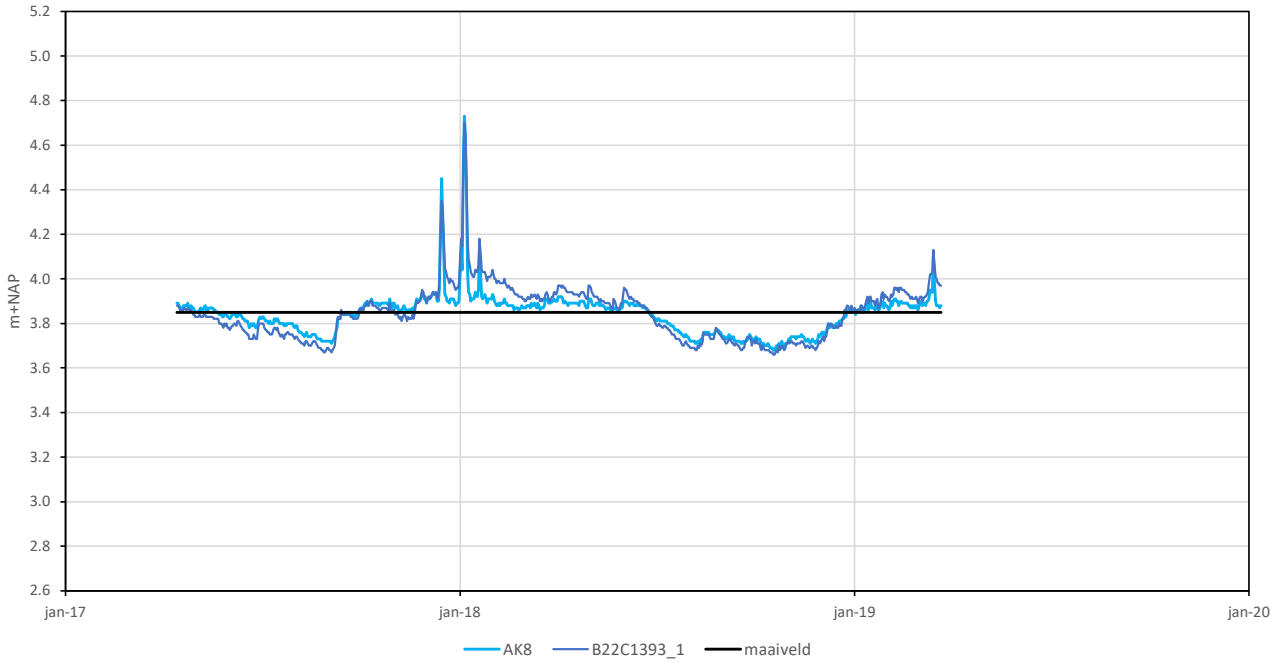


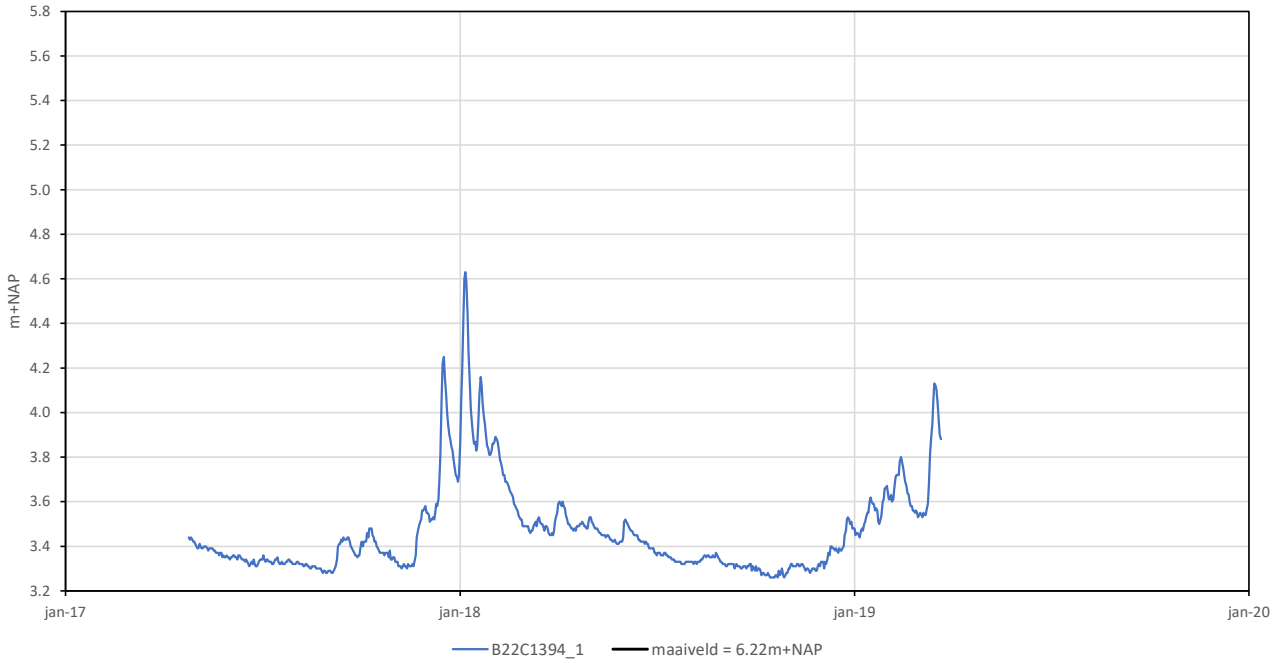

5.2
5.0
4.8
4.6
4.4
4.2
4.0
3.8
3.6
3.4
3.2
3.0
2.8
2.6
m+NAP
jan-17
jan-18
jan-19
jan-20
B22C1389_1
maaiveld

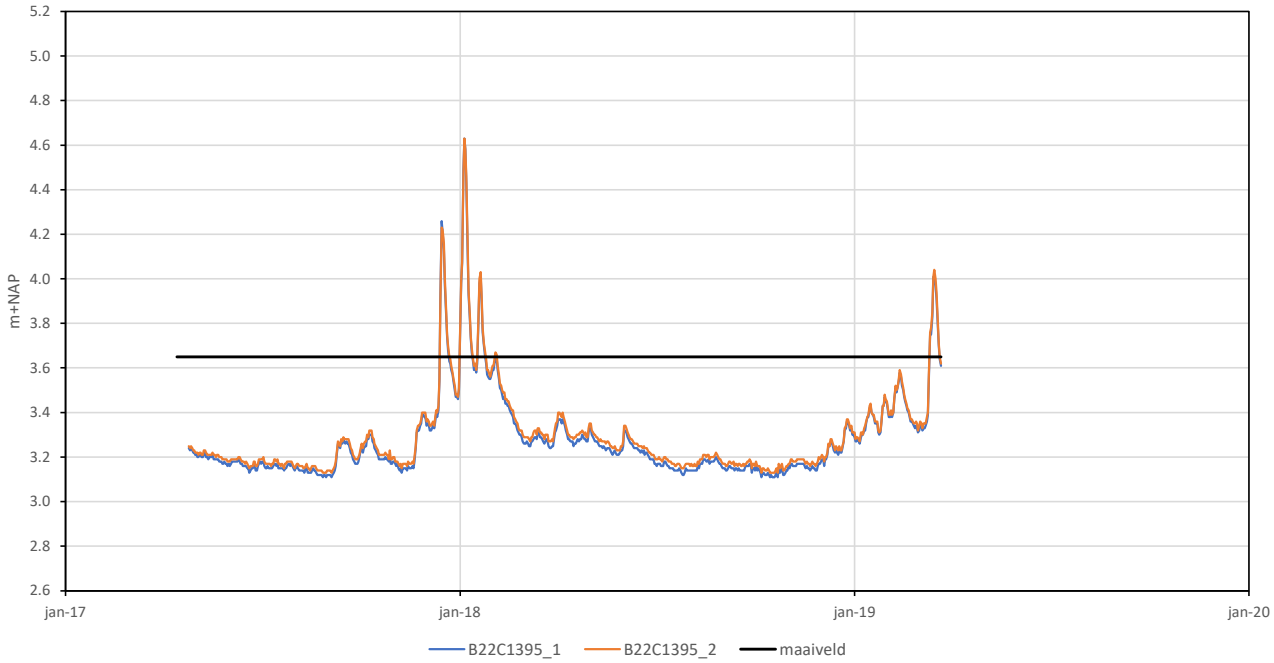

6.2
6.0
5.8
5.6
5.4
5.2
5.0
4.8
4.6
4.4
4.2
4.0
3.8
3.6
m+NAP
jan-17
jan-18
jan-19
jan-20
B22C1390_1
B22C1390_2
maaiveld

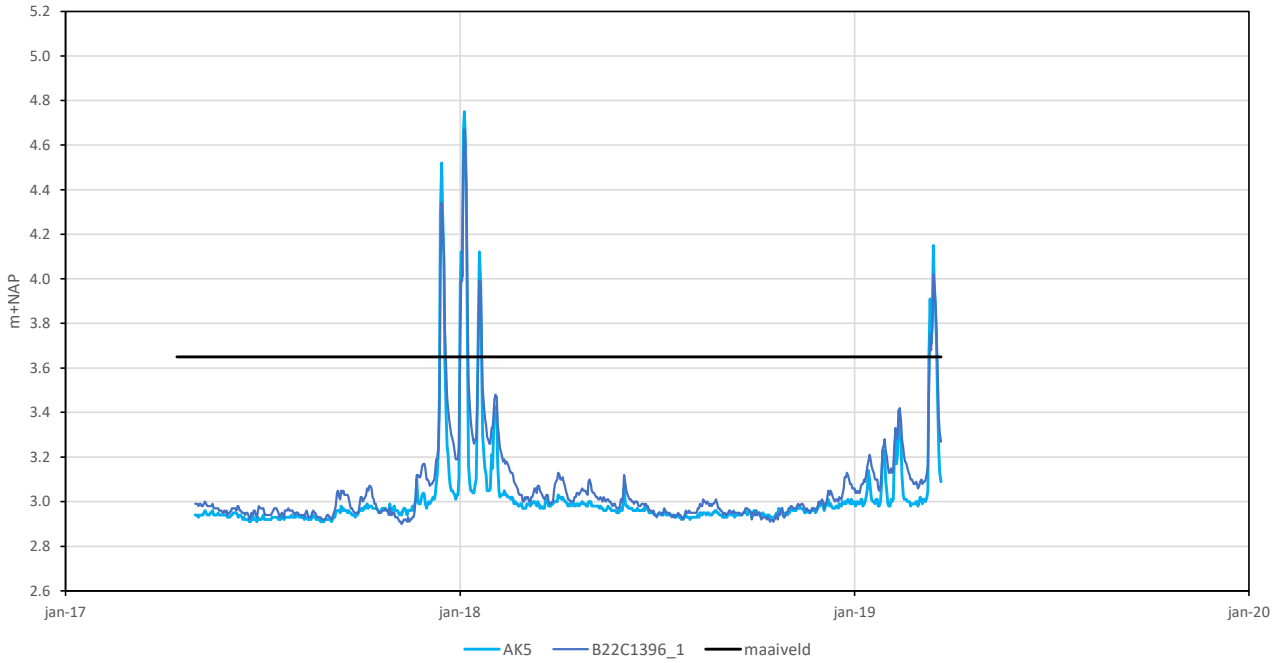

5.2
5.0
4.8
4.6
4.4
4.2
4.0
3.8
3.6
3.4
3.2
3.0
2.8
2.6
m+NAP
jan-17
jan-18
jan-19
jan-20
B22C1391_1
B22C1391_2
maaiveld

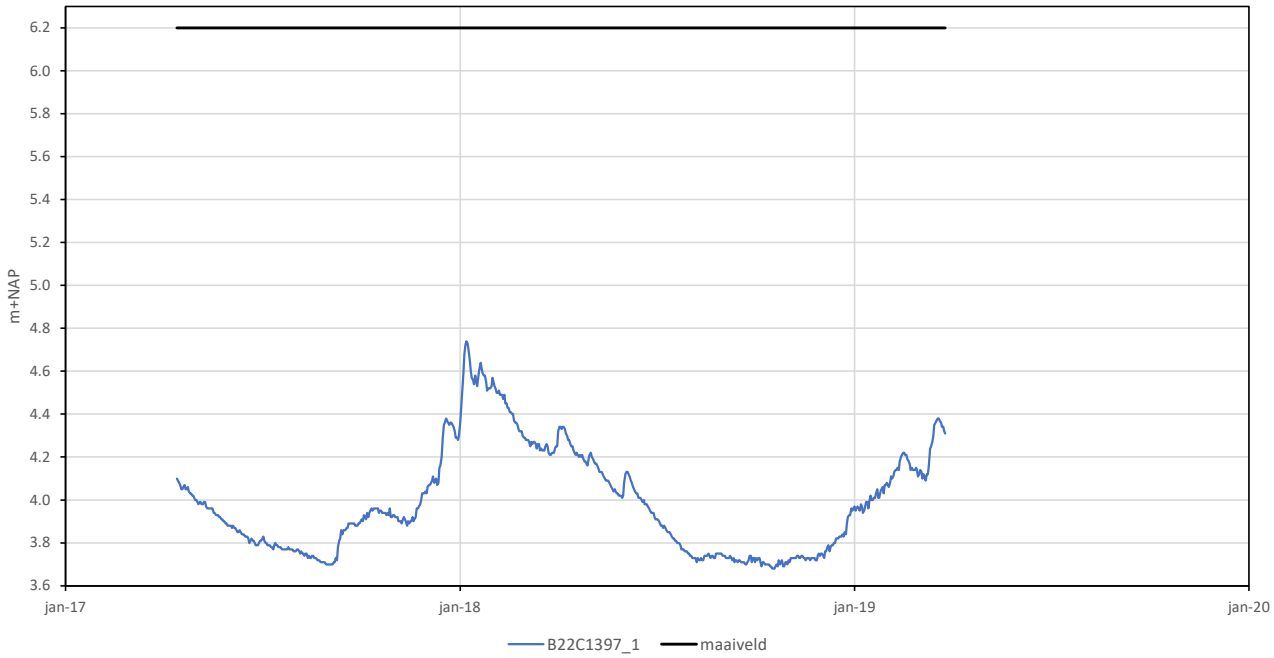

5.2
5.0
4.8
4.6
4.4
4.2
4.0
3.8
3.6
3.4
3.2
3.0
2.8
2.6
m+NAP
jan-17
jan-18
jan-19
jan-20
B22C1392_1
B22C1392_2
maaiveld

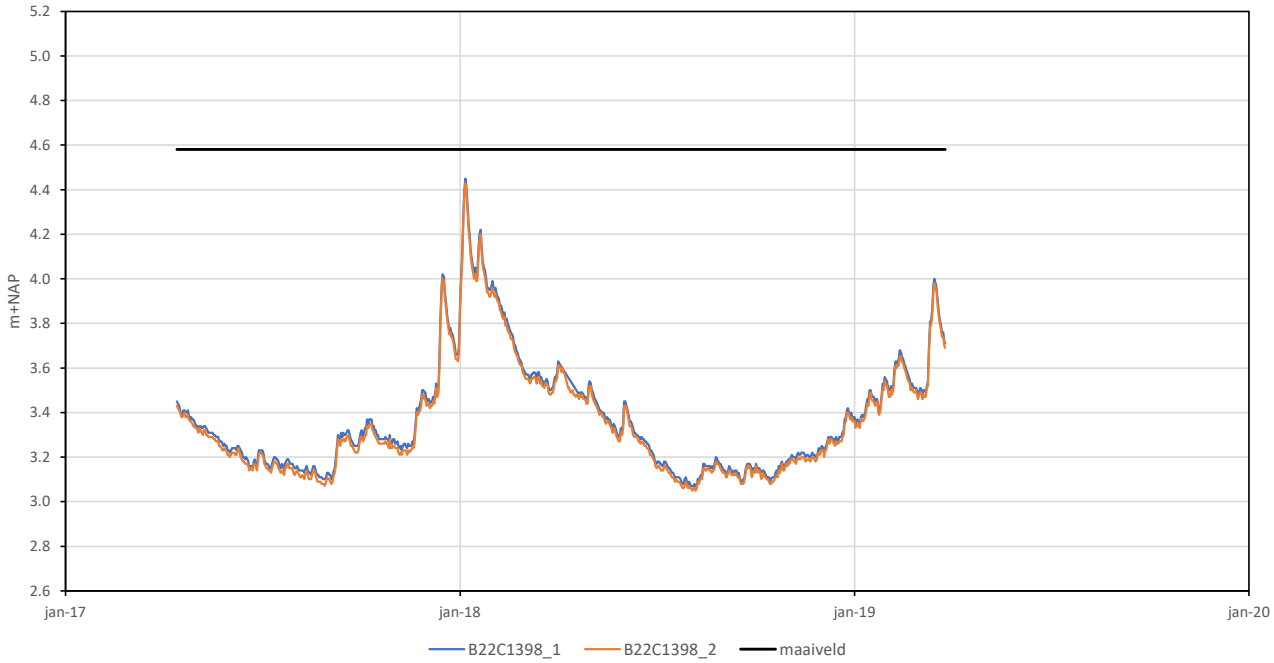

5.2
5.0
4.8
4.6
4.4
4.2
4.0
3.8
3.6
3.4
3.2
3.0
2.8
2.6
m+NAP
jan-17
jan-18
jan-19
jan-20
AK8
B22C1393_1
maaiveld

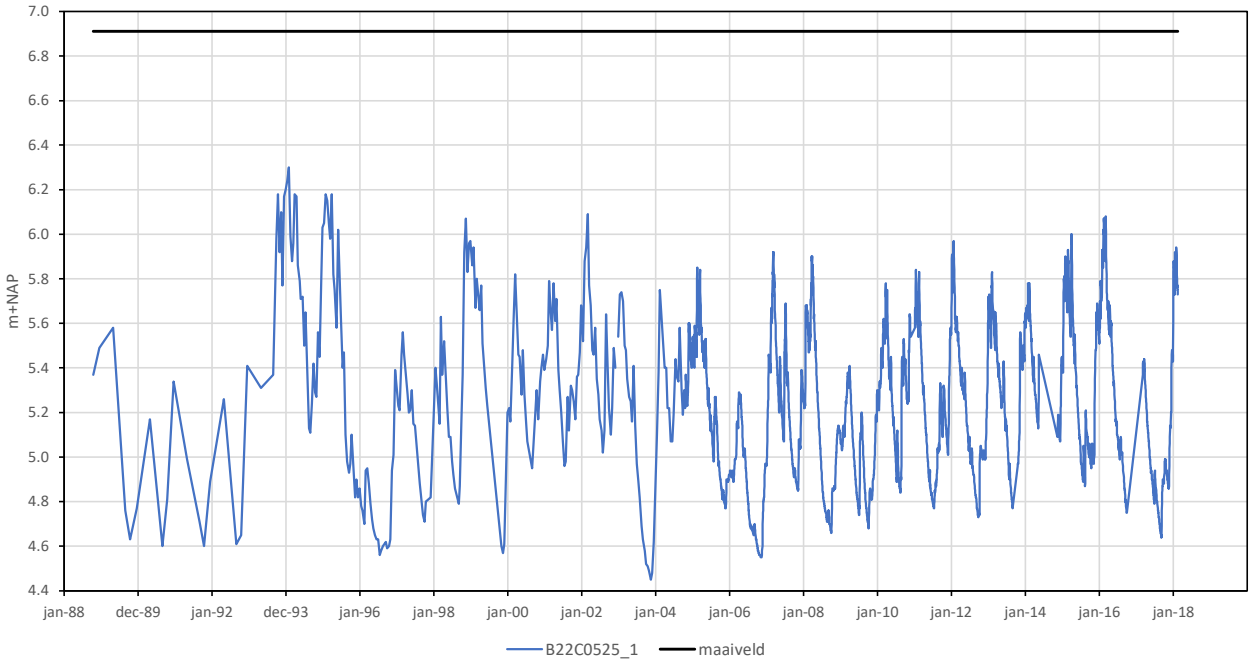

5.8
5.6
5.4
5.2
5.0
4.8
4.6
4.4
4.2
4.0
3.8
3.6
3.4
3.2
m+NAP
jan-17
jan-18
jan-19
jan-20
B22C1394_1
maaiveld = 6.22m+NAP

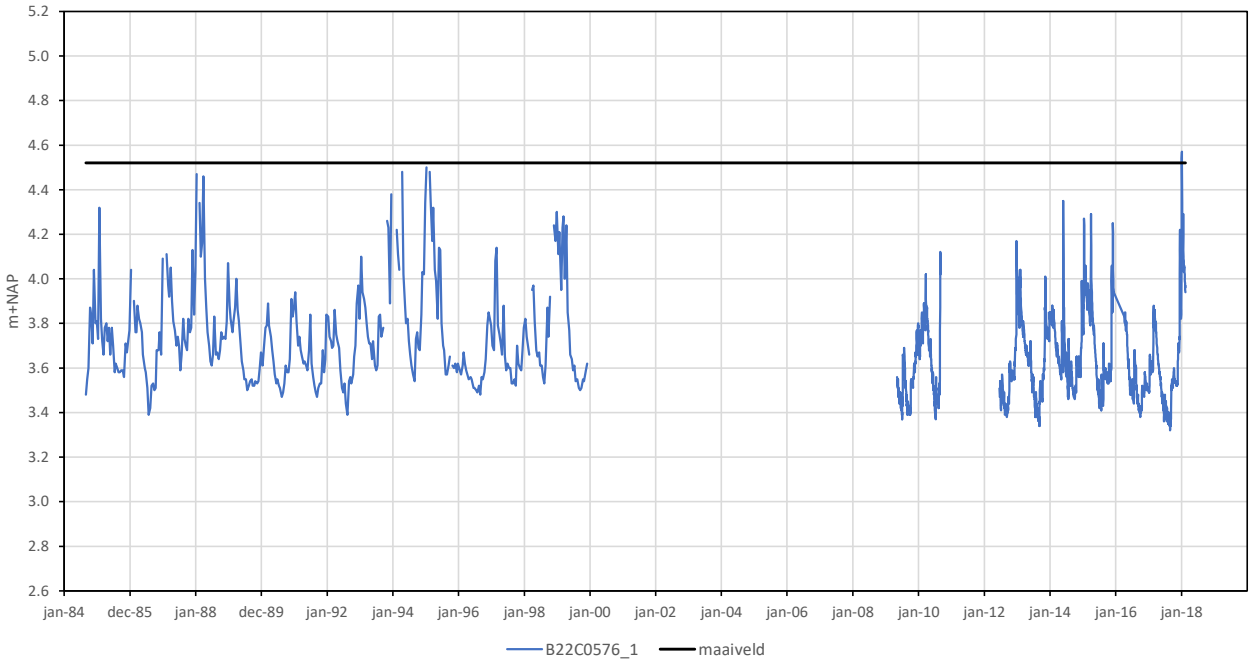

5.2
5.0
4.8
4.6
4.4
4.2
4.0
3.8
3.6
3.4
3.2
3.0
2.8
2.6
m+NAP
jan-17
jan-18
jan-19
jan-20
B22C1395_1
B22C1395_2
maaiveld


5.2
5.0
4.8
4.6
4.4
4.2
4.0
3.8
3.6
3.4
3.2
3.0
2.8
2.6
m+NAP
jan-17
jan-18
jan-19
jan-20
AK5
B22C1396_1
maaiveld


6.2
6.0
5.8
5.6
5.4
5.2
5.0
4.8
4.6
4.4
4.2
4.0
3.8
3.6
m+NAP
jan-17
jan-18
jan-19
jan-20
B22C1397_1
maaiveld


5.2
5.0
4.8
4.6
4.4
4.2
4.0
3.8
3.6
3.4
3.2
3.0
2.8
2.6
m+NAP
jan-17
jan-18
jan-19
jan-20
B22C1398_1
B22C1398_2
maaiveld


7.0
6.8
6.6
6.4
6.2
6.0
5.8
5.6
5.4
5.2
5.0
4.8
4.6
4.4
m+NAP
jan-88
dec-89
jan-92
dec-93
jan-96
jan-98
jan-00
jan-02
jan-04
jan-06
jan-08
jan-10
jan-12
jan-14
jan-16
jan-18
B22C0525_1
maaiveld


5.2
5.0
4.8
4.6
4.4
4.2
4.0
3.8
3.6
3.4
3.2
3.0
2.8
2.6
m+NAP
jan-84
dec-85
jan-88
dec-89
jan-92
jan-94
jan-96
jan-98
jan-00
jan-02
jan-04
jan-06
jan-08
jan-10
jan-12
jan-14
jan-16
jan-18
B22C0576_1
maaiveld

Bijlage 2
Resultaten inventarisatie oppervlaktewatersysteem Arriër Koeland - Boerenmars

Uitgevoerd op 11-2-2019

way-point	diepte	droog-legging	kwel	waarneming
29	190	190	nee	sloot, staat (net) droog (bodem is wel vochtig) / sloot doorsnijdt hier zandrug
30	100	90	nee	sloot, geen afvoer / veel bladafval in loop / hier tevens brug over de sloot; omgeving gemengd bos grove den, berk en eik
31	120	droog		droge sloot (diepte variabel) & duiker (beton) onder pad, voor 95% verstopt met bladafval / in sloot zelf wel 0,5 m blad
32	70	droog		afvoersloot van greppelstelsel, grep 50 cm diep, om de 5m; geen greppel langs weg, weg ligt 70 circa cm hoger
33	50	droog		dam in sloot ter plaatse van wandelpad, geen of volledig verstopte (onvindbare) duiker, ook veel blad in sloot
34			ja	sterk verlande, afgekoppelde, oude rivierloop: wilgenstruweel, riet, waterviolier, veenmos; roestverschijnselen
35	60	droog		slootrestant, sterk verland, houtafval en omgevallen boom in loop
36	180	droog		diepe sloot, doorsnijdt rug, blad- en houtafval en boomstammen in loop.
37	50	droog		sloot met veel bladafval & duiker onder pad, beton, voor 80% verstopt met bladafval
38				sloot sluit aan op laagte; geen doorlopende greppel / sloot in zuidwestelijke richting; greppel 40 cm diep
39	10	droog		greppel hier dus vrijwel geheel verdwenen
40				dam tussen greppel en randsloot van grasland
41	70	droog		randsloot van grasland, afvoer naar laagte / verlande oude rivierloop in bos; hier eutrofe vegetatie (mannagras?)
42	30	droog		brede greppel in grasland, zelfde afvoer naar laagte
43	80	50	nee	sloot met dam & duiker (pvc), voor 70% verstopt, (vanwege verstopping) net geen afvoer.
44	80	60	nee	sloot, geen afvoer; weg ligt circa 70 cm hoger dan grasland, grasland oogt voedselrijk
45	50	droog		gronddrempel in loop
46				dam ter plaatse van toegangspad, dus geen (zichtbare) verbinding tussen sloot west en oost; ook dam bij zijgreppel.
47	40	droog		(einde van) greppel
48	30	droog		sloot- / greppelrestant met onderbrekingen: stelt niks meer voor
49	30			sloot- / greppelrestant met onderbrekingen: stelt niks meer voor
50				diep (uitgegraven?) plasje, staat in open verbinding met de Vecht.
51				oude loop in bos, droog, sterk begroeid met Grote brandnetel
52				peilbuis B22C1398, dubbel filter; elzen, brandnetel, braam: zeer ruig
53			nee	diepe, afgekoppelde oude rivierloop, begroeid met wilgenstruweel / elzen langs de oevers
54				oppervlaktewaterstandsmeetpunt AKR5
55	75	0	nee	verbindingsloop tussen oude rivierloop en Vecht, lijkt uitgegraven, veel brandnetel naast loop
56				natuurlijke drempel in oude rivierloop: stroming over houtdam (stammen) heen; sluit aan op walletje; kleine watereppe
57				geisoleerd gelegen geul met wilgenstruweel
58			ja	oude, sterk verlande rivierloop met wilgenbroek, fraaie zeggenvegetatie en veel kwel
59				duiker (beton, diameter 50 cm) en korte, verlande verbindingsloop (levert stuwing: peil halverwege de duiker)
60	110	100	ja	monding van sloot in oude rivierloop, lichte afvoer; kwel vanaf w60 tot aan oude rivierloop
61				peilbuis B22C1391, dubbel filter
62				peilbuis B22C1392, dubbel filter
63				dam (zonder duiker) in natuurlijke afvoerslenk = toegangspad; peil circa 15 cm onder het drempelniveau van de dam
64				ook hier dam / drempel (zonder duiker) in natuurlijke afvoerslenk = toegangspad; meetpunt AK8
65				peilbuis B22C1393, enkel filter; in kleine slenk, niet in open verbinding met oude rivierarm: drempel van 10 cm boven
66			nee	actueel peil van natuurlijke afvoerslenk
67	60	30		brede loop, lijkt uitgegraven in droge bedding van oude rivierloop, drempel (5 cm beneden actueel peil) op overgang naar
				watervoerende deel oude rivierloop (verder zuidelijk / benedenstrooms)
68				raster: grens SBB/ landgoed Junne; grasland Junne lijkt productiever / struweel in slenk gekapt
69				ook hier drempel in brede loop, drempel ligt 10 à 15 cm boven actueel waterpeil
70			nee	zijslenk
71				dam met duiker (pvc), geen afvoer; ook drempel tussen slenk oost (oude rivierloop) en zijslenk / slenk zuid
72			nee	slenk / (zeer) oude rivierloop in bos, waterdiepte 20 cm; wilgenstruweel
73			nee	peilbuis B22C1388, enkel filter & oppervlaktewaterstandsmeetpunt AK14, waterdiepte 30 cm; wilgenstuweel / open water
74				potentiële boorlocatie in laagte in bos
75	80		droog	sloot & duiker (beton) onder pad; grondwal aan ben str kant van duiker, bijna tot aan bovenzijde van duiker (dus drempel)
76			nee	begin van slenk / geul in bos, plasdras, Elzenbroekbos met hier en daar Pitrus
77			nee	peilbuis B22C1387 (dubbel filter), in droge slenk / geul, enkele elzen / overigens geen duidelijk natte soorten
78				natuurlijke drempel in slenk / geul
79				verbindingsgeul / slenk
80				hoge (natuurlijke) drempel in geul
81				geul / slenk met Wilgenstruweel, waterdiepte 30 cm.
82				peilbuis B22C1389 (enkel filter) aan rand van geul, geul staat (net) droog; wilgenstruweel, elzen, brandnetel, braam
83				afvoerlozen geul met water in grasland; waterdiepte 25 cm
84				raster; perceel oost: maïsstoppels / nu wintergewas
85	100	80		diepe sloot
86	110		droog	smalle, diepe sloot
87	50	40		(begin van) greppel
88				grove dennenbos
89	100		droog	sloot, smal & duiker (beton) onder pad
90				open kapvlakte
91				boomstam blokkeert hier het toegangspad
92				peilbuis B22C1390 (dubel filter)
93	100		droog	sloot & duiker (beton), 100% open
94	100	90	nee	sloot & duiker onder de weg; geen afvoer
95	55		vochtig	greppel / slootje aan noordzijde van de weg
96	70		droog	slootje aan zuidzijde van de weg / aan noordzijde alleen greppel van 30 cm met onderbrekingen
97				begin van slootje / greppel aa zuidzijde van de weg; wel greppeltje noord, maar met onderbrekingen; tevens peilbuis

Bijlage 3 Boorbeschrijvingen aanvullende boringen

Terreinnaam:	Arriër Koeland	**Boringnummer:**	Bo1
Beschreven door:	van 't Hullenaar	Datum:	5-mrt-19
Kaartblad nr.:	B22	X-coördinaat:	227445
		Y-coördinaat:	503170

Plaatsomschrijving: half open

Hoogte maaiveld: 5.18 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	20	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), zwak humeus
20	60	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm)
60	70	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), zwak humeus, oude toplaag
70	150	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht bruin-wit
150	170	zand, matig grof (Mz: 210-300 µm), licht bruin-wit

Boring beëindigd.

Boormethode:			Bentoniet:	nee	
			GHG:		cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	cm -mv	GLG:		cm -mv

Terreinnaam:	Arriër Kloeland	**Boringnummer:**	Bo2
Beschreven door:	van 't Hullenaar	Datum:	5-mrt-19
Kaartblad nr.:	B22	X-coördinaat:	227415
		Y-coördinaat:	503227

Plaatsomschrijving: bos

Hoogte maaiveld: 4.57 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	15	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), humeus
15	30	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht bruin, roest
30	70	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht bruin
70	85	klei, licht bruin-grijs, zwak humeus, kalkloos (<0.5% CaCO3)
85	120	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht bruin-grijs, kalkloos (<0.5% CaCO3)

Boring beëindigd.

Boormethode:			Bentoniet:	nee	
			GHG:		cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	cm -mv	GLG:		cm -mv

Terreinnaam:	Arriër Koeland	**Boringnummer:**	Bo3
Beschreven door:	van 't Hullenaar	Datum:	5-mrt-19
Kaartblad nr.:	B22	X-coördinaat:	227408
		Y-coördinaat:	503264

Plaatsomschrijving: bos

Hoogte maaiveld: 4.80 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	10	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), humeus
10	50	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht bruin, spoor roest
50	55	klei, bruin, veel roest
55	145	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht bruin
145	150	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), grijs, kalkloos (<0.5% CaCO3)

Boring beëindigd.

Boormethode:			Bentoniet:	nee	
			GHG:		cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	cm -mv	GLG:		cm -mv

Terreinnaam:	Arriër Koeland	**Boringnummer:**	Bo4
Beschreven door:	van 't Hullenaar	Datum:	5-mrt-19
Kaartblad nr.:	B22	X-coördinaat:	227357
		Y-coördinaat:	503378

Plaatsomschrijving: oude rivierloop

Hoogte maaiveld: 3.71 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	20	veen, onder 20 cm water
20	30	klei, venig
30	165	veen, houtresten
165	255	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), houtresten

Boring beëindigd.

Boormethode:			Bentoniet:	nee	
			GHG:		cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	cm -mv	GLG:		cm -mv

Terreinnaam:	Arriër Koeland	**Boringnummer:**	Bo5
Beschreven door:	van 't Hullenaar	Datum:	5-mrt-19
Kaartblad nr.:	B22	X-coördinaat:	227357
		Y-coördinaat:	503378

Plaatsomschrijving: bos

Hoogte maaiveld: 4.65 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	10	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), humeus
10	40	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), zwak humeus, roest
40	55	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), veel roest
55	110	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm), licht bruin, roest
110	120	klei, grijs-bruin
120	150	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), grijs-bruin

Boring beëindigd.

Boormethode:			Bentoniet:	nee	
			GHG:		cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	cm -mv	GLG:		cm -mv

Terreinnaam:	Arriër Koeland	**Boringnummer:**	Bo6
Beschreven door:	van 't Hullenaar	Datum:	5-mrt-19
Kaartblad nr.:	B22	X-coördinaat:	227310
		Y-coördinaat:	503438

Plaatsomschrijving: bos

Hoogte maaiveld: 4.27 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	10	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), humeus
10	140	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), rood-bruin, veel roest

Boring beëindigd.

Boormethode:			Bentoniet:	nee	
			GHG:		cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	cm -mv	GLG:		cm -mv

Terreinnaam:	Arriër Koeland	**Boringnummer:**	Bo7
Beschreven door:	van 't Hullenaar	Datum:	5-mrt-19
Kaartblad nr.:	B22	X-coördinaat:	227292
		Y-coördinaat:	503516

Plaatsomschrijving: bos

Hoogte maaiveld: 4.34 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	10	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), humeus
10	130	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht bruin, spoor roest
130	160	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), rood-bruin, veel roest

Boring beëindigd.

Boormethode:			Bentoniet:	nee	
			GHG:		cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	cm -mv	GLG:		cm -mv

Terreinnaam:	Arriër Koeland	**Boringnummer:**	Bo8
Beschreven door:	van 't Hullenaar	Datum:	5-mrt-19
Kaartblad nr.:	B22	X-coördinaat:	227264
		Y-coördinaat:	503583

Plaatsomschrijving: bos

Hoogte maaiveld: 4.64 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	20	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), zwak humeus
20	50	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht bruin
50	160	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht bruin, spoor roest
160	180	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), rood-bruin, veel roest
180	190	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm), zwak lemig
190	200	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht bruin

Boring beëindigd.

Boormethode:			Bentoniet:	nee	
			GHG:		cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	cm -mv	GLG:		cm -mv

Terreinnaam:	Arriër Koeland	**Boringnummer:**	Bo9
Beschreven door:	van 't Hullenaar	Datum:	5-mrt-19
Kaartblad nr.:	B22	X-coördinaat:	227386
		Y-coördinaat:	503672

Plaatsomschrijving: bos

Hoogte maaiveld: 4.45 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	10	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), zwak humeus
10	100	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht bruin, spoor roest
100	200	zand, matig grof (Mz: 210-300 µm), licht bruin

Boring beëindigd.

Boormethode:			Bentoniet:	nee	
			GHG:		cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	cm -mv	GLG:		cm -mv

Terreinnaam:	Arriër Koeland	**Boringnummer:**	Bo10
Beschreven door:	van 't Hullenaar	Datum:	5-mrt-19
Kaartblad nr.:	B22	X-coördinaat:	227433
		Y-coördinaat:	503661

Plaatsomschrijving: bos

Hoogte maaiveld: 3.36 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	40	veen, matig veraard
40	45	klei
45	60	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), grijs

Boring beëindigd.

Boormethode:			Bentoniet:	nee	
			GHG:		cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	cm -mv	GLG:		cm -mv

Terreinnaam:	Arriër Koeland	**Boringnummer:**	Bo11
Beschreven door:	van 't Hullenaar	Datum:	5-mrt-19
Kaartblad nr.:	B22	X-coördinaat:	227465
		Y-coördinaat:	503652

Plaatsomschrijving: brandnetels

Hoogte maaiveld: 4.37 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	80	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm), humeus
80	125	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm), kleiig
125	185	klei, bruin, zandig, veel roest
185	195	klei, zwart-grijs

Boring beëindigd.

Boormethode:			Bentoniet:	nee	
			GHG:		cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	cm -mv	GLG:		cm -mv

Terreinnaam:	Arriër Koeland	**Boringnummer:**	Bo12
Beschreven door:	van 't Hullenaar	Datum:	5-mrt-19
Kaartblad nr.:	B22	X-coördinaat:	227466
		Y-coördinaat:	503652

Plaatsomschrijving: brandnetels

Hoogte maaiveld: m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	20	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm), humeus
20	80	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm), bruin, kleiig, roest
80	125	klei, bruin, zandig, roest
125	185	klei, zwart-grijs, humeus, zandig
185	195	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), grijs

Boring beëindigd.

Boormethode:			Bentoniet:	nee	
			GHG:		cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	cm -mv	GLG:		cm -mv

Terreinnaam:	Arriër Koeland	**Boringnummer:**	Bo13
Beschreven door:	van 't Hullenaar	Datum:	5-mrt-19
Kaartblad nr.:	B22	X-coördinaat:	227491
		Y-coördinaat:	503635

Plaatsomschrijving: pitus, rietgras

Hoogte maaiveld: 3.49 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	50	klei, bruin, kalkloos (<0.5% CaCO3), roest
50	120	klei, zwart-grijs, humeus, zandig, kalkloos (<0.5% CaCO3)
120	140	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), grijs, kalkloos (<0.5% CaCO3)

Boring beëindigd.

Boormethode:			Bentoniet: nee	
			GHG:	cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	cm -mv	GLG:	cm -mv

Terreinnaam:	Arriër Koeland	**Boringnummer:**	Bo14
Beschreven door:	van 't Hullenaar	Datum:	5-mrt-19
Kaartblad nr.:	B22	X-coördinaat:	227544
		Y-coördinaat:	503645

Plaatsomschrijving: grasland

Hoogte maaiveld: 4.40 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	20	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), humeus
20	120	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), rood-bruin, veel roest, ijzerconcretie op 80-
120	150	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht bruin

Boring beëindigd.

Boormethode:			Bentoniet: nee	
			GHG:	cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	cm -mv	GLG:	cm -mv

Terreinnaam:	Arriër Koeland	**Boringnummer:**	Bo15
Beschreven door:	van 't Hullenaar	Datum:	5-mrt-19
Kaartblad nr.:	B22	X-coördinaat:	227725
		Y-coördinaat:	503508

Plaatsomschrijving: grasland

Hoogte maaiveld: 5.35 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	15	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), humeus
15	160	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), rood-bruin
160	180	zand, matig grof (Mz: 210-300 µm), rood-bruin
180	200	zand, zeer grof (Mz: 300-420 µm), rood-bruin

Boring beëindigd.

Boormethode:			Bentoniet:	nee	
			GHG:		cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	cm -mv	GLG:		cm -mv

Terreinnaam:	Arriër Koeland	**Boringnummer:**	Bo16
Beschreven door:	van 't Hullenaar	Datum:	5-mrt-19
Kaartblad nr.:	B22	X-coördinaat:	228332
		Y-coördinaat:	503760

Plaatsomschrijving: schraalgrasland

Hoogte maaiveld: 4.46 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	20	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), humeus, spoor roest
20	100	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht bruin-grijs

Boring beëindigd.

Boormethode:			Bentoniet:	nee
			GHG:	cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	cm -mv	GLG:	cm -mv

Terreinnaam:	Arriër Kloeland	**Boringnummer:**	Bo17
Beschreven door:	van 't Hullenaar	Datum:	5-mrt-19
Kaartblad nr.:	B22	X-coördinaat:	227876
		Y-coördinaat:	503468

Plaatsomschrijving: wilgenbroek

Hoogte maaiveld: 3.90 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	30	veen, bruin, slap, weinig veraard, onder 10 cm water
30	70	klei, grijs, vet
70	80	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), grijs

Boring beëindigd.

Boormethode:			Bentoniet:	nee
			GHG:	cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	cm -mv	GLG:	cm -mv

Terreinnaam:	Arriër Koeland	**Boringnummer:**	Bo18
Beschreven door:	van 't Hullenaar	Datum:	5-mrt-19
Kaartblad nr.:	B22	X-coördinaat:	227857
		Y-coördinaat:	503501

Plaatsomschrijving: schraalgrasland

Hoogte maaiveld: 4.27 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	30	klei, veel roest
30	35	klei, blauw-grijs, zandig
35	60	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm), kleiig
60	80	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), grijs
80	100	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), grijs, houtresten

Boring beëindigd.

Boormethode:			Bentoniet:	nee	
			GHG:		cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	cm -mv	GLG:		cm -mv

Terreinnaam:	Arriër Koeland	**Boringnummer:**	Bo19
Beschreven door:	van 't Hullenaar	Datum:	6-mrt-19
Kaartblad nr.:	B22	X-coördinaat:	228082
		Y-coördinaat:	503871

Plaatsomschrijving: bos

Hoogte maaiveld: 5.60 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	20	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), humeus
20	70	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht bruin
70	130	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), rood-bruin, roest
130	215	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht bruin

Boring beëindigd.

Boormethode:			Bentoniet:	nee	
			GHG:		cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	cm -mv	GLG:		cm -mv

Terreinnaam:	Arriër Koeland	**Boringnummer:**	Bo20
Beschreven door:	van 't Hullenaar	Datum:	6-mrt-19
Kaartblad nr.:	B22	X-coördinaat:	228246
		Y-coördinaat:	504171

Plaatsomschrijving: grasland

Hoogte maaiveld: 4.81 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	30	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), humeus, roest
30	70	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), rood-bruin, veel roest
70	200	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht bruin

Boring beëindigd.

Boormethode:			Bentoniet: nee	
			GHG:	cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	cm -mv	GLG:	cm -mv

Terreinnaam:	Arriër Koeland	**Boringnummer:**	Bo21
Beschreven door:	van 't Hullenaar	Datum:	6-mrt-19
Kaartblad nr.:	B22	X-coördinaat:	228276
		Y-coördinaat:	504120

Plaatsomschrijving: geul

Hoogte maaiveld: m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	55	veen, zeer sterk veraard
55	65	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm)

Boring beëindigd.

Boormethode:			Bentoniet: nee	
			GHG:	cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	cm -mv	GLG:	cm -mv

Terreinnaam:	Arriër Koeland	**Boringnummer:**	Bo22
Beschreven door:	van 't Hullenaar	Datum:	6-mrt-19
Kaartblad nr.:	B22	X-coördinaat:	228281
		Y-coördinaat:	504079

Plaatsomschrijving: jong loofbos

Hoogte maaiveld: 5.60 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	20	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm), zwak humeus
20	40	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm), licht bruin, zwak kleiig
40	85	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm), zwak kleiig, bont
85	165	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm), sterk kleiig, veel roest, ijzerconcretie
165	200	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht bruin

Boring beëindigd.

Boormethode:			Bentoniet:	nee	
			GHG:		cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	cm -mv	GLG:		cm -mv

Terreinnaam:	Arriër Koeland	**Boringnummer:**	Bo23
Beschreven door:	van 't Hullenaar	Datum:	6-mrt-19
Kaartblad nr.:	B22	X-coördinaat:	228289
		Y-coördinaat:	504038

Plaatsomschrijving: bos

Hoogte maaiveld: 4.78 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	10	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), humeus
10	50	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht bruin, roest
50	120	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht bruin, spoor roest

Boring beëindigd.

Boormethode:			Bentoniet:	nee	
			GHG:		cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	cm -mv	GLG:		cm -mv

Terreinnaam:	Arriër Koeland	**Boringnummer:**	Bo24
Beschreven door:	van 't Hullenaar	Datum:	6-mrt-19
Kaartblad nr.:	B22	X-coördinaat:	228136
		Y-coördinaat:	503677

Plaatsomschrijving: wilgenbroek

Hoogte maaiveld: 3.54 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	200	veen, zandig, onder 50 cm water
200	235	veen, sterk humeus, zandig, slap, sterk veraard
235	270	veen, matig veraard
270	275	zand

Boring beëindigd.

Boormethode:			Bentoniet: nee	
			GHG:	cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	cm -mv	GLG:	cm -mv

Terreinnaam:	Arriër Koeland	**Boringnummer:**	Bo25
Beschreven door:	van 't Hullenaar	Datum:	6-mrt-19
Kaartblad nr.:	B22	X-coördinaat:	228136
		Y-coördinaat:	503677

Plaatsomschrijving: bos

Hoogte maaiveld: 5.23 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	20	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), zwak humeus
20	70	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht bruin, spoor roest
70	140	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht bruin

Boring beëindigd.

Boormethode:			Bentoniet: nee	
			GHG:	cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	cm -mv	GLG:	cm -mv

Terreinnaam:	Arriër Koeland	**Boringnummer:**	Bo26
Beschreven door:	van 't Hullenaar	Datum:	6-mrt-19
Kaartblad nr.:	B22	X-coördinaat:	228332
		Y-coördinaat:	503755

Plaatsomschrijving: bos

Hoogte maaiveld: 5.41 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	20	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), zwak humeus
20	80	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht bruin
80	140	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht bruin-rood, roest

Boring beëindigd.

Boormethode:			Bentoniet:	nee	
			GHG:		cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	cm -mv	GLG:		cm -mv

Terreinnaam:	Arriër Koeland	**Boringnummer:**	Bo27
Beschreven door:	van 't Hullenaar	Datum:	6-mrt-19
Kaartblad nr.:	B22	X-coördinaat:	227849
		Y-coördinaat:	503524

Plaatsomschrijving: naast sloot

Hoogte maaiveld: 4.07 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	40	veen
40	75	veen, kleiig
75	110	klei, venig
110	120	zand

Boring beëindigd.

Boormethode:			Bentoniet:	nee	
			GHG:		cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	cm -mv	GLG:		cm -mv

Terreinnaam:	Arriër Koeland	**Boringnummer:**	Bo28
Beschreven door:	van 't Hullenaar	Datum:	6-mrt-19
Kaartblad nr.:	B22	X-coördinaat:	227814
		Y-coördinaat:	503529

Plaatsomschrijving: slenk

Hoogte maaiveld: 3.38 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	60	veen, losse drab, onder 50cm water
60	70	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), grijs

Boring beëindigd.

Boormethode:			Bentoniet: nee	
			GHG:	cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	cm -mv	GLG:	cm -mv

Terreinnaam:	Arriër Koeland	**Boringnummer:**	Bo29
Beschreven door:	van 't Hullenaar	Datum:	6-mrt-19
Kaartblad nr.:	B22	X-coördinaat:	227705
		Y-coördinaat:	503251

Plaatsomschrijving: elzenbroek

Hoogte maaiveld: 3.60 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	100	veen, organische slib, onder 10 cm water
100	125	zand

Boring beëindigd.

Boormethode:			Bentoniet: nee	
			GHG:	cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	cm -mv	GLG:	cm -mv

Terreinnaam:	Arriër Koeland	**Boringnummer:**	Bo30
Beschreven door:	van 't Hullenaar	Datum:	6-mrt-19
Kaartblad nr.:	B22	X-coördinaat:	227512
		Y-coördinaat:	503358

Plaatsomschrijving:

Hoogte maaiveld: 3.32 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	35	veen, slib onder 20 cm water
35	80	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm)

Boring beëindigd.

Boormethode:			Bentoniet: nee	
			GHG:	cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	cm -mv	GLG:	cm -mv

Terreinnaam:	Arriër Koeland	**Boringnummer:**	Bo31
Beschreven door:	van 't Hullenaar	Datum:	18-mrt-19
Kaartblad nr.:	B22	X-coördinaat:	228069
		Y-coördinaat:	503109

Plaatsomschrijving: bos

Hoogte maaiveld: 6.17 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	15	zand, humeus
15	40	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm)
40	50	zand, humeus
50	70	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht bruin
70	120	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht bruin, spoor roest
120	170	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht bruin

Boring beëindigd.

Boormethode:			Bentoniet: nee	
			GHG:	cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	cm -mv	GLG:	cm -mv

Bijlage 4

B-WARE rapport van het bodem- en hydrochemisch onderzoek Arriër Koeland en Boerenmars

ONDERZOEKCENTRUM B ware

BIOGEOCHEMICAL WATER-MANAGEMENT & APPLIED RESEARCH ON ECOSYSTEMS

BODEM- EN HYDROCHEMISCH ONDERZOEK ARRIËR KOELAND - BOERENMARS



- Eindrapportage -

Opdrachtgever: Waterschap Vechtstromen • Auteurs: Mark van Mullekom, Amber Visscher, Yvon Verstijnen & Fons Smolders • Rapport: RP-18.191.19.39 • Datum: 18-12-2019

BODEM- EN HYDROCHEMISCH ONDERZOEK ARRIËR KOELAND - BOERENMARS

Eindrapportage

Mark van Mullekom
Amber Visscher
Yvon Verstijnen
Fons Smolders

ONDERZOEKCENTRUM B ware

Titel rapport:
Bodem- en hydrochemisch onderzoek Arriër Koeland - Boerenmars, eindrapportage

Auteurs:
Mark van Mullekom, Amber Visscher, Yvon Verstijnen & Fons Smolders

Rapportnummer: RP-18.191.19.39

Opdrachtgever:
Waterschap Vechtstromen



Informatie:
Onderzoekcentrum B-WARE BV
Radboud Universiteit Nijmegen
Mercator III, Toernooiveld 1
6525 ED Nijmegen

Contactpersoon:
Mark van Mullekom
Tel: 024-2122207
m.vanmullekom@b-ware.eu
www.b-ware.eu

© Onderzoekcentrum B-WARE, 2019

INHOUDSOPGAVE

1. Inleiding 1

1.1 Aanleiding 1

1.2 Aanpak bodem- en hydrochemisch onderzoek 2

1.3 Leeswijzer 3

2. Materiaal en methoden 4

2.1 Veldwerkzaamheden bodemonderzoek 4

2.2 Veldwerkzaamheden en referentiemetingen 2018 7

2.3 Chemische analyse 8

3. Actuele toestand en potenties grondwaterafhankelijke natuurtypen 11

3.1 Inleiding 11

3.2 Algemene bodemchemie 11

3.3 Algemene hydrochemie 13

3.4 Actuele toestand en potenties slenken en schraallanden 20

3.5 Actuele toestand en potenties uitbreidingslocaties 31

4. Actuele toestand en potenties van stroomdalgraslanden 37

4.1 Inleiding 37

4.2 Referentiemetingen 2018 (Van Mullekom e.a., 2018) 37

4.3 Abiotiek van stroomdalgraslanden – overzicht referentiedata 38

4.4 Algemene bodemchemie 40

4.5 Actuele toestand en potenties droge schraalgraslanden 46

5. Conclusies 53

6. Literatuur 59

7. Bijlage 1 Natuurontwikkeling op voormalige landbouwgronden 63

8. Bijlage 2 referentiemetingen 2018 69

9. Bijlage 3 Informatie boringen 79

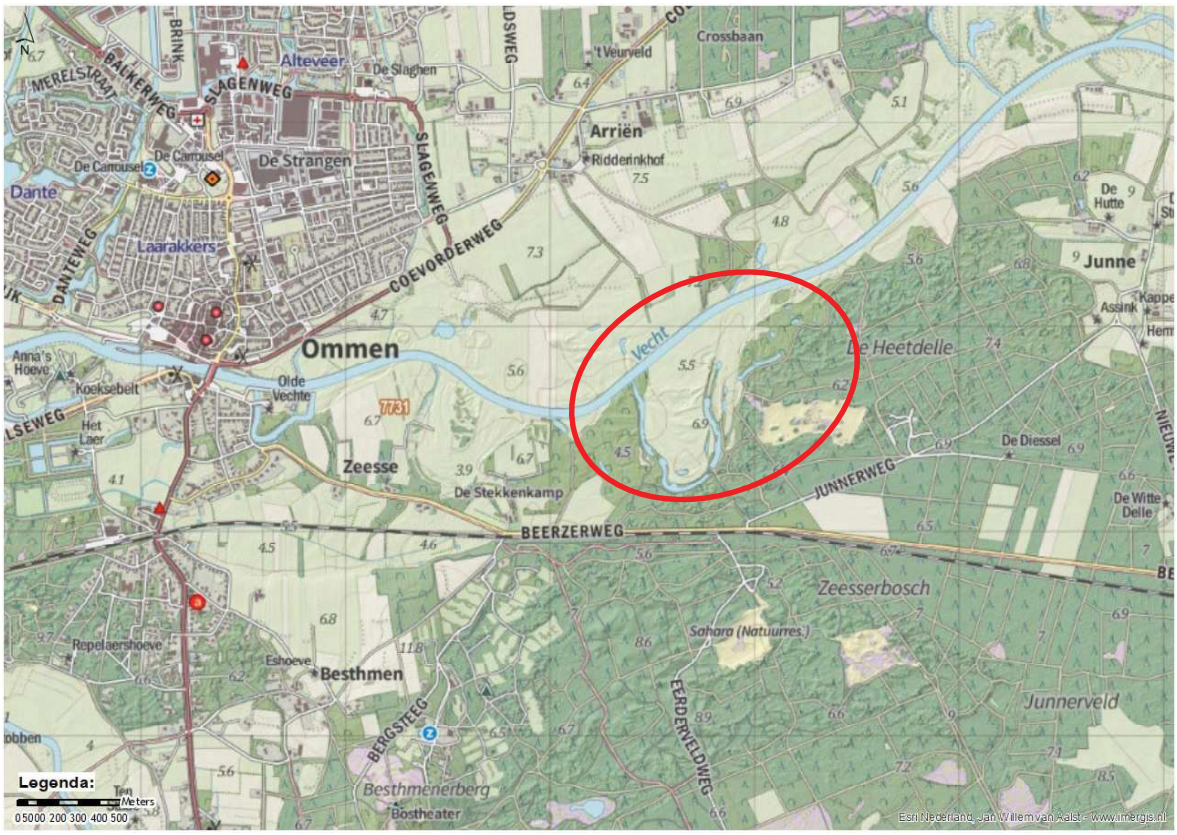
10. Bijlage 4 Herstelstrategie stroomdalgraslanden 81

1. INLEIDING

1.1 Aanleiding

Het gebied Arriër Koeland - Boerenmars maakt deel uit van het Natura2000-gebied Vecht en Beneden Regge en ligt in het stroomgebied van de Vecht. In de hoog gelegen delen is onder andere het habitattype H6120 Stroomdalgraslanden aanwezig en in de laag gelegen delen van het gebied zijn diverse grondwaterafhankelijke habitattypen aanwezig: H91E0C Vochtige alluviale bossen, (de grondwaterafhankelijke vorm van) H6230 Heischrale graslanden, H6410 Blauwgraslanden, H6430A Ruigten met moerasspirea en H7140A Trilvenen. Voor het gebied zijn instandhoudings- en uitbreidingsdoelstellingen vastgesteld.

Door middel van het door Onderzoekcentrum B-WARE uit te voeren bodem- en hydrochemisch onderzoek wordt de actuele situatie in beeld gebracht en kansrijke plekken, knelpunten en oplossingsrichtingen in kaart gebracht. Dit geldt zowel voor de nieuw te ontwikkelen delen in het gebied als voor de te behouden en herstellen aanwezige habitattypen. De bodemchemie (voedselrijkdom, mate van buffering/verzuring) en de poriewater-, grondwater- en oppervlaktewaterkwaliteit spelen hierin een belangrijke rol. Voor de grondwaterafhankelijke natuurtypen is het van belang om te meten in hoeverre basenrijk (kwel)water in staat is tot in de wortelzone van de vegetatie door te dringen.



Figuur 1. Overzicht van de globale ligging van het onderzoeksgebied.

Het onderzoek maakt deel uit van de LESA van Ecohydrologisch Adviesbureau Bell Hullenaar uit Zwolle. Belangrijkste doel van deze LESA is het inzichtelijk maken van het ecohydrologisch functioneren van het gebied, zodat zowel eventuele kwantitatieve als kwalitatieve knelpunten in de waterhuishouding voor de grondwaterafhankelijke habitattypen kunnen worden vastgesteld en (zo nodig) opgelost. Om de kansen voor behoud, herstel en ontwikkeling van de kwetsbare habitattypen af te kunnen leiden is ook inzicht in de bodemchemische toestand noodzakelijk.

In de meetraaien van Bell Hullenaar wordt bodem- en hydrochemisch onderzoek uitgevoerd om inzicht te bieden in voedselrijkdom en algemene chemie van het grondwater en de bodem. Met de toevoeging van enkele extra meetlocaties in de oude rivierloop rond het Arriër Koeland buiten de raaien wordt ook de aanwezigheid van een eventuele gradiënt in de overstromingsinvloed van de Vecht inzichtelijk gemaakt. Het onderzoek buiten de raaien is tevens nodig voor het afleiden van de uitbreidingsmogelijkheden van de grondwaterafhankelijke habitattypen en de mogelijkheden voor behoud/herstel van de stroomdalgraslanden. Per locatie zullen we bevindingen worden toegelicht.

De resultaten worden door Bell Hullenaar geïntegreerd in de LESA en gebruikt voor het afleiden van de verbeterings- en uitbreidingsmogelijkheden voor deze grondwaterafhankelijke habitattypen.

1.2 Aanpak bodem- en hydrochemisch onderzoek

Op 32 locaties in het gebied zijn op verschillende diepten bodemmonsters verzameld en chemisch geanalyseerd. Op basis van de bodemchemische onderzoeksresultaten is bepaald op welke locaties een geschikte uitgangssituatie voor soortenrijke natuurtypen gerealiseerd kan worden en welke verschralingsmaatregelen daarvoor noodzakelijk zijn. Tevens zijn 43 watermonsters in het gebied genomen van het oppervlaktewater, het bodemvocht of uit de bestaande peilbuizen.

Concreet worden op basis van dit onderzoek de volgende vragen beantwoord:

<u>Droog</u>

- Wat zijn de bodemchemische condities op de monsterlocaties van de (potentiële) stroomdalgraslanden? Het betreft zowel de toplaag als gradiënten in de diepte.
- Is er sprake van vermesting of verzuring (ontkalking van de toplaag of verminderde aanrijking van bufferstoffen door de overstromingsdynamiek)? Zo ja, wat zijn geschikte herstelmaatregelen?

<u>Nat</u>

- Wat zijn de bodemchemische condities op de monsterlocaties van de grondwaterafhankelijke natuurtypen en de potentiële uitbreidingslocaties? Het betreft zowel de toplaag als gradiënten in de diepte.
- Wat zijn de hydrochemische condities op de monsterlocaties van de grondwaterafhankelijke natuurtypen en de potentiële uitbreidingslocaties en in hoeverre is basenrijk (kwel)water in staat tot in de wortelzone van de vegetatie door te dringen?

- Is er sprake van vermesting of verzuring? Zo ja, wat zijn geschikte herstelmaatregelen?
- Wat is de oppervlaktewaterkwaliteit op de 5 monsterlocaties en biedt deze kansen of vormt deze een knelpunt voor de beoogde natuurontwikkeling?
- Wat is de algemene kwaliteit van het diepe en ondiepe grondwater in het gebied?

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden de toepaste onderzoeksmethoden beschreven. In hoofdstuk 3 en 4 worden de resultaten van het bodem- en hydrochemisch onderzoek gepresenteerd. Hierbij is een onderscheid gemaakt tussen de natte, grondwaterafhankelijke natuur (hoofdstuk 3) en de droge stroomdalgraslanden (hoofdstuk 4). In hoofdstuk 5 worden de belangrijkste conclusies en aanbevelingen beschreven. In hoofdstuk 6 staat een overzicht van de gebruikte literatuur, gevolgd door de bijlagen in hoofdstuk 7, 8 en 9.

Dit onderzoek is gericht op het in kaart brengen van de actuele toestand en natuurpotenties op basis van de bodem- en hydrochemische omstandigheden en het bodemtype. Daarnaast zijn ook de (variatie in) grondwaterstanden en grondwaterstromingen van invloed op de natte natuurtypen die tot ontwikkeling kunnen komen. Deze laatstgenoemde hydrologische aspecten maken echter geen onderdeel uit van dit deel van het onderzoek. De resultaten uit dit onderzoek kunnen sterk bepalend zijn voor de keuzes die bij de gebiedsinrichting gemaakt worden. De keuze van de uiteindelijke inrichtingsmaatregelen is echter niet alleen afhankelijk van de kansrijkdom qua bodem- en hydrochemie. Ook andere factoren zoals het beschikbare budget, het ambitieniveau en de ruimtelijke/landschappelijke waarden spelen een belangrijke rol. Een ontgronding kan bijvoorbeeld een geschikte maatregel zijn om de biogeochemische omstandigheden te optimaliseren, maar dient altijd te worden getoetst op de inpassing in het ecohydrologische systeem. Deze toetsing maakt geen onderdeel uit van deze opdracht. Wel vormen de resultaten van dit project een belangrijke basis voor het maken van goed onderbouwde keuzes die de kansen op een succesvolle herinrichting vergroten.

2. MATERIAAL EN METHODEN

2.1 Veldwerkzaamheden bodemonderzoek

Op 27 maart, 2 april en 5 april 2019 werden voor het bodemchemisch onderzoek op 34 locaties ondiepe boringen tot maximaal 120 cm onder maaiveld gezet (15x natte locaties en 10x droge locaties) waarbij het bodemprofiel globaal werd beschreven. De locaties werden geselecteerd in overleg met Ecohydrologisch Adviesbureau Bell Hullenaar, onder andere tijden een oriënterend veldbezoek met Staatsbosbeheer en Landschap Overijssel op 20 maart. Voor de exacte ligging van de boorlocaties zie Figuur 3 en Figuur 4 (natte locaties) en Figuur 5 en Figuur 6 (droge locaties). De boringen werden verricht met een Edelmanboor en de exacte boorlocaties werden ingemeten met een GPS.

Uitgangspunten voor de bemonstering en analyse waren:

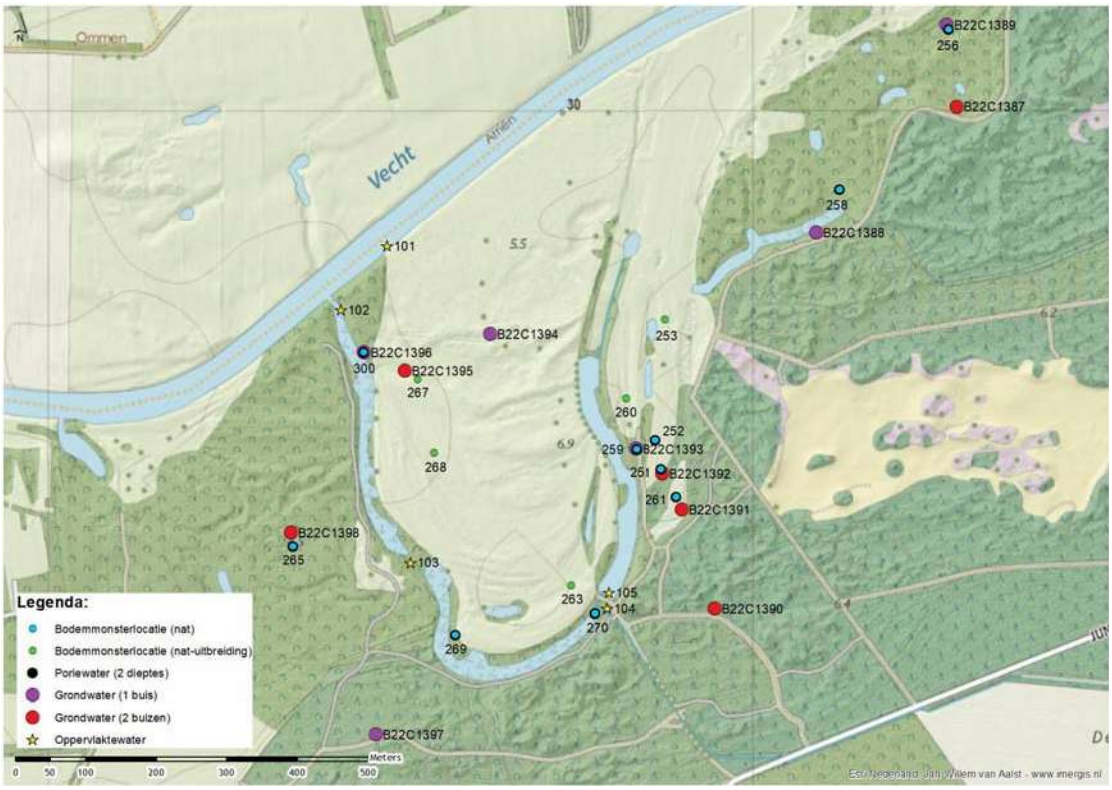
- Op de grondwaterafhankelijke locaties (bestaande natuur) op 3 dieptes bemonsteren;
- Op de grondwaterafhankelijke locaties (uitbreidingslocaties) op 4 dieptes bemonsteren;
- Op de droge locaties (stroomdalgrasland) op 3 dieptes bemonsteren;
- Op de droge locaties (stroomdalgrasland) op de locaties 1, 3, 5 en 7 een extra monster op 80-100 cm-mv verzamelen;
- In een tweetal hoogteraaien alleen de toplaag bemonsteren.

De exacte bemonsteringsdieptes werden in het veld bepaald op basis van de aangetroffen bodemprofielen. De bodemmonsters werden in afgesloten zakken vervoerd naar het lab en bewaard bij 4°C tot verdere verwerking. In totaal werden 93 bodemmonsters geanalyseerd.

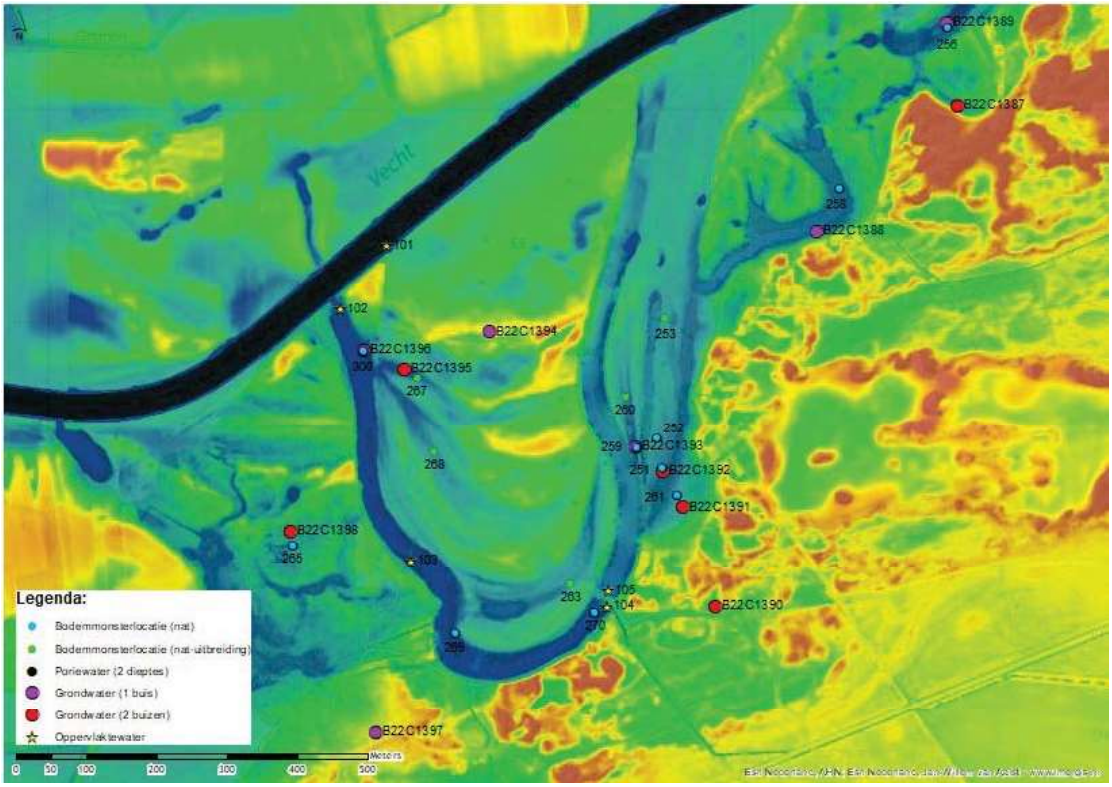
Voor het hydrochemische onderzoek werden op 26 en 27 maart 2019 in totaal 18 peilbuizen bemonsterd waarvan 7 ‘diepe’ peilbuizen (ca. 700 cm-mv) en 11 ‘ondiepe’ peilbuizen (ca. 200 cm-mv). Op 10 locaties werden keramische cups (lysimeters) geplaatst voor het verzamelen van poriewater op 20 en 75 cm-mv.



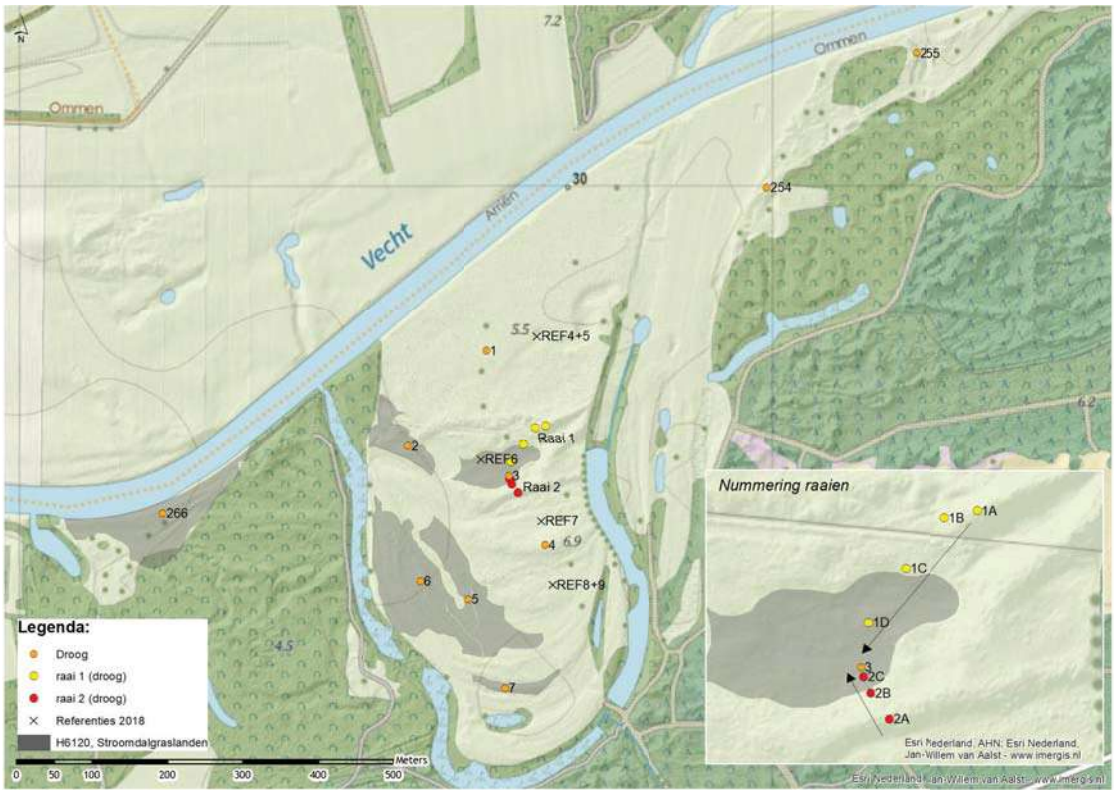
Figuur 2. Foto’s van de locaties 261 (links) en 269 (rechts) waar met behulp van keramische cups (lysimeters) poriewater werd verzameld op 20 en 75 cm-mv. Foto’s: Mark van Mullekom.



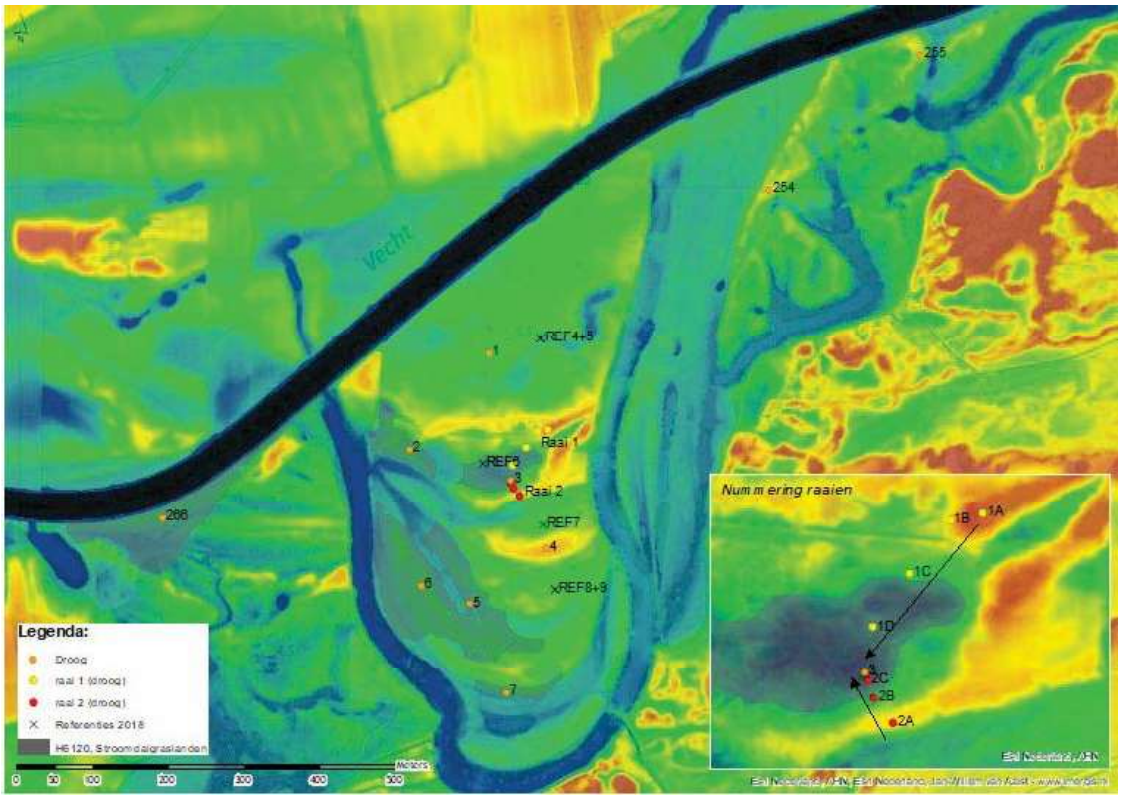
Figuur 3. Overzicht van de exacte ligging van bodem- en watermonsterlocaties op de natte, grondwaterafhankelijke plekken op een topografische kaart.



Figuur 4. Overzicht van de exacte ligging van bodem- en watermonsterlocaties op de natte, grondwaterafhankelijke plekken op een globale hoogtekaart.



Figuur 5. De exacte ligging van de boorlocaties, referenties (2018, zie bijlage 8) en hoogteraaien (alleen toplaag bemonsterd) op de droge locaties (stroomdalgrasland) op een topografische kaart.



Figuur 6. De exacte ligging van de boorlocaties, referenties (2018, zie bijlage 8) en hoogteraaien (alleen toplaag bemonsterd) op de droge locaties (stroomdalgrasland) op een globale hoogtekaart.

Tabel 1. XY-coördinaten, type en aantal dieptes.

Nr	x	y	Type	Dieptes
1A	227698	503682	raai 1 (droog)	1
1B	227684	503679	raai 1 (droog)	1
1C	227667	503657	raai 1 (droog)	1
1D	227651	503634	raai 1 (droog)	1
3	227648	503615	raai 1 (droog)	4
2A	227660	503593	raai 2 (droog)	1
2B	227652	503604	raai 2 (droog)	1
2C	227649	503611	raai 2 (droog)	1
3	227648	503615	raai 2 (droog)	4
1	227620	503782	Droog	4
2	227514	503655	Droog	3
3	227648	503615	Droog	4
4	227696	503523	Droog	3
5	227594	503451	Droog	4
6	227531	503475	Droog	3
7	227643	503333	Droog	4
254	227991	503998	Droog	3
255	228190	504177	Droog	3
266	227189	503565	Droog	3

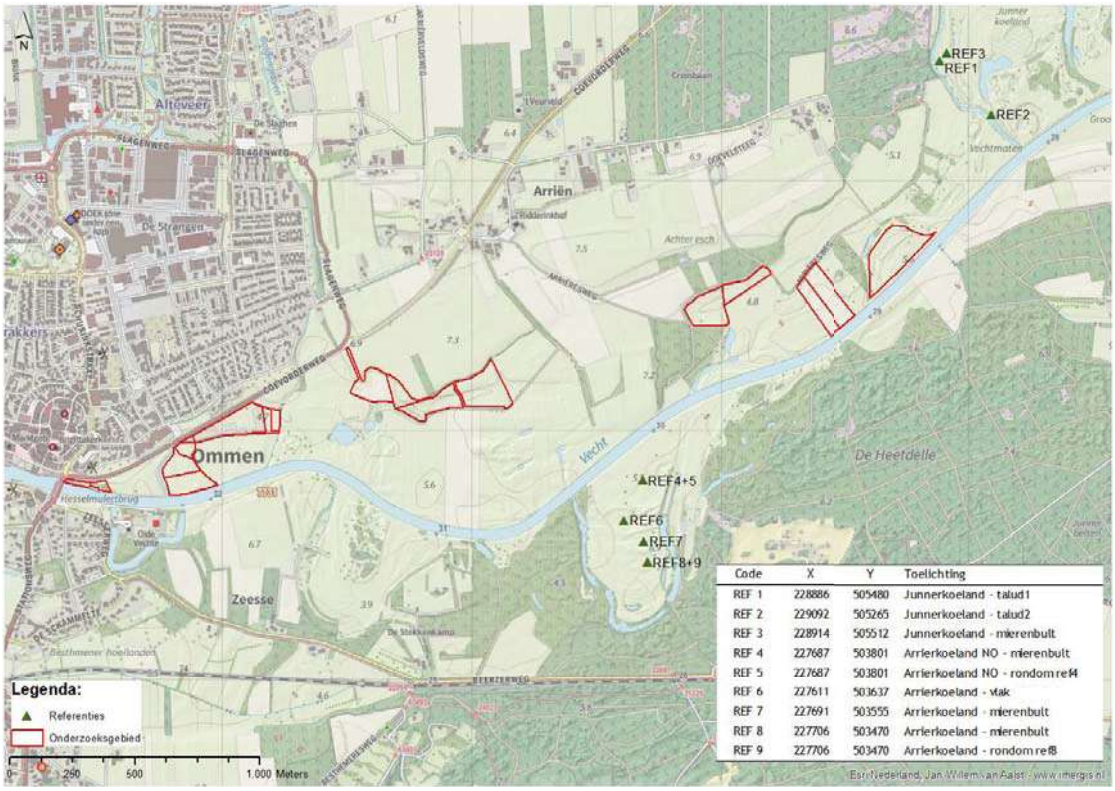
Nr	x	y	Type	Dieptes
251	227869	503492	Nat	3
252	227861	503534	Nat	3
256	228275	504116	Nat	3
258	228121	503888	Nat	3
259	227833	503520	Nat	3
261	227890	503453	Nat	3
265	227346	503382	Nat	3
269	227576	503257	Nat	3
270	227774	503287	Nat	3
300	227446	503382	Nat	3
253	227874	503704	Nat uitbreiding	4
260	227818	503593	Nat uitbreiding	4
263	227740	503327	Nat uitbreiding	4
267	227522	503260	Nat uitbreiding	4
268	227545	503515	Nat uitbreiding	4

2.2 Veldwerkzaamheden en referentiemetingen 2018

Op 23 april 2018 werden door Bas van de Riet van Onderzoekcentrum B-WARE samen met Ruud Jonker van Staatsbosbeheer op een aantal locaties (Figuur 8) (referentie)monsters verzameld van de toplaag (stroomdalgrasland). In totaal werden 9 referentielocaties bemonsterd in het Arriër Koeland en het Junnerkoeland. In het Arriër Koeland lagen 4 locaties, waarbij op 2 locaties ook het koepelnest van de gele weidemier werd bemonsterd (zie Figuur 5 en Figuur 6). Met name op de bodemmonsterlocatie locatie REF6 (in mindere mate REF5) was sprake van een soortenrijke vegetatie (Figuur 7). De mierenbulten waren lokaal goed ontwikkeld. Op 25 mei 2018 werden vegetatieopnames gemaakt door Bas van de Riet. In Bijlage 2 worden deze weergegeven.



Figuur 7. Foto van de vegetatieontwikkeling op locatie REF. Het betreft een vrij soortenrijke vegetatie met gewoon reukgras (*Anthoxanthum odoratum*), duizendblad (*Achillea millefolia*), grote tijm (*Thymus pulegioides*), gewone veldbies (*Luzula campestris*), blauwe knoop (*Succisa pratensis*), muizenoortje (*Hieracium pilosella*) en knolboterbloem (*Ranunculus bulbosus*). Foto's: Bas van de Riet.



Figuur 8. Topografische kaart met de ligging van de (referentie)monsterlocaties in Arriërkoeland en Junnerkoeland (Van Mullekom e.a., 2018).

2.3 Chemische analyse

Per bodemmonster werden de volgende variabelen bepaald:

- Olsen-P extractie: een maat voor de concentratie plantenbeschikbaar P;
- Drooggewicht, organisch stofgehalte (gloeiverlies) en bodemdestructie, ter bepaling van de algemene bodemchemie (o.a. totaal-P, -Ca, -Fe, -Al, -Mg, -S);
- Zoutextractie (op een selectie van bodems) voor de mate van buffering en stikstofbelasting (o.a. pH, uitwisselbaar calcium en aluminium, indicatieve basenverzadiging, labiel gebonden P wat kan af-/uitspoelen, ammonium, nitraat). Hiermee kunnen tevens de natuurpotenties worden gespecificeerd.

Vochtpercentage, organische stofconcentratie en bodemdichtheid

Het vochtpercentage van het verse bodemmateriaal werd via het vochtverlies bepaald. Dit gebeurde door in duplo bodemmateriaal te drogen gedurende 48 uur bij 60 °C. Omdat de bakjes precies tot aan de rand werden afgevuld (volume = 40 ml) konden later ook de concentraties worden omgerekend naar mol per liter bodemvolume. De fractie organisch stof in de bodem werd berekend door het gloeiverlies te bepalen. Hiertoe werd het bodemmateriaal, na drogen, gedurende 4 uur verast in een oven bij 550 °C. Het gloeiverlies komt bij benadering overeen met de fractie organisch materiaal in de bodem.

Olsen-extractie

Plantenbeschikbaar fosfaat werd met behulp van een Olsen-extractie (Olsen e.a.,1954) bepaald. Het principe van deze extractiemethode is dat natriumbicarbonaat ($NaHCO_3$) zorgt

voor een daling van de concentratie opgeloste calciumionen via de vorming van onoplosbaar calciumcarbonaat ($CaCO_3$). Hierdoor stijgt de concentratie opgelost fosfaat. Natriumbicarbonaat brengt ook de labiele, voor planten snel beschikbare, proportie van de organische fractie in oplossing. Voor de Olsen-extractie werd aan 3 gram droog bodemmateriaal 60 ml 0,5 mol l^{-1} natriumbicarbonaat ($NaHCO_3$) toegevoegd. De pH van het extractiemedium werd op pH 8,5 gesteld met behulp van NaOH. Gedurende 30 minuten werden de monsters uitgeschud op een schudmachine (105 r.p.m.) waarna het supernatant onder vacuüm werd verzameld met behulp van teflon poriewaterbemonsteraars. Het extract werd bij 4 °C bewaard tot verdere analyse. De Olsen-P concentraties werden berekend in µmol per liter bodem.

Bodemdestructie

Door de bodem te destrueren (ontsluiten) is het mogelijk de totale concentratie van bepaalde elementen/nutriënten in het bodemmateriaal te bepalen. Hiervoor werd 200 mg fijngemalen gedroogde bodem afgewogen in teflon destructievaatjes. Aan het bodemmateriaal werd 4 ml geconcentreerd salpeterzuur (HNO_3, 65%) en 1 ml waterstofperoxide (H_2O_2, 30%) toegevoegd en geplaatst in een destructiemagnetron (Milestone microwave type mls 1200 mega). De monsters werden vervolgens gedestrueerd in gesloten teflon vaatjes en na afkoelen werden het destruaat nauwkeurig overgebracht en aangevuld tot 100 ml met milli Q water. De monsters werden in polyethyleenpotjes bij 4 °C bewaard voor verdere analyse. Concentraties van elementen werden berekend in µmol per liter bodem.

Zoutextractie (NaCl-extractie)

Bij een natriumchloride(zout)-extractie worden aan het bodemadsorptiecomplex gebonden ionen verdrongen door natrium en chloride. Met deze extractie kan onder andere de pH, ammonium- en nitraatbeschikbaarheid van de bodem bepaald worden. Daarnaast kan op basis van de aluminium/calcium-ratio een goede inschatting gemaakt worden van de buffercapaciteit van de bodem. Voor een zoutextractie werd aan 17,5 gram verse bodem 50 ml 0,2 mol l^{-1} natriumchloride (NaCl) toegevoegd. Gedurende 120 minuten werden de monsters uitgeschud op een schudmachine (105 r.p.m.) waarna de pH werd gemeten. Het supernantant werd onder vacuüm verzameld met behulp van teflon poriewaterbemonsteraars en bewaard bij 4 °C tot verdere analyse. De elementenconcentraties werden berekend in µmol per liter bodem.

Analyse grond- en oppervlaktewater

De pH werd gemeten met een standaard Ag/AgCl2 elektrode verbonden met een radiometer (Copenhagen, type TIM840). De hoeveelheid opgelost anorganisch koolstof (CO2 en HCO3) werd bepaald met behulp van infrarood gas analyse (ABB Advance Optima IRGA). De alkaliniteit werd bepaald door een deel van het monster te titreren met verdund zoutzuur tot pH 4,2. De toegevoegde hoeveelheid equivalenten zuur per liter is hierbij de alkaliniteit. De EGV werd bepaald met een HACH EGV probe verbonden met een HQD-meter. De turbiditeit van de oppervlaktewatermonsters werd bepaald met een Dentan Turbidimeter (model FN-5). De monsters voor de Auto-analysers werden bewaard bij een temperatuur van –20 °C tot aan de analyse. De monsters voor de ICP werden aangezuurd voor analyse en bewaard bij 4 °C.

Elementenanalyse (ICP en Auto-analysers)

De concentraties calcium (Ca), magnesium (Mg), aluminium (Al), ijzer (Fe), mangaan (Mn), fosfor (P), zwavel (S; als maat voor sulfaat), silicium (Si) en zink (Zn) in oppervlaktewater, bodemvocht en bodemextracten werden bepaald met behulp van een Inductively Coupled

Plasma Spectrofotometer (ICP; Thermo Electron Corporation, ICP-OES iCAP 6000). De concentraties nitraat (NO_3^-) en ammonium (NH_4^+) werden colorimetrisch bepaald met een Bran+Luebbe auto-analyzer III met behulp van respectievelijk salicylaatreagens en hydrazinesulfaat. Chloride (Cl^-) en fosfaat (PO_4^{3-}) werden colorimetrisch bepaald met een Technicon auto-analyzer III systeem met behulp van resp. mercuritiocyanide, en ammoniummolybdaat en ascorbinezuur. Natrium (Na^+) en kalium (K^+) werden vlamfotometrisch bepaald met een Technicon Flame Photometer IV Control.

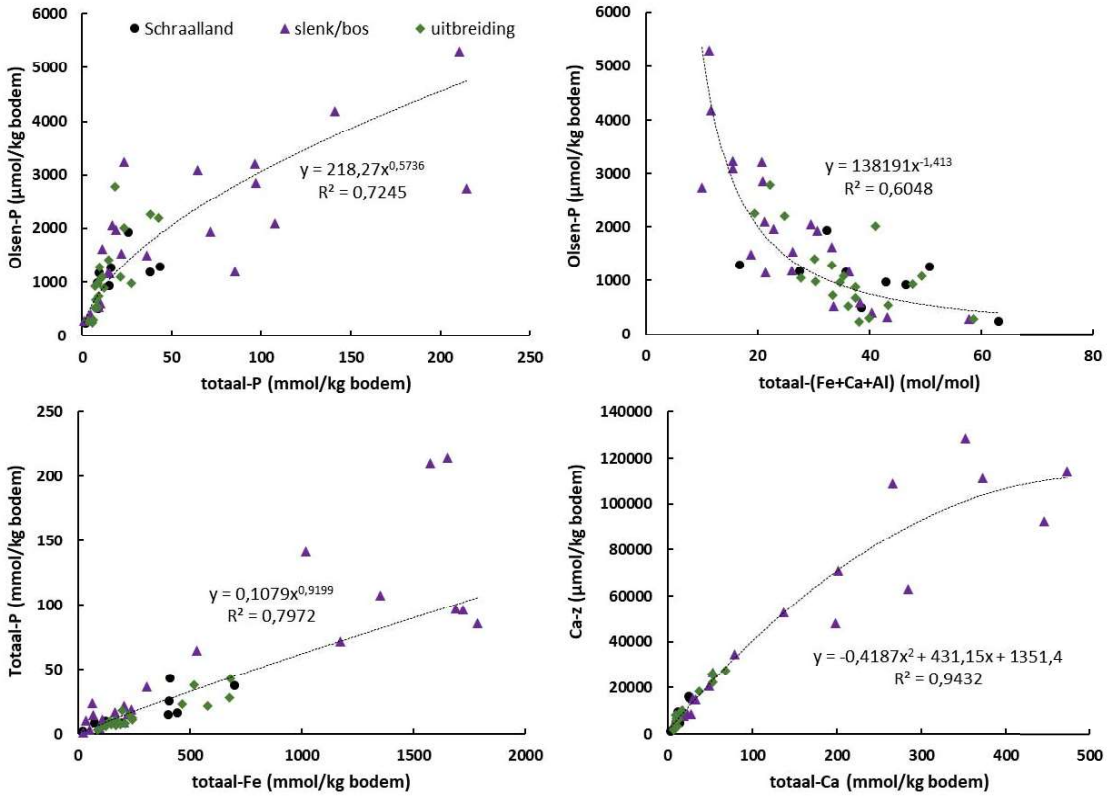
3. ACTUELE TOESTAND EN POTENTIES GRONDWATER-AFHANKELIJKE NATUURTYPEN

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de resultaten van het bodem- en hydrochemisch onderzoek op de natte locaties beschreven. In paragraaf 3.2 wordt de algemene bodemchemie beschreven en in paragraaf 3.3 de hydrochemie. In paragraaf 3.4 komen de natuurontwikkelingsmogelijkheden van de slenken en schraalgraslanden aan bod. In paragraaf 3.5 worden ontwikkelingsmogelijkheden van de uitbreidingslocaties besproken.

3.2 Algemene bodemchemie

Voor het ontwikkelen van soortenrijke, grondwaterafhankelijke natuurtypen is het belangrijk dat de fosfaatbeschikbaarheid laag is. Voor het vaststellen van de fosfaatbeschikbaarheid van de bodem zijn de Olsen-P en totaal-P concentraties van belang, waarbij de Olsen-P concentratie een maat is voor de voor planten beschikbare fosfaatfractie. De totaal-P concentratie geeft de totale P voorraad in de bodem waarvan een deel op termijn weer beschikbaar kan komen voor planten (zeker bij een verandering van de redoxtoestand van de bodem door het nemen van vernattingsmaatregelen). Vanwege het feit dat planten wortelen in een bepaald bodemvolume en niet in een bepaalde bodemmassa worden de concentraties in deze rapportage meestal uitgedrukt per liter verse bodem.



Figuur 9. Correlaties tussen enkele relevante bodemchemische variabelen gemeten op de grondwaterafhankelijke locaties.

De bodemopbouw in het onderzoeksgebied bestaat uit ijzerrijk, en lokaal (sterk) lemig zand, leem/klei en/of (veraard) veen. In Figuur 9 linksboven zijn de Olsen-P en totaal-P concentraties van de geanalyseerde bodems tegen elkaar uitgezet. In deze correlaties is een verschil gemaakt tussen de huidige schraallanden, de slenken/bossen en de uitbreidingslocaties.

Als gevolg van verschillen in grondgebruik (bemestingsduur en -intensiteit), bodemtype en bodemchemie (variatie in ijzer- en/of calciumconcentraties), zijn er grote verschillen in de Olsen-P en totaal-P gehalten van de bodem. Deze variëren niet alleen in de diepte, maar ook de P-beschikbaarheid varieert tussen de verschillende bodems. Fosfor wordt in ijzerrijkere bodems bijvoorbeeld zeer effectief geïmmobiliseerd door adsorptie aan ijzer(hydr)oxiden en door de vorming van ijzerfosfaat zouten zoals $Fe_3(PO_4)_2$ (onder anaerobe condities) en $FePO_4$ onder aerobe condities. De ijzer- en fosforconcentraties correleren sterk (Figuur 9 linksonder) wat erop duidt dat er bij de afzetting van ijzer ook P is afgezet. IJzerrijk grondwater bevat vaak ook fosfor. Wanneer de Fe/P ratio (sterk) positief is, is dat gunstig.

Naast ijzer zorgt ook calcium voor fosfaatbinding in de bodem. Dit calcium gebonden-P is meestal slecht oplosbaar en komt slechts zeer langzaam vrij door verweringsprocessen. Ook kleideeltjes (de totaal-aluminium concentratie is indicatief voor het lutumpercentage) zijn een sterke P-binder. De calcium-, ijzer- en aluminiumconcentraties kunnen de beschikbaarheid van fosfaat dus beïnvloeden. In Figuur 9 rechtsboven is deze correlatie weergegeven. Op plaatsen waar de bodem rijk is aan ijzer, calcium en aluminium ten opzichte van totaal-P, blijft de P-beschikbaarheid voor planten doorgaans laag.

Behalve de nutriëntenbeschikbaarheid is de zuurgraad van de bodem in belangrijke mate sturend voor de vegetatieontwikkeling. De buffercapaciteit geeft de mate aan waarin een bodem in staat is te compenseren voor veranderingen in zuurconcentraties. Uit Figuur 9 rechtsonder blijkt dat de concentratie totaal-Ca en de gemakkelijk uitwisselbare calciumconcentratie (Ca-z) goed correleren. De concentratie totaal-Ca en de concentratie Ca-z, zijn indicatieve parameter voor het vaststellen van de mate van buffering van een bodem. Deze parameters zijn in grote mate bepalend voor de natuurtypen die tot ontwikkeling kunnen komen. Bodems met een totaal-Ca concentratie van meer dan 20 mmol/l bodem hebben meestal een hoge basenverzadiging (> 90-95%).

Bij de beschrijving van de bodemchemie en hydrochemie per locatie wordt de mate van buffering (van de bodem en het grondwater), evenals de voedselrijkdom, nader toegelicht. Voor de ontwikkeling van soortenrijke natuurtypen worden de volgende Olsen-P streefconcentraties gehanteerd (de totaal-P concentratie kan sterk variëren):

- Nat schraalland: (<)300-500 µmol/l bodem;
- Vochtig hooiland: 300-800/900 µmol/l bodem;
- Kruidenrijk grasland: 900-1200 µmol/l bodem.

Welke natte natuurbeheertypen zich daadwerkelijk in het gebied kunnen ontwikkelen is onder andere afhankelijk van de voedselrijkdom van de bodem, de mate van buffering van de bodem en de stijghoogte en kwaliteit van het grondwater. In Tabel 2 staan voor een groot aantal natte natuurbeheertypen de abiotische randvoorwaarden aangegeven. Voorwaarde bij de ontwikkeling van soortenrijke voedselarme systemen blijft de lage fosfaatbeschikbaarheid voor planten. De metingen van de Olsen-P (en totaal-P) concentraties zijn dan ook in belangrijke mate leidend voor de natuurontwikkelingskansen.

Tabel 2. Gemiddelde hoogste (GHG) en laagste (GLG) grondwaterstand, pH-H_2O en fosfaatconcentraties in de bodem van enkele natte (grondwaterafhankelijke) natuurbeheertypen (optimumranges). Droge natuurbeheertypen, zoals droge heide en droog heischraal grasland, zijn niet afhankelijk van grondwaterinvloed. Bronnen: Ertsen e.a. (2005); Onderzoekcentrum B-WARE, niet gepubliceerde data; De Becker (2004). Onder zeer ijzerrijke omstandigheden kunnen bij een optimale ontwikkeling ook hogere fosforconcentraties voorkomen (aangegeven tussen haakjes).

Natuurbeheertype	Specificatie	GHG (cm)	GLG (cm)	pH-H2O	Olsen-P (umol/l FW)	totaal-P (mmol/l FW)
Hoogveen		10 + mv	5 -mv	3.5-5	100-300	0.5-2.5
Vochtige heide		10+ tot 20- mv	20- tot 50- mv	3.5-5	100-500	0.5-2.5
Schraalgrasland	Nat heischraal grasland	0 tot 40- mv	40- tot 120 - mv	4.5-6	150-400	1-3
	Kleine zeggenmoeras (Verbond van Zwarte zegge)	20+ tot 20- mv	40- tot 80- mv	4.5-6.5	100-500	1-6
	Blauwgrasland	0 tot 25- mv	40- tot 80- mv	5-6.5	200-500	2-10 (tot 20)
Vochtig hooiland	Dotterbloemhooiland / Veldrusschraalland	20+ tot 20- mv	40- tot 80- mv	5-7	300-800 (tot 1200)	8-20 (tot 50)
Moeras	Grote zeggenmoeras	20+ tot 0 mv	10+ tot 50- mv	5-7	300-800 (tot 1200)	8-20 (tot 50)
	Rietmoeras	20+ tot 0 mv	10+ tot 40- mv	>5	-	-
Hoog- en laagveenbos	Berkenbroekbos	10+ tot 0 mv	40- tot 80- mv	<5	200-600	1-5
	Elzenbroekbos	20+ tot 20- mv	40- tot 80- mv	5-6.5	300-800 (tot 1200)	5-20 (tot 50)

3.3 Algemene hydrochemie

Poriewater en grondwater

De resultaten van de grondwateranalyses worden door Bell-Hullenaar verwerkt in de ecohydrologische systeemanalyse. Dit maakt geen onderdeel uit van dit onderzoek. De focus in dit onderzoek ligt op de beschrijving van de dieptegradiënten per locatie. In **Figuur 10** worden enkele hydrochemische correlaties weergegeven.

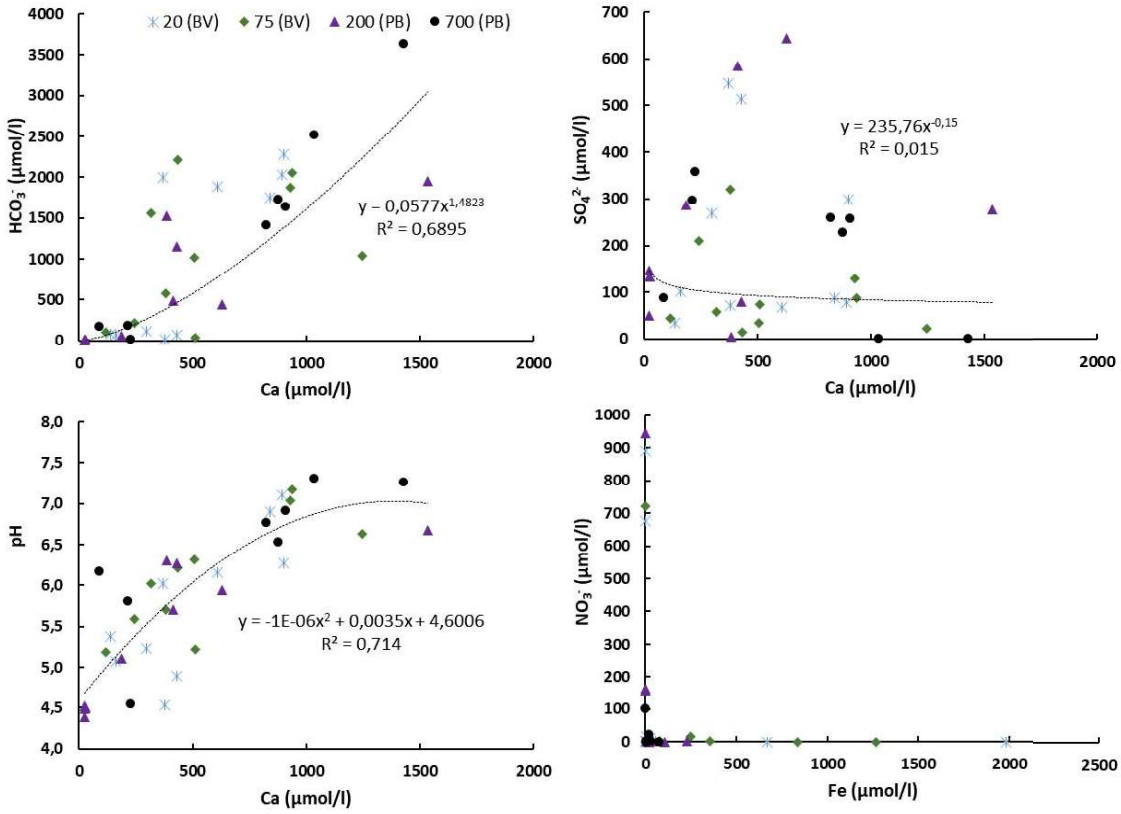
Tabel 3. Overzicht van diepe (circa 700 cm-mv, blauw gearceerd) en ondiepe (circa 200 cm-mv, grijs gearceerd) grondwaterkwaliteit in het onderzoeksgebied. Diepte = diepte onderkant filter t.o.v. maaiveld in centimeters. Parameters zijn weergegeven in µmol/l met uitzondering van de pH, alkaliniteit (alk; in meq/l) en EGV (µS/cm).

type	code	Diepte	pH	alk	EGV	CO_2	HCO_3^-	Al	Ca	Mg	S	Fe	P	Na	Cl	K	NO_3^-	NH_4^+
PB	1387 ondiep	148	5,7	0,8	262	2297	488	9	414	104	584	6	<0,1	1075	625	21	1,3	26,6
PB	1387 diep	686	4,6	0,1	196	966	14	41	225	138	360	0	<0,1	547	665	27	103,4	1,6
PB	1388	170	4,5	0,1	91	675	9	16	29	37	134	15	<0,1	349	315	14	2,3	7,4
PB	1389	190	5,1	0,1	147	1138	61	8	186	106	287	14	<0,1	408	444	24	0,3	2,9
PB	1390 ondiep	249	4,5	0,1	110	376	5	73	26	34	51	0	<0,1	399	472	15	154,8	1,1
PB	1390 diep	700	6,8	1,5	279	572	1413	1	821	166	260	2	<0,1	451	594	17	2,7	5,9
PB	1391 ondiep	199	4,4	0,1	158	620	6	160	23	36	133	0	<0,1	556	730	16	162,3	1,4
PB	1391 diep	668	5,8	0,3	162	710	192	5	214	119	299	29	0,1	454	452	21	3,7	4,6
PB	1392 ondiep	149	4,5	0,1	89	710	9	43	24	30	146	19	<0,1	304	264	11	0,1	1,9
PB	1392 diep	684	6,2	0,3	60	291	181	2	88	50	89	9	1,4	159	91	12	0,4	1,1
PB	1393	147	6,3	1,6	185	1812	1525	0	384	124	6	109	<0,1	311	313	9	0,4	31,9
PB	1394	832	7,3	2,5	260	294	2522	0	1034	94	2	3	1,0	278	248	17	1,0	24,4
PB	1395 ondiep	198	6,3	1,2	154	1484	1155	3	429	65	80	229	12,8	264	184	14	2,4	10,0
PB	1395 diep	687	7,3	3,5	353	473	3635	0	1426	153	3	7	0,5	263	257	33	0,0	33,2
PB	1396	198	6,7	2,0	530	994	1953	0	1535	123	277	1	<0,1	1237	1286	13	943,0	2,3
PB	1397	690	6,9	1,7	265	476	1640	0	907	133	259	18	1,9	392	367	15	22,4	6,9
PB	1398 ondiep	298	5,9	0,5	224	1224	445	1	629	104	643	43	0,6	383	144	8	2,3	3,4
PB	1398 diep	693	6,5	1,8	323	1213	1733	2	874	146	228	74	2,8	666	749	26	1,0	32,1

Het diepe grondwater (ca 700 cm-mv) is, met uitzondering van locatie B22C1395 (13 µmol/l), over het algemeen fosforarm (<2 µmol/l). Op locaties B22C1398 is het diepe grondwater het meest ijzerhoudend (74 µmol/l). Het grondwater is zwak sulfaathoudend (200-350 µmol/l) wat positief is voor de ontwikkeling van natte natuur. De nitraat- en ammoniumconcentraties zijn eveneens laag (<10-35 µmol/l). Alleen op locatie B22C1387 in het noordoosten van het gebied bevat het diepere grondwater 103 µmol/l nitraat. Hogere nitraatconcentraties kunnen het gevolg van zijn van uitspoeling uit landbouwpercelen in de omgeving en stikstofinvang in bossen. Lage nitraatconcentraties zijn positief. Uitspoeling van nitraat kan namelijk leiden tot verrijking van het grondwater met sulfaat als gevolg van pyrietoxidatie. Daarnaast kan oxidatie van in het grondwater opgelost ijzer ertoe leiden dat grondwater ijzerarm is (het door nitraat geoxideerd ijzer slaat neer in de bodem (**Figuur 10** rechtsonder). De pH van het diepe grondwater is overwegend 6-7. Een uitzondering vormt B22C1389 met een pH van 4,6. De alkaliniteit in het noordoostelijke deel van het gebied (B22C1387, -1391 en -1392) is 0,1-0,3 meq/l (90-225 µmol/l Ca) en in het overige deel van het gebied 1,5-2 meq/l (800-900 µmol/l Ca). Locatie B22C1395 is het sterkst gebufferd (pH 7,3; alkaliniteit 3,3 meq/l en 1426 µmol/l Ca).

Het ondiepe grondwater (ca 200 cm-mv) is over het algemeen fosforarm (<1 µmol/l) en ijzerarm tot zwak ijzerhoudend (<30 µmol/l). De ijzerconcentraties variëren lokaal sterk. Vooral B22C1393 (109 µmol/l) en -1395 (229 µmol/l) zijn ijzerrijk. Het ondiepe grondwater is overwegend zwak sulfaathoudend (<300 µmol/l) wat positief is voor de ontwikkeling van natte natuur. Alleen op locaties B22C1387 en -1398 bedraagt de sulfaatconcentratie circa 600 µmol/l. Onder sulfaatrijke condities is doorstroming van belang ter voorkoming van (extra) mobilisatie van ijzergebonden fosfaat. De nitraat- en ammoniumconcentraties zijn eveneens overwegend laag (<10-35 µmol/l). Alleen op locaties B22C1390 en -1391 is het grondwater nitraatrijk (circa 150 µmol/l), en op locatie -1396 zeer nitraatrijk (943 µmol/l). De pH van het ondiepe grondwater is circa 4,5 in het oostelijke deel van het gebied (B22C1390, -1391 en -1388). Dit grondwater is zeer zwak gebufferd (0,1 meq/l en 25 µmol/l Ca). Op de overige ondiepe locaties varieert de pH van circa 5,5 tot 7 en is het grondwater zwak-matig gebufferd (alkaliniteit 0,5-2 meq/l en circa 500-1000 µmol/l Ca).

Voor de ontwikkeling van grondwaterafhankelijke (zwak)gebufferde natuurtypen is vooral de mate van buffering van het grondwater relevant. Wanneer het grondwater niet hoog en/of lang genoeg in de toplaag van de bodem doordringt om aanrijking van de basenvoorraad te bewerkstelligen ter compensatie van de zuurvorming die plaatsvindt als gevolg van oxidatieprocessen in de toplaag zal de bodembuffering afnemen. Een goede parameter voor de mate van buffering is de bicarbonaatconcentratie (HCO_3^-) van het grondwater (of de alkaliniteit). Deze correleert goed met de calciumconcentratie (in tegenstelling tot de sulfaatconcentratie). De pH van het grondwater correleert daarnaast met de calciumconcentratie.



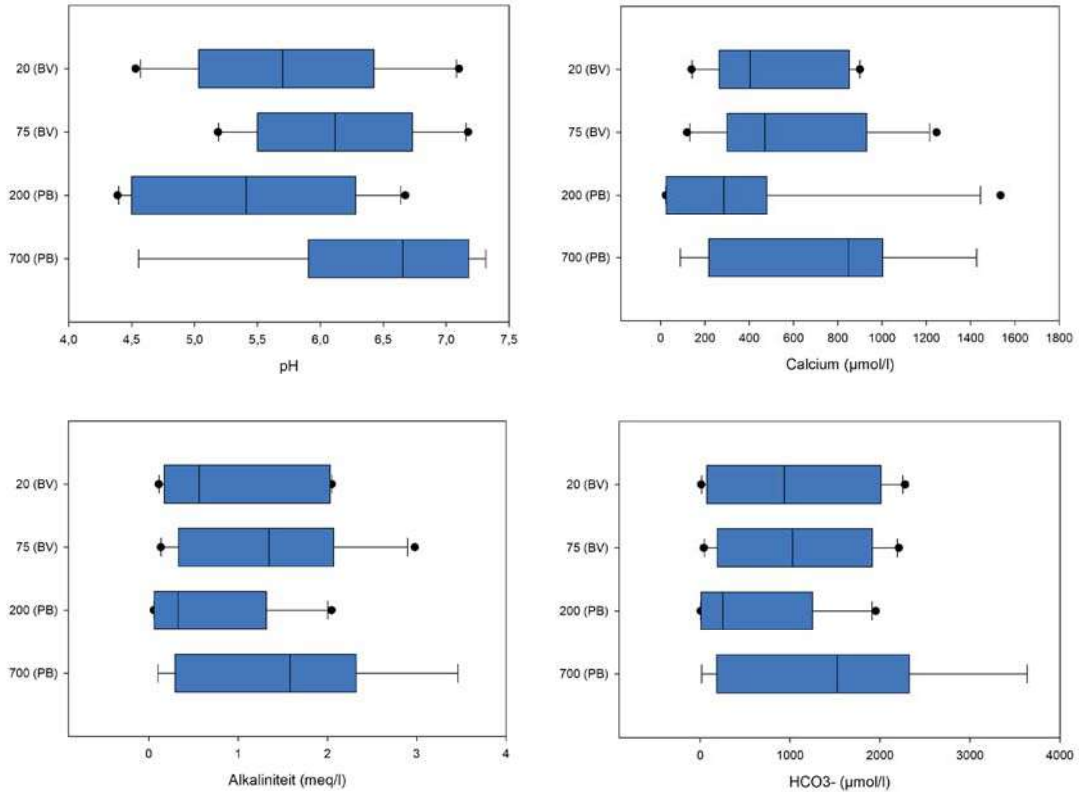
Figuur 10. Correlaties tussen enkele relevante hydrochemische variabelen in het onderzoeksgebied waarbij een onderscheid is gemaakt in de ondiepe (20 cm-mv) en diepe (75 cm-mv) poreuze cups (BV) en de ondiepe (200 cm-mv) en diepe (700 cm-mv) peilbuizen (PB).

In paragraaf 3.4 worden per locatie de actuele toestand en de natuurpotenties toegelicht op basis van de bodem- en hydrochemische dieptegradienten. Hierbij wordt ook gekeken of er voldoende gebufferd grondwater in het maaiveld komt en of er sprake is van verzuring van de toplaag.

Voor de ontwikkeling van grondwaterafhankelijke natuurtypen als natte schraallanden en elzenbroekbossen is vereist dat het grondwater gedurende een langere periode (circa oktober t/m april) in het maaiveld uittreedt en door kan stromen. Door de aanrijking met basen wordt (verdere) verzuring van de toplaag tegen gegaan. Voor heischrale graslanden is het voldoende als zwak-matig gebufferd grondwater nabij maaiveld staat zodat buffering kan plaatsvinden door capillaire opstijging. Door te zorgen voor voldoende afvoer van regenwater middels ondiepe, reguleerbare greppels of via laagtes in het landschap (mits deze laagte hydrologisch optimaal functioneert) wordt voorkomen dat het grondwater lokaal wordt verdund of ‘weggedrukt’ door regenwater. Het is voor de ontwikkeling van schraallanden en broekbossen zaak voldoende doorstroming te creëren met droogval van de toplaag in de zomerperiode (KADER 1). Trilvenen dienen daarentegen permanent nat te zijn.

De bemonstering werd uitgevoerd op 26/27 maart 2019 terwijl in 2018 sprake was van een extreem droge zomer waardoor het de vraag is in hoeverre het grondwatersyteem in die periode reeds voldoende ‘op druk’ stond. Aanvullende metingen aan het begin van de natte periode (oktober/november 2019) of een herhaling van de metingen in februari/maart 2020 kunnen van meerwaarde zijn en een interessante aanvulling vormen op deze eenmalige meting.

Figuur 11 bevat enkele boxplots waarin de pH, de calciumconcentratie en de buffering (alkaliniteit en bicarbonaatconcentratie) van het poriewater- en grondwater wordt weergegeven in de diepte. Het gaat hier om een synthese van alle locaties. In paragraaf 3.4 wordt dit per locatie kort toegelicht.



Figuur 11. Boxplots van de pH, alkaliniteit, concentraties HCO3- en calcium in het grondwater/poriewater waarbij waarbij een onderscheid is gemaakt in de ondiepe (20 cm-mv) en diepe (75 cm-mv) poreuze cups (BV) en de ondiepe (200 cm-mv) en diepe (700 cm-mv) peilbuizen (PB). De Box geeft het bereik tussen het 25e en 75e percentiel weer. De Whiskers (verticale lijnen) geven het bereik tussen het 10e en 90e percentiel. De verticale streep in de box geeft de mediane waarde van de metingen weer. De stippen geven de uitbijters ('outliers') weer.

Uit Figuur 11 valt af te leiden dat de pH en de buffering van het diepe grondwater (700 cm-mv) richting maaiveld (poriewater op 20 cm-mv) afneemt. Opvallend is de afwijking van het ondiepe grondwater (200 cm-mv) in deze gradiënt: dit freatische grondwater is het minst gebufferd en heeft de laagste pH.

De hogere buffercapaciteit in het ondiepe water wordt veroorzaakt door reductieprocessen in de toplaag van de bodem wanneer deze nat is. Hierbij wordt organisch materiaal anaeroob geoxideerd waarbij driewaardig ijzer als alternatieve electronenacceptor optreedt. Bij deze reductie wordt netto alkaliniteit (bicarbonaat) gegeneerd omdat anaorganisch koolstof vrijkomt bij de afbraak van organisch materiaal en er bij de reductie van ijzer(hydr)oxides tot tweewaardig ijzer protonen worden geconsumeerd. Daarnaast wordt calcium vrijgemaakt omdat gereduceerd ijzer calcium verdringt van bodemadsorptiecomplex. Het gaat hierbij dus niet om buffering als gevolg van de aanvoer van gebufferd grondwater maar om buffering als gevolg van zogenaamde redoxgestuurde interne alkalinisering onder natte omstandigheden. De mate waarin verschilt uiteraard sterk tussen de locaties.

Het grondwater op 2 meter diepte is duidelijk minder gebufferd dan he grondwater op 7 meter diepte. Afname van de mate van buffering richting het maaiveld kan veroorzaakt worden door de bijmenging van neerslag/regenwater. Deze zal toenemen wanneer de kweldruk lager is.

Ecohydrologisch Adviesbureau Bell Hullenaar analyseert grondwaterstromingen en (jaar)variatie in peilfluctuaties in het gebied. Dit maakt geen onderdeel uit van deze opdracht. De focus ligt vooral op toelichting van de bodem- en hydrochemische omstandigheden per locatie en de kansen en knelpunten die dit met zich meebrengt voor de beoogde ontwikkeling.

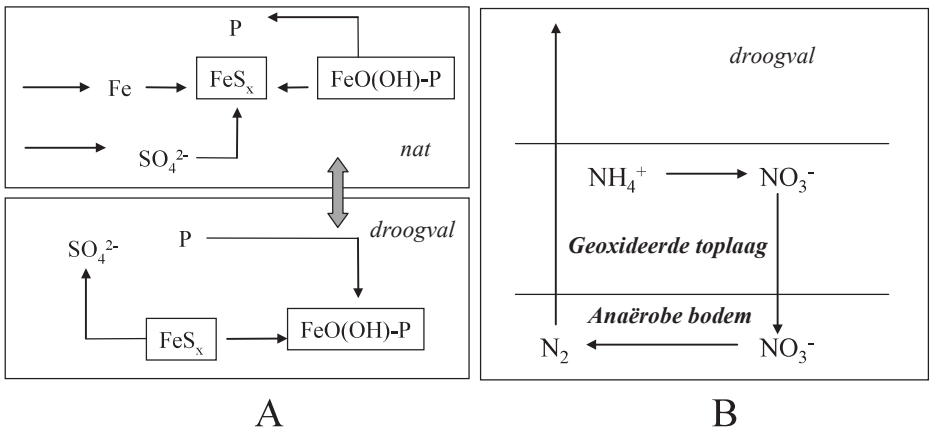
KADER 1. DOORSTROMING EN PEILFLUCTUATIE

Onder permanent natte (reductieve) omstandigheden kan extra P-mobilisatie optreden (interne eutrofiering). IJzerreducerende bacteriën gebruiken onder anaërobe omstandigheden de in de bodem aanwezige ijzer(hydr)oxides om organische stof af te breken. Hierbij wordt ijzer gereduceerd tot Fe^{2+}, waaraan fosfaat minder sterk bindt dan aan de geoxideerde vorm. Hoeveel fosfaat er hierbij vrijkomt, hangt af van de periode en tijdsduur van de inundatie en van de verhouding tussen het aan ijzergebonden fosfaat en het ijzer in het system.

Onder anaërobe omstandigheden wordt sulfaat omgezet in sulfide (rotte-eierengeur). Sulfide is toxisch, maar wordt onder ijzerrijke omstandigheden gebonden aan ijzer (pyrietvorming). Het sulfide is dan niet meer giftig. Dit proces kan echter wel leiden tot het vrijkomen van extra fosfaat, omdat sulfide fosfaat van het ijzer kan verdringen, als er geen overmaat van ijzer in de bodem aanwezig is. Daarnaast kan ammonium zich in stagnante situaties in de bodem ophopen, omdat het onder anaërobe omstandigheden niet omgezet kan worden in nitraat.

Als het grondwater niet wordt opgestuwd/vastgehouden maar kan doorstromen, kan een teveel aan ammonium worden afgevoerd, doordat basen (Ca en Mg) ammonium van het bindingscomplex verdringen. Ook kan er met het grondwater ijzer aangevoerd worden, wat een positief effect heeft op de binding van fosfaat. Als er veel nitraat wordt meegevoerd met het grondwater, uit bijvoorbeeld landbouwpercelen in het gebied, kan dit ervoor zorgen dat ijzer- en sulfaatreductie niet meer op kunnen treden, omdat nitraat als een redoxbuffer werkt. Pyriet wordt door nitraat geoxideerd, waarbij verzuring optreedt en sulfaat vrijkomt.

Periodieke droogval in de zomermaanden kan zorgen voor een lagere beschikbaarheid van nutriënten. Droogval in de zomer is tevens belangrijk omdat het vrijkomen van fosfaat onder natte omstandigheden sneller gaat bij hoge (zomer)temperaturen dan bij lagere (winter)temperaturen. Afhankelijk van de ijzer- en fosfaatconcentratie in de bodem kan enkele weken droogval per jaar al genoeg zijn om ervoor te zorgen dat er niet te veel fosfaat vrijkomt.



Schematisch overzicht van de biogeochemische processen die optreden wanneer sprake is van doorstroming gevolgd door tijdelijke droogval (Smolders et al., 2009).

Oppervlaktewater

In **Tabel 4** worden de resultaten van de vijf oppervlaktewaterkwaliteitsmetingen in het gebied weergegeven.

Tabel 4. Overzicht van oppervlaktewaterkwaliteit. Parameters zijn weergegeven in µmol/l met uitzondering van de pH, alkaliniteit (alk; in meq/l), EGV (µS/cm) en de turbiditeit (NTU).

code	pH	alk	EGV	turb	CO_2	HCO_3^-	Al	Ca	Mg	S	Fe	P	PO_4^{3-}	Na	Cl	K	NO_3^-	NH_4^+
OW101	7,6	2,7	542	7,0	171	2823	6	1678	235	550	34	3,3	0,9	953	1096	177	381,4	24,8
OW102	7,5	1,8	110	4,0	157	1944	1	953	102	163	19	2,8	0,8	373	399	18	5,2	6,0
OW103	7,5	1,8	262	2,0	160	1977	0	947	101	169	16	2,6	0,8	376	393	17	5,8	6,1
OW104	6,6	0,7	215	2,0	416	700	5	451	105	216	10	-	0,3	543	657	42	31,0	2,4
OW105	7,3	2,4	325	4,0	336	2659	1	1213	126	148	21	4,4	1,0	396	486	21	1,2	19,6



Figuur 12. Foto's van de oppervlaktewaterlocaties OW102 (linksboven), OW103 (rechtsboven), OW104 (linksonder) en OW105 (rechtsonder). Foto's: Mark van Mullekom.

Uit de data valt het volgende af te leiden:

- Het oppervlaktewater in de Vecht (OW101) is sterk gebufferd (pH 7,6; alkaliniteit 2,7 meq/l; 1678 µmol/l calcium), matig sulfaathoudend (550 µmol/l), nitraatrijk (381 µmol/l) en matig P-arm (0,9 µmol/l ortho-P en 3,3 µmol/l totaal-P).
- Het water in de westelijke slenk (OW 103 en OW102 ter hoogte van de instroom in de Vecht) is gebufferd (pH 7,5; alkaliniteit 1,8 meq/l; 950 µmol/l calcium), arm aan sulfaat (165 µmol/l) en nitraat (5 µmol/l) en relatief P-arm (0,8 µmol/l ortho-P en 2,7 µmol/l totaal-P). De waterkwaliteit van beide monsters is vrijwel identiek.
- In het zuidoostelijke deel van het onderzoeksgebied is de waterkwaliteit gemeten dat uit de oostelijke slenk wordt aangevoerd (OW105) en het water dat vanuit het zuiden wordt aangevoerd (OW104; bos en landbouw).

- OW104 is zwak-matig gebufferd (pH 6,6; alkaliniteit 0,7 meq/l; 451 µmol/l calcium), relatief arm aan sulfaat (216 µmol/l) en nitraat (31 µmol/l) en relatief P-arm (0,3 µmol/l ortho-P).
- OW 105 is gebufferd (pH 7,3; alkaliniteit 2,4 meq/l; 1213 µmol/l calcium), arm aan sulfaat (148 µmol/l) en nitraat (1 µmol/l) en relatief P-arm / zeer licht verrijkt met fosfaat (1,0 µmol/l ortho-P en 4,4 µmol/l totaal-P).

3.4 Actuele toestand en potenties slenken en schraallanden

Per locatie worden de actuele toestand, de kansen en knelpunten op basis van de bodem- en hydrochemische data toegelicht. In Tabel 2 worden voor een groot aantal natte natuurbeheertypen de abiotische randvoorwaarden aangegeven. De grondwaterinvloed (variatie in stijghoogtes) maakt geen onderdeel uit van dit onderzoek maar wordt door Bell Hullenaar verwerkt in de integrale systeemanalyse.

Het bodemtype en de totale ijzer- en calciumconcentraties van de bodem zijn met name relevant met het oog op de potentiële natuurbeheer-/habitattypen. Bodems met een totaal-Ca concentratie van >20 mmol/l en een Ca-z concentratie van meer dan 4.000-5.000 µmol/l zijn over het algemeen voldoende gebufferd voor (matig) gebufferde natuurtypen. Op calciumarme bodems ligt de ontwikkeling van heide (of hoogveen) voor de hand (zeer indicatief: Ca-t < 10 mmol/l en Ca-z < 3.000/4.000 µmol/l). Op zwak-calciumhoudende bodems (Ca-tot >10 mmol/l en Ca-z 3.000/4.000-8.000 µmol/l ligt de ontwikkeling van een heischraal grasland (of kleine zeggenvegetaties) voor de hand mits er voldoende aanrijking met basen plaatsvindt via capillaire opstijging. Op de meer gebufferde bodems (Ca-z: 8.000-30.000 µmol/l) kan onder de juiste hydrologische omstandigheden (essentieel!) een blauwgrasland of veldrusschraalland tot ontwikkeling komen. Op sterk gebufferde bodems (Ca-z: > 20.000-50.000 µmol/l) kan onder vochtige tot natte omstandigheden een dotterbloemhooiland (of Elzenbroekbos) tot ontwikkeling komen (onder droge omstandigheden een kamgrasweide/glanshaverhooiland).

Wanneer een verschralingsbeheer noodzakelijk is om de fosfaatbeschikbaarheid te reduceren kan op basis van de Olsen-P en totaal-P concentratie een indicatieve verschralingsduur berekend worden voor graslanden. De verschralingsduur voor maaien en afvoeren is berekend op basis van het verschil tussen de actuele totaal-P concentratie en de totaal-P streefconcentratie, uitgaande van een P-afvoer van 10 kg hectare per jaar (Chardon, 2008). De streefconcentratie voor totaal-P is hierbij niet op een standaard waarde vastgesteld, maar berekend aan de hand van de streefwaarde voor Olsen-P en de actuele beschikbare P-fractie (Olsen-P/totaal-P-ratio). Stel dat de actuele P-fractie 0,1 is (10% van het totaal-P is beschikbaar P), dan is bij een streefwaarde van 500 µmol Olsen-P/l de streefwaarde voor totaal-P 5 mmol/l ((0,5/10) x 100). Stel dat bij een ijzer- en kalkrijke bodem de actuele P-fractie slechts 0,05 is (5% van de totale P voorraad is beschikbaar), dan is de streefwaarde voor totaal-P 10 mmol/l ((0,5/5) x 100). Er is bij de berekening wel vanuit gegaan dat de fractie beschikbaar P gedurende de verschralingsperiode gelijk blijft. Wanneer we hiervoor zouden corrigeren (veranderende (Ca+Fe)/P-ratio) valt de verschralingsduur 10-20% lager uit. Het is echter te verwachten dat de effectiviteit van de verschraling in de laatste fase afneemt, waardoor de P-afvoer van 10 kg/ha/jaar niet meer wordt gehaald en de verschralingsduur eerder hoger uit zou vallen. De gehanteerde formule lijkt overall dan ook een goed beeld te geven van de indicatieve verschralingsduur. Verder is de ondergrens voor de totaal-P streefconcentratie gesteld op 3 mmol/l. In de tabellen met de bodemchemische data wordt de berekende verschralingsduur via maaien en afvoeren voor iedere locatie en

diepte gegeven (voor een Olsen-P streefconcentratie van 300 en 800 µmol). Voor het berekenen van de totale verschralingsduur op een bepaalde diepte moeten, in verband met de worteldiepte van planten, de verschralingsduren van een bodempakket van 25 cm bij elkaar worden opgeteld.

Locatie 251 (met B22C1392): trilveen



Figuur 13. Foto van poriewater- en bodemmonsterlocatie 251 (peilbuis B22C1392). Foto: Mark van Mullekom.

Tabel 5. Overzicht van de bodemchemische parameters (per liter versgewicht) op verschillende dieptes (in cm onder maaiveld). OS = organisch stofpercentage; V = vochtpercentage; MV = massavolume in kg droge bodem per liter verse bodem; Ols-P = Olsen-P (µmol/l); -t = totale concentratie (mmol/l), -z = zoutuitwisselbare concentraties (µmol/l, met uitzondering van de pH), BV = indicatieve basenverzadiging. M3 en M8 = berekende verschralingsduur (jaren) via maaien en afvoeren tot een streefconcentratie van 300 (optimaal) en 800 (minimaal) µmol Olsen-P/l bodem (totaal-P > 3 mmol/l). De volgende kleurarceringen zijn in de tabel gebruikt:

Org. stof	Al-t	Ca-t	Ca-z	Fe-t	P-z	NO3-z	Maaien en afvoeren (M)	
%	mmol/l	mmol/l	µmol/l	mmol/l	µmol/l	µmol/l	jaren	
<5	<150	<10	<4000	<40	<1	<50	0	voldoende P-arm
6-10	151-250	10-20	4001-8000	41-100	2-5	51-100	<10	kansrijk voor verschraling d.m.v. maaien en afvoeren
11-25	251-400	21-30	8001-15000	101-250	6-10	101-200	11-40	matig kansrijk voor verschraling d.m.v. maaien en afvoeren
26-50	401-750	31-50	15001-25000	251-500	11-30	201-400	41-80	kansrijk voor verschraling d.m.v. uitmijnen
>50	>750	51-80	25001-40000	501-800	31-50	401-800	81-200	matig tot beperkt kansrijk voor verschraling d.m.v. uitmijnen
		>80	>40000	>800	51-100	801-1200	201-400	ongeschikt voor verschraling I
					>100	>1200	>400	ongeschikt voor verschraling II

Nr	Diepte	Grondsoort	OS	V	MV	Ols-P	P-t	Al-t	Ca-t	Fe-t	K-t	Mg-t	S-t	S/MC	Al-z	Ca-z	K-z	Mg-z	pH-z	BV	P-z	NO3-z	NH4-z	M3	M8
251	0-15	bruingrijs humeus leem	8	37	0,9	1773	23,5	375	13	373	10	31	14	0,31	300	8291	349	597	4,5	47	2	8	111	92	61
	15-30	grijs leem	4	27	1,4	1596	51,0	435	19	947	8	39	12	0,21	118	6407	320	860	5,1	23	6	13	205	194	119
	30-45	grijs leem	3	26	1,4	1789	60,3	424	14	572	11	50	7	0,11	122	6929	332	1248	5,2	27	4	7	175	236	156

Tabel 6. Overzicht van poriewater- (20 en 75 cm-mv) en, indien beschikbaar, grondwaterkwaliteit (ca. 200 en 700 cm-mv). Diepte = diepte onderkant filter t.o.v. maaiveld in centimeters. Parameters zijn weergegeven in µmol/l met uitzondering van de pH, alkaliniteit (alk; in meq/l) en EGV (µS/cm).

type	code	Diepte	pH	alk	EGV	CO_2	HCO_3^-	Al	Ca	Mg	S	Fe	P	Na	Cl	K	NO_3^-	NH_4^+
BV	251 ondiep	20	6,0	2,0	323	4641	2003	11	371	72	548	1986	1,3	59	205	6	1,0	8,2
BV	251 diep	75	6,0	1,6	221	3604	1559	17	318	97	59	838	1,3	272	430	5	0,6	5,3
PB	1392 ondiep	149	4,5	0,1	89	710	9	43	24	30	146	19	<0,1	304	264	11	0,1	1,9
PB	1392 diep	684	6,2	0,3	60	291	181	2	88	50	89	9	1,4	159	91	12	0,4	1,1

De leembodem is (zeer) ijzerrijk (>300 mmol/l) en zwak gebufferd (Ca-t 13 mmol/l en Ca-z ±8300 µmol/l). De totaal-P concentraties nemen toe in de diepte. Op 15-45 cm-mv is de bodem ook ijzerrijker. De Olsen-P concentratie is circa 1600 µmol/l van 0-45 cm-mv, maar dit is mogelijk een overschatting als gevolg van de hoge ijzer en totaal-P concentraties in de bodem. Onder permanent natte condities is het, zeker voor trilvenen, belangrijker dat de labiel-P concentratie in het poriewater laag is (<1 µmol/l) om verruiging met mossen en vaatplanten van eutrofe systemen niet de overhand te laten krijgen. Deze is met 1,3 µmol/l beperkt te hoog. Om verzuring door veenmossen tegen te gaan is het belangrijk dat de calcium en bicarbonaatconcentraties beiden hoger zijn dan 1000 µmol/l. De bicarbonaatconcentratie is 2003 µmol/l en de calciumconcentratie 371 µmol/l. Dit is in principe onvoldoende. De calciumconcentraties van het diepere grondwater zijn nog lager (<100 µmol/l). Het poriewater op 20 en 75 cm-mv is wel zeer ijzerrijk.

Het is duidelijk dat voor deze locatie de buffering tot stand komt door de reductie van ijzer(hydr)oxides in de organische leemlaag en niet door de aanvoer van buffering via het grondwater (het grondwater is nauwelijks gebufferd). De P beschikbaarheid is te hoog voor een echte trilveenvegetatie. De hoge ijzerconcentraties in het poriewater kunnen bijdragen aan het verminderen van de concurrentiekracht van verruigende soorten.

Locatie 252: schraalland



Figuur 14. Foto's van poriewater- en bodemmonsterlocatie 252. Foto: Mark van Mullekom.

Tabel 7. Overzicht van de bodemchemische parameters op verschillende dieptes. Zie **Tabel 5** voor een nadere toelichting.

Nr	Diepte	Grondsoort	OS	V	MV	Ols-P	P-t	Al-t	Ca-t	Fe-t	K-t	Mg-t	S-t	S/MC	Al-z	Ca-z	K-z	Mg-z	pH-z	BV	P-z	NO3-z	NH4-z	M3	M8
252	0-15	zwak zandig Fe-rijk leem, bruin/grijs/rood, humeus	7	31	1,0	1308	16,8	366	26	460	8	38	9	0,14	417	16838	394	497	4,4	95	2	57	145	61	31
	15-30	zwak zandig leem, ijzervlekken, bruin/grijs/rood	3	24	1,3	1246	20,6	377	35	544	9	47	6	0,07	450	20574	337	429	4,4	96	1	83	32	73	35
	30-45	geelbruin Fe-rijk licht lemig zand/grijs zand, lemig	1	20	1,6	803	14,2	213	21	312	6	35	2	0,04	87	12171	448	350	4,8	69	1	11	137	42	0

Tabel 8. Overzicht van poriewater- (20 en 75 cm-mv) en, indien beschikbaar, grondwaterkwaliteit (ca. 200 en 700 cm-mv). Diepte = diepte onderkant filter t.o.v. maaiveld in centimeters. Parameters zijn weergegeven in µmol/l met uitzondering van de pH, alkaliniteit (alk; in meq/l) en EGV (µS/cm).

type	code	Diepte	pH	alk	EGV	CO_2	HCO_3^-	Al	Ca	Mg	S	Fe	P	Na	Cl	K	NO_3^-	NH_4^+
BV	252 ondiep	20	5,4	0,3	57	836	84	5	139	26	34	2	1,1	23	262	7	1,6	1,9
BV	252 diep	75	6,3	1,1	154	1180	1016	16	507	59	34	357	1,7	60	299	14	3,4	18,5

De toplaag is ijzerrijk en matig calciumhoudend (Fe-t: 460 mmol/l; Ca-t: 26 mmol/l en Ca-z: ± 17000 µmol/l). De toplaag is matig voedselrijk (Olsen-P: 1308 µmol/l en P-t: 16,8 mmol/l). De labiel-P, nitraat- en ammoniumconcentraties zijn relatief laag in zowel de bodem als het poriewater. Het ondiepe poriewater is zwakgebufferd (alkaliniteit 0,3 meq/l). Op 75 cm-mv is het poriewater sterker gebufferd (alkaliniteit 1,1 meq/l). Dit kan erop duiden dat er onvoldoende grondwaterinvloed in het maaiveld is. Aanvoer van bufferstoffen is nodig om de buffering van de toplaag te op peil te houden. Ook hier zal vanwege de ijzerrijke bodemcondities ijzerreductie leiden tot buffering wanneer het nat genoeg is. Onder P-meer gelimiteerde condities (Olsen-P <500 µmol/l) in combinatie met de juiste hydrologische omstandigheden kan op deze plek een blauwgrasland/dotterbloemhooiland tot ontwikkeling komen. Het is nu matig ontwikkeld. Dit kan worden geoptimaliseerd door het verbeteren van de hydrologische omstandigheden en het verder verschralen van de toplaag door middel van een beheer van maaien en afvoeren. Het afgraven van 30 cm kan ook worden overwogen (Olsen-P 803 µmol/l; mits ecohydrologisch passend) voor de ontwikkeling van een blauwgrasland/heischraal grasland.

Locatie 261 (met B22C1391): schraalland



Figuur 15. Foto van poriewater- en bodemmonsterlocatie 261 (peilbuis B22C1391). Foto: Mark van Mullekom.

Tabel 9. Overzicht van de bodemchemische parameters op verschillende dieptes. Zie **Tabel 5** voor een nadere toelichting.

Nr	Diepte	Grondsoort	OS	V	MV	Ols-P	P-t	Al-t	Ca-t	Fe-t	K-t	Mg-t	S-t	S/MC	Al-z	Ca-z	K-z	Mg-z	pH-z	BV	P-z	NO3-z	NH4-z	M3	M8
261	0-15	zw art humeus lemig zand	12	40	0,8	980	8,1	175	10	105	4	11	13	0,60	774	7924	304	200	4,2	85	1	28	116	24	7
	15-25	zw art humeus lemig zand	9	36	1,0	966	8,3	271	12	75	6	18	14	0,48	977	8315	324	190	4,2	84	1	13	74	17	4
	25-40	geelgrijs zand	3	20	1,4	346	2,8	137	6	31	5	11	6	0,38	633	1997	502	75	4,4	68	1	9	57	0	0

Tabel 10. Overzicht van poriewater- (20 en 75 cm-mv) en, indien beschikbaar, grondwaterkwaliteit (ca. 200 en 700 cm-mv). Diepte = diepte onderkant filter t.o.v. maaiveld in centimeters. Parameters zijn weergegeven in µmol/l met uitzondering van de pH, alkaliniteit (alk; in meq/l) en EGV (µS/cm).

type	code	Diepte	pH	alk	EGV	CO_2	HCO_3^-	Al	Ca	Mg	S	Fe	P	Na	Cl	K	NO_3^-	NH_4^+
BV	261 ondiep	20	5,1	0,1	90	1488	74	28	162	40	102	7	2,0	141	312	12	1,2	14,0
BV	261 diep	75	5,2	0,2	79	1712	109	21	119	33	45	77	1,8	131	329	12	1,5	17,2
PB	1391 ondiep	199	4,4	0,1	158	620	6	160	23	36	133	0	<0,1	556	730	16	162,3	1,4
PB	1391 diep	668	5,8	0,3	162	710	192	5	214	119	299	29	0,1	454	452	21	3,7	4,6

De toplaag is ijzerhoudend en zwak calciumhoudend (Fe-t: 105 mmol/l; Ca-t: 10 mmol/l en Ca-z: ± 7900 µmol/l). De toplaag is beperkt voedselrijk (Olsen-P: 980 µmol/l en P-t: 8,1 mmol/l). De labiel-P, nitraat- en ammoniumconcentraties zijn relatief laag in zowel de

bodem als het poriewater en grondwater (alleen het grondwater op 2m diepte is nitraatrijk). De toplaag van de bodem (0-15 cm-mv) is minder gebufferd dan de bodem op 15-30 cm-mv. Dit duidt erop dat de toplaag aan het verzuren is. Het ondiepe poriewater is zwakgebufferd (alkaliniteit 0,1 meq/l). Op 75 cm-mv is het poriewater eveneens zwak gebufferd (alkaliniteit 0,2 meq/l). Op basis van de bodem- en hydrochemische gegevens ligt de ontwikkeling van een heischraal grasland/kleine zeggenvegetatie voor de hand. Bij toename van de verzuring kan dit op termijn leiden tot de ontwikkeling van een natte heide. Aanvoer van bufferstoffen is nodig om de buffering van de toplaag op peil te houden. Dit is belangrijk, zeker aangezien het grondwater eveneens zwak gebufferd is (0,1-0,3 meq/l). Verdere verschraling van de toplaag (Olsen-P <500 µmol/l) is gewenst door middel van een beheer van maaien en afvoeren. Na het afgraven van 25 cm komt een een zure bodemlaag (Ca-t: 6 mmol/l en Ca-z: ± 2000 µmol/l) aan de oppervlakte die geschikt is voor de ontwikkeling van een natte heide.

Locatie 256 (met B22C1389): slenk bos (droog)



Figuur 16. Foto van poriewater- en bodemmonsterlocatie 256 (peilbuis B22C1389). Foto: Mark van Mullekom.

Tabel 11. Overzicht van de bodemchemische parameters op verschillende dieptes. Zie **Tabel 5** voor een nadere toelichting.

Nr	Diepte	Grondsoort	OS	V	MV	Ols-P	P-t	Al-t	Ca-t	Fe-t	K-t	Mg-t	S-t	S/MgCa	Al-z	Ca-z	K-z	Mg-z	pH-z	BV	P-z	NO3-z	NH4-z	M3	M8
256	3-15	venig, zandig leem, grof	9	44	0,8	1728	14,0	232	42	140	7	22	15	0,24	91	17535	887	2669	4,8	98	2	37	85	34	23
	15-30	venig zandig leem	7	38	1,0	1603	11,2	233	30	109	6	21	14	0,27	122	15232	594	2656	4,8	98	1	61	51	38	26
	30-50	geel zand, matig grof	1	24	1,4	408	1,9	67	10	31	4	11	4	0,19	84	5854	687	1066	4,9	97	1	65	28	0	0

Tabel 12. Overzicht van poriewater- (20 en 75 cm-mv) en, indien beschikbaar, grondwaterkwaliteit (ca. 200 en 700 cm-mv). Diepte = diepte onderkant filter t.o.v. maaiveld in centimeters. Parameters zijn weergegeven in µmol/l met uitzondering van de pH, alkaliniteit (alk; in meq/l) en EGV (µS/cm).

type	code	Diepte	pH	alk	EGV	CO_2	HCO_3^-	Al	Ca	Mg	S	Fe	P	Na	Cl	K	NO_3^-	NH_4^+
BV	256 ondiep	20	5,2	0,2	168	1695	120	31	298	72	268	3	1,5	452	534	14	15,5	9,6
BV	256 diep	75	5,6	0,4	137	1335	217	5	242	64	210	2	0,6	353	347	15	0,5	6,4
PB	1389	190	5,1	0,1	147	1138	61	8	186	106	287	14	<0,1	408	444	24	0,3	2,9

De humeuze, ijzerrijke (140 mmol/) toplaag is matig verrijkt met fosfaat (Olsen-P: 1728 µmol/l en P-t: 14,0 mmol/l) en gebufferd (Ca-t 42 mmol/l en Ca-z ± 17500 µmol/l). De labiel-P, nitraat- en ammoniumconcentraties zijn relatief laag in zowel de bodem als het poriewater en grondwater. Het feit dat de toplaag van de bodem het meeste calcium bevat duidt op voldoende aanrijking van bufferstoffen. Het poriewater is op 70 cm meer gebufferd (alkaliniteit 0,4 meq/l) dan in de toplaag (0,2 meq/l). Het grondwater op 2 meter diepte is (zeer) zwak gebufferd. De drogere condities duiden erop dat er ten tijde van de bemonstering

ook geen sprake was van grondwaterinvloed in het maaiveld waarmee dit kan worden verklaard. Er vindt waarschijnlijk geen aanrijking plaats van bufferstoffen via het grondwater. De buffering wordt verzorgd door de gebufferde ijzerrijke leemlaag in de bovenste 30 cm en mogelijk door aangevoerde bufferstoffen bij inundatie. Te droge condities kunnen leiden tot mineralisatie van het organische materiaal in de toplaag en verruiging (brandnetels).

Locatie 258 (met B22C1388): slenk



Figuur 17. Foto van poriewater- en bodemmonsterlocatie 258 (peilbuis B22C1388). Foto: Mark van Mullekom.

Tabel 13. Overzicht van de bodemchemische parameters op verschillende dieptes. Zie **Tabel 5** voor een nadere toelichting.

Nr	Diepte	Grondsoort	OS	V	MV	Ols-P	P-t	Al-t	Ca-t	Fe-t	K-t	Mg-t	S-t	S/MC	Al-z	Ca-z	K-z	Mg-z	pH-z	BV	P-z	NO3-z	NH4-z	M3	M8
258	0-20	lemig veen	16	58	0,6	1781	12,9	147	18	35	4	9	29	1,08	735	8187	666	1538	3,9	87	2	33	43	62	44
	20-40	lemig veen	16	55	0,6	676	8,3	231	31	39	4	16	29	0,61	71	15590	493	4602	4,8	99	1	54	85	29	0
	70-95	veen, zw ak zandig	39	79	0,2	142	2,4	50	33	8	1	6	36	0,93	41	12599	396	3538	5,0	99	2	13	192	0	0

Tabel 14. Overzicht van poriewater- (20 en 75 cm-mv) en, indien beschikbaar, grondwaterkwaliteit (ca. 200 en 700 cm-mv). Diepte = diepte onderkant filter t.o.v. maaiveld in centimeters. Parameters zijn weergegeven in µmol/l met uitzondering van de pH, alkaliniteit (alk; in meq/l) en EGV (µS/cm).

type	code	Diepte	pH	alk	EGV	CO_2	HCO_3^-	Al	Ca	Mg	S	Fe	P	Na	Cl	K	NO_3^-	NH_4^+
BV	258 ondiep	20	4,9	0,3	224	2087	68	91	429	126	514	56	5,2	469	501	52	3,5	19,3
BV	258 diep	75	5,7	0,7	213	2742	578	17	380	144	320	7	2,1	480	517	31	1,6	66,9
PB	1388	170	4,5	0,1	91	675	9	16	29	37	134	15	<0,1	349	315	14	2,3	7,4

De toplaag van de bodem is relatief ijzerarm (35 mmol/l), zwak-matig calciumhoudend (Ca-t 18 mmol/l en Ca-z ± 8200 µmol/l) en verrijkt met fosfaat (Olsen-P: 1781 µmol/l en P-t: 12,9 mmol/l). De labiel-P, nitraat- en ammoniumconcentraties zijn relatief laag. Met een S/Ca+Mg) ratio van 1,08 is de sterk veraarde veenbodem gevoelig voor verzuring bij droogte. De calciumconcentraties zijn hoger vanaf 20 cm-mv. Ook het poriewater is minder gebufferd in de toplaag van de bodem (0,3 meq/l) in vergelijk met 20-40 cm diepte (0,7 meq/l). Het grondwater op 170 cm-mv is zeer zwak gebufferd (alkaliniteit 0,1 meq/l). De ammoniumconcentraties in het poriewater nemen toe in de diepte en de sulfaatconcentraties nemen af (reductieprocessen). Er is geen sprake van aanrijking van de bodem met bufferstoffen vanuit het grondwater. In de toplaag is de P-concentratie 5,2 µmol/l. Mogelijk vindt er onvoldoende doorstroming plaats.

Locatie 259 (met B22C1393): slenk



Figuur 18. Foto van poriewater- en bodemmonsterlocatie 259 (peilbuis B22C1393). Foto: Mark van Mullekom.

Tabel 15. Overzicht van de bodemchemische parameters op verschillende dieptes. Zie **Tabel 5** voor een nadere toelichting.

Nr	Diepte	Grondsoort	OS	V	MV	Ols-P	P-t	Al-t	Ca-t	Fe-t	K-t	Mg-t	S-t	S/MC	Al-z	Ca-z	K-z	Mg-z	pH-z	BV	P-z	NO3-z	NH4-z	M3	M8
259	0-15	bruin lemig organisch materiaal	57	84	0,2	252	6,1	28	34	52	1	4	27	0,70	17	11952	495	1495	5,0	94	1	9	882	0	0
	15--30	bruin (lemig) org. mat./donkergrijs lemig zand	20	68	0,4	578	8,2	109	30	78	3	13	27	0,63	35	13021	447	1634	4,8	96	1	6	598	19	0
	30-45	donkergrijs lemig zand	4	29	1,3	2569	24,7	228	26	312	6	33	27	0,45	50	10054	544	1246	5,2	51	5	8	1685	102	80

Tabel 16. Overzicht van poriewater- (20 en 75 cm-mv) en, indien beschikbaar, grondwaterkwaliteit (ca. 200 en 700 cm-mv). Diepte = diepte onderkant filter t.o.v. maaiveld in centimeters. Parameters zijn weergegeven in µmol/l met uitzondering van de pH, alkaliniteit (alk; in meq/l) en EGV (µS/cm).

type	code	Diepte	pH	alk	EGV	CO_2	HCO_3^-	Al	Ca	Mg	S	Fe	P	Na	Cl	K	NO_3^-	NH_4^+
BV	259 ondiep	20	6,2	2,0	271	3207	1884	19	607	111	68	672	12,7	331	588	18	0,5	196,3
BV	259 diep	75	6,2	2,1	254	3253	2210	17	433	96	15	1270	7,0	263	445	16	0,5	184,2
PB	1393	147	6,3	1,6	185	1812	1525	0	384	124	6	109	<0,1	311	313	9	0,4	31,9

De venige toplaag van de bodem (0-30 cm-mv) is matig ijzerhoudend (52-78 mmol/l), matig calciumhoudend (Ca-t 30-34 mmol/l en Ca-z ± 12000 µmol/l) en fosfaatarm (Olsen-P: 252-578 µmol/l en P-t: 6,1-8,2 mmol/l). De ammoniumconcentraties zijn zeer hoog (>500 µmol/l). De buffering van het poriewater op 20 en 75 cm-mv is vergelijkbaar (alkaliniteit 2,0-2,1 meq/l). Het poriewater is zeer ijzerrijk (672-1270 µmol/l), rijk aan ammonium en sulfaat arm. Dit duidt op reductieprocessen waarbij driewaardig ijzer wordt gereduceerd tot goed oplosbaar Fe^{2+} en sulfaat wordt gereduceerd tot sulfide. Bij de afbraak van organisch materiaal kan ammonium vrijkomen (en komt ijzer in oplossing). Hoge ijzerconcentraties in het poriewater zijn gunstig voor de oppervlaktewaterkwaliteit, mits deze zuurstofhoudend is. Hiervoor is het belangrijk dat er voldoende doorstroming plaatsvindt. Het is de vraag of dit in de huidige situatie gebeurt. De stijghoogte van het grondwater dient hoger te zijn dan het oppervlaktewaterpeil naast de peilbuis. In combinatie met droogval van de toplaag in de zomerperiode kan een soortenrijk Elzenbroekbos tot ontwikkeling komen in de slenk. Met een S/Ca+Mg) ratio van 0,70 is de sterk veraarde veenbodem slechts beperkt gevoelig voor verzuring bij droogval.

Locatie 265 (met B22C1398): slenk bos (droog)



Figuur 19. Foto van poriewater- en bodemmonsterlocatie 265 (peilbuis B22C1398). Foto: Mark van Mullekom.

Tabel 17. Overzicht van de bodemchemische parameters op verschillende dieptes. Zie **Tabel 5** voor een nadere toelichting.

Nr	Diepte	Grondsoort	OS	V	MV	Ols-P	P-t	Al-t	Ca-t	Fe-t	K-t	Mg-t	S-t	S/MC	Al-z	Ca-z	K-z	Mg-z	pH-z	BV	P-z	NO3-z	NH4-z	M3	M8
265	0-20	sterk humeus leem, licht zandig	17	39	0,8	2541	76,4	214	14	1362	6	14	19	0,68	2129	7708	1556	1590	3,3	68	7	473	106	421	327
	20-40	leem, Fe-rijk, zw ak humeus, zw ak grindig	7	26	1,3	3611	122,7	415	22	2135	9	28	19	0,37	2674	12705	1334	2145	3,3	72	1	337	35	703	597
	40-60	geelrood lemig zand	2	17	1,5	1775	23,3	141	15	343	6	18	3	0,09	745	9104	768	1321	3,9	85	1	260	27	121	80

Tabel 18. Overzicht van poriewater- (20 en 75 cm-mv) en, indien beschikbaar, grondwaterkwaliteit (ca. 200 en 700 cm-mv). Diepte = diepte onderkant filter t.o.v. maaiveld in centimeters. Parameters zijn weergegeven in µmol/l met uitzondering van de pH, alkaliniteit (alk; in meq/l) en EGV (µS/cm).

type	code	Diepte	pH	alk	EGV	CO_2	HCO_3^-	Al	Ca	Mg	S	Fe	P	Na	Cl	K	NO_3^-	NH_4^+
BV	265 ondiep	20	4,5	0,1	209	851	12	53	379	100	71	1	0,5	236	668	62	677,3	14,5
BV	265 diep	75	5,2	0,1	203	566	39	11	510	89	74	0	0,4	242	540	16	721,5	9,9
PB	1398 ondiep	298	5,9	0,5	224	1224	445	1	629	104	643	43	0,6	383	144	8	2,3	3,4
PB	1398 diep	693	6,5	1,8	323	1213	1733	2	874	146	228	74	2,8	666	749	26	1,0	32,1

De humeuze, extreem ijzerrijke (>1000 mmol/) lemige toplaag is sterk verrijkt met fosfaat (Olsen-P: 2541 µmol/l en P-t: 76,4 mmol/l). De Olsen-P concentraties kan echter een overschatting zijn als gevolg van de zeer Fe- en P-rijke omstandigheden. Er is duidelijk sprake van verdroging en oxidatie van de humeuze bodem. De ijzer- en de ammoniumconcentraties zijn laag en de nitraatconcentraties zijn hoog (473 µmol/l in het zoutextract en meer dan 670 µmol/l in het poriewater). Er groeiden veel brandnetels, een indicator voor N-rijke condities. De toplaag (0-20 cm-mv) is minder gebufferd (lagere totaal en zoutuitwisselbare calciumconcentratie) dan de onderliggende leembodem op 20-40 cm-mv. Dit duidt op verzuring van de toplaag. Er is sprake van relatief droge condities. Het ontbreken van grondwaterinvloed in de toplaag zien we terug in de poriewatermetingen. Dit poriewater is zowel op 20 als 70 cm-mv zeer zwak gebufferd (alkaliniteit 0,1 meq/l en <50 µmol/l bicarbonaat). De alkaliniteit en bicarbonaatconcentraties nemen toe in de diepte. Het is onduidelijk of de grondwaterinvloed in het voorjaar van 2019 zeer beperkt was vanwege het zeer droge voorafgaande jaar (2018). Het grondwater (met name het diepere) is gebufferd. Versterking van de grondwaterinvloed kan bijdragen aan het genereren van meer buffering in de toplaag zodat een gebufferd elzenbroekbos tot ontwikkeling kan komen. Op deze locatie is sprake van nitraatuitspoeling. In het diepere grondwater zien we dat het nitraat verdwenen is maar meten we verhoogde sulfaatconcentraties. Deze sulfaatverrijking wordt mogelijk veroorzaakt door pyrietoxidatie door nitraat. Bij de aanwezigheid van veel ijzer gebonden P in de bodem is het van belang dat, onder natte condities, voldoende doorstroming

plaatsvindt in combinatie met droogval van de toplaag in de zomerperiode. Onder zeer ijzerrijke condities zijn de effecten van verhoogde sulfaatconcentraties minimaal.

Locatie 269: slenk



Figuur 20. Foto van poriewater- en bodemmonsterlocatie 269. Foto: Mark van Mullekom.

Tabel 19. Overzicht van de bodemchemische parameters op verschillende dieptes. Zie **Tabel 5** voor een nadere toelichting.

Nr	Diepte	Grondsoort	OS	V	MV	Ols-P	P-t	Al-t	Ca-t	Fe-t	K-t	Mg-t	S-t	S/MC	Al-z	Ca-z	K-z	Mg-z	pH-z	BV	P-z	NO3-z	NH4-z	M3	M8
269	0-20	zwart organisch materiaal	65	89	0,1	337	26,4	17	43	203	1	3	79	1,72	9	15808	571	1252	5,9	93	8	10	402	18	0
	20-40	zwart organisch materiaal, rietresten	63	91	0,1	125	8,9	18	28	187	1	2	225	7,48	15	11387	466	877	6,2	94	4	5	197	0	0
	60-90	grijs zand	2	28	1,3	674	11,8	96	35	264	4	19	62	1,15	8	10924	646	882	6,1	98	2	11	67	61	0

Tabel 20. Overzicht van poriewater- (20 en 75 cm-mv) en, indien beschikbaar, grondwaterkwaliteit (ca. 200 en 700 cm-mv). Diepte = diepte onderkant filter t.o.v. maaiveld in centimeters. Parameters zijn weergegeven in µmol/l met uitzondering van de pH, alkaliniteit (alk; in meq/l) en EGV (µS/cm).

type	code	Diepte	pH	alk	EGV	CO_2	HCO_3^-	Al	Ca	Mg	S	Fe	P	Na	Cl	K	NO_3^-	NH_4^+
BV	269 ondiep	20	6,9	1,7	238	527	1748	1	839	77	88	25	3,1	270	331	24	10,5	50,0
BV	269 diep	75	7,0	1,9	248	419	1871	1	928	76	129	30	1,8	271	285	14	1,4	13,6

De venige toplaag van de bodem (0-40 cm-mv) is ijzerrijk (187-203 mmol/l), matig calciumhoudend (Ca-t 28-43 mmol/l en Ca-z ± 11000-16000 µmol/l) en fosfaatarm (Olsen-P: 125-337 µmol/l en P-t: 8,9-26,4 mmol/l). De toplaag is verrijkt met ammonium (402 µmol/l). De buffering van het poriewater op 20 en 75 cm-mv is vergelijkbaar (alkaliniteit 1,7-1,9 meq/l) wat erop kan duiden dat er voldoende gebufferd grondwater in de toplaag komt of dat er voldoende buffercapaciteit wordt gegenereerd door de reductie van ijzer(III)(hydr)oxides . Het poriewater was op het moment van bemonsteren opvallend genoeg relatief ijzerarm (25-30 µmol/l) terwijl de locatie volledig roodgekleurd is van het

geoxideerde ijzer. Het ijzeroxide op de bodem duidt er op dat er ijzer uit de bodem oplost dat vervolgens in de waterlaag wordt geoxideerd. Het is goed mogelijk dat dit slechts in een gedeelte van de slenk gebeurd waarna de oxides zich door de slenk verspreiden en tevens dat er sprake is van temporele verschillen. Bij voldoende doorstroming (de stijghoogte van het grondwater dient hoger te zijn dan het oppervlaktewaterpeil), in combinatie met droogval van de toplaag in de zomerperiode kan op deze locatie (momenteel gedomineerd door wilgen) een soortenrijk Elzenbroekbos tot ontwikkeling komen. Met een S/Ca+Mg) ratio >1,7 is de veenbodem gevoelig voor verzuring bij droogval waardoor in de winterperiode voldoende aanvoer van gebufferd grondwater dient plaatst te vinden.

Locatie 270: slenk



Figuur 21. Foto van poriewater- en bodemmonsterlocatie 270. Foto: Mark van Mullekom.

Tabel 21. Overzicht van de bodemchemische parameters op verschillende dieptes. Zie **Tabel 5** voor een nadere toelichting.

Nr	Diepte	Grondsoort	OS	V	MV	Olsen-P	P-t	Al-t	Ca-t	Fe-t	K-t	Mg-t	S-t	S/MC	Al-z	Ca-z	K-z	Mg-z	pH-z	BV	P-z	NO3-z	NH4-z	M3	M8
270	0-30	zwart organisch materiaal met houtresten	59	86	0,2	373	19,2	83	84	240	1	4	212	2,41	7	20305	371	1651	6,6	99	4	6	117	35	0
	30-60	zwart organisch materiaal	42	84	0,2	335	12,4	113	65	203	1	4	220	3,21	5	19281	289	1589	6,6	99	3	6	60	12	0
	90-120	grijs zand	3	32	1,2	384	3,6	69	23	62	4	13	31	0,87	3	10081	548	778	6,6	99	2	11	97	5	0

Tabel 22. Overzicht van poriewater- (20 en 75 cm-mv) en, indien beschikbaar, grondwaterkwaliteit (ca. 200 en 700 cm-mv). Diepte = diepte onderkant filter t.o.v. maaiveld in centimeters. Parameters zijn weergegeven in µmol/l met uitzondering van de pH, alkaliniteit (alk; in meq/l) en EGV (µS/cm).

type	code	Diepte	pH	alk	EGV	CO_2	HCO_3^-	Al	Ca	Mg	S	Fe	P	Na	Cl	K	NO_3^-	NH_4^+
BV	270 ondiep	20	7,1	2,0	244	388	2035	2	893	89	77	5	2,2	269	287	18	0,9	16,3
BV	270 diep	75	7,2	2,0	262	331	2050	4	938	100	87	7	1,9	260	343	17	4,6	20,0

De venige toplaag van de bodem (0-60 cm-mv) is ijzerrijk (203-240 mmol/l), calciumrijk (Ca-t 65-84 mmol/l en Ca-z ±20000 µmol/l) en fosfaatarm (Olsen-P: ±350 µmol/l en P-t: 12,4-19,2 mmol/l). De buffering van het poriewater op 20 en 75 cm-mv is vergelijkbaar (alkaliniteit 2,0 meq/l) wat erop duidt dat er voldoende buffercapaciteit in de bodem wordt gegenereerd en/of dat er gebufferd grondwater in de toplaag komt. Het poriewater is relatief ijzerarm (5-7 µmol/l). Er is geen geoxideerd ijzer te zien zoals op locatie 269. Mogelijk vindt er meer doorstroming plaats waardoor er minder ijzer in oplossing komt uit de bodem. De zeer overeenkomstige poriewater chemie op 20 en 75 cm diepte lijkt hierop te duiden. Wanneer er sprake is van doorstroming (de stijghoogte van het grondwater dient hoger te zijn dan het oppervlaktewaterpeil) in combinatie met droogval van de toplaag in de zomerperiode is deze locatie in principe geschikt voor de ontwikkeling van een soortenrijk Elzenbroekbos. Met een S/Ca+Mg) ratio >2,4 is de veenbodem gevoelig voor verzuring bij

droogval waardoor in de winterperiode voldoende aanvoer van gebufferd grondwater dient plaatst te vinden.

Locatie 300 (met B22C1396): slenk bos (droog)



Figuur 22. Foto van poriewater- en bodemmonsterlocatie 300 (peilbuis B22C1396). Foto: Mark van Mullekom.

Tabel 23. Overzicht van de bodemchemische parameters op verschillende dieptes. Zie **Tabel 5** voor een nadere toelichting.

Nr	Diepte	Grondsoort	OS	V	MV	Ols-P	P-t	Al-t	Ca-t	Fe-t	K-t	Mg-t	S-t	S/MC	Al-z	Ca-z	K-z	Mg-z	pH-z	BV	P-z	NO3-z	NH4-z	M3	M8
300	0-20	zw artbruin lemig veraard veen	28	67	0,4	1718	58,0	139	117	418	5	17	18	0,14	18	25797	372	2551	6,1	100	6	487	28	299	194
	20-40	zw artbruin lemig veraard veen	23	61	0,5	1639	34,2	146	105	282	4	18	27	0,22	12	25546	254	2382	6,0	100	4	221	51	175	110
	40-60	geelgrijs zand	2	25	1,3	530	6,3	94	30	130	4	21	5	0,10	9	11356	435	861	6,4	100	4	30	28	17	0
slib	0-20	venig materiaal	44	77	0,3	1354	53,8	96	114	402	5	13	15	0,12	7	23642	1588	3211	6,1	100	8	127	223		

Tabel 24. Overzicht van poriewater- (20 en 75 cm-mv) en, indien beschikbaar, grondwaterkwaliteit (ca. 200 en 700 cm-mv). Diepte = diepte onderkant filter t.o.v. maaiveld in centimeters. Parameters zijn weergegeven in µmol/l met uitzondering van de pH, alkaliniteit (alk; in meq/l) en EGV (µS/cm).

type	code	Diepte	pH	alk	EGV	CO_2	HCO_3^-	Al	Ca	Mg	S	Fe	P	Na	Cl	K	NO_3^-	NH_4^+
BV	300 ondiep	20	6,3	0,8	409	2982	2278	8	900	115	298	0	0,7	1136	1132	19	889,3	10,1
BV	300 diep	75	6,6	3,0	369	585	1035	8	1246	117	22	248	3,3	500	608	18	16,0	35,1
PB	1396	198	6,7	2,0	530	994	1953	0	1535	123	277	1	<0,1	1237	1286	13	943,0	2,3

Het oppervlaktewater op deze locatie (OW102; **Tabel 4**) is arm aan sulfaat, nitraat, ammonium en fosfaat. Dit betreft afvoerwater (met name kwelwater dat wordt gedraineerd) van de afgesneden meander. Het poriewater en grondwater is echter zeer rijk aan nitraat (900 µmol/l). Eventuele pyrietlagen die kunnen leiden tot sulfaatmobilisatie zitten mogelijk dieper in de ondergrond dan de 2 meter waarop de grondwaterkwaliteit is gemeten. De brandnetelgroei op deze locatie is een gevolg van de hoge nitraatconcentraties. Periodiek vinden inundaties plaats met rivierwater (OW101). Dit lijkt de kwaliteit van de toplaag niet negatief te beïnvloeden aangezien de oppervlaktewaterkwaliteit goed is. De kwaliteit van het slib dat dicht bij de beek (circa 1,5 meter) is gemeten komt namelijk overeen met de humeuze, venige toplaag verder bij de beek vandaag (circa 8 meter). Het lijkt erop dat dit geen slibafzet is maar een natte laagte waarin in het verleden veen is gevormd. Dit calcium (circa 110 mmol/l) en ijzerrijke (circa 400 mmol/l) veen is aan het oxideren waarbij nutriënten vrijkomen. Door de hoge calciumconcentraties is deze veenbodem niet verzuringsgevoelig bij droogval (S(Ca+Mg) ratio < 0,67). De zandbodem op 40 cm diepte is relatief voedselarm en matig gebufferd. Het ontbreken van voldoende grondwaterinvloed in de toplaag zien we terug in de poriewatermetingen. Dit poriewater is in de toplaag (20 cm-

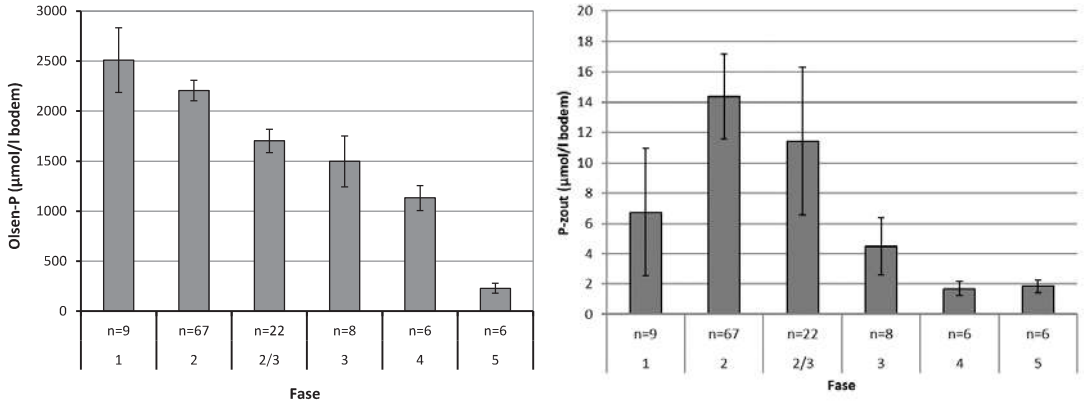
mv) zwak gebufferd (alkaliniteit 0,8 meq/l). De buffering neemt toe in de diepte (alkaliniteit 2-3 meq/l). Op 75 cm-mv is het poriewater daarnaast zeer ijzerrijk (248 µmol/l). Dit duidt erop dat er hier reductieprocessen plaatsvinden waarbij ijzer vrijkomt en nitraat wordt geconsumeerd. Merkwaardig genoeg komt het grondwater op 2 meter diepte qua samenstelling erg overeen met het ondiepe poriewater op 20 cm diepte. Dit kan op toeval berusten, want het is niet aannemelijk dat bij een opwaartse grondwater stroming het water op 70 cm diepte sterk afwijkt. De toplaag van de bodem is al sterk gebufferd en grondwaterinvloed zal maar in beperkte mate bijdrage aan de buffering van de bodem. Bij de aanwezigheid van veel ijzergebonden P in de bodem is het van belang dat, onder natte condities, voldoende doorstroming plaatsvindt in combinatie met droogval van de toplaag in de zomerperiode.

3.5 Actuele toestand en potenties uitbreidingslocaties

Doel van het onderzoek op deze locaties is om actuele toestand en de kansen voor de ontwikkeling van een aantal agrarische percelen te bepalen. De kansen voor natuurontwikkeling op voormalige landbouwgronden worden sterk bepaald door de Olsen-P en totaal-P concentraties in de bodem (zie bijlage 1). In deze paragraaf worden per monsterlocatie de belangrijkste bodem- en hydrochemische variabelen kort toegelicht. Voor de ontwikkeling van soortenrijke natuurtypen worden de volgende Olsen-P streefconcentraties gehanteerd (de totaal-P concentratie kan sterk variëren):

- Nat schraalland: (<)300-500 µmol/l bodem;
- Vochtig hooiland: 300-800/900 µmol/l bodem;
- Kruidenrijk grasland: 900-1200 µmol/l bodem.

Wanneer de vereiste inrichtingsmaatregelen voor deze doeltypen te ingrijpend of niet te realiseren zijn kan een lager ambitieniveau worden nagestreefd. Hierbij past bijvoorbeeld de ontwikkeling van een kruiden- en faunarijk grasland met een Olsen-P streefconcentratie van circa 900-1200 µmol/l. Uit recent onderzoek blijkt dat op de meest waardevolle kruiden- en faunarijke graslanden ook de Olsen-P concentratie relatief laag is (<900-1200 µmol/l; Figuur 23).



Figuur 23. Olsen-P (links) en P-z (rechts) concentratie in µmol/l bodem van graslandpercelen in Overijssel ingedeeld per graslandfase naar Schippers e.a. (2012). Verklaring graslandfasen (van voedselrijk naar schraal): fase 1 = raaigraslanden, fase 2 = witbolgraslanden, fase 3 = gras-kruidenmix, fase 4 = kruidenrijk grasland en fase 5 = heischraal grasland. Bron: Scherpenisse e.a. (2016).

Dit is slechts een indicatieve streefwaarde: 'kruidenrijk grasland' is een breed begrip waardoor er geen harde streefconcentratie voor te hanteren is. Het kruidenpercentage zal waarschijnlijk al eerder toenemen wanneer niet meer wordt bemest (met P) en het maaien en afvoeren wordt voortgezet. De soortenrijkdom (ook paddenstoelen) neemt naar verwachting toe zodra de labiele P-fractie voldoende laag is (P-z < 2 µmol/l) en de nitraatconcentraties laag zijn (<100-200 µmol/l).

Per locatie worden de actuele toestand, de natuurpotenties en mogelijke inrichtingsmaatregelen toegelicht. Een eventuele ontgronding kan een geschikte maatregel zijn om de biogeochemische omstandigheden te optimaliseren, maar dient altijd te worden getoetst op de inpassing in het systeem. Deze toetsing maakt geen onderdeel uit van deze opdracht maar wordt geïntegreerd in de plannen van Ecohydrologische Adviesbureau Bell Hullenaar.

Tabel 25. Overzicht van de bodemchemische parameters (per liter versgewicht) op verschillende dieptes (in cm onder maaiveld) op de uitbreidingslocaties voor grondwaterafhankelijke natuurtypen in het onderzoekgebied. OS = organisch stofpercentage; V = vochtpercentage; MV = massavolume in kg droge bodem per liter verse bodem; Ols-P = Olsen-P (µmol/l); -t = totale concentratie (mmol/l), -z = zoutuitwisselbare concentraties (µmol/l, met uitzondering van de pH), BV = indicatieve basenverzadiging. M3 en M8 = berekende verschralingsduur (jaren) via maaien en afvoeren tot een streefconcentratie van 300 (optimaal) en 800 (minimaal) µmol Olsen-P/l bodem (totaal-P > 3 mmol/l). De volgende kleurarceringen zijn in de tabel gebruikt:

Org. stof	Al-t	Ca-t	Ca-z	Fe-t	P-z	NO3-z	Maaien en afvoeren (M)	
%	mmol/l	mmol/l	µmol/l	mmol/l	µmol/l	µmol/l	jaren	
<5	<150	<10	<4000	<40	<1	<50	0	voldoende P-arm
6-10	151-250	10-20	4001-8000	41-100	2-5	51-100	<10	kansrijk voor verschraling d.m.v. maaien en afvoeren
11-25	251-400	21-30	8001-15000	101-250	6-10	101-200	11-40	matig kansrijk voor verschraling d.m.v. maaien en afvoeren
26-50	401-750	31-50	15001-25000	251-500	11-30	201-400	41-80	kansrijk voor verschraling d.m.v. uitmijnen
>50	>750	51-80	25001-40000	501-800	31-50	401-800	81-200	matig tot beperkt kansrijk voor verschraling d.m.v. uitmijnen
		>80	>40000	>800	51-100	801-1200	201-400	ongeschikt voor verschraling I
					>100	>1200	>400	ongeschikt voor verschraling II

Nr	Diepte	Grondsoort	OS	V	MV	Ols-P	P-t	Al-t	Ca-t	Fe-t	K-t	Mg-t	S-t	S/MgCa	Al-z	Ca-z	K-z	Mg-z	pH-z	BV	P-z	NO3-z	NH4-z	M3	M8
253	0-15	sterk lemig Fe-rijk zand, zw ak humeus	5	25	1,2	1694	17,7	235	21	278	8	34	7	0,13	219	12240	555	2968	4,5	94	2	32	589	68	44
	15-30	sterk lemig zand, bruin met ijzervlekken	3	19	1,2	1093	15,0	243	21	299	6	34	4	0,08	227	11887	326	2154	4,4	97	1	55	35	51	19
	30-40	geelbruin zw ak lemig zand, ijzervlekken	1	16	1,4	429	8,9	157	16	182	7	31	2	0,03	90	9253	488	1630	4,9	98	1	22	17	8	0
	40-50	geelbruin zw ak lemig zand, ijzervlekken	1	17	1,5	375	8,7	145	16	171	6	32	1	0,02	88	9064	548	1776	5,0	98	16	15	18	5	0
260	0-10	sterk lemig Fe-rijk zand, zw ak humeus, bruin	7	35	1,1	2975	19,4	210	12	210	6	21	12	0,35	1188	6862	416	538	3,9	75	2	46	106	51	44
	10-20	sterk lemig zand, bruingrijs met ijzervlekken	2	21	1,4	1493	15,6	205	12	337	5	26	7	0,18	784	4913	501	516	3,8	53	1	9	70	39	23
	20-30	donkergrijs lemig zand	2	19	1,6	1637	15,9	175	11	255	6	26	12	0,34	94	3159	554	299	4,9	23	3	6	75	40	25
	30-40	donkergrijs lemig zand	2	20	1,6	1535	13,9	176	11	233	6	29	9	0,23	65	2788	539	265	5,1	22	3	8	75	34	21
263	0-15	lemig veraard veen, bruin	22	51	0,6	1433	24,3	120	24	329	4	10	31	0,91	276	11721	565	886	4,1	93	2	44	144	90	50
	15-25	zw artgrijs lemig zand	3	20	1,4	387	4,4	121	17	119	5	20	26	0,69	85	8410	534	612	4,6	82	2	7	123	3	0
	25-35	zw artgrijs sterk lemig zand	3	25	1,4	1038	12,8	154	17	257	6	24	22	0,55	40	4992	500	341	4,9	40	4	5	156	28	9
	35-50	zw artgrijs sterk lemig zand	2	25	1,4	965	11,0	123	14	274	5	21	10	0,30	43	4237	511	306	5,1	36	4	8	158	35	9
267	0-10	grijszw art zandig Fe-rijk leem, zw ak humeus	12	34	0,7	1485	17,3	326	40	346	7	29	12	0,17	107	16435	180	1321	4,5	98	1	107	86	43	25
	10-20	grijs leem, ijzervlekken	8	28	0,9	1024	20,2	396	52	547	8	37	8	0,09	96	23968	218	1238	4,5	99	1	76	35	45	14
	20-30	grijsrood leem, ijzerrijk	4	26	1,3	1242	35,5	291	67	873	6	39	5	0,04	18	33546	122	1666	4,8	100	0	41	11	84	39
	30-40	grijsrood leem, ijzerrijk	5	29	1,2	2715	52,8	382	85	844	9	52	5	0,04	7	34126	104	1909	5,0	100	1	33	16	147	116
268	0-10	bruin zand, zw ak humeus, zw ak lemig	7	25	0,9	1199	8,9	149	16	132	5	18	8	0	157	9156	859	1301	4,5	96	1	40	151	19	9
	10-20	bruin zand, ijzervlekken, zw ak lemig	3	18	1,2	1145	8,7	189	14	212	5	24	5	0	364	8590	561	894	4,3	93	1	76	78	18	8
	20-30	geelbruin zand, ijzervlekken, zw ak lemig	2	17	1,6	851	13,6	230	19	336	7	33	4	0	370	11984	980	1138	4,4	95	1	22	118	27	3
	30-40	geelbruin zand, ijzervlekken, zw ak lemig	2	18	1,5	795	11,0	158	15	227	6	25	2	0	187	12182	868	1058	4,5	97	1	24	72	21	0

Locatie 253

De toplaag van 30 cm is ijzerrijk en (zwak-)matig calciumhoudend (Fe-t: 278-299 mmol/l; Ca-t: 21 mmol/l en Ca-z: ± 12000 µmol/l). De toplaag is verrijkt met fosfaat (Olsen-P: 1093-1694 µmol/l en P-t: 15,0-17,7 mmol/l) en rijk aan ammonium (589 µmol/l). Na het afgraven van 30 cm komt een zwak lemige, ijzerrijke (182 mmol/l) zandbodem aan het oppervlak die voldoende fosfaatarm is voor de ontwikkeling van een heischraalgrasland of kleine zeggenvegetatie/blauwgrasland (Ca-t 16 mmol/l en Ca-z: ± 9000 µmol/l) onder de juiste hydrologische omstandigheden. Vervolgens een beheer van maaien en afvoeren hanteren.

Advies: 30 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van een heischraalgrasland of kleine zeggenvegetatie/blauwgrasland.

Locatie 260

De toplaag van 10 cm is ijzerrijk en zwak calciumhoudend (Fe-t: 210 mmol/l; Ca-t: 12 mmol/l en Ca-z: ± 6700 µmol/l). De toplaag is verrijkt met fosfaat (Olsen-P: 2975 µmol/l en P-t: 29,4 mmol/l). Van 10-40 cm-mv is de ijzerrijke bodem nog steeds te rijk aan fosfaat (Olsen-P ca. 1500 µmol/l en P-t: ca. 16 mmol/l). De buffering (met name de concentraties uitwisselbaar calcium) neemt af in de diepte. Onder ijzerrijke condities in het mogelijk dat de Olsen-P concentratie in de praktijk lager uitvalt. Aangezien sprake is van een relatief soortenarme, verruigde zode kan geprobeerd worden om 10 cm te plaggen (meest voedselrijke, humeuze toplaag afvoeren) en vervolgens maaisel op te brengen om de ontwikkeling richting heischraal grasland (vochtig) of kleine zeggenvegetatie (nat) mogelijk te maken. Op basis van de P-concentraties is het mogelijk dat verruiging optreedt en aanvullend verschralingsbeheer nodig is (maaien en afvoeren).

Advies: 10 cm plaggen t.b.v. de ontwikkeling van een heischraalgrasland/kleine zeggenvegetatie. Risico op verruiging.

Locatie 263



Figuur 24. Foto van uitbreidingslocatie 263. Foto: Mark van Mullekom.

De sterk humeuze/venige toplaag van 15 cm in deze slenk is ijzerrijk en matig calciumhoudend (Fe-t: 329 mmol/l; Ca-t: 24 mmol/l en Ca-z: ± 11000 µmol/l). De toplaag is verrijkt met fosfaat (Olsen-P: 1433 µmol/l en P-t: 24,3 mmol/l). Voor de ontwikkeling van soortenrijkere natuur wordt geadviseerde deze humeuze, P-rijke toplaag af te graven. Van 15-50 cm-mv variëren de bodemchemische condities echter sterk. Afhankelijk van de

hydrologische omstandigheden kan worden overwogen om 15 (Olsen-P 387 µmol/l) of 35 cm (Olsen-P 965 µmol/l) af te graven voor de ontwikkeling van kleine zeggenvegetaties of mogelijk een zuurdere variant van een dotterbloemhooiland (Ca-t 14-17 mmol/l en Ca-z: ± 4200-8400 µmol/l). Droogval van de toplaag in de zomerperiode is belangrijk in verband met het ijzergebonden fosfaat. Een beheer van maaien en afvoeren hanteren.

Advies: 15 of 35 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van een kleine zeggenvegetatie (of zuurder dotterbloemhooiland). Risico op verruiging.

Locatie 267

De humeuze toplaag van 10 cm is ijzerrijk en calciumhoudend (Fe-t: 346 mmol/l; Ca-t: 40 mmol/l en Ca-z: ± 16500 µmol/l). De toplaag is verrijkt met fosfaat (Olsen-P: 1485 µmol/l en P-t: 17,3 mmol/l). Voor de ontwikkeling van soortenrijkere natuur wordt geadviseerde minimaal deze humeuze, P-rijke toplaag af te graven. Van 10-40 cm-mv variëren de bodemchemische condities echter sterk. De Olsen-P concentraties zijn in principe te hoog, maar dit kan een overschatting zijn als de gevolg van de zeer hoge ijzerconcentraties. De ijzerconcentraties nemen toe in de diepte tot circa 850 mmol/l, net als de totaal-P concentraties. Geadviseerd wordt om de humeuzere toplaag (8-12% organische stof) van 20 cm af te graven zodat een ijzerrijke (873 mmol/l) leembodem aan het oppervlak komt (Olsen-P 1242 µmol/l; onder ijzerrijke condities in het mogelijk dat de Olsen-P concentratie in de praktijk lager uitvalt) die geschikt is voor de ontwikkeling van een dotterbloemhooiland (Ca-t 67 mmol/l en Ca-z: ± 33500 µmol/l). Droogval van de toplaag in de zomerperiode is belangrijk in verband met het ijzergebonden fosfaat. Vervolgens een beheer van maaien en afvoeren hanteren.

Advies: 20 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van een dotterbloemhooiland.

Locatie 268



Figuur 25. Foto van uitbreidingslocatie 268. Foto: Mark van Mullekom.

De humeuze toplaag van 10 cm is ijzerrijk en zwak-matig calciumhoudend (Fe-t: 132 mmol/l; Ca-t: 16 mmol/l en Ca-z: ± 9000 µmol/l). De toplaag is beperkt verrijkt met fosfaat (Olsen-P: 1199 µmol/l en P-t: 8,9 mmol/l). Op 10-20 cm-mv is de bodemchemie vergelijkbaar. Vanaf 20 cm is geel, ijzerrijk zand aangetroffen met een lagere Olsen-P concentratie (851 µmol/l). Voor de ontwikkeling van soortenrijkere natuur kan een verschralingsbeheer van maaien en afvoeren worden gevoerd (circa 50 jaar). Een alternatief is 20 cm afgraven zodat een ijzerrijke (336 mmol/l), matig gebufferde (Ca-t 19 mmol/l en Ca-z: ± 12000 µmol/l) bodem

aan het oppervlak komt (onder ijzerrijke condities in het mogelijk dat de Olsen-P concentratie in de praktijk lager uitvalt) die, mogelijk in combinatie met aanvullen verschralingsbeheer, geschikt is voor de ontwikkeling van blauwgrasland. Droogval van de toplaag in de zomerperiode is belangrijk in verband met het ijzergebonden fosfaat. Vervolgens een beheer van maaien en afvoeren hanteren.

Advies: 20 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van een blauwgrasland. Mogelijk aanvullend verschralingsbeheer vereist.

4. ACTUELE TOESTAND EN POTENTIES VAN STROOMDALGRASLANDEN

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de resultaten van het bodemchemisch onderzoek op de droge locaties beschreven. Paragraaf 4.2 bevat een overzicht van de metingen in 2018. In paragraaf 4.3 worden abiotische referentiedata van stroomdalgraslanden kort toegelicht. In paragraaf 4.4 wordt de algemene bodemchemie beschreven en in paragraaf 4.5 komen de natuurontwikkelingsmogelijkheden van de droge schraalgraslanden aan bod.

4.2 Referentiemetingen 2018 (Van Mullekom e.a., 2018)

De resultaten van de bodemchemische analyses worden gegeven in **Tabel 26**. In Bijlage 2 worden foto's van de referentielocaties gegeven. Tevens wordt de vegetatieontwikkeling beknopt toegelicht.

Tabel 26. Overzicht van de bodemchemische parameters (per liter versgewicht) in de toplaag (in cm onder maaiveld) op de referentielocaties in Arriër- en Junnerkoeland. OS = organisch stofpercentage; V = vochtpercentage; MV = massavolume in kg droge bodem per liter verse bodem; Ols-P = Olsen-P (µmol/l); -t = totale concentratie (mmol/l), -z = zoutuitwisselbare concentraties (µmol/l, met uitzondering van de pH), BV = indicatieve basenverzadiging.

Nr	Diepte	Grondsoort	OS	V	MV	Ols-P	P-t	Pbs	Al-t	Ca-t	Fe-t	K-t	Mg-t	S-t	Al-z	Ca-z	Al/Ca	K-z	Mg-z	pH-z	BV	P-z	NO3	NH4
REF 1	0-15	Junnerkoeland - talud1	3	7,8	0,9	515	4,9	0,11	40	19	47	2	13	3	3	7169	0,00	632	1049	5,9	99	2	245	227
REF 2	0-15	Junnerkoeland - talud2	4,9	8,2	0,9	630	6,2	0,10	53	18	58	3	14	4	12	8111	0,00	817	1751	4,9	97	6	115	465
REF 3	0-15	Junnerkoeland - mierenbult	4,2	8,4	0,8	889	7,8	0,11	74	8	89	8	19	4	25	2854	0,01	4404	1359	4,5	95	4	296	350
REF 4	0-15	Arrierkoeland NO - mierenbult	5,9	7,6	0,9	1622	16,3	0,10	98	15	227	8	17	5	69	6780	0,01	3521	2044	4,2	95	5	109	474
REF 5	0-15	Arrierkoeland NO - rondom ref4	7,6	19	0,8	1230	13,6	0,09	110	15	222	3	18	7	316	6974	0,05	268	1655	4,0	90	1	162	354
REF 6	0-15	Arrierkoeland - vlak	5,2	11	0,8	704	5,4	0,13	54	10	45	2	12	5	96	4124	0,02	313	915	4,1	94	1	5	117
REF 7	0-15	Arrierkoeland - mierenbult	5,1	7,3	0,8	912	6,9	0,13	52	4	69	3	10	6	535	1316	0,41	1063	729	3,7	68	5	11	164
REF 8	0-15	Arrierkoeland - mierenbult	3,6	8,9	0,9	1087	8,9	0,12	76	6	94	4	15	5	998	1175	0,85	581	354	3,6	47	3	203	195
REF 9	0-15	Arrierkoeland - rondom ref8	3,7	11	0,9	974	7,7	0,13	71	7	80	6	16	5	806	2003	0,40	656	993	3,7	63	2	200	327

Met name referentielocatie 1, 2 (Junnerkoeland) 5 en 6 (Arriërkoeland) zijn goed ontwikkelde locaties waar de bodem (en niet de lokaal goed ontwikkelde mierenbulten) is bemonsterd. Locatie 5 is matig soortenrijk. Op deze plek wordt de hoogste Olsen-P concentratie gemeten (1230 µmol/l). Op de overige goed ontwikkelde locaties bedraagt de Olsen-P concentratie circa 500-700 µmol/l.

In Junnerkoeland is de bodem zwak gebufferd (Ca-t 18-19 mmol/l en Ca-z 7200-8100 µmol/l) en werd een pH-NaCl gemeten van 4,9-5,9. De referentielocaties in Arriërkoeland zijn zeer zwak gebufferd (Ca-t 10-15 mmol/l en Ca-z 4100-7000 µmol/l) waarbij een pH-NaCl van 4,0-4,1 werd gemeten. Op de soortenarme locatie 9 is sprake van zure omstandigheden (Ca-t 7 mmol/l en Ca-z 2000 µmol/l) en werd een pH-NaCl van 3,7 gemeten. Ook de hogere Al-z concentraties en de hogere Al/Ca-ratio wijzen op verzuring in Arriërkoeland. In de vegetatieontwikkeling is de verzuring zichtbaar in de vorm van een dikke moslaag. De verzuring vormt een belangrijk aandachtspunt. Verdere verzuring van de referentielocaties 5 en 6 kan leiden tot achteruitgang van de soortenrijkdom. Locatie 9 is reeds verzuurd en soortenarm.

Om de verzuring tegen te gaan en de buffering te herstellen kan de moslaag worden verwijderd in combinatie met een eenmalige bekalking van (minimaal) 2000 kg/ha Dolokal. Van kaliumgebrek lijkt geen sprake. Na het verwijderen van de moslaag en het uitvoeren van de bekalking dient maaisel uit een goed ontwikkelde referentielocatie te worden opgebracht.

Geadviseerd wordt om dit eerst in enkele proefplots of in maximaal de helft van het te herstellen terrein uit te voeren (de overige delen kunnen eventueel in een later stadium worden hersteld) en de vegetatieontwikkeling te volgen.

Uit promotieonderzoek van Ciska Veen (Veen, 2011) in Junnerkoeland en op Schiermonnikoog bleek dat gele weidemieren met hun graafwerk en luizenhouderij de bovengrondse plantengroei beïnvloeden doordat ze lokaal voor een verandering in de bodemsamenstelling zorgen. De gele weidemier, *Lasius flavus*, is een mierensoort die grote nestbulten maakt en daar in symbiose leeft met wortelluizen. Om nestbulten te bouwen graven ze zand op. Dit zorgt voor open plekken in de plantengemeenschap waar nieuwe soorten zich kunnen vestigen. Daarnaast veranderen graafwerkzaamheden de doorluchting van de bodem en de hoeveelheid voedingsstoffen, vocht, organisch materiaal en wortelpathogenen in de bodem. De mieren woelen grond omhoog uit diepere bodemlagen, met een andere samenstelling en pH (dit bleek echter niet uit de enkele metingen die we in 2018 in Arriër Koeland hebben uitgevoerd). De aanwezigheid van wortelluizen bleek ook van invloed op de vegetatie, omdat de ene plantensoort veel beter tegen wortelluizen kan dan de andere. Op de nestbulten groeien vooral soorten die goed bestand zijn tegen de luizen. Bovengrondse grazers, zoals koeien en hazen, kunnen het effect van de gele weidemier op de plantengroei versterken of juist teniet doen.

4.3 Abiotiek van stroomdalgraslanden – overzicht referentiedata

Bron: Bohnen-Verbaarschot & Loeb (2018), Loeb & Brouwer (2017) en Remke e.a. (2018).

Het habitattype Stroomdalgrasland (H6120 Kalkminnend grasland op dorre zandbodem) is een prioritair habitattype dat in de vorige eeuw een sterke achteruitgang heeft gekend. Het is een soortenrijk habitattype met een schrale, droge en kalkminnende vegetatie dat voorkomt op voedselarme standplaatsen op hogere zandgronden (oeverwallen, stroomruggen, rivierduinen en dijken) langs rivieren. Het habitattype is voor het behoud afhankelijk van overstroming en daarmee van sedimentatie van kalkrijk zand (aanvoer buffering). De overstromingsduur is echter laag. Het habitattype omvat niet alleen het Verbond der droge stroomdalgraslanden (Sedo-Cerastion), maar ook het Verbond van Gewoon struisgras (Plantagini-Festucion) en enkele rompgemeenschappen van de Klasse der droge zandgronden. Lokaal plaggen kan een zinvolle herstelmaatregel zijn om de pioniersituatie te ontwikkelen die nodig is voor het behoud van de kenmerkende soorten. Hierdoor worden minder nutriëntenrijke omstandigheden en betere kiemingsmogelijkheden gecreëerd voor de typerende plantensoorten. Bij plagwerkzaamheden dient rekening te worden gehouden met consequenties voor de inundatiefrequentie.

In Tabel 1 zijn bodemchemische kenmerken van een aantal goed ontwikkelde droge stroomdalgraslanden gegeven. Het betreft locaties uit Cortenoever (2017 en 2012), een referentie uit de Ravenswaarden en het gemiddelde van een aantal stroomdalgraslanden uit de Zelderse Driessen langs de Niers en in de Maasduinen (Jachthuis en Stalberg). Stroomdalgraslanden bevatten vaak enige organische stof, maar niet teveel, tot circa 6%. Bij een hoger organisch stofpercentage houden de bodems meer vocht vast en worden ze te vochtig voor Droog stroomdalgrasland (in het onderzoeksgebied is het gemiddelde percentage organische stof in de toplaag, circa 0-105 cm-mv, 6%; dit neemt sterk af in de diepte van tot 0,5%). Ze zijn over het algemeen goed gebufferd (pH-NaCl 7,3 -7,6). De referenties uit de Zelderse Driesen, Maasduinen-Stalberg en Junner- en Arriërkoeland zijn minder gebufferd (pH-NaCl 4,1-5,4). In de Zelderse Driessen betreft het vegetaties uit het Verbond van Gewoon struisgras, dat ook onder wat zuurdere omstandigheden voor kan komen.

In het Junnerkoeland, een dicht bij De Karshoek gelegen gebied met goed ontwikkelde Stroomdalgraslanden langs de Overijsselse Vecht, komt de Associatie van Schapengras en Tijm (Verbond van Gewoon struisgras) voor (Rotthier & Sykora, 2016). Rotthier & Sykora (2016) maten voor deze gemeenschap een pH-KCl tussen circa 3,5 en 5,2. Voor de opnames in het Junnerkoeland (verschillende gemeenschappen), komen zij echter op een pH-KCl die veel hoger is (7,2). Zie paragraaf 4.2 voor recente referentiemetingen in dit gebied.

In Cortenoever en de tegenoverliggende Ravenswaarden komen stroomdalgraslanden voor op enigszins siltige zandbodems, waardoor ze enerzijds een hoge concentratie uitwisselbaar calcium en magnesium bevatten, en anderzijds het fosfaat goed binden. Hierdoor komen ze in Cortenoever en Ravenswaarden voor bij een relatief hoge totaal-P-concentratie (14 tot 19 mmol P/l bodem), terwijl de totaal-P-concentraties in stroomdalgraslanden in de Zelderse Driesen bijvoorbeeld veel lager zijn, maar een even hoge voor planten beschikbare P-concentratie geven: de Olsen-P, ligt tussen de 400 en 600 µmol/l bodem. Het referentiepunt C3 betreft een kleine zoom met Cypreswolfsmelk, Veldsalie en Echte kruisdistel in een verder wat voedselrijker grasland. Daarnaast is hier, net als op het punt in de Ravenswaarden, de toplaag op 0-10 cm diepte bemonsterd, in plaats van 0-25 cm in de andere onderzoeken. Beide kunnen de oorzaak zijn van de hogere Olsen-P-concentratie (900 µmol/l bodem) en hogere totaal-P-concentratie (19 mmol/l bodem) op dit punt.

Het valt hierbij op dat de nitraatconcentraties hoog op kunnen lopen, tot bijna 600 µmol/l bodem, wat suggereert dat de biomassaproductie hier door P (en door droogte) gelimiteerd wordt. Ook valt op dat de stroomdalgraslanden met de hoogste nitraatconcentraties de laagste Olsen-P-concentratie hebben (400 µmol/l bodem).

Op alle referentielocaties met goed ontwikkelde doelvegetatie binnen het N2000 gebied Maasduinen heeft de toplaag van de bodem een relatief laag organisch stofgehalte van 5-7 %, de pH (NaCl) ligt tussen 5,0 en 7,5, de (indicatieve) basenverzadiging is hoger dan 97%, de nitraatconcentratie (NaCl) is laag met 20-30 µmol/l verse bodem, de voor planten beschikbare fosfaatconcentratie (Olsen-P) is circa 500-700 µmol/l verse bodem en de totale fosfaatconcentraties zijn relatief laag (6-14 mmol/ l). Sterk verruigde locaties hebben, in vergelijking met de referenties, een licht verhoogd organische stofgehalte (7-9%), veel hogere nitraatconcentraties (140-230 µmol/l), hogere Olsen-P concentraties (700-1200 µmol/l) en een hogere totaal-P concentratie (15-17 mmol/l).

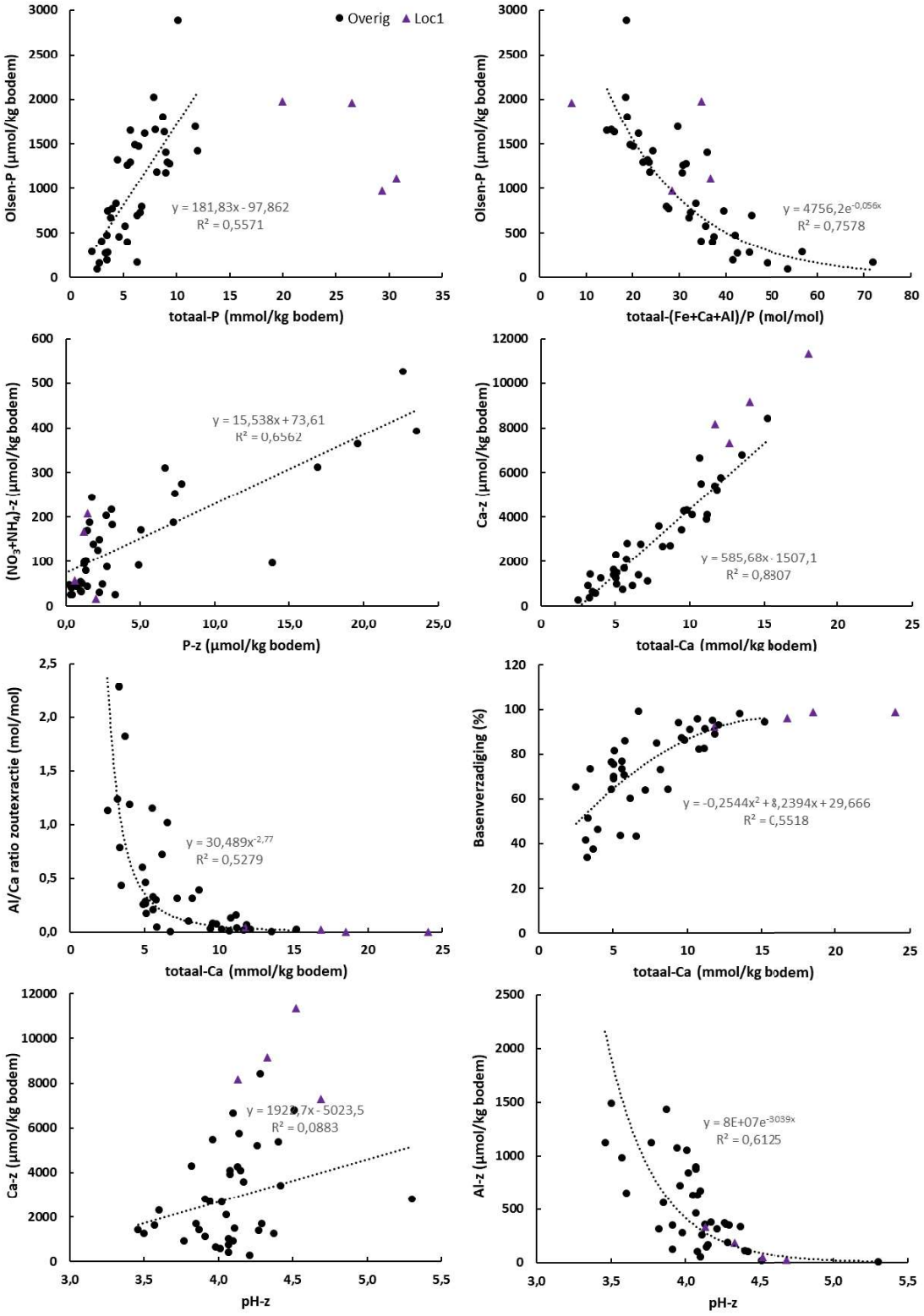
Voor het beoordelen van de geschiktheid van locaties met een hoge nitraatbeschikbaarheid, kan daarom het beste een relatief lage Olsen-P-waarde van 500 µmol/l bodem aangehouden worden.

Tabel 27. Referentiewaarden voor droge stroomdalgraslanden (per liter versgewicht). OS = organisch stofpercentage; Ols-P = Olsen-P (µmol/l); -t = totale concentratie (mmol/l), -z = zoutuitwisselbare concentraties (µmol/l, met uitzondering van de pH).

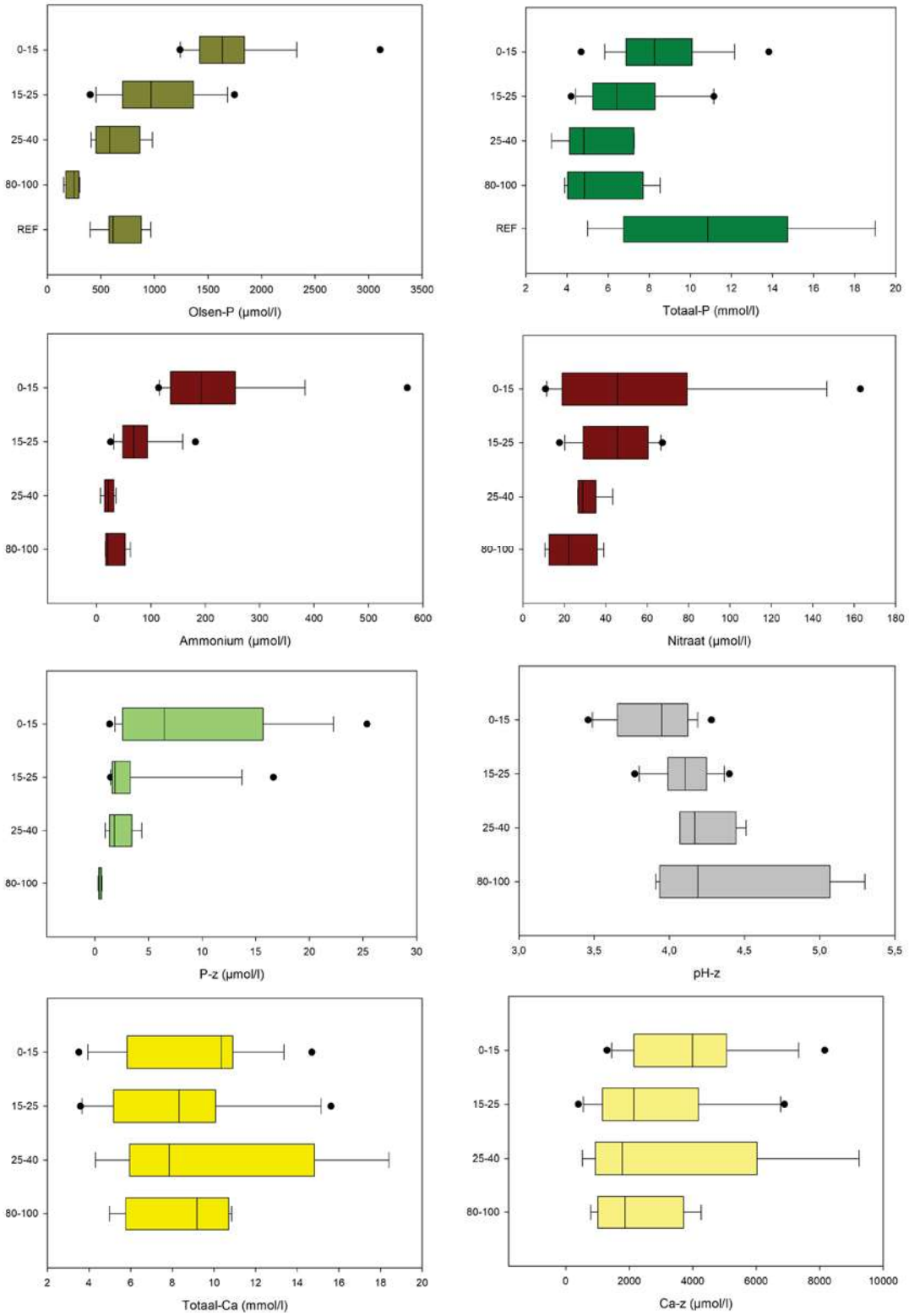
Locatie (bron)	OS	Ols-P	Al-t	Ca-t	Fe-t	Mg-t	P-t	pH-z	NO3-z	NH4-z	Ca-z	K-z	Mg-z
Cortenoever (gemiddeld) (Loeb et al., 2017)	5	400	173	199	141	119	14	7,4	593	129	19117	348	1388
Cortenoever C3 (Van Mullekom et al., 2012)	6	928	190	196	163	114	19	7,3	48	62	26480	406	1913
Ravenswaarden (Van Mullekom et al., 2012)	6	583	180	452	147	126	15	7,6	80	69	22147	807	1968
Zelderse Driessen (gemiddeld) (Brouwer et al., 2010)	5	597	59	15	48	14	5	5,0	262	357	7397	590	1914
Junnerkoeland Ref 1,2 (gemiddeld)	4	573	46	18	52	13	6	5,4	180	346	7640	725	1400
Arrierkoeland Ref 5,6 (gemiddeld)	6	967	82	13	133	15	9	4,1	84	235	5549	290	1285
Jachthuis (gemiddeld) (Remke et al., 2018)	6	629	70	124	67	23	10	7,0	60	426	18172	760	1164
Stalberg (gemiddeld) (Remke et al., 2018)	8	718	249	53	247	71	12	5,3	79	461	20355	662	3725

4.4 Algemene bodemchemie

In Figuur 26 worden een aantal bodemchemische correlaties gegeven waarbij de zeer ijzerrijke locatie 1 apart wordt vermeld. De boxplots in Figuur 27 geven een beeld van de gradiënten in de diepte van enkele karakteristieke parameters.



Figuur 26. Correlaties tussen enkele relevante bodemchemische variabelen gemeten in het onderzoeksgebied.



Figuur 27. Boxplots van de Olsen-P, totaal-P (beiden inclusief referenties paragraaf 4.3), ammonium, nitraat, labiel-P (P-z), pH-z, totaal-Ca en zoutuitwisselbaar calcium concentraties van de geanalyseerde bodems, exclusief locatie 1. In de boxplots is onderscheid gemaakt tussen de verschillende bodemlagen. De whiskers (verticale lijnen) geven het bereik tussen het 10e en 90e percentiel. De verticale streep in de box geeft de mediane waarde van de metingen weer. De stippen geven de uitschieters weer.

Op de droge locaties is sprake van een zandbodem met een humeuze toplaag. Lokaal is de bodem zeer ijzerrijk. Voor het vaststellen van de fosfaatbeschikbaarheid van de bodem zijn de Olsen-P en totaal-P concentraties van belang, waarbij de Olsen-P concentratie een maat is voor de voor planten beschikbare fosfaatfractie. De totaal-P concentratie geeft de totale P voorraad in de bodem waarvan een deel op termijn weer beschikbaar kan komen voor planten. De toplaag is verrijkt met fosfaat (totaal-P, Olsen-P, labiel-P/P-z) en stikstof (Figuur 27). De mediane Olsen-P concentratie in de toplaag is circa 1700 µmol/l en de totaal-P concentratie 8 mmol/l. De nitraatconcentraties zijn relatief laag (<80 µmol/l). De toplaag is met name verrijkt met ammonium. Dit is waarschijnlijk het gevolg van de relatief lage pH van de toplaag (pH-z is circa 4,0) waardoor de nitrificatie kan worden geremd en ammonium kan ophopen. Op de stikstofrijke plekken is de labiel-P (P-z) concentratie eveneens hoger (Figuur 26). De nutriëntenconcentraties nemen af in de diepte (Figuur 27).

In Figuur 26 linksboven zijn de Olsen-P en totaal-P concentraties van de geanalyseerde bodems tegen elkaar uitgezet. Als gevolg van verschillen in grondgebruik en bodemchemie (variatie in ijzer- en/of calciumconcentraties), zijn er verschillen in de Olsen-P en totaal-P concentraties aanwezig. Deze variëren niet alleen in de diepte, maar ook de P-beschikbaarheid varieert tussen de verschillende bodems. Deze is circa 15%. Met name op de ijzerrijke locatie 1 is de P-beschikbaarheid lager (4-7%). Fosfor wordt in ijzerrijkere bodems namelijk zeer effectief geïmmobiliseerd door adsorptie aan ijzer(hydr)oxiden en door de vorming van ijzerfosfaat zouten zoals $Fe_3(PO_4)_2$ (onder anaerobe condities) en $FePO_4$ onder aerobe condities.

Naast ijzer zorgt ook calcium voor fosfaatbinding in de bodem. Dit calcium gebonden-P is meestal slecht oplosbaar en komt slechts zeer langzaam vrij door verweringsprocessen. Ook kleideeltjes (de totaal-aluminium concentratie is indicatief voor het lutumpercentage) zijn een sterke P-binder. De calcium-, ijzer- en aluminiumconcentraties kunnen de beschikbaarheid van fosfaat dus beïnvloeden. In Figuur 10 rechtsboven is deze correlatie weergegeven. Op plaatsen waar de bodem rijk is aan ijzer, calcium en aluminium ten opzichte van totaal-P, blijft de P-beschikbaarheid voor planten doorgaans laag.

Behalve de nutriëntenbeschikbaarheid is de zuurgraad van de bodem in belangrijke mate sturend voor de vegetatieontwikkeling. De buffercapaciteit geeft de mate aan waarin een bodem in staat is te compenseren voor veranderingen in zuurconcentraties. Bij bodem-pH(water) waarden hoger dan pH 6,2 hebben we te maken met (bi)carbonaatbuffering. Wanneer in de bodems geen carbonaat meer aanwezig is, komt de bodem in het kation-uitwisselings-buffertraject terecht. Organisch materiaal vormt, samen met lutumdeeltjes, een belangrijk deel van het bodemadsorptiecomplex in de bodem. Dit buffertraject bevindt zich globaal tussen een pH van 4,5 en 6,5. Een zoutextract geeft een beeld van de hoeveelheid gemakkelijk uitwisselbare kationen. De pH-z is overwegend 0,5-1 pH eenheid lager dan de pH-water. In het onderzoeksgebied is sprake van relatief lage calciumconcentraties (circa 10 mmol/l totaal-Ca en 3000 µmol/l zoutuitwisselbaar calcium) en een pH-z van circa 4.0-4.2.

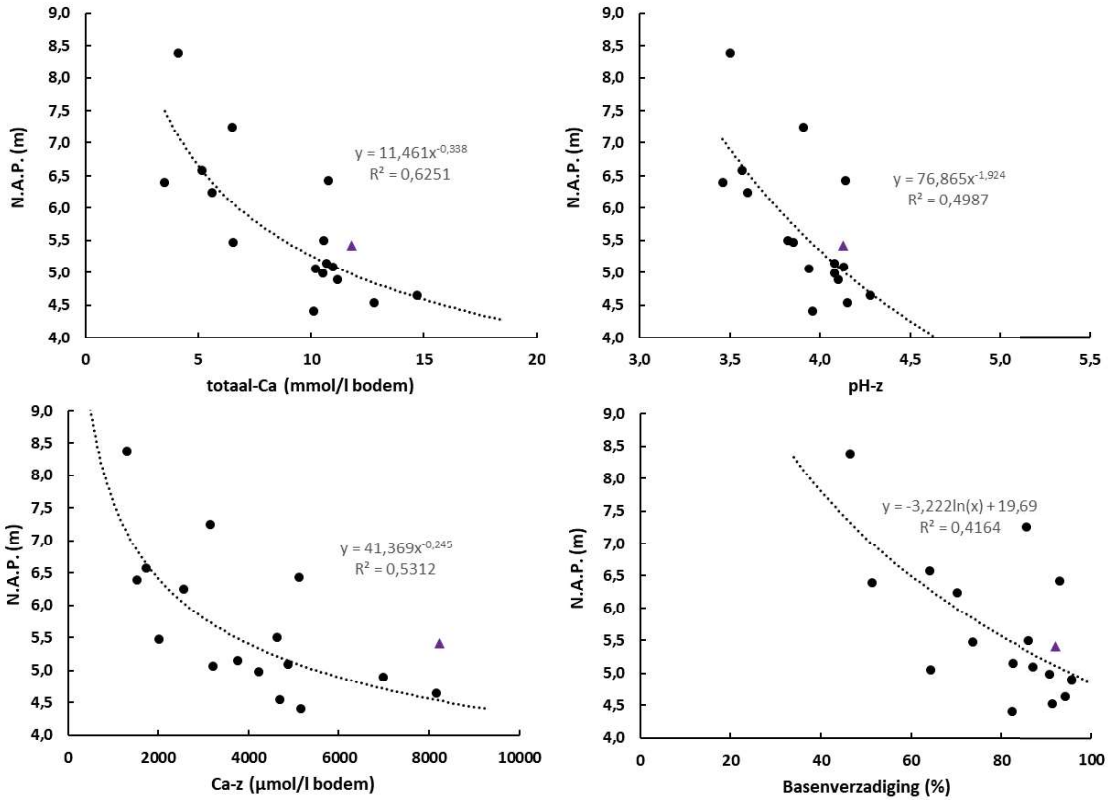
Uit Figuur 26 blijkt dat de concentratie totaal-Ca en de gemakkelijk uitwisselbare calciumconcentratie (Ca-z) goed correleren. De concentraties totaal-Ca en Ca-z zijn indicatieve parameters voor het vaststellen van de mate van buffering van een bodem.

Indien het bodemadsorptiecomplex volledig is opgeladen met basische kationen (Ca^{2+}, Mg^{2+} en K^+) is de basenverzadiging 100%. In het gebied zien we dat bodems met een totaal-Ca concentratie van meer dan 10 mmol/l bodem meestal een hoge basenverzadiging (> 85%) hebben (Figuur 26). In niet tot zwak gebufferde bodems kan de bodem in de

aluminiumbufferrange (pH_{water} < 4,5) komen. Alle basische kationen zijn dan vervangen door zuurionen of aluminium (H^+ en Al^{3+}) en de concentratie zuurionen in het bodemvocht neemt dan toe en de pH zal dalen. Naarmate de pH lager wordt neemt de aluminiumconcentratie in het zoutextract toe (Figuur 26). Ook de Al/Ca ratio neemt toe (Figuur 26; De Graaf et al., 1994). Dit komt omdat aluminiumhydroxiden in oplossing gaan bij een lage bodem pH waarna deze adsorberen aan het bodemadsorptiecomplex. Een verhoogde Al/Ca ratio is een indicator voor verzurende processen. Een lage bodem pH kan dan ook leiden tot aluminiumtoxiciteit (en de ophoping van ammonium).

De buffering van de bodem (met name de calciumconcentraties) laat in de boxplots (Figuur 27) geen duidelijk patroon zien in de diepte. In paragraaf 4.5 wordt per locatie nader ingegaan op de gradiënten in de diepte, ook qua voedselrijkdom en natuurpotenties.

In Figuur 28 worden enkele parameters die indicatief zijn voor de mate van buffering gecorreleerd aan de hoogteligging van de boorpunten. Hieruit blijkt duidelijk dat de lager gelegen locaties (globaal < 5.0 tot 5.5 meter ten opzichte van N.A.P.) sterker gebufferd zijn. Op deze plekken zijn hogere concentraties totaal en uitwisselbaar calcium gemeten evenals een hogere pH-z en basenverzadiging. Extra buffering kan veroorzaakt worden door de aanrijking van bufferstoffen uit grondwater (lijkt minder waarschijnlijk; het betreft relatief droge locaties) of door middel van periodieke inundaties met oppervlaktewater uit de Vecht. Uit het ecohydrologisch onderzoek van Bell Hullenaar kan dit mogelijk nader worden afgeleid.



Figuur 28. Correlaties tussen enkele relevante bodemchemische variabelen gemeten op de referentielocaties en landbouwpercelen in Punt- en Stroothuizen.

In **Tabel 28** worden de bodemchemische analyseresultaten gegeven die zijn uitgevoerd in een tweetal raaien. Hierbij is de toplaag (0-15 cm-mv) verzameld langs een hoogtegradiënt om vooral te kijken naar de verschillen in de mate van buffering / verzuring. Locatie 3 vormt het

laagste punt van beide raaien. Zie Figuur 5 en Figuur 6 voor een gedetailleerd beeld van de ligging van de monsterlocaties.

Tabel 28. Overzicht van de bodemchemische parameters (per liter versgewicht) in de toplaag (in cm onder maaiveld) op in 2 raaien in het onderzoekgebied. N.A.P. = maaiveldhoogte in meters t.o.v. N.A.P.; OS = organisch stofpercentage; V = vochtpercentage; MV = massavolume in kg droge bodem per liter verse bodem; Ols-P = Olsen-P (µmol/l); -t = totale concentratie (mmol/l), -z = zoutuitwisselbare concentraties (µmol/l, met uitzondering van de pH), BV = indicatieve basenverzadiging. M5 = berekende verschralingsduur (jaren) via maaien en afvoeren tot een streefconcentratie van 500 µmol Olsen-P/l bodem (totaal-P > 3 mmol/l). De volgende kleurarceringen zijn in de tabel gebruikt:

Org. stof	Al-t	Ca-t	Ca-z	Fe-t	P-z	NO3-z	Maaien en afvoeren (M)	
%	mmol/l	mmol/l	µmol/l	mmol/l	µmol/l	µmol/l	jaren	
<5	<150	<10	<4000	<40	<1	<50	0	voldoende P-arm
6-10	151-250	10-20	4001-8000	41-100	2-5	51-100	<10	kansrijk voor verschraling d.m.v. maaien en afvoeren
11-25	251-400	21-30	8001-15000	101-250	6-10	101-200	11-40	matig kansrijk voor verschraling d.m.v. maaien en afvoeren
26-50	401-750	31-50	15001-25000	251-500	11-30	201-400	41-80	kansrijk voor verschraling d.m.v. uitmijnen
>50	>750	51-80	25001-40000	501-800	31-50	401-800	81-200	matig tot beperkt kansrijk voor verschraling d.m.v. uitmijnen
		>80	>40000	>800	51-100	801-1200	201-400	ongeschikt voor verschraling I
					>100	>1200	>400	ongeschikt voor verschraling II

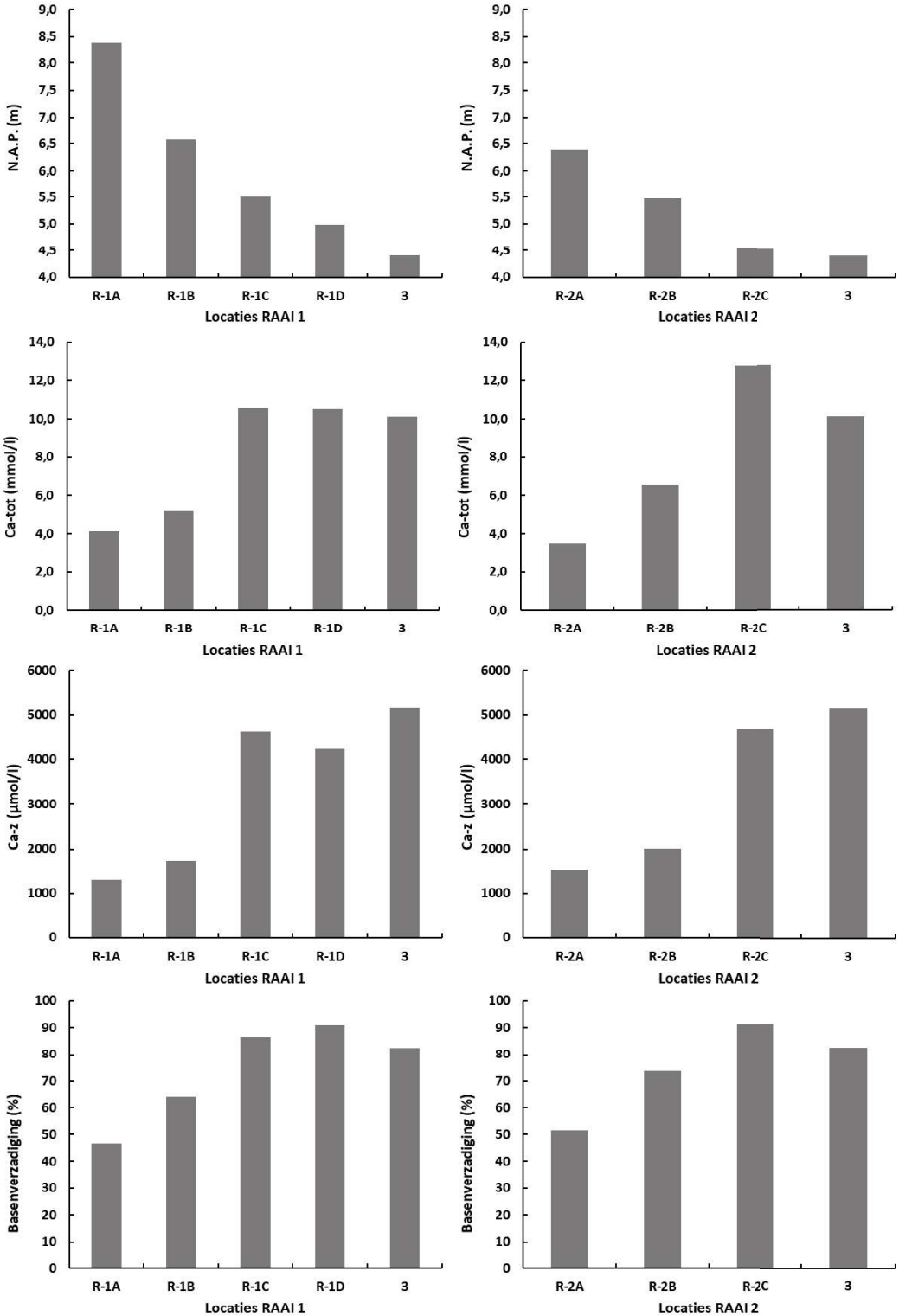
Nr	NAP	Diepte	Grondsoort	OS	V	MV	Ols-P	P-t	Al-t	Ca-t	Fe-t	K-t	Mg-t	S-t	Al-z	Ca-z	Al/Ca	K-z	Mg-z	pH-z	BV	P-z	NO3-z	NH4-z	M5
R-1A	8,38	0-15	zwartbruin humeus zand, leemarm	8	19	1,0	1713	8,2	62	4	61	4	6	10	1543	1300	1,19	915	1019	3,5	47	20	163	213	25
R-1B	6,58	0-15	zwartgrijs/bruin humeus zand, leemarm	7	16	1,1	1567	6,8	64	5	69	5	7	9	1043	1735	0,60	925	1784	3,6	64	8	140	128	18
R-1C	5,50	0-15	bruin zwak humeus zand, leemarm	5	13	1,1	3108	10,9	86	11	105	7	12	7	340	4624	0,07	533	1765	3,8	86	18	78	257	37
R-1D	4,99	0-15	bruin zwak humeus zand, leemarm	5	11	1,0	1870	9,0	71	11	89	4	14	7	106	4229	0,03	1159	1672	4,1	91	8	67	216	28
3	4,41	0-15	zwart zand, humeus, zwak lemig	10	28	0,9	1532	8,3	85	10	37	4	7	11	676	5150	0,13	650	1165	4,0	82	3	46	157	25
R-2A	6,40	0-15	zwartgrijs/bruin humeus zand, leemarm	8	15	1,1	1402	4,7	50	4	54	3	5	6	1188	1518	0,78	1005	810	3,5	51	7	80	248	8
R-2B	5,47	0-15	zwart zand, zwak humeus, leemarm	4	10	1,2	1530	6,6	74	7	76	4	10	7	663	2007	0,33	1013	1398	3,9	74	6	60	141	17
R-2C	4,54	0-15	zwart zand, zwak humeus, leemarm	5	14	1,1	1705	7,0	76	13	47	5	12	7	190	4685	0,04	683	1052	4,2	91	2	11	134	19
3	4,41	0-15	zwart zand, humeus, zwak lemig	10	28	0,9	1532	8,3	85	10	37	4	7	11	676	5150	0,13	650	1165	4,0	82	3	46	157	25

In Figuur 30 worden de variaties in maaiveldhoogte en de concentraties totaal en zoutuitwisselbaar calcium in figuurvorm weergegeven. Op de lager gelegen locaties zijn de concentraties totaal en zoutuitwisselbaar calcium en de basenverzadiging hoger. Dit is mogelijk te verklaren doordat de lager gelegen locaties (potentie stroomdalgrasland; H6120) onder invloed staan van inundaties met rivierwater terwijl deze invloed ontbreekt bij de hoger gelegen locaties (potentie zandverstuivingen; H2330). Het valt op dat locatie Raai 1C (5,50 m N.A.P.) en Raai 2B (5,47 m N.A.P.) ongeveer op dezelfde hoogte liggen maar toch verschillen in de mate van buffering. De aanwezigheid van natuurlijke barrières (zandruggen) kan er mogelijk voor zorgen dat maaiveldhoogte die lokaal periodiek inundeert kan variëren.



Figuur 29. Foto's van raai 1 (links) en raai 2 (rechts). Foto's: Mark van Mullekom.

De trend is dat locaties met een maaiveldhoogte <5.0 - 5.5 meter ten opzichte van N.A.P. sterker gebufferd zijn. In paragraaf 4.5 wordt geprobeerd uit de diepteprofielen af te leiden in hoeverre er sprake is van verzuring van de toplaag op de verschillende locaties, bijvoorbeeld als gevolg van atmosferische, verzurende depositie of het gebrek aan periodieke inundaties met water uit de Vecht.



Figuur 30. Overzicht van de N.A.P hoogtes en de concentraties totaal-Ca en zoutuitwisselbaar Ca (Ca-z) per locaties per raai.

4.5 Actuele toestand en potenties droge schraalgraslanden

Tabel 5 bevat een overzicht van de analyses op de 10 locaties waar de ontwikkeling van stroomdalgrasland het doel is. De analyses zijn uitgevoerd op verschillende dieptes. Op vijf locaties (1, 3, 5, 7, 255) werd een bodemmonster op 80-100 cm diepte verzameld. Van noord naar zuid nemen de totaal-Ca concentraties af van 19 (loc1) naar 11 (loc3) naar 10 (loc5) en 8 (locatie 7) mmol/l. Op locatie 255 in het noordoosten van het onderzoeksgebied is de totaal-Ca concentratie op 80-100 cm-mv slechts 5 mmol/l. De calciumconcentraties van de diepere ondergrond zijn relatief laag (zuur tot zwak/matig gebufferd).

Tabel 29. Overzicht van de bodemchemische parameters (per liter versgewicht) in de toplaag (in cm onder maaiveld) op in 2 raaien in het onderzoekgebied. N.A.P. = maaiveldhoogte in meters t.o.v. N.A.P.; OS = organisch stofpercentage; V = vochtpercentage; MV = massavolume in kg droge bodem per liter verse bodem; Ols-P = Olsen-P (µmol/l); -t = totale concentratie (mmol/l), -z = zoutuitwisselbare concentraties (µmol/l, met uitzondering van de pH), BV = indicatieve basenverzadiging. M5 = berekende verschralingsduur (jaren) via maaien en afvoeren tot een streefconcentratie van 500 µmol Olsen-P/l bodem (totaal-P > 3 mmol/l). De volgende kleurarceringen zijn in de tabel gebruikt:

Org. stof	Al-t	Ca-t	Ca-z	Fe-t	P-z	NO3-z	Maaien en afvoeren (M)	
%	mmol/l	mmol/l	µmol/l	mmol/l	µmol/l	µmol/l	jaren	
<5	<150	<10	<4000	<40	<1	<50	0	voldoende P-arm
6-10	151-250	10-20	4001-8000	41-100	2-5	51-100	<10	kansrijk voor verschraling d.m.v. maaien en afvoeren
11-25	251-400	21-30	8001-15000	101-250	6-10	101-200	11-40	matig kansrijk voor verschraling d.m.v. maaien en afvoeren
26-50	401-750	31-50	15001-25000	251-500	11-30	201-400	41-80	kansrijk voor verschraling d.m.v. uitmijnen
>50	>750	51-80	25001-40000	501-800	31-50	401-800	81-200	matig tot beperkt kansrijk voor verschraling d.m.v. uitmijnen
		>80	>40000	>800	51-100	801-1200	201-400	ongeschikt voor verschraling I
					>100	>1200	>400	ongeschikt voor verschraling II

Nr	NAP	Diepte	Grondsoort	OS	V	MV	Ols-P	P-t	Al-t	Ca-t	Fe-t	K-t	Mg-t	S-t	Al-z	Ca-z	Al/Ca	K-z	Mg-z	pH-z	BV	P-z	NO3-z	NH4-z	M5
1	5,42	0-15	bruin zand, zwak humeus, zwak lemig	7	18	1,0	1991	20,0	176	12	510	4	15	8	336	8231	0,04	444	2211	4,1	92	1	77	133	70
		15-30	bruin zand, zwak humeus, zwak lemig	5	14	1,2	1344	36,9	191	17	1148	3	15	6	220	11012	0,02	574	2005	4,3	96	1	97	104	109
		30-45	roodgeel zand, ijzerrijk, zwak lemig	2	10	1,3	1285	38,9	136	24	949	4	18	3	64	15038	0,00	388	2171	4,5	99	1	44	32	112
		80-100	geel zand, ijzervlekken, zwak lemig	1	8	1,5	2877	38,8	83	19	166	5	23	0	29	10694	0,00	470	1004	4,7	99	3	16	8	200
2	5,06	0-15	bruin zand, zwak humeus, zwak lemig	4	15	1,2	1994	13,8	178	10	222	5	21	8	1265	3201	0,40	532	1000	3,9	64	2	15	272	49
		15-25	geelbruin gevlekt zand, zwak lemig	2	11	1,2	1747	11,1	172	8	220	5	22	5	1781	1747	1,02	448	362	3,9	43	2	65	62	25
		25-35	geelbruin zand, zwak lemig	1	6	1,4	824	7,3	109	8	142	8	20	2	1243	1077	1,15	557	284	4,1	44	1	27	19	9
3	4,41	0-15	zwart zand, humeus, zwak lemig	10	28	0,9	1532	8,3	85	10	37	4	7	11	676	5150	0,13	650	1165	4,0	82	3	46	157	25
		15-30	zwartbruin zand, zwak lemig	3	19	1,5	976	5,6	110	8	61	4	13	5	924	3058	0,30	716	721	4,1	71	2	56	88	12
		30-40	geelbruin zand, ijzersporen	1	17	1,6	469	3,3	98	8	79	5	16	2	578	2263	0,26	1047	750	4,3	77	2	30	25	0
		80-100	grijs zand, ijzervlekken	0	21	1,5	302	5,2	101	11	104	6	25	1	529	1692	0,31	1159	459	3,9	64	0	11	62	0
4	7,25	0-10	zwartgrijs zand, zwak humeus, leemarm	7	16	1,1	1854	6,3	41	7	44	4	7	7	138	3145	0,04	1163	2851	3,9	86	25	19	571	10
		10-20	roodbruin zand, leemarm	2	4	1,4	1086	5,5	64	5	84	4	13	2	398	912	0,44	802	1173	4,0	73	7	33	96	8
		20-30	geelbruin zand, leemarm	1	2	1,4	579	4,2	61	4	81	4	11	1	451	398	1,13	850	764	4,2	65	3	18	26	2
5	4,65	0-15	zwartbruin zand, matig humeus, zwak lemig	6	23	1,0	1239	9,1	145	15	125	5	20	8	182	8158	0,02	499	1202	4,3	94	1	12	152	25
		15-25	bruin zand, ijzervlekken, zwak lemig	2	14	1,3	922	8,3	175	16	188	5	27	4	490	6890	0,07	456	591	4,3	89	2	51	74	12
		25-35	witgrijs zand, ijzervlekken, zwak lemig	1	11	1,4	410	5,1	112	14	102	6	22	1	150	4959	0,03	326	532	4,4	94	2	28	36	0
		80-100	roodgrijs zand, ijzerrijk, grof	0	18	1,5	152	3,9	74	10	123	4	15	1	5	4270	0,00	747	374	5,3	99	1	39	24	0
6	5,15	0-10	bruin zand, matig humeus, zwak lemig	6	16	1,0	1363	11,4	124	11	144	6	19	7	605	3751	0,16	1170	1560	4,1	83	2	27	116	23
		10-20	bruin zand, matig humeus, zwak lemig	3	11	1,2	1458	11,2	153	10	178	7	23	5	1041	3320	0,31	1407	1231	4,0	73	2	67	104	23
		20-30	geel zand, ijzervlekken, zwak lemig	1	6	1,4	635	6,3	110	8	119	6	24	2	926	1279	0,72	1441	484	4,1	60	2	28	44	4
7	5,09	0-10	bruin zand, zwak humeus, zwak lemig	5	16	1,1	1481	10,4	101	11	119	5	16	7	410	4874	0,08	930	1605	4,1	87	3	19	213	22
		10-20	bruin zand, zwak humeus, zwak lemig	3	11	1,2	907	8,2	115	10	140	4	18	5	473	4464	0,11	608	935	4,2	85	2	52	182	11
		20-30	geelbruin zand, ijzervlekken, leemarm, grof	1	6	1,5	400	4,9	102	8	100	5	18	2	517	2494	0,21	638	370	4,3	77	1	26	54	0
		80-100	geelrood zand, ijzerrijk, leemarm, grof	0	15	1,6	270	4,5	93	8	118	6	20	1	541	2034	0,27	1210	380	4,4	75	1	26	16	0
254	6,43	0-15	geel zand/ zwart zand	7	15	0,9	1797	7,0	53	11	65	5	9	8	131	5126	0,03	960	2563	4,1	93	21	46	303	19
		15-30	fijn geel zand, ijzerhoudend	1	3	1,2	998	5,2	76	6	92	7	16	2	315	1791	0,18	565	1083	4,1	82	17	41	76	10
		30-45	fijn geel zand, ijzerhoudend	1	6	1,3	615	4,4	81	6	98	5	18	1	595	1284	0,46	628	836	4,1	69	3	33	31	4
255	6,25	0-15	zwart zand, humeus	5	12	1,1	1796	7,8	68	6	91	4	9	7	727	2563	0,28	966	1075	3,6	70	8	94	114	22
		20-30	geelbruin zand	2	9	1,2	1532	6,5	84	4	112	4	9	4	1372	1112	1,23	541	350	3,8	42	3	62	46	11
		30-40	geel ijzerhoudend zand	1	6	1,3	980	4,6	93	4	85	4	14	1	1184	517	2,29	625	184	4,1	34	4	26	7	5
		80-100	geel zand, ijzervlekken	1	16	1,4	229	8,5	146	5	462	3	12	2	1430	783	1,83	626	367	4,0	38	0	18	18	0
266	4,89	0-20	donkerbruin zand	4	11	1,0	1243	8,6	81	11	110	4	17	4	60	6985	0,01	500	1596	4,1	96	3	20	172	32
		20-35	geelbruin fijn zand	2	8	1,2	959	8,1	84	14	122	4	18	3	129	6489	0,02	589	642	4,4	95	2	40	57	18
		35-50	geelbruin fijn zand	1	9	1,4	551	7,3	105	18	146	6	25	2	23	9247	0,00	485	984	4,5	98	1	43	18	3



Figuur 31. Foto's ter hoogte van de locaties 7 (links) en 255 (rechts). Foto's: Mark van Mullekom.

Locatie 1

Er is sprake van een zeer ijzerrijke bodem (510-1148 mmol/l). De Olsen-P concentratie van de zwak-matig humeuze (7% organische stof) toplaag is 1991 µmol/l en daarmee te hoog voor de ontwikkeling van stroomdalgrasland of heischraal grasland. Met de afzetting van ijzer is echter ook fosfor afgezet. De totaal-P concentraties bedragen 20-39 mmol/l. Het is mogelijk dat de voor planten beschikbare P-concentratie wordt overschat. De labiel-P (1 µmol/l), nitraat- (<100 µmol/l) en ammoniumconcentraties (<150 µmol/l) zijn relatief laag. Dit biedt mogelijkheden voor de ontwikkeling van kruidenrijkere vegetaties. De toplaag van de bodem is zwak gebufferd (tot-Ca 12 mmol/l en Ca-z 8231 µmol/l; pH-z 4,1). De buffering neemt toe in de diepte wat erop duidt dat de toplaag verzuurd is. Mogelijke oorzaken van de verzuring zijn een verzurende depositie en/of vermindere rivierdynamiek (overstromingsfrequentie). Wanneer lokaal 15 cm wordt geplagd (in combinatie met herintroductie) komt een minder (maar nog steeds te) voedselrijke (Olsen-P 1344 µmol/l), meer gebufferde (tot-Ca 17 mmol/l) en ijzerrijkere (1148 mmol/l) bodem (5% organische stof) aan het oppervlak voor de ontwikkeling van stroomdalgrasland of droog heischraal grasland. Op 30-45 cm diepte is de bodem net zo voedselrijk maar sterker gebufferd en minder humeus.

Locatie 2

De zwak humeuze (4% organische stof), ijzerrijke (222 mmol/l) toplaag is beperkt verrijkt met fosfaat (totaal-P: 13,8 mmol/l en Olsen-P: 1994 µmol/l) en daarmee te hoog voor de ontwikkeling van stroomdalgrasland. De labiel-P (2 µmol/l) en nitraatconcentraties (<50 µmol/l) zijn relatief laag. De ammoniumconcentratie bedraagt 272 µmol/l. Dit biedt mogelijkheden voor de ontwikkeling van kruidenrijkere vegetaties. De toplaag van de bodem is (zeer) zwak gebufferd (Ca-t 10 mmol/l en Ca-z 3201 µmol/l; pH-z 3,9). De buffering neemt af in de diepte. Dit duidt erop dat op deze locatie inundatie met water uit de Vecht (of bekalking tijdens landbouwkundig gebruik in het verleden?) de bron kan zijn van de aanrijking van de toplaag met bufferstoffen. Doordat geen eerdere metingen beschikbaar zijn is het niet duidelijk in hoeverre de toplaag verzuurd is. Mogelijke oorzaken van de verzuring zijn een verzurende depositie en/of vermindere rivierdynamiek (overstromingsfrequentie). Gelet op het feit dat de bodems ook arm zijn aan Ca op 1 meter diepte gaat het hier waarschijnlijk om van nature kalkarme afzettingen . Wanneer lokaal 15 cm wordt geplagd (in combinatie met herintroductie) komt een minder (maar nog steeds te) voedselrijke (Olsen-P 1747 µmol/l, 62 µmol/l ammonium), minder gebufferde (tot-Ca 8 mmol/l) bodem (2% organische stof) aan het oppervlak voor de ontwikkeling van stroomdalgrasland (of 25 cm afgraven indien de

hoogteligging dit toelaat). Door middel van een eenmalige bekalking met 2000 kg Dolokal/ha kan de buffering worden hersteld.

Locatie 3

De humeuze (10% organische stof), zwak ijzerhoudende (37 mmol/l) toplaag is beperkt verrijkt met fosfaat (totaal-P: 8,3 mmol/l en Olsen-P: 1532 µmol/l) en daarmee te hoog voor de ontwikkeling van stroomdalgrasland. De labiel-P (3 µmol/l), nitraat- (<50 µmol/l) en ammoniumconcentraties (<160 µmol/l) zijn relatief laag. Dit biedt mogelijkheden voor de ontwikkeling van kruidenrijkere vegetaties. De toplaag van de bodem is (zeer) zwak gebufferd (Ca-t 10 mmol/l en Ca-z 5150 µmol/l; pH-z 4,0). De buffering neemt af in de diepte. Dit duidt erop dat op deze locatie inundatie met water uit de Vecht (of bekalking tijdens landbouwkundig gebruik in het verleden?) waarschijnlijk de bron is van de beperkte aanrijking van de toplaag met bufferstoffen. Doordat geen eerdere metingen beschikbaar zijn is het niet duidelijk in hoeverre de toplaag verzuurd is. Mogelijke oorzaken van de verzuring zijn een verzurende depositie en/of vermindere rivierdynamiek (overstromingsfrequentie). Wanneer lokaal 15 cm wordt geplagd (in combinatie met herintroductie) komt een minder (maar nog steeds te) voedselrijke (Olsen-P 976 µmol/l, 88 µmol/l ammonium), minder gebufferde (tot-Ca 8 mmol/l), ijzerhoudende (61 mmol/l) bodem (3% organische stof) aan het oppervlak voor de ontwikkeling van stroomdalgrasland. Door middel van een eenmalige bekalking met 2000 kg Dolokal/ha kan de buffering worden hersteld. Op 30-40 cm diepte is de bodem voedselarmer (469 µmol/l Olsen-P).

Locatie 4

De zwak-matig humeuze (7% organische stof), zwak ijzerhoudende (44 mmol/l) toplaag is beperkt verrijkt met fosfaat (totaal-P: 6,3 mmol/l en Olsen-P: 1854 µmol/l) en daarmee te hoog voor de ontwikkeling van stroomdalgrasland. De labiel-P (25 µmol/l) en ammoniumconcentraties (571 µmol/l) zijn eveneens hoog. Dit beperkt de mogelijkheden voor de ontwikkeling van kruidenrijkere vegetaties. De toplaag van de bodem is relatief zuur tot zeer zwak gebufferd (Ca-t 7 mmol/l en Ca-z 3145 µmol/l; pH-z 3,9). De buffering neemt af in de diepte. Dit duidt erop dat op deze locatie inundatie met water uit de Vecht (of bekalking tijdens landbouwkundig gebruik in het verleden?) waarschijnlijk de bron is van de aanrijking van de toplaag met bufferstoffen. Doordat geen eerdere metingen beschikbaar zijn is het niet duidelijk in hoeverre de toplaag verzuurd is. Mogelijke oorzaken van de verzuring zijn een verzurende depositie en/of vermindere rivierdynamiek (overstromingsfrequentie). Wanneer lokaal 10 cm wordt geplagd (in combinatie met herintroductie) komt een minder (maar nog steeds te) voedselrijke (Olsen-P 1086 µmol/l, P-z 7 µmol/l, 96 µmol/l ammonium), zuurdere (tot-Ca 5 mmol/l), ijzerhoudende (84 mmol/l) bodem (2% organische stof) aan het oppervlak voor de ontwikkeling van stroomdalgrasland. Door middel van een eenmalige bekalking met 2000 kg Dolokal/ha kan de buffering worden hersteld. Op 20-30 cm diepte is de bodem voedselarmer (579 µmol/l Olsen-P) waardoor 20 cm plaggen ook kan worden overwogen.

Locatie 5

De Olsen-P concentratie van de zwak-matig humeuze (6% organische stof), ijzerrijke (125 mmol/l) toplaag is 1239 µmol/l en daarmee te hoog voor de ontwikkeling van stroomdalgrasland. De labiel-P (1 µmol/l), nitraat- (<50 µmol/l) en ammoniumconcentraties (<160 µmol/l) zijn relatief laag. Dit biedt mogelijkheden voor de ontwikkeling van

kruidenrijkere vegetaties. De toplaag van de bodem is zwak gebufferd (tot-Ca 15 mmol/l en Ca-z 8158 µmol/l; pH-z 4,3). Op basis van de concentraties totaal en zoutuitwisselbaar calcium in de diepte is niet duidelijk of de toplaag verzuurd is. Mogelijke oorzaken van een eventuele verzuring zijn de verzurende depositie en/of vermindere rivierdynamiek (overstromingsfrequentie). Wanneer lokaal 15 cm wordt geplagd (in combinatie met herintroductie) komt een minder (maar nog steeds te) voedselrijke (Olsen-P 922 µmol/l), zwak gebufferde (tot-Ca 16 mmol/l) en ijzerrijke (188 mmol/l) bodem (3% organische stof) aan het oppervlak voor de ontwikkeling van stroomdalgrasland. Op 25-35 cm diepte is de bodem voedselarmer (410 µmol/l Olsen-P) waardoor 25 cm plaggen ook kan worden overwogen.

Locatie 6

De zwak-matig humeuze (6% organische stof), ijzerrijke (144 mmol/l) toplaag is beperkt verrijkt met fosfaat (totaal-P: 11,4 mmol/l en Olsen-P: 1363 µmol/l) en daarmee te hoog voor de ontwikkeling van stroomdalgrasland. De labiel-P (2 µmol/l) en nitraatconcentraties (<50 µmol/l) zijn relatief laag. De ammoniumconcentratie bedraagt 116 µmol/l. Dit biedt mogelijkheden voor de ontwikkeling van kruidenrijkere vegetaties. De toplaag van de bodem is (zeer) zwak gebufferd (Ca-t 11 mmol/l en Ca-z 3751 µmol/l; pH-z 4,1). De buffering neemt af in de diepte. Dit duidt erop dat op deze locatie inundatie met water uit de Vecht (of bekalking tijdens landbouwkundig gebruik in het verleden?) waarschijnlijk de bron is van de aanrijking van de toplaag met bufferstoffen. Doordat geen eerdere metingen beschikbaar zijn is het niet duidelijk in hoeverre de toplaag verzuurd is. Mogelijke oorzaken van de verzuring zijn een verzurende depositie en/of vermindere rivierdynamiek (overstromingsfrequentie). Wanneer lokaal 20 cm (10 cm plaggen levert weinig 'winst' op) wordt geplagd (in combinatie met herintroductie) komt een minder voedselrijke (Olsen-P 635 µmol/l, 44 µmol/l ammonium), minder gebufferde (tot-Ca 8 mmol/l) bodem (1% organische stof) aan het oppervlak voor de ontwikkeling van stroomdalgrasland. Door middel van een eenmalige bekalking met 2000 kg Dolokal/ha kan de buffering worden hersteld.

Locatie 7

De zwak-matig humeuze (5% organische stof), ijzerrijke (119 mmol/l) toplaag is beperkt verrijkt met fosfaat (totaal-P: 10,4 mmol/l en Olsen-P: 1481 µmol/l) en daarmee te hoog voor de ontwikkeling van stroomdalgrasland. De labiel-P (3 µmol/l) en nitraatconcentraties (<50 µmol/l) zijn relatief laag. De ammoniumconcentratie bedraagt 213 µmol/l. Dit biedt mogelijkheden voor de ontwikkeling van kruidenrijkere vegetaties. De toplaag van de bodem is (zeer) zwak gebufferd (Ca-t 11 mmol/l en Ca-z 4874 µmol/l; pH-z 4,1). De buffering neemt af in de diepte. Dit duidt erop dat op deze locatie inundatie met water uit de Vecht (of bekalking tijdens landbouwkundig gebruik in het verleden?) waarschijnlijk de bron is van de aanrijking van de toplaag met bufferstoffen. Doordat geen eerdere metingen beschikbaar zijn is het niet duidelijk in hoeverre de toplaag verzuurd is. Mogelijke oorzaken van de verzuring zijn een verzurende depositie en/of vermindere rivierdynamiek (overstromingsfrequentie). Wanneer lokaal 20 cm (10 cm plaggen levert weinig 'winst' op) wordt geplagd (in combinatie met herintroductie) komt een minder voedselrijke (Olsen-P 400 µmol/l, 54 µmol/l ammonium), minder gebufferde (tot-Ca 8 mmol/l) bodem (1% organische stof) aan het oppervlak voor de ontwikkeling van stroomdalgrasland. Door middel van een eenmalige bekalking met 2000 kg Dolokal/ha kan de buffering worden hersteld.

Locatie 254

De zwak-matig humeuze (7% organische stof), matig ijzerhoudende (65 mmol/l) toplaag is beperkt verrijkt met fosfaat (totaal-P: 7,0 mmol/l en Olsen-P: 1797 µmol/l) en daarmee te hoog voor de ontwikkeling van stroomdalgrasland. De labiel-P (21 µmol/l) en ammoniumconcentraties (303 µmol/l) zijn eveneens hoog. Dit beperkt mogelijkheden voor de ontwikkeling van kruidenrijkere vegetaties. De toplaag van de bodem is zeer zwak gebufferd (Ca-t 11 mmol/l en Ca-z 5126 µmol/l; pH-z 4,1). De buffering neemt af in de diepte. Dit duidt erop dat op deze locatie inundatie met water uit de Vecht (of bekalking tijdens landbouwkundig gebruik in het verleden?) waarschijnlijk de bron is van de aanrijking van de toplaag met bufferstoffen. Doordat geen eerdere metingen beschikbaar zijn is het niet duidelijk in hoeverre de toplaag verzuurd is. Mogelijke oorzaken van de verzuring zijn een verzurende depositie en/of vermindere rivierdynamiek (overstromingsfrequentie). Wanneer lokaal 15 cm wordt geplagd (in combinatie met herintroductie) komt een minder (maar nog steeds te) voedselrijke (Olsen-P 998 µmol/l, P-z 17 µmol/l, 96 µmol/l ammonium), zuurdere (tot-Ca 6 mmol/l), ijzerhoudende (92 mmol/l) bodem (1% organische stof) aan het oppervlak voor de ontwikkeling van stroomdalgrasland. Door middel van een eenmalige bekalking met 2000 kg Dolokal/ha kan de buffering worden hersteld. Op 30-40 cm diepte is de bodem voedselarmer (579 µmol/l Olsen-P en 3 µmol/l P-z).

Locatie 255

De zwak-matig humeuze (5% organische stof), ijzerhoudende (91 mmol/l) toplaag is beperkt verrijkt met fosfaat (totaal-P: 7,8 mmol/l en Olsen-P: 1796 µmol/l) en daarmee te hoog voor de ontwikkeling van stroomdalgrasland. De labiel-P concentratie (8 µmol/l) is eveneens hoog. Dit beperkt mogelijkheden voor de ontwikkeling van kruidenrijkere vegetaties. De nitraat- en ammoniumconcentraties zijn relatief laag (circa 100 µmol/l). De toplaag van de bodem is relatief zuur tot zeer zwak gebufferd (Ca-t 6 mmol/l en Ca-z 2563 µmol/l; pH-z 3,6). De buffering neemt verder af in de diepte. Dit duidt erop dat op deze locatie inundatie met water uit de Vecht (of bekalking tijdens landbouwkundig gebruik in het verleden?) waarschijnlijk de bron is van de aanrijking van de toplaag met bufferstoffen. Doordat geen eerdere metingen beschikbaar zijn is het niet duidelijk in hoeverre de toplaag verzuurd is. Mogelijke oorzaken van de verzuring zijn een verzurende depositie en/of vermindere rivierdynamiek (overstromingsfrequentie). Wanneer lokaal 20 cm wordt geplagd (in combinatie met herintroductie) komt een minder (maar nog steeds te) voedselrijke (Olsen-P 1532 µmol/l, P-z 3 µmol/l, 46 µmol/l ammonium), zuurdere (tot-Ca 4 mmol/l), ijzerhoudende (112 mmol/l) bodem (2% organische stof) aan het oppervlak voor de ontwikkeling van stroomdalgrasland. Door middel van een eenmalige bekalking met 2000 kg Dolokal/ha kan de buffering worden hersteld. Op 30-40 cm diepte is de bodem voedselarmer (980 µmol/l Olsen-P) waardoor 30 cm plaggen ook kan worden overwogen.

Locatie 266

De Olsen-P concentratie van de zwak-matig humeuze (4% organische stof), ijzerrijke (110 mmol/l) toplaag is 1243 µmol/l en daarmee te hoog voor de ontwikkeling van stroomdalgrasland. De labiel-P (3 µmol/l), nitraat- (<50 µmol/l) en ammoniumconcentraties (<200 µmol/l) zijn relatief laag. Dit biedt mogelijkheden voor de ontwikkeling van kruidenrijkere vegetaties. De toplaag van de bodem is zeer zwak gebufferd (tot-Ca 11 mmol/l en Ca-z 6985 µmol/l; pH-z 4,1). De buffering neemt toe in de diepte wat erop duidt dat de

toplaag verzuurd is. Mogelijke oorzaken van de verzuring zijn een verzurende depositie en/of vermindere rivierdynamiek (overstromingsfrequentie). Wanneer lokaal 20 cm wordt geplagd (in combinatie met herintroductie) komt een minder (maar nog steeds te) voedselrijke (Olsen-P 959 µmol/l), zwak gebufferde (tot-Ca 14 mmol/l) en ijzerrijke (122 mmol/l) bodem (2% organische stof) aan het oppervlak voor de ontwikkeling van stroomdalgrasland. Op 35-50 cm diepte is de bodem voedselarmer (551 µmol/l Olsen-P) waardoor 25 cm plaggen ook kan worden overwogen.

5. CONCLUSIES

Grond- en oppervlaktewaterkwaliteit algemeen

- Het diepe grondwater (ca 700 cm-mv) is over het algemeen fosforarm en zwak sulfaathoudend. De nitraat- en ammoniumconcentraties zijn eveneens laag. Alleen op locatie B22C1387 in het noordoosten van het gebied is het diepere grondwater nitraatrijk. Hogere nitraatconcentraties kunnen het gevolg van zijn stikstofinvang in bossen (in de directe omgeving van deze peilbuis liggen geen landbouwpercelen). Lage nitraatconcentraties zijn positief. Uitspoeling van nitraat kan namelijk leiden tot verrijking van het grondwater met sulfaat als gevolg van pyrietoxidatie. Daarnaast kan oxidatie van in het grondwater opgelost ijzer ertoe leiden dat grondwater ijzerarm is (het door nitraat geoxideerd ijzer slaat neer in de bodem. De pH van het diepe grondwater is overwegend 6-7. In het noordoostelijke deel van het gebied (B22C1387, -1391 en -1392) is het diepe grondwater het minst gebufferd.
- Het ondiepe grondwater (ca 200 cm-mv) is over het algemeen fosforarm, zwak sulfaathoudend (met uitzondering van B22C1387 en -139)) en ijzerarm tot zwak ijzerhoudend. Alleen B22C1393 en -1395 zijn ijzerrijk. De nitraat- en ammoniumconcentraties zijn eveneens overwegend laag. Alleen op locaties B22C1390, -1391 en -1396 is het grondwater (zeer) nitraatrijk. De pH van het ondiepe grondwater is circa 4,5 in het oostelijke deel van het gebied. Dit grondwater is zeer zwak gebufferd. Op de overige ondiepe locaties varieert de pH van circa 5,5 tot 7 en is het grondwater zwak-matig gebufferd.
- Voor de ontwikkeling van grondwaterafhankelijke (zwak)gebufferde natuurtypen is vooral de mate van buffering van het grondwater relevant. Wanneer het grondwater niet hoog en/of lang genoeg in de toplaag van de bodem doordringt om aanrijking van de basenvoorraad te bewerkstelligen ter compensatie van de zuurvorming die plaatsvindt als gevolg van oxidatieprocessen in de toplaag zal de bodembuffering afnemen. In natte schraallanden en elzenbroekbossen is vereist dat grondwater gedurende een langere periode (circa oktober t/m april) in het maaiveld uittreedt en door kan stromen. Door de aanrijking met basen wordt (verdere) verzuring van de toplaag tegen gegaan. Voor heischrale graslanden is het voldoende als zwak-matig gebufferd grondwater nabij maaiveld staat zodat buffering kan plaatsvinden door capillaire opstijging. Door te zorgen voor voldoende afvoer van regenwater middels ondiepe, reguleerbare greppels of via laagtes in het landschap (mits deze laagte hydrologisch optimaal functioneert) wordt voorkomen dat het grondwater lokaal wordt verdund of ‘weggedrukt’ door regenwater. Trilvenen dienen daarentegen permanent nat te zijn (grondwaterstand net boven of onder maaiveld) en onder invloed te staan van P-arm (< 1 µmol/l) gebufferd (> 1000 µmol/l calcium en bicarbonaat) water.
- De pH en de buffering van het diepe grondwater (700 cm-mv) neemt richting maaiveld (poriewater op 20 cm-mv) af. Opvallend is de afwijking van het ondiepe grondwater (200 cm-mv) in deze gradiënt: dit freatische grondwater is het minst gebufferd en heeft de laagste pH. Afname van de mate van buffering richting het maaiveld kan veroorzaakt worden door de bijmenging van neerslag/regenwater. Deze zal toenemen wanneer de kweldruk lager is. De hoger buffering in de natte

toplagen laten zien dat redoxprocessen (reductie van ijzer(hydr)oxiden), hier sterk bijdragen aan de buffering van de toplaag van de bodem.

- De bemonstering werd uitgevoerd op 26/27 maart 2019 terwijl in 2018 sprake was van een extreem droge zomer. Het is dan ook sterk de vraag of de metingen representatief zijn voor een normaal jaar. Aanvullende metingen aan het begin van de natte periode (oktober/november 2019) of een herhaling van de metingen in februari/maart 2020 kunnen van meerwaarde zijn en een interessante aanvulling vormen op deze eenmalige meting.
- Het oppervlaktewater in de Vecht is sterk gebufferd, matig sulfaathoudend, nitraatrijk en relatief P-arm.

Grondwaterafhankelijke locaties – bestaande schraallanden en slenken

- Voor de ontwikkeling van grondwaterafhankelijke natuurtypen als natte schraallanden en elzenbroekbossen is vereist dat grondwater gedurende een langere periode (circa oktober t/m april) in het maaiveld uittreedt en door kan stromen. Door de aanrijking met basen wordt (verdere) verzuring van de toplaag tegen gegaan. Voor heischrale graslanden is het voldoende als zwak-matig gebufferd grondwater nabij maaiveld staat zodat buffering kan plaatsvinden door capillaire opstijging. Door te zorgen voor voldoende afvoer van regenwater middels ondiepe, reguleerbare greppels of via laagtes in het landschap (mits deze laagte hydrologisch optimaal functioneert) wordt voorkomen dat het grondwater lokaal wordt verdund of ‘weggedrukt’ door regenwater. Het is voor de ontwikkeling van schraallanden en broekbossen zaak voldoende doorstroming te creëren met droogval van de toplaag in de zomerperiode (KADER 1). Trilvenen dienen daarentegen permanent nat te zijn (grondwaterstand net boven of onder maaiveld) en onder invloed te staan van P-arm (< 1 µmol/l) gebufferd (> 1000 µmol/l calcium en bicarbonaat) water.
- In het trilveen (locatie 251) zijn de calciumconcentraties van de toplaag relatief laag. Er is wel sprake van zeer ijzerrijke omstandigheden (bodem en poriewater) waardoor de nutriënten beschikbaarheid laag blijft. In het matig ontwikkelde schraalland (locatie 252) is aanvullend verschralingsbeheer vereist of eventueel een ontgronding van 30 cm voor de ontwikkeling van een blauwgrasland. Er lijkt sprake van te onvoldoende invloed van gebufferd grondwater in de toplaag. Het redelijk goed ontwikkelde schraalland (locatie 261) kan eveneens worden geoptimaliseerd door middel van een verschralingsbeheer. Vanaf 25 cm-mv is de bodem calciumarm. De toplaag is calciumarmer dan de onderliggende bodemlaag. Voldoende invloed van het (zeer) zwak gebufferde grondwater is nodig om de buffering op peil te houden of te optimaliseren.
- In 3 relatief droge en 4 zeer natte slenken werd de bodemchemie op circa 3 dieptes en de poriewaterkwaliteit op 2 dieptes gemeten. Lokaal kon ook de kwaliteit van het diepere grondwater worden vergeleken omdat er peilbuizen stonden die bemonsterd konden worden. Op de drogere plekken (26, 265 en 300) zien we in de toplaag minder gebufferd poriewater in de toplaag. Onvoldoende invloed van gebufferd grondwater in de toplaag kan leiden tot verzuring. De drogere omstandigheden kunnen bovendien leiden tot de afbraak van organisch materiaal waardoor hoge nitraatconcentraties worden gemeten. Dit zien we in het veld terug in massale brandnetelontwikkeling, een indicator voor hoge stikstofconcentraties. Het grondwater is zwak-matig

gebufferd. In de natte slenken wordt extra buffering gegenereerd door reductieprocessen. Wanneer op deze locaties een soortenrijk broekbos wordt ontwikkeld (locatie 258 is minder kansrijk) is het belangrijk dat voldoende doorstroming plaatsvindt (de stijghoogte van het grondwater dient hoger te zijn dan het oppervlaktewaterpeil), in combinatie met droogval van de toplaag in de zomerperiode. Afname van reductieprocessen kan leiden tot minder gebufferde condities en is afhankelijk van de mate van buffering van het grondwater. Omdat S/Ca+Mg) ratio van de veenbodems >0,67 is, zijn deze gevoelig voor verzuring bij droogval waardoor het van belang is dat in de winterperiode voldoende aanvoer van gebufferd grondwater plaatsvindt.

Grondwaterafhankelijke locaties – mogelijke uitbreidingslocaties

- Op de potentiele uitbreidingslocaties kunnen door middel van het plaggen/afgraven van circa 10-30 cm de condities worden geoptimaliseerd (humeuze toplaag afvoeren, verlaging P-concentraties) voor de ontwikkeling van een heischraal grasland of kleine zeggenvegetatie onder zwak gebufferde condities of een blauwgrasland/dotterbloemhooiland onder matig tot sterk gebufferde condities. Lokaal is de Olsen-P concentraties nog te hoog, maar dit kan een overschatting zijn als gevolg van de ijzerrijke condities (waardoor de bodem ook relatief veel totaal-P bevat). Overigens kan de Olsen-P concentratie, onder ijzerrijke condities, na afgraving in de praktijk lager uitvallen doordat ijzer(hydr)oxides zorgen voor extra P-immobilisatie. De hydrologische omstandigheden dienen te worden geoptimaliseerd voor deze schraallanden. Droogval van de toplaag en doorstroming is belangrijk in verband met het ijzergebonden P.
- Na afgraving of het bereiken van de gewenste verschraling (na verwijdering van de dichte soortenarme zode) wordt geadviseerd maaisel en/of plagsel uit een referentieterrein op te brengen (eventueel één of twee opeenvolgende jaren herhalen zolang de zode nog niet gesloten is). Het achterwege laten van deze maatregel is zonde van de vele inspanningen die zijn gedaan om de juiste abiotische randvoorwaarden (zowel bodemchemisch als mogelijk hydrologisch) te creëren voor de beoogde doelsoorten. Het kan bovendien de ontwikkeling van ruigtesoorten en exoten (zoals watercrassula) onderdrukken;
- Een ontgronding kan een geschikte maatregel zijn om de biogeochemische omstandigheden te optimaliseren, maar dient altijd te worden getoetst op de inpassing in het ecohydrologische systeem. Deze toetsing maakt geen onderdeel uit van deze opdracht. Het hydrologische aspect (zowel kwantitatief als kwalitatief) maakt eveneens geen onderdeel uit van het onderzoek. De resultaten van dit onderzoek worden door de opdrachtgever gebruikt voor het maken van weloverwogen keuzes bij het opstellen van de definitieve inrichtingsplannen en bijbehorende maatregelen.

Droge locaties

- Stroomdalgraslanden zijn soortenrijke, relatief open tot tamelijk gesloten, grazige begroeiingen op droge, relatief voedselarme, zandige tot zavelige en meestal kalkhoudende standplaatsen langs de grote en kleine rivieren. Zij komen voor op stroomruggen, oeverwallen, rivierduinen en op dijken en soms op erosie-steilrandjes,

terrasranden op langs de winterbedrand. De optimale overstromingsfrequentie is incidenteel in de winter: alleen bij extreme hoogwaters, met een gemiddelde overstromingsduur van minder dan 10 dagen. Voor het behoud van deze vegetaties zijn een laag nutriëntenniveau en een maai- of begrazingsbeheer noodzakelijk. Zie bijlage 4 voor meer informatie over stroomdalgraslanden en herstelstrategieën (Adams e.a.);

- Op de potentiele locaties voor de ontwikkeling van stroomdalgrasland in het onderzoeksgebied is sprake van fijn tot grof zand dat lokaal zeer ijzerrijk is. De toplaag (0-15 cm-mv) is zwak humeus (overwegend 5-7%) en beperkt verrijkt met fosfaat (6-14 mmol/l totaal-P en 1200-2000 µmol/l Olsen-P; Figuur 27). De Olsen-P streefconcentratie voor stroomdalgraslanden is circa 500 µmol/l verse bodem. De P-concentraties nemen af in de diepte wat duidt op de verrijking van de toplaag;
- Het is positief dat de labiel-P concentraties van de toplaag overwegend laag zijn (<3 µmol/l). Locatie 4 en 254 (21-25 µmol/l) en in mindere mate locatie 255 (8 µmol/l) vormen een uitzondering. Ook de nitraatconcentraties zijn relatief laag (<50-100 µmol/l). De ammoniumconcentraties in de toplaag variëren overwegend van 100-200 µmol/l en zijn het hoogst op de locaties 4 en 254 (303-571 µmol/l) waar de labiel-P concentraties ook hoger zijn. Onder zuurdere omstandigheden kan ophoping van ammonium plaatsvinden omdat de nitrificatie wordt geremd. Lage concentraties labiel-P, nitraat en ammonium bieden kansen voor de ontwikkeling van kruidenrijkere vegetaties bij hogere Olsen-P en totaal-P concentraties. Voor een optimale ontwikkeling van de beoogde doelvegetatie zijn echter ook lagere Olsen-P concentraties gewenst;
- Mogelijke oorzaken van de P-verrijking van de toplaag kunnen landbouwkundig gebruik in het verleden of inundaties met voedselrijk water/slib in het verleden zijn. Door middel van een begrazingsbeheer;
- Op calciumarme referentielocaties (paragraaf 4.2 en 4.3) is de pH-z van de toplaag overwegend 5,0-5,5. De pH-z van de toplaag in het onderzoeksgebied is circa 3,9-4,2 en daarmee relatief laag (zuur). De pH-z neemt toe in de diepte (Figuur 27). Dit duidt op verzuring van de toplaag.
- De toplaag van bodem is overwegend (zeer) zwak calciumhoudend tot matig calciumhoudend (tot-Ca 6-12 mmol/l en Ca-z circa 2500-8000 µmol/l). De dieptegradiënten variëren;
- Op de locaties 1, 5 en 266 is sprake van een zwak-matig gebufferde toplaag en een toename van de totaal-Ca concentraties in diepte (op deze plekken zullen de gele weidemieren kalkrijker zand naar boven halen). Mogelijk is hier kalkrijker zand afgezet of de invloed van inundaties groter (geweest). De toplaag lijkt verzuurd aangezien de calciumconcentraties toenemen in de diepte (gemeten tot circa 50 cm-mv);
- Op de overige locaties is sprake van een (zeer) zwak gebufferde toplaag en afname van de totaal-Ca concentraties in de diepte. Op deze plekken zullen gele weidemieren kalkarmer zand naar boven halen. Hier lijkt kalkarmer zand afgezet waarbij de buffering van de toplaag mogelijk tot stand is gekomen door de rivierdynamiek (inundaties zorgen voor de aanrijking met basen) of bekalking tijdens landbouwkundig gebruik in het verleden. Mogelijk is de toplaag in de loop van de

jaren verzuurd. Aangezien geen historische metingen beschikbaar zijn kan dit niet worden vastgesteld;

- In het gebied zien we dat bodems met een totaal-Ca concentratie van meer dan 10 mmol/l bodem meestal een hoge basenverzadiging (> 85%) hebben. Bij lagere concentraties neemt de Al/Ca ratio toe. De toename van de aluminiumconcentraties in het zoutextract (zuurdere condities) neemt sterk toe bij een pH-z < 4,5 (Figuur 26);
- Uit correlaties (Figuur 28) en metingen in raaien (Figuur 30) blijkt dat de lager gelegen locaties (globaal < 5.0 tot 5.5 meter ten opzichte van N.A.P.) sterker gebufferd zijn. Op deze plekken zijn hogere concentraties totaal en uitwisselbaar calcium gemeten evenals een hogere pH-z en basenverzadiging. De extra buffering lijkt met name veroorzaakt door middel van periodieke inundaties met oppervlaktewater uit de Vecht (grondwaterinvloed lijkt niet van toepassing).
- Oorzaken van de verzuring van de toplaag (de bodems zijn van oorsprong overwegend relatief calciumarm tot zwak calciumhoudend) zijn verzurende depositie of afname van de overstromingsfrequentie (stroomdalgraslanden overstromen overwegend minder dan 3 dagen per jaar);
- Voor het herstel en/of de ontwikkeling van stroomdalgraslanden in het onderzoeksgebied wordt het volgende geadviseerd:
    - Lokaal 10-30 cm plaggen (zie advies per locatie). Dit leidt tot een afname van het percentage organische stof en de concentraties ammonium en Olsen-P. Lokaal blijven de Olsen-P concentraties ook na plaggen nog steeds te hoog. Op de locatie 3-7 en 254 kan door middel van 20-30 cm plaggen een Olsen-P concentratie van circa 500 µmol/l worden gerealiseerd;
    - De effecten van plaggen op de inundatiefrequentie dient mee te worden genomen in de planvorming. Dit maakt geen onderdeel uit van het onderzoek;
    - Om de buffering te herstellen wordt (met uitzondering van de locaties 1, 5 en 266) geadviseerd om (na plaggen) eenmalig te bekalken met 2000 kg Dolokal/ha. Het betreft calciumarme locaties (tot-Ca <10 mmol/l en/of Ca-z <4000 µmol/l). Bekalking van een humeuze toplaag kan leiden tot afbraak van organisch materiaal en verruiging;
    - Na plaggen en bekalken wordt geadviseerd om maaisel uit een referentielocatie op te brengen om de ontwikkeling van doelsoorten te stimuleren;
    - Geadviseerd wordt om dit lokaal uitproberen in proefstroken en bodemchemie en vegetatieontwikkeling volgen. Met bekalking van stroomgraslanden is relatief weinig ervaring. In de herstelstrategie (bijlage 4) wordt dit als een kennislacune omschreven waar aanvullend onderzoek voor kan worden uitgeschreven;
    - Door het verhogen van de overstromingsfrequentie kunnen lokaal extra bufferstoffen worden aangevoerd waarmee de verzuring kan worden tegen gegaan;
    - Het is niet bekend of alleen het herstellen van de buffering voldoende is voor het herstellen van de stroomdalgrasland vegetaties (op de locaties 1, 5 en

266 is de bodem bijvoorbeeld gebufferd). Vegetatieopnames maakten echter geen onderdeel uit van de opdracht. Zoals vermeld is de toplaag beperkt verrijkt met fosfaat;

- Begrazingsbeheer leidt niet tot een verdere verschraling. Wellicht kan maaien en afvoeren bijdragen aan een verdere verschraling;
- Herbezanding (na afgraving) met kalkrijk zand dat vrijkomt tijdens werkzaamheden aan/in de Vecht vormt, in combinatie met herintroductie, is mogelijk ook een geschikte herstelmaatregel;
- Door middel van aanvullend onderzoek naar de abiotische omstandigheden van goed ontwikkelde stroomdalgraslandvegetaties (koppeling abiotiek, beheer, rivierdynamiek en vegetatieontwikkeling) kan een beter beeld worden verkregen van de lokale eisen van de doelvegetatie waardoor gerichter herstelmaatregelen kunnen worden geformuleerd.

6. LITERATUUR

Adams, A.S., H.P.J. Huiskes, K.V. Sýkora & N.A.C. Smits. Herstelstrategie H6120: Stroomdalgraslanden

Bobbink, R., M.J. Weijters, A. van der Bij & R. van Diggelen (2016) Het belang van bodemleven bij heideherstel op voormalige landbouwgrond. *Vakblad Natuur Bos Landschap* maart: 10-13.

Bohnen-Verbaarschot, E. & R. Loeb (2018). Bodemchemisch onderzoek Karshoek-Stegeren. Opdrachtgever: Waterschap Vechtstromen. Rapportnummer: RP-17.163.18.9. Onderzoekcentrum B-WARE, Nijmegen.

Boxman, A.W. (2002). Is stikstofverzadiging in Nederlandse bossen omkeerbaar? Vakblad Natuurbeheer nr.8.

Brouwer, E., E.C.H.E.T. Lucassen, M. Buiks & T. Onkelinx (2017). Competitive strength of Australian swamp stonecrop (Crassula helmsii). Aquatic Invasions 12 (3): 321–331.

De Becker, P. (2004) Onderzoek naar de abiotische standplaatsvereisten van verschillende beekbegeleidende Alno/Padion en Alnion incanae/gemeenschappen. Rapport Instituut voor Natuurbehoud, Brussel.

Ertsen, D., P. de Louw & J. Buma (2005) OGOR Natuur in Noord-Brabant. Hydrologische randvoorwaarden voor Brabantse natuurdoeltypen. Provincie Noord-Brabant, Den Bosch.

Graaf, M.C.C. de, R. Bobbink, N.A.C. Smits, R. van Diggelen & J.G.M. Roelofs (2009) Biodiversity, vegetation gradients and key geochemical processes in the heathland landscape. *Biological Conservation* **142**: 2191-2201.

Graaf, M.C.C. de, P.J.M. Verbeek, M.J.R. Cals & J.G.M. Roelofs (1994). Effectgerichte maatregelen tegen verzuring en eutrofiering van matig mineraalrijke heide en schraallanden. Eindrapportage monitoringsprogramma eerste fase, Vakgroep Oecologie, Werkgroep Milieubiologie, Katholieke Universiteit Nijmegen, 248 pages.

Klimkowska, A., R. van Diggelen, J.P. Bakker & A.P. Grootjans (2007). Wet meadow restoration in Western Europe: A quantitative assessment of the effectiveness of several techniques. *Biological Conservation* **140**: 318-328.

Lamers, L.P.M., E.C.H.E.T. Lucassen, A.J.P. Smolders & J.G.M. Roelofs (2005) Fosfaat als adder onder het gras bij 'nieuwe natte natuur'. *H_2O* **38** (17): 28-30.

Lamers, L., E. Lucassen, H. Tomassen, A. Smolders & J. Roelofs (2009) Verpitrussing bij natuurontwikkeling: voorkomen is beter dan genezen. *De Levende Natuur* **110** (1): 43-46.

Lekkerkerk, L.J.A., Heij, G.J., Hootsmans, M.J.M. (1995). Dutch priority programme on acidification- ammoniak: de feiten. Rapport nr. 300-06 RIVM.

Loeb, R. & E. Brouwer (2017). Biogeochemisch onderzoek Cortenoever. B-WARE-rapportnr. RP-17.147.17.98. Onderzoekcentrum B-WARE, Nijmegen.

Lucassen, E.C.H.E.T., Loeffen, L., Popma, J., Verbaarschot, E., E. Remke, S, de Kort & J. Roelofs (2011) Bodemverzuring lijkt een sleutelrol te spelen in het verstoorde verjongingsproces van jeneverbes (*Juniperus communis*). *De Levende Natuur* **112** (6): 235-239.

Lucassen, E., Van den Berg, L., Aben, R., Smolders, A., Roelofs, R. & R. Bobbink (2014) Bodemverzuring en achteruitgang zomereik. Landschap 4: 185-193.

Lucassen, E., E. Brouwer, J. Roelofs & F. Smolders (2015) Bekalkingsproeven in de Hatertse vennen. B-WARE rapport 2016.27. In opdracht van Smeding Advies.

Mullekom, M. van, A. Smolders, E. Brouwer & J. Roelofs (2007) Onderzoek naar de kansen voor natuurontwikkeling in het Wisselse Veen. Rapport B-WARE Research Centre, Nijmegen.

Mullekom, M. van, F. Smolders, E. Brouwer, W. Geraedts & J. Roelofs (2009) Herstel van schraalgraslanden in het Hierdense beekdal. *Vakblad Natuur Bos Landschap* **6**: 2-7.

Mullekom, M. van & F. Smolders (2012) Bodemchemisch onderzoek Gooiermars. Onderzoek naar de natuurontwikkelingsmogelijkheden op voormalige landbouwgronden. Rapport 2012.34, Onderzoekcentrum B-WARE, Nijmegen.

Mullekom, M. van, E.C.H.E.T. Lucassen, M. Weijters, H.B.M. Tomassen, R. Bobbink & A.J.P. Smolders (2013) Van landbouw naar natuur: gericht op zoek naar kansen! *De Levende Natuur* **114**: 120-126.

Mullekom, M. van & A.J.P. Smolders (2017) Bodemonderzoek landbouwpercelen Landgoederenzone Oldenzaal. Onderzoekcentrum B-WARE rapportnummer: RP-16.124.17.12. In opdracht van Provincie Overijssel.

Mullekom, M. van, H.B.M. Tomassen & A.J.P. Smolders (2017) Bodem- en hydrochemisch onderzoek Galgenslat. Rapportnummer: RP-16.145.17.48, Onderzoekcentrum B-WARE, Nijmegen.

Mullekom, M. van, B. van de Riet & A. Smolders (2018). Bodemchemisch onderzoek voormalige landbouwgronden Arriën. Rapportnummer: RP-18.021.18.27. Onderzoekcentrum B-WARE, Nijmegen. In opdracht van Waterschap Vechtstromen.

Olsen S.R., C.V. Cole, F.S. Watanabe & L.A. Dean (1954) Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. *US Department of Agriculture* circular No. 939.

Remke, E.S., M. Poelen & J.G.M. Roelofs (2018). Vooronderzoek voor geschikte plaglocaties stroomdalgraslanden in het Natura 2000-gebied Maasduinen (PAS onderzoek 20). Opdrachtgever: Stichting Limburg Landschap, Arjan Ovaa. Rapportnummer: RP-18.088.18.65. Onderzoekcentrum B-WARE, Nijmegen.

Rotthier, S. & K.V. Sykora, 2016. Zandafzetting, standplaats, beheer en botanische kwaliteit van Stroomdalgrasland. VBNE, Driebergen.

Scherpenisse, M. C., E. Verbaarschot, R. Bobbink & P.J.M. Verbeek (2016) Graslanden in Overijssel. Advies voor kwaliteitsverbetering van kruiden- en faunarijk grasland. Natuurbalans - Limes Divergens BV & Onderzoekcentrum B-WARE, Nijmegen.

Schoumans, O. (2004) Inventarisatie van de fosfaatverzadiging van landbouwgronden in Nederland. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 730.4. 50 blz.; 11 fig.; 5 tab.; 35 ref.

Schoumans, O.F., P. Groenendijk, C. van der Salm, M. Pleijter (2008). Methodiek voor het karakteriseren van fosfaatlekkende gronden; PLEASE: technische beschrijving. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1724. 76 blz.; 22. Fig.; 4 tab.; 83 ref.

Smolders, A., E. Lucassen, H. Tomassen, L. Lamers & J. Roelofs (2006) De problematiek van fosfaat voor natuurbeheer. *Vakblad Natuur Bos Landschap* **3**(4): 5-11.

Smolders, A., E. Lucassen, M. van Mullekom, H. Tomassen, & E. Brouwer (2009) Ontgronden op voormalige landbouwgronden: doeltreffend maar ook toereikend? *De Levende Natuur* **110**: 33-38.

Timmermans, B.G.H & N. van Eekeren (2012) Uitmijnen: het bodemfosfaatgehalte verlagen met grasklaver en kalibemesting. *Vakblad Natuur Bos Landschap* **1**: 12-15.

Timmermans, B.G.H & N. van Eekeren (2016) Phytoextraction of soil phosphorus by potassium-fertilized grass-clover swards. *Journal of Environmental Quality* **45**: 701-708.

Tsiafouli, M.A., E. Thébault, S.P. Sgardelis, P.C. de Ruiter, W.H. van der Putten, K. Birkhofer, L. Hemerik, F.T. de Vries, R.D. Bardgett, M.V. Brady, L. Bjornlund, H.B. Jørgensen, S. Christensen, T. D' Hertefeldt, S. Hotes, W.H.G. Hol, J. Frouz, M. Liiri, S.R. Mortimer, H. Setälä, J. Tzanopoulos, K. Uteseny, V. Pižl, J. Stary, V. Wolters & K. Hedlund (2015) Intensive agriculture reduces soil biodiversity across Europe. *Global Change Biology* **21**: 973–985.

Veen, G. F. (2011). Living apart together: Interactions between aboveground grazers, plants and soil biota. Groningen: s.n.

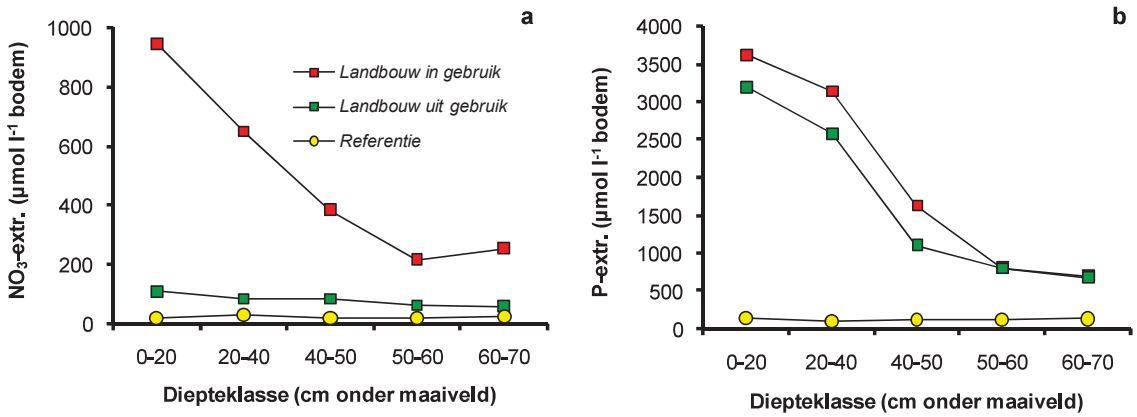
Weijters, M., R. Bobbink, E. Verbaarschot, B. van der Riet, J. Vogels, H. Bergsma & H. Siepel (2018). Herstel van heide door middel van slow release mineralengift – resultaten van 3 jaar steenmeelonderzoek. OBN222-DZ. VBNE, Driebergen.

7. BIJLAGE 1 NATUURONTWIKKELING OP VOORMALIGE LANDBOUWGRONDEN

Belang fosfaatlimitatie

De kansen voor de ontwikkeling van soortenrijke vegetatietypen op voormalige landbouwgronden worden sterk bepaald door de beschikbaarheid van nutriënten als fosfor (P) en stikstof (N). Stikstoflimitatie is moeilijk te bereiken vanwege de hoge stikstofdepositie in Nederland en ook omdat onder relatief stikstofarme omstandigheden stikstofbindende soorten zich sterk uitbreiden. Het is daarom van belang om te sturen op fosforlimitatie.

Na beëindiging van het agrarische gebruik neemt de stikstofbeschikbaarheid vaak sterk af als gevolg van nitraatuitspoeling en denitrificatie (Figuur 32; Lamers e.a., 2005; Smolders e.a., 2006). Fosfor daarentegen wordt sterk in de bodem gebonden en de fosforbeschikbaarheid neemt na beëindiging van het agrarische gebruik niet sterk af (Figuur 32; Lamers e.a., 2005; Smolders e.a., 2006; Lamers e.a., 2009). Het is daarom van belang om met maatregelen de beschikbaarheid van fosfor in de bodem te reduceren (zie paragraaf 0).



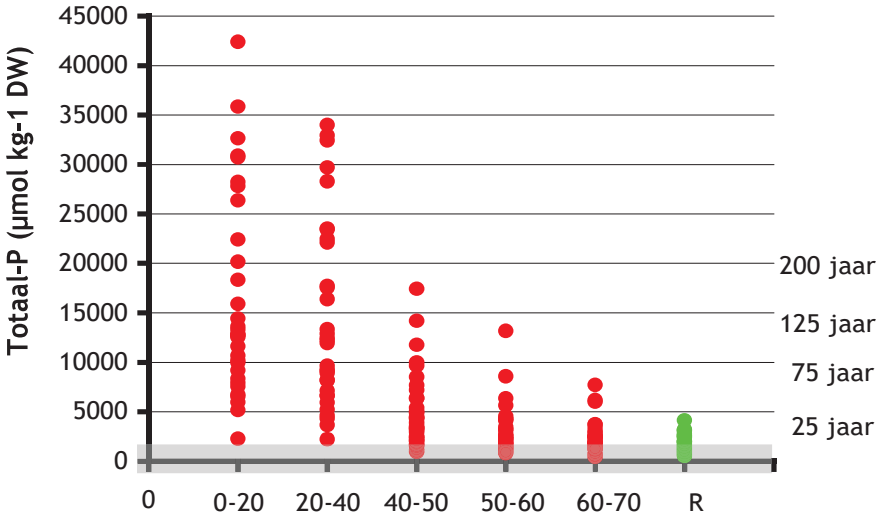
Figuur 32. Nitraat- (a) en fosfaatconcentratie (b) op verschillende dieptes (in cm onder maaiveld) in de bodem van percelen in landbouwkundig gebruik, van percelen die sinds 5-10 jaar niet meer in landbouwkundig gebruik zijn en van natuurgebieden (referentie). Nitraat verdwijnt uit de bodem wanneer de bodem niet meer in landbouwkundig gebruik is doordat het uitspoelt naar het grondwater of wordt gedenitrificeerd. Het sterk in de bodem gebonden (immobiele) fosfaat verdwijnt echter niet op een natuurlijke wijze uit de bodem. Bron: Lamers e.a. (2009).

Fosfaatbeschikbaarheid

In tegenstelling tot stikstof neemt de fosforbeschikbaarheid niet door uitspoeling sterk af. Door middel van maaien en afvoeren kan de P-beschikbaarheid op voormalige landbouwgronden onvoldoende worden teruggebracht om binnen een termijn van enkele tientallen jaren een P-gelimiteerde uitgangssituatie te krijgen (zeer kalkrijke bodems uitgezonderd) (Figuur 32; Lamers e.a., 2005; Smolders e.a., 2006; Lamers e.a., 2009). Om de ontwikkeling van waardevolle vegetaties mogelijk te maken is het verwijderen van de P-rijke toplaag meestal onontkoombaar. Hierbij is het belangrijk om vast te stellen tot hoe diep ontgrond moet worden om een voldoende P-arme uitgangssituatie te creëren. Dit kan

door op verschillende diepten de P-beschikbaarheid te meten (Lamers e.a., 2005; Smolders e.a., 2006; van Mullekom e.a., 2013).

In het geval dat de natuurontwikkeling gepaard gaat met vernatting is het van belang om rekening te houden met veranderende redoxcondities (Smolders e.a., 2006). In de bodem zorgen geoxideerde ijzerverbindingen (ijzer(hydr)oxiden; roest) in belangrijke mate voor de vastlegging van fosfaat. Onder natte condities kan er geen zuurstof meer in de bodem doordringen waardoor geoxideerde ijzerverbindingen worden gereduceerd. Hierdoor neemt het fosfaatbindende vermogen van de bodem sterk af en kan fosfaat uit de bodem vrijkomen.



Figuur 33. Totaal-P concentraties in verschillende voormalige landbouwgronden (rood) en referentiegebieden (R, groen). Op de X-as wordt de diepte in cm weergegeven waarop de monsters zijn genomen. Het grijze gebied geeft de streefwaarde van 2500 µmol totaal-P per kilogram droge bodem. Rechts wordt het aantal jaren gegeven dat nodig is om de totaal-P waarden te laten dalen tot deze referentiewaarde door middel van maaien en afvoeren, aannemende dat er 10 kg P per hectare per jaar kan worden afgevoerd. Bron: Smolders e.a. (2006).

Verschralingsmaatregelen

Verschraling (limitatie van voedingsstoffen) op voormalige landbouwgronden kan op verschillende manieren bereikt worden. De verschillende gangbare methoden worden in de volgende alinea's beknopt toegelicht en kunnen met elkaar gecombineerd worden:

Extensieve begrazing

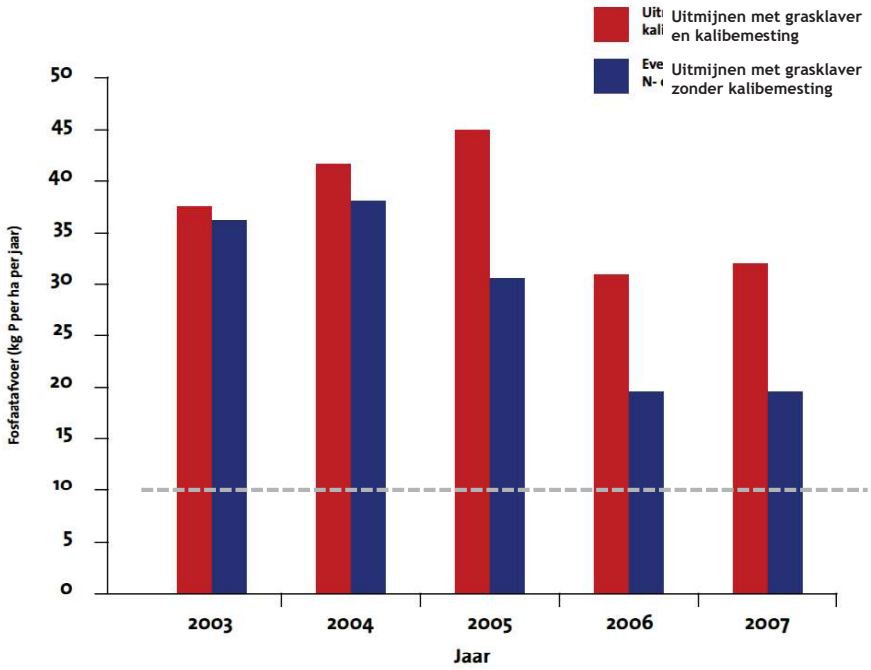
Bij extensieve begrazing worden nutriënten opgenomen door grazers. Via mest en urine komen ze dan elders weer vrij. Probleem hiervan is echter dat dit vooral leidt tot herverdeling van nutriënten binnen het gebied en veel minder tot de afvoer van nutriënten. Daarnaast worden bepaalde soorten als Pitrus (*Juncus effusus*), niet of weinig gegeten, waardoor de dominantie van deze soort alleen maar toeneemt (Smolders e.a., 2006; Lamers e.a., 2009).

Intensief beheer met maaien en afvoeren

Intensief beheer in de vorm van maaien en afvoeren levert in veel gevallen voldoende resultaat op om de bestaande (gewenste) vegetaties in stand te houden. Nutriënten in het bovengrondse organisch materiaal worden afgevoerd, waardoor ze uit het systeem worden onttrokken (Smolders e.a., 2006). Echter, bij landbouwgronden, die intensief zijn bemest, is deze vorm van beheer niet afdoende om de hoeveelheid fosfaat in de bodem snel te verlagen. Het kan vele jaren duren, bij sterk bemeste percelen vaak tot 200 jaar, voordat zoveel nutriënten zijn verwijderd dat er sprake is van een voedselarme bodem (Figuur 33, Smolders e.a., 2006; Lamers e.a., 2005).

Uitmijnen

Uitmijnen is een versterkte verschraling door middel van een gewas waarvan de productie op peil wordt gehouden door middel van aanvullende bemesting opdat de afvoeren van het doelnutriënt (fosfor) maximaal is. Door middel van het zaaien van grasklaver in combinatie met kalibemesting en een maaibeheer kan fosfaat versneld (40 kg P/ha/jaar: 4x sneller als met maaien en afvoeren) aan de bodem worden onttrokken (Timmermans & van Eekeren, 2012). Klaver houdt met haar stikstofbinding de productie gaande en kalibemesting wordt gebruikt om klaver optimaal te laten groeien. Ook met deze beheersmaatregel duurt het op voormalige landbouwgronden vaak tientallen jaren voordat het gewenste verschralingsniveau is bereikt (van Mullekom e.a., 2013). Het uitmijnen kan versneld worden door het verwijderen van de extreem voedselrijke toplaag.



Figuur 34. Fosfaatafvoer (in kg fosfor per ha per jaar) door uitmijnen met grasklaver (klaver voor het vastleggen van stikstof) en kalibemesting en met grasklaver zonder kalibemesting (start eind 2002). De fosfaatafvoer werd bereikt door het maken van vier tot vijf maaisneden per jaar. Na enkele jaren daalt de afvoer van fosfaat in het deel zonder aanvullende kalibemesting. Stikstof- en kalibronnen zijn nodig voor een hoge fosfaatafvoer. Op de lange termijn is de gemiddelde afvoer bij uitmijnen ongeveer 40 kg fosfor per ha per jaar. Dit komt overeen met circa 90 kg fosforpentoxide (P_2O_5) per ha

per jaar. Met jaarlijks eenmalig maaien en afvoeren kan een fosfaatafvoer van ca. 10 kg P per ha per jaar worden bereikt (grijze stippellijn). Bron: Timmermans & van Eekeren (2012; 2016).

Ontgronden

Bij ontgronden (toplaagverwijdering/maaiveldverlaging) worden enkele decimeters van de toplaag verwijderd (Smolders e.a., 2009). Voordat de toplaag afgegraven wordt, moet de diepte van het fosfaatfront bepaald worden. Dit komt namelijk niet altijd overeen met de dikte van de bouwvoor (Smolders e.a., 2009). Fosfaat kan door uitspoeling namelijk dieper in de bodem terecht komen. Door middel van ontgronding kan een snelle verschraling plaatsvinden. Daarbij wordt ook meteen de afstand tot het grondwater verlaagd, wat positieve effecten kan opleveren (van Mullekom e.a., 2007; 2013). Potentiële nadelen van ontgronden zijn een aantasting van de geomorfologie van het gebied en dat de grondwaterstanden ten opzichte van maaiveld te hoog kunnen worden. Andere nadelen van ontgronden die vaak genoemd worden zijn het verlies van bodemleven en de nog aanwezige zaadbank. In de toplaag van de bodem van intensief bemeste landbouwgronden is het bodemleven echter sterk verstoord (zie o.a. Tsiafouli e.a., 2015; Bobbink e.a., 2016) en is geen vitale zaadbank van de oorspronkelijke vegetatie meer aanwezig (zie paragraaf 0), zodat deze verliezen over het algemeen beperkt zijn. Bij onvolledige ontgronding van de fosfaatrijke toplaag (zeker in combinatie met vernatting) kan alsnog verrijking met nutriënten plaatsvinden.

Aanvullende (beheer)maatregelen

Na het verwijderen van de P-verrijkte toplaag is het vaak nodig om nog een aantal jaren aanvullend verschralingbeheer te plegen door middel van maaien en afvoeren. Begrazen houdt het terrein wel open maar leidt nauwelijks of niet tot een verdere verschraling van het terrein. Nadat een P-gelimiteerde uitgangssituatie is gecreëerd is er vaak nog geen sprake van de gewenste vegetatieontwikkeling. Met name de zeldzame en bijzondere soorten (meestal tevens de doelsoorten) vestigen zich doorgaans niet of slechts na lange tijd. Op voormalige landbouwgronden is van de oorspronkelijke zaadbank meestal weinig meer over. Door de hoge nitraatconcentraties in deze bodems zijn de meeste zaden reeds gekiemd omdat nitraat werkt als kiemhormoon. De nog resterende zaadbank wordt vaak gedomineerd door zeer algemene soorten met een hoge zaadproductie, zoals Pitrus. Het uitzaaien van diasporen (zaden, sporen, stekken) via maaisel of plagsel van een geschikte referentievegetatie zal de ontwikkeling van de gewenste vegetatie sterk bevorderen (van Mullekom e.a., 2009; 2013). Wanneer plagsel wordt gebruikt voor herintroductie worden tevens mycorrhiza's (schimmels die planten helpen bij de opname van voedingsstoffen op voedselarme gronden) van de doelsoorten en andere essentiële bodem micro-organismen in het gebied geïntroduceerd (Bobbink e.a., 2016). Zonder introductie van doelsoorten is de kans op vestiging van deze soorten te verwaarlozen indien er geen bronpopulaties in de nabije omgeving aanwezig zijn (Klimkowska e.a., 2007).

Uiteraard is het voor het realiseren van een gewenst natuurdoeltype niet alleen van belang dat de bodemchemie geschikt is maar tevens dat de hydrologie van het systeem op orde is. Met name in grondwaterafhankelijke systemen (bijv. nat schraalland en dotterbloemhooiland) zullen veelal aanvullende hydrologische maatregelen nodig zijn. Deze maatregelen moeten vaak in de omgeving genomen worden omdat grondwaterafhankelijke systemen vaak gevoed worden door grondwater dat inzijgt op aanzienlijke afstand. Een

bijkomend voordeel van verschralen via ontgronden is dat door verlaging van het maaiveld de grondwaterstanden ten opzichte van maaiveld stijgen, waardoor waarschijnlijk minder ingrijpende hydrologische maatregelen in de omgeving noodzakelijk zijn.

8. BIJLAGE 2 REFERENTIEMETINGEN 2018

Referentie 1 - Junnerkoeland

Talud langs oude meander van de Overijsselse Vecht met een soortenrijke graslandvegetatie met o.a. soorten als Grote tijm (*Thymus pulegioides*), Voorjaarsganzerik (*Potentilla verna*), Geel walstro (*Galium verum*) en Steenanjer (*Dianthus deltoides*). De moslaag is redelijk bedekkend, maar niet heel dicht en bestaat voornamelijk uit Gewoon haakmos (*Rhytidiadelphus squarrosus*).



Figuur 35. Foto's van referentielocatie 1. Foto's: Bas van de Riet.

Referentie 2 - Junnerkoeland

Talud langs oude meander van de Overijsselse Vecht met een soortenrijke graslandvegetatie met o.a. soorten als Grote tijm (*Thymus pulegioides*), Voorjaarsganzerik (*Potentilla verna*), Geel walstro (*Galium verum*) en Knolboterbloem (*Ranunculus bulbosus*). De moslaag is redelijk bedekkend, maar niet heel dicht en bestaat voornamelijk uit Gewoon haakmos (*Rhytidiadelphus squarrosus*). Een aanspoelgordel van strooisel laat zien dat de vegetatie af en toe kan overstromen.



Figuur 36. Foto's van referentielocatie 2. Foto's: Bas van de Riet.

Referentie 3 – Junnerkoeland

In delen van Junnerkoeland wordt de vegetatiesamenstelling beinvloedt door de aanwezigheid van koepelnesten van de Gele weidemier (*Lasius flavus*). De monsterlocatie betreft een mierenbult met daarop soorten als Klein tasjeskruid (*Teesdalia nudicaulis*), Akkerhoornbloem (*Cerastium arvense*), Voorjaarszegge (*Carex praecox; linksonder*) en Grasklokje (*Campanula rotundifolia; rechtsonder*). De bodem is redelijk open, op de bult komen qua mossen voornamelijk Gewoon haakmos (*Rhytidiadelphus squarrosus*) en Groot laddermos voor (*Pseudoscleropodium purum*).



Figuur 37. Foto's van referentielocatie 3. Foto's: Bas van de Riet.

Referentie 4 – Arriërkoeland

Mierenbult met soorten als Grote tijm (*Thymus pulegiodes*), Grasklokje (*Campanula rotundifolia*) en Mannetjesereprijs (*Veronica officinalis*). Daarnaast zijn op deze locatie soorten als Knolboterbloem (*Ranunculus bulbosus*), Gewone veldbies (Luzula campestris), Liggend walstro (*Galium saxatile*) en Bochtige smele (*Deschampsia flexuosa*) aangetroffen. Groot laddermos (*Pseudoscleropodium purum*) en Gewoon haakmos (*Rhytidiadelphus squarrosus*) vormen een dichte moslaag.



Figuur 38. Foto's van referentielocatie 4. Foto's: Bas van de Riet.

Referentie 5 – Arriërkoeland

Matig soortenrijke graslandvegetatie met soorten als Rood zwenkgras (*Festuca rubra*), Gewoon reukgras (*Anthoxanthum odoratum*) en Gewone veldbies (*Luzula campestris*) met daarin algemene graslandsoorten als Veldzuring (*Rumex acetosa*), Witte klaver (*Trifolium repens*) en verspreid heischrale soorten als Tandjesgras (*Danthonia decumbens*), Bortselgras (*Nardus stricta*) en Blauwe knoop (*Succisa pratensis*). Gewoon haakmos (*Rhytidiadelphus squarrosus*) vormt een dichte moslaag.



Figuur 39. Foto's van referentielocatie 5. Foto's: Bas van de Riet.

Referentie 6 – Arriërkoeland

Vrij soortenrijke vegetatie met Gewoon reukgras (*Anthoxanthum odoratum),* Duizendblad (*Achillea millefolia*), Grote tijm (*Thymus pulegioides*), Gewone veldbies (*Luzula campestris*), Blauwe knoop (*Succisa pratensis*), Muizenoortje (Hieracium pilosella) en Knolboterbloem (*Ranunculus bulbosus*). De moslaag is dik en bestaat hoofdzakelijk uit Gewoon haakmos (*Rhytidiadelphus squarrosus*).



Figuur 40. Foto's van referentielocatie 6. Foto's: Bas van de Riet.

Referentie 7 – Arriërkoeland

Soortenarme, schrale heidevegetatie op een koepelnest van gele weidemier. Dominante soorten zijn Struikheide (*Calluna vulgaris*), Groot laddermos (*Pseudoscleropodium purum*), Purpersteeltje (*Ceratodon* spec.) en daarbij groeien soorten als Zandzegge (*Carex arenaria*), Muizenoortje (*Hieracium pilosella*), Liggend walstro (*Galium saxatile*) en Schapenzuring (*Rumex acetosella*).



Figuur 41. Foto's van referentielocatie 7. Foto's: Bas van de Riet.

Referentie 8 – Arriërkoeland

Soortenarme, schrale vegetatie op een koepelnest van gele weidemier met Schapengras (*Festuca cf. ovina*), Rood zwenkgras (*Festuca rubra*) en Gewoon struisgras (*Agrostis capillaris*). Daarin verspreid komen Liggend walstro (*Galium saxatile*), Klein tasjeskruid (*Teesdalia nudicaulis*), Veldzuring (*Rumex acetosa*) en Schapenzuring (*Rumex acetosella*) voor. De moslaag bestaat hoofdzakelijk uit Gewoon haakmos (*Rhytidiadelphus squarrosus*) en Purpersteeltje (*Ceratodon* sp.).



Figuur 42. Foto van referentielocatie 8. Foto: Bas van de Riet.

Referentie 9 – Arriërkoeland

Vrij soortenarme vegetatie met Schapengras (*Festuca cf. ovina*), Rood zwenkgras (*Festuca rubra*) en Gewoon struisgras (*Agrostis capillaris*). Daarin verspreid komen Liggend walstro (*Galium saxatile*), Knolboterbloem (*Ranunculus bulbosus*), Mannetjesereprijs (*Veronica officinalis*), Gewone ereprijs (*V. chamaedrys*), Veldzuring (*Rumex acetosa*) en Muizenoortje (*Hieracium pilosella*) voor. De moslaag is dik en bestaat hoofdzakelijk uit Gewoon haakmos (*Rhytidiadelphus squarrosus*) en Groot laddermos (*Pseudoscleropodium purum*).



Figuur 43. Foto's van referentielocatie 9. Foto's: Bas van de Riet.

9. BIJLAGE 3 INFORMATIE BORINGEN

locatie	monsters	dieptes	bodemprofiel	bodembeschrijving	extra
251	251-1	0-15	0-15	bruingrijs humeus leem	
	251-2	15-30	15-60	grijs leem	
	251-3	30-45	60-120	grijs lemig zand	
252	252-1	0-15	0-15	zwak zandig leem, ijzervlekken, bruin/grijs/rood, zwak humeus	
	252-2	15-30	15-30	zwak zandig leem, ijzervlekken, bruin/grijs/rood	
	252-3	30-45	30-40	geelbruin gevlekt ijzerrijk licht lemig zand	
			40-120	grijs zand, lemig	
253	253-1	0-15	0-15	sterk lemig zand, zwak humeus, bruin met ijzervlekken	
	253-2	15-30	15-30	sterk lemig zand, bruin met ijzervlekken	
	253-3	30-40	30-120	geelbruin zwak lemig zand, ijzervlekken	
	253-4	40-50	90-120	vanaf 90 cm ijzeroer	
254	254-1	0-15	0-1	geel zand	
	254-2	15-30	1-15	zwart zand	
	254-3	30-45	15-45	fijn geel zand, ijzerhoudend	
			45-70	geel zand, iets minder fijn, ijzerhoudend	
			70-90	zand ijzerhoudend, iets lemig	
			90-120	zand, ijzerhoudend, sporen ijzeroer	
255	255-1	0-15	0-20	zwart zand, humeus	
	255-2	20-30	20-30	geelbruin zand	
	255-3	30-40	30-70	geel ijzerhoudend zand	
	255-4	80-100	70-100	geel zand, ijzervlekken	
			100-120	geel zand, ijzervlekken, iets lemig	
256	256-1	3-15	0-3	strooisel	
	256-2	15-30	3-15	venig, zandig leem, grover om	
	256-3	30-50	15-30	venig zandig leem	
			30-50	geel zand, matig grof	
			50-120	grijs zand, matig grof	
258	258-1	0-20	0-70	lemig veen	10 cm water
	258-2	20-40	70-95	veen, zwak zandig	
	258-3	70-95	95-110	grijs zand, houtresten	
259	259-1	0-15	0-10	water	10 cm water
	259-2	15-30	10-15	bruin organisch materiaal	monsterdieptes geteld vanaf bodem
	259-3	30-45	15-30	bruin lemig organisch materiaal	
			30-80	donkergrijs lemig zand	
			80-120	donkergrijs leem, zwak zandig	
260	260-1	0-10	0-10	sterk lemig zand, zwak humeus, bruin met ijzervlekken	
	260-2	10-20	10-20	sterk lemig zand, bruingrijs met ijzervlekken	
	260-3	20-30	20-40	donkergrijs lemig zand	
	260-4	30-40	40-120	grijs zwak lemig zand	
261	261-1	0-15	0-25	zwart humeus lemig zand	
	261-2	15-25	25-120	geelgrijs zand	
	261-3	25-40			
263	263-1	0-15	0-15	lemig veraard veen, bruin	pitrus, brandnetel
	263-2	15-25	15-25	zwartgrijs lemig zand	
	263-3	25-35	25-60	zwartgrijs sterk lemig zand	
	263-4	35-50	60-100	donkergrijs lemig zand	
			100-120	grijs zand	
265	265-1	0-20	0-5	organisch materiaal, licht lemig	
	265-2	20-40	5-20	sterk humeus leem, licht zandig	
	265-3	40-60	20-35	leem, zwak humeus, zwak grindig	
			35-40	ijzerrijk leem, zwak grindig	
			40-80	geelrood lemig zand	
			80-90	grijs lemig zand	
			90-100	grijs ijzerrijk leem	
			100-120	grijs zwak lemig zand	
266	266-1	0-20	0-20	donkerbruin zand	
	266-2	20-35	20-55	geelbruin fijn zand	
	266-3	35-50	55-90	sterk lemig zand	
			90-110	bruin ijzerrijk zand, zwak lemig	
			110-120	geel ijzerrijk zand, zwak lemig	
267	267-1	0-10	0-10	grijszwart zandig leem, zwak humeus, ijzervlekken	pitrus
	267-2	10-20	10-20	grijs leem, ijzervlekken	
	267-3	20-30	20-50	grijsrood leem, ijzerrijk	
	267-4	30-40	50-120	grijs lemig zand	

locatie	monsters	dieptes	bodemprofiel	bodembeschrijving	extra
268	268-1	0-10	0-10	bruin zand, zwak humeus, zwak lemig	pitrus
	268-2	10-20	10-20	bruin zand, ijzervlekken, zwak lemig	
	268-3	20-30	20-40	geelbruin zand, ijzervlekken, zwak lemig	
	268-4	30-40	40-60	geelbruin zand, ijzervlekken, matig lemig	
			60-80	grijs zand, ijzervlekken, zwak lemig	
			80-100	roodgeel zand, zwak lemig	
			100-120	grijs zand, zwak lemig	
269	269-1	0-20	0-25	zwart organisch materiaal	10 cm water, soort drijftil
	269-2	20-40	25-50	zwart organisch materiaal met rietresten	
	269-3	60-90	50-60	water	
			60-120	grijs zand	
270	270-1	0-30	0-30	zwart organisch materiaal met houtresten	10 cm water
	270-2	30-60	30-90	zwart organisch materiaal	
	270-3	90-120	90-120	grijs zand	
300	300-1	0-20	0-40	zwartbruin lemig veraard veen	
	300-2	20-40	40-80	geelgrijs zand	
	300-3	40-60	80-120	donkergrijs zand	
	300-slib	3m van beek verzameld			
1	1-1	0-15	0-30	bruin zand, zwak humeus, zwak lemig	
	1-2	15-30	30-65	roodgeel zand, ijzerrijk, zwak lemig	
	1-3	30-45	65-80	geel zand, ijzerrijk, zwak lemig	
	1-4	80-100	80-100	geel zand, ijzervlekken, zwak lemig	
			100-120	witgeel zand, zwak lemig	
2	2-1	0-15	0-15	bruin zand, zwak humeus, zwak lemig	
	2-2	15-25	15-25	geelbruin gevlekt zand, zwak lemig	
	2-3	25-35	25-35	geelbruin zand, zwak lemig	
			35-90	geel zand, zwak lemig	
			90-120	geel zand, ijzervlekken, zwak lemig	
3	3-1	0-15	0-15	zwart zand, humeus, zwak lemig	
	3-2	15-30	15-30	zwartbruin zand, zwak lemig	
	3-3	30-40	30-40	geelbruin zand, ijzersporen	
	3-4	80-100	40-80	geelbruin zand, ijzerrijk	
			80-120	grijs zand, ijzervlekken	
4	4-1	0-10	0-10	zwartgrijs zand, zwak humeus, leemarm	
	4-2	10-20	10-20	roodbruin zand, leemarm	
	4-3	20-30	20-110	geelbruin zand, leemarm	
			110-120	geel zand, leemarm	
5	5-1	0-15	0-15	zwartbruin zand, matig humeus, zwak lemig	
	5-2	15-25	15-25	bruin zand, ijzervlekken, zwak lemig	
	5-3	25-35	25-45	witgrijs zand, ijzervlekken, zwak lemig	
	5-4	80-100	45-70	grijsbruin zand, ijzerrijk, matig lemig	
			70-80	grijs zand, ijzervlekken	
			80-120	roodgrijs zand, ijzerrijk, grof	
6	6-1	0-10	0-20	bruin zand, matig humeus, zwak lemig	
	6-2	10-20	20-120	geel zand, ijzervlekken, zwak lemig	
	6-3	20-30			
7	7-1	0-10	0-20	bruin zand, zwak humeus, zwak lemig	
	7-2	10-20	20-40	geelbruin zand, ijzervlekken, leemarm, grof	
	7-3	20-30	40-80	geelbruin zand, ijzerrijk, leemarm, grof	
	7-4	80-100	80-120	geelrood zand, ijzerrijk, leemarm, grof	
raai 1	E=3-1				
	D	0-15	0-15	bruin zwak humeus zand, leemarm	
	C	0-15	0-15	bruin zwak humeus zand, leemarm	
	B	0-15	0-5	zwartgrijs humeus zand, leemarm	
			10-15	zwartbruin zand, leemarm	
	A	0-15	0-15	zwartbruin humeus zand, leemarm	
raai 2	D=3-1				
	C	0-15	0-15	zwart zand, zwak humeus, leemarm	
	B	0-15	0-15	zwart zand, zwak humeus, leemarm	
	A	0-15	0-5	zwartgrijs humeus zand, leemarm	
			10-15	zwartbruin humeus zand, leemarm	

10. BIJLAGE 4 HERSTELSTRATEGIE STROOMDALGRASLANDEN

Herstelstrategie H6120: Stroomdalgraslanden

Adams, A.S., H.P.J. Huiskes, K.V. Sýkora & N.A.C. Smits

Leeswijzer
Dit document start met de kenschets uit het profieldocument (paragraaf 1) en geeft daarna een overzicht van de ecologische randvoorwaarden van het habitattype (paragraaf 2). Vervolgens wordt ingegaan op de effecten van atmosferische stikstofdepositie op het habitattype (paragraaf 3) en op andere processen die de kwaliteit beïnvloeden (paragraaf 4). Vervolgens komen in paragraaf 5 en 6 maatregelen aan bod om de achteruitgang te stoppen, dan wel de kwaliteit te verbeteren. Deze maatregelen dienen in aanvulling op het reguliere beheer (paragraaf 2) te worden uitgevoerd. In paragraaf 7 worden maatregelen voor uitbreiding besproken en in paragraaf 8 komt de effectiviteit en duurzaamheid van de maatregelen aan bod. In paragraaf 9 worden de maatregelen in een overzichtstabel samengevat en het document wordt afgesloten met literatuurreferenties in paragraaf 10.

1. Kenschets

De tekst in onderstaand kader betreft de kenschets van het profielendocument van het habitattype.

Stroomdalgraslanden zijn soortenrijke, relatief open tot tamelijk gesloten, grazige begroeiingen op droge, relatief voedselarme, zandige tot zavelige en meestal kalkhoudende standplaatsen langs de grote en kleine rivieren. Zij komen voor op stroomruggen, oeverwallen, rivierduinen en op dijken en soms op erosie-steilrandjes, terrasranden op langs de winterbedrand.

In de Stroomdalgraslanden komen zes soorten voor van de Vogelrichtlijn waarvoor de stikstofgevoeligheid van het type een probleem kan vormen voor de kwaliteit van het leefgebied. Er zijn geen typische diersoorten waarvoor in dit habitattype mogelijke problemen als gevolg van stikstofdepositie worden verwacht. De specifieke effecten voor fauna worden beschreven in Deel I (paragraaf 2.4). Afhankelijk van het belang en de functie van dit habitattype voor de soorten, kunnen ook andere habitats noodzakelijke onderdelen van het leefgebied vormen. Voor een volledig overzicht van de deelhabitats, zie bijlage 1 en 2 van Deel II.

Soortgroep	VHR soort	belang en functie	N-gevoeligheid van leefgebied	effecten van stikstofdepositie
Vogels	Boomleeuwerik	Klein: foerageer- en voortplantingsgebied	ja	Koeler en vochtiger microklimaat (1) + afname prooibeschikbaarheid (6)
Vogels	Grauwe klauwier	Klein: foerageergebied	ja	Afname prooibeschikbaarheid (6)
Vogels	Nachtzwaluw	Klein: foerageergebied	ja	Afname prooibeschikbaarheid (6)
Vogels	Paapje	Klein: foerageer- en voortplantingsgebied	mogelijk	Afname prooibeschikbaarheid (6)
Vogels	Roodborsttapuit	Groot: foerageer- en voortplantingsgebied	mogelijk	Afname prooibeschikbaarheid (6)

Soortgroep	VHR soort	belang en functie	N-gevoeligheid van leefgebied	effecten van stikstofdepositie
Vogels	Tapuit	Klein: foerageergebied	ja	Afname prooibeschikbaarheid (6)

Voor een goed begrip van de onderstaande paragrafen, is het essentieel om uit te gaan van de definitie van het habitattype en zijn kwaliteitseisen (abiotische randvoorwaarden, samenstellende vegetatietypen, typische soorten en overige kenmerken van goede structuur en functie). Zie daarvoor het profielendocument (http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/documenten/profielen/habitattypen/profiel_habitattype_6120.pdf).

2. Ecologische randvoorwaarden

Voor de abiotische randvoorwaarden (Runhaar et al. 2009) wordt uitgegaan van de omstandigheden van vier kenmerkende subassociaties, te weten van de Associatie van Vetkruid en Tijm (14Bc01AB) en van de Associatie van Sikkelklaver en Zachte haver (14Bc02AB), aangevuld met een drietal minder kenmerkende gemeenschappen (14Bb01AB, 31Ca02; Schaminée et al. 1996).

Landelijk gezien is er een vierdeling in drie graslandtypen en één secundaire pioniervegetatie met duidelijk verschillende standplaatsen, die allemaal tot dit habitattype worden gerekend:
(1) op zandige tot lichtzavelige, zwak tot matig humeuze, kalkrijke, licht tot matig voedselrijke, droge tot matig droge bodem de Associatie van Sikkelklaver en Zachte haver (Vreugderijkerwaard, Cortenoever, Benedenwaarden, Winssense Waarden, Koekoekswaard; lokale varianten op de Kop van de Oude Wiel en Byllanddijk), (2) op zandige, relatief kalkarme en droge bodem, direct in contact met hooggelegen gronden, zoals stuwwallen en Maasterrassen, langs de Vecht, de IJssel en in het noordelijk Maasdal de Associatie van Vetkruid en Tijm (Oeffelter Meent, Zeldersche Driessen), (3) op zandige, humusarme, kalkarme en droge bodem, met name langs kleine rivieren zoals de Dinkel en de Overijsselse Vecht de Associatie met Schapengras en Tijm (de subassociatie met Gewoon reukgras) en (4) een pioniervegetatie op droge, zonnige plaatsen op kalk- en stikstofrijke zand- en zavelgrond, de Kweekdravik-associatie. Binnen deze graslanden varieert het aandeel van de pionierplanten en -dieren sterk als gevolg van verschil in erosie en sedimentatie tijdens overstromingen (Schaminée et al. 1996; Schaminée et al. 1998; Weeda et al. 2002; Schaffers et al. 2008; www.natuurkennis.nl).

Stroomdalgraslanden groeiden oorspronkelijk op oeverwallen, rivierduinen, dekzandruggen en stuifzanden. In de laatste twee gevallen onder invloed en overstroomd door kleine rivieren als de Dinkel en de Vecht. Later hebben zij zich ook ontwikkeld op zandige en zavelige winter- en zomerdijken. Afhankelijk van het type van de opgebrachte bodem kan de soortensamenstelling verschillen en kunnen voedselrijkere of voedselarmere varianten ontstaan.

2.1 Zuurgraad

Stroomdalgraslanden komen voor op matig zure tot basische groeiplaatsen, vanaf een pH-H_20 van 5. Suboptimaal zijn matig zure situaties tot een pH van 4,5 (Runhaar et al. 2009).

Het kalkgehalte van het vers afgezette riviersediment op oeverwallen varieert: in het Rijnsysteem en in de Maas stroomopwaarts van Venlo bevat het vrij veel kalk, elders meestal weinig (www.natuurkennis.nl).

2.2 Voedselrijkdom

De standplaats van het stroomdalgrasland wordt gekarakteriseerd als licht voedselrijk tot matig voedselrijk. De meeste associaties komen voor op licht voedselrijke standplaatsen. De Associatie met Schapengras en Tijm (subassociatie met Zandblauwtje) komt ook optimaal voor op matig voedselarme standplaatsen. De Associatie van Sikkelklaver en Zachte haver en de pioniervegetatie van de Kweekdravik-associatie komen optimaal juist iets voedselrijker, op matig voedselrijke standplaatsen voor (Runhaar et al. 2009). Bemesting leidt tot verdichting van de zode en vergroten van de concurrentie van grassen, waardoor de kritische soorten, en daarmee het habitattype, verdwijnen.

Binnen stroomdalgraslanden bestond in het verleden een aanzienlijke variatie in omgevingscondities. Binnen de gemeenschap van Sikkelklaver en Zachte haver wordt onderscheid gemaakt in de zuurdere en voedselarmere subassociatie met Gewone veldbies en de meer basische, voedselrijkere subassociatie met Glanshaver. De huidige stroomdalgraslanden bestaan hoofdzakelijk uit de laatste subassociatie (Schaffers et al. 2008).

2.3 Vochttoestand

Stroomdalgrasland komt voor op matig droge tot droge standplaatsen, dat wil zeggen met een gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand van meer dan 40 cm beneden maaiveld, gecombineerd met meer dan 14 (tot meer dan 32) dagen droogtestress. Bij matig droge standplaatsen is de bodemtextuur (zavel) bepalend voor iets betere vochtvoorziening (Runhaar et al. 2009).

2.3.1 Overstromingstolerantie

De optimale overstromingsfrequentie is incidenteel in de winter: alleen bij extreme hoogwaters, met een gemiddelde overstromingsduur van minder dan 10 dagen. De iets ruigere pionierbegroeiingen behorende tot de Kweekdravik-associatie komen ook voor op standplaatsen die regelmatig overstroomd worden (jaarlijks of tweejaarlijks, gemiddelde overstromingsduur meer dan 10 dagen). Zij ontwikkelen zich als secundaire pioniervegetatie nadat door hoogwater veel zand wordt afgezet en verdwijnen als dat enige jaren niet meer gebeurt (Sykora et al. 2009ab). De graslanden behorende tot de Associatie van Sikkelklaver en Zachte haver en de Associatie met Schapengras en Tijm gedijen ook nog wel goed zonder overstroming (Runhaar et al. 2009) mits er geen verzuring plaatsvindt door uitloging of humusopbouw. Inundatie in het groeiseizoen met een periode van meer dan 10 dagen leidt tot het afsterven van planten en bijgevolg afbraak van de gemeenschap. De benedengrens van het voorkomen van het merendeel van de karakteristieke soorten ligt ruim boven het niveau van zomerhoogwater. Bij zandigere bodems komen stroomdalgraslanden lager voor, waarschijnlijk doordat de bodem hier gedurende kortere tijd na overstroming met water verzadigd blijft (Sykora et al. 1988).

2.4 Landschapsecologische processen

In de riviersystemen treedt enerzijds een jaarlijks terugkerende piekafvoer van rivierwater in de winter en het voorjaar op, en anderzijds zijn er 's zomers droge periodes met lage rivierwater-standen. Gedurende deze seizoensgebonden cyclus wordt langs de rivieren op veel plaatsen grond weggespoeld die elders als sediment weer wordt afgezet. Welk sediment wordt afgezet is

afhankelijk van de stroomsnelheid van het water en de hoogte van de overstroming. Op de hogere delen waar het stroomdalgrasland zich bevind wordt uitsluitend bij zeer hoge rivierstanden zand afgezet.

Oeverwalvorming is een langdurig proces. Langs de grote rivieren begint een oeverwal als een zandbank. Na ongeveer 50 jaar sedimentatie staat de zandbank het grootste deel van het jaar droog en kunnen vegetaties die goed bestand zijn tegen regelmatige en langdurige overstroming zich vestigen. Op dat moment is de sedimentatie nog centimeters per jaar. De sedimentatie neemt vervolgens af met de toenemende afstand tot de geul en de hoogte van de oeverwal. De afstand tot de geul is de belangrijkste factor voor de afname van het zandgehalte van het sediment. Na enkele honderden jaren is de oeverwal zover opgeslibd met inmiddels licht, zavelig sediment dat het nog maar eens in de 4 a 5 jaar overstroomt en de sedimentatie enkele millimeters per jaar bedraagt. Deze hoge oeverwallen zijn, net na vorming, door het droge, kalkrijke, zandige substraat zeer geschikte fysiotopen voor stroomdalgraslanden. Verdergaande sedimentatie vindt alleen nog plaats tijdens extreem hoog water (eens per 10–100 jaar), waarbij gemiddeld minder dan 1 mm kleiig sediment wordt afgezet. Door de nutriëntenverrijking die hiermee gepaard gaat, gaat het stroomdalgrasland over in glanshavervegetatie. Als door winddynamiek rivierduinen zijn opgestuwd die geheel buiten bereik van het hoogwater liggen, zal de ondergrond langzaam ontkalken, waardoor schrale graslanden ontstaan zonder kenmerkende (kalkminnende) stroomdalsoorten (Maas et al. 2003). De belangrijkste sturende processen bij ontstaan en behoud van stroomdalgraslanden in een natuurlijke situatie zijn dan ook rivierdynamiek (overstroming, zandafzetting, erosie), winddynamiek (nodig voor rivierduinvorming) en ijsgang.

De situatie in kleine rivieren (bijvoorbeeld Vecht, Regge, Dinkel, Roer, Niers) is anders dan in grote rivieren. Omdat het stroomgebied van een kleine rivier kleiner is, kan het water, afhankelijk van het stroomgebied, heel specifieke eigenschappen hebben. De bodem bestaat vaak uit ijzerrijk kalkarm zand, waarop na elke overstroming iets kalkhoudend sediment achterblijft (Hommel et al. 1994; 1996; Hoegen 1999; Wolfert et al. 2002; Takman et al. 2010). In tegenstelling tot de grote rivieren komt rivierklei nauwelijks voor. Daarnaast is een kleine rivier ook iets heel anders dan een grote beek: beken voegen zich naar het landschap, terwijl kleine rivieren wel zo veel kracht hebben dat ze het landschap kunnen vormen door overstromingen, meanders, het aan- of afvoeren van sediment (Takman et al. 2010). In tegenstelling tot bij de grote rivieren hoeft bij de inrichting geen rekening gehouden met commerciële scheepvaart. Hoewel vaak wel stuwen en oeververstevigingen aanwezig zijn, meanderen kleine rivieren vaak nog wel over tenminste een deel van het traject.
Door meandering ontstaat een cyclus waarin de fysiotopen kronkelwaard, natte laagte en oeverwal elkaar opvolgen. Dit proces is het meest intensief op plaatsen waar oudere fluvioperiglaciale en eolische zanden (oude stuifzanden) aangesneden worden. De duur van deze cyclus ligt naar schatting in de orde van grootte van enkele eeuwen. In dit proces verschuiven de optimale groeiplaatsen van het “Dinkelgrasland” steeds verder stroomopwaarts (Hommel et al. 1994; 1996; Wolfert et al. 2002). In het Vechtdal waren er tot halverwege de vorige eeuw ook regelmatig zandverstuivingen. Die stoven diagonaal over het dal heen en blokkeerden daarbij soms de Vecht, waarop dan nieuwe meanders ontstonden. Die zandverstuivingen zijn tegenwoordig vastgelegd en zullen door klimaatveranderingen waarschijnlijk niet meer terugkomen (Takman et al. 2010).

De verschillende subassociaties die tot het habitattype behoren, komen in verschillende landschappen voor, zoals beschreven in de landschapsdoorsneden (Deel III):

- langs de kleine zandrivieren (type 1) komt de Associatie met Schapengras en Tijm en de Associatie van Vetkruid en Tijm voor.
- in het terrassenlandschap van de Maas (type 3) behoort het stroomdalgrasland voornamelijk tot de Associatie van Vetkruid en Tijm.
- langs de grote rivieren (type 4) komt op de lagere delen de Kweekdravik-associatie voor en hogerop de Associatie van Sikkelklaver en Zachte haver.
- In het zoetwatergetijdengebied (type 5) komen bijzondere vormen van Associatie van Sikkelklaver en Zachte haver voor.

2.5 Regulier beheer

Voor het behoud van deze vegetaties zijn een laag nutriëntenniveau en een maai- of begrazingsbeheer noodzakelijk (Sykora & Liebrand 1987). In elk geval is het van belang dat het stroomdalgrasland kort de winter uit komt, omdat de warmteminnende stroomdalsoorten gebaat zijn bij een snelle opwarming in het voorjaar.

Wanneer de basenverzadiging van stroomdalgraslanden op orde is, kan de kwaliteit van goed ontwikkelde stroomdalgraslanden door middel van begrazing behouden blijven. Zeker voor zich nieuw ontwikkelende stroomdalvegetaties op morfologisch jonge locaties is beweiding het optimale beheer. Begrazing zorgt voor oppervlakkige bodemverwonding en in het geval van oppervlakkige verzuring kan door het naar bovenbrengen van meer gebufferd bodemmateriaal de verzuring tegen worden gegaan. Daarnaast kunnen zo nieuwe kiemingsmogelijkheden ontstaan (Schaminée et al. 1998; Hoegen 1999; Maas et al. 2003). Voor de Associatie van Vetkruid en Tijm vormt beweiding de aangewezen beheersvorm. Zeer laag blijvende kruiden met een grote lichtbehoefte zoals Liggende ereprijs (*Veronica prostrata*), Voorjaarsganzerik (*Potentilla verna*) en vetkruidsoorten (*Sedum*) kunnen zich alleen handhaven in een lage begroeiing, waarvan het voortbestaan het best gewaarborgd wordt door begrazing (Van der Ploeg 1994). Ook de Kweekdravik-associatie is sterk afhankelijk van begrazing en betreding, naast zandafzetting (Sykora et al. 2009ab). Het beheer van de Associatie van Sikkelklaver en Zachte haver kan bestaan uit begrazing en uit hooien of een combinatie daarvan (Schaffers et al. 2008).

In kleine terreinen is begrazing van de kwetsbare vegetaties echter vaak lastig te sturen, waardoor maaien noodzakelijk kan zijn om verruiging van de stroomdalgraslanden tegen te gaan. Zo vindt bijvoorbeeld al heel lang een hooilandbeheer plaats van de stroomdalvegetaties op de Bylanddijk (bijv. Van den Bos et al. 1997). Op deze zandige dijk lijkt eenmaal per jaar maaien met afvoeren in de nazomer voldoende te zijn voor de instandhouding van het stroomdalgrasland. Indien gekozen wordt voor een hooibeheer dan dient dit bij voorkeur in de nazomer (augustus/september) plaats te vinden (Van Eck et al. 1997). Het is van essentieel belang dat het maaisel wordt afgevoerd. Intensiveren of vervroegen van het hooibeheer om meer nutriënten af te voeren is niet wenselijk in goed ontwikkelde situaties, vanwege de zaadzetting van een aantal typische plantensoorten (Klimkowska et al. 2011). Een groot nadeel van maaien is dat dit vaak leidt tot een afname van microreliëf en daarmee een afname in de diversiteit aan standplaatscondities en bijgevolg afname van biodiversiteit in het systeem. In een aantal terreinen wordt hooibeheer in juni gevolgd door nabeweiding. Door het stroomdalgrasland kort de winter in te laten gaan door nabeweiding wordt voorkomen dat het grasland vervilt. Op deze manier kunnen stroomdalgraslanden zich ontwikkelen onder (extensief) landbouwbeheer, hetgeen uit

oogpunt van draagvlak of cultuurhistorie van belang kan zijn, zonder de nadelen van alleen maaien.

In sommige uiterwaarden vindt, vaak al heel lang, seizoens- of zomerbeweiding plaats, meestal met landbouwvee (bijvoorbeeld in de Oeffeltermeent) in de periode tussen april en november. In het grootste deel van het rivierengebied vindt echter momenteel natuurontwikkeling op grote schaal plaats, de stroomdalgraslanden maken daarom tegenwoordig vaak deel uit van een grootschalig natuurgebied. In deze gebieden vindt extensieve jaarrondbegrazing plaats, ook wel 'natuurlijke begrazing' genoemd. Over het algemeen hebben de runderen en paarden hier de vrijheid om in een groot en divers gebied, met rijkere en schralere graslanden, ruigtes en bossen te grazen waar ze willen. Deze beheersvorm kan leiden tot een mozaïek van struweel, ruigte en grasland.
Het selectieve gedrag van de grazende dieren in het heterogene landschap kan echter ten koste gaan van de aanwezige of te ontwikkelen stroomdalgraslanden. Grote grazers hebben voorkeur voor de voedselrijkere vegetaties en zullen in grotere, heterogene gebieden de neiging hebben om niet langer op de rivierduinen met voedselarme en vezelrijke vegetatie te grazen met verruiging (bijvoorbeeld met duinriet) tot gevolg. In de Millingerwaard bleken bij een graasdruk van 0,9 dieren per ha (jaarrond) de Associatie van Sikkelklaver en Zachte haver en de stroomdalplanten, na een uitbreiding in de beginjaren over de hogere zandige delen en over die delen van de voormalige akker waar zand was afgezet, vrijwel te verdwijnen. Dit kwam doordat de vegetatie (vooral door duinrietdominantie) ruiger werd, waardoor korte grazige vegetaties op de hogere zandige delen sterk achteruitgingen. Door de selectieve voedselkeuze van de grazers en de aankoppeling van een relatief groot oppervlak voedselrijk weiland werd de begrazingsintensiteit te laag voor verdere instandhouding van soortenrijke stroomdalgraslanden (Sykora et al. 2009ab). Het verschijnsel dat de grazers een voorkeur hebben voor de rijkere standplaatscondities in het systeem, waardoor de effectieve graasdruk in de stroomdalgraslanden te laag wordt, is ook geconstateerd in de Zeldersche Driessen (Hoegen 1999).
Uit de Millingerwaard kan geleerd worden dat bij integrale begrazing beter met aansluiting van voedselrijke gebieden gewacht kan worden tot deze gebieden zijn verschraald. Maar ook dan zullen waarschijnlijk de lagere delen door slibafzetting een voedselrijkere vegetatie behouden en bij voorkeur worden begraasd. Verhoging van de begrazingsdruk is in zo'n geval meestal niet aan te bevelen, omdat dit juist in andere delen van het terrein weer tot overbegrazing zou kunnen leiden. Bovendien is dit niet goed uitvoerbaar omdat volgens de ervaring teveel dieren door voedselgebrek aan het eind van de winter een te slechte conditie hebben. Bovendien zou een te hoge graasdruk tot problemen kunnen leiden bij stroomdalgraslandsoorten die dit slecht verdragen. Er is nog weinig onderzoek gedaan naar welke soorten dat zijn en bij welke graasdruk de schade plaats vindt (**kennislacune**). Uit projecten langs de Maas blijkt dat de meeste soorten wel stand houden, maar in veel lagere dichtheden. Aan de andere kant komen er wel soorten bij die bij puur hooilandbeheer niet voorkomen (Peters & Kurstjens 2008).

Het effect dat een bepaalde graasdruk heeft op de ontwikkeling van het habitattype is naast de mate van stikstofdepositie ook afhankelijk van (onder andere) de bodemchemische eigenschappen van het te begrazen terrein. Verschillen in beide parameters leiden ertoe dat een bepaalde graasdruk in het ene terrein positieve resultaten oplevert, maar in een ander terrein leidt tot ofwel overbegrazing, ofwel voortschrijdende vergrassing. Bovendien grazen koeien in terreinen waar de bodem vooral zuur is het meest op plekken waar de basenminnende soorten voorkomen, vanuit hun eigen calciumbehoefte (Ruiter 2005). Daarnaast kan het wegblijven van

variatie in graasdruk een negatief effect hebben op de variatie in standplaatscondities en bijgevolg leiden tot een afname aan totale biodiversiteit. Bij te intensieve begrazing van stroomdalgraslanden worden juist de bloeistengels en de bijzondere soorten voornamelijk gegeten, wat ook niet gewenst is. Beheerders dienen daarom een in tijd en ruimte variërende graasdruk in een terrein in te stellen, afgestemd op de specifieke eigenschappen van het te begrazen terrein. Dit kan bijvoorbeeld door het perceleren van het stroomdalgrasland, in de Vreugderijkerwaard zijn hiermee inmiddels goede ervaringen. Het aantal runderen en paarden wordt aangepast aan de vegetatieproductie om de voor stroomdalgraslanden gewenste vegetatiehoogte in stand te houden. Als de dieren te veel op het kwetsbare stroomdalgrasland lopen worden ze overgebracht naar de dijk (en andersom) en gaat het verbindingshek dicht. Dit gebeurt ook als te hoog water wordt verwacht. Een andere optie is het experimenteren met het scheperen van runder- of schapenbegrazing, zoals in het verleden ook plaats met een 'koejer' (Junner en Ariër Koeland). Dit heeft als nadeel dat het kostenintensiever is en er weinig tot geen recente ervaring bestaat met het goed uitvoeren van deze vorm van begrazing.

Voor het voortbestaan van specifieke locaties met zeer goed ontwikkelde zeldzame vegetaties, zoals de Associatie van Vetkruid en Tijm of met het voorkomen van de zeldzame soorten, zoals de typische soorten Wilde averuit (*Artemisia campestris campestris*), Zandwolfsmelk (*Euphorbia seguieriana*) of Liggende ereprijs (*Veronica prostrata*) kan als extra maatregel korte tijd terplekke intensief begraasd worden, zodat de vegetatie in elk geval kort is in de winter en er open plekken met vers zand ontstaan (Klimkowska et al. 2011).

De beste resultaten met begrazing worden over het algemeen behaald in terreinen waar meerdere soorten grazers actief zijn, dus paarden en runderen naast bijvoorbeeld soorten als bever, konijn en ree. Zo lijkt begrazing van konijnen een rol te spelen bij het in stand houden van de openere, soortenrijkere delen van het stroomdalgrasland in de Zeldersche Driessen (Hoegen 1999). Begrazing met alleen paarden leidt tot zeer kort gegraasde delen afgewisseld met dichte ruigten. Runderen kunnen ruigten openbreken, maar houden de vegetatie weer niet zo kort als paarden (Peters & Kurstjens 2008).

Voor het behoud van de insectenfauna, waaronder de typische soort Geelsprietdikkopje, en een typische soort als de Graspieper is het van belang dat niet het gehele terrein kort afgemaaid of afgegraasd wordt, maar dat hier en daar stukken overgeslagen worden, waar vegetatie blijft staan. Hierbij lijkt het voor de fauna voldoende te zijn om slechts kleine stukjes eenmalig over te slaan, als zoveel mogelijk afvoeren van biomassa van belang is voor verschraling (Wallis de Vries & Knotters 2000; Keizer 2000). Ook voor soorten als Grauwe klauwier, Nachtzwaluw, Paapje en Roodborsttapuit die hier hun leefgebied hebben lijkt gefaseerd maaien gunstig voor een groter voedselaanbod (hypothese).

3. Effecten van stikstofdepositie

Voor het Eunistype E1.12 Euro-Siberian pioneer calcareous sand swards dat overeenkomt met dit habitattype is geen empirische kritische depositiewaarde vastgesteld (Bobbink et al. 2003; Bobbink & Hettelingh 2011). Van Dobben et al. (2012) berekenen op basis van de Associatie van Vetkruid en Tijm en de Associatie van Sikkelklaver en Zachte haver een kritische depositiewaarde

van 1286 mol N/ha/jr (18 kg N/ha/jr). Deze waarde is een gemiddelde modeluitkomst en passend binnen de empirische ranges van het op basis van overeenkomsten in aanwezige soorten en abiotiek vergelijkbare kalkgrasland (H6210), glanshaver- en vossenstaarthooiland (H6510) en heischraal grasland (H6230).

3.1 Verzuring

Stroomdalgraslanden zijn systemen die zonder bufferende processen van nature verzuren. Verhoogde stikstofdepositie leidt tot een verhoogde verzuringssnelheid van deze systemen. Dit wordt nog versterkt doordat natuurlijke regulerende processen (dynamiek en grondwaterinvloed) niet meer voorkomen. Met name de stroomdalgraslanden, die op kalkarme tot kalkloze gronden met een zwakke buffering voorkomen, blijken gevoelig voor verzuring. De stroomdalgraslanden van de Associatie met Schapengras en Tijm langs de Dinkel bijvoorbeeld komen voor bij een pH van 4,8 tot 5,4. Deze zuurgraad komt overeen met de ondergrens van de pH-range waarin sprake is van effectieve kationenbuffering (zie koepeldocument). Bij verdere aanvoer van H+-ionen kan geen uitwisseling met calciumionen meer plaatsvinden en raakt de verzuring in een stroomversnelling (Hommel et al. 1996).

3.2 Vermesting

De afname van kwaliteit van de stroomdalgraslanden uit zich vooral in een toename van stikstofindicerende soorten en verschuiving naar voedselrijkere associaties (Schaffers et al. 2008). Vergrassing en verstruweling treedt op en de vegetatie verruigt en wordt eenvormiger op veel plaatsen (o.a. Ruiter 2005; Kerkhof 2009; Sykora et al. 2009ab). Waarschijnlijk speelt stikstofdepositie hierbij een rol. Hoe groot die invloed is, in relatie tot veranderingen in frequentie van overstroming, nutriënten in het sediment, grondgebruik en beheer, is echter onbekend. In (praktisch) overstromingsvrije schraalgraslandjes kan wel een effect merkbaar zijn, bijvoorbeeld op de oude rivierduintjes langs de Vecht (JunnerKoeland), de Niers (Zeldersche Driessen) en de Maas (rivierduintjes Mook, Stalberg) (Hoegen 1999, Peters 2008).

3.3 Fauna

Voor het leefgebied van de VHR en/of typische diersoorten geldt dat de effecten van stikstofdepositie via de volgende factoren doorwerkt: afname voedselaanbod en verandering microklimaat. Een uitsplitsing van deze factoren naar de onderscheiden soorten is terug te vinden in de kenschets en een beschrijving van de specifieke factoren is terug te vinden in paragraaf 2.4 van Deel I.

Omdat de typische soorten Graspieper en het Geelsprietdikkopje juist gebruik maken van de ruigere delen van dit habitattype, wordt verwacht dat ze niet gevoelig zijn voor verhoogde stikstofdepositie]. Herstelmaatregelen die leiden tot het verdwijnen van in de winter overstaand gras (waardplanten) of het verdwijnen van nectarplanten, zijn echter wel schadelijk voor het geelsprietdikkopje.

4. Andere omstandigheden die de effecten van stikstofdepositie beïnvloeden

4.1 Oeverwalvorming en successie

Bij de vorming van oeverwallen en rivierduinen raken de verse afzettingen van kalkrijk zand en zavel eerst begroeid met pionierplanten van tamelijk voedselrijke milieus. Stikstof spoelt al binnen enkele jaren uit. Ook de hoeveelheid beschikbaar fosfaat neemt spoedig af, vooral in grofkorrelige of kalkrijke bodems. De ontkalking verloopt veel minder snel. Na een pionierfase met kalkrijke, voedselrijke omstandigheden volgt dus een periode met droge, kalkrijke, zandige, tamelijk voedselarme omstandigheden. Dit zijn zeer geschikte standplaatsen voor de vestiging van kalkminnende stroomdalgraslanden. Afhankelijk van het kalkgehalte en de aanvoer van zuurbufferende stoffen door overstroming en hoge grondwaterstanden zal na verloop van tijd echter verzuring op gaan treden. Oppervlakkige verzuring vindt vooral plaats op droge zandbodems, minder op zavel. Zolang de verzuring beperkt blijft tot de toplaag, bestaat het stroomdalgrasland uit een mozaïek van oppervlakkig wortelende, zuurtolerante plantensoorten en van diep wortelende, kalkminnende soorten. Als ook de diepere bodemlaag verzuurt, gaan de soorten van droge, zwak zure bodem op de voorgrond treden. Dit proces leidt in de loop van honderden jaren tot ontwikkeling van het stroomdalgrasland tot heischrale graslanden, heidevegetaties en zuur bos of heide (Maas et al. 2003; www.natuurkennis.nl). De stroomdalgraslanden vormen daarmee een stadium in een successiereeks, die deels door riviermorfologische en bodemkundige processen wordt gestuurd. De huidige achteruitgang is daarmee voor een deel een gevolg van voortgaande natuurlijke successie van oeverwallen en rivierduinen die al honderden jaren loopt (Maas et al. 2003).

De indruk bestaat dat het verzuringsproces (ontkalking), eventueel tegengegaan door basenverzadiging door overstromingswater en overzanding (zie hieronder), nog slechts voor kleine oppervlaktes een rol speelt. Nutriëntenaanrijking door kleiafzetting lijkt een belangrijk proces te zijn waardoor stroomdalgraslanden neigen tot verandering in de richting van graslanden van het glanshavertype. De oeverwal wordt dan nog wel overstroomd, maar door de grotere afstand tot de geul wordt lichter en voedselrijker sediment afgezet (Maas et al. 2003). Het sediment zorgt voor aanvoer van een hoeveelheid stikstof die 5 tot 6 keer hoger ligt dan de jaarlijkse stikstofdepositie. Dit stikstof komt niet direct voor de planten beschikbaar, waardoor het effect pas na enkele jaren zichtbaar is (Beltman et al. 2007). De ontstane graslanden kunnen lang stand houden, omdat verstuiving van de relatief zware bodem niet aan de orde is en voortgaande opslibbing en verminderde inundatie niet zal leiden tot verzuring van deze zeer goed gebufferde standplaatsen (Maas et al. 2003).

4.2 Herstel buffercapaciteit

4.2.1 Inundatie

De buffering van de grond wordt onder natuurlijke omstandigheden lange tijd in stand gehouden door de aanwezigheid van dynamische processen. Incidentele overstroming door rivierwater (bij voorkeur in de winter) zorgt voor een tijdelijk herstel van de buffering, bovendien wordt strooisel afgevoerd. Bij extreem hoog water wordt bovendien vers zand afgezet, wat leidt tot een langduriger herstel van de buffercapaciteit. Als de standplaats buiten bereik van het hoog water ligt kan verzuring worden tegengegaan als bij overstromingen wel basenrijk water tot in de

wortelzone weet door te dringen (Maas et al. 2003). Het gebrek aan overstromingsfrequentie is vermoedelijk de oorzaak van de achteruitgang van het hoger gelegen deel van het stroomdalgrasland in de Zeldersche Driessen (Hoegen 1999).

Langs de Dinkel is de ligging van de zogenaamde Dinkelgraslanden, stroomdalgraslanden behorend tot de Associatie met Schapengras en Tijm, beperkt tot droge, schrale, leemarme bodems, die ontwikkeld zijn in de hogere oeverwallen. De graslanden komen in de hoogte voor in een smalle zone. De hoogteligging hangt samen met een gecombineerd effect van grondwater en inundatie. Aan de bovenkant wordt het voorkomen begrensd op de hoogte waar inundatie onvoldoende is om via aan slib gebonden calcium de buffercapaciteit van de bovengrond regelmatig te herstellen. Door verdergaande bodem- en humusvorming en uitspoeling wordt de grond daarboven te zuur. Naar schatting ligt de snelheid van bodemverzuring zonder buffering door rivierwater langs de Dinkel in de orde van grootte van enkele jaren, met buffering door periodieke inundaties (of anderszins) in de orde van grootte van (vele) tientallen jaren (Hommel et al. 1994; 1996; Wolfert et al. 2002).

4.2.2. Zandinwaai

Ook de inwaai van vers zand kan verzuring tegengaan, door buffering door aangevoerd zand of zelfs het terugzetten van de successie naar pionierstadia in geval van sterke overstuiving. Deze processen treden echter in de huidige situatie op veel standplaatsen nauwelijks meer op als gevolg van ingrijpende veranderingen in zowel het functioneren van het riviersysteem als het functioneren van het lokale hydrologische systeem.

4.2.3 Bioturbatie

Sommige stroomdalgraslanden blijken ook zonder hernieuwde zandafzetting (bijvoorbeeld in de Vreugderijkerwaard) stand te houden, zonder dat eutrofiëring of verzuring optreedt. Hierbij kan bioturbatie een belangrijke rol spelen. Graafactiviteiten, met name van mieren, konijnen en mollen, zorgen voor plaatselijk herstel van de buffercapaciteit van oeverwallen met een dunne laag ontkalkte bovengrond. Door het graven wordt kalkrijkere grond uit de ondergrond naar boven gehaald. Dit is een bekend verschijnsel in stroomdalgraslanden: in Cortenoever, Vreugderijker Waard, Koekoekswaard, Kop van het Oude Wiel etc. zijn het vooral mollen. In de stroomdalgraslanden langs de Dinkel en de Vecht spelen mieren een belangrijke rol. Omdat mieren van warmte overdag houden is het kort houden van de vegetatie goed voor mieren. Ook konijnen zijn gebaat bij een relatief korte vegetatie, omdat ze daar beter van kunnen eten (Hommel et al. 1994; 1996, Wolfert et al. 2002; Takman et al. 2010). Voor de relatie tussen het voorkomen van plantensoorten en mierenbulten zie o.a. King (1977).

4.3 Overzanding en successie (kennislacune)

Voor vegetaties met een pionierkarakter die niet gemaaid of begraasd worden, is het noodzakelijk dat de bestaande vegetatie wegspoelt, of dat nieuwe zandpakketten worden afgezet. Hierdoor wordt verdere successie voorkomen en kunnen planten van rivierduinen zich opnieuw vestigen. De grote hoeveelheid zand die in 1993 en 1995 in de Millingerwaard werd afgezet heeft bijvoorbeeld geleid tot het ontstaan van pionierssituaties, met onder andere de Kweekdravik-associatie waarin o.a. veel Zeepkruid (*Saponaria officinalis*) voorkomt. Door het uitblijven van nieuwe zandafzetting is deze vegetatie hier weer vrijwel verdwenen en door een dichte duinrietvegetatie vervangen. Hoe de vegetatie precies reageert op het overzanden is echter nog niet bekend, omdat de ontwikkelingen niet overal op dezelfde manier blijken te verlopen.

Mogelijk worden kenmerkende soorten van minder dynamische, stabielere omstandigheden juist beperkt door overzanding, wanneer de afgezette zandlaag te dik is. Als in deze graslanden te veel zand wordt afgezet, kunnen alleen de pioniervegetaties zich handhaven en verdwijnen de meer stabiele stroomdalgraslanden op iets humeuze bodems.
Aan de andere kant is het nog onbekend in hoeverre zandafzetting verruiging kan tegengaan. Mogelijk groeit een soort als duinriet door het afgezette zand heen om snel erna bij onvoldoende begrazing weer dominant te worden. Op dit moment wordt onderzoek opgezet naar de effecten van bodemchemie, overzanding en dynamiek op het vestigen van stroomdalgrasland op oeverwallen (lopend onderzoek Rotthier, WUR).

4.4 Eutrofiëring door inundatie

Eutrofiëring door inundatie met oppervlaktewater verloopt vooral via de vochthuishouding in de bodem. De directe invloed van de bemesting door voedselrijk water is op de hoger gelegen terreingedeelten waarschijnlijk van ondergeschikt belang.
In het zeer droge en kalkarme milieu waar stroomdalgraslanden langs de Dinkel (Associatie met Schapengras en Tijm) voorkomen verloopt de mineralisatie van organische stof normaalgesproken erg traag. Als er veel organisch materiaal aanwezig is kan de mineralisatie echter onder vochtige omstandigheden, die kortstondig optreden na zware regenval of na (korte) inundaties, sterk toenemen en kan plotseling veel stikstof vrij komen, met name bij hogere temperaturen. Winterinundaties zijn dan ook gunstiger, omdat dan de opname van nutriënten door de plantenwortels en de mineralisatie van stikstof geringer zijn. Door het vaak hoge ijzergehalte van de bodem is er in principe sprake van een zeer efficiënte buffering tegen vermesting met fosfaten. Onder anaërobe omstandigheden (bij langere inundaties) kunnen de aan het ijzer gebonden fosfaten vrij komen en door de plantenwortels worden opgenomen. Het voorkomen van de schrale stroomdalgraslanden is dan ook beperkt tot de zone waar zelden tot nooit anaërobe omstandigheden kunnen optreden vanwege de korte duur van de inundaties (Hommel et al. 1994; 1996, Wolfert et al. 2002).

4.5 Ontoereikend regulier beheer

Intensivering van regulier agrarisch beheer, zowel maaibeheer als begrazingsbeheer en omzetting naar akkerbouw hebben dit habitattype in de uiterwaarden grotendeels gemarginaliseerd tot een lijnvormig vegetatietype onder een prikkeldraad, met relicten in enkele reservaten. Anderzijds heeft gebrek aan of te extensief beheer, in combinatie met aanvoer van voedingsstoffen via rivierwater of uit de lucht, geleid tot verruiging en daarmee tot het verdwijnen van de lichtminnende stroomdalsoorten. Voorbeelden hiervan zijn de Stalberg rond 1980, de steilwand van de Donderberg en het rivierduin van de Millingerwaard. In het algemeen geldt dat de ontwikkeling van hoge vegetatie slecht is voor de stroomdalsoorten, die warmteminnaars zijn en dus gebaat zijn bij een snelle opwarming in het voorjaar. Beheer in de vorm van begrazing of hooien (al dan niet met nabeweiding) is dus wel noodzakelijk, en wel met een redelijke intensiteit en zodanig dat de vegetatie kort de winter uit komt. Zoals bijvoorbeeld de Vreugderijkerwaard en de Koekoekswaard laten zien kan, ondanks de stikstofdepositie, bij een voldoende intensieve begrazing of maaibeheer stroomdalgrasland met een goede kwaliteit in stand worden gehouden (Ruiter 2005; Peters & Kurstjens 2006, 2007, 2008; Peters et al. 2006; Kerkhof 2009; Sykora et al. 2009ab). Zie voor problemen met begrazingsbeheer bij grote beheerseenheden paragraaf 2.5 regulier beheer. Ontoereikend regulier beheer wordt niet apart onder paragraaf 5 of 6 behandeld.

5. Maatregelen tegen de effecten van stikstofdepositie

5.1 Toevoegen basische stoffen (kennislacune)

Wanneer rivierdynamiek onder de huidige omstandigheden niet aanwezig kan zijn, kunnen mogelijk alternatieve maatregelen ingezet worden bijvoorbeeld bevordering van zandbuffering door actief herstelbeheer (het actief toevoegen van zand). Een extremere variant hierop is het bekalken van stroomdalgraslanden. De effectiviteit van beide maatregelen is tot op heden echter niet tot nauwelijks onderzocht. Gefundeerde uitspraken over de effectiviteit en de duur waarop de buffercapaciteit op een gewenst niveau gehouden wordt door inzet van deze ingrepen kunnen dan ook niet gemaakt worden (**kennislacune**).

5.2 Begrazing

Begrazing zorgt voor oppervlakkige bodemverwonding, in het geval van oppervlakkige verzuring kan door naar het bovenbrengen van meer gebufferd bodemmateriaal de verzuring tegen worden gegaan. Daarnaast kunnen zo nieuwe kiemingsmogelijkheden ontstaan (Schaminée et al. 1998; Hoegen 1999; Maas et al. 2003). De ervaring heeft geleerd dat seizoensbeweiding niet effectief is voor herstel van dichte, voorheen bemeste graslanden. Met alleen zomerbeweiding ontwikkelen zich eenvoudige dichte, hoogopgaande graslandvegetaties met relatief onsmakelijke grassoorten als Glanshaver, Kropaar en Gestreepte witbol. Bij volledig ontbreken van grazers in de winter komt de vegetatie, ongeacht de zomerdichtheden, nog steeds relatief lang en dicht de winter uit, omdat het in de winter en vroege voorjaar nog doorgroeit. Hierdoor ontstaat minder kiemgelegenheid voor stroomdalplanten. Dichte grasmatten van relatief onsmakelijke, productieve grassen worden vooral in perioden van voedselschaarste gegeten (winter, vroege voorjaar). Dit maakt dat winterbegrazing vaak bepalender is voor de ontwikkeling van een gebied dan zomerbegrazing. Hierdoor kan het totale aantal grazers soms zelfs omlaag, wat bijvoorbeeld betekent dat andere terreindelen in de zomer niet overmatig vertrapt of begraasd worden. Vooral langs de Maas zijn recent goede ervaringen met extensieve jaarrondbegrazing en de ontwikkeling richting stroomdalgraslanden (Peters & Kurstjens 2006, 2007, 2008; Peters et al. 2006).

Voor het voortbestaan van specifieke locaties met zeer goed ontwikkelde vegetaties van de Associatie van Vetkruid en Tijm of met het voorkomen van de zeldzame typische soorten wilde averuit (*Artemisia campestris campestris*), zandwolfsmelk (*Euphorbia seguieriana*) of liggende ereprijs (*Veronica prostrata*) kan als extra maatregel korte tijd intensief begraasd worden, zodat de vegetatie in elk geval kort is in de winter en er open plekken met vers zand ontstaan.

5.3 (Extra) maaien en afvoeren

Bij verschraling van sterk vermeste en verruigde stroomdalgraslanden kan enige jaren maaien en afvoeren van de vegetatie in juni plaats vinden, waarna alsnog overgegaan kan worden op begrazingsbeheer. Op relatief zavelige tot zandige gronden lijkt de eerste paar jaren een substantiëlere afvoer van nutriënten plaats te vinden door maaibeheer dan door begrazing (Peters & Kurstjens 2008). Ook kan, bij verruigende vegetatie bij jaarrondbegrazing, ingegrepen worden door middel van enkele maaibeurten. Het specifiek maaien van distels is weinig zinvol, omdat ze verdwijnen doordat ze de concurrentie met grassen en kruiden verliezen, door schimmelziektes en door natuurlijke uitspoeling van de bodem. Bovendien verdwijnen ze vanzelf en even snel onder een beheer van ‘natuurlijke’ begrazing (Peters & Kurstjens 2006; Sykora et al. 2009ab).

Voor het behoud van de insectenfauna, waaronder de typische soort Geelsprietdikkopje, en een typische soort als de Graspieper is het hierbij van belang dat niet het gehele terrein kort afgemaaid wordt, maar dat hier en daar stukken overgeslagen worden, waar vegetatie blijft staan. Hierbij lijkt het voor de fauna voldoende te zijn om slechts kleine stukjes eenmalig over te slaan, als zoveel mogelijk afvoeren van biomassa van belang is voor verschraling (Wallis de Vries & Knotters 2000; Keizer 2000).

5.4 Kleinschalig plaggen (tbv urgent bedreigde soorten en vegetaties)

Als het voortbestaan van specifieke locaties met zeer goed ontwikkelde vegetaties van de Associatie van Vetkruid en Tijm of met het voorkomen van de zeldzame typische soorten (allen kensoorten van het Verbond der droge stroomdalgraslanden) Wilde averuit (*Artemisia campestris campestris*), Zandwolfsmelk (*Euphorbia seguieriana*) of Liggende ereprijs (*Veronica prostrata*) in hun voortbestaan bedreigd worden, kan het noodzakelijk zijn om specifieke aanvullende maatregelen uit te voeren. Als dynamisch waterbeheer niet mogelijk is, de zandbodem optimaal is en de vegetatie alleen voorkomt op vroeger uitgegraven plekken, kan kleinschalig plaggen of afgraven een mogelijkheid zijn om de Associatie van Vetkruid en Tijm te handhaven (Zeldersche Driessen). Dit is niet mogelijk bij een te hoge grondwaterstand, omdat dan de omstandigheden te nat worden voor de typische soorten. Mogelijk kan kleinschalig plaggen dichtbij de bestaande standplaatsen van de genoemde typische soorten, in combinatie met uitzaaien, ook zorgen voor minder nutriëntenrijke omstandigheden en betere kiemingsmogelijkheden, zodat de populaties kunnen uitbreiden (zie ook Klimkowska et al. 2011).

6. Maatregelen gericht op functioneel herstel

6.1 Maatregelen gericht op herstel wind- en waterdynamiek

6.1.1 Cyclisch beheer uiterwaarden (verjongen) - grote rivieren

Stroomdalgraslanden zijn een stadium in een successiereeks, die deels door riviermorfologische en bodemkundige processen wordt gestuurd. De natuurlijke degradatie van stroomdalgraslanden die voor een belangrijk deel wordt veroorzaakt door klei-afzetting en ontkalking is moeilijk tegen te gaan (zie 4.1). Het proces wordt versneld door vermindering van de overstromings- en overstuivingsdynamiek van de hoger gelegen stroomdalgraslanden door de verlaging van de waterstanden sinds de normalisatie van de rivieren. Het laten ontstaan van nieuwe standplaatsen door natuurlijke morfologische processen is de beste manier om stroomdalgraslanden als vegetatietype op lange termijn langs de grote rivieren te behouden. Er zijn nu al enkele plaatsen die potentie hebben om zich tot een nieuwe oeverwal te ontwikkelen, bijvoorbeeld in de Gelderse Poort (Elrecomse Waard), de Rijswaard en de Vreugderijkerwaard. Die locaties zijn zandige, langgerekte banken langs de oevers, waarvan sommige inmiddels hoog genoeg zijn om als oeverwal te classificeren, andere bevinden zich nog onder het gemiddelde niveau van de uiterwaardvlakte. Deze fysiotopen hebben gemeen dat zijn door hoge sedimentatiesnelheden en afzetting van zeer zandig materiaal binnen afzienbare tijd zeer gunstige condities voor vestiging van stroomdalvegetaties kunnen bieden. Hierbij moet gedacht worden aan een periode in de orde van 50 jaar. Voorwaarde is uiteraard dat het natuurlijke sedimentatieproces ongestoord door kan gaan en dat de ontwikkeling van deze locaties niet wordt teruggezet door vergraving. Een andere voorwaarde voor de kolonisering van nieuwe, veelbelovende locaties door stroomdalsoorten is dat in de nabijheid stroomdalsoorten voorkomen die als zaadbron kunnen dienen (Maas et al. 2003).

Daarnaast kunnen zich hier op termijn alleen stroomdalgraslanden ontwikkelen als de vegetatie te zijner tijd door beheer voldoende kort wordt gehouden.

Zand- en grindsedimentatie op oeverwallen blijkt één van de belangrijkste motors achter het herstel van karakteristieke riviernatuur (stroomdalplanten, insectenfauna) langs de grote rivieren te zijn (o.a. Peters 2008). Dit kan bevorderd worden door sediment na overstroming niet meer te verwijderen. Dit is vooral in de Waaluiterwaarden goed zichtbaar. Rivierafzettingen mogen hier weer op voormalige landbouwgronden blijven liggen. De bemeste toplaag verdwijnt onder de zandafzettingen en er ontstaat optimaal vestigingsklimaat voor rivierdalsoorten, waaruit zich op termijn stroomdalgraslanden kunnen ontwikkelen (Peters & Kurstjens 2006; 2007).
De regulering van de hoofdstroom blijft altijd beperkingen opleveren voor verjongingsprocessen, omdat de rivierloop vastligt, erosie op veel plaatsen ongewenst is en de sedimentaanvoer beperkt blijft. In het huidige vastgelegde riviersysteem is daardoor weinig ruimte voor laterale aanwas van uiterwaarden. Successie onder invloed van rivierafzettingen, natuurlijke begrazing en spontane vegetatieontwikkeling is nog wel mogelijk, maar verjonging niet of nauwelijks meer. Nu opbouwende processen door natuurontwikkeling weer een kans krijgen, ligger er ook kansen om verjonging van de uiterwaarden weer toe te laten om het dynamisch evenwicht tussen opbouw en afbraak te herstellen en daarmee de vorming van nieuwe oeverwallen te bevorderen. Verjongen van de uiterwaard kan door pleksgewijs in hoogopgeslibde, bekade, kleiige uiterwaarden een strook van 50 tot 100 m breed langs het zomerbed 1 a 2 m diep af te graven. Door delen van uiterwaarden af te graven wordt het proces van opslibben enkele eeuwen teruggezet: nieuwe opslibbing en geleidelijke verdroging vindt opnieuw plaats. Als afwisselend op verschillende plaatsen afgegraven wordt zijn voortdurend alle ontwikkelingsstadia in de uiterwaarden aanwezig (Maas et al. 2003; Peters et al. 2006). Aangezien de ontwikkeling van de oeverwallen en de bijbehorende stroomdalgraslanden lange tijd (tientallen tot honderden jaren) in beslag nemen, moet deze maatregel slechts af en toe en met beleid worden toegepast. Voor meer informatie over cyclisch beheer van uiterwaarden, basisprincipes en randvoorwaarden zie Peters et al. 2006.
Uit onderzoek van Maas et al. (2003) blijkt afgraven per cm gemiddeld de oeverwalontwikkeling 1 jaar terug zet. Peters & Kurstjens (2006) constateren dat processen van oeverwalvorming en zand-en grindsedimentatie extra voorspoedig verlopen op locaties waar de rivieroevers door bijvoorbeeld delfstofwinning in het verleden zijn verlaagd (Meers), en veel minder waar hoge zomerkades of oeverdammen langs de rivier liggen (Amerongse Bovenpolder). Ook Kerkhof (2009) constateert dat door afticheling van klei- en zaveldekken op zand nieuwe geschikte standplaatsen kunnen ontstaan, zoals bij Vianen.

6.1.2 Verlagen deel oeverwal - grote rivieren

Ook bestaande oeverwalreservaten met waardevolle stroomdalflora zijn gebaat bij extra rivierdynamiek in de vorm van zand- en grindafzettingen. Dit zijn de natuurlijke processen die de verruiging of vervilting en de natuurlijke verzuring afremmen. In feite zijn het natuurlijke verschralingsprocessen, waarbij de oude voedselrijke toplaag onder een laag vers, kalkrijk zand en/of grind bedekt wordt, met een open structuur. Veel stroomdalsoorten vestigen zich juist bij voorkeur in dit soort open situaties. Overstroming is ook van belang voor verspreiding van soorten (Maas et al. 2003, Peters & Kurstjens 2006; 2007, Kerkhof 2009). Door Rotthier (in prep.) wordt momenteel onderzoek gedaan naar het effect van zandafzetting op rivierduinen.
Vaak liggen stroomdalgraslanden inmiddels zo hoog geleden dat ze zich buiten het bereik van het rivierwater bevinden, dus lokaal verlagen of doorsteken van oeverwallen is nodig om afzetting mogelijk te maken, uiteraard niet ter hoogte van de relictpopulaties van bijzondere soorten. Voor

meer details over uitvoering van doorgraven van oeverwallen, rivierduinen en grindruggen wordt verwezen naar Peters et al. 2006.

6.1.3 Aanleg nevengeul – grote rivieren

Omdat hermeanderen van de hoofdstroom vanwege de scheepvaart niet mogelijk is, is een andere maatregel om de dynamiek te vergroten het aanleggen van (meestromende) nevengeulen die kunnen meanderen. Daardoor treedt overstroming eerder op, neemt de hoeveelheid zandafzetting toe en kunnen nieuwe rivierduinen gevormd worden. Een hoofdvoorwaarde voor succes is dat er voldoende zandaanvoer vanuit het bovenstroomse gebied optreedt en de nevengeul dit ook goed kan transporteren. Het ontwikkelen van pioniersstadia kan op de nieuwe rivierduinen optreden, die op termijn kunnen ontwikkelen naar stroomdalgraslanden (Peters et al. 2006).

6.1.4 Kribverlaging – grote rivieren (kennislacune)

Het verwijderen of verlagen van kribben in de vaargeul zou voor meer dynamiek en mogelijkheden voor erosie en sedimentatie kunnen zorgen. Vanwege de scheepvaart is dit echter niet overal mogelijk. Het lijkt erop dat kribben en scheepvaart stromingen zodanig beïnvloeden dat er netto toevoer van zand plaats vindt op de zandige oevers tussen de kribben. Het extra afgezette zand kan dan weer omhoog geblazen worden. Op kleine schaal is dit effectief om de buffering van de hoger gelegen oeverwal te verbeteren. De vraag is vervolgens of dit proces nog plaats kan vinden als kribben verlaagd worden en daarmee wat het netto effect is op de zandaanvoer naar de oeverwal (**kennislacune**). Aan de andere kant valt de dynamiek van aangeslibde (zand)strandjes tussen de kribben weg, wat juist weer nadelig zou kunnen zijn.

6.1.5 Verwijderen oeverbestorting

Het verwijderen van steenbestorting langs de oevers zorgt voor meer dynamiek ter plekke en voor meer beschikbaar zand om af te zetten (Peters et al. 2006; Peters & Maris 2006).

6.1.6 Hermeandering – kleine rivieren

Herstel van de specifieke dynamiek van de kleine rivieren is van belang om ook hier de stroomdalgraslanden te herstellen. Een analyse van het stroomgebied, de oorspronkelijke dynamiek en de werking van het riviersysteem is zeer aan te bevelen bij het herstel ervan. Voor de Dinkel (Hommel et al. 1994; 1996; Wolfert et al. 2002) en de Vecht (Duursema 2004; Maas et al. 2007; DHV 2009; Viveen et al. 2009; Wolfert & Maas 2007; Wolfert et al. 2009) zijn hier al de nodige studies gedaan. De ontwikkeling van nieuwe groeiplaatsen van de Dinkelgraslanden is het meest gediend bij grote afvoeren waarbij erosie en sedimentatie van zand door meandering weer op grote schaal kunnen plaatsvinden. Omdat afzetting van voldoende zand afhankelijk is van de mate van erosie stroomopwaarts is het van belang daar oeververstevigingen te verwijderen. Dit zorgt er tevens voor dat sedimentatie blijft plaats vinden op bestaande voorkomens, waardoor die langer behouden kunnen blijven.
Het afvoerregiem van de Overijsselse Vecht kenmerkt zich door snelle reactie op periodes van veel neerslag in de winter en bijna afwezigheid van stroming in de zomer. Omdat de stuwen bij hoog water open staan en de stromingskracht dan nog ruim voldoende is, is de huidige gekanaliseerde Vecht nog steeds in staat om te meanderen. Bij de Vecht zijn de hoge concentraties kalk van het water bepalend voor de plantengroei op de oevers. Dit hoge kalkgehalte is te danken aan het kalkrijke achterland in Duitsland (Takman et al. 2010). Voor de stroomdalgraslanden zijn vooral de relicten die aanwezig zijn op de Koelanden van belang.

Een belangrijk knelpunt bij het herstellen van bestaande of ontwikkelen van nieuwe stroomdalgraslanden is dat de meeste karakteristieke planten van stroomdalgraslanden een kortlevende zaadbank hebben. De soorten van stroomdalgraslanden kunnen zich goed verspreiden via inundatie en sedimentatie van rivierwater. Wanneer er echter stroomopwaarts of in de directe omgeving geen bronpopulaties aanwezig zijn, leidt herstel van standplaatscondities niet tot herstel van vegetatie. Door de sterke achteruitgang van het stroomdalgrasland, is dit een reëel risico. Herintroductie van soorten is naar verwachting op verschillende plaatsen dan ook nodig, maar kan pas plaatsvinden als aan de abiotische randvoorwaarden is voldaan. Herintroductie kan zowel op passieve wijze (door het verplaatsen van grazers bevorderen van zaaddispersie) als actieve wijze (het opbrengen van maaisel tot actief herintroduceren met behulp van zaaien) uitgevoerd worden. Verschillen in effectiviteit zijn tot op heden weinig onderzocht.

7. Maatregelen voor uitbreiding

Een uitbreiding van het areaal stroomdalgrasland draagt bij aan het kostenefficiënter maken van herstel- en regulier begrazingsbeheer, aangezien het meer en goedkopere oplossingen biedt om tot een variërende graasdruk te komen. Een voorbeeld is het mogelijk maken van percelering, waardoor het tijdelijk op stal zetten niet meer nodig is. Zie ook Herstel wind- en waterdynamiek (6.1). Voor meer informatie over locatiekeuze, randvoorwaarden en technieken van cyclische verjonging van uiterwaarden wordt verwezen naar Peters et al. 2006. Voor kansrijke plekken langs de grote rivieren zie ook Maas & Hobo, in prep. Voor de graslanden langs de Dinkel zie Hommel et al. (1994).

Vooral het stimuleren van open bodems door natuurlijke morfodynamiek of (verantwoorde) graafwerkzaamheden blijkt zeer effectief voor de vestiging van bijzondere soorten, daarom is het van belang morfodynamiek door sedimentatie en erosie zo veel mogelijk toe te laten (Peters & Kurstjens 2007; 2008). Hierbij moet ervoor worden gezorgd dat ook laagdynamische situaties met minder zandafzetting voorkomen. De beschikbaarheid van voldoende zand en grind in de rivier is van groot belang voor de ontwikkeling van natuurgebieden in de overstromingsvlakte, bijvoorbeeld voor soortenrijke oeverwalvegetaties (Peters & Kurstjens 2008).

Verder zijn er mogelijkheden bijvoorbeeld bij dijkverlegging in het kader van Ruimte voor de Rivier. Als bij de inrichting van de nieuw aangelegde dijken de toplaag voorzien wordt van zand of lichte zavel in plaats van klei, ontstaan er nieuwe mogelijkheden voor de ontwikkeling van stroomdalgrasland.

8. Effectiviteit en duurzaamheid

Samenvattend kan gesteld worden dat voor het duurzaam instandhouden van huidige stroomdalgraslanden twee voorwaarden van belang zijn. Ten eerste moeten de standplaatsen voldoende gebufferd blijven door middel van zandaanvoer door overstroming of inwaaien of door

aanvoer van bufferende stoffen in het rivierwater of onder invloed van het grondwater. Ten tweede moet een maai- of graasbeheer van de juiste intensiteit uitgevoerd blijven worden.

Maatregelen die op de lange termijn leiden tot duurzaam herstel vragen om ingrepen op systeemniveau. Ook in een volledig natuurlijk systeem, bij een optimaal beheer en bij lage stikstofdepositie zal een oudere stroomdalvegetatie langzaam achteruit gaan door (1) natuurlijke ontkalking als geen overstroming meer plaats vindt of (2) nutriëntenaanrijking als door laterale aanwas alleen nog fijn materiaal afgezet wordt. Het ontstaan van nieuwe standplaatsen door natuurlijke morfologische processen is de beste manier om de stroomdalgraslanden als vegetatietype op de lange termijn langs de rivier te behouden (Maas et al. 2003). Langs de grote rivieren kan dit het beste door aan te sluiten op grootschalige projecten die lopen in het kader van Ruimte voor de Rivier en bij het zogenaamde cyclisch beheer van uiterwaarden. Hierbij moet wel goed gelet worden op de landschapsecologische inpassing. Langs de kleine rivieren kan gedacht worden aan hermeandering, maar ook hierbij geldt dat een gedegen analyse van het stroomgebied en het landschap noodzakelijk is.

De effectiviteit en de duur waarop de buffercapaciteit op een gewenst niveau gehouden wordt door zandbuffering en bekalking zijn niet bekend. Maatregelen die leiden tot een continue aanvulling van bufferstoffen zijn naar verwachting duurzamer dan een eenmalige toevoeging van bufferstoffen. Wanneer de basenverzadiging van stroomdalgraslanden op orde is, kan de kwaliteit van goed ontwikkelde stroomdalgraslanden door middel van begrazing behouden blijven. De begrazing moet voldoende zijn om de vegetatie in de winter kort te krijgen en het stroomdalgrasland in de zomer plaatselijk niet te veel begraasd en vertrapt wordt. Daarnaast is het gunstig als er variatie in graasdruk plaats vindt en er verschillende soorten grazers zijn. Wanneer voormalige stroomdalgraslanden in sterke mate vergrast en vervilt zijn, is de inzet van een hoge graasdruk of een hooibeheer in de beginsituatie noodzakelijk. Een nadeel van hooien is dat dit vaak leidt tot een afname van microreliëf en daarmee een afname in de verscheidenheid aan standplaatscondities en bijgevolg afname van biodiversiteit in het systeem (mond. meded. Takman). Inzet van begrazing geniet dan ook de voorkeur boven de inzet van maaibeheer.
In alle gevallen geldt dat de vegetatie voornamelijk kort de winter uit moet komen, maar dat tevens rekening moet worden gehouden met de overwinteringsmogelijkheden van een typische soort als het Geelsprietdikkopje.

Als het voortbestaan van specifieke locaties met een zeer goed ontwikkelde Associatie van Vetkruid en Tijm of met het voorkomen van de zeldzame typische soorten Wilde averuit (*Artemisia campestris campestris*), Zandwolfsmelk (*Euphorbia seguieriana*) of Liggende ereprijs (*Veronica prostrata*) in hun voortbestaan bedreigd worden, kan het noodzakelijk zijn om ten opzichte van hierboven genoemde maatregelen nog aanvullende maatregelen uit te voeren (zie ook (Klimkowska et al. 2011).

9. Overzichtstabel

Deze overzichtstabel is bedoeld als ondersteuning bij de te nemen maatregelen uit paragraaf 5 en 6 en dient slechts samen met de tekst te worden toegepast.

maatregel	type	doel	potentiële effectiviteit	randvoorwaarden / succesfactoren	vooronder-zoek	herhaal-baarheid	responstijd	mate van bewijs
Toevoegen basische stoffen – Actief toevoegen zand	H/U	Herstel buffercapaciteit	groot	Indien herstel natuurlijke dynamiek niet mogelijk Redelijk open vegetatiestructuur Kleinschalig	Op standplaats	Zo lang als nodig	Even geduld	H
Toevoegen basische stoffen – Bekalken	H/U	Herstel buffercapaciteit	groot	Indien herstel natuurlijke dynamiek niet mogelijk Redelijk open vegetatiestructuur Kleinschalig	Op standplaats	Zo lang als nodig	Even geduld	H
Begrazing – jaarrond	H	Afvoeren nutriënten	Matig/ Klein bij groot terrein met heterogene bodem	Verschillende soorten grazers; voldoende intensiteit en variatie/spreiding, in plaats van seizoensbeweiding	Op standplaats	Zo lang als nodig	Lang	V
Maaien en afvoeren + nabeweiding	H/U	Afvoeren nutriënten	Matig tot groot	Vooral in verruigde situaties, in plaats van alleen begrazing of 1x maaien	Op standplaats	Zo lang als nodig	Even geduld tot lang, afhankelijk van bodem	V
Kleinschalig plaggen	H/U	Behoud urgent bedreigde vegetaties en typische soorten	klein	Indien herstel dynamiek niet mogelijk en mits bodem in orde	Op standplaats	Zo lang als nodig	Even geduld	H
Cyclisch beheer	H/U	Herstel sedimentatie/	Groot	Variëren van locatie, langs	LESA	Beperkte	Lang	H

maatregel	type	doel	potentiële effectiviteit	randvoorwaarden / succesfactoren	vooronder-zoek	herhaal-baarheid	responstijd	mate van bewijs
uiterwaarden		erosie/buffering; afgraven deel uiterwaard: verjongen		de grote rivieren		duur		
Verlagen deel oeverwal/rivierduin	H/U	Herstel sedimentatie/ erosie/buffering	Groot	Relictpopulaties sparen langs de grote rivieren	LESA	Beperkte duur	Lang	H
Aanleg nevengeul	H/U	Herstel sedimentatie/ erosie/buffering	Groot	langs de grote rivieren	LESA	Eenmalig	Lang	H
Kribverlaging	H/U	Herstel sedimentatie/ erosie/buffering	Matig	Veiligheid en scheepvaart	LESA	Eenmalig	Lang	H
Verwijderen oeverbestorting	H/U	Herstel sedimentatie/ erosie/buffering	Groot	Veiligheid en scheepvaart	Op standplaats	Eenmalig	Lang	V
Hermeandering kleine rivieren	H/U	Systeemherstel stroomgebied	Groot	Analyse van riviersysteem	LESA	Eenmalig	Lang	H

Verklaring kolommen:
Maatregel: soort maatregel, corresponderend met informatie uit paragraaf 5, 6 en 7
Type: H = herstelmaatregel, U = uitbreidingsmaatregel
Doel: beoogde effect van de maatregel (ten behoeve van behoud, herstel en/of uitbreiding)
Potentiële effectiviteit: klein/matig/groot. Effectiviteit van de maatregel (als regime) ten opzichte van andere maatregelen en gerelateerd aan het beoogde effect
Randvoorwaarden / succesfactoren: de belangrijkste randvoorwaarden en succesfactoren van de maatregel
Vooronderzoek: niet noodzakelijk, op standplaats (in het HT zelf of in de directe omgeving), LESA (LandschapsEcologische SysteemAnalyse: Van der Molen 2010).
Herhaalbaarheid: eenmalig (kan maar eenmalig worden uitgevoegd, bijv. dempen sloten); beperkte duur (bij intensivering gaan nadelen opwegen tegen voordelen) of zo lang als nodig (geen negatieve trade-off tussen intensiteit en effectiviteit. Kun je altijd mee doorgaan, geen negatieve gevolgen).
Responstijd: dit betreft het effect van de maatregel (regime): Direct (< 1 jr); Even geduld (1 tot 5 jr); Vertraagd (5 tot 10 jr); Lang (meer dan 10 jr).

Mate van bewijs:
B – Bewezen: de maatregel heeft onder de in de tekst gegeven voorwaarden (gebiedssituatie + manier van uitvoeren) met zekerheid het in de tekst beschreven positieve effect als hij in de praktijk wordt uitgevoerd. In de regel zal dat onderbouwd moeten zijn met (OBN-)literatuur, maar het kan eventueel ook met (nog niet eerder gepubliceerde) goed gedocumenteerde waarnemingen en o.a. OBN handleidingen.
V – Vuistregel: de maatregel kan onder de in de tekst gegeven voorwaarden (gebiedssituatie + manier van uitvoeren) in veel gevallen het in de tekst beschreven positieve effect hebben als hij in de praktijk wordt uitgevoerd, maar dat is niet zeker. Redenen voor de onzekerheid kunnen zijn dat uit monitoring is gebleken dat er ook (onverklaarde) mislukkingen zijn of dat de voorwaarden voor succesvol herstel nog niet goed bekend zijn.
H – Hypothese: door logisch nadenken is een maatregel geformuleerd die in de praktijk nog niet of nauwelijks is uitgeprobeerd, maar die in theorie effectief zou kunnen zijn. De aanleiding van de hypothese kan gelegen zijn in analogieën (de maatregel is een vuistregel of bewezen maatregel in een sterk verwant habitattype) of in processen waarvan we denken dat we ze goed begrijpen, maar die echter nog niet op praktijkschaal zijn getoetst.

10. Literatuur

Beltman, B., J.H. Willems & S. Güsewell 2007. Flood events overrule fertiliser effects on biomass production and species richness in riverin grasslands. Journal of Vegetation Science 18: 625-634.

Bobbink, R., M. Ashmore, S. Braun, W. Fluckiger, I.J.J. van den Wyngaert 2003. Empirical nitrogen critical loads for natural and semi-natural ecosystems: 2002 update. In: B. Achermann & R. Bobbink (eds.) Empirical critical loads for nitrogen. Environmental Documentation No. 164 Air, pp. 43-170. Swiss Agency for Environment, Forest and Landscape SAEFL, Berne.

Bobbink, R. & J.P. Hettelingh (eds) 2011. Review and revision of emperical critical loads and dose-response relationships. Proceedings of an expert workshop, Noordwijkerhout, 23-25 June 2010. RIVM rapport 680359002, 244p.

DHV 2009. De Vecht, een grenzenloze halfnatuurlijke rivier. Grensoverschrijdende Vechtvisie; uitvoeringsprogramma Vecht en Vechtdal 2009-2013. In opdracht van internationaal samenwerkende overheden. Amersfoort, Zwolle.

Duursema, G. 2004. Leidraad voor ecologisch herstel van de Overijsselsche Vecht. WVV, Coevorden.

Hoegen, A.C. 1999. Vegetatiekartering Zeldersche Driessen 1993-1996. Instituut Bos- en Natuuronderzoek/Staatsbosbeheer, Wageningen.

Hommel P.W.F.M, G.H.P. Dirkx & A.H. Prins 1994. Natuurbehoud en natuurontwikkeling langs Bloemenbeek en Boven-Dinkel : gevolgen van ingrepen in de waterhuishouding van het Dinkelsysteem voor enkele karakteristieke vegetatietypen Wageningen: DLO-Staring Centrum Rapport / DLO-Staring Centrum.

Hommel, P.W.F.M., A.H. Prins & H.P. Wolfert 1996. Stroomdalgraslanden en rivierdynamiek. Behoud en ontwikkeling van bloemrijke graslanden langs de Boven-Dinkel. Landschap 13: 299-316.

Keizer, P.J. 2000. Een kanttekening bij gefaseerd maaibeheer. De Levende Natuur 101: 41-42.

Kerkhof, Th. B.M. 2009. Stroomdalgrasland langs de Lek - knelpunten en kansen. Stratiotes 39: 21-45.

King, T.J. 1977. The plant ecology of ant-hills in calcareous grasslands. I. Patterns of species in relation to ant-hills in southern England. Journal of Ecology 65: 235-256.

Klimkowska, A., H. Keizer-Vlek, M. Wallis de Vries, R.J. Bijlsma, A. Schotman & H. van Dobben, 2011. Urgente maatregelen tot behoud van bedreigde typische soorten en vegetatietypen van de Habitatrichtlijn. Alterra-rapport.

Maas G. & N. Hobo, in prep. Locaties voor ontwikkeling van stroomdalgrasland en hardhoutooibos in de uiterwaarden van de Waal, Nederrijn-Lek en IJssel.

Maas, G.J., A. Corporaal, R. Kranendonk & H.P. Wolfert 2007. Ruimte voor kleine rivieren. Overijsselse Vecht op koers? Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1512.

Maas, G.J., B. Makaske, P.W.F.M. Hommel, B.S.J. Nijhof & H.P. Wolfert 2003. Verstoring en successie. Rivierdynamiek en stroomdalvegetaties in de uiterwaarden van de Rijntakken. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-rapport 759.

Peters, B. & G. Kurstjens 2006. Rivierenland in ontwikkeling. Deel 1: Praktijkervaringen met 20 jaar natuurontwikkeling in het rivierengebied. Bureau Drift, Berg en Dal.

Peters, B. & G. Kurstjens 2007. Rivierenland in ontwikkeling. Deel 2: Resultaten van natuurontwikkeling in het rivierengebied. Bureau Drift/Kurstjens ecologische adviesbureau, Berg en Dal/Beek Ubbergen.

Peters, B. & G. Kurstjens 2008. Maas in beeld: Succesfactoren voor een natuurlijke rivier. Projectgroep Maas in Beeld. Bureau Drift/Kurstjens ecologische adviesbureau, Berg en Dal/Beek Ubbergen.

Peters, B. & M. Maris 2006. Op weg naar natuurlijke Maasoevers. Natuurhistorisch Maandblad 95: 147-154.

Peters, B. 2008. Preadvies Rivierengebied. Trends, knelpunten en kennisvragen uit het rivierengebied. Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. Rapport DK nr. 2008/dk093-O.

Peters, B.W.E., E. Kater & G.W. Geerling 2006. Cyclisch beheer in uiterwaarden: Natuur en veiligheid in de praktijk. Centrum voor Water en Samenleving, Radboud Universiteit, Nijmegen.

Ruiter, H. 2005. Stroomdalflora in het dal van de Overijsselse Vecht, hoelang nog? De Levende Natuur 106: 162-165.

Runhaar, H., M.H. Jalink, H. Hunneman, J.P.M. Witte & S.M. Hennekens 2009. Ecologische vereisten habitattypen. KWR 09-018, 45 pp.

Schaffers, A.P., K.V. Sykora, H.P.J. Huiskes & J.H.J. Schaminée 2008. De droge stroomdalgraslanden van het Sedo-Cerastion in Nederland - Verspreiding en soortensamenstelling van het Medicagini-Avenetum en het Sedo-Thymetum vóór 1960 en daarna. Rapport DK nr. 2008/DK092-O, Directie Kennis, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Ede. 193 p.

Schaminée, J.H.J., A.H.F. Stortelder & E.J. Weeda 1996. De vegetatie van Nederland deel 3. Graslanden, zomen en droge heiden. Opulus Press. Uppsala/Leiden.

Schaminée, J.H.J., E.J. Weeda & V. Westhoff1998. De vegetatie van Nederland deel 4. Kust en binnenlandse pioniermilieus. Opulus Press. Uppsala/Leiden.

Sykora, K.V. & C. Liebrand 1987. Natuurtechnische en civieltechnische aspecten van rivierdijkvegetaties. Vakgroep V.P.O. LU Wageningen.

Sykora, K.V., E. Scheper & F.F. van der Zee 1988. Inundation and the distribution of plant communities on Dutch river dikes. Acta botanica Neerlandica 37:279-290.

Sykora, K.V., H.J. Stuiver, I. de Ronde & L.J. de Nijs 2009a. Fourteen years of restoration and extensive year round grazing with free foraging horses and cattle and its effect particularly on dry species rich riverine levee grasslands. Phytocoenologia 39: 265-286.

Sykora, K.V., H.J. Stuiver, I. de Ronde & L.J. de Nijs 2009b. Stroomdalgrasland en veertien jaar verwildering in de Millingerwaard. Stratiotes 39: 21-45.

Takman, B., R. Jonker, G. Maas, P. Hommel & M. Nijssen 2010. Verslag veldwerkplaats Rivierenlandschap: Morfodynamiek en verschillende vormen van beheer: Arriën, 23 juni 2010.

Van den Bos, H., C. Dijkhuis, T. Hermanussen & J. Rademakers 1997. Riviernatuur in ontwikkeling. Ervaringen van beheerders. Grontmij en Staatsbosbeheer, De Bilt/Driebergen.

Van der Ploeg, N. 1994. Liggende Ereprijs (Veronica prostrata L.) in de Vreugderijkerwaard. Gorteria 20: 41-47.

Van Dobben, H.F., R. Bobbink, A. van Hinsberg & D. Bal 2012. Overzicht van kritische depositiewaarden voor stikstof, toegepast op habitattypen en leefgebieden van Natura 2000. Alterra-rapport, Wageningen.

Van Eck, J.M.C., M.P. van Zuijen & K.V. Sykora 1997. De invloed van het beheer op de vegetatie van de Bylanddijk en Helicopterveldje. Stratiotes 14: 3-18.

Viveen, W., G.J. Maas & J.M. Schoorl 2009. Sedimenthuishouding in het stroomgebied van de Nederlands-Duitse Vecht. Potenties voor herstel van natuurlijke rivierdynamiek. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1939.

Wallis de Vries, M.F. & J.C. Knotters 2000. Effecten van gefaseerd maaibeheer op de ongewervelde fauna van graslanden. De Levende Natuur 101: 37-41.

Weeda E.J., J.H.J. Schaminée & L. van Duuren 2003. Atlas van de Plantengemeenschappen in Nederland deel 3: Kust en binnenlandse pioniermilieus. KNNV-uitgeverij, Utrecht, 256 p.

Wolfert, H., A. Corporaal, G. Maas, K. Maas, B. Makaske & P. Termes 2009. Toekomst van de Vecht als een halfnatuurlijke laaglandrivier. Bouwstenen bij de grensoverschrijdende Vechtvisie. Alterra-rapport 1897. Alterra Wageningen, 36 p.

Wolfert, H.P. & G.J. Maas 2007. Downstream changes of meandering styles in the lower reaches of the River Vecht, the Netherlands. Netherlands Journal of Geosciences - Geologie en Mijnbouw 86: 257 - 271.

Wolfert, H.P., P.W.F.M. Hommel, A.H. Prins & M.H. Stam 2002. The formation of natural levees as a disturbance process significant to the conservation of riverine pastures. Landscape Ecology 17: 47-57.

www.natuurkennis.nl. Website Ontwikkeling + Beheer Natuurkwaliteit.

Landschapsecologische systeemanalyse Karshoek



Landschapsecologische systeemanalyse Karshoek

Wilbert Berendrecht
Robert Broekhuis
Rob van Dongen
Marieke Duineveld
Geert Kooijman
Linda van der Toorn

Opdrachtgever: Provincie Overijssel
17 mei 2019

Inhoudsopgave

1. Inleiding 5
   1.1. Aanleiding 5
   1.2. Opgave Natura2000 5
   1.3. Doel onderzoek 6
2. Onderzoeksplan 8
   2.1. Onderzoeksvragen 8
   2.2. Gegevens 8
3. Gebiedsbeschrijving 10
   3.1. Topografie 10
   3.2. Historische ontwikkeling 10
   3.3. Hoogteligging 13
   3.4. Eigendom en beheer 13
   3.5. Geohydrologie en bodemopbouw 14
      Geohydrologie 14
      Bodemopbouw 17
   3.6. Vegetatie 18
      Habitattypen 20
4. Methode 26
   4.1. Hoogteligging 26
   4.2. Waterkwaliteit 26
   4.3. Bodemchemie 27
   4.4. Hydrologie 28
      Peilbuizen 28
      Tijdreeksanalyse 29
      Afvoermetingen 31
   4.5. Grondwatermodel 32
5. Resultaten 36
   5.1. Waterkwaliteit 36
      Samengevat 37
   5.2. Bodemchemie 38
      Samengevat 44
      Aanbevelingen voor beheer / herstel 44

5.3. Hydrologie 45
GXG's 45
Regionale grondwaterstroming 46
Kwel en infiltratie 48
Invloed van de Vecht 49
Inundatie 50
Afvoermetingen Rheezerwaterleiding 51
Synthese 52
5.4. Doelgat grondwaterstand 64
5.5. Scenarioberekeningen 65
6. Synthese 77
7. Maatregelen 79
Stroomdalgraslanden 79
Vochtige alluviale bossen 79
Natte heide 81
8. Conclusies en aanbevelingen 86
9. Monitoring 87
10. Literatuur 88
Bijlage 1 Rapport bodemchemie B-ware 89
Bijlage 2 Boorbeschrijvingen 90
Bijlage 3 Analyse peilbuizen 91
Bijlage 4 Tabel modelafwijkingen 108
Bijlage 5 Ingemeten profielen watergangen 111

1. Inleiding

1.1. Aanleiding

Het gebied Karshoek ligt in het Vechtdal ten westen van Diffelen en bestaat uit een aantal graslanden (oude Koelanden) met daarin een deels afgesloten meander van de Vecht. Het gebied is onderdeel van het Natura2000 gebied Vecht- en Beneden Regge en kent daarom een opgave ten aanzien van onderzoek, herstel kwaliteitsverbeteringen en uitbreiding van een aantal habitattypen.

Binnen het Vechtdal worden in 2019 een tweetal inrichtingsprojecten uitgevoerd waar de Karshoek onderdeel van is. Het DO voor het betreffende deelgebied Karshoek-Stegeren (KS) is vastgesteld. Dit DO is vastgesteld op basis van de toen beschikbare kennis. Het voorliggende onderzoek was daarbij nog niet beschikbaar. Het functioneren en de gewenste inrichting van met name de grondwater afhankelijke natuur in dit deelgebied is beschreven als onderzoeksopgave in de gebiedsanalyse Vecht- en Beneden Regge (maatregel M9a). Het onderzoek wordt in de 1e beheerplanperiode uitgevoerd. Eventuele benodigde maatregelen worden in de 2e beheerplanperiode uitgevoerd.

In voorliggend onderzoek is een landschapsecologische systeemanalyse (LESA) uitgevoerd voor dit gebied. In deze LESA worden biotische (ecologie) factoren gekoppeld met de lokaal aanwezige abiotiek (hydrologie en bodemopbouw) zodat inzicht gekregen wordt in het functioneren van deze gebiedjes en inzichtelijk wordt welke inrichtingsmaatregelen effectief zijn om behoud te kunnen garanderen.

1.2. Kader

Waterschap Vechtstromen heeft in het kader van Samen werkt Beter de uitwerking van de PAS en Natura2000 opgave voor het stroomgebied van de Vecht binnen Natura2000 gebied “Vecht en Beneden Regge” op zich genomen. Naast een aantal concrete inrichtingsprojecten met een bredere scope dan alleen Natura2000 werkt het waterschap de kennislacunes en maatregelen zoals opgenomen in de gebiedsanalyse voor dit gebied uit. In de afspraken met de provincie is opgenomen dat Waterschap Vechtstromen alleen aan de lat staat voor de externe maatregelen en de uitwerking van de kennislacunes. Omdat met name voor een aantal kennislacunes het onderscheid extern / intern (nog) niet te maken is afgesproken dat het waterschap voor een aantal gebieden volledige LESA’s uitvoert die in latere beheerplanperioden gebruikt kunnen worden voor het verder uitwerken van zowel interne als externe maatregelen. Voorliggend onderzoek is een product van een samenwerking tussen Staatsbosbeheer en Waterschap Vechtstromen.

1.3. Opgave Natura2000

In het aanwijzingsbesluit voor het Vecht en Beneden Regge (2004, Ministerie van Economische zaken) gebied is beschreven welke habitattypen zijn aangewezen en wat de status is van deze typen. In deze aanwijzing zijn voor de Karshoek de volgende habitattypen aangewezen:

- H6120 Stroomdalgraslanden. Uitbreiding en verbetering kwaliteit. Het habitattype stroomdalgraslanden verkeert in Nederland in een zeer ongunstige staat van instandhouding. Langs de Vecht, waar het habitattype voorkomt op rivierduinen en stroomruggen, zijn de kwaliteit en de oppervlakte sterk achteruitgegaan door afname van de overstromingsdynamiek. Het habitattype komt in het gebied voor op betrekkelijk kalkarme bodem in een zeldzame vorm

met Zwolse anjer. Er zijn potenties voor uitbreiding van de oppervlakte en verbetering van de kwaliteit van het habitattype.

- H2310 Stuifzandheiden met struikhei. Uitbreiding oppervlakte en verbetering kwaliteit. Mede vanwege de fauna is het van belang kleinere heideterreinen van het habitattype stuifzandheiden met struikhei te vergroten en zoveel mogelijk onderling te verbinden. De kwaliteit kan verbeteren bij uitbreiding van de oppervlakte.
- H4010A Vochtige heide (hogere zandgronden) Uitbreiding oppervlakte en verbetering kwaliteit vochtige heiden. Het habitattype komt op verschillende plekken in het gebied voor in komvormige laagten en slenken van de dekzanden. Lokaal is het habitattype vergrast met pijpenstrootje. Er zijn goede potenties voor uitbreiding van de oppervlakte en verbetering van de kwaliteit.
- H91E0C Vochtige alluviale bossen. Uitbreiding oppervlakte en verbetering kwaliteit. Het habitattype vochtige alluviale bossen, beekbegeleidende bossen (subtype C) komt in kleine oppervlakte voor langs de Vecht in de vorm van elzenbroekbos en (marginaal) vogelkersessenbos. Het bos komt voor in een mozaïek met drogere bossen op overgangen naar rivierduinen en essen. Uitbreiding van de oppervlakte en verbetering van de kwaliteit is nodig om een meer duurzame situatie te realiseren.
- H5130 Jeneverbesstruweel. Behoud oppervlakte en verbetering kwaliteit. Kwaliteitsverbetering kan optreden door verjonging van de jeneverbesstruwelen.
- H3160 Zure vennen. Behoud oppervlakte en verbetering kwaliteit. Door herstel van de kwelstroom kunnen enkele zure vennen van matige kwaliteit worden verbeterd.

Voor het gebied is onderzoeksopgave M9a van toepassing: invloed ontwatering in winterbed Vecht en aangrenzende hogere gronden (Vechtdal en flanken) op grondwaterafhankelijke habitattypen; het onderzoek vindt plaats in de 1^{e} beheerplanperiode; eenvoudige, obstakelvrije maatregelen worden in de 1^{e} beheerplanperiode uitgevoerd; andere maatregelen worden in 2e beheerplanperiode uitgevoerd.

1.4. Doel onderzoek

Het doel van dit onderzoek is het uitvoeren van een LESA op systeemniveau; het functioneren van het gebied wordt daarmee inzichtelijk. Op basis van dit systeeminzicht wordt duidelijk aan welke knoppen gedraaid kan worden om PAS maatregelen te definiëren ten behoeve van herstel- en instandhouding van de aangewezen habitattypen. De uitbreidingsopgave is niet meegenomen in de uitwerking van de maatregelen. In Figuur 1 is het onderzoeksgebied van Karshoek weergegeven.



Figuur 1: Uitsnede onderzoeksgebied LESA. Donkerblauw en groen = grondwaterafhankelijke natuur. Lichtblauw is stroomdalgrasland.

2. Onderzoeksplan

2.1. Onderzoeksvragen

Het doel van deze LESA is het verkrijgen van het benodigde systeeminzicht om de juiste maatregelen te kunnen treffen voor het realiseren van behoudsdoelstellingen. In hoeverre spelen knelpunten in het gebied, zowel kwalitatief als kwantitatief, een rol? En welke maatregelen zijn nodig om deze knelpunten op te heffen? Om het benodigde inzicht te krijgen worden de volgende onderzoeksvragen beantwoord:

- Wat zijn de grondwaterstanden ter plaatse van de grondwaterafhankelijke natuur en kan vastgesteld worden of er een doelgat bestaat?
- Wat is de invloed van de in rood aangegeven watergang de Rheezerwaterleiding (M9A) op de natuur in Karshoek; om deze vraag te beantwoorden worden twee deelvragen beantwoord:
    - Kwantiteit: worden de hydrologische randvoorwaarden van de aanwezige habitattypen negatief beïnvloed door de ontwatering van de Vecht, de Rheezerwaterleiding en de overige detailontwatering?
    - Heeft de waterkwaliteit van de Rheezerwaterleiding een negatief effect op de ecologische randvoorwaarde van de aanwezige habitattypen?
- Wordt het zure ven aan de westzijde van de meander beïnvloed door de Vecht en of andere detailontwatering?
- Is voedselrijkdom in Karshoek een beperkende factor voor herstel en behoud van de stroomdalgraslanden in de Karshoek?
- Welke maatregelen zijn noodzakelijk voor behoudsdoelen van de aangewezen habitattypen?

2.2. Gegevens

Voorafgaand aan het opstellen van de LESA zijn de beschikbare gegevens geïnventariseerd en is bepaald welke aanvullende gegevens nodig waren. De volgende data waren voorafgaand aan het onderzoek beschikbaar:

- Concept-vegetatiekaart Ecogroen (Heinen, M.A. en L. Kruit, 2012)
- Inmetingen sloten en watergangen uit 2014 en 2017 van waterschap Vechtstromen
- Grondwaterstanden en oppervlaktewaterstanden uit het meetnet voor de Vecht (geïnstalleerd in 2017). Ook zijn bijbehorende boorprofielen beschikbaar.
- Grondwatermodel MIPWA (“Vechtmodel”)
- Metingen oppervlaktewaterstand Vecht bij Diffelen, Ommen en Mariënberg van waterschap Vechtstromen.
- Gegevens regionale bodemopbouw en geologie via Dinoloket
- LESA Overijsselse Vecht Fase 3 en 4: Veldonderzoek Karshoek en Stegerense Veld van KWR (Jalink, M. en B van Delft, 2017).
- Ecohydrologische verkenning Vechtdal Ommen Marienberg van KWR (Jalink, M.H., B. van Delft en I. Leunk, 2016)
- Natura 2000 Gebiedsanalyse voor de Programmatische Aanpak Stikstof (PAS) Vecht- en Beneden-Reggegebied, 2017

De volgende aanvullende onderzoeken zijn uitgevoerd voor de LESA:

- Metingen van waterkwaliteit in het oppervlaktewater van de meander en van het grondwater
- Onderzoek bodemkwaliteit door B-WARE (Bohnen-Verbaarschot, E. & R. Loeb, 2018)
- Afvoermetingen in de Rheezerwaterleiding

In hoofdstuk 4 Methode is beschreven hoe de bovenstaande gegevens zijn gebruikt in de LESA.

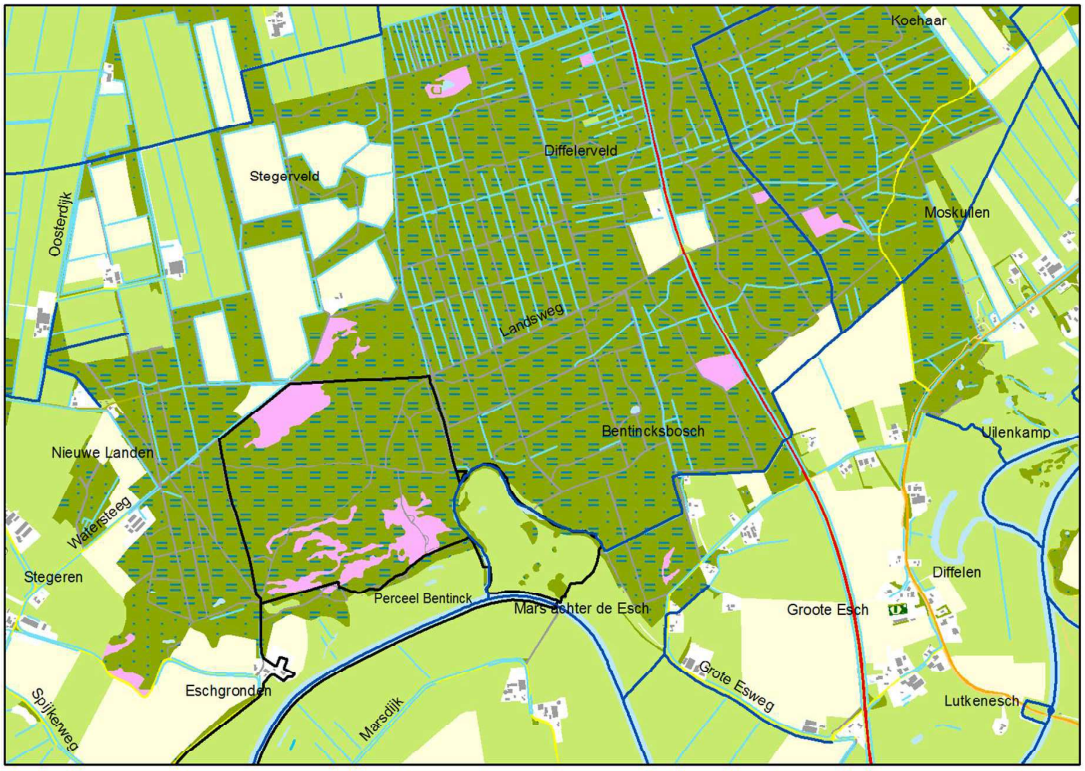
3. Gebiedsbeschrijving

3.1. Topografie

Het gebied Karshoek ligt in het Vechtdal ten westen van Diffelen (Figuur 2) en bestaat uit een aantal laag gelegen graslanden met daarin een oude meander van de Vecht. Deze gronden zijn gevormd door historische verleggingen van de Vecht en bevatten nog resten van kronkelwaarden en rivierkommen. Aan de noordzijde van meander liggen hoger gelegen dekzandgebieden waar bos op ontwikkeld is. Ten westen en ten noordwesten van de meander liggen heidevelden tussen het bos.

Het gebied is onderdeel van het Natura2000 gebied Vecht- en Beneden Regge.

De meander is deels verland, maar nog wel watervoerend en staat aan de benedenstroomse zijde in open verbinding met de Vecht. Het peil op de Vecht wordt ter hoogte van Karshoek bepaald door stuw Junne (zp=4,50, wp=4,15). Aan de oostzijde komt de Rheezerwaterleiding uit in de meander. Deze watergang voert water af uit een stroomgebied met zowel natuur als agrarisch landgebruik en start ten westen van Hardenberg. In het Bentincksbos en boswachterij Ommen (Diffelerveld) zijn meerdere sloten aanwezig, die afwateren op de Rheezerwaterleiding en op een sloot in het noorden van de meander.

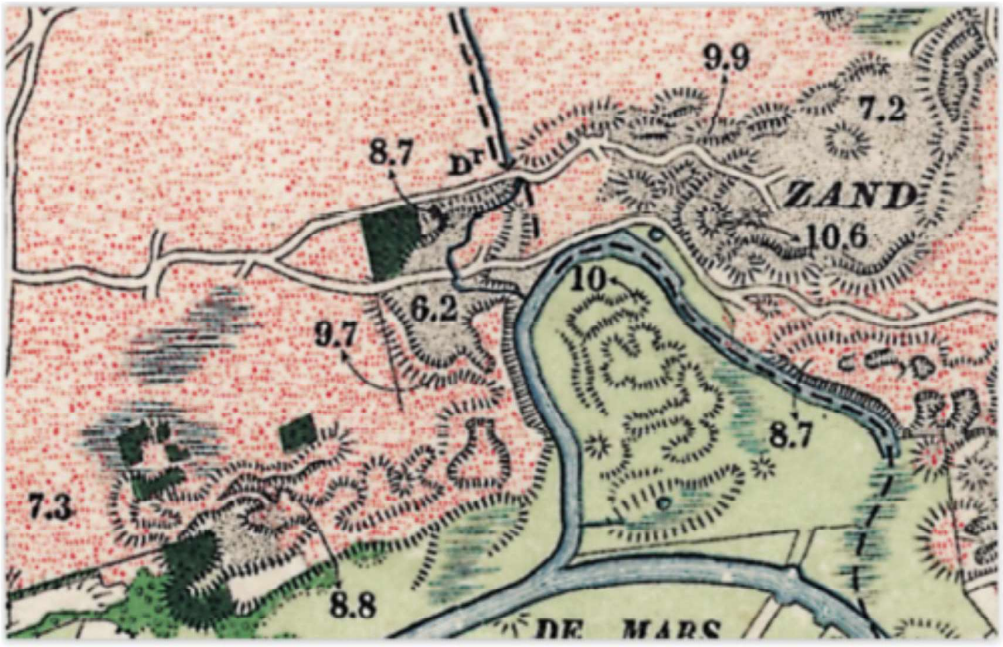


Figuur 2: Topografische kaart Karshoek. De zwarte belijning geeft de begrenzing van het N2000 gebied weer.

3.2. Historische ontwikkeling

KWR heeft de historische ontwikkeling van het gebied Karshoek beschreven aan de hand van topografische kaarten vanaf 1850 tot heden (Jalink, M. en B van Delft, 2017).

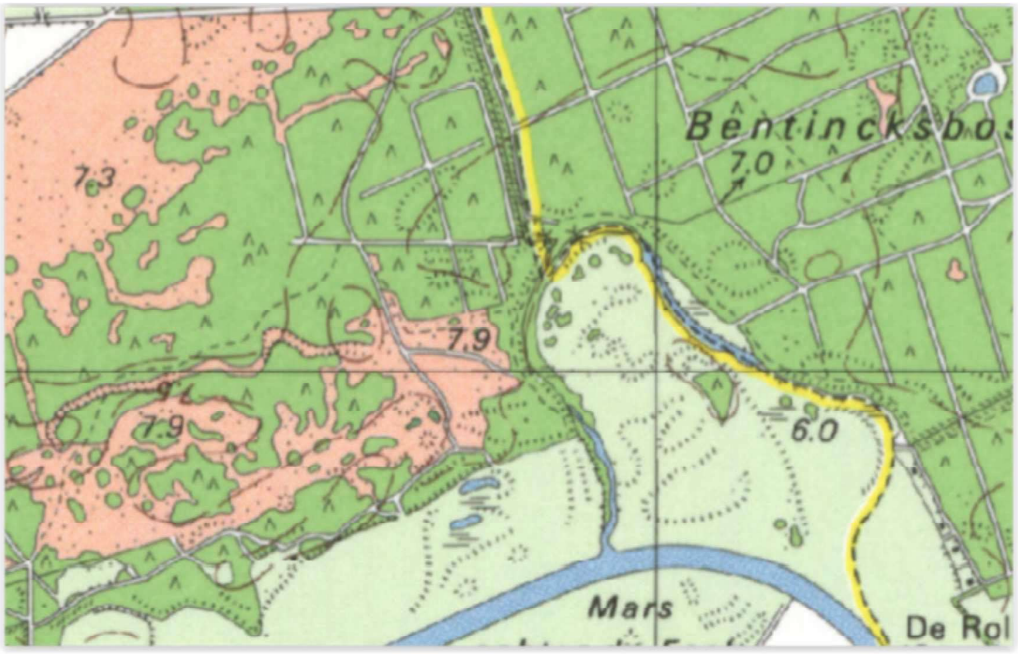
“Rond 1850 volgt de rivier nog de in 1890 reeds verlaten beddingen in de Karshoek en het grasland bij het Stegerense Veld. Bos is beperkt tot enkele bosjes op de rand van het Vechtdal. De topografische kaart van 1906 laat voor het eerst de nieuwe, gekanaliseerde loop van de Vecht zien, waarbij ook de eerdere genoemde beddingen reeds verlaten zijn. De Karshoek wordt vanaf het zuiden ontsloten via een voorde door de rivierbedding. Sindsdien is er aan de rivier en de bijbehorende morfologie niet heel veel veranderd. Wel is de bosontwikkeling en dus ook de vastlegging van het stuifzand te volgen in de opeenvolgende kaartfragmenten. In 1929 is voor het eerst de bebossing van het Diffeler Zand (nu grotendeels Boswachterij Hardenberg) te zien, inclusief een stuk in het westelijk deel dat onder het Landgoed Bentinck valt. In 1973 is het oostelijk deel vrijwel geheel bebost terwijl in het westelijk deel nog vrijwel overal heide is aangegeven. Wel is te zien dat er al groepjes vliegdennen zijn opgeslagen. Dat blijft zo tot de kaart van 1987 waarbij het grootste deel van dit gebied is dichtgelopen met bos met wat open plekken. In de huidige situatie (sinds 2011) zijn alleen de heiden in het noorden en aan de zuidrand, langs de rand van het Vechtdal nog open. Opvallend is dat de vennetjes in het zuidelijk heidegebied alleen op de kaart van 1939 duidelijk zijn aangegeven. In andere jaren zijn hier wel natte plekken aangegeven of helemaal niets. Dit wil niet zeggen dat de vennetjes er toen niet waren, ze zijn mogelijk niet opgenomen op de kaart.”



Figuur 3: Kaart uit 1906. Meanderbocht afgesneden. Nog vrijwel geen bos, buiten meander en uiterwaarden vooral heide en zandverstuivingen.



Figuur 4: Kaart uit 1929. Eerste bosaanplant in het noorden van Karshoek. In het westelijk deel nog vrijwel geheel heide.



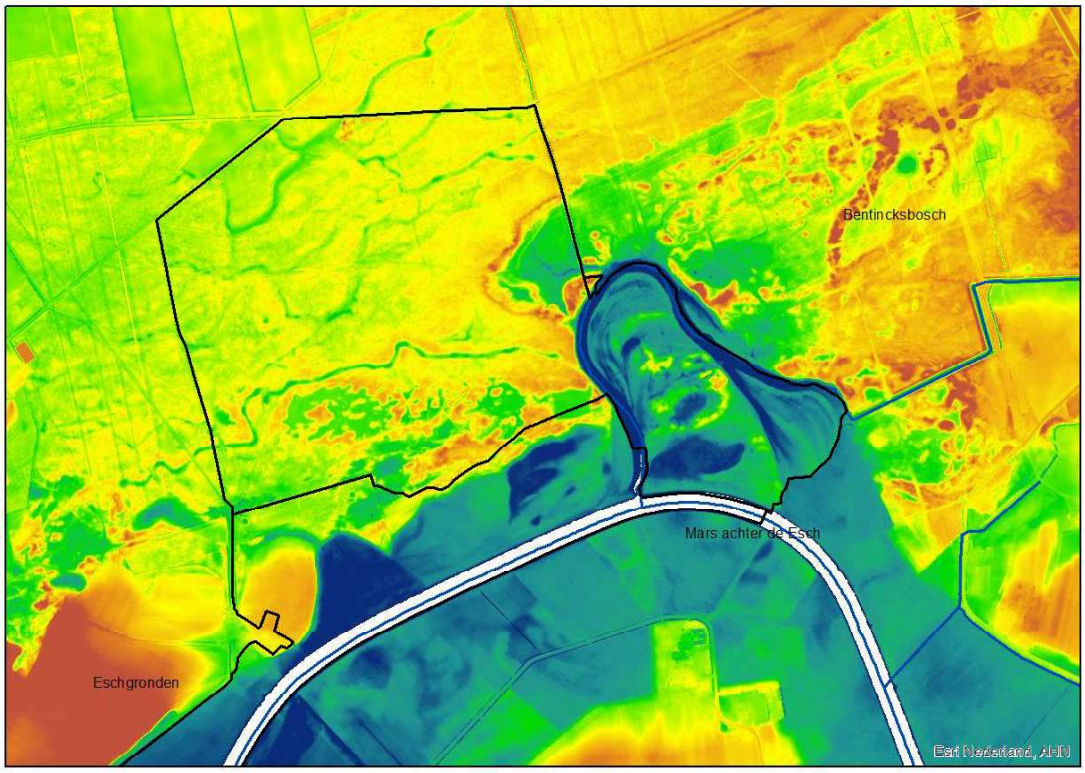
Figuur 5: Kaart uit 1987. Groot deel van de westelijke heide is dichtgelopen met vliegdennen , maar ook nog veel open stukken.

3.3. Hoogteligging

In Figuur 6 is een hoogtekaart opgenomen van de Karshoek. De Karshoek is een oude kronkelwaard waarin een aantal ruggen te herkennen zijn. Centraal is een deel verstoven tot rivierduinen. Het zuidelijk deel van de Karshoek bestaat uit een oeverwal en een rivierkom rondom een oude bedding.

Het reliëf op de hoogtekaart komt overeen met de geomorfologie: “De laagtes van oude beddingen en rivierkommen zijn donkerblauw (ca NAP +5 m), de kronkelwaarden met ruggen en geulen zijn afwisselend lichtblauw en groen (ca NAP +5,5 tot 6,5 m), oeverwallen langs de Vecht en uitgestoven laagtes in de landduincomplexen zijn lichtgroen (ca NAP +6,5 m) en de landduinen zelf geelbruin (ca NAP +7 tot +8 m). Dat geldt ook voor de rivierduintjes in de Karshoek.

Binnen de stuifzandgebieden van Bentincksbosch zijn de stuifzandstructuren goed herkenbaar en binnen de uitgestoven laagten diverse slenkjes waarlangs het gebied afwatert op de meander. Ook in de dichtgegroeide heide van Bentinck zijn allerlei slenkvormige patronen herkenbaar die in grote lijnen van noordoost naar zuidwest lopen en mogelijk ontstaan zijn door oppervlakkige afstroming van water over de heide. De lichtgroen gekleurde laagtes rondom de meander, inclusief de lagere delen van de heide bij Bentinck, behoren mogelijk tot het dalvlakteterras, getuige kleihoudende afzettingen die zijn aangetroffen in boringen” (Jalink, M. en B van Delft, 2017).

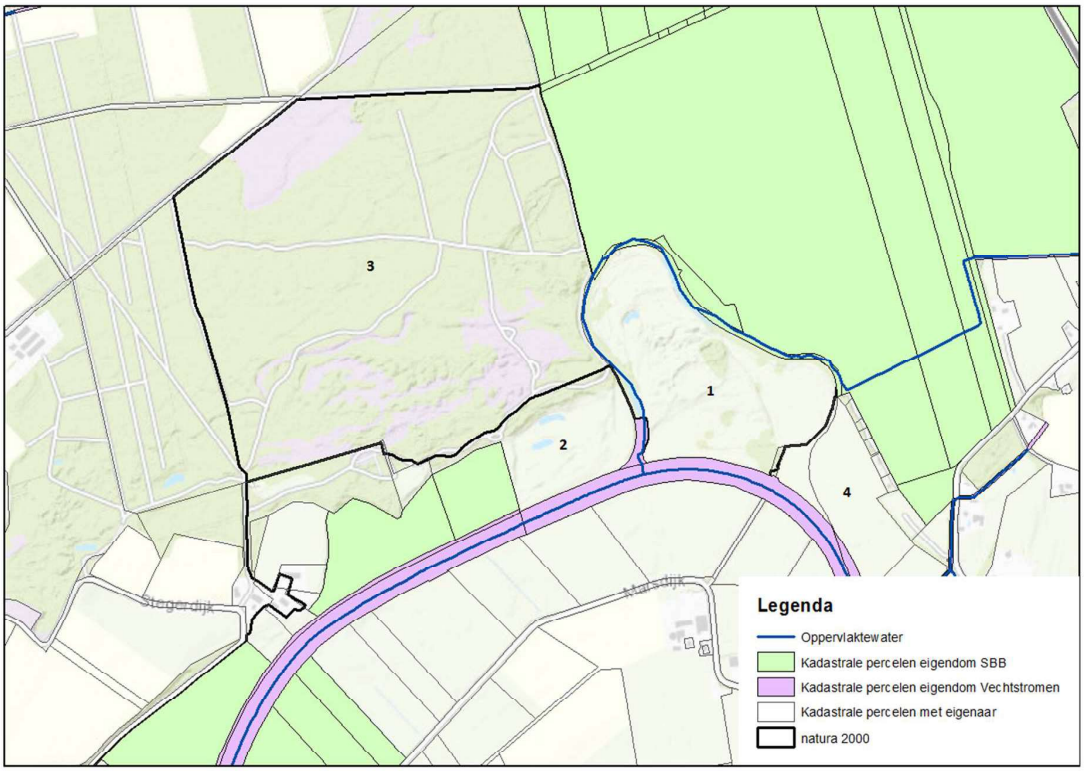


Figuur 6: Hoogtekaart (bron: AHN2)

3.4. Eigendom en beheer

Het bosgebied ten (noord)oosten van de meander is in eigendom van Staatsbosbeheer (Figuur 7). Ook de percelen aan de Vecht aan de westzijde van de meander zijn eigendom van Staatbosbeheer.

De niet-gekleurde gebieden zijn in particulier eigendom. Op perceel 1 vindt al jarenlang beweiding met koeien plaats, het perceel heeft een natuurlijke inrichting. De begaanbare delen van perceel 2 worden bemest en gemaaid sinds lange periode. Dit perceel is daarom voedselrijker dan perceel 1. Het beheer van het particuliere bosperceel 3 is niet bekend, maar zou beheerd zijn conform beheerplan in het kader van de natuurbeschermingswet. Perceel 4 is in de ruilverkaveling geëgaliseerd. In het verleden is dit perceel ook bemest. Sinds enkele jaren is er een overeenkomst met de provincie Overijssel gesloten waarin staat dat het perceel niet meer bemest mag worden. Wel wordt er eens per jaar gemaaid om verruiging tegen te gaan.



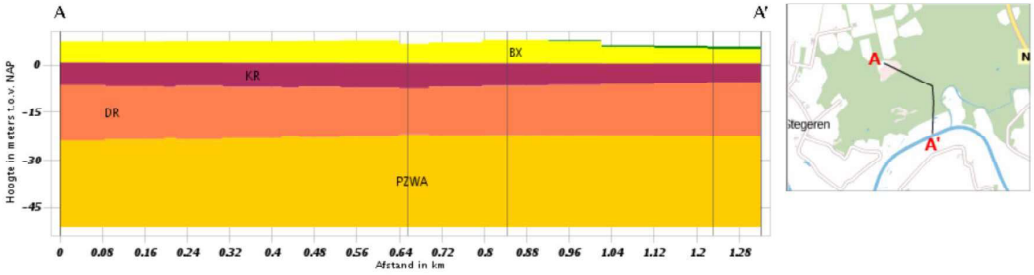
Figuur 7: Eigendomssituatie

3.5. Geohydrologie en bodemopbouw

Geohydrologie

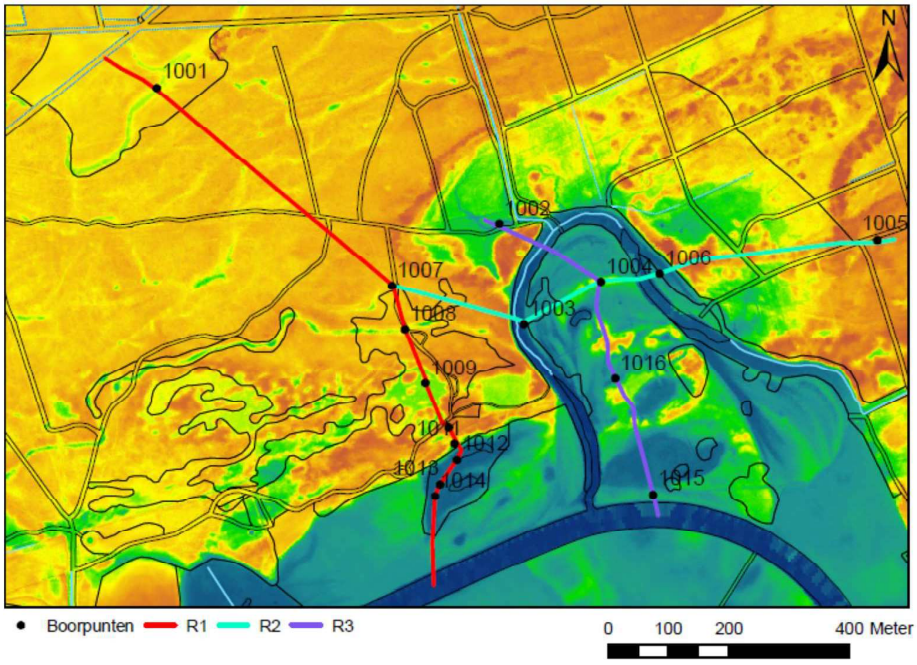
De onderstaande beschrijving van de geohydrologie is overgenomen uit (Jalink, M. en B van Delft, 2017). In Figuur 8 is een geologische dwarsdoorsnede opgenomen van de bovenste 50 meter onder het Stegerense Veld. Volgens dit model bestaat de bovenste 6 tot 10 meter voornamelijk uit afzettingen die tot de Formatie van Boxtel behoren en een dunne laag holocene afzettingen in de nabijheid van de Vecht. De mogelijk beter doorlatende en soms kalkrijke afzettingen van de Formatie van Kreftenheye worden hier volgens het DGM niet aangeboord. Uit de boringen van RHDHV (2017) blijkt dat vrijwel overal in de (ondiepe) ondergrond grof zand wordt aangetroffen dat waarschijnlijk tot deze Formatie gerekend moet worden. In een aantal gevallen zijn daarbij ook schelpresten waargenomen, hetgeen een aanwijzing is dat een deel van deze afzettingen ook kalkhoudend is. De basis van het bovenste watervoerend pakket wordt hier gevormd door de keileem (Formatie van Drente) die tussen NAP -5 en -7 m begint. Naar verwachting zullen grondwaterstromen door de

formaties van Boxtel en Kreftenheye plaatsvinden, met lokale stromingen over leemlagen binnen de Formaties van Kreftenheye en Boxtel.



Figuur 8: Geologische dwarsdoorsnede door Stegerense Veld en de uiterwaarden van de Vecht ten westen van de Karshoek. PZWA = formatie van Peize en Waalre (overwegend grof zand); DR = formatie van Drente (vooral kleileem); KR = formatie van Kreftenheye (overwegen grof zand, kalkloos tot kalkrijk); BX = formatie van Boxtel (zand, fijn en grond, leemarm tot sterk lemig en leem; HL = holocene afzettingen van de vecht (zand en klei). Bron: www.dinoloket.nl

KWR heeft aan de hand van profielbeschrijvingen, boorbeschrijvingen van de peilbuizen en informatie uit de literatuur een drietal transecten opgesteld in Karshoek (Figuur 9). In deze transecten is geologisch-bodemkundige informatie, grondwaterstanden en pH profielen verwerkt. Voor de ingetekende transecten wordt verwezen naar Jalink, M. en B van Delft, 2017.



Figuur 9: Locatie transecten

Op basis van de transecten worden de volgende conclusies getrokken door KWR:

- Het lijkt er op dat de afzettingen van de Formatie van Kreftenheye ondieper beginnen dan in de modellen van DGM en REGIS wordt aangegeven. Vrijwel overal begint binnen enkele meters grof zand dat hier waarschijnlijk bij gerekend moet worden. Dat geldt zeker voor de boringen buiten het Vechtdal. Daarbinnen kan het ook jongere Vechtafzettingen betreffen hoewel dit niet met zekerheid te zeggen is.

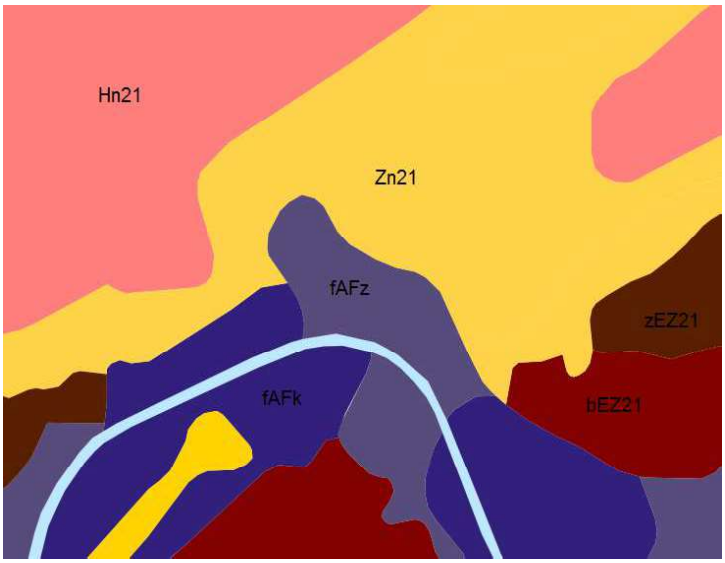
- In de ondergrond zijn bij de boringen vrijwel geen storende lagen aangetroffen. Alleen in boring 1005 werd door RHDHV op 5,3 m diepte een klei/leemlaag aangetroffen, op de overgang naar het grove zand van de Formatie van Kreftenheye, die wellicht tot het Laagpakket van Zutphen van deze formatie behoort. De laag is daar slechts een halve meter dik en de verbreiding is onbekend. Volgens het REGIS model komt deze klei hier niet voor, maar begint wel iets verder naar het noordoosten (Jalink & Van der Toorn 2018).
- Storende lagen in de bovengrond zijn vooral gerelateerd aan klei- en veenafzettingen van de Vecht in lagere delen van de Kronkelwaarden (1012, 1013, 1014, ook lokaal binnen de Karshoek, hier zijn echter geen meetpunten) en in de natte heide ten westen van de Karshoek (1008, 1009). De veenlaag in de natte heide en vennen ten westen van de Karshoek lijkt wat kleiig te zijn. Gezien de hoge ligging ten opzichte van het Vechtdal ligt het niet voor de hand dat dit Holocene afzettingen van de Vecht zijn. Het is mogelijk dat deze laagten verband houden met het dalvlakteterras dat in de geomorfologische kaart is aangegeven in het Bentinckbosch. Het bevindt zich op hetzelfde niveau als dit terras. De uitgestoven laagte te noorden van de meander, waarlangs de Rheezerwaterleiding afwatert op de meander, heeft mogelijk wel onder invloed gestaan van de Vecht. Bij boring 1002 is hier in het stuifzand sterk lemig zand aangetroffen dat kenmerken vertoont van sedimentatie. Deze laagte ligt deels op gelijke hoogte met de kronkelwaard en valt binnen het hoogtebereik waar in de periode waarvoor recente peilgegevens beschikbaar waren 1 keer per 12 jaar inundatie kan plaatsvinden (Jalink et al, 2016). Door Wolfert et al (1996) werden onder de stuifzandrug direct ten noorden van de meander in het oud dekzand lagen venige klei en kleiig veen aangetroffen deze zijn wel ouder en zullen bij het dalvlakteterras horen.
- De dekzand- en stuifzandgebieden buiten het Vechtdal (Bentinckbosch en –heide) liggen duidelijk hoger dan het Vechtdal met de Vecht, de oude meanders, de uiterwaarden en de kronkelwaarden. Omdat er geen storende lagen van betekenis gevonden zijn en de ondergrond grotendeels uit grof zand bestaat is het een infiltratiegebied met overwegend diepe grondwaterstanden. De relatief lagere delen kunnen wel hoge wintergrondwaterstanden hebben. De slenkvormige laagten die in Bentinckbosch en –heide herkenbaar zijn wijzen op een sterke oppervlakkige afvoer van water in het verleden. De putten die plaatselijk in deze slenken gegraven zijn kunnen gediend hebben om het overtollige neerslagwater sneller af te voeren. Ook de Rheezerwaterleiding zal daarin een rol gespeeld hebben. In de natte hei ten westen van de meander wordt zoveel regenwater vastgehouden dat hier plaatselijk vennen ontstaan zijn op de kleiige veenlaag (boring 1008, 1009). Gezien de diepere stijghoogten in de diepe filters is hier duidelijk sprake van stagnatie. In deze positie wijzen de pH-profielen allen op zure infiltratieprofielen (InZ). De pH-profielen komen over het algemeen goed overeen met de referentieprofielen bij de betreffende habitattypen of vegetatietypen.
- In de kronkelwaard van de Karshoek kunnen duidelijke gradiënten herkend worden door het reliëf en daarmee samenhangende variatie in sediment. De ruggen bestaan grotendeels uit leemarm of zwak lemig zand waarin een vorstvaaggrond (Zb32) voorkomt. Deze bodems komen voor in de zone die (op basis van de korte meetreeks die is opgenomen in Jalink et al.,2016) maximaal 3 keer in twaalf jaar inundeert, hetgeen positief is voor de ontwikkeling van stroomdalgraslanden. Plantensoorten hiervan komen ook voor, hoewel de productiviteit van het grasland wat aan de hoge kant lijkt, zeker in laagste delen van deze zone zoals bij 1016 (frequentie 3/12). Het pH-profiel in deze zone is een basenarm infiltratieprofiel (InAa) hetgeen goed past voor het type stroomdalgrasland zoals dat langs de Vecht voor komt. In de hoogste delen van de kronkelwaardruggen, waar de inundatiefrequentie zo laag is dat in de referentieperiode van 12 jaar nooit inundatie is opgetreden, is sprake van een ‘Ondiep

verzuurd basenarm infiltratieprofiel' (InAo) wat voor stroomdalgrasland te zuur is en waar eerder heischraal grasland of zelfs droge heide te verwachten is. Voor een deel betreft dit ook verstoven kronkelwaardruggen (rivierduinen) die zich onderscheiden in een wat sterker reliëf.

- De zones met een hogere overstromingsfrequentie (>3/12) zijn meestal te voedselrijk voor stroomdalgrasland, maar ook niet droog genoeg. Ook komen hier soms kleidekken voor. Door de relatief lage ligging ten opzichte van de ruggen is er wel vaak sprake van lokale kwelstromen waardoor blauwgrasland achtige vegetaties voor kunnen komen. In de lagere delen van de uiterwaard (perceel Bentinck) is duidelijk sprake van kwelinvloed vanuit de hoger gelegen pleistocene gronden. Door het lage peil van de Vecht en de stagnatie van neerslagwater in de voormalige meander en de gegraven poel is de kwelinvloed niet merkbaar in maaiveld. Alle drie de boringen in dit deelgebied (1012, 1013 en 1014) laten een duidelijke neerslaglens (Ro of Rd) zien, bij 1012 zelfs een zuur infiltratie profiel (InZ). Neerslagwater stagneert hier op de kleiige en venige Vechtafzettingen. De hogere oeverwal langs de Vecht is qua hoogte en overstromingsfrequentie wellicht geschikt voor stroomdalgrasland hoewel niet bekend is wat het bodemprofiel is. De meander is grotendeels verland, maar is nog wel watervoerend, waarbij vooral kwelwater vanuit de hogere pleistocene gronden en de kronkelwaard wordt afgevoerd en ontwatering uit de omgeving (Rheezerwaterleiding). Langs de meander komen plaseerdgronden (Wo) met niet gerijpt veen voor en iets hoger op de gradiënt beekeerdgronden (tZg35), deels met kleidek. Deze bodems hebben allen sterke kwelinvloed, wat ook blijkt uit het pH-profiel bij boring 1003. Door het lage peil in de Vecht en de meander komt in het grasland/bosbiesvegetatie bij 1006 de kwel niet meer aan maaiveld (pH-profiel InAo). In de ondergrond is deze kwelinvloed wel aanwezig, hetgeen tot uiting komt in de bosbiesvegetatie, net als in de aangrenzende lagere delen met elzenbroekbos.

Bodemopbouw

De bodem buiten de meander bestaat volgens de 1:50.000 bodemkaart uit veldpodzolgronden (Hn21) op de hogere delen en vlakvaaggronden (Zn21) aan de flanken van het Vechtdal. Ze zijn gelegen in leemarm of zwaklemig fijn zand (zie Figuur 10).



Figuur 10: Bodemkaart 1:50.000 (https://www.pdok.nl/viewer)

De bodem binnen de meander wordt op de 1:50.000 bodemkaart omschreven als een associatie van zandige roodoornige gronden (fAFz). Deze associatie omvat vooral kalkloze, ijzerhoudende vlakvaaggronden al dan niet met een dun kleidek. Het bijvoeglijk naamwoord “roodoornig” is afkomstig uit het Gronings en betekent “rode oer”. Het komt er op neer dat het gemeenschappelijk kenmerk van de bodems bestaat uit een duidelijk zichtbare hoeveelheid geoxideerd ijzer (oftewel roest of oer), zand, en kalkloosheid. De associatie is hier gekarteerd omdat de schaal daarom vroeg; de afwisseling van verschillende bodemtypen is op korte afstand te groot om het op een schaal van 1:50.000 uit te karteren.

3.6. Vegetatie

Recente vegetatiekaarten voor Karshoek zijn niet beschikbaar. Wel is het gebied tijdens het PAS veldbezoek geïnventariseerd in 2018, de resultaten zijn vastgelegd in een kaart. Wel is er een concept-habitattypenkaart, die gebaseerd is op een kartering door Ecogroen (Heinen, M.A. en L. Kruit, 2012). De kartering van Ecogroen meldt over de Karshoek het volgende:

“Toelichting: Deze vlakken liggen het gedeelte binnen de oude Vechtarm. Het bestaat grotendeels uit schraal, droog grasland. Soorten van Stroomdalgraslanden zijn hier nauwelijks gevonden, zodat het Kamgrasweide is genoemd. Aanwezige soorten zijn onder andere Kamgras, Gewoon reukgras, Geel walstro, Knoopkruid en Knolboterbloem. Geel walstro en Knolboterbloem komen sporadisch voor, er is een opname gemaakt. Grotendeels is het grasland niet bijzonder soortenrijk. In het schraalste deel komt Klein timoteegras voor (opname). Het wordt begraasd met rundvee. Verder liggen in deze rivierarm een struweel van Sleedoorn, Hondsroos, Gewone vlier en Bittere wilg, zonder Jeneverbes, een ruigte met Pitrus, een poelachtige situatie met Gele plomp met Aarvederkruid en Moeraswederik en een struweel van voornamelijk Sleedoorn. Ten noorden van de oude Vechtarm ligt een grote groeiplaats met Smalle beukvaren.”

In juli 2017 is door KWR de vegetatie langs een aantal transecten bekeken (Jalink, M. en B van Delft, 2017). Deze meldt in het rapport onder andere het volgende:

“Bij het aflopen van de transecten bleek dat de kenmerkende soorten voor stroomdalgrasland in meer of mindere abundantie in de als zodanig aangeduide vegetatie (hier wordt de habitattypenkaart van de provincie bedoeld) aanwezig zijn. Met name Geel walstro, Zandzegge en Grasklokje vielen op. Verspreid werd ook Steenanjer aangetroffen en op schrale plekken veel Muizenoortje. De overgangen zijn meestal geleidelijk, waarbij de meest schrale delen relatief hoog liggen. Grasklokje kwam over het algemeen tot hoger op de zandruggen voor dan Geel walstro. Mogelijk hangt dit samen met een verschil in buffercapaciteit.

De vegetatie rond peilbuis B22D0953 herbergt naast Geel walstro en Grasklokje (schijn)grassen als Zandzegge, (Kleine) Timotee en Gewoon struisgras. De eveneens als stroomdalgrasland aangegeven vegetatie op de kronkelwaardrug tegen de meander noordelijk van deze peilbuis is fraai ontwikkeld met o.a. veel Steenanjer, Geel walstro en Grasklokje. De vegetatie op de oever bij peilschaal Kh2 is aangegeven als 16Bc01 Kamgrasweide, maar bevat lokaal Kleine bevernel, Tandjesgras, Grasklokje, Zandzegge en vrij veel Geel walstro. Deze locatie kan daarmee eveneens tot de Ass. Van Schapegras en Tijm gerekend worden (en dus kwalificeren voor stroomdalgrasland).

Hoewel de vegetatie op de hoge oever direct langs de Vecht op de vegetatiekaart is aangegeven als 14Bb01b (Ass. Van Schapegras en Tijm, subass. Van Reukgras) lijken de kenmerkende soorten hier te ontbreken en is de vegetatie zeer productief. Even verder van de Vecht komen wel alweer kenmerkende soorten als Geel walstro voor.

Langs de meander komt o.a Elzenbroek (H91E0c Alluviale bossen) voor. Stroomopwaarts komt de Rheezerleiding in de meander uit. Deze doorsnijdt de hogere zandgronden. Vraag is of deze leiding een ongewenste waterkwaliteit aanvoert en of de doorsnijding van de zandrug leidt tot verminderde kwel.

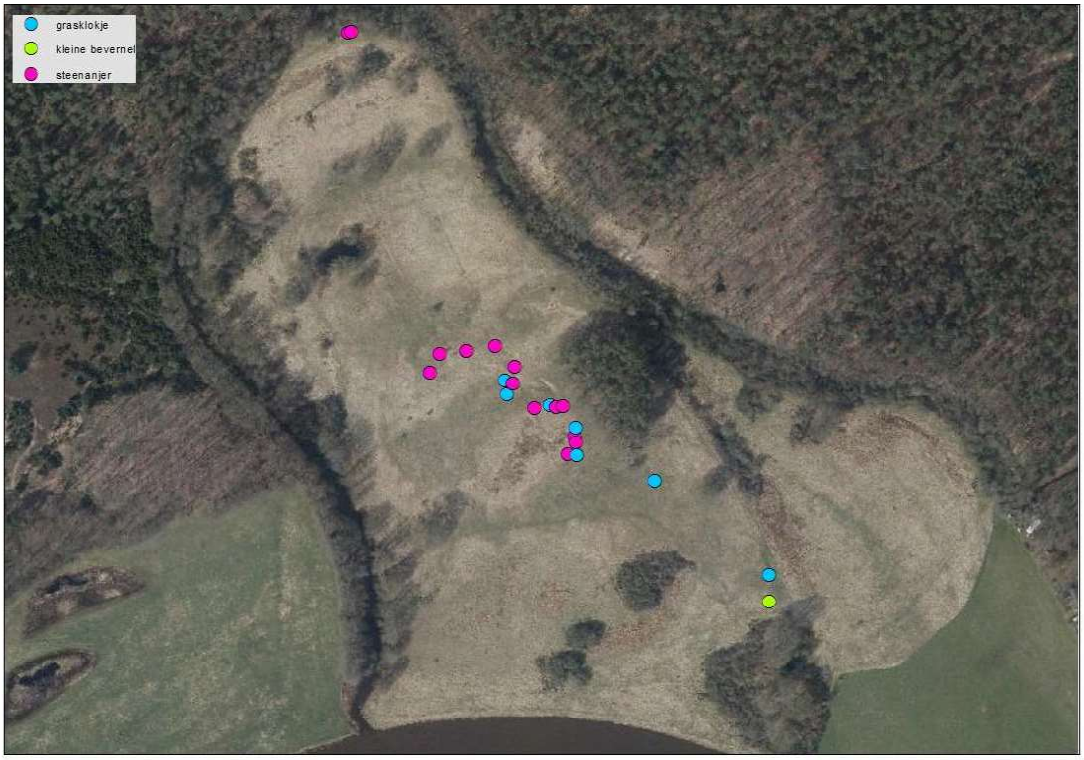
De overgang naar de meander is in juli op drie plekken bekeken. Bij de peilbuis Kh2 aan de oostzijde komen velden met Bosbies voor, wat vaak wijst op toestromend grondwater. De meeste Bosbies groeit op een lage rug tussen de huidige meander en een oude meanderlaagte, onderaan de voet van de hogere gronden. In die laagte komt plaatselijk ook Elzenbroek met Bosbies (en soms Veldrus) voor. Dit deel valt overigens buiten de habitatkaart. De hogere gronden oostelijk van de meander zijn bebost met naaldhout (m.n. dennen). Er is vrij veel reliëf met op de hogere, droge delen dominantie van soorten als Bochtige smele en op de lage veel Pijpenstrootje.

Ten noorden van WVS20 bestaat de vegetatie op de venige meanderbodem uit Elzenbroekbos met in de ondergroei dominantie van Riet, maar ook soorten als Bosbies, Engelwortel, Grote valeriaan en Zwarte bes. De overgang van de kronkelwaardrug met stroomdalgrasland naar het Elzenbroek is stijl (ca 1,5 m) en wordt gedomineerd door ruigteplanten.

In het westelijk deel van de meander bij Kh1 wordt de ondergroei van het Elzenbos gedomineerd door Grote brandnetel. Ook hier komen wel Bosbies en Zwarte bes e.d. in de ondergroei voor. Maar het bos maakt een voedselrijkere indruk dan verder stroomopwaarts. Of dit samenhangt met invloed Vecht dan wel verdrogend veen is vooralsnog onduidelijk.”

In juni en in augustus 2018 is door Staatsbosbeheer en Waterschap Vechtstromen een veldbezoek gebracht om de bovenstaande constateringen te waarderen. Er werd in de stroomdalgraslanden binnen de meander weliswaar veel geel walstro aangetroffen, maar van de kensoorten van het stroomdalgrasland werden op dat moment betrekkelijk weinig individuen aangetroffen. In het noordelijke deel en in een deel in het centrum van de meander werd op 13 plekken steenanjer aangetroffen (Figuur 11). Op slechts enkele plekken kwam grasklokje tot bloei en kleine bevernel werd op één plek waargenomen. Kleine tijm is niet aangetroffen. Deze plekken met kensoorten

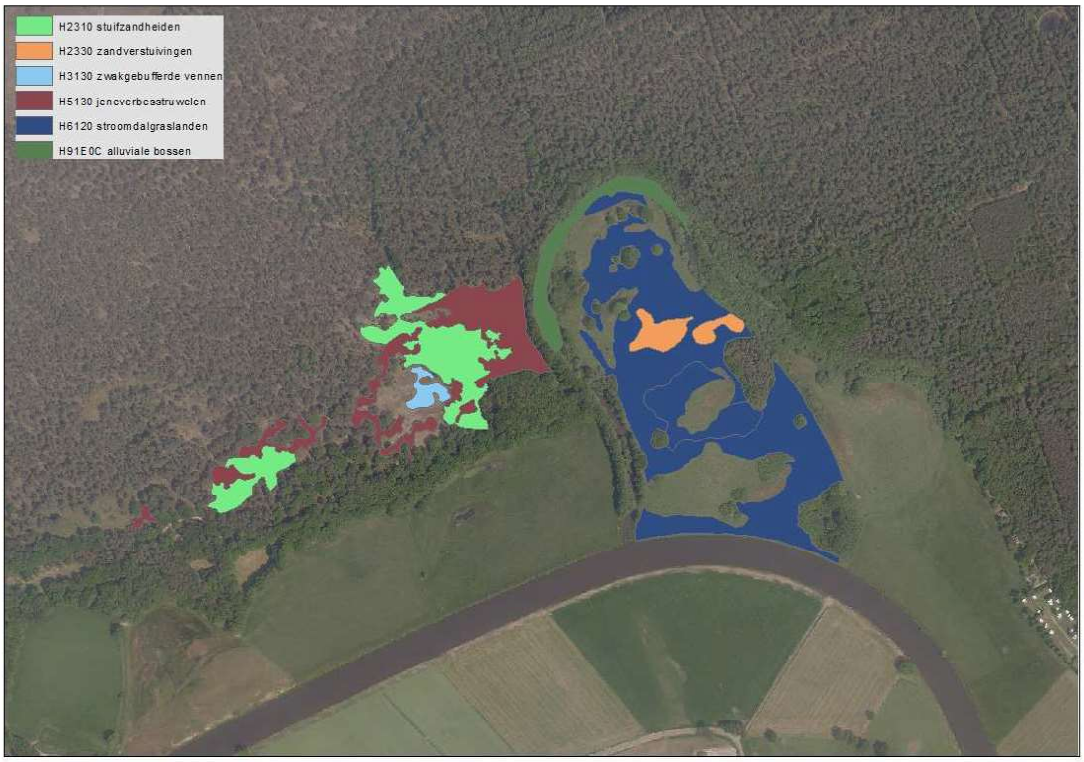
beperkten zich in alle gevallen tot hooguit enkele pollen of exemplaren bij elkaar, maar waren niet vegetatievormend aanwezig. Voor de rest was de bedekking met grassen en of zandzegge hoog en kwamen soorten uit de klasse der vochtige graslanden veel voor. Omdat het westelijk deel binnen de meander niet is bezocht kan hier een onderschatting zijn opgetreden. In 2008 zijn hier twee waarnemingen van steenanjer en zes van grasklokje in de nationale flora en fauna databank (NDFF) opgenomen.



Figuur 11: verspreiding van stroomdalgrasland kensoorten op basis van veldbezoek in juni-augustus 2018.

Habitattypen

De concept habitattypenkaart vermeld binnen de meander als bron P. Bremer van de provincie Overijssel, maar met de opmerking dat het om grenscorrecties zou gaan. Op deze kaart staat een groot oppervlakte stroomdalgrasland H6120 en een kleiner deel zandverstuivingen H2330. Het deel dat als alluviaal bos H91E0c is aangegeven is eveneens vrij klein. Op basis van de veldbezoeken zijn er wat vraagtekens te zetten bij de actualiteit en juistheid van de habitatkaart.



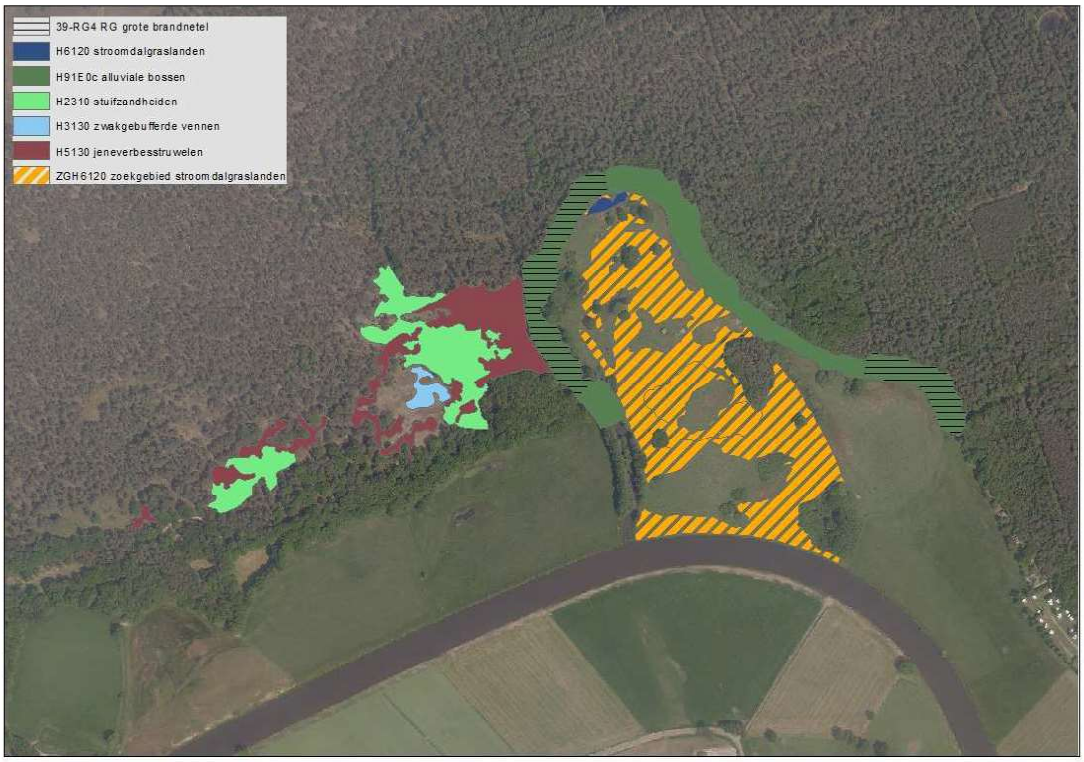
Figuur 12: Concept habitattypekaart 2018

In de loop van 2018 zijn een aantal veldbezoeken gemaakt waarbij een grove controle van de habitatkaart is uitgevoerd (Figuur 14).

Daaruit bleek het oppervlak met stroomdalgrasland, als de associatie van Schapengras en Tijm, zich beperkt tot een klein stukje tegen de oude meander aan, in het noorden van het gebied. Hoewel in de rest van het binnen de meander gelegen deel betrekkelijk veel Geel walstro voorkomt, kan dit mogelijk niet gekwalificeerd worden als de associatie van schapegras en tijm of als de rompgemeenschap van Geel walstro en Fijn schapegras (SBB RG14D-d) omdat de bedekking met Fijn schapegras zeer gering is en de bijbehorende twee kenmerkende soorten grotendeels ontbreken. Daarom kwalificeert dit gebied naar ons oordeel niet als habitattype. Omdat Jalink in zijn transectenbeschrijving (Jalink et al, 2017) een andere conclusie trekt kan er geen definitief oordeel over de verspreiding van dit habitattype geveld worden. Om die reden is het door de provincie aangegeven areaal stroomdalgrasland nu door ons aangegeven als zoekgebied stroomdalgrasland. Een nieuwe vegetatiekartering kan uitsluitsel geven. Opgemerkt wordt dat 2017 een zeer droge winter en voorjaar hadden, waardoor ook in de betere stroomdalgraslanden zoals het Junner Koeland de kenmerkende soorten uitbundig bloeiden.



Figuur 13: Steenanjer in Karshoek. Foto genomen tijdens PAS veldbezoek op 4-7-2018 door Rene Verhagen, Bosgroepen..



Figuur 14: Concept habitattypekaart LESA. De habitattypen buiten de oude meander (stuifzandheiden, jeneverbesstruwelen en zwakgebufferde vennen) zijn niet aangepast tov de kaart van de provincie.

Het habitattype stuifzanden H2330 komt naar ons oordeel in het geheel niet voor omdat geen sprake is van zandverstuivingen in het gebied. Het open zand dat aanwezig is, is ontstaan door graverij van runderen, die het terrein begrazen.

Het habitattype alluviale bossen bezet een groter deel dan op kaart van de provincie aangegeven. Op de habitattypekaart wordt vermeld dat een groot deel bestaat uit wilgenbroekbos. Als je alleen langs de binnenkant van de meander loopt lijkt dat ook zo te zijn, omdat daar vooral wilg staat. Bij diepere betreding lijkt een aanwijzing als Elzenbroek beter te passen. De transgrediërende kensoorten van de klasse, Gele lis, Wolfspoot en Riet geven daarover geen uitsluitsel, maar de klassieke soorten van het elzenbroek Bitterzoet, Melkeppe, Pluimzegge en Hoge cyperzegge, in combinatie met een dominantie van Zwarte els in de boomlaag, doen dat wel. Er zijn grofweg twee vegetaties te onderscheiden. Dat zijn het Elzenzegge-elzenbroek dat negatief gekenmerkt wordt door het ontbreken van Elzenzegge, maar nauwelijks aanwezigheid kent van storingssoorten als Grote brandnetel en wel veel differentiërende associatiesoorten herbergt. De andere vegetatie bevat in de ondergroei betrekkelijk veel Grote brandnetel en de associatie-differentiërende soorten ontbreken grotendeels. Deze vegetatie wordt geïnterpreteerd als de rompgemeenschap van Grote brandnetel van het Elzenbroekbos. De vegetatie is verruigd door eutrofiëring. In het oostelijk deel is de oorzaak waarschijnlijk indringing van vervuild oppervlaktewater vanuit de Rheezerwaterleiding (zie § 5.1 waterkwaliteit). In het noordwestelijke deel is de oorzaak waarschijnlijk gelegen in verdroging gevolgd door mineralisatie (zie § 5.3 hydrologie). Op een enkele plaats komt op een iets hoger gelegen deel van het voormalige rivierdal langs de oude meander een bosbiesvegetatie voor, deze is niet op kaart aangegeven. Bosbies komt overigens verspreid in de oude meander, maar dan in lage bedekking ook wel voor. Bosbies is een soort die op iets drogere standplaatsen dan het alluviale bos

optimaal tot ontwikkeling komt. De plek met Bosbies geeft mogelijk de ligging van een voormalige Vechtbodem aan, getuige de bodem beschrijving (Jalink et al, 2017). Dat zou inhouden dat de meanderbodem hier circa 1,5 meter lager ligt dan de oorspronkelijke Vechtbodem.



Figuur 15: Westelijke meander. Foto genomen tijdens PAS veldbezoek op 4-7-2018 door Rene Verhagen, Bosgroepen.

In het habitattype zwak gebufferde vennen is een vegetatie aangetroffen met onder andere Veelstengelige waterbies en bruine snavelbies. Het voorkomen is vastgesteld maar niet opnieuw gekarteerd. Dat geldt ook voor de habitattypen stuifzandheiden en jeneverbesstruwelen.

Samengevat

Er zijn wat vragen ontstaan over de juistheid van de habitattypenkaart van de provincie omdat de gekarteerde vegetatietypen (Heinen, M.A. en L. Kruit, 2012) niet overeenkomen met de habitattypenkaart. KWR (Jalink et al 2017) komen echter tot de conclusie dat de

stroomdalgraslanden wél voorkomen. Tijdens de veldbezoeken in het kader van deze LESA kon dat beeld niet bevestigd worden. Om die reden is een nieuwe ‘concept habitattypenkaart’ opgesteld. Een nieuwe kartering kan uitsluitsel bieden.

Een groot deel van de binnen de meander gelegen vegetatie is productief, met hier en daar schralere plekken die tot stroomdalgrasland gerekend kunnen worden. In overige hoger gelegen delen is veel geel walstro aanwezig, maar die wordt slechts incidenteel door kensoorten van stroomdalgraslanden begeleidt. Vaker zijn productieve grassen de begeleidende soorten. De hoogste delen zijn zuur, met een dominantie van zandzegge. Deze kunnen niet tot het habitattype stuifzanden gerekend worden.

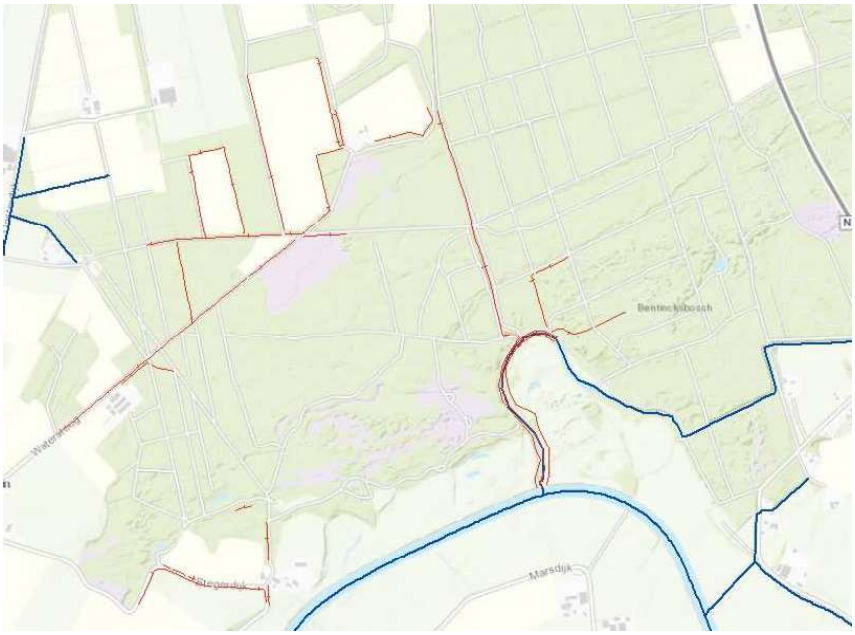
De oude meander zelf bestaat voor het grootste deel uit het habitattype alluviale bossen en heeft een grotere omvang dan op de habitattypekaart is aangegeven.

Buiten de meander zijn de op de habitattypenkaart vermelde habitattypen aangetroffen op de locaties waar ze zijn aangegeven. De aangegeven arealen zijn niet opnieuw gekarteerd.

4. Methode

4.1. Hoogteligging

Door waterschap Vechtstromen is eind 2016 een extra waterpassing gedaan van de hoogteligging van greppels en sloten ten noorden van Karshoek. Ook is een extra waterpassing gedaan van het lengteprofiel in de meander (Figuur 16). Daarnaast is gebruikt gemaakt van de bestaande dwarsprofielen van de meander en de Rheerzerwatergang uit 2014 en het hoogtebestand AHN2.



Figuur 16: Locaties van extra waterpassing in 2016 (rode lijnen)

4.2. Waterkwaliteit

Op 30 maart 2018 zijn op drie plekken (Figuur 17) watermonsters genomen om de kwaliteit van het oppervlaktewater in de meander te bepalen. Tevens zijn op dezelfde plekken in de meander op een diepte van 40 en 80 cm twee grondwatermonsters verzameld. De oppervlaktewatermonsters zijn conform het monsternameprotocol van het huis-laboratorium van het waterschap Aqualysis genomen, hetgeen inhoud dat de uitslagen voldoen aan de verschillende van toepassing zijnde NEN-normen. De grondwatermonsters zijn genomen door een keramische cup in de bodem in te brengen en via een vacuümextractie het grondwater ter plaatse van de keramische cup te verzamelen voor analyse. Deze methode wordt veelvuldig gebruikt door onderzoeksbureau B-ware.

Helaas zijn er in de communicatie tussen de monsternemers en het laboratorium wat fouten geslopen. Hierdoor zijn de diepste grondwatermonsters in het Lab nogmaals (onnodig omdat met een keramische cup was gemonsterd) gefiltreerd en is niet de gehele gevraagde set aan analyses toegepast. Daardoor ontbraken de concentraties van Chloride en Sulfaat en de nutriënten N en P.



Figuur 17: Locaties waar watermonsters genomen zijn.

4.3. Bodemchemie

Voor het bodemchemisch onderzoek zijn op 12 locaties (Figuur 18) bodemmonsters verzameld. De locaties zijn geselecteerd op basis van de hoogteverschillen in het landschap en variatie in het bodemtype. Op 29 januari 2018 zijn deze 12 locaties bemonsterd. De boringen (tot 150 cm onder maaiveld) werden verricht met een Edelmanboor en de exacte boorlocaties werden ingemeten met een GPS. Het bodemprofiel werd beschreven conform NEN 5104 door boormeester Jan Vermeer van het Veldwerkbureau. Tevens werd de actuele grondwaterstand genoteerd en indien waarneembaar in het profiel ook de GHG en GLG (zie rapportage B-ware in bijlage 1).

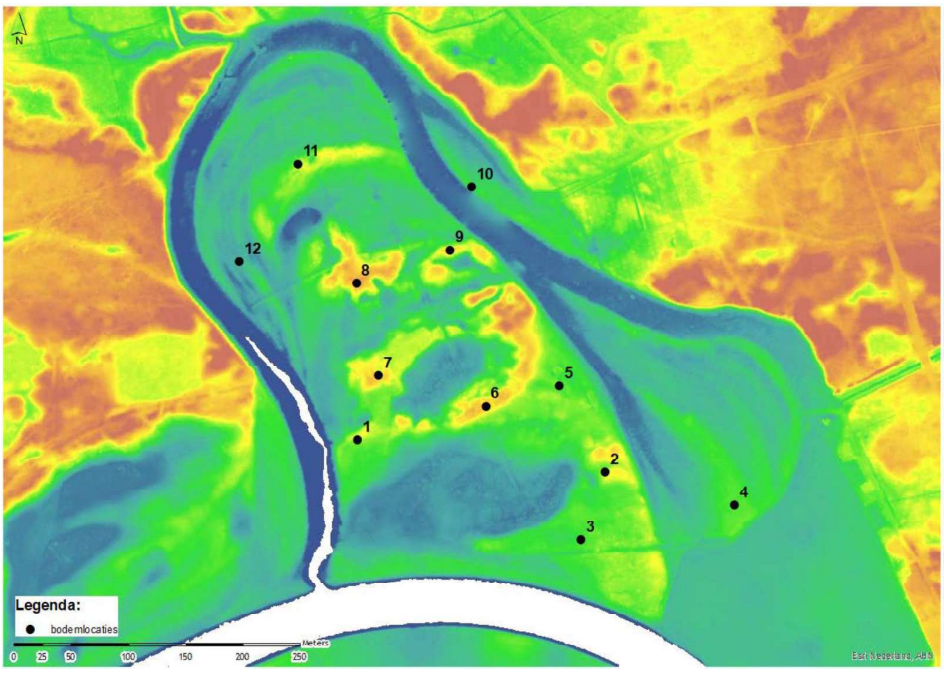
Op iedere locatie zijn op 3 of 4 diepten bodemmonsters verzameld, waarbij de volgende dieptes zijn bemonsterd:

- 0-10 cm-mv
- 10-20 cm-mv
- 20-30 cm-mv
- 30-40 cm-mv

Op locatie 3 werd van deze bemonsteringsstrategie afgeweken op basis van het aangetroffen bodemprofiel. De verzamelde bodemmonsters werden in afgesloten potten of zakken vervoerd naar het lab en bewaard bij 4°C tot verdere verwerking. In totaal werden 40 bodemmonsters verzameld en geanalyseerd op de volgende parameters:

- Vochtpercentage, organische-stofconcentratie en bodemdichtheid

- Plant beschikbaar-P (Olsen extractie)
- Water- en zout extractie
- Basenverzadiging / buffercapaciteit (strontiumextractie)
- Totaal-P, -Ca, -Fe, -S, -Mg, -Al, -K Bodemdestructie



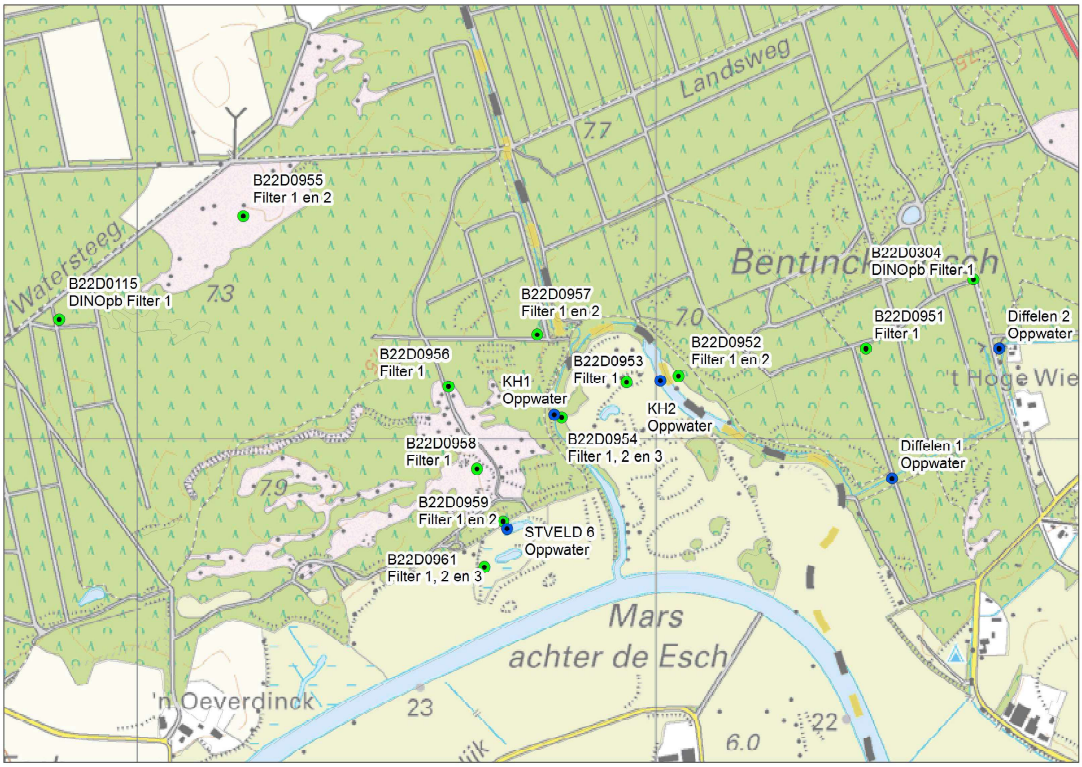
Figuur 18: Monsterpunten B-ware bodemonderzoek

4.4. Hydrologie

Peilbuizen

Sinds maart 2017 wordt op diverse locaties in Karshoek de oppervlaktewaterstanden en grondwaterstanden gemeten (Figuur 19). De meetreeksen bevatten data van eind maart 2017 tot de uitlezing in begin april 2018. De peilbuizen zijn tot een maximale diepte van zeven meter geplaatst. Vijf locaties waren voorzien van 1 filter, drie locaties van 2 filters en 2 locaties van drie filters. De boorprofielen van de peilbuizen zijn toegevoegd in bijlage 2.

De meetpunten worden in deze LESA gebruikt om de huidige grondwatersituatie zo goed mogelijk te kwantificeren. Dit gaat in eerste instantie om het bepalen van de GLG, GVG en GHG, waarmee vervolgens een doelgat bepaald kan worden. In tweede instantie dient ook vastgesteld te worden wat de invloed van de Vecht en de Rheezerwaterleiding op het grondwaterregime is. Hiervoor is gebruik gemaakt van tijdreeksanalyse.



Figuur 19: Meetlocaties in en rondom Karshoek

Tijdreeksanalyse

Aangezien de meeste reeksen maar 1 jaar data bevatten, vereist het schatten van een tijdreeksmodel en het daarmee verlengen van de meetreeks t.b.v. de GXG een zorgvuldige benadering, waarbij het tijdreeksmodel zorgvuldig getoetst dient te worden op plausibiliteit.

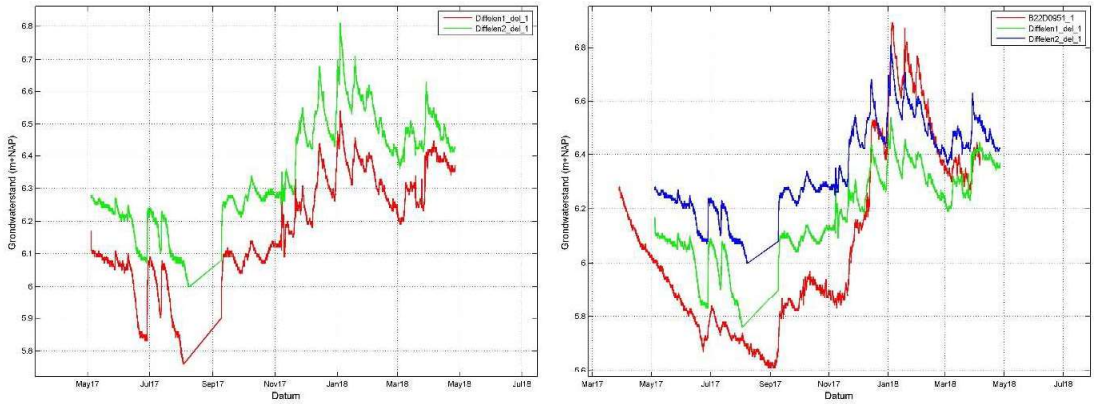
In de tijdsreeksmodellen worden neerslag- en verdampingsreeksen als verklarende input gebruikt. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van de neerslagdata van station Rheezerveen en verdampingsdata van station Hoogeveen. Daarnaast kan gebruik gemaakt worden van de beschikbare oppervlaktewatermeetpunten om te bepalen wat de invloed van de Vecht en de Rheezerwaterleiding is:

- Oppervlaktewatermeetpunt in de Vecht bij Ommen (14/10/2001 – 06/04/2018);
- Tweetal oppervlaktewatermeetpunten (KH1 en KH12) in de Vechtarm bij Karshoek (31/03/2017 – 05/04/2018);
- Tweetal oppervlaktewatermeetpunten (Diffelen1 en Diffelen2) in de Rheezerwaterleiding (14/05/2017 – 26/04/2018).

Omdat er veel opties zijn voor de verklarende input dient er zorgvuldig afgewogen te worden welke data gebruikt wordt als input en welke niet. Zeker omdat de grondwaterreeksen kort zijn, is het niet zinvol/mogelijk om veel verklarende factoren te gebruiken. Daarnaast zijn deze factoren ook nog eens in min of meerdere mate gecorreleerd.

De oppervlaktewatermeetpunten in de Rheezerwaterleiding zijn weergegeven in Figuur 20 (links). Diffelen2 ligt stroomopwaarts van Diffelen1. Het peil in de Rheezerwaterleiding wordt beïnvloed door netto neerslag (zowel direct als vanuit het achterland), maar voor de huidige reeks kan geen bevredigend tijdreeksmodel worden afgeleid. De relatie met neerslag zal naar verwachting niet-

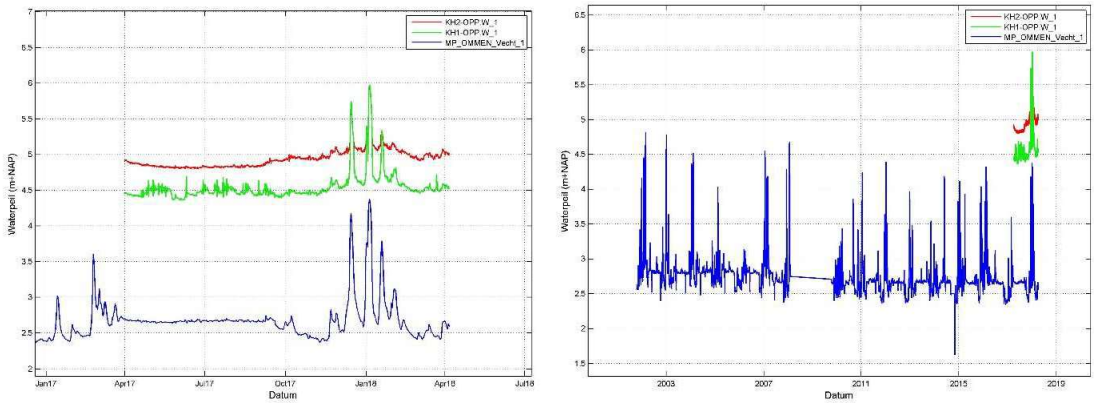
lineair zijn. Daarnaast wordt het peil ook beïnvloed door het peil bij het uitstroompunt in de Vechtarm.



Figuur 20: Waterpeil meetpunten Rheezerwaterleiding (links); en vergelijking van waterpeil met grondwaterstand in naastliggende (paar 100 meter afstand) peilbuis B22D0951 (rechts)

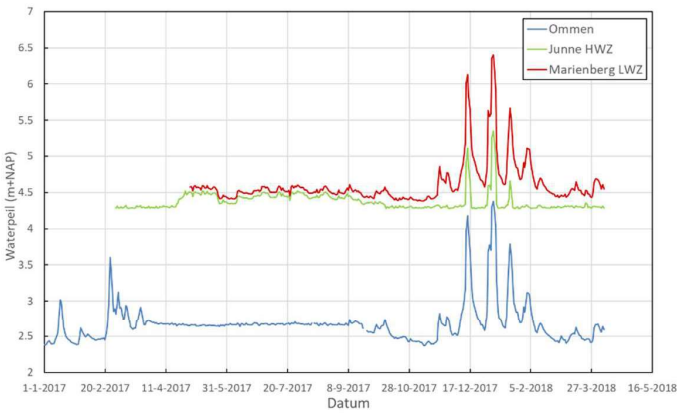
Aangezien de neerslag, verdamping en het Vechtpeil de dominante verklarende factoren zijn en de meetreeksen beperkte lengte hebben, is het niet realistisch en verantwoord om het peil in de Rheezerwaterleiding als vierde verklarende factor mee te nemen. Sowieso zijn de meetreeksen niet geschikt om de grondwaterreeksen te verlengen, omdat ze dezelfde meetperiode omvatten.

Er is daarom gekozen om het Vechtpeil bij Ommen als verklarende factor te gebruiken in het tijdreeksmodel. Dit heeft als zeer groot voordeel dat deze reeks veel langer is dan de overige meetpunten en daardoor geschikt om grondwaterreeksen te verlengen. Dit is niet mogelijk met de meetpunten KH1 en KH2 in de Vechtarm. Het gebruik van KH1 en KH2 zal daarom alleen zinvol zijn voor meetpunten die vlakbij de Vechtarm liggen en hierdoor onder directe invloed van dit peil staan.



Figuur 21: Waterpeil meetpunten Vecht (Ommen) en Vechtarm (KH1 en KH2); links 2017-2018; rechts 2001-2018

Junne ligt stroomafwaarts van Karshoek, Mariënberg stroomopwaarts. De gemeten peilen zijn weergegeven in Figuur 21. Het peil bij Junne en Mariënberg ligt hoger dan bij Ommen. Mariënberg heeft een vergelijkbare dynamiek als bij Ommen, bij Junne is de dynamiek afgevlakt door de nabijheid van de stuw. Gezien de iets sterkere dynamiek bij Junne, is de verwachting dat – als gevolg van het gebruik van de peilen bij Ommen in plaats van Junne – de sterkte van de respons op de Vecht iets wordt overschat. Aangezien het zomerpeil wel gelijk is, zal de fout die hierdoor optreedt mogelijk worden gecompenseerd door de respons op neerslag en verdamping. De verwachting echter is dat dit niet tot grote afwijkingen in de GXG schattingen gaat leiden.



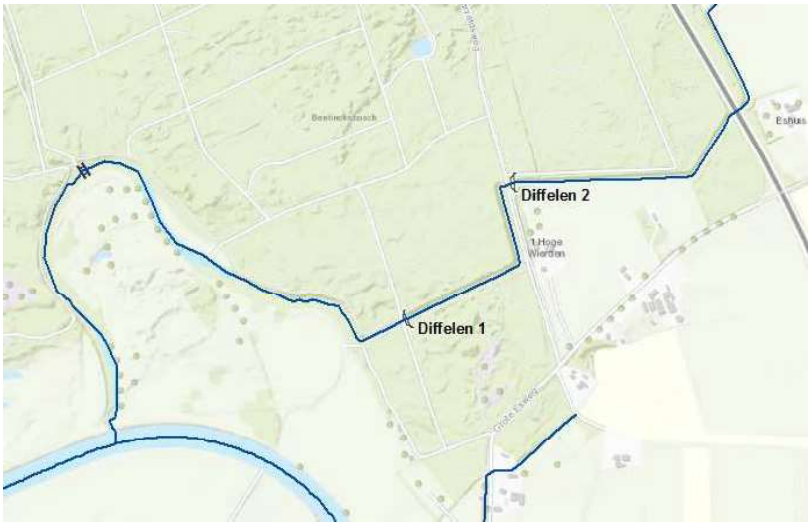
Figuur 22: Vergelijking Vechtpeil bij Ommen met peil bij Junne en Mariënberg

Om tot een zorgvuldige interpretatie van de analyses te komen, zijn alle grondwatermeetpunten een voor een geanalyseerd en beoordeeld. Hierbij is getracht om aan de hand van de modelparameters en -statistieken een indicatie te geven van de betrouwbaarheid en plausibiliteit van de resultaten. De uitkomsten hiervan zijn beschreven in bijlage 3 en in paragraaf 5.3.

Afvoermetingen

In de periode mei 2017 tot april 2018 zijn op een tweetal locaties afvoermetingen verricht. Doel van de afvoermetingen is het kwantificeren van de aanvoer vanuit de Rheezerwaterleiding naar de meander. De meetlocaties zijn weergegeven in Figuur 23.

De afvoeren zijn gemeten door het plaatsen van een tweetal metalen schotten met daarin een V-overlaat met een vast Q/h relatie. Door het meten van de bovenwaterstand kan het debiet over de overlaat worden berekend. De bovenwaterstand is gemeten met behulp van een drukopnemer die elk kwartier de waterstand heeft gemeten.



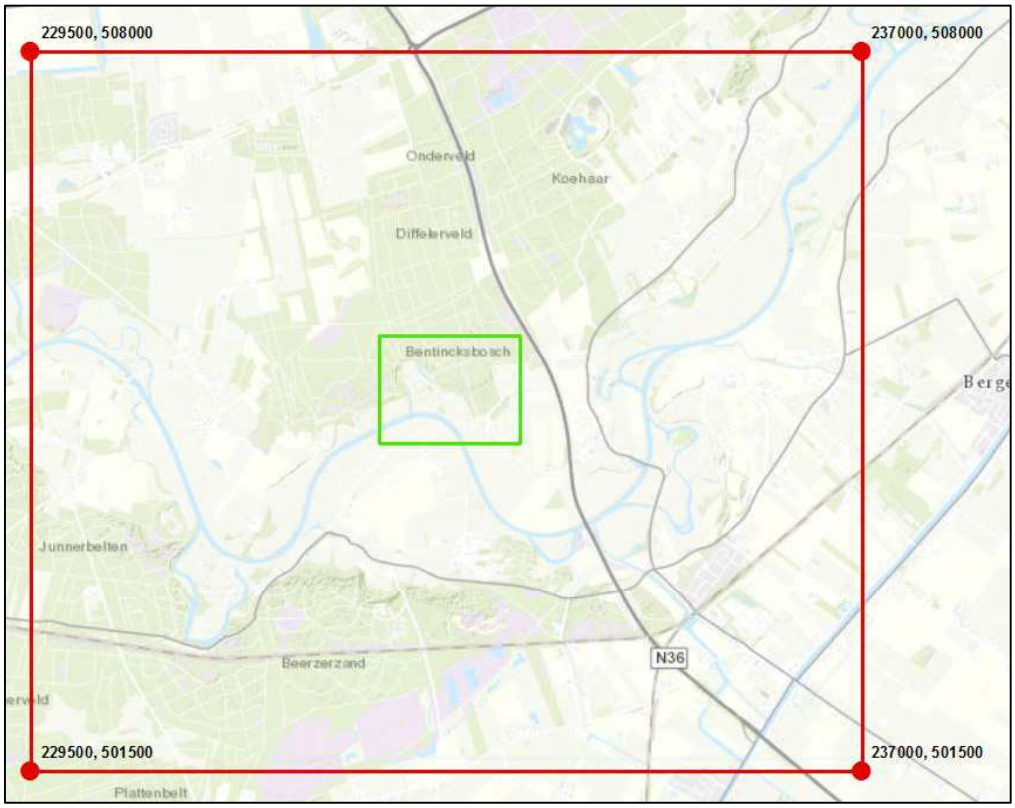
Figuur 23: Locaties afvoermetingen

4.5. Grondwatermodel

Er is gebruik gemaakt van een uitsnede uit het Vechtmodel om een vlakdekkend beeld van de grondwater en kwelsituatie te verkrijgen en voor het in beeld brengen van de effecten van maatregelen.

Het Vechtmodel betreft een verbeterd MIPWA 2.0 model wat is aangepast voor de berekeningen in het kader van de Vecht. Tauw heeft in 2015 dit model opgezet, de verbeteringen hadden voornamelijk betrekking op de schematisatie van de ondergrond en het oppervlaktewatersysteem. Na het verbeteren van de modelinvoer is het gehele Vechtmodel gekalibreerd en opgeleverd als “het Vechtmodel”. In de periode erna zijn nog een aantal verbeteringen doorgevoerd in dit model (o.a. detailontwatering, onttrekkingen, schematisatie van de Vecht).

De uitsnede uit het Vechtmodel is in Figuur 24 in het rood weergegeven. Het globale onderzoeksgebied, Karshoek, is middels een groen kader weergegeven.



Figuur 24: Uitsnede Vechtmodel

De rekenperiode van het model is verlengd zodat de meetperiode van de peilbuizen ook gesimuleerd wordt. Het oorspronkelijke Vechtmodel kende een rekenperiode van 1971 tot 2004, het nieuwe deelmodel rekent vanaf 1 januari 2000 tot 31 maart 2018. Resultaten vanaf 1 januari 2009 tot en met 31 maart 2018 zijn gebruikt voor de modelvalidatie.

Meteodata

Om te kunnen rekenen met een verlengd model zijn de tijdsafhankelijke parameters ook verlengd. Zo zijn de ontbrekende meteodata (vlakdekkende KNMI neerslag- en verdampingsgegevens) verwerkt tot brondata voor het grondwatermodel.

Onttrekkingen

Om de grondwateronttrekkingen in het model te kunnen verlengen zijn de onttrekkingsgegevens na 2004 geïnventariseerd Hiervoor is gebruik gemaakt van een uittreksel van het LGR (uittreksel tot en met 2015). Binnen de begrenzing van het Vechtmodel zijn in het LGR 11 onttrekkingen opgenomen die niet in het model aanwezig zijn.

- Acht van deze onttrekkingen zijn WKO's, dit houdt in dat het onttrokken water ook wordt geïnfiltreerd. Netto levert dit geen verandering van de grondwaterstand op en zijn dus niet relevant voor het grondwatermodel.
- Eén onttrekking bevat geen debietgegevens, dit betreft een retourbemaling ten behoeve van de nieuwbouw gemeentehuis Hardenberg. De bouw van het gemeentehuis is afgerond, verwacht wordt dat deze retourbemaling niet meer actief is, derhalve zijn deze gegevens niet relevant voor het grondwatermodel.
- Eén onttrekking is gestopt in 2003, deze onttrekking vormt daarom geen aanvulling op het model vanaf 2004.
- Eén onttrekking is gestopt in 2007, dit betreft een zeer kleine onttrekking (max 600m^3 per jaar), van deze onttrekking zijn geen aanvullende gegevens als filterdiepte etc. bekend. Daarnaast ligt deze onttrekking op grote afstand van het interessegebied Karshoek-Stegeren. Vanwege het beperkte onttrekkingsdebiet, het ontbreken van aanvullende gegevens en de grote afstand tot het interessegebied wordt deze onttrekking niet aanvullend ingevoerd in het grondwatermodel.

Bovenstaande geeft geen aanleiding om de onttrekkingen in het model na 2004 te veranderen, derhalve zijn de onttrekking van 2004 gebruikt voor de opeenvolgende jaren.

Inspeeltijd

Als genoemd kende het oorspronkelijke Vechtmodel een rekenperiode van 1971 tot 2004 waarbij resultaten worden uitgevoerd vanaf 1994 tot 2004. De periode vanaf 1971 tot 1994 wordt gebruikt om metaSWAP de grondwateraanvulling bij diep wegzakkende grondwaterstanden correct te modelleren (inspeeltijd). Het is niet duidelijk of deze lange inspeeltijd noodzakelijk is voor het deelgebied Karshoek-Stegeren. Onderzoek heeft uitgewezen dat het verschil binnen het deelmodel met een rekentijd van 1971 tot 2018 en 2000 tot 2018 maximaal 0,002 m bedraagt. Hierbij is het verschil bepaald tussen de GxG's van beide modellen over de periode 2008-2018 voor alle modellagen. Vanwege het minimale verschil is een korte inspeeltijd van ca. 10 jaar voldoende het deelmodel Karshoek-Stegeren.

Invoercontrole

Nadat de tijdsafhankelijke parameters zijn ingevoerd en de inspeeltijd van het deelmodel is vastgesteld is aanvullend een vergelijk gemaakt tussen het deelmodel en de bodemkaart, aanvullende boorgegevens, landgebruikskaart, top10 watergangen uit MIPWA 3.0. Dit vergelijk heeft geen aanleiding gegeven om de invoergegevens te wijzigen/aan te vullen.

Modelprestatie

Om de modelprestaties in beeld te kunnen brengen zijn meetgegevens benodigd. Deze meetgegevens zijn in het afgelopen jaar op diverse locaties in het veld verzameld middels automatische drukopnemers. De GxG's van de peilbuizen zijn bepaald aan de hand van de tijdreeksanalyse (zie paragraaf 5.3). De GxG's van het model zijn bepaald over de periode 14 april 2008 tot 28 maart 2018. Het verschil tussen de berekende en gemeten GxG's is in een tabel opgenomen in bijlage 4.

Tabel 1 geeft de gemiddelde afwijking en de gemiddelde absolute afwijking weer ten opzichte van de metingen en de berekeningen. Hierin is een modelafwijking geaccepteerd van 10% te opzichte van het verschil tussen de hoogste en laagste waarde binnen het modelgebied. Hierbij is rekening gehouden met extremen, de eerste en laatste procent tellen niet mee voor de bepaling van de minimale en maximale waarde. Het verschil tussen min (NAP +4,3 m) en max (NAP +7,9 m) bedraagt 3,6 m, dit houdt in dat het verschil maximaal ca. 36 cm mag bedragen. Op basis van de tabel kan worden geconcludeerd dat de GHG, GVG en GLG voldoet aan de gestelde eis.

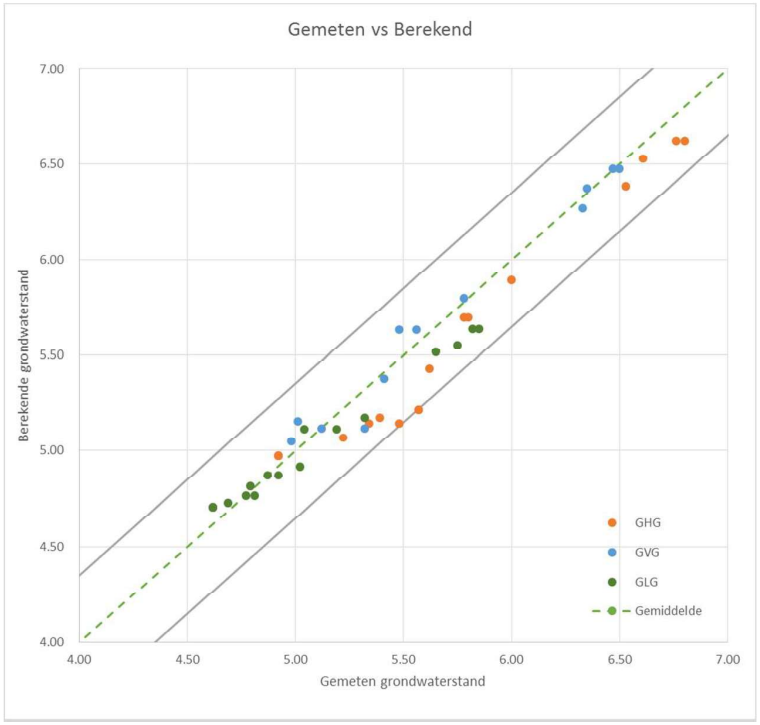
Tabel 1: Statistieken berekende en gemeten GXG

	Berekend		Gemeten		Afwijking	
	Min (m)	Max (m)	Min (m)	Max (m)	Gemiddeld (m)	Absoluut (m)
GHG	4,98	6,62	4,92	6,80	-0,15	0,16
GLG	4,71	5,64	4,62	5,85	-0,04	0,09
GVG	4,97	6,47	4,98	6,50	0,01	0,05
Dynamiek	0,27	1,01	0,30	0,96	-0,10	0,12

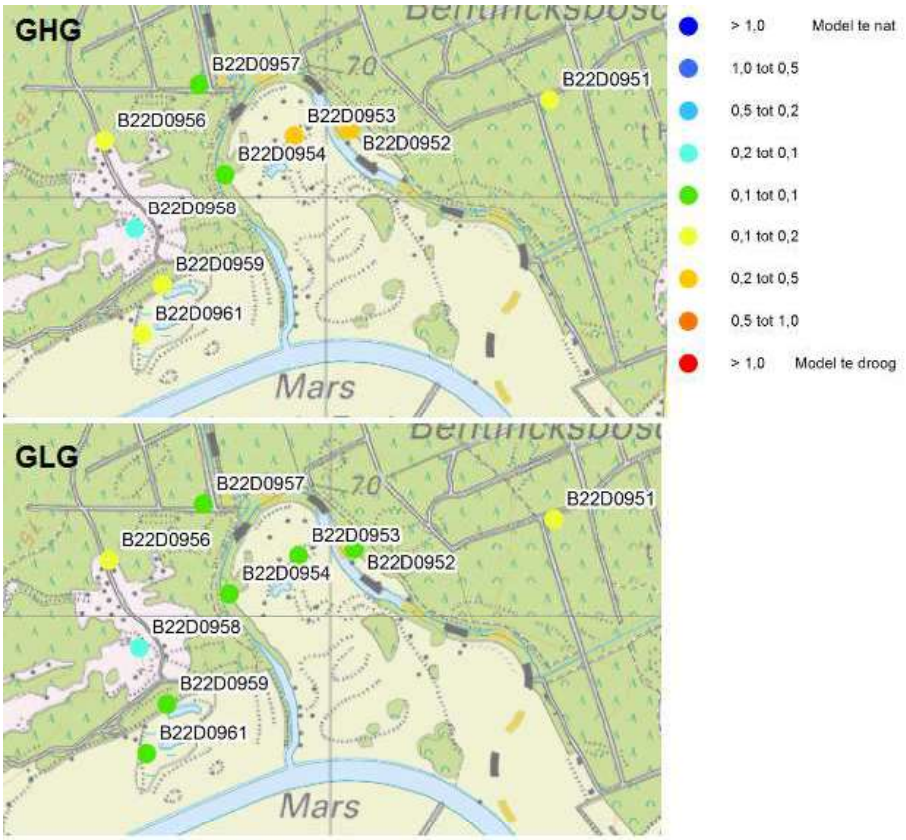
Daarnaast zijn de modelresultaten en de gemeten GxG's geplot in een grafiek (Figuur 25). Uit de grafiek valt af te leiden dat de GHG gemiddeld genomen iets te droog wordt berekend (te droog wordt weergegeven als een punt onder de gemiddelde-lijn). De GVG en GLG worden gemiddeld genomen goed berekend.

Bij de verschillen tussen metingen en berekeningen kunnen meerdere oorzaken een rol spelen. In infiltratiegebieden met weinig watergangen is bijvoorbeeld bekend dat fouten in de grondwateraanvulling vanuit Metaswap kunnen zorgen een afwijking in het model. Een andere mogelijke oorzaak voor de te droge GHG in het model is de manier waarop de Vechtpeil fluctuatie is meegenomen in het model. Op basis van de tijdreeksanalyse is reeds gebleken dat de grondwaterstanden sterk afhankelijk zijn van de Vechtpeilen. Doordat in het grondwatermodel gebruik wordt gemaakt van gemiddelde zomer- en winterpeilen en niet een dynamisch peil kunnen de GHG's te laag worden berekend.

Al met al wordt op basis van deze modelvalidatie geconcludeerd dat de modelprestaties voldoende zijn om het model te gebruiken voor scenariostudies.



Figuur 25: Vergelijking gemeten en berekende grondwaterstanden ter plaatse van meetlocaties



Figuur 26: Bollenkaarten GHG en GLG

5. Resultaten

5.1. Waterkwaliteit

Het oppervlaktewater in de drie monsterpunten in de meander lijkt sterk op elkaar. Het is basenrijk water met gehalten rond 47 mg per liter en een pH boven 6,5 (Tabel 2). Dat duidt er op dat het water is aangerijkt met calcium omdat het door kalkhoudende bodemlagen is gestroomd voordat het in het oppervlaktewater terecht kwam, óf dat het door landbouwinvloed verrijkt is met calcium. Het oppervlaktewater is tevens natriumrijk met gehaltes van 43 mg/l aan de instroom van Rheezerwaterleiding afnemend tot 40 mg/l nabij de monding van de meander in de Vecht. Dit duidt op een sterke beïnvloeding door de landbouw. De chloride concentratie neemt af van de instroom tot de monding van 79 tot 72 mg/l. De hoge concentratie is weer een sterke indicator voor landbouwinvloed. De afname van de concentratie duidt op verdunning door kwel, aangezien het op de dag van monstername droog weer was. De verdunning is gering, zo'n 10%, wat bij het geringe debiet neerkomt op een matige kwelflux in de meander. De grondwaterflux naar meander bedraagt ongeveer 10l/s (zie debietmetingen). De nutriëntenlast is voor fosfaat laag, met concentraties beneden 0,01 orthofosfaat en tot 0,04 voor totaal fosfaat. Het eind van de meander bevat wat meer totaal fosfaat, wat kan duiden op enige invloed van Vechtwater. In KRW termen is de fosfaattoestand zeer goed, behalve bij de uitstroom, waar hij de toestand matig bereikt. De stikstoflast in het oppervlaktewater is hoog, ze neemt in de meander af van 3,7 tot 3,4 mg per liter. In KRW termen is de toestand middenin het matige bereik van langzaam stromende riviertjes op zand (R6).

Het grondwater, dat op dezelfde plekken is gemeten als het oppervlaktewater, maar in de onderwaterbodem op 40 en 80 cm diepte, wijkt bij de instroom van de Rheezerwaterleiding weinig af van het oppervlaktewater. Hier is op 40 cm wel een sterk afgenomen ijzer concentratie te zien, die overigens op 80 cm diepte weer is toegenomen. Dit gedrag van ijzer en aluminium zou verklaard kunnen worden doordat op 80 cm diepte een ijzer en aluminium rijke laag aanwezig is, veroorzaakt door vroegere kwel in een oude Vechtmeander. Tegenwoordig is de waterbeweging op dit punt naar beneden gericht, er treedt infiltratie op. IJzer en aluminium nemen daarbij in concentratie af doordat ze in geoxideerde toestand vlokken vormen, die gemakkelijker met de oppervlaktewaterstroming worden afgevoerd, dan dat ze de bodem inzijgen.

In het midden van de meander zijn de calcium, ijzer en magnesium concentraties in de bodem beduidend hoger dan in het oppervlaktewater, terwijl de natrium, kalium, aluminium, zwavel en chloride concentraties beduidend lager zijn. Dit is een duidelijk bewijs voor een opwaartse grondwaterstroming, er treedt kwel op. Op 40 cm diepte is hier bovendien te zien dat het grondwater arm is aan stikstof. De N-totaal concentratie is hier 2,24 mg/l, ergens tussen goed en zeer goed in KRW termen. Dit water is te beschouwen als het minst verontreinigd, en het meest natuurlijk. Het reflecteert de kwaliteit van het kwelwater uit de periode vóór 1910, hoewel het nog steeds beïnvloedt is door met name stikstofuitspoeling in het bosrijke inzijggebied. Dit watertype is vrijwel geschikt om trilvenen in de meander te laten ontstaan, dus het is zeker ook geschikt voor waardevolle alluviale bossen. Helaas is het water van 80 cm diep niet in de volledige analyse betrokken zodat we nu niet weten of dat misschien nóg schoner is.

Het grondwater aan het einde van de meander heeft zeer hoge concentraties calcium en ijzer en zeer lage concentraties chloride en sulfaat en natrium. Het heeft een duidelijk grondwaterkarakter en duidt net als de monsters in het midden van de meander op kwel. Wat vreemd is aan de waterkwaliteit hier, is dat de belasting met zowel fosfaat als stikstof extreem hoog is. Met een ortho-

fosfaat gehalte van 0,12 mg per liter en een totaal stikstof concentratie van bijna 30 mg per liter is de KRW aanduiding hier ruimschoots 'slecht'. Het is, veronderstellend dat inderdaad kwel optreedt, vreemd dat de overmaat aan nutriënten niet in het oppervlaktewater terecht komt, althans voor stikstof in het geheel niet en voor fosfaat maar een beetje. Waarschijnlijk treedt hier op geringe diepte geen verticale, maar een horizontale grondwaterstroming op, die even verderop in de Vecht zelf uittreedt. Die grondwaterstroming gaat bovendien door een veenlaag heen die zich op enige diepte onder de oude meander bevindt. Het is een weinig nuttige hypothese, maar het verklaart wel de waarnemingen.

Tabel 2: waterkwaliteitsmetingen meander Karshoek

plaats in meander	diepte	**EGV**	**pH**	**Cl-**	**So4**	**N-amm**	**N-tot**	**P-ortho**	**P-tot**
		mS/m		mg.l^{-1}	mg.l^{-1}	mg.l^{-1}	mg.l^{-1}	mg.l^{-1}	mg.l^{-1}
instroom	0	0,5	6,44	79	29	0,32	3,7	0,01	0,04
instroom	40			85	30	1,6	6	0,01	0,08
instroom	80								
midden	0	0,511	7,23	75	28	0,25	3,6	0,01	0,04
midden	40			20	24	0,75	2,24	0,01	0,08
midden	80								
uitstroom	0	0,499	7,29	72	26	0,22	3,4	0,01	0,16
uitstroom	40			12	5	26,8	29,65	0,12	2,3
uitstroom	80								

		Al	**Ca**	**Fe**	**Ka**	**Mg**	**Na**	**S**
		µg.l^{-1}	mg.l^{-1}	mg.l^{-1}	mg.l^{-1}	mg.l^{-1}	mg.l^{-1}	mg.l^{-1}
instroom	0	970	47	1,7	6,1	4,6	43	11
instroom	40	130	46	0,18	4,2	4,4	49	12
instroom	80		34	8,9	6,9	5,9	49	
midden	0	700	46	1,4	6	4,4	42	13
midden	40	50	58	4,5	2,2	7,4	11	9,5
midden	80		50	6,2	1,6	6,3	10	
uitstroom	0	500	50	1,6	5,3	4,4	40	12
uitstroom	40	71	110	84	5,8	5,9	9,8	3,4
uitstroom	80		77	89	4,2	6,1	10	

Samengevat

De oppervlaktewaterkwaliteit van de meander Karshoek wordt ten tijde van de monstername voor 90% bepaald door vervuild landbouwwater. De vervuiling bestaat voornamelijk uit chloride, natrium, aluminium, zwavel en nitraat. Dit water is weinig geschikt voor de ontwikkeling van alluviale bossen, en zeker niet voor hogere eisen stellende habitattypen als trilvenen. Ten tijde van de monstername wordt de waterkwaliteit in de meander voor 10% bepaald door grondwater. Deze kwel komt met name in het midden van de meander tot uiting. Hier is de afstand tot de lager liggende Vecht relatief groot. Dit grondwater is in enige mate vervuild met stikstof uit het intrekgebied, maar is overigens van een goede kwaliteit, ook voor trilvenen. Er is geen merkbare invloed op de waterkwaliteit vanuit de Vecht, hoewel nabij de monding mogelijk enige invloed is. Tijdens overstromingen is dat wellicht anders, maar daar is geen informatie over. Het hoogwater van januari 2018 heeft geen grote invloed op de waterkwaliteit gehad.

5.2. Bodemchemie

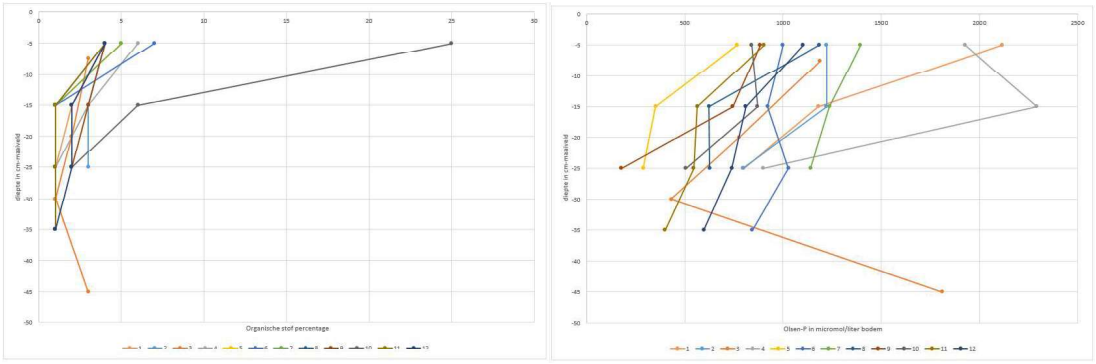
De bodem is op 29 januari 2018 door B-ware op 12 punten (Figuur 27) bemonsterd om de kwaliteit te bepalen (Bohnen-verbaarschot, 2018, bijlage 1). Deze paragraaf dient als aanvulling van de bijlage. Het richt zich uitsluitend op de stroomdalgraslanden in Karshoek.

De bemonstering is op drie of vier dieptes uitgevoerd, met een laagdikte per monster van 10 cm. De resultaten van de analyses laten zien dat de bovenste 10 cm van de bodem verrijkt is met fosfaat en stikstof. Dit wordt deels veroorzaakt doordat planten fosfaat uit de bodem opnemen dat daarna als afgestorven plantenmateriaal op de bodem achterblijft en later in humus wordt omgezet. We zien dan ook een met de bodemdiepte afnemend percentage organische stof samengaan met een afnemende beschikbaarheid van fosfaat (Figuur 28).



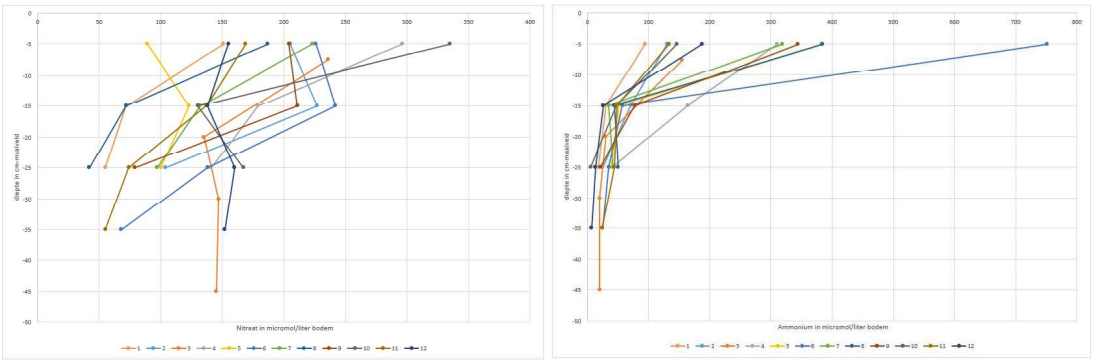
Figuur 27: Ligging van de monsterpunten

Referentiewaarden voor het percentage organische stof voor stroomdalgraslanden liggen op maximaal 5%. In Karshoek liggen de percentages daar grotendeels onder. Maar aangezien in het veld is geconstateerd dat de graasdruk betrekkelijk laag is en er veel bovengrondse biomassa na de zomer blijft staan, zou de snelheid van ophoping van organische stof, en daarmee de beschikbaarheid van fosfaat omlaag gebracht kunnen worden door een hogere begrazingsdruk te hanteren. Het is immers onbekend of deze lage graasdruk een recente ontwikkeling betreft en zich dus nog niet weerspiegeld in het organische stof percentage.



Figuur 28: Links: organische stof percentage. Rechts: Olsen-P in micromol/Liter bodem op verschillende diepte. De nummers verwijzen naar de locatie.

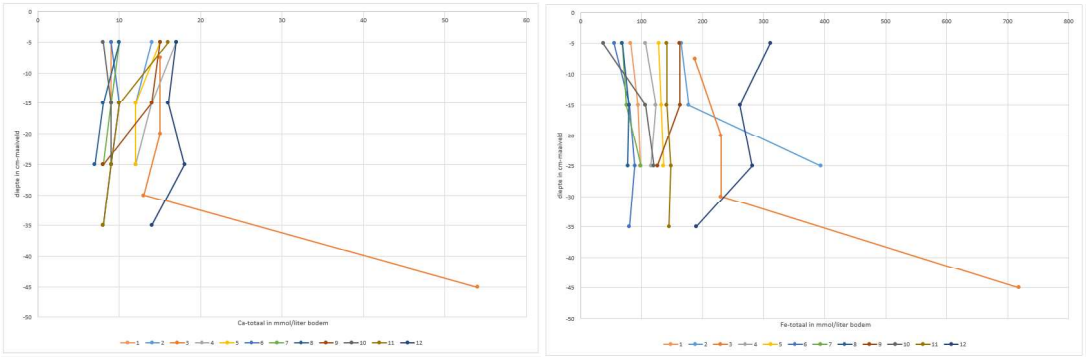
De ophoping van stikstof in de bovenste bodemlaag is ook een effect van de plantengroei. Stikstof spoelt echter gemakkelijk uit waardoor er ook bij een wat snelle humusophoping een lagere verhouding tussen de stikstofbeschikbaarheid in de toplaag en de diepere lagen verwacht mag worden als je dat vergelijkt met fosfaat. Fosfaat spoelt immers nauwelijks uit in droge graslanden.



Figuur 29: Links: nitraat in millimol/liter bodem. Rechts: ammonium in micromol/Liter bodem op verschillende diepte. De nummers verwijzen naar de locatie.

Uit de analyses blijkt echter dat verhouding de andere kant op gaat en dat de beschikbaarheid aan stikstofverbindingen in de toplaag veel hoger ligt dan je zou mogen verwachten. Dat is het gevolg van stikstofdepositie. Door een constante aanvoer van stikstof via de lucht en de neerslag is er een overmaat aan stikstof beschikbaar. We mogen er dus van uit gaan dat fosfaat hier limiterend is.

Uit de analyses is ook af te leiden dat er weinig verschil zit in de calcium en ijzergehalten van de bodem bij toenemende diepte. Daaruit is af te leiden dat de afzettingen weinig of niet uitgeloogd zijn. Ook is er geen zwaar bemestingsverleden waarin calcium als ‘bodemverbeteraar’ is gebruikt waar te nemen. De bodem is relatief kalkarm waardoor zuur buffering niet vanzelfsprekend is. De verzurende werking van de stikstofdepositie wordt dan ook weerspiegeld in een lage bodem pH (Kcl), tussen 3,1 en 4,5, en door een lage basenverzadiging die grotendeels beneden de 85% ligt. Op monsterlocatie 3 is een kleilaag op 35 cm diepte aangetroffen. Deze kleilaag bevat hoge calcium en ijzergehaltes.



Figuur 30: Links: calcium-totaal. Rechts: ijzer-totaal in micromol/Liter bodem op verschillende diepte. De nummers verwijzen naar de locatie.

Het ijzergehalte van de bodem is relatief hoog. Omdat de ijzer en calciumgehaltes in het profiel weinig verandering ondergaan, is een strategie waarbij dieper liggende bodem naar boven wordt gehaald met het doel de basenhuishouding te verbeteren, niet zinvol. Dat geldt ook voor fosfaat, waar op 30 cm diepte nog steeds te veel beschikbaar is bij de helft van de onderzochte monsters. (Figuur 31), hoewel het in principe wel zou helpen de bodem 30 cm af te graven.

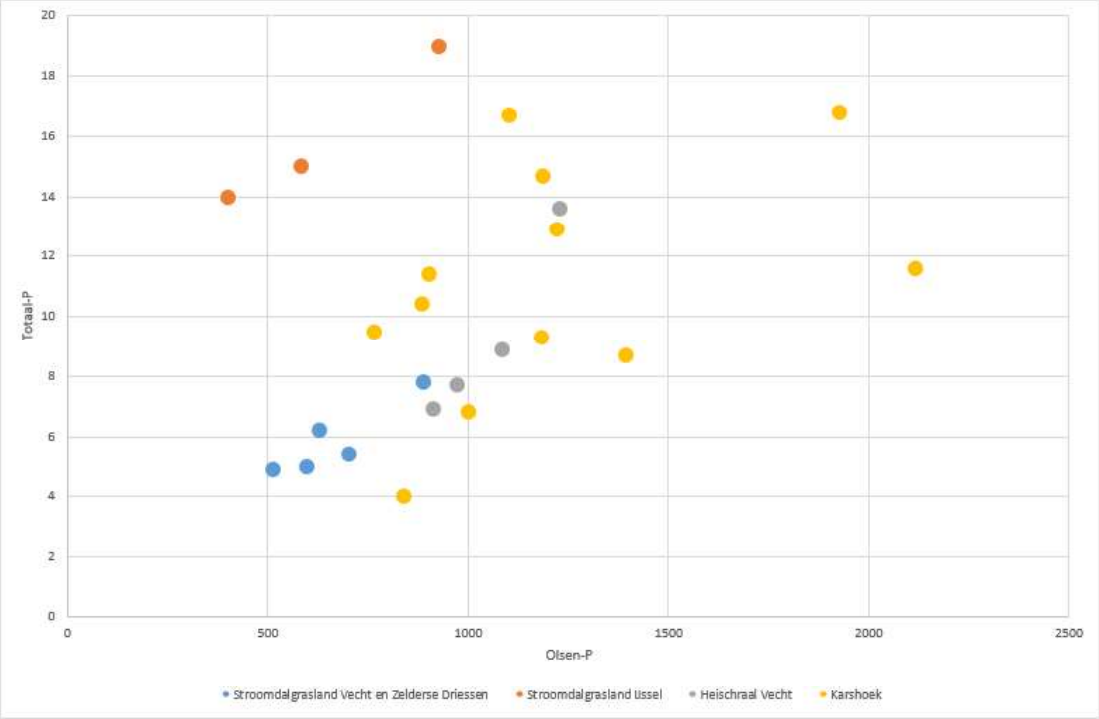


Figuur 31: Ortho-fosfaat gehalten op diepten van 0-10, 10-20 en 20-30 cm (van links naar rechts).

Door B-ware zijn in een ander onderzoek (Van Mullekom, 2018) referentiewaarden gegeven voor de bodemkwaliteit van stroomdalgraslanden. De referenties zijn afkomstig van Cortenoever, Ravenswaarden, Zelderse Driessen, Junner Koeland en Arriër koeland. De eerste twee zijn kalkrijke bodems die een ander type stroomdalgrasland behorend bij de associatie van Sikkelkaver en Zachte haver kennen. De Zelderse Driessen liggen langs de Niers op oude Maasduinen en kent ook een relatief kalkarme bodem. Hier vinden we een vegetatie behorend bij de associatie van Vetkruid en Tijm. Deze twee associaties worden tot de droge stroomdalgraslanden gerekend (Sedo Cerastion). De stroomdalgraslanden langs de Vecht behoren bij de associatie van Schapegras en Tijm. Die associatie zit in een ander verbond, dat van Gewoon struisgras. De referenties dienen daarom voorzichtig te worden gehanteerd. De referenties uit Arriër Koeland zijn genomen op plekken met heischraal grasland of zure rompgemeenschappen van Stroomdalgrasland. De monsters in Junner Koeland betreffen goed ontwikkeld stroomdalgrasland.

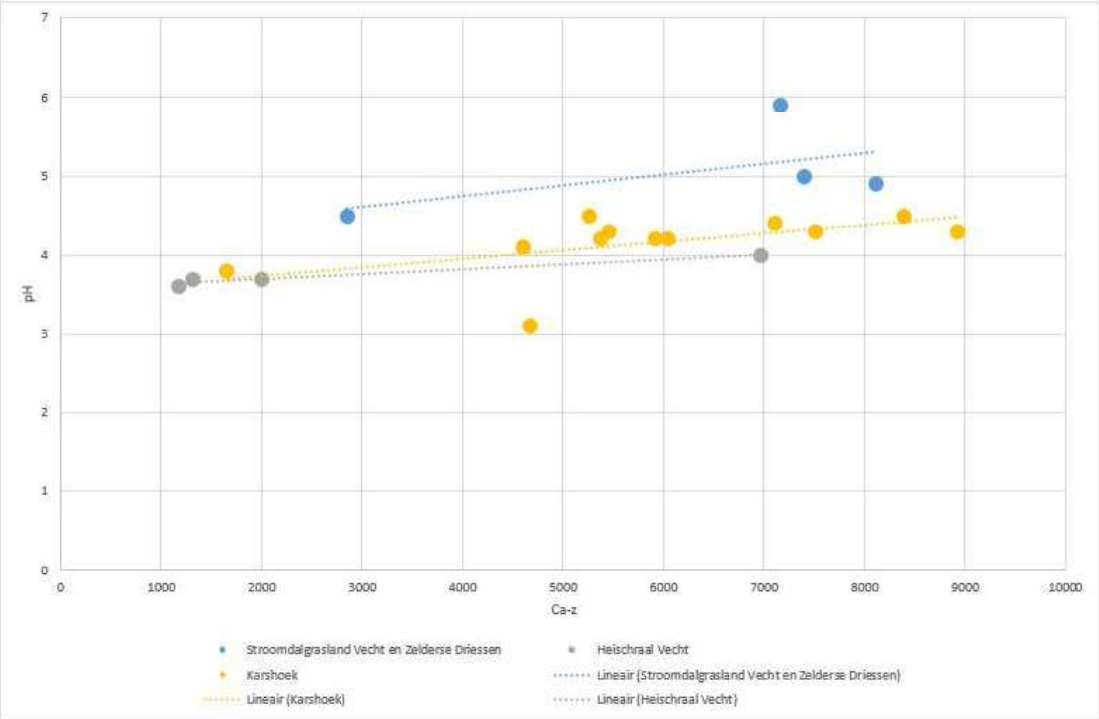
Zoals hiervoor al gesteld, is fosfaat waarschijnlijk de limiterende factor voor de vegetatie. Uit figuur 6 blijkt dat de fosfaatbeschikbaarheid in de referentiegebieden nogal verschilt. Langs de IJssel is de totale hoeveelheid fosfaat in de bodem veel hoger dan in de andere referenties, terwijl de directe fosfaat beschikbaarheid (Olsen-P) vergelijkbaar is. Dat komt doordat de bodem langs de IJssel veel kalkrijker is. Calcium bindt fosfaat op een wijze waardoor de vegetatie er niet meer bij kan. De directe fosfaatbeschikbaarheid blijkt bij goed ontwikkeld stroomdalgrasland beneden 750 micromol per liter bodem te liggen. De vanuit stroomdalgrasland ontstane heischrale graslanden bij Arriër Koeland hebben een iets hogere beschikbaarheid, tussen 800 en 1250 micromol. De directe

beschikbaarheid van fosfaat in Karshoek loopt uiteen van 750 tot ruim 2000 micromol/l. Het zit daarmee grotendeels in een te voedselrijke omgeving, maar er zijn ook kansen waar de fosfaatbeschikbaarheid laag is. In afwijking van de Bware-grenzen kunnen we stellen dat een grens van circa 750 micromol Olsen-P/l bodem een voldoende goed uitgangspunt is voor de instandhouding van stroomdalgrasland. De beste plekken van Karshoek zitten daar net boven. Maar het grootste deel van de locaties in Karshoek zit ruim boven deze grens.



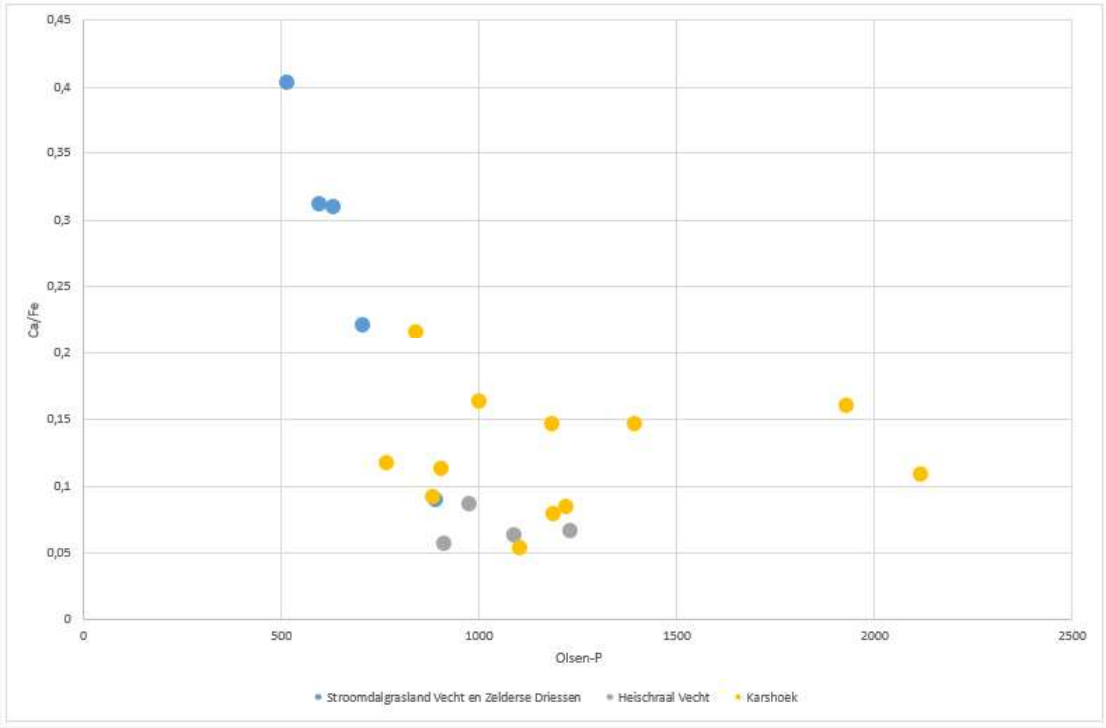
Figuur 32: P-Olsen tegen P-totaal in drie referenties en in Karshoek

Voor stroomdalgraslanden is ook de zuurbuffering belangrijk. Calcium werkt bufferend tegen verzuring doordat het bodemmineraal Calciet ($CaCO_2$) in water oplost tot calcium en carbonaat, dat vervolgens protonen opneemt in bicarbonaat (H_2CO_3). Bicarbonaat is instabiel in water en zal splitsen in koolzuurgas (CO_2) en water (H_2O), waarna het koolzuurgas in de lucht verdwijnt (Appelo, 1996). De hoeveelheid Calciet is dus belangrijk voor het handhaven van een neutrale pH. Omdat de referenties langs de IJssel qua calcium gehalte sterk afwijken van de Vecht en de Niers, laten we die verder buiten beschouwing.



Figuur 33: Ca-zout tegen pH in twee referenties en in Karshoek

Uit de analyses blijkt iets vreemds (Figuur 33): de bodem pH ligt bij goed ontwikkelde stroomdalgraslanden bijna één pH eenheid hoger dan de heischrale graslanden van Arriër koeland. De hoeveelheden calcium hebben hier geen invloed op want die zijn vergelijkbaar. De waarden uit Karshoek liggen gelijk met die van goed ontwikkelde stroomdalgraslanden, en zijn dus ook zuurder bij gelijke calciumgehaltes. Omdat de pH schaal logaritmisch is betekent dat dat de bodem bijna tíen keer zo zuur is in Karshoek, ten opzichte van Junner Koeland. De oorzaak is niet zomaar duidelijk, maar het ijzergehalte van de bodem speelt waarschijnlijk een rol. Het blijkt dat de vergelijking tussen de calcium:ijzer-ratio en de Olsen-P een duidelijke afscheiding van de referenties laat zien (Figuur 34).

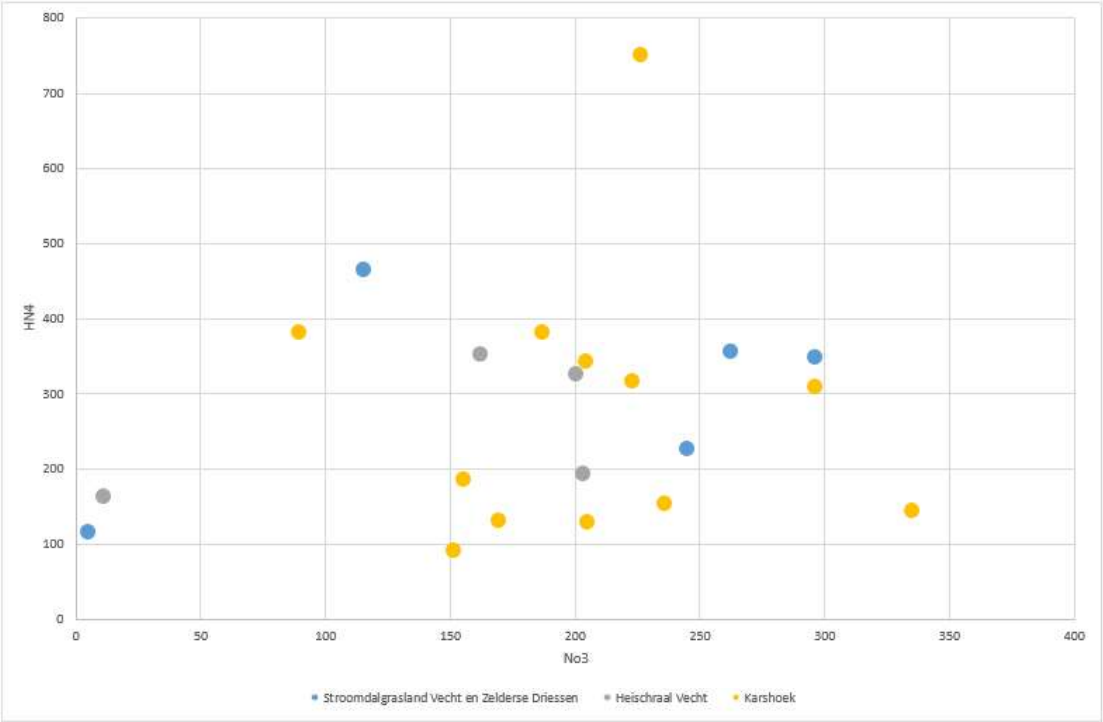


Figuur 34: P-Olsen tegen de verhouding tussen Calcium en IJzer in twee referenties en in Karshoek

Stroomdalgraslanden hebben een hoge calcium:ijzer ratio en daarmee samenhangend een lage directe fosfaatbeschikbaarheid. Heischrale graslanden of liever, verzuurde stroomdalgraslanden, hebben een lage calcium:ijzer ratio en een iets hogere fosfaat beschikbaarheid. De analyses uit Karshoek laten zien dat de bodem op de meeste plekken lijkt op het verzuurde Arriër Koeland, met wat uitschieters die een veel hogere fosfaat beschikbaarheid hebben, en een middenmoot die tussen de kenmerken van Junner Koeland en Arriër Koeland in zit. De calcium:ijzer ratio is in Karshoek altijd kleiner dan in Junner Koeland.

Het is ons onbekend waarom dit zo is, maar een hypothese zou kunnen zijn dat de lagere calcium-ijzer ratio een effect heeft op de bacterie- en schimmelpopulaties in de bodem. Die populaties zijn verantwoordelijk voor de afbraak van organisch materiaal en dus ook voor de uiteindelijke beschikbaarheid van nutriënten voor de plant. Uit onderzoek in laagvenen is bekend dat een hogere pH leidt tot een andere bacteriesamenstelling en daarmee tot een lagere fosfaat beschikbaarheid, hoewel de mineralisatiesnelheid daar juist toeneemt. De verklaring daarvoor is dat de bacteriepopulatie zó snel groeit dat alle beschikbare nutriënten door bacteriën, en niet door planten worden opgenomen. Uit weer een ander onderzoek is bekend dat IJzer toxisch kan zijn voor diverse hogere planten.

Hoewel gesteld is dat fosfaat het limiterende nutriënt is, is een vergelijking van de stikstofbeschikbaarheid tussen Karshoek en de referenties nodig. Uit Figuur 35 blijkt dat de spreiding van de nitraat en ammonium gehalten in de bodems geen duidelijke groepering van referenties weergeeft. Hier mag uit geconcludeerd worden dat de stikstofbeschikbaarheid inderdaad geen rol speelt.



Figuur 35: nitraat en ammomium beschikbaarheid in de bodem van twee referenties en van Karshoek

Samengevat

De bodem van Karshoek levert een voor stroomdalgraslanden te hoge voedselrijdom op. Dat zit hem in de directe beschikbaarheid van fosfaat, omdat stikstof in overmaat via depositie beschikbaar is en daardoor niet limiterend is voor de vegetatie. De Olsen-P moet voor stroomdalgrasland benden de 750 microgram per liter bodem liggen.

Bovendien is de bodem te zuur, wat veroorzaakt wordt door een te lage calcium:ijzer-ratio. De lage zuurgraad verhoogd de beschikbaarheid van fosfaat. Daarnaast is het huidige extensieve graasbeheer waarschijnlijk negatief voor het behoud van de bodemkwaliteit, waardoor die verder zal verzuren en die verdere humusophoping tot gevolg heeft.

De bodem vertoont voor de kationen geen grote verschillen tussen ondiepe en diepere lagen, waardoor de benodigde zuurbuffering niet door bodemwoelende dieren (mieren, mollen, mensen) kan worden bewerkstelligd.

De bodem is reliëfrijk, en tot een diepte van meer dan dertig centimeter te rijk.

Zonder maatregelen is het niet te verwachten dat binnen de Karshoek een goede staat van instandhouding van de bodem kan worden bereikt in de komende 25 jaar. Er kan wel enige verbetering optreden.

Aanbevelingen voor beheer / herstel

Uit de analyses blijkt dat de calcium:ijzer ratio is in Karshoek relatief laag is. Het is in het kader van deze Lesa niet zo van belang wat de precieze oorzaak is. De mogelijke aangrijpingspunten voor het behoud van de stroomdalgraslanden zijn dat wél. Het ligt voor de hand de calcium:ijzer-ratio van de bodem te verhogen tot dezelfde waarden van de referenties, om op die wijze de balans te herstellen. Een lichte calciumtoediening kan daarvoor zorgen. Een goede maat lijkt vooralsnog een calcium:ijzer-

ratio van 0,3 te zijn. Tegelijkertijd kan de organische voorraad aan fosfaat afnemen door vegetatie af te voeren.

Op een aantal plekken is de fosfaat beschikbaarheid van de toplaag van de bodem nabij de streefwaarde. Verschralen heeft daarom zin. Aangezien maaien in dit gebied vanwege de hoogteverschillen praktisch niet mogelijk is, zou een gescheperde schapenbegrazing gedurende een aantal jaren aan te bevelen zijn om de bodemkwaliteit niet verder te laten verslechteren. De schapen moeten dan wel 's-nachts buiten het gebied gehouden worden.

5.3. Hydrologie

GXG's

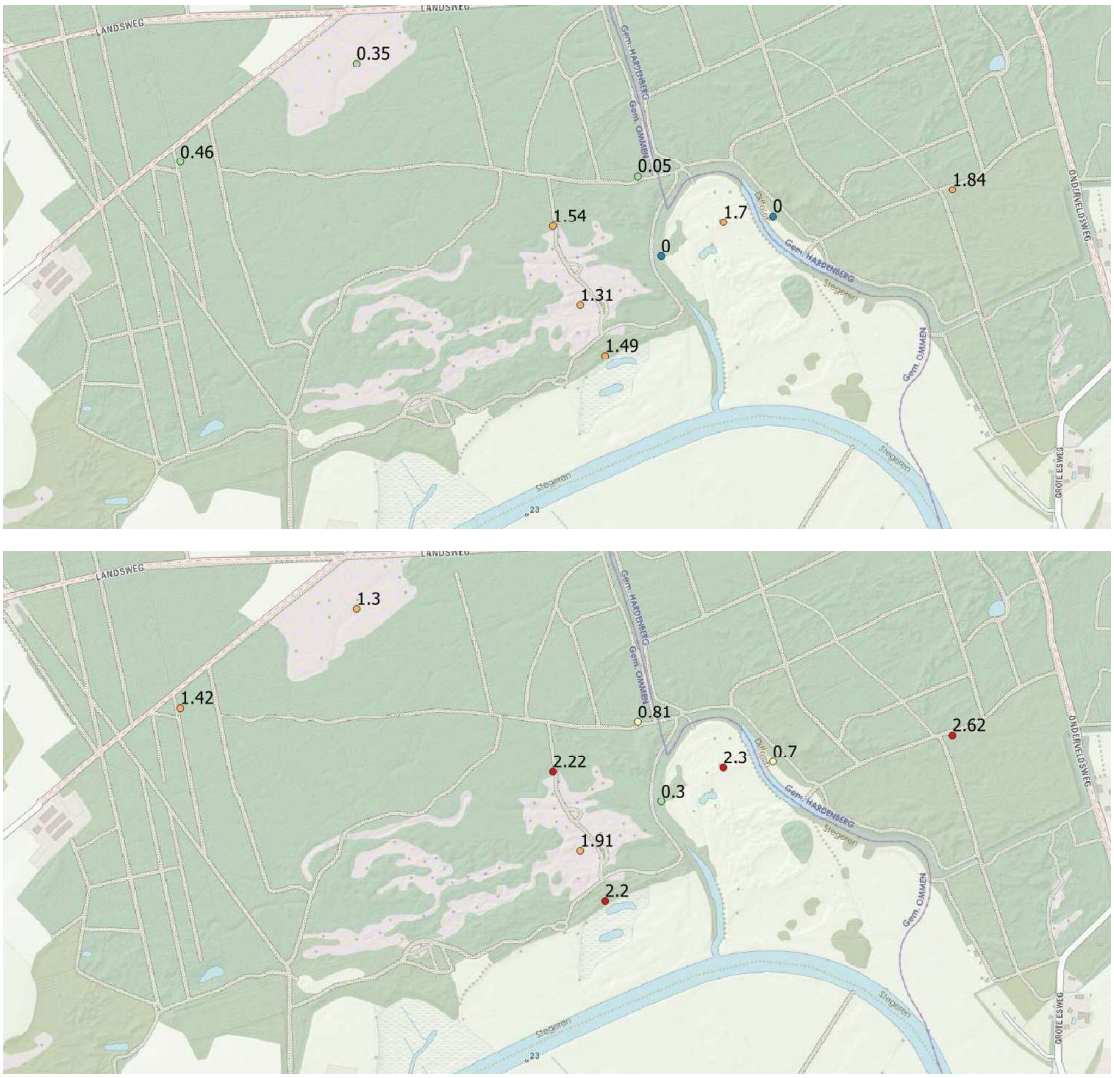
De resultaten van de tijdreeksanalyses zijn samengevat weergegeven in Tabel 3. Voor de meeste reeksen zijn middels simulaties de GXG's afgeleid. Voor de filters 1 en 2 van meetpunt B22D0961 zijn geen resultaten beschikbaar omdat de meetreeksen onverklaarbare dynamiek en sprongen vertonen. Voor de GXG-waarden die tussen haakjes staan, geldt dat deze waarden niet zijn bepaald met behulp van simulatie omdat bij de analyse de korte meetreeksen KH1 of KH2 zijn gebruikt om de dynamiek te verklaren. De weergegeven waarden zijn indicatieve schattingen op basis van de huidige meetreeks.

Tabel 3: Samenvatting resultaten tijdreeksanalyses; de waarde tussen haakjes is de parameter standaardafwijking; een GXG tussen blokhaakjes betreft een indicatieve schatting omdat voor deze reeks geen simulatie kon worden uitgevoerd

	Filterdiepte (m-mv)	**M_0 neerslag**	**Factor verdamping**	**M_0 oppwater**	**GLG**	**GVG**	**GHG**
B22D0951001	5.98-6.98	544.2 (116)	0.95 (0.11)	0.22 (0.02)	2.62	2.04	1.84
B22D0952001	2.41-1.41	690.1 (3344)	1.39 (0.29)	0.83 (0.02)	*[0.70]*	*[-]*	*[0]*
B22D0952002	5.68-6.68	409.0 (712)	1.19 (0.20)	0.85 (0.02)	*[0.65]*	*[-]*	*[0]*
B22D0953001	6.00-7.00	54.4 (7.7)	2.06 (0.28)*	0.32 (0.01)	2.30	2.08	[1.6-1.8]
B22D0954001	-0.01-0.29	112.7 (315)	2.16 (0.75)*	0.61 (0.011)	*[0.3]*	*[-]*	*[0]*
B22D0954002	0.89-1.89	190.9 (83)	1.08 (0.17)	0.65 (0.008)	*[0.3]*	*[-]*	*[0]*
B22D0954003	5.93-6.93	482.4 (366)	0.81 (0.12)	0.65 (0.008)	*[0.3]*	*[-]*	*[0]*
B22D0955001	1.60-2.60	585.1 (91)	0.95 (0.088)	0.44 (0.085)	1.30	0.65	0.35
B22D0955002	6.01-7.01	576.0 (93)	0.93 (0.092)	0.45 (0.12)	1.33	0.68	0.39
B22D0956001	6.03-7.03	432.2 (51)	0.83 (0.059)	0.56 (0.15)	2.22	1.76	1.54
B22D0957001	0.75-1.25	343.4 (52)	1.19 (0.099)	0.52 (0.04)	0.81	0.37	0.05
B22D0957002	5.92-6.92	292.8 (26)	0.97 (0.057)	0.33 (0.02)	0.66	0.29	0.07
B22D0958001	5.98-6.98	386.8 (44)	0.76 (0.049)	0.59 (0.2)	1.91	1.52	1.31
B22D0959001	2.39-3.39	385.0 (62)	1.55 (0.16)	0.67 (0.33)	2.20	1.65	1.49
B22D0959002	6.06-7.06	303.3 (53)	0.81 (0.081)	0.56 (0.09)	2.16	1.85	1.63
B22D0961001	1.01-0.51	n.b.	n.b.	n.b.	*[0.8-1.0]*	*[0]*	*[< 0]*
B22D0961002	1.52-1.02	n.b.	n.b.	n.b.	*[0.8-1.0]*	*[0-0.1]*	*[< 0]*
B22D0961003	5.86-6.86	306.9 (50)	0.63 (0.061)	0.55 (0.02)	0.51	0.22	-0.02
B22D0115001	9.23-10.23	456.8 (7.3)	0.92 (0.014)	0.24 (0.015)	1.42	0.72	0.46
B22D0115002	40.63-41.63	305.0 (5.2)	0.84 (0.013)	0.29 (0.015)	1.46	1.04	0.82

*waarschijnlijk sprake van 'overfit' door correlatie tussen neerslag- en verdampingscomponent

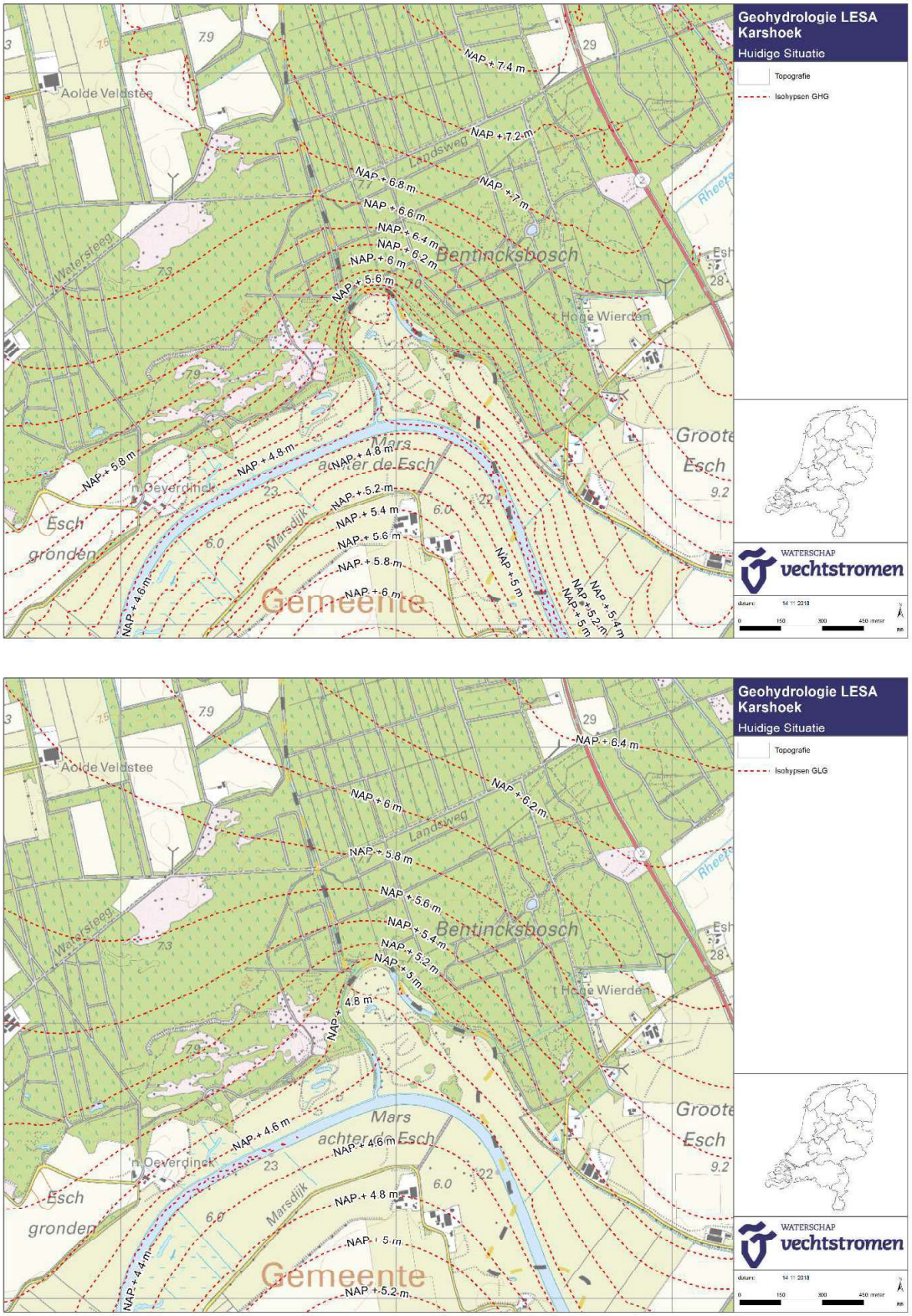
De GXG's zijn ruimtelijk weergegeven in Figuur 36. In de lager gelegen delen van het gebied die dicht bij de meander liggen komen de grondwaterstand dicht nabij maaiveld voor. De grondwaterstanden in de hoger gelegen delen liggen dieper onder het maaiveld.



Figuur 36: Gesimuleerde waarden van de GHG (boven) en GLG (onder) ter plaatse van de meetpunten in meter-maaiveld.

Regionale grondwaterstroming

Voor het verkrijgen van een vlakdekkend beeld van de grondwatersituatie en de regionale grondwaterstroming is gebruik gemaakt van het Vechtmodel (Figuur 37). De grondwaterstroming is van het noorden naar het zuiden gericht. De freatische grondwaterstand in het hoger gelegen bosgebied is 1 a 2 m hoger dan bij de Vecht. Grondwater stroomt dus vanuit deze infiltratiegebieden naar de lage gronden. De drainerende invloed van de Vecht en de meander op het stromingspatroon is duidelijk zichtbaar.

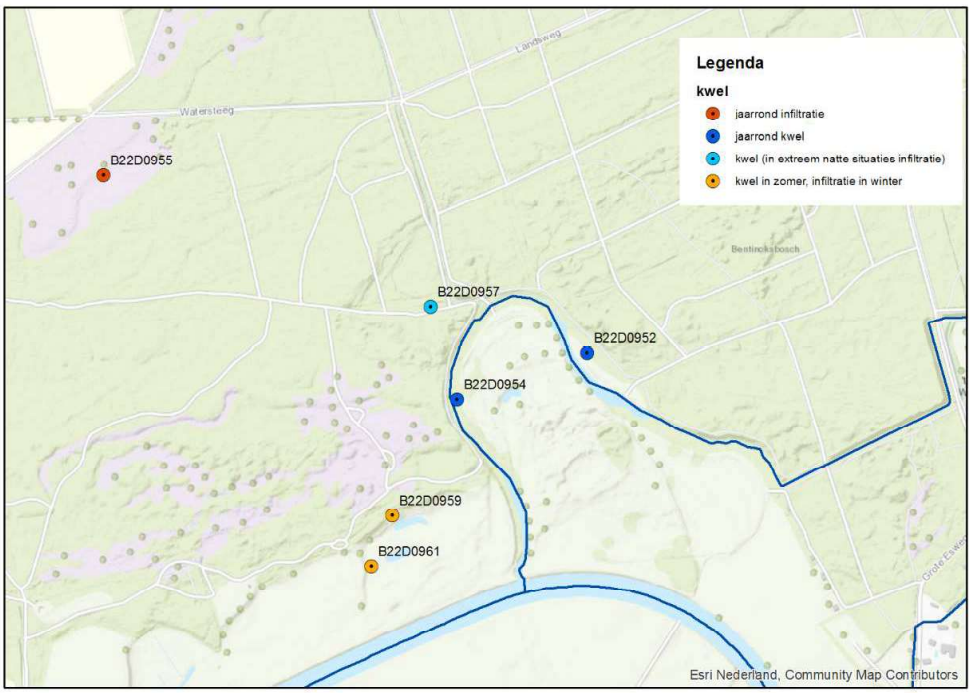


Figuur 37: Berekend isohypsen patroon GHG en GLG (m NAP)

Kwel en infiltratie

In het grondwatermeetnet zijn een aantal meetpunten die twee of drie filters bevatten. Aan de hand van deze metingen is bepaald of er kwel of infiltratie optreedt (Figuur 38).

- De meetpunten met meerdere filters direct rondom de meander laten zien dat de stijghoogte jaarrond hoger is dan de freatische grondwaterstand. Het stijghoogteverschil bedraagt 5 a 10 cm in B22D0952 en enkele centimeters in B22D0954. Er is dus jaarrond sprake van kwel in en direct rondom de meander.
- In de laagte ten noorden van de meander is eveneens het grootste deel van het jaar sprake van een opwaartse grondwaterstroming. Alleen in extreem natte periodes is kortdurend sprake van infiltratie.
- Het meetpunt met meerdere filters op de hoge gronden aan de noordzijde van het gebied (natte heide) laat zien dat er jaarrond sprake is van infiltratie.
- In de laagte ten westen van de meander (perceel Bentinck) en op de rand van het Vechtdal is in de winter sprake is van infiltratie en in de zomer sprake is van kwel. In de zomer is het Vechtpeil hoog (NAP +4,5 m) en kan er kwel optreden in de uiterwaarden langs de rivier. In de winter is het Vechtpeil laag (NAP +4,15 m) en vangt de rivier de kwel af, waardoor er in de uiterwaarden infiltratie optreedt. De Vecht heeft dus een belangrijk invloed op de grondwaterstand en het al dan niet optreden van kwel.



Figuur 38: Kwel en infiltratie op basis van peilbuismetingen

Of er sprake is van kwel in lagere delen hangt samen met de afstand tot de Vecht en de invloed van de Vecht op de grondwatersituatie. De invloed van de Vecht op het al dan niet optreden van kwel lijkt beperkt tot hooguit 200 tot 300 meter. Op 350 meter afstand van de Vecht is in de lage delen al sprake van jaarrond kwel. Op de rand van het Vechtdal ten westen van Karshoek treedt infiltratie op in de winter en is sprake van kwel in de zomer (120 tot 180 meter afstand van de Vecht). Dat

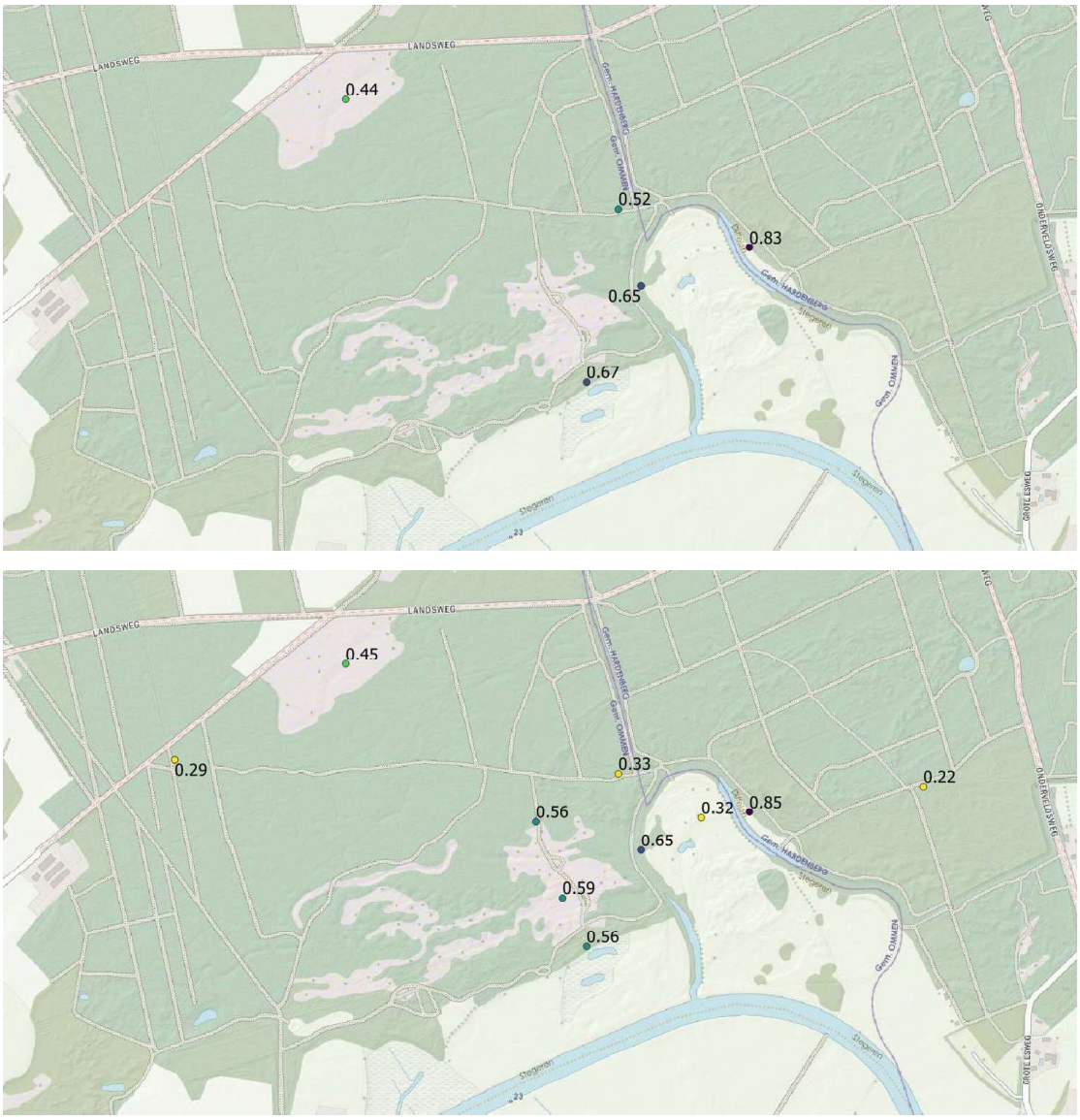
betekent dat er lokaal weerstand aanwezig moet zijn. De meest waarschijnlijk oorzaak daarvoor is de aanwezigheid van kronkelwaardafzettingen in Karshoek in combinatie met de meander die diep insnijdt in het hoger gelegen infiltratiegebied met dekzand en stuifzandafzettingen. Wellicht speelt ook de aanwezigheid van het laagpakket van Zutphen (formatie van Krefenheye) daarin nog een rol.

Invloed van de Vecht

Op basis van de tijdreeksanalyse is het effect van het peil van de Vecht op de omgeving in beeld gebracht. Het effect van de Vecht(-arm) op de grondwaterstand in de omgeving is gekwantificeerd met de parameter M_0 van het oppervlaktewater transfermodel. Deze waarde geeft de mate van respons aan bij een impuls in de Vecht. Dit kan vrij worden vertaald als de stationaire invloed van een plotselinge stijging van het rivierpeil met 1 m op de grondwaterstand. Hoe groter deze waarde, des te groter de invloed van het Vechtpeil.

Figuur 39 toont een ruimtelijke weergave van de geschatte parameter M_0, waarbij er onderscheid is gemaakt tussen ondiepe en diepe filters. De figuur toont een plausibel beeld van de parameterwaarden, in de zin dat de M_0 groot is in de buurt van de Vecht en afneemt met de afstand van de peilbuislocatie tot de Vecht. In de filters in de buurt van de Vecht en de meander is de M_0 groter dan 0,5, wat duidt op een sterke invloed van de Vecht op de grondwatersituatie.

Alleen het filter aan de binnenzijde van de meander met M_0=0.32 (B22D0953) heeft een relatief lage M_0 in verhouding tot de afstand tot de Vecht. Een verklaring hiervoor is dat de peilbuis op een lokale verhoging staat, waardoor variaties in het oppervlaktewaterpeil wat gedempt worden. Verder is de M_0 van het uiterst rechts meetpunt laag doordat hier veel lokale ontwatering aanwezig is, waardoor effecten van de Vecht wordt gedempt. Tenslotte valt op dat bij de twee meetpunten die wat verderaf van de Vecht staan, de M_0 voor het ondiepe filter (0.52 resp. 0.67) hoger is dan voor het diepe filter (0.33 resp. 0.56). Dit geeft aan dat de fluctuaties van de Vechtpeilen sterker doorwerken op het grondwater in de bovenste bodemlagen dan op de stijghoogte in het regionale watervoerend pakket (grotere uitdemping).



Figuur 39: Effect van Vecht(-arm) op grondwaterstand uitgedrukt in M_0 voor ondiepe filters (0-4m – mv; boven) en diepere filters (>4m – mv; onder)

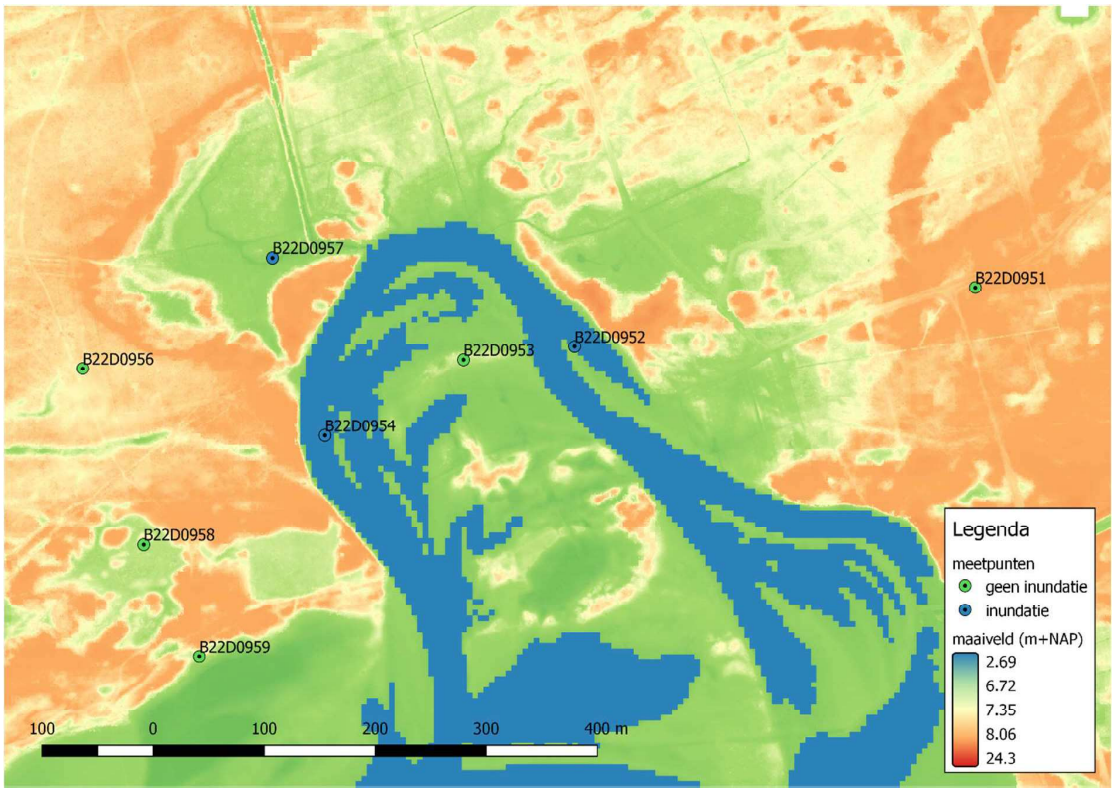
Inundatie

Bij enkele meetpunten vlakbij de Vechtarm is ten tijde van hoogwater sprake van inundatie. Bij de volgende meetpunten komt de grondwaterstand boven maaiveld en is er sprake van inundatie:

- B22D0952, hoogste stand: NAP +6 m
- B22D0954, hoogste stand: NAP +5.97 m
- B22D0957, hoogste stand: NAP +6.17 m

Figuur 40 laat zien ter plaatse van welke meetpunten wel/geen inundatie heeft plaatsgevonden in de meetperiode. Hierin is tevens het AHN maaiveld afgebeeld, waarbij de blauwe gebieden op basis van het AHN5 zijn geïnundeerd bij het hoogst gemeten peil in de Vechtarm (in de meetperiode april 2017 – april 2018). Dit was een peil van NAP +5.95 m. De blauwe gebieden hebben een maaiveldhoogte lager dan deze waarde en staan in verbinding met de Vecht.

De hoogst gemeten stand ter plaatse van B22D0957 ligt circa 0.2 m hoger dan het maximale Vechtpeil. Hier vindt geen directe inundatie vanuit de Vecht plaats. Het water stond hier echter wel ruim 0.3 m boven maaiveld. Hier zal sprake geweest zijn van verminderde afstroming waardoor water in de laagte aan maaiveld is geborgen.

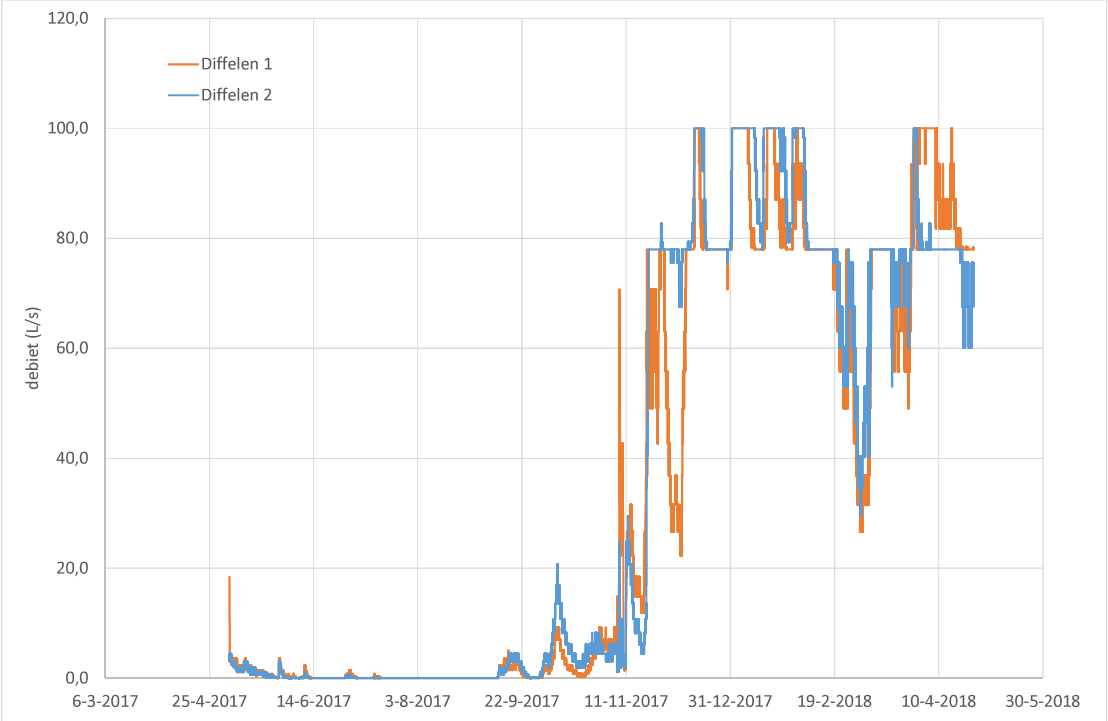


Figuur 40: Inundatie ter plaatse van meetpunten in meetperiode; achtergrondkaart toont AHN waarbij de blauwe gebieden een globale schatting representeren van het geïnundeerde gebied bij het hoogste opgetreden peil in de meetperiode (5.95 m+NAP in januari 2018)

Afvoermetingen Rheezerwaterleiding

De afvoermetingen op de twee locaties in de Rheezerwaterleiding zijn opgenomen in Figuur 41. De metingen laten zien dat er tussen half juni 2017 en half september 2017 geen afvoer meer optrad over de stuwen. In de registratie van het waterpeil is te zien dat deze bij Diffelen 1 uitzakt tot ca. NAP +5,8 m, wat ongeveer het bodemniveau is van de watergang. De Rheezerwaterleiding valt droog in de zomermaanden.

Het maximale meetbereik van de stuw is 100 L/s. Bij een hogere afvoer overstroomt de bovenkant van de V-stuw. In de figuur is te zien dat het debiet in de winter van 2017/2018 regelmatig tot aan het maximale meetbereik komt en wellicht zelfs hoger ligt dan 100 L/s.



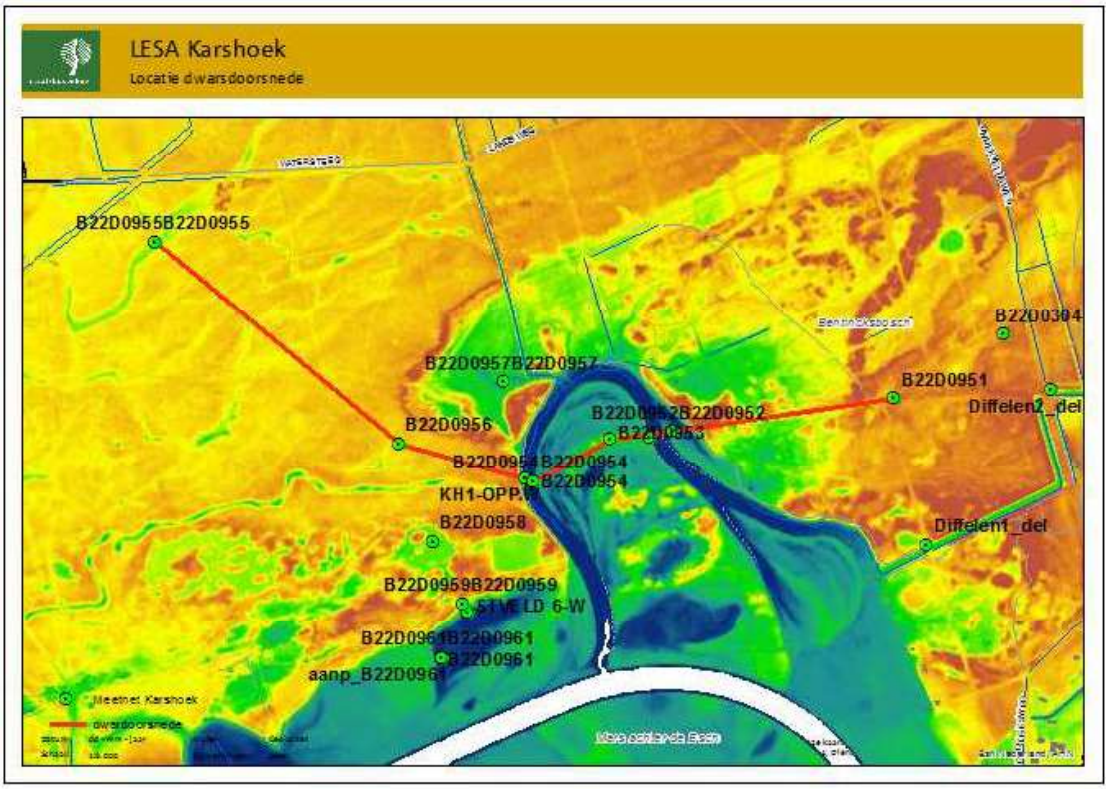
Figuur 41: Afvoermetingen Rheezerwaterleiding

Synthese

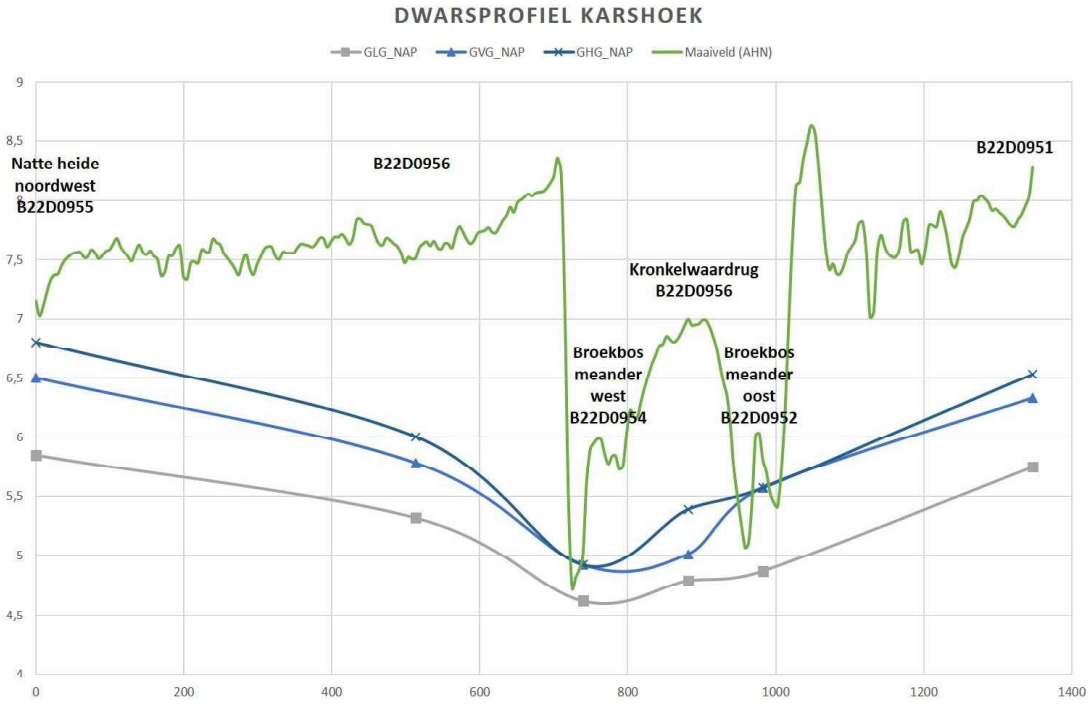
In deze paragraaf wordt dieper ingegaan op het functioneren van het grond- en oppervlaktewatersysteem en de invloed van de Vecht, de meander en de Rheezerwaterleiding op de grondwaterstanden.

Op basis van het grond- en oppervlaktewatermeetnet en de daaruit middels tijdreeksanalyse bewerkte meetreeksen is een dwarsdoorsnede over het projectgebied gemaakt. De dwarsdoorsnede loopt vanaf de natte heide aan de noordzijde over de meander naar de oostzijde van het onderzoeksgebied. De dwarsdoorsnede en de locatie van de dwarsdoorsnede zijn weergegeven in Figuur 42 en Figuur 43.

De in de figuur weergegeven maaiveldhoogte is afgeleid uit het AHN2. De gxg's zijn gebaseerd op de verlengde tijdreeksen. Voor de dwarsdoorsnede zijn voor de locaties met meerdere filters de gxg's van de ondiepe filters opgenomen. Op basis van deze dwarsdoorsnede wordt het systeemfunctioneren toegelicht.



Figuur 42: Grondwatermeetnet en locatie dwarsdoorsnede geprojecteerd op hoogtekaart (AHN2)



Figuur 43: Dwarsdoorsnede Karshoek met GXG's en peilbuislocaties.

Uit de raai over het onderzoeksgebied blijkt dat het hoger gelegen gebied ten noorden en noordwesten van de meander fungeert als infiltratiegebied. Dit blijkt ook uit de isohypsen uit Figuur 33. De grondwaterstanden zijn jaarrond hoger dan de grond- en oppervlaktewaterstanden in de meander. Grondwater stroomt dus vanaf het hoger gelegen gebied met stuifzand en dekzandafzettingen naar de meander en kan daar uittreden als kwel. De meander snijdt dus als het ware de grondwaterbel in het infiltratiegebied aan.

Het gebied ten oosten van de meander fungeert eveneens als infiltratiegebied. Dit blijkt ook uit de isohypsen uit Figuur 33. Ook hier ligt de grondwaterstand in winter en voorjaar hoger dan de grond- en oppervlaktewaterstanden rondom de meander. Het lijkt in de figuur alsof het grondwater in de zomer tot onder de bodem van de meander wegzakt. Dit is echter niet het geval omdat de meander dieper is dan op basis van het AHN wordt gesuggereerd (zie ingemeten profielen in bijlage 5).

Het gebied binnen de meander (rivierduin en kronkelwaarden) fungeert eveneens als infiltratiegebied. Het belang van dit gebied voor de voeding van de meander is echter gering. De grondwaterstand in dit gebied ligt jaarrond lager dan die in de meander aan de oostzijde en slechts enkele decimeters hoger dan het oppervlaktewaterpeil aan de westzijde van de meander. Bovendien zal grondwater niet alleen naar het diepere deel van de meander aan de westzijde stromen maar ook richting de Vecht vanwege het feit dat het oppervlaktewaterpeil van de Vecht en het peil aan de westzijde van de meander nagenoeg gelijk aan elkaar zijn.

Uit de dwarsdoorsnede wordt ook duidelijk dat het grondwater zich in de natte heide aan de noordzijde (bij peilbuis B22D0955) zich in winter en voorjaar ondiep onder maaiveld bevindt en in de zomer diep onder maaiveld wegzakt. Deze natte heide staat dus in direct contact met het grondwater.

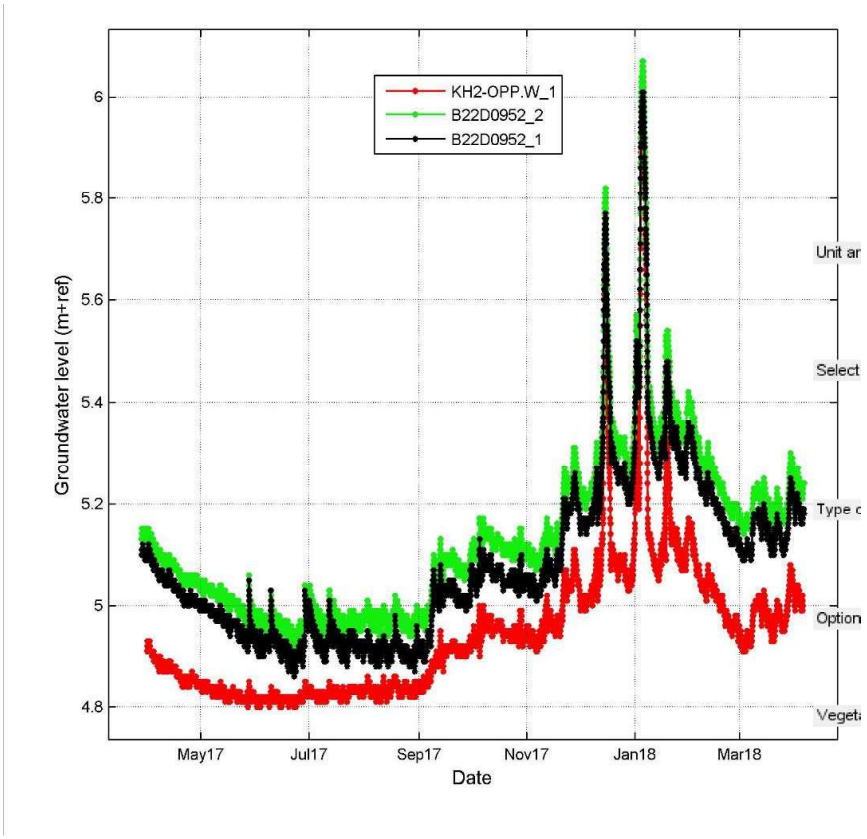
Functioneren noordwestelijke natte heide

Op de natte heidelocatie in het stuifzandgebied ten westen van de meander (bij peilbuis B22D0958) ligt het grondwater jaarrond 1,5 meter of meer onder maaiveld. In deze natte heide heeft KWR in de boringen (1008 en 1009) een compacte kleiige veenlaag aangetroffen. Boven deze slechtdoorlatende laag wordt zoveel regenwater vastgehouden dat er plaatselijk vennen zijn ontstaan. De bodem onder de laag vertoont een podzolprofiel en was droog. Hier is dus sprake van een schijnspiegelsysteem waardoor de natte heide onafhankelijk van het grondwatersysteem functioneert. De situatie hier is vergelijkbaar met andere natte heide en heidehoogveentjes die voorkomen op stuifzand of dekzand rond de Vecht zoals in de Boswachterij Ommen en het Eerder Achterbroek. De vegetatie is hier afhankelijk van regenwater dat stagneert op een slecht doorlatende laag. Het betreft dus een lokaal systeem, waarop de ontwateringsmiddelen in de omgeving geen of nauwelijks invloed op hebben.

Relatie grond- en oppervlaktewater in de meander

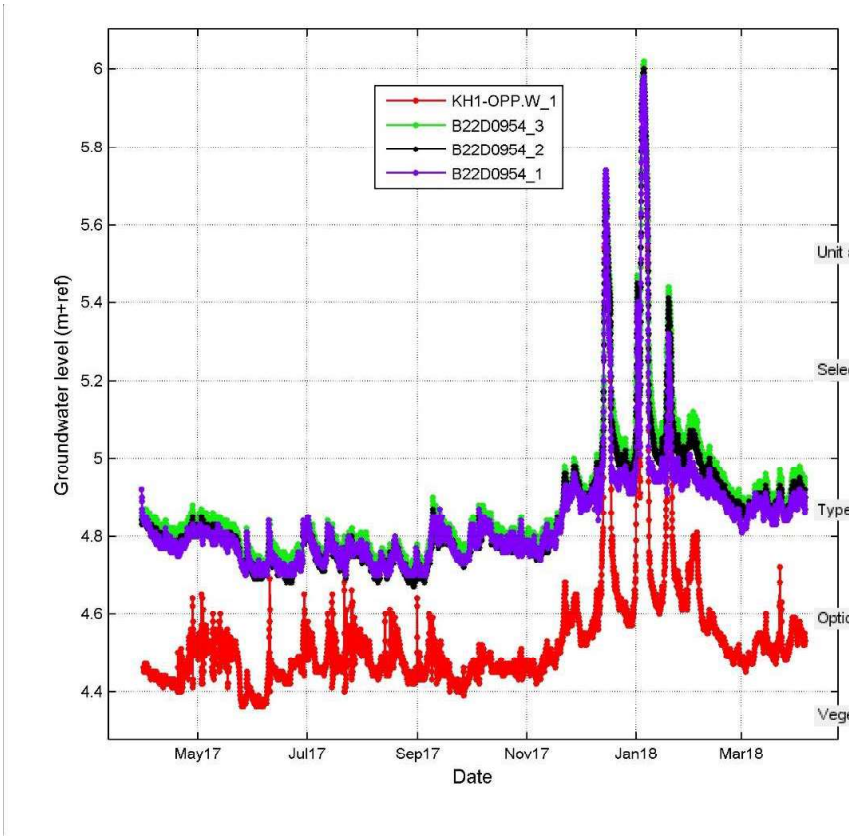
Op twee locaties, aan de oost- en westzijde van de meander, zijn oppervlaktewaterstanden in de meander en de grondwaterstand en stijghoogte direct naast de meander gemeten.

In Figuur 44 zijn de metingen aan de oostzijde van de meander weergegeven. Uit de figuur blijkt dat de stijghoogte in het diepe filter jaarrond hoger ligt dan de freatische grondwaterstand in het ondiepe filter. De grondwaterstand en stijghoogte liggen op hun beurt weer fors hoger dan het peil in de meander. Er is daarmee jaarrond sprake van kwel en de meander draineert het grondwater. In de winter is het verschil tussen grondwaterstand en oppervlaktewaterpeil groter dan in de zomer. Dit is te verklaren doordat het verschil tussen de grondwaterstand in het infiltratiegebied in de zomer en de grondwaterstand ter hoogte van de meander gedurende het jaar afneemt.



Figuur 44: Gemeten grond- en oppervlaktewaterstand oostzijde meander Karshoek.

Aan de westzijde van de meander is het beeld op hoofdlijnen vergelijkbaar met dat aan de oostzijde (Figuur 45). De stijghoogte/grondwaterstand naast de meander ligt hier fors (tot 40 centimeter) hoger dan het oppervlaktewaterpeil in de meander. De meander heeft dus duidelijk een sterk drainerende werking. Desondanks is hier sprake van jaarrond kwel. De stijghoogte in de twee diepere filters is altijd hoger dan de grondwaterstand in het ondiep filter. Het is echter de vraag of kwel het maaiveld voldoende kan bereiken.



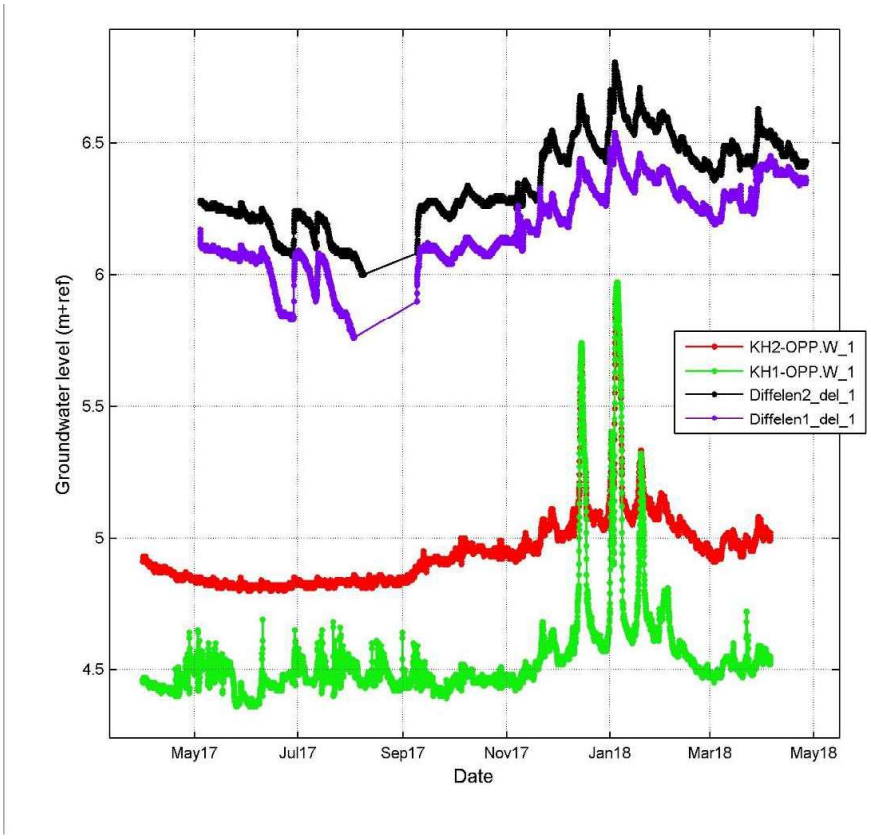
Figuur 45: Gemeten grond- en oppervlaktewaterstand westzijde meander Karshoek.

Verloop oppervlaktewaterpeil in meander en Rheezerwaterleiding

Wanneer de gemeten oppervlaktewaterpeilen in de Rheezerwaterleiding en gemeten peilen in de meander (Figuur 46) met elkaar vergeleken worden valt op dat het oppervlaktewaterpeil in de meander fors lager (>1,30m) ligt dan de oppervlaktewaterstand in de Rheezerwaterleiding.

Het oppervlaktewaterpeil heeft een piekerig verloop. De afvoer in de Rheezerwaterleiding wordt sterk beïnvloed door neerslag en de waterloop valt veelvuldig droog. Binnen de meander is het peilverloop stabieler als gevolg van de permante aanvoer van kwel uit het infiltratiegebied. De invloed van de hoogwaterperiode in januari 2018 is in de metingen goed zichtbaar.

Wat verder opvalt is dat er sprake van een fors peilverschil tussen de oostzijde en westzijde van de meander. Het peil aan de westzijde ligt ruim 30 centimeter lager dan dat aan de oostzijde. Het peilverloop aan de westzijde staat duidelijk direct onder invloed van peilfluctuaties in de Vecht. Aan de oostzijde wordt het peilverloop het grootste deel van de tijd bepaald door de hoeveelheid kwel die de meander afvoert en de aanvoer van water vanuit de Rheezerwaterleiding. Het oppervlaktewaterpeil is hier, met name in periode dat de Rheezerwaterleiding droogvalt, zeer stabiel.



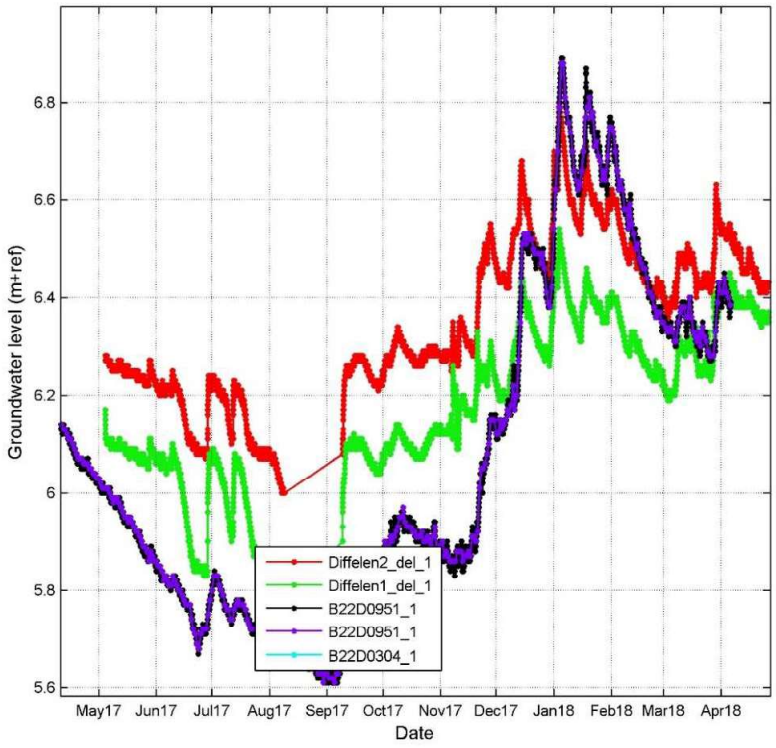
Figuur 46: Gemeten oppervlaktewaterstand in meander en in Rheezerwaterleiding

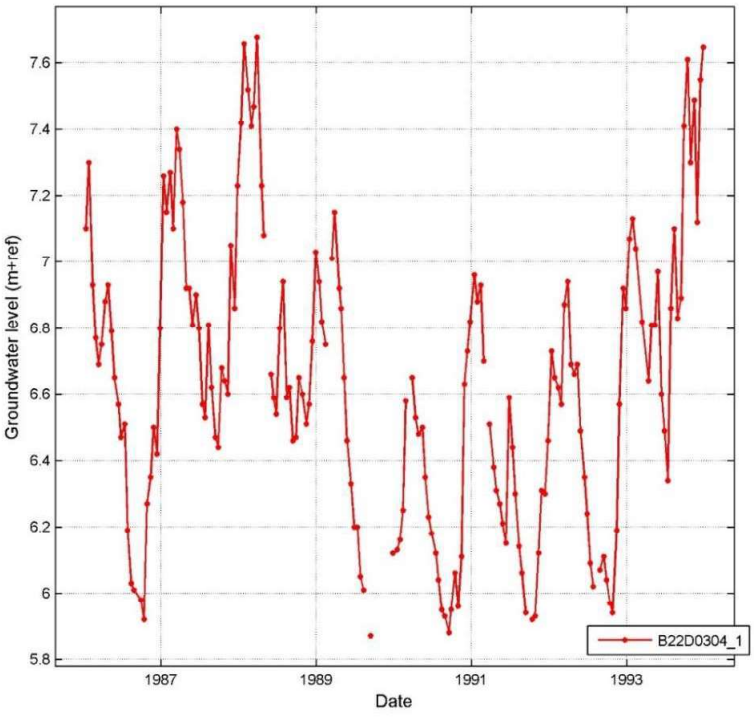
De verklaring voor de peilverschillen die in de meander optreden is de bodemhoogte van de meander. Ter hoogte van het oppervlaktewatermeetpunt KH2 (bovenstrooms) ligt de bodem van de meander op NAP +4,25 m. Het waterpeil is hier in droge perioden NAP +4,8 m. Ter hoogte van oppervlaktewatermeetpunt KH1 (benedenstrooms) ligt de bodem van de meander op circa NAP +3,93 m. Het waterpeil is hier in droge perioden NAP +4,40. Ter hoogte van de uitstroom van de meander in de Vecht ligt het bodemniveau op NAP +3,7 m. Het stuwpeil van de Vecht wordt hier grotendeels gestuurd door stuw Junne (zp=4,50, wp=4,15). De bodemhoogte van meander ligt dus ter hoogte van meetpunt KH2 gelijk of iets hoger dan het stuwpeil in de Vecht maar verder benedenstrooms lager. Dat verklaart ook het piekerige verloop van het oppervlaktewaterpeil van meetpunt KH1. De afvoer in de Vecht en het stuwpeil van stuw Junne zijn van invloed op het peilverloop in het benedenstroomse deel van de meander.

Effect Rheezerwaterleiding op grondwaterstroming

In Figuur 47 zijn de gemeten oppervlaktewaterpeilen in de Rheezerwaterleiding (Diffelen1 en Diffelen2) en de gemeten grondwaterstand van peilbuis B22D0951 weergegeven. Meetpunt

B22D0304 is opgenomen in een aparte grafiek (Figuur 47) omdat dit meetpunt alleen een oude meetreeks uit de periode 1986-1994 bevat.





Figuur 47: Gemeten oppervlaktewaterpeilen Rheezerwaterleiding en grondwaterstand in het infiltratiegebied

Uit Figuur 47 wordt duidelijk dat het peil in de Rheezerwaterleiding een groot deel van het jaar hoger ligt dan de grondwaterstand in meetpunt B22D0951. De Rheezerwaterleiding infiltreert dus in het grootste deel van het jaar totdat de leiding droogvalt en geen afvoer meer heeft.

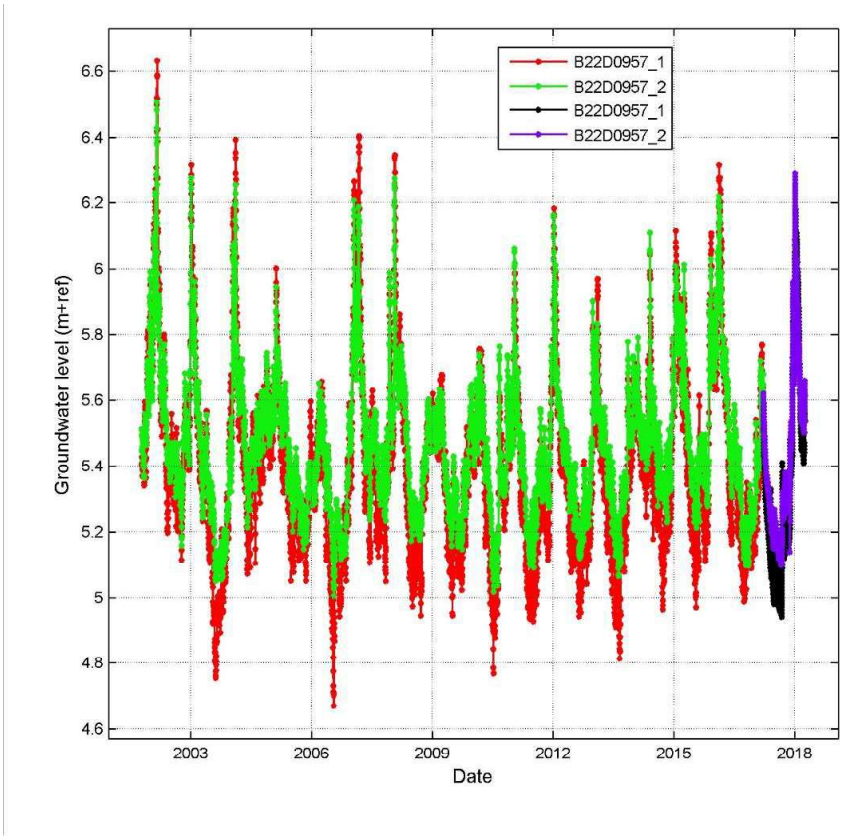
In de winterperiode heeft de leiding wel een beperkt drainerend effect. De grondwaterstand in het infiltratiegebied is hoger dan de gemeten oppervlaktewaterpeilen in de waterloop. Wanneer ook meetpunt B22D0304 in de beschouwing wordt meegenomen valt op dat vrijwel elke winter de grondwaterstand in het infiltratiegebied hoger ligt dan de bodemhoogte van de Rheezerwaterleiding. De leiding draineert het grondwater dus in de meest natte perioden in de winter.

Effect ontwatering boswachterij Hardenberg

Aan de noordzijde van de meander Karshoek mondt een diepe sloot, afkomstig uit de boswachterij Hardenberg uit in de meander. De bodemhoogte van deze sloot is ingemeten. Een tweetal dwarsprofielen en een lengteprofiel zijn weergegeven in bijlage 5.

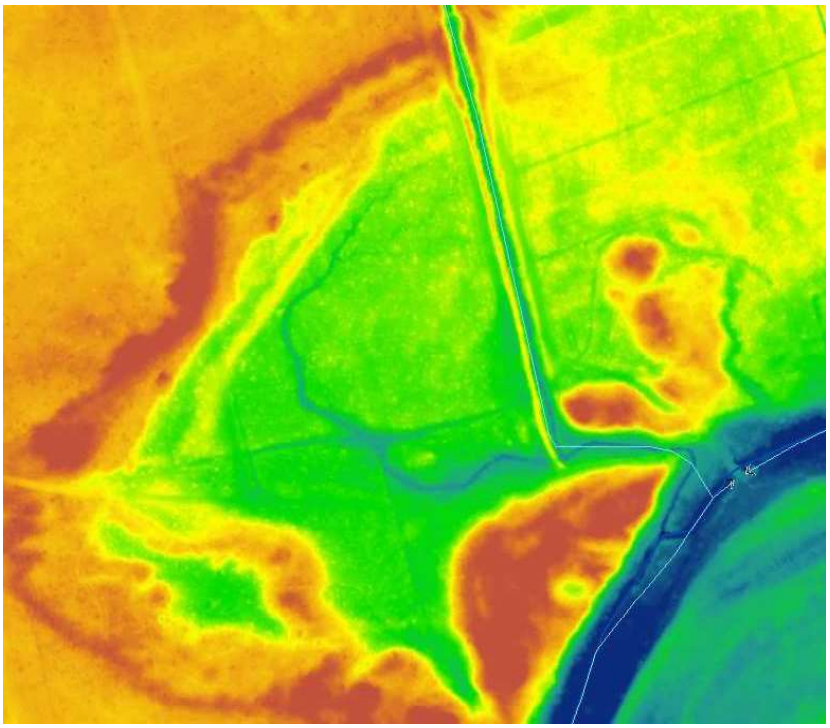
In Figuur 42 is te zien dat de sloot afkomstig uit de boswachterij Ommen een laagte te noorden van de meander en de hoger gelegen landduinen direct grenzend aan deze laagte doorsnijdt. De sloot vormt de hoofdafwatering van een groot deel van de Boswachterij Hardenberg. De landbouwgronden ten noorden van de boswachterij wateren buiten de Boswachterij om af en hebben dus een eigen afwatering (veldbezoek 29 oktober 2018).

In Figuur 48 zijn de gemeten en de op basis van tijdreeksanalyse verlengde grondwaterstanden in peilbuis B22D0957 weergegeven. Deze buis bevindt zich in de laagte ten noorden van de meander in een smalle laagte op circa 40 meter van de sloot. De bodemhoogte van de sloot ter hoogte van de peilbuis ligt op NAP +5,56 m. De grondwaterstand in de peilbuis komt vrijwel elke winter hoger dan de bodem van de sloot. De sloot draineert dus het grondwater in het winterhalfjaar. In de zomerperiode zakt het grondwater diep onder de slootbodem. De sloot heeft daarmee geen invloed op de zomersituatie en valt vroeg in het voorjaar droog. De bodemhoogte van de sloot loopt in bovenstroomse richting snel op. In het grootste deel van het traject ligt de bodemhoogte tussen NAP +6,0 en 6,57 m (zie lengte en dwarsprofielen in bijlage 5).



Figuur 48: Gemeten (paars en zwart) en op basis van tijdreeksanalyse verlengde (groen en rood) grondwaterstanden in de laagte ten noorden van de meander in Karshoek

Uit de meetreeksen wordt verder duidelijk dat het laag gelegen deel ten noorden van de meander tijdens hoge waterstanden op de Vecht niet vrij kan afwateren. Het is echter de vraag of een groot deel van de laagte überhaupt kan afwateren op de diepe sloot. Tijdens een veldbezoek (29 oktober 2018) leek er geen duiker te zitten onder het zandpad. Naast de sloot ligt een forse wal waarmee de sloot fysiek is afgesloten van de laagte (Figuur 49).

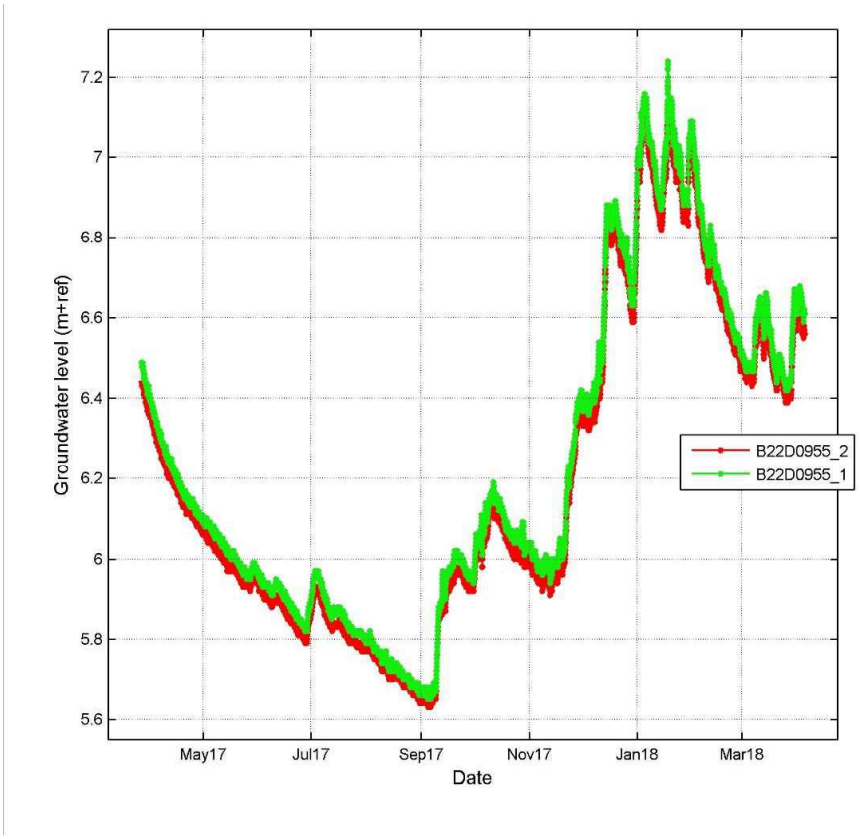


Figuur 49: Hoogteligging laagte en aanwezigheid wal langs sloot (AHN2)

Het lijkt onwaarschijnlijk dat het laag gelegen deel ten noorden van de meander regelmatig inundeert met Vechtwater omdat de maaiveldhoogte van het grootste deel van de laagte op NAP +6,60-6,80 m ligt. Ten tijde van het hoogwater in de winter van 2017/2018 blijkt dat het Vechtpeil op maximaal 5,95 kwam (oppervlaktewaterpeil meetpunt KH2). Het peil ligt daarmee circa 40 centimeter hoger dan de bodemhoogte van de sloot maar fors lager dan de maaiveldhoogte van de laagte. Uit de beschrijving in paragraaf 3.5. blijkt dat de laagte bij extremere Vechtstanden die minder frequent optreden (1x12jaar) waarschijnlijk wel met Vechtwater kan inunderen.

Effect detailontwatering rondom natte heide noordzijde

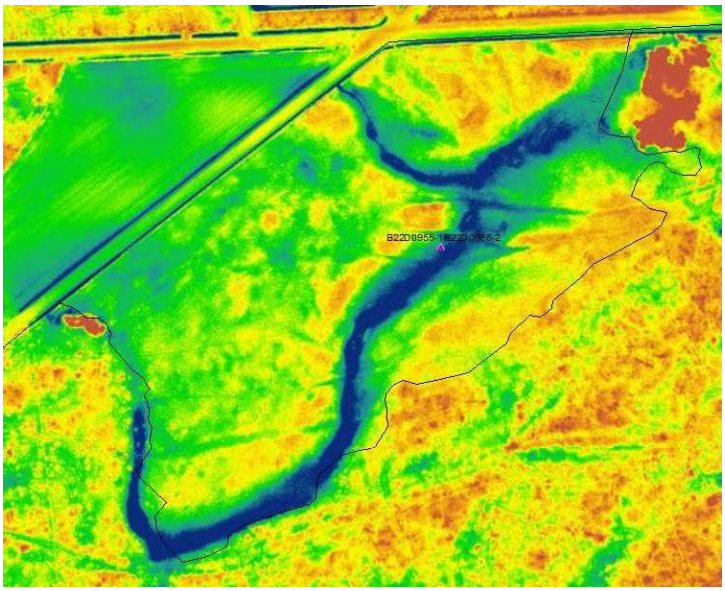
Rondom de natte heide aan de noordwestzijde van het projectgebied liggen een aantal sloten en greppels. De bodemhoogte van de sloten langs de zandweg die direct grenst aan de natte heide ligt op ca NAP +6,90 m (zie dwars- en lengteprofielen in bijlage 5). In Figuur 50 zijn de gemeten grondwaterstanden in de natte heide (B22D0955) weergegeven. Uit de figuur blijkt dat alleen in de extreem natte periode in januari en februari 2018 de grondwaterstand korte tijd hoger was dan het bodemniveau van de sloten langs de zandweg (tot maximaal NAP +7,15 m). Het is echter onwaarschijnlijk dat de sloten langs de zandweg een sterk drainerend effect hebben op het grondwater. Ten tijde van een veldbezoek werden namelijk geen duikers aangetroffen die de sloten met elkaar verbinden. De sloten fungeren dus vooral als zaksloten waar regenwater afkomstig van de zandwegen naar toe kan stromen.



Figuur 50: Gemeten grondwaterstand in de natte heide aan de noordzijde van het projectgebied

KWR heeft in het perceel met de natte heide aan de noordzijde een slenk aangetroffen. De slenk lijkt deels gegraven of verlengd. Zo is aan de noordzijde een gegraven greppel aanwezig die uitkomt in de bermsloot van het zandpad aldaar (Figuur 51). In deze slenk zijn een aantal rechthoekige kuilen aangetroffen. Het lijkt erop alsof men zakputten heeft gegraven om de heide droog te leggen (Jalink, M. en B van Delft, 2017). De greppel die laagte verbindt met de zaksloot aan de noordzijde kan in natte perioden zorgen voor versnelde ontwatering van de natte heide.





Figuur 51: Ligging slenk en kuilen in heideperceel noord

Samengevat

Wanneer het effect van de sloten, meander en de Vecht wordt beschouwd kunnen uit de voorgaande paragrafen de volgende conclusies worden getrokken:

1. Sloten die in het infiltratiegebied liggen draineren alleen in de winterperiode.
   De mate waarin de verschillende sloten het grondwater draineren verschilt. De Rheezerwaterleiding draineert alleen in de meest natte perioden in de winter. De sloot afkomstig uit de boswachterij Ommen draineert met name het laag gelegen deel ten noorden van de meander in de winter periode. Overige sloten zoals de sloten langs de zandwegen langs de natte heide aan de noordzijde van het gebied kunnen in potentie in

natte perioden draineren. Omdat het zaksloten betreft zonder afvoermogelijkheid zullen deze sloten niet of nauwelijks invloed hebben op het grondwaterstand verloop.

2. De mate waarin de meander het grondwater draineert is sterk afhankelijk van het bodemverloop in de meander en daarmee samenhangend het oppervlaktewaterpeil in de meander. Het bovenstroomse deel ligt qua bodemniveau hoger dan de Vecht. Daardoor is het verschil tussen grond- en oppervlaktewaterstand hier kleiner en de drainerende werking van de meander minder groot. De bodemhoogte in het benedenstroomse deel ligt lager dan het Vechtpeil. Daardoor staat het oppervlaktewaterpeil onder direct invloed van het peil in de Vecht. Het oppervlaktewaterpeil is hier fors lager dan de grondwaterstand direct naast de meander. De meander draineert het grondwater sterk. Omdat de grondwaterstanden in het infiltratiegebied jaarrond hoger liggen dan het oppervlaktewaterpeil in de meander treedt jaarrond kwel op in en direct rondom de meander. Zelfs ten tijde van het veldbezoek (29 oktober 2018) in de extreem droge zomer van 2018 was nog duidelijk sprake van stromend water in de meander en dus afvoer van grondwater.

5.4. Doelgat grondwaterstand

Om te bepalen of er in de actuele situatie sprake is van verdroging zijn voor de locaties waar peilbuizen geplaatst zijn op locaties waar habitattypen voorkomen gxg's afgeleid op basis van de met tijdreeksanalyse verlengde reeksen. Voor de bepaling van het doelgat zijn de ondiepe filters gebruikt. De gxg's voor deze locaties zijn vergeleken met de ecologische randvoorwaarden uit Waternood. De optimale bandbreedte is daarbij op vegetatietypeniveau (associatie of subassociatie) afgeleid op basis van de vegetatiebeschrijving in paragraaf 3.6.

Er zijn twee meetpunten binnen het habitattype alluviaal bos. Meetpunt B22D0952 betreft een locatie met het vegetatietype Elzenzegge-elzenbroek. Meetpunt B22D0954 staat op een locatie met de Rompgemeenschap Grote Brandnetel. Omdat het hier een rompgemeenschap betreft is ook voor deze locatie de Elzenzegge-elzenbroek genomen als ecologische randvoorwaarde. De optimale grondwaterstandrange voor dit vegetatietype ligt in het voorjaar (gvg) op -15 tot 10 cm onder maaiveld en suboptimaal tussen -30 tot 25 cm onder maaiveld. In de zomer mag het grondwater niet dieper wegzakken dan 40 centimeter (optimaal) tot 60 centimeter (suboptimaal).

Er zijn twee locaties met meetpunten binnen het habitattype Vochtige heide. Meetpunt B22D0955 staan in de vochtige heide aan de noordzijde van het plangebied. B22D0958 staat in de natte heide die direct ten noorden/noordwesten van de meander ligt. Deze locatie bestaat uit een vochtige heide waar ook een aantal soorten van zwakgebufferde/zure vennen in voorkomen. Voor beide locaties is de typische subassociatie van de natte heide als uitgangspunt genomen voor de hydrologische randvoorwaarden. De optimale voorjaarsgrondwaterstand voor dit type ligt tussen 8 en 35 cm onder maaiveld. De suboptimale bandbreedte ligt tussen -5 – 50 cm onder maaiveld. Het vegetatietype kent geen direct randvoorwaarde voor de GLG maar kent in Waternood wel een randvoorwaarde voor het aantal dagen droogtestress. Het aantal dagen droogtestress ligt op maximaal 10 (optimaal) tot 25 (suboptimaal) dagen. Uitgaande van het bodemtype ligt daarmee de optimale grens voor de GLG ondieper dan 120-150 cm beneden maaiveld.

In Tabel 4 is middels kleuren aangegeven of er sprake is van een doelgat. Opvallend is dat voor de locatie met Elzenbroekbos aan de westzijde van de meander (B22D0954) de grondwaterstanden voldoen aan de optimale vereisten terwijl hier sprake is van een rompgemeenschap met Brandnetel. Blijkbaar is op deze locatie niet zozeer de grondwaterstand bepalend voor de huidige matige

kwaliteit van de vegetatie maar spelen andere zaken zoals invloed van vermest oppervlaktewater en/of te weinig kwelinvloed naar maaiveld een rol.

In het Elzenbroekbos aan de oostzijde van de meander (B22D0952) zakt de GLG 30 centimeter te diep weg ten opzichte van de optimale grondwaterstand. Hier moet wel bij vermeld worden dat het meetpunt hier iets hoger ligt dan het maaiveld in een deel van het aangrenzende broekbos. In de laagste delen rondom het meetpunt zal de grondwaterstand daarmee wel binnen het optimale bereik liggen.

De locaties met natte heide voldoen beide niet aan de optimale vereisten. Enige nuancering is echter op zijn plaats. De natte heide direct ten westen van de meander (B22D0958) ligt op een schijnspiegelsysteem. De vegetatie heeft hier dus geen enkele relatie met de gemeten grondwaterstand in de peilbuis. Dit doelgat kan daarmee niet als knelpunt worden beschouwd.

Voor de natte heide aan de noordzijde (B22D0955) geldt dat de grondwaterstand zich in de winter vlak onder maaiveld bevindt maar in het voorjaar snel diep onder maaiveld wegzakt. In de zomer zakt de grondwaterstand weg tot net onder het optimale bereik qua vochtvoorziening. Gezien de positie van de heide in het systeem is het grondwaterstandsverloop niet zo gek. De heide ligt duidelijk in een infiltratiegebied. De zaksloten langs de zandweg bij de natte heide hebben niet of nauwelijks invloed op het grondwaterstandsverloop.

Tabel 4: Doelgat

Peilbuis	Maaiveld (m NAP)	GLG (m-mv)	GVG (m-mv)	GHG (m-mv)	Habitattype	Vegetatietype
B22D0952-1	5,57	0,7	0	0	Vochtige alluviale bossen	39AA02a
B22D0954-1	4,92	0,3	0	0	Vochtige alluviale bossen	39RG4
B22D0955-1	7,15	1,3	0,65	0,35	Vochtige heide	11Aa02c
B22D0958-1	6,93	1,91	1,52	1,31	Vochtige heide	11Aa02c/10-g

Uit deze analyse blijkt dat er ter plaatse van de peilbuizen in het Elzenbroekbos in het oosten en westen van de meander en de peilbuis in de westelijke natte heide geen sprake is van een doelgat in grondwaterstanden. De waterkwaliteitsmetingen en de vegetatiewaarnemingen laten echter zien dat er wel een eutrofiëringsknelpunt is in het Elzenbroekbos. In het oostelijk deel wordt deze verruiging waarschijnlijk veroorzaakt door indringing van vervuild oppervlaktewater vanuit de Rheezerwaterleiding. In het noordwestelijke deel is de oorzaak waarschijnlijk gelegen in verdroging gevolgd door mineralisatie. De meander is draineert hier de grondwaterstanden en vangt de kwel af.

5.5. Verkennende scenarioberekeningen

Om inzicht te verkrijgen in de mogelijkheden voor het verkleinen van het doelgat zijn een viertal scenario's doorgerekend met het grondwatermodel. Niet elk scenario is technisch uitvoerbaar of reëel. De scenario's moeten worden gezien als "het draaien aan de grote knoppen". Zodoende kan nader systeeminzicht worden verkregen en kan worden getoetst of maatregelen effectief kunnen zijn.

Hierbij een opsomming van de scenario's:

- Scenario 1: Verhogen peil Vecht
- Scenario 2: Rheezerwaterleiding dempen
- Scenario 3: TOP10 watergangen dempen
- Scenario 4: Naald- en loofbos kappen en vervangen door heide/droge natuur.

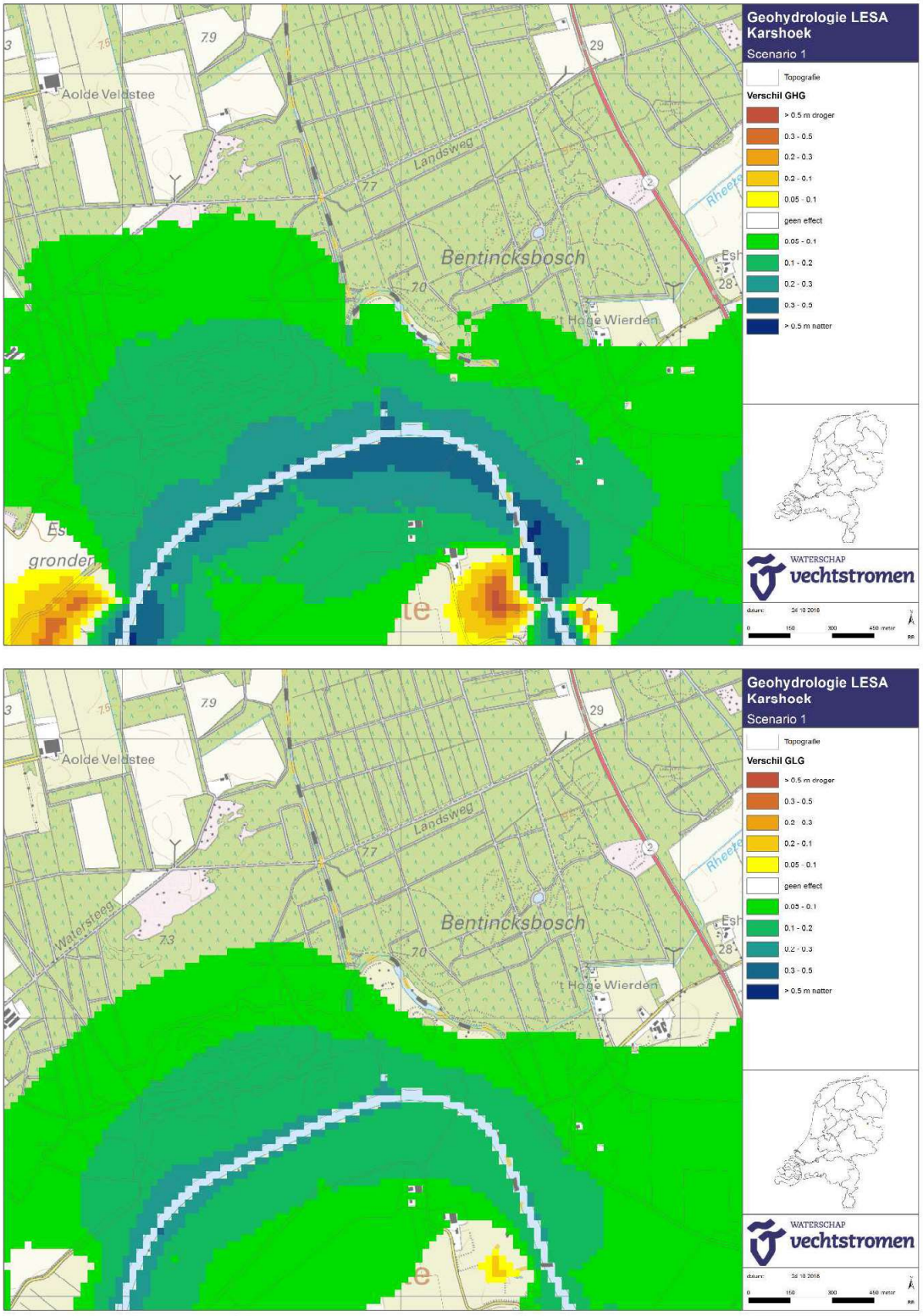
Scenario 1

Scenario 1 betreft het verhogen van de oppervlaktewaterpeilen van de Vecht. Voor scenario 1 is gebruik gemaakt van de modelresultaten van het VKA (sc 11) uit het Achtergronddocument watersysteemanalyse Vecht: van visie naar ontwerp. De zomerpeilverhoging betreft +20 cm en de winterpeilverhoging betreft +40 cm. Sc11 bevat naast de peilverhoging ook andere maatregelen zoals een kleine verbreding van het profiel van de Vecht.

Door de peilverhoging in de Vecht treedt er in de zijwaterlopen opstuwing op. De mate van opstuwing is berekend met het Sobek oppervlaktewatermodel van de Vecht en is vervolgens in het grondwatermodel meegenomen.

Figuur 52 geeft het effect van de peilverhoging in de Vecht weer voor zowel de GHG als GLG situatie. In de directe omgeving van de Vecht gaat de grondwaterstand met ca. 0,10 tot 0,30 m omhoog. De effecten dempen aan de noordzijde van de meander in Karshoek uit. In dit deel van de meander is geen opstuwing in het oppervlaktewaterpeil berekend met Sobek en hierdoor blijven de effecten begrenst tot binnen de meander.

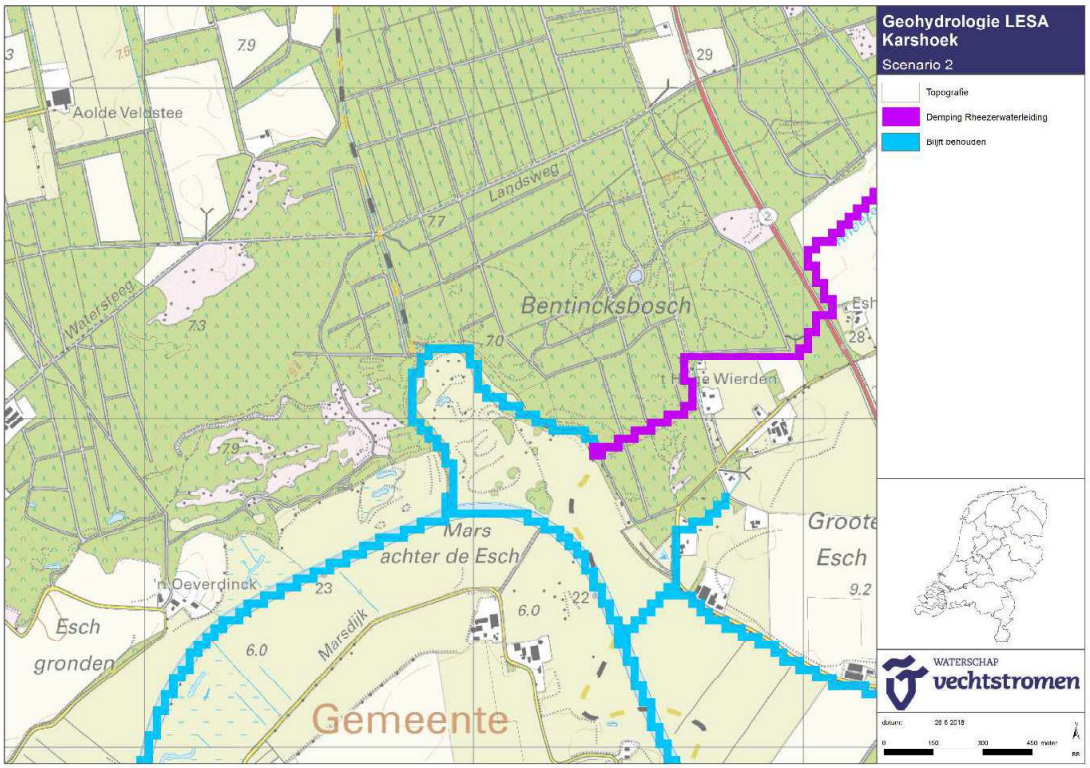
Het verhogen van het Vechtpeil heeft een positief effect in de zin dat het leidt tot een verhoging van de grondwaterstanden bij de habitattypen in Karshoek. Bovendien leidt de peilverhoging tot een toename van de kwelflux in de laag gelegen gronden langs de Vecht. De peilverhoging zal echter optreden in het gehele stuwpand Junne. Daarmee treedt er ook een forse verhoging op van de grondwaterstanden op gronden langs de Vecht die buiten het natuurgebied liggen. Deze regionale maatregel heeft impact over een groot gebied, waar het projectgebied Karshoek slechts een klein deel van uitmaakt.



Figuur 52: Effect van scenario 1 op GHG (boven) en GLG (onder). Opgemerkt wordt dat in het VKA naast de peilverhoging in de Vecht ook een aantal nieuwe meanders in de Vecht doorgerekend. Dit is de reden dat er in onderstaande kaarten een aantal locaties te zien zijn met een verlaging van de grondwaterstand.

Scenario 2

Scenario 2 betreft het dempen van de Rheezerwaterleiding. In Figuur 53 is de demping van de Rheezerwaterleiding met roze weergegeven. Omdat deze scenariostudie “het draaien aan de grote knoppen is” is er vooralsnog geen rekening gehouden met de afwatering van de landbouwgebieden die afwateren op de Rheezerwaterleiding.



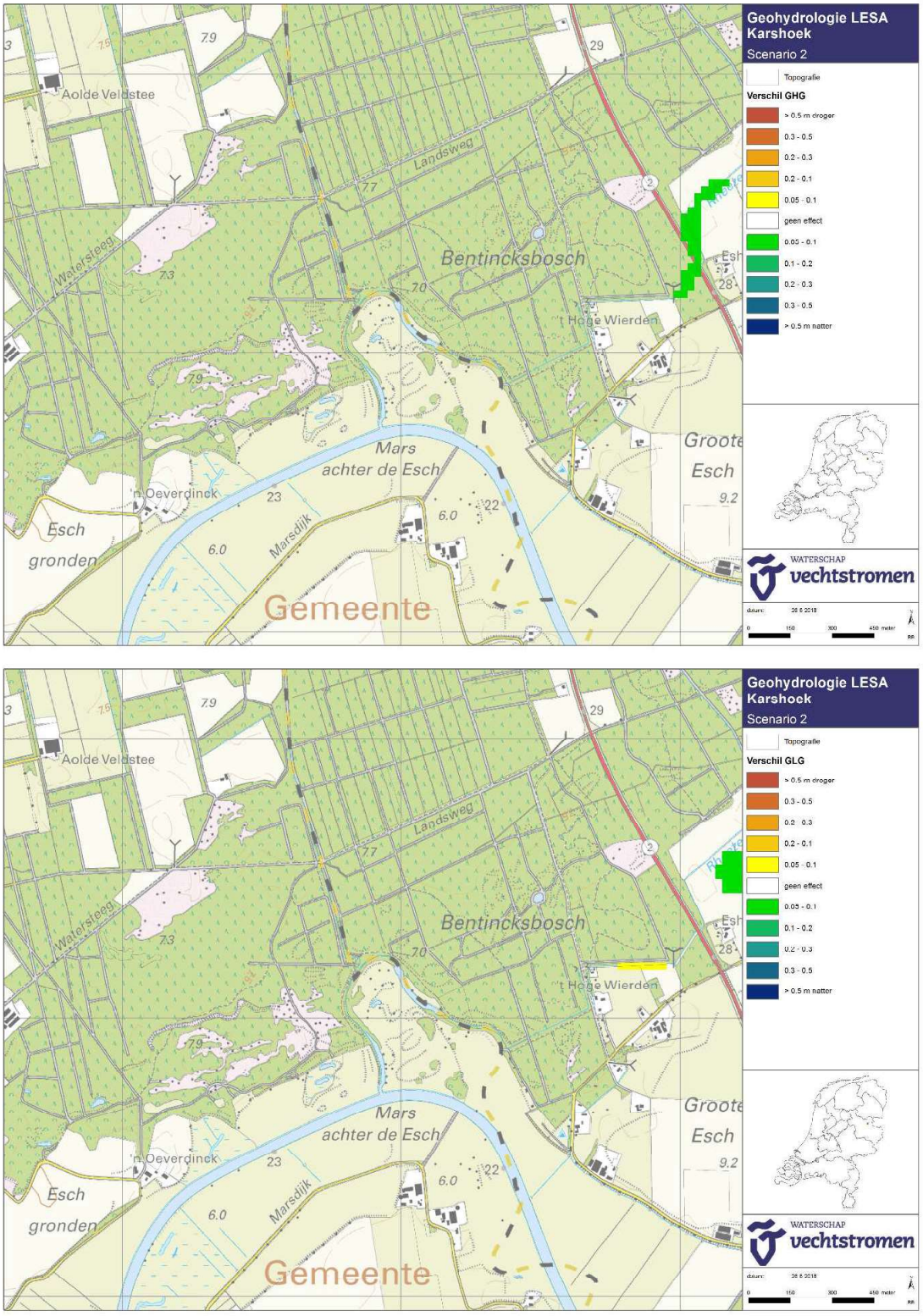
Figuur 53: Demping Rheezerwaterleiding in model

Figuur 54 geeft de effecten weer wanneer de Rheezerwaterleiding wordt gedempt. In de GHG situatie heeft het dempen een vernattend effect tot maximaal 10 cm vanwege het verkleinen van de drainerende werking. De berekende effecten op de GHG zijn zeer beperkt en zeer lokaal.

Uit de analyse van de peilbuizen in paragraaf 5.3 blijkt dat de Rheezerwaterleiding in de wintersituatie een drainerende werking heeft op de grondwaterstand in het noordelijke infiltratiegebied. Het berekende effect op de GHG wordt in het model onderschat, zowel ruimtelijk als in grootte. Dit heeft te maken met het feit dat het model de GHG te laag berekend (10-20 cm afwijking, zie bollenkaart in bijlage 4).

In de GLG situatie wordt er zeer lokaal een verlaging berekend, op deze locatie is het waterpeil in de zomerperiode hoger dan de grondwaterstand waardoor de Rheezerwaterleiding infiltreert. Bij het dempen van de Rheezerwaterleiding is dit niet meer mogelijk. Daarnaast is en het uiterste oosten van het gebied ook een vernattend effect tot maximaal 10 cm zichtbaar vanwege het verkleinen van de drainerende werking.

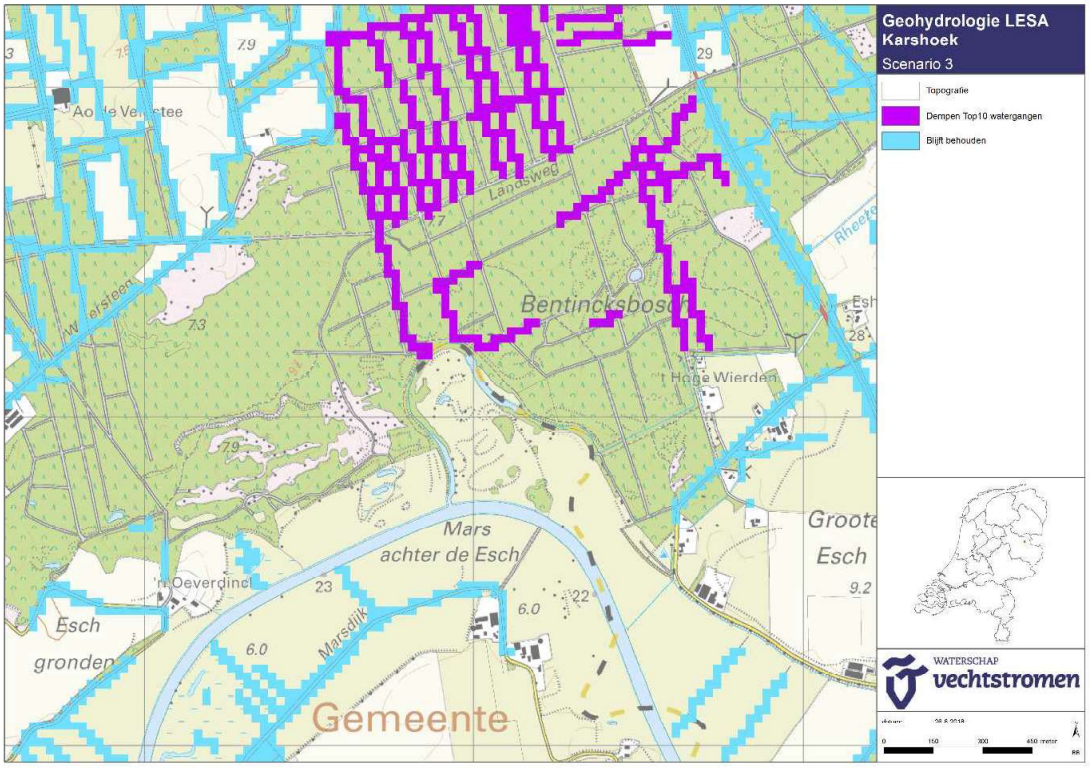
De berekende grondwaterstandsverhoging reikt niet tot in het N2000 gebied en heeft daarmee geen effect op de habitattypen. Ondanks dat het dempen van de Rheezerwaterleiding geen kwantitatief effect heeft op de habitattypen, is het kwalitatieve effect van afkoppelen van de leiding wel belangrijk voor het habitattype vochtig alluviaal bos.



Figuur 54: Effect van scenario 2 op GHG (boven) en GLG (onder)

Scenario 3

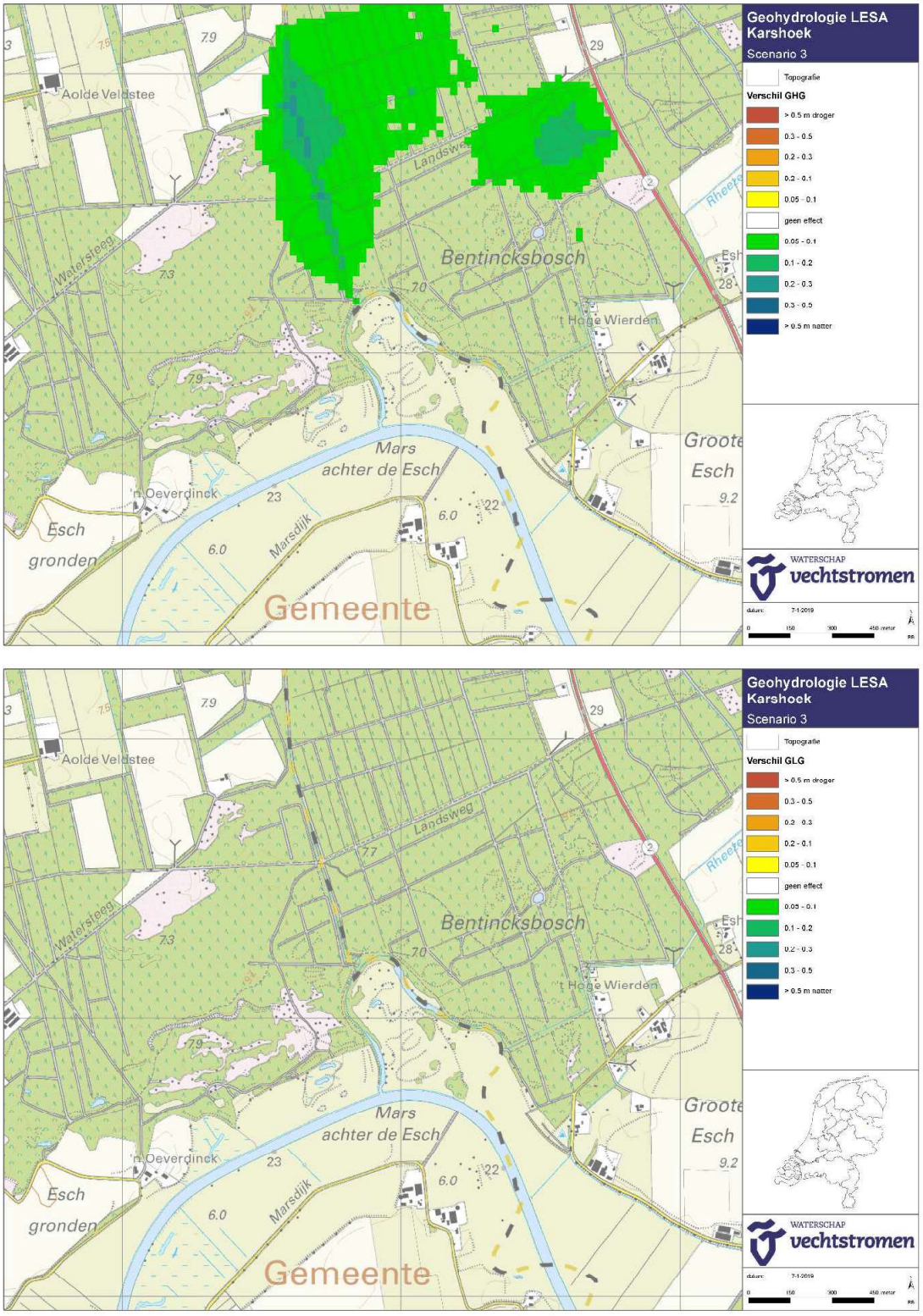
Scenario 3 betreft het dempen van alle top10 watergangen in het infiltratiegebied ten noorden van Karshoek. Figuur 55 geeft met roze de demping van de top10 watergangen weer.



Figuur 55: Dempen top10 watergangen in intrekgebied

Het dempen van de top10 watergangen ten noorden van het gebied Karshoek beperkt zich tot een zichtbaar effect bij de GHG situatie (Figuur 56). Het dempen van de top10 watergangen in het bosgebied resulteert in een verhoging van de GHG met 5 tot 10 cm. De sloot die in het noorden van de meander uitkomt vormt de ontwatering van de boswachterij Hardenberg. Dit is een relatief diepe sloot. Bij het dempen van deze sloot wordt het grootste effect (5-20 cm) op de GHG berekend. De stijging van de grondwaterstand in de winter resulteert een toename van de kwelflux in de noordzijde van de meander. Echter door de diepe ligging wordt de kwel voornamelijk afgevangen door de meander. Deze maatregel is het meest effectief in combinatie met het verondiepen van de meander.

In de loop van het voorjaar en in de zomer vallen de top10 watergangen droog. In het model wordt dan ook geen effect op de GLG berekend.

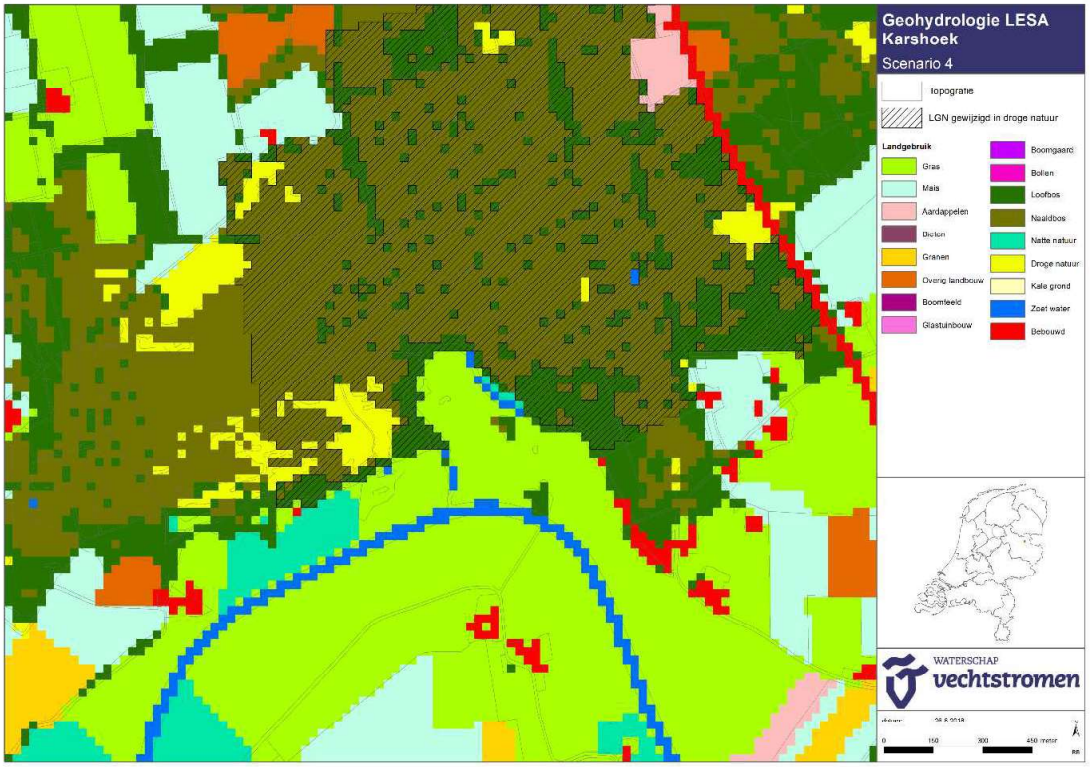


Figuur 56: Effect van scenario 3 op GHG (boven) en GLG (onder)

Scenario 4

De invloed van naaldbos op de verdamping en daarmee de grondwateraanvulling in het infiltratiegebied kan een rol spelen voor de grondwaterstroming naar Karshoek. Door omvorming van naaldbos naar loofbos of omvorming naar heide zal de grondwateraanvulling en daarmee de opbolling in het infiltratiegebied toenemen. Hoe groter de opbolling in het infiltratiegebied hoe sterker de kwelflux in en rondom de meander. Het maximale kwantitatieve effect van deze maatregel is berekend met het grondwatermodel.

Scenario 4 betreft het kappen van het loof- en naaldbos binnen het intrekgebied van Karshoek-Stegeren. Uitgegaan wordt van een nieuwe inrichting met heide/droge natuur. In Figuur 57 is met een arcering weergegeven welk gebied opnieuw wordt ingericht.



Figuur 57: Kappen van bos binnen het intrekgebied

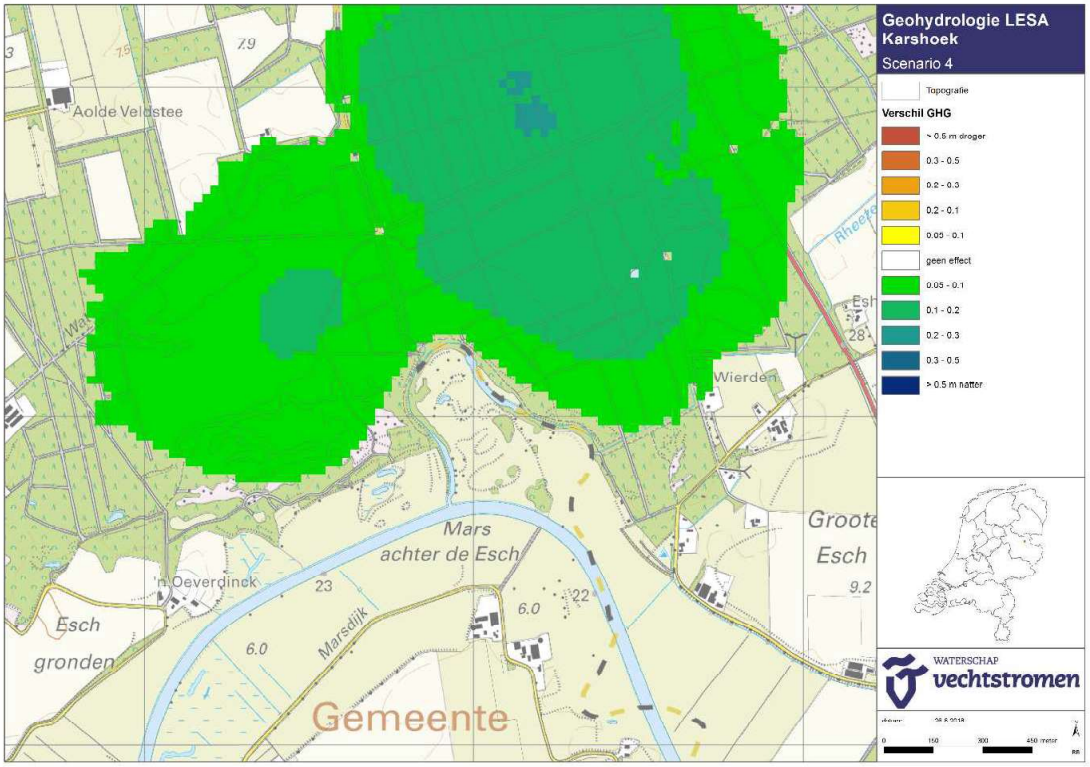
Op basis van de effecten zoals getoond in Figuur 58 is zichtbaar dat het kappen van bos een substantieel effect heeft op de grondwaterstanden ter plaatse van het intrekgebied en aan de randen van gebied Karshoek-Stegeren. De berekende grondwaterstandverhoging is maximaal 20 a 30 cm. Dit geeft aan dat de grondwateraanvulling in het model sterk toeneemt door het kappen van het naaldbos.

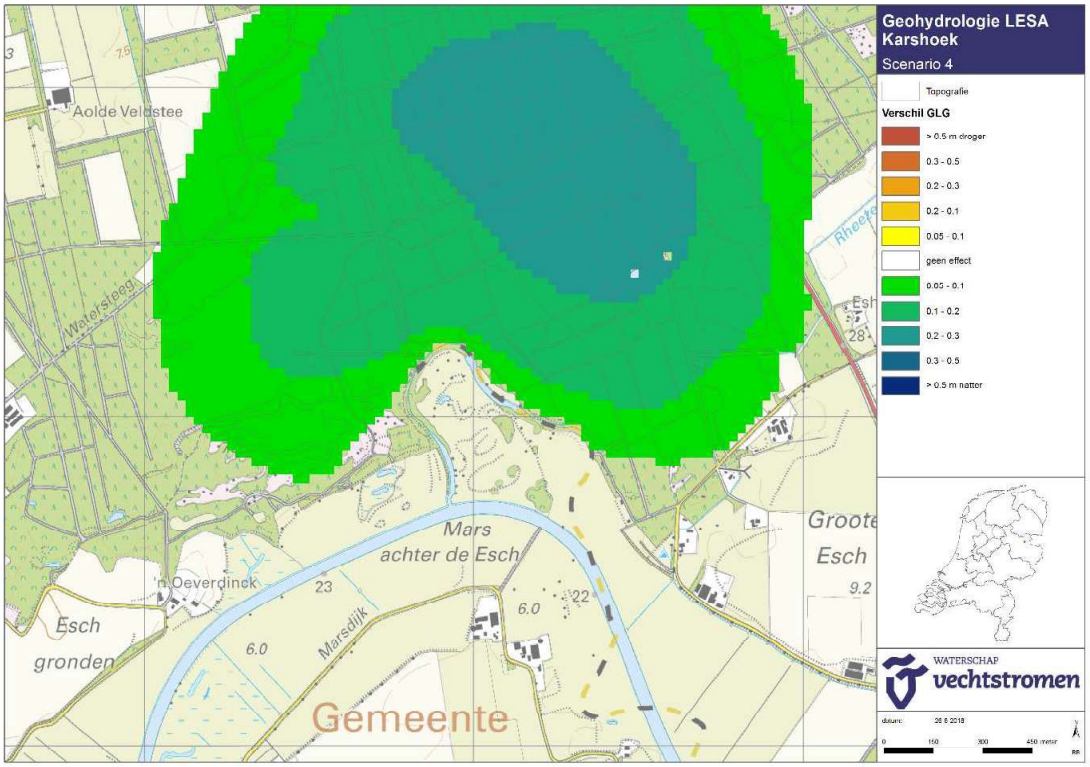
Mogelijk treedt er in het model een overschatting op van de extra grondwateraanvulling in de zomer. In de zomer ligt de grondwaterstand in het bosgebied op ruim 2 m-maaiveld. Hierdoor treedt er in werkelijkheid een verdampingsreductie en remming van de plantengroei op, die wellicht niet in voldoende mate door het model wordt meegenomen.

Er treden geen uitstralingseffecten op in het centrale gebied tussen de meander en de Vecht. Hierin speelt mee dat de grondwaterstand in de winter al reeds aan maaiveld ligt en dus niet hoger kan

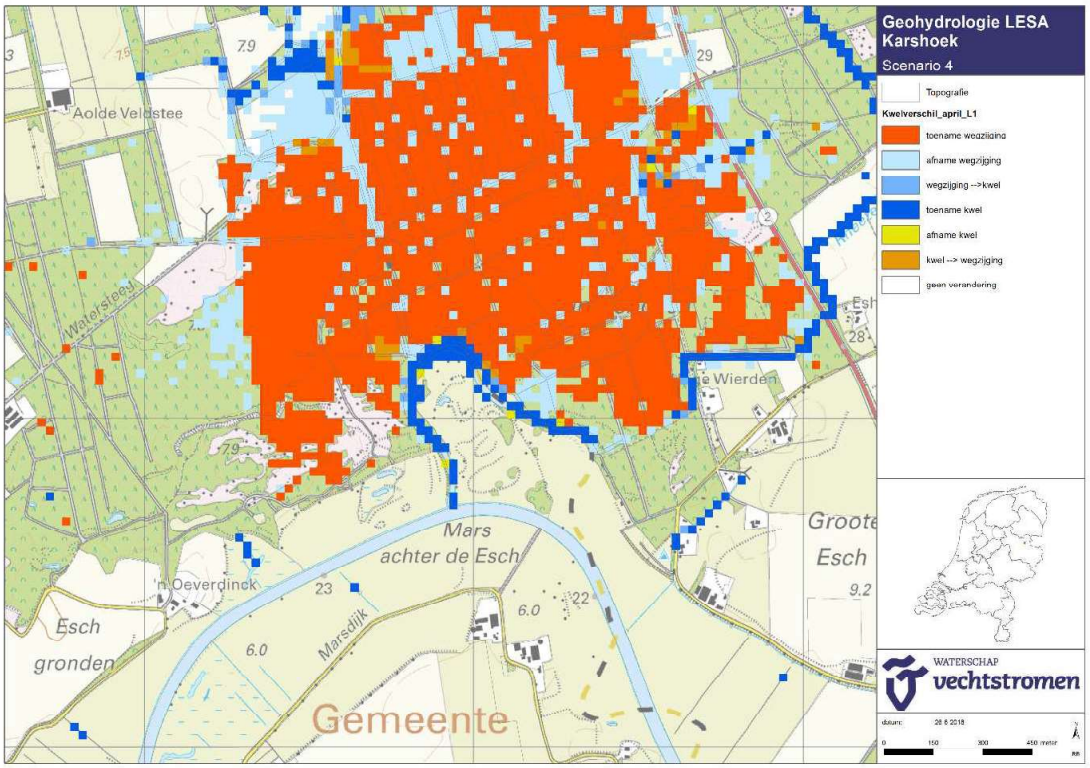
stijgen, maar ook dat meander een deel van het effect wegvangt omdat deze op peil wordt gehouden in het model.

Door de afname van de verdamping treedt een toename op van de infiltratie, en daarmee de grondwateraanvulling, ten noorden van de meander (Figuur 59). In de meander treedt daardoor een toename op van de kwel. Het kappen van het bos is op zichzelf staand geen voldoende maatregel. De toename van de kwel kan in principe ten goede komen aan de habitattypen langs de meander, maar door de huidige diepe ligging van de meander wordt de kwel voornamelijk afgevangen door de meander. Deze maatregel kan wel een bijdrage leveren in combinatie met het verondiepen van de meander. De boskap heeft echter een grote impact op de landschapsbeleving in het gebied en is om deze reden minder wenselijk.





Figuur 58: Effect van scenario 4 op GHG (boven) en GLG (onder)



Figuur 59: Effect van scenario 4 op kwel- en infiltratie

6. Synthese

De Karshoek is een oude kronkelwaard met een eenzijdig aangetakte meander. Aan de noordzijde liggen hooggelegen landduinen en stuifzanden die bestaan uit voornamelijk bos met heideveldjes. Binnen de meander is het kleinschalige reliëf, dat bij duinvorming ontstond, intact gebleven. Het zuidelijk deel van Karshoek en de graslandpercelen langs de Vecht is laaggelegen en bestaat uit oude oeverwallen en rivierkommen.

De meander staat aan de westzijde in open verbinding met de Vecht. De bodem van de meander is diep ingesneden (oost NAP +4,25 m en west NAP +3,9 m) en de meander voert jaarrond water af. Stroomopwaarts komt de Rheezerwaterleiding uit in de meander. Deze watergang vormt de afwatering van een gebied met landbouw en natuur dat tot Hardenberg strekt. In de zomerperiode valt de Rheezerwaterleiding droog. De Vecht vormt de drainagebasis van het systeem met een zomerpeil van NAP +4,50 m en een winterpeil van NAP +4,15 m (stuw Junne).

De bovenste paar meter van de ondergrond in de Karshoek bestaan uit de fijnzandige en soms lemige afzettingen van de formatie van Boxtel. Hieronder bevinden zich de grovere zanden van de formatie van Kreftenheye. De basis van het watervoerend pakket wordt hier gevormd door de keileem (Formatie van Drenthe) die tussen NAP -5 en -7 m begint. In de bovengrond komen lokaal klei- en veenafzettingen voor in de lagere delen van de kronkelwaarden. In de natte heide ten westen van Karshoek ligt een compacte organische laag waarop zoveel regenwater stagneert dat er plaatselijk vennen zijn ontstaan.

De grondwaterstand ligt bij de meander en in de laagte ten noorden van de meander in de winter aan maaiveld en zakt in de zomer 30-80 centimeter onder maaiveld weg. Op de hogere stuifzandgebieden ligt de grondwaterstand in de winter op ca. 150 centimeter onder maaiveld en zakt in de zomer weg tot meer dan 200 centimeter onder maaiveld. Uit het isohypsenpatroon en de tijdreeksanalyse blijkt dat de grondwaterstanden sterk door de Vecht beïnvloed worden. Ook de meander heeft een drainerende werking op het grondwater. De peilbuizen laten zien dat er direct rondom de meander en in de laagte ten noorden van de meander jaarrond kwel optreedt. De hoge bosgebieden zijn infiltratiegebieden. In de laagte bij de rivier treedt in de zomer kwel op en in de winter infiltratie. De kwel in deze lagere delen hangt samen met de afstand tot de Vecht en de invloed van de Vecht op de grondwatersituatie. De invloed op het al dan niet optreden van kwel lijkt beperkt tot hooguit 200 tot 300 meter.

Op de concept-habitattypekaart van de provincie zijn de vegetaties binnen de meander gekarteerd als stroomdalgrasland en een kleiner deel zandverstuivingen. Er is echter twijfel over de juistheid van de habitattypekaart. Een groot deel van de binnen de meander gelegen vegetatie is productief, met hier en daar schralere plekken die tot stroomdalgrasland gerekend kunnen worden. In overige hoger gelegen delen is veel geel walstro aanwezig, maar die wordt slechts incidenteel door kensoorten van stroomdalgraslanden begeleidt. Vaker zijn productieve grassen de begeleidende soorten. De hoogste delen zijn zuur, met een dominantie van zandzegge. Deze kunnen niet tot het habitattype stuifzanden gerekend worden.

Uit bodemchemisch onderzoek blijkt dat de bodem van Karshoek voor stroomdalgraslanden te voedselrijk is. De directe beschikbaarheid van fosfaat is te hoog en de bodem is te zuur. Daarnaast is het huidige extensieve graasbeheer waarschijnlijk negatief voor het behoud van de bodemkwaliteit, waardoor die verder zal verzuren en die verdere humusophoping tot gevolg heeft. Het is niet te verwachten dat binnen de Karshoek een goede staat van instandhouding van de bodem kan worden

bereikt in de komende 25 jaar. Mogelijk kan enige verbetering optreden door toepassing van drukbegrazing op de stroomdalgraslanden en Calciet toe te voegen aan de bodem. Echter de werking van calciet is onbekend en niet opgenomen als erkende herstelstrategieën voor stroomdalgraslanden. Eventuele toepassing dient zorgvuldig afgewogen te worden en goed gemonitord te worden.

De oude meander bestaat voor het grootste deel uit het habitattype alluviale bossen en heeft een grotere omvang dan op de habitattypekaart is aangegeven. Een groot deel van de vegetatie wordt geïnterpreteerd als de rompgemeenschap van Grote brandnetel van het Elzenbroekbos. De vegetatie is verruigd door eutrofiëring. In het oostelijk deel is de oorzaak indringing van vervuild oppervlaktewater vanuit de Rheezerwaterleiding. In het noordwestelijke deel is de oorzaak waarschijnlijk gelegen in verdroging gevolgd door mineralisatie.

De Rheezerwaterleiding heeft een deel van het jaar een infiltrerende werking totdat de leiding droogvalt in de zomer. In de winter draineert de leiding alleen in de meest natte periode. De Rheezerwaterleiding heeft daarmee geen effect op de grondwaterstand bij de habitattypen. Waterkwaliteitsonderzoek heeft echter uitgewezen dat de waterkwaliteit van de meander Karshoek voor 90% bepaald wordt door vervuild landbouwwater. Dit water wordt via de Rheezerwaterleiding afgevoerd uit omliggend landbouwgebied. De huidige oppervlaktewaterkwaliteit is weinig geschikt voor de ontwikkeling van alluviale bossen, en zeker niet voor hogere eisen stellende habitattypen als trilvenen. Het grondwater dat de meander voedt is wel van een goede kwaliteit, ook voor trilvenen.

Uit de peilbuismetingen blijkt dat er ter plaatse van de peilbuizen in het Elzenbroekbos in het oosten en westen van de meander geen sprake is van een doelgat wat betreft grondwaterstanden. De grondwaterstand- en oppervlaktewaterstandmetingen laten echter wel zien dat de meander jaarrond een sterk drainerende werking heeft op de grondwaterstand. De drainerende werking is het grootste in het westen waar de bodem van de meander lager ligt bij de uitstroom op de Vecht. Desondanks is er jaarrond kwel in de meander en valt de meander niet droog. Het is echter de vraag of deze kwel het omliggende maaiveld in het Elzenbroekbos voldoende kan bereiken.

De sloot die aan de noordzijde afwatert op de meander is afkomstig uit de boswachterij Hardenberg en doorsnijdt het laag gelegen deel ten noorden van de meander in de winter periode. De sloot vangt in deze periode het grondwater af dat naar de meander en het Elzenbroekbos stroomt. Dit zorgt voor een vermindering van de opbolling in het infiltratiegebied en daarmee een vermindering van de lokale kwelflux naar de meander.

Ten westen van de meander is een natte heide aanwezig met een zwakgebufferd ven. Hier omheen liggen de habitattypen stuifzandheiden en jeneverbesstruwelen. Deze habitattypen zijn in het veld aangetroffen op de locaties waar ze op de kaart zijn aangegeven. Ten noorden van de meander is eveneens een perceel met natte heide gelegen.

De natte heide direct ten westen van de meander ligt op een schijnspiegelsysteem dat onafhankelijk van het grondwatersysteem functioneert. De vegetatie is hier afhankelijk van regenwater dat stagneert op een slecht doorlatende laag. Het is een lokaal systeem waarop de ontwateringsmiddelen in de omgeving geen of nauwelijks invloed op hebben.

In de natte heide aan de noordzijde is er wel een doelgat in het voorjaar en de zomer. Het feit dat de grondwaterstand in het voorjaar snel en diep uitzakt is echter systeemeigen, aangezien de heide in een infiltratiegebied ligt. De ontwateringsmiddelen in de omgeving hebben hier geen invloed op. De sloten langs de zandweg fungeren vooral als zaksloten waar regenwater afkomstig van de zandwegen naar toe kan stromen. De in de slenk aanwezige heide is middels een greppel verbonden met één van

de sloten langs de zandweg. Dit kan in natte perioden zorgen voor een versnelde afvoer van water uit de natte heide.

7. Maatregelen

In dit hoofdstuk wordt op basis van de systeemanalyse een advies gegeven voor de te treffen maatregelen in Karshoek.

7.1. Beschrijving maatregelen

Stroomdalgraslanden

De bodem van Karshoek bevat voor stroomdalgraslanden een te hoge voedselrijkdom. Binnen de bestaande herstelstrategieën voor stroomdalgraslanden zijn geen bewezen maatregelen bekend voor herstel, er zijn slechts vuistregels en hypothesen bekend. Het is zonder (hypothetische) maatregelen niet te verwachten dat binnen de Karshoek een goede staat van instandhouding van de bodem kan worden bereikt in de komende 25 jaar. Het gewenste einddoel (herstel en kwaliteitsverbetering) is binnen de drie PAS periodes daarmee waarschijnlijk niet haalbaar. Er kan mogelijk verbetering optreden door de volgende maatregelen uit te voeren:

- Begraas gedurende een aantal jaren de stroomdalgraslanden. Hierbij wordt in eerste instantie gedacht aan schapen vanwege de hoge bagazingsdruk. Deze dienen de vegetatie kort af te grazen en dienen ‘s-nachts buiten het gebied te worden gehouden. Het is belangrijk dat de vegetatie kort de winter in gaat. Deze maatregel is een alternatief voor maaien en afvoeren. Binnen de herstelstrategieën is deze maatregel als vuistregel opgenomen, de effectiviteit is matig. De responstijd is lang.
- Voeg op enkele locaties pilotsgewijs Calciet toe aan de bodem zodat de calcium:ijzer-ratio boven de 0,3 stijgt. Dat kan bijvoorbeeld met Dolokal, waarbij de toe te dienen hoeveelheid nog berekend moet worden. Het dient te worden toegediend in een kort afgegraasde vegetatie. De werking van calciet is onbekend en als hypothetische maatregel opgenomen in de herstelstrategieën voor stroomdalgraslanden. Toepassing dient zorgvuldig afgewogen te worden en goed gemonitord te worden. Binnen de herstelstrategieën is deze maatregel als hypothese opgenomen, de effectiviteit kan groot zijn. De responstijd is te overzien.

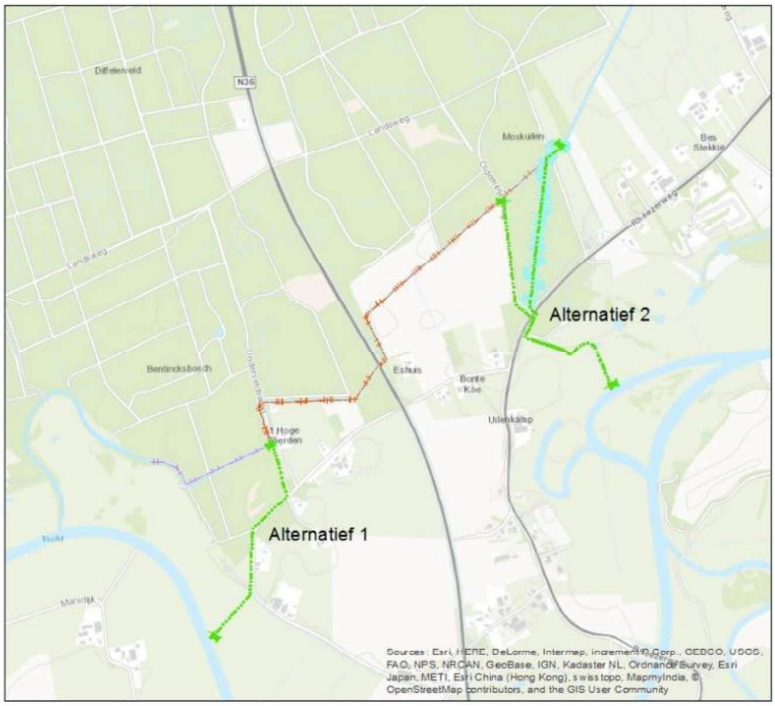
Het wordt niet aanbevolen om graafwerkzaamheden in Karshoek uit te voeren met het doel stroomdalgraslanden te realiseren. Graafwerkzaamheden dragen niet bij om de condities voor stroomdalgrasland te verbeteren. Uit het bodemchemisch onderzoek blijkt namelijk dat de ijzer- en calciumgehaltes in het profiel weinig veranderen, waardoor het niet zinvol is om de dieper liggende bodem naar boven te halen om de basenhuishouding te verbeteren.

Vochtige alluviale bossen

Om de verruigde Elzenbroekbossen met rompgemeenschap van Grote brandnetel in de oude meander te herstellen is een verbetering van de waterkwaliteit noodzakelijk. Dit wordt enerzijds gedaan door de aanvoer van verrijkt landbouwwater op de meander te voorkomen. Anderzijds wordt dit beoogd door de basenvoorziening te verbeteren door het versterken van de kwelinvloed naar maaiveld. De volgende maatregelen worden geadviseerd, in volgorde van prioriteit, om een goede uitgangssituatie voor het herstel van het Elzenbroekbos te creëren:

- Rheezerwaterleiding afkoppelen van de meander en omleiden.
- Het oppervlaktewaterpeil en de bodem van de meander verhogen.
- De watergang in het noordelijke bos dempen in de laagte noordelijk van de meander.

De waterkwaliteit van de meander wordt voor 90% bepaald door vervuild landbouwwater. Door de Rheezerwaterleiding af te koppelen zal de kwaliteit van het oppervlaktewater in de meander verbeteren. In het winterhalfjaar zal er door deze maatregel geen oppervlaktewateraanvoer meer plaatsvinden op de meander. Dit heeft naar verwachting geen negatieve effecten op de grondwatersituatie, omdat de kwelflux in de meander voldoende groot is, waardoor de meander jaarrond een stabiele waterstand heeft. Er wordt aanbevolen om de Rheezerwaterleiding tot aan de kruising met de Onderveldsweg te dempen, ter hoogte van de stuw Diffelen2. Dit traject van de watergang snijdt door een hoge zandkop en is relatief diep waardoor het voor drainage van het intrekgebied van de meander zorgt. Voor de afvoer van het landbouwwater via de Rheezerwaterleiding naar de Vecht zal een nieuw tracé gezocht moeten worden. Door Nijhof en Teunis (2016) zijn twee alternatieve tracés in beeld gebracht (Figuur 60). Een combinatie van tracés is ook een mogelijkheid, dus een afkoppeling naar de Vecht op meerdere plaatsen. Vanuit landschapsecologisch perspectief is het aan te bevelen om daarbij de laagtes in het maaiveld te volgen.



Figuur 60: Voorbeeld van alternatieve tracés Rheezerwaterleiding uit Nijhof en Teunis (2016)

Het verhogen van het oppervlaktewaterpeil in de meander is de belangrijkste lokale knop om de grondwaterstanden en kwelsituatie rondom de meander te versterken. Het is van groot belang dat het oppervlaktewaterpeil daarbij net iets lager is dan de stijghoogte van het grondwater naast de meander, om de kwelinvloed naar maaiveld in het broekbos te maximaliseren. Die stijghoogte ligt in droge periode net boven een niveau van NAP +4,70 m (west) en NAP +4,95 m (oost). Door een bodemverhoging in de meander door te voeren tot ca. NAP +4,60-4,85 m wordt de drainerende

werking van de meander verminderd en kan de kwelinvloed in het maaiveld rondom de meander toenemen. Daarnaast is de verwachting dat de grondwaterstand, met name in de zomerperiode, hoger wordt. Vanuit de KRW doelen van de Vecht is een open verbinding met de meander wenselijk. Geadviseerd wordt om met een vispasseerbare cascade het verschil in hoogte tussen de bodem/peil van de meander en de Vecht te overbruggen.

De kwelflux richting de meander kan verder versterkt worden door de sloot aan die noordzijde afwatert op de meander over een lengte van ca. 220 meter te dempen (Figuur 61). Deze sloot voert water af uit de Boswachterij Hardenberg. Er zijn bovenstrooms geen landbouwgronden die afhankelijk zijn van de afwatering via deze sloot. Door de maatregelen wordt er minder water afgevoerd en zal de opbolling in het infiltratiegebied sterker worden. Het effect op Karshoek zal, in verhouding met het effect van het peil in de meander, beperkt zijn en alleen in de winter optreden.

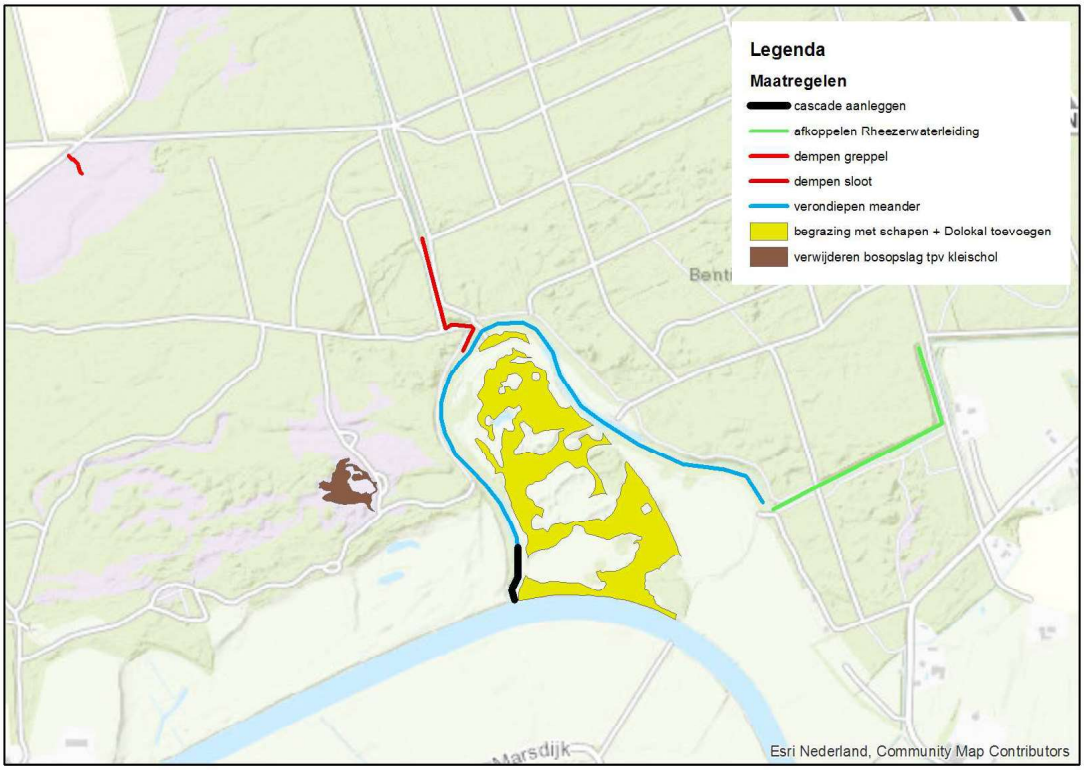
Uit de systeemanalyse blijkt dat het peil in de Vecht ook een bepalende factor is voor de grondwaterstanden- en stroming in Karshoek. Ook het kappen van bos heeft effect op de grondwateraanvulling in het infiltratiegebied. Beide maatregelen zijn meer regionaal van aard en hebben een relatief groot effectgebied. Voor de kwelflux in de meander en in het Elzenbroekbos lijkt echter het peil in de meander de belangrijkste knop. Er wordt daarom ingezet op het uitvoeren van lokale maatregelen rondom Karshoek. Er wordt verwacht dat de bovengenoemde maatregelen voldoende effectief zijn voor het verbeteren van de standplaatscondities van het Elzenbroekbos. Door middel van monitoring zal de ontwikkeling in het gebied worden gevolgd om te bevestigen of de instandhoudingsdoelen worden behaald.

Natte heide

De natte heide direct ten westen van de meander ligt op een schijnspiegelsysteem, waarop de ontwateringsmiddelen in de omgeving geen of nauwelijks invloed hebben. Als maatregel kan enkel overwogen worden om bosopslag binnen het begrenzing van het schijngrondwaterspiegelsysteem te verwijderen. Bij het toekomstig beheer van dit gebied is het van belang om de slechtdoorlatende laag in de bodem niet te verwijderen of te beschadigen door baggeren van het ven of plaggen van de heide. Een aandachtspunt hierbij is dat de exacte verbreiding van de compacte organische laag onbekend is. Deze zou middels een bodemverkenning in detail in beeld moeten worden gebracht. Indien er sprake is van (bos)opslag op de scheidende laag die de natte heide en de daarin gelegen venachtige laagte voedt dan zou opslag verwijderen een logische maatregel zijn.

De natte heide ten noorden van de meander ligt in een infiltratiegebied, waardoor de grondwaterstand in het voorjaar snel en diep onder maaiveld zakt. In het perceel is een gegraven slenk aanwezig die uitkomt op de bermsloot van het zandpad. Als maatregel kan overwogen worden om de afwateringsgreppel van deze slenk te dempen om te voorkomen dat er in een natte winter- en voorjaarssituatie water wordt afgevoerd uit de natte heide.

De maatregelen voor de stroomdalgraslanden, vochtige alluviale bossen en natte heide zijn op de maatregelenkaart in Figuur 61 afgebeeld.



Figuur 61: Maatregelkaart Karshoek

7.2. Grondwatereffecten

Om inzicht te krijgen in de grondwatereffecten van de hydrologische maatregelen op de natuur in Karshoek is een modelberekening uitgevoerd. Dit eindscenario omvat de volgende maatregelen: het dempen van de Rheezerwaterleiding tot aan de Onderveldsweg, het dempen van de top10 ontwateringssloot vanuit boswachterij Hardenberg en het verondiepen van de meander. In bijlage 6 is de schematisatie van de bodemverhoging in het model beschreven.

In dit eindscenario is geen rekening gehouden met een nieuw tracé voor de afwatering van de Rheezerwaterleiding op de Vecht. De ligging en vormgeving van de nieuwe afwatering zal eerst nader uitgewerkt moeten worden, voordat de effecten op omliggende landbouwgronden in beeld kunnen worden gebracht.

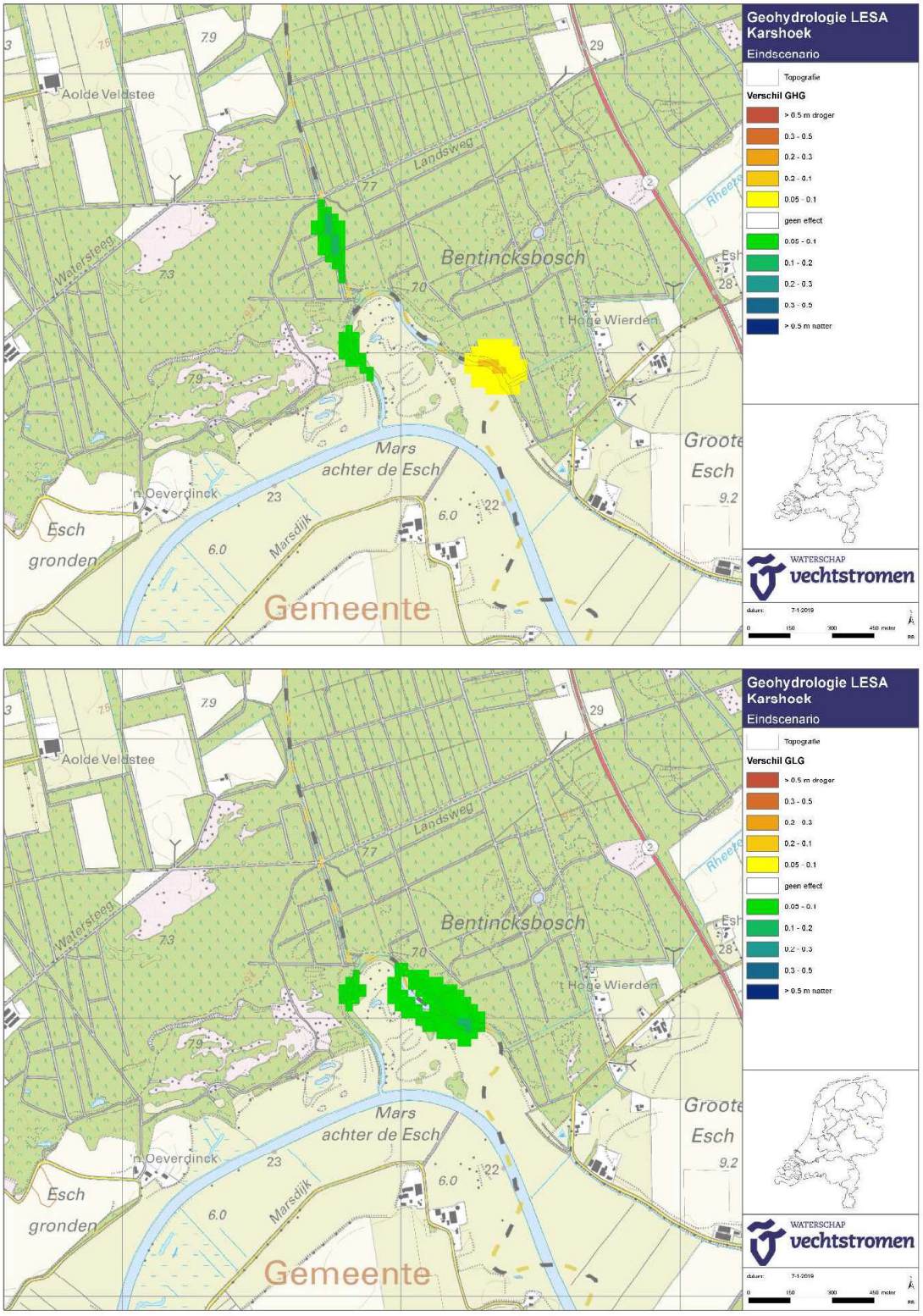
Figuur 62*Figuur 52* geeft het effect van de maatregelen weer voor zowel de GHG als GLG situatie. In delen van de meander wordt een verhoging van de grondwaterstand met ca. 5 tot 10 cm berekend. Dit zijn de plekken waar het toekomstige peil van de meander de grootste stijging kent ten opzichte van de huidige situatie. Een verdere verhoging van het peil in de meander was niet mogelijk zonder het risico de kwel weg te drukken. In de modelsom is de conductance van de meander ten onrechte niet verlaagd, terwijl de natte omtrek wel kleiner wordt. Hierdoor zullen de effecten van de bodemverhoging in werkelijkheid iets groter zijn dan berekend.

Bij de instroom van de Rheerzerwaterleiding in het oosten wordt in de winter een daling van de grondwaterstand berekend. Dit komt omdat het oppervlaktewaterpeil daalt als de Rheerzerwaterleiding wordt afgekoppeld. Bij de instroom van de ontwateringssloot vanuit

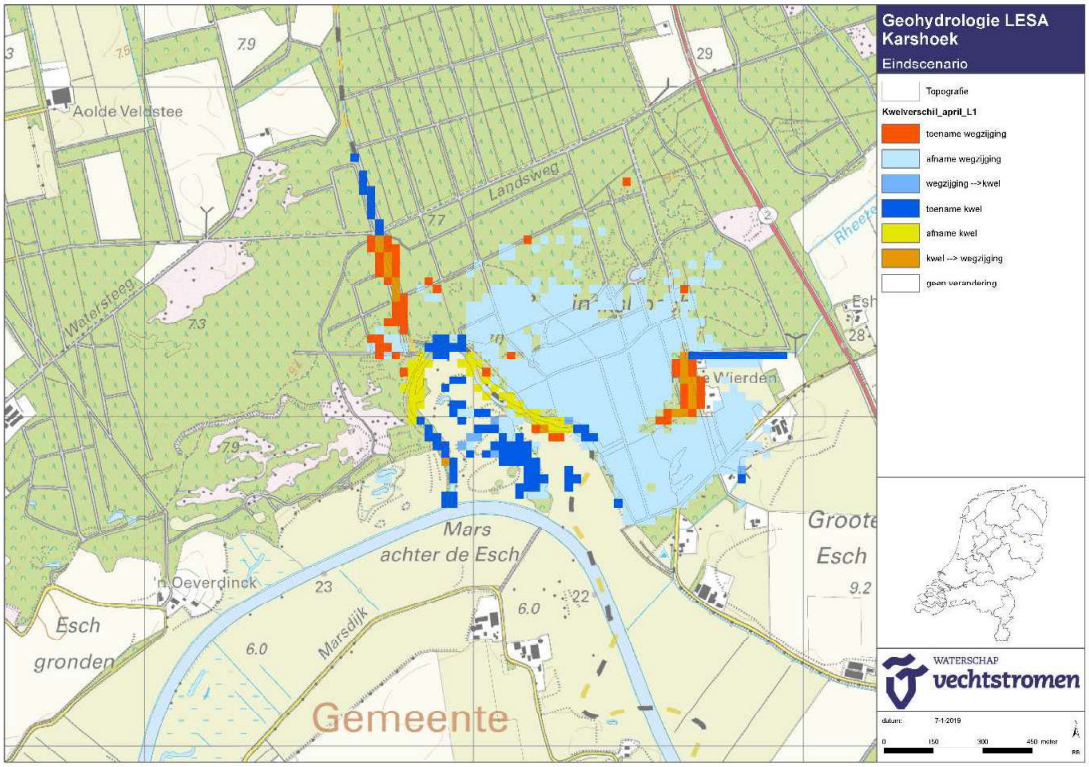
boswachterij Hardenberg wordt een toename van de grondwaterstand berekend, conform het verkennende scenario 3. Opgemerkt wordt dat er bij het dempen van de Rheezerwaterleiding een lokale verhoging van de GHG verwacht wordt op basis van de peilbuismetingen. Zoals beschreven bij verkennend scenario 2 wordt dit effect in het model onderschat door de te laag berekende GHG in het infiltratiegebied.

De berekende effecten op de kwel in april zijn opgenomen in Figuur 63. In april (zomerpeil in model) neemt de kwel in delen van meander af. Het toekomstig oppervlaktewaterpeil in de meander is hoger dan in de huidige situatie, waardoor de meander zelf minder kwel afvangt. Op basis van de systeemanalyse is de verwachting dat de kwel over een groter oppervlak rondom de meander uittreedt, en daarmee zorgt voor een toename van de kwelflux in de vochtige alluviale bossen. In de kwelkaart uit het model zijn kleine kwel verschillen langs de meander niet goed te zien omdat de modelcellen relatief groot zijn (25 m) ten opzichte van de breedte van de meander (10 m). Wel laat de kwelkaart zien dat de kwel binnenin het gebied Karshoek toeneemt. Dit geeft aan dat het oppervlaktewater van de meander minder grondwater afvangt en dat de kwel uittreedt over een groter oppervlakte in Karshoek.

Bij de uitstroom naar de Vecht neemt de kwel in de meander iets toe. Dit komt omdat de grondwaterstand in de omgeving stijgt door de maatregelen terwijl het oppervlaktewaterpeil in dit deel van de meander nauwelijks veranderd. Hierdoor neemt de grondwaterstroming naar de meander toe.



Figuur 62: Effect van eindscenario op GHG (boven) en GLG (onder).



Figuur 63: Effect van eindscenario op kwel (april).

8. Conclusies en aanbevelingen

In dit onderzoek is gebleken dat het areaal vochtige alluviale bossen in de meander groter is dan aangegeven op de concept-habitattypekaart. Een groot deel van het alluviale bos is verruigd door eutrofiering en wordt geïnterpreteerd als de rompgemeenschap van Grote brandnetel van het Elzenbroekbos. Op basis van de systeemanalyse wordt er geconcludeerd dat het mogelijk is om met een drietal maatregelen een verbetering van de waterkwaliteit en kwelflux in de vochtige alluviale bossen in de meander te realiseren. De benodigde maatregelen zijn: afkoppelen Rheezerwaterleiding van meander, verhoging waterpeil en bodem meander, dempen ontwateringssloot boswachterij Hardenberg over een lengte van 220 m.

In dit onderzoek is twijfel gerezen over het oppervlakte gekarteerde stroomdalgrasland op de provinciale habitattypekaart. Het is de vraag of een groot deel van de voorkomende vegetatie wel kwalificeert als stroomdalgrasland. Een nieuwe vegetatiekartering kan hierover uitsluitsel bieden. Op basis van bodemchemisch onderzoek wordt geconcludeerd dat de bodem in Karshoek een te hoge voedselrijkdom bevat. Binnen de bestaande herstelstrategieën voor stroomdalgraslanden zijn geen bewezen maatregelen bekend voor herstel, er zijn slechts vuistregels en hypothesen bekend.

Het is zonder (hypothetische) maatregelen niet te verwachten dat binnen de Karshoek een goede staat van instandhouding van de bodem kan worden bereikt in de komende 25 jaar. Het gewenste einddoel (herstel en kwaliteitsverbetering) is binnen de drie PAS periodes daarmee waarschijnlijk niet haalbaar. De potentiele effectiviteit van de maatregel toevoegen basische stoffen (in de vorm van zand en bekalken) is groot, de bijbehorende responstijd is te overzien. Om de kans te vergroten toch te kunnen voldoen aan de doelen t.a.v. herstel en instandhouding wordt voorgesteld middels een aantal goed gemonitorde pilots calciet toe te voegen aan de bodem. De effectiviteit van de maatregel begrazen is matig en de responstijd lang, echter ook deze maatregel kan mogelijk enige verbetering opleveren.

Voor de natte heide ten westen en noorden van de meander wordt geconcludeerd dat er geen externe maatregelen nodig dan wel mogelijk zijn. Wel kunnen er interne maatregelen uitgevoerd worden zoals het verwijderen van bosopslag ter plaatse van het schijngrondwaterspiegelsysteem in de westelijke natte heide en het dempen van de afwateringsgreppel van de slenk in de noordelijke natte heide.

Middels een modelberekening is inzicht gegeven in de hydrologische effecten van de maatregelen in Karshoek. Deze berekening heeft zich gericht op het natuurgebied. Zo is het alternatieve tracé van de Rheezerwaterleiding niet meegenomen. Daarnaast is nog niet gekeken naar effecten van de maatregelen op de bereikbaarheid van aanliggende percelen. De in dit rapport voorgestelde maatregelen moeten in samenhang met maatregelen voor de herinrichting van Vecht en kwantitatief in beeld worden gebracht middels modelberekeningen. Daarbij is het van belang om een onderbouwde keuze te maken voor een alternatief tracé voor de Rheezerwaterleiding en te kijken naar effecten op gebruiksfuncties (specifiek aandachtspunt is de veebrug naar de Karshoek). Op deze manier wordt het effect van de maatregelen op omliggende gronden duidelijk.

9. Monitoring

Monitoring van de ontwikkelingen na inrichting is nodig om te bepalen of de maatregelen in voldoende mate hebben geleid tot behoud- en verbetering van de habitattypen. Voor het natuurherstel wordt de volgende monitoring geadviseerd in Karshoek:

- Revisiemeting uitvoeren na verondieping meander, om na te gaan of de juiste bodemniveau's zijn aangelegd. Dit is van belang omdat de oppervlaktewaterstand/bodemhoogte niet hoger mag zijn dan de kweldruk.
- Monitoring van de oppervlaktewaterstanden in de meander bij KH1 en KH2 om de verandering van de waterstand te volgen na inrichting. Deze is bepalend voor het drainerend effect op de omgeving.
- Monitoring van de grondwaterstanden in de raai van figuur 38: peilbuizen B22D0955, 956, 954, 953, 952, 951. Deze raai geeft een goed overzicht van de systeemwerking en dekt de habitattypen in Karshoek.
- Monitoring van de oppervlakte- en grondwaterkwaliteit in de meander 3 jaar na inrichting, op dezelfde wijze als in dit onderzoek. Hiermee kan bepaald worden of de maatregelen hebben geleid tot verbetering van de waterkwaliteit in de meander.
- Monitoring van CEC en basenverzadiging bij de twee peilbuizen in het Elzenbroekbos (B22D0952, B22D0954) om de 3 jaar. Deze meting wordt voorgesteld om het herstel van verzuurde standplaatsen naar een meer gebufferde situatie te volgen.
- Monitoring van bodemkwaliteit in het stroomdalgrasland: 2 x in de eerste 6 jaar en daarna 1 x per 6 jaar. De nulmeting is reeds uitgevoerd. Specifieke monitoring in het geval van een pilot met calciet is noodzakelijk.

Daarnaast moet er aandacht zijn voor de monitoring van eventuele effecten op overige functies in het gebied. Hiervoor moeten eerst de effecten van de omleiding van de Rheezerwaterleiding (alternatief tracé) volledig in beeld worden gebracht. Op basis daarvan kan worden bepaald welke aanvullende monitoring noodzakelijk is. Er moet rekening worden gehouden dat de peilbuizen tijdig voor de ingreep worden geplaatst om de nulsituatie te kunnen bepalen.

10. Literatuur

Appelo, C.A.J. & D. Postma. 1996. Geochemistry, groundwater and pollution (III). Balkema Rotterdam.

Bohnen-Verbaarschot, E. & R. Loeb. 2018. Bodemchemisch onderzoek Karshoek-Stegeren. Rapport RP-17.163.18.9, B-ware, Nijmegen.

Heinen, M.A. en L. Kruit, 2012. Kartering habitattypen Natura 2000-gebieden Overijssel. Inventarisatie van habitattypen in vijf Natura 2000-gebieden. Ecogroen rapport 12-142, Ecogroen, Zwolle.

Jalink, M. en B van Delft, 2017. LESA Overijsselse Vecht Fase 3/4: Veldonderzoek Karshoek en Stegerense Veld, KWR rapport 2017.074, KWR, Nieuwegein.

Jalink, M.H., B. van Delft en I. Leunk, 2016. Ecohydrologische verkenning Vechtdal Ommen-Mariënberg. Rapport KWR 2016.100 KWR Watercycle Research Institute en Wageningen Environmental Research (Alterra)

Jalink, M.H., m.m.v. L. van der Toorn, 2018: LESA Overijsselse Vecht - Fase 3: Hydrogeologie. Rapport KWR 2017.073, KWR Watercycle Research Institute

Jalink, M.H., B. van Delft en I. Leunk, 2016: Ecohydrologische verkenning Vechtdal Ommen-Mariënberg. Rapport KWR 2016.100 KWR Watercycle Research Institute en Wageningen Environmental Research (Alterra)

Mullekom, M. van., B. van de Riet & A.J.M. Smolders, 2018. Bodemchemisch onderzoek voormalige landbouwgronden Arriën. Rapport RP-18.021.18.27, B-ware, Nijmegen.

Nijhoff, R. en N. Teunis, 2016. Afstudeeronderzoek naar hydrologische maatregelen voor de herinrichting van het stroomgebied van de Rheezerwaterleiding, Hogeschaal Van Hall Larenstein, Velp.

Wolfert, H.P., Maas, G. J. & Dirkx, G.H.P., 1996. Het meandergedrag van de Overijsselse Vecht: historische morfodynamiek en kansrijkdom voor natuurontwikkeling Wageningen, DLO-Staring Centrum. Staring Centrum Rapport 408

Provincie Overijssel, 2018. Habitattypenkaart. Atlas van Overijssel. http://gisopenbaar.overijssel.nl/viewer/app/atlasvanoverijssel_basis.

Bijlage 1 Rapport bodemchemie B-ware

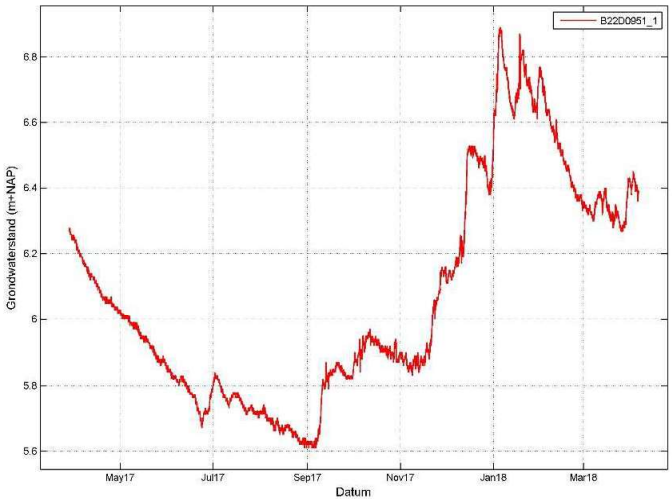
Bijlage 2 Boorbeschrijvingen

Bijlage 3 Analyse peilbuizen

B22D0951

Maaiveldhoogte: 8.37 m+NAP
Filterdiepte 1: 5.98 – 6.98 m-mv

Meetpunt B22D0951 bevat 1 meetfilter (zie Figuur 64). De meetreeks is in eerste instantie gemodelleerd met meteo als input plus het Vechtpeil (Ommen), waarbij voor het Vechtpeil de modelvorm RIV is gebruikt. Met dit model kan ruim 98% verklaard worden. Als we echter de resultaten bekijken, valt op dat de modelparameters voor het RIV model een grote onnauwkeurigheid hebben en dat ze onderling zeer sterk gecorreleerd zijn. Daarom is een eenvoudigere modelvorm toegepast, te weten het Impulsmodel. Ook met dit model kan 98% verklaard worden (achter de komma iets minder dan het RIV model), maar nu is de parameter betrouwbaarheid aanzienlijk beter en wijken alle parameter significant van 0 af. Dit laatste model wordt daarom geschikte geacht dan het eerstgenoemde RIV model. Tabel 5 toont enkele kentallen van het model.

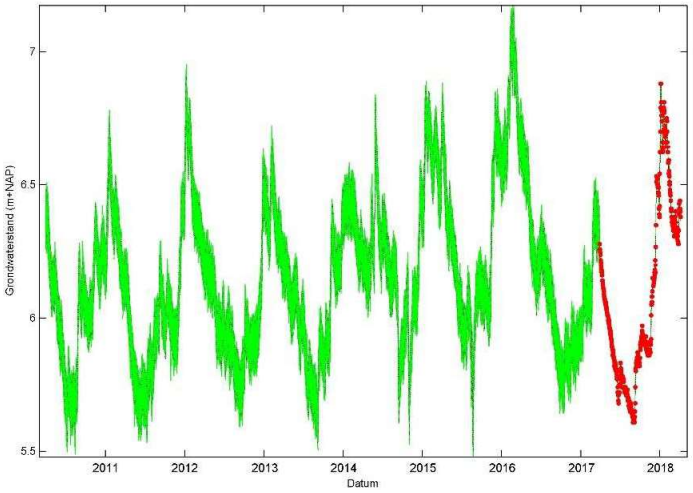


Figuur 64: Grondwaterstanden ter plaatse van meetpunt B22D0951

Tabel 5: Geschatte modelparameters voor B22D0951 (standaardafwijking tussen haakjes)

	M_0 neerslag	**Factor verdamping**	**M_0 oppervlaktewater**
Filter 1	544.2 (116)	0.95 (0.11)	0.22 (0.02)

Met behulp van geschatte model is een simulatie uitgevoerd over de periode april 2010 – april 2018. Het resultaat is weergegeven in Figuur 65. De bijbehorende GXG's zijn: GLG=2.62, GVG=2.04, GHG=1.84 m-mv (zie Tabel 6). Voor de volledigheid is er ook nog een simulatie met het RIV model uitgevoerd. Hieruit blijken vergelijkbare waarden voor de GXG te komen (maar dan met grotere onzekerheden). Dit is een extra indicatie dat de geschatte waarden een redelijke betrouwbaarheid hebben.



Figuur 65: Simulatie van grondwaterstand voor meetpunt B22D0951

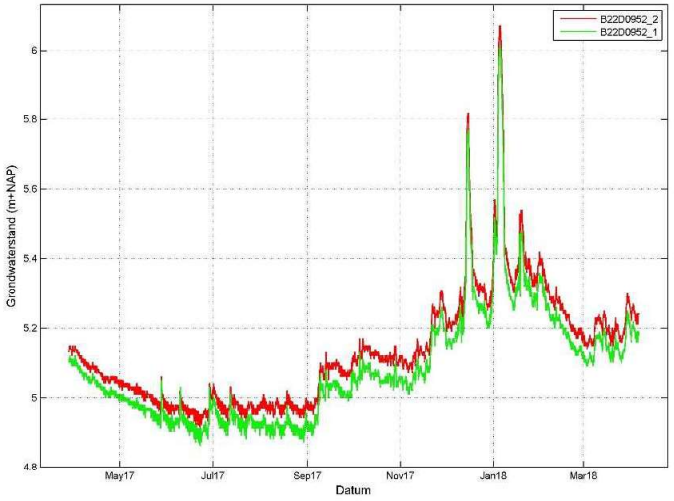
Tabel 6: Geschatte GXG's voor B22D0951 o.b.v. simulaties van april 2010 – april 2018

	GLG	**GVG**	**GHG**
Filter 1	2.62	2.04	1.84

B22D0952

Maaiveldhoogte: 5.57 m+NAP
Filterdiepte 1: 2.41 – 1.41 m-mv
Filterdiepte 1: 5.68 – 6.68 m-mv

Meetpunt B22D0952 bevat 2 meetfilters (zie Figuur 66) en staat vlakbij de Vechtarm en oppervlaktewatermeetpunt KH2. In de meetperiode neemt de stijghoogte toe met de diepte, wat betekent dat er sprake is van een (lichte) kwelsituatie.



Figuur 66: Grondwaterstand en stijghoogte ter plaatse van meetpunt B22D0952

De grondwaterstand ter plaatse van het meetpunt wordt vrijwel volledig gedomineerd door het oppervlaktewaterpeil; 95% van de dynamiek kan worden verklaard uit het oppervlaktewaterpeil ter plaatse van KH2. Hoewel dit percentage vertekend wordt door de grote invloed van de hoogwatergolven, is de dominantie van het oppervlaktewater evident. Circa 4% wordt verklaard door neerslag en verdamping.

Tabel 7 toont de geschatte modelparameters. Hieruit blijkt dat de parameters voor neerslag niet nauwkeurig geschat kunnen worden. Dit heeft te maken met de relatief kleine bijdrage van de neerslag en uiteraard de korte meetperiode.

Tabel 7: Geschatte modelparameters voor B22D0952 (standaardafwijking tussen haakjes)

	M_0 neerslag	**Factor verdamping**	**M_0 oppervlaktewater**
Filter 1	690.1 (3344)	1.39 (0.29)	0.83 (0.02)
Filter 2	409.0 (712)	1.19 (0.20)	0.85 (0.02)

Doordat de reekslengte van KH2 gelijk is aan die van de grondwaterstanden, kunnen de meetreeksen niet voor een langjarige periode gesimuleerd worden en kunnen er dus ook geen GXG's worden afgeleid. Gegeven de waargenomen dynamiek en de grote invloed van het oppervlaktewaterpeil kan wel een indicatieve schatting worden gemaakt, waarbij voor de GLG voor filter 1 uitkomt op circa 0.7 m-mv en voor filter 2 op circa 0.65 m-mv; de GHG komt voor beide filters tot aan maaiveld. Zie Tabel 8.

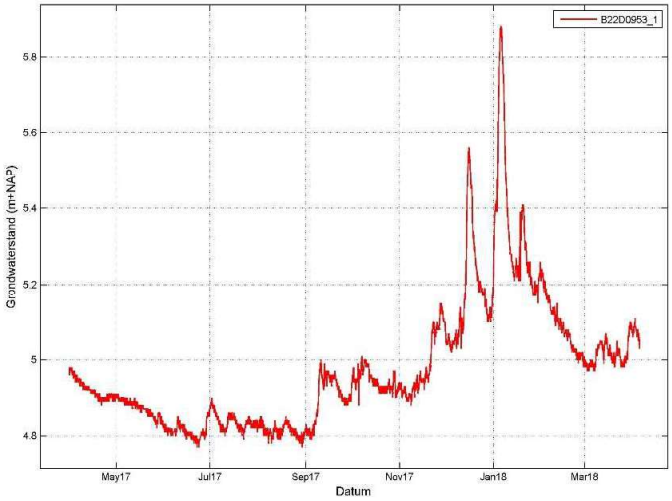
Tabel 8: Indicatieve GXG's voor B22D0952 o.b.v. 1-jarige meetreeks en model

	GLG	**GVG**	**GHG**
Filter 1	0.7 (indicatie)	-	0 (indicatie)
Filter 2	0.65 (indicatie)	-	0 (indicatie)

B22D0953

Maaiveldhoogte: 7.09 m+NAP
Filterdiepte 1: 6.00 – 7.00 m-mv

Meetpunt B22D0953 bevat 1 meetfilter (zie Figuur 67). De meetreeks is gemodelleerd met meteo als input plus het Vechtpeil (Ommen), waarbij voor het Vechtpeil de modelvorm RIV is gebruikt. Met dit model kan ruim 95% verklaard worden. Tabel 9 toont enkele kentallen van het model. Hierin is te zien dat de verdampingsfactor met een waarde van 2.06 aan de hoge kant is. Waarschijnlijk is hier sprake van een 'overfit' omdat de hoogwatergolven niet volledig worden gemodelleerd (het model komt lager uit); dit wordt gecompenseerd door een grotere verdampingsdynamiek.



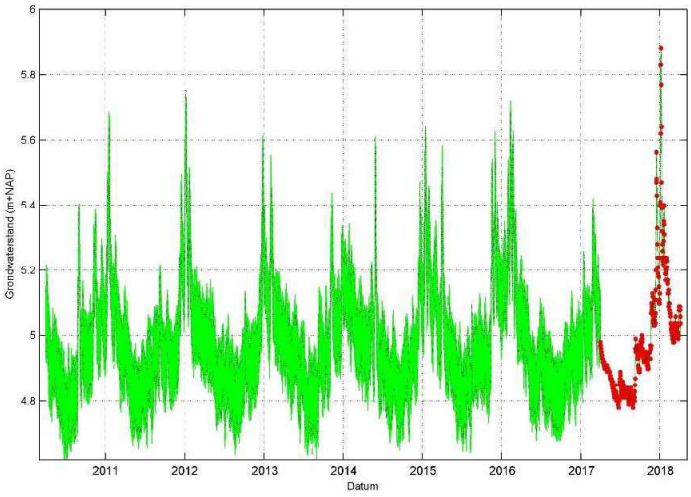
Figuur 67: Grondwaterstanden ter plaatse van meetpunt B22D0953

Tabel 9: Geschatte modelparameters voor B22D0953 (standaardafwijking tussen haakjes)

	M_0 Neerslag	**Factor verdamping**	**M_0 oppervlaktewater**
Filter 1	54.4 (7.7)	2.06 (0.28)*	0.32 (0.01)

*waarschijnlijk sprake van 'overfit'

Met behulp van het model is een simulatie uitgevoerd over de periode april 2010 – april 2018. Het resultaat is weergegeven in Figuur 68. Hierin is duidelijk te zien dat het model de hoogwatergolven onderschat (simulatie komt circa 20-30 cm lager uit dan de piek in 2018). Dit betekent dat de geschatte GHG dieper is dan werkelijk het geval zal zijn. De berekende GXG's zijn: GLG=2.30, GVG=2.08, GHG=1.84 m-mv (waarschijnlijk eerder rond de 1.60-1.70 m-mv), zie Tabel 10.



Figuur 68: Simulatie van grondwaterstand voor meetpunt B22D0953

Tabel 10: Geschatte GXG's voor B22D0953 o.b.v. simulaties van april 2010 – april 2018

	GLG	**GVG**	**GHG**
Filter 1	2.30	2.08	1.6-1.8 (indicatie)

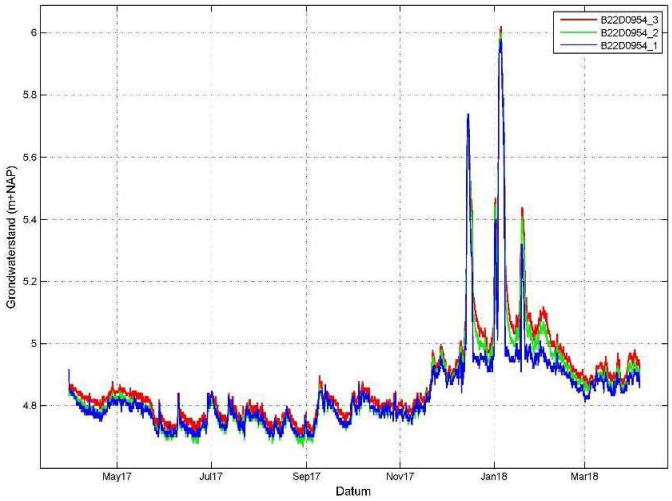
Het effect van een mogelijke 'overfit' van de verdamping is nog onderzocht door de hoogwatergolven uit de meetreeks weg te laten en het model opnieuw te schatten. In dat geval krijgt de verdampingsfactor een waarde 1.1, wat realistischer is. De M_0 van de neerslag wordt hoger. Voor de simulatie van de GLG maakt het echter niet uit; de gesimuleerde GLG is praktisch gelijk aan die van het eerdere model.

B22D0954

Maaiveldhoogte: 4.92 m+NAP
Filterdiepte 1: -0.01 – 0.29 m-mv
Filterdiepte 2: 0.89 – 1.89 m-mv
Filterdiepte 3: 5.93 – 6.93 m-mv

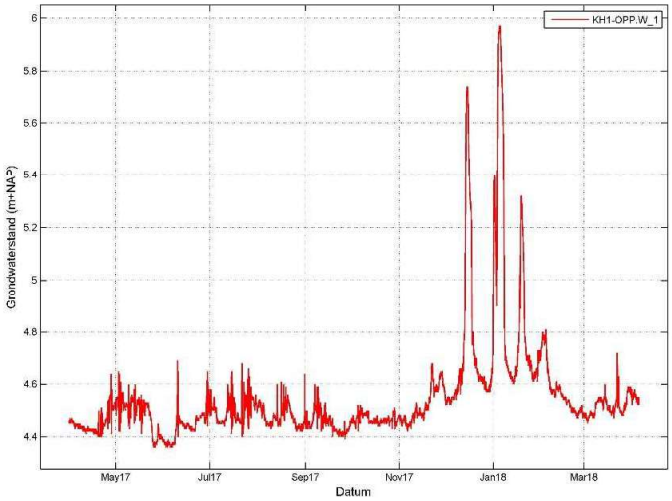
Meetpunt B22D0954 bevat drie filters en staat vlakbij de Vechtarm en oppervlaktewatermeetpunt KH1. De waargenomen grondwaterfluctuaties (Figuur 69) worden gedomineerd door het peil in de naastliggende Vechtarm (Figuur 70). In de meetperiode neemt de stijghoogte toe met de diepte, wat betekent dat er sprake is van een (lichte) kwelsituatie.

Opvallend is dat de hoogwaterpieken in december/januari resulteren in grondwaterstanden ver boven maaiveld; in januari 2018 tot wel 1 meter boven maaiveld.



Figuur 69: Grondwaterstand en stijghoogte ter plaatse van meetpunt B22D0954

De meetreeksen zijn zeer goed te verklaren met neerslag, verdamping en KH1; de verklarende varianties bedragen voor de filters 1, 2 en 3 resp. 95%, 98% en 98%. Zoals eerder aangegeven wordt het grootste deel van de dynamiek verklaard door het oppervlaktewaterpeil (circa 90%). De parameters voor neerslag kunnen niet nauwkeurig geschat worden. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt door een hoge correlatie tussen de neerslag- en verdampingscomponent. De factor voor de verdamping is ook erg hoog. Waarschijnlijk is de M_0 voor de neerslag hoger en de factor voor de verdamping lager dan wat er nu is geschat (zelfde orde grootte als bij filter 2).



Figuur 70: Oppervlaktewaterpeil ter plaatse van meetpunt KH1

Tabel 11: Geschatte modelparameters voor B22D0954 (standaardafwijking tussen haakjes)

	M_0 neerslag	**Factor verdamping**	**M_0 oppervlaktewater**
Filter 1	112.7 (315)	2.16 (0.75)	0.61 (0.011)
Filter 2	190.9 (83)	1.08 (0.17)	0.65 (0.008)
Filter 3	482.4 (366)	0.81 (0.12)	0.65 (0.008)

*waarschijnlijk sprake van 'overfit'

De meetreeksen zijn minder goed te verklaren indien er gebruik wordt gemaakt van het Vechtpeil in plaats van KH1. Aangezien de reekslengte van KH1 gelijk is aan die van de grondwaterstanden, kunnen de meetreeksen niet voor een langjarige periode gesimuleerd worden en kunnen er dus ook geen GXG's worden afgeleid. Gegeven de waargenomen dynamiek en de grote invloed van het oppervlaktewaterpeil kan wel een indicatieve schatting worden gemaakt, waarbij voor alle 3 de filters de GLG uitkomt op circa 0.3 m-mv en de GHG tot aan (of boven) maaiveld (Tabel 12).

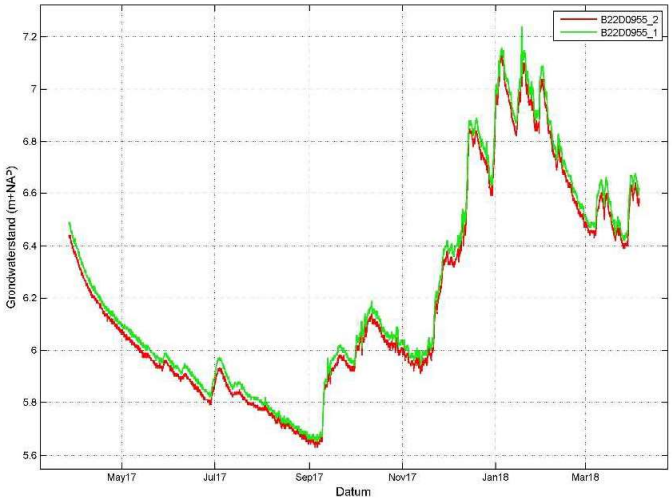
Tabel 12: Indicatieve GXG's voor B22D0954 o.b.v. 1-jarige meetreeks en model

	GLG	**GVG**	**GHG**
Filter 1	0.3 (indicatie)	-	0 (indicatie)
Filter 2	0.3 (indicatie)	-	0 (indicatie)
Filter 3	0.3 (indicatie)	-	0 (indicatie)

B22D0955

Maaiveldhoogte: 7.15 m+NAP
Filterdiepte 1: 1.60 – 2.60 m-mv
Filterdiepte 2: 6.01 – 7.01 m-mv

Meetpunt B22D0955 bevat 2 meetfilters (Figuur 71). In de meetperiode neemt de stijghoogte iets af met de diepte, wat betekent dat er sprake is van geringe infiltratie. De meetreeksen zijn goed te verklaren met neerslag, verdamping en het Vechtpeil (Ommen). De verklarende varianties bedragen voor beide filters 97%.



Figuur 71: Grondwaterstand en stijghoogte ter plaatse van meetpunt B22D0955

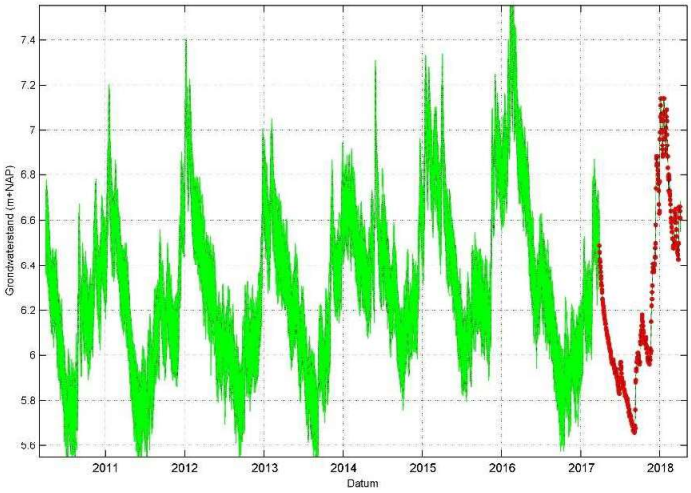
De kentallen voor de modellen zijn weergegeven in Tabel 13. De onderliggende parameters voor de respons op oppervlaktewater vallen binnen tweemaal de standaardafwijking, waardoor het model formeel niet bruikbaar is. Deze hoge standaardafwijkingen dienen echter in het licht van de hoge onderlinge correlaties tussen de parameters gezien te worden. Zoals in onderstaande tabel is te zien, is de gezamenlijke nauwkeurigheid (uitgedrukt in de standaardafwijking van M_0) wel kleiner dan tweemaal de parameterwaarde en is het model als geheel wel te gebruiken om de grondwaterstanden voor een langere periode te simuleren. De gesimuleerde grondwaterstanden worden getoond in Figuur 72. De bijbehorende GXG's zijn opgenomen in Tabel 14.

Tabel 13: Geschatte modelparameters voor B22D0955 (standaardafwijking tussen haakjes)

	M_0 neerslag	**Factor verdamping**	**M_0 oppervlaktewater**
Filter 1	585.1 (91)	0.95 (0.088)	0.44 (0.085)
Filter 2	576.0 (93)	0.93 (0.092)	0.45 (0.12)

Tabel 14: Geschatte GXG's voor B22D0955 o.b.v. simulaties van april 2010 – april 2018

	GLG	**GVG**	**GHG**
Filter 1	1.30	0.65	0.35
Filter 2	1.33	0.68	0.39

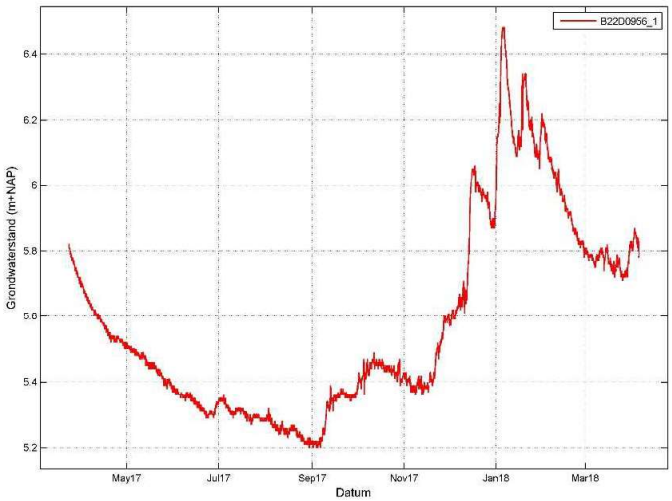


Figuur 72: Simulatie voor B22D0955_1 (filter 2 is vrijwel identiek)

B22D0956

Maaiveldhoogte: 7.54 m+NAP
Filterdiepte 1: 6.03 – 7.03 m-mv

Meetpunt B22D0956 bevat 1 meetfilter (Figuur 73). De meetreeks is goed te verklaren met neerslag, verdamping en het Vechtpeil (Ommen). De verklarende variantie is 98%.



Figuur 73: Grondwaterstand ter plaatse van meetpunt B22D0956

De kentallen voor de modellen zijn weergegeven in Tabel 15. De onderliggende parameters voor de respons op oppervlaktewater vallen binnen tweemaal de standaardafwijking, waardoor het model formeel niet bruikbaar is. Deze hoge standaardafwijkingen dienen echter in het licht van de zeer hoge onderlinge correlaties tussen de parameters gezien te worden. Zoals in onderstaande tabel is te zien, is de gezamenlijke nauwkeurigheid (uitgedrukt in de standaardafwijking van M_0) wel kleiner dan

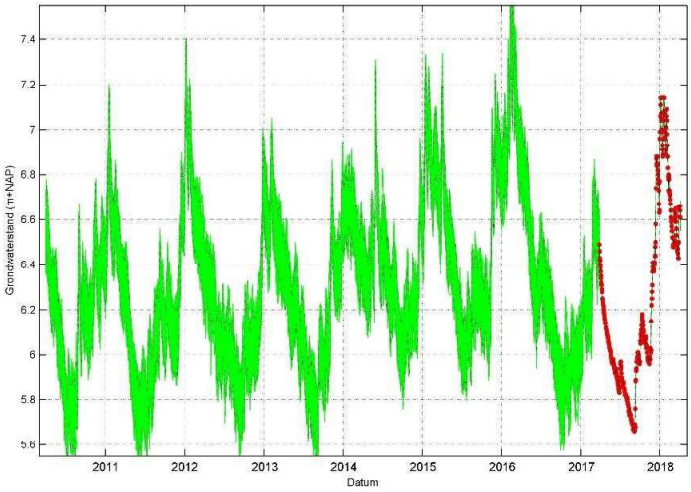
tweemaal de parameterwaarde en is het model als geheel te gebruiken om de grondwaterstanden voor een langere periode te simuleren. De gesimuleerde grondwaterstanden worden getoond in Figuur 74. De bijbehorende GXG's zijn opgenomen in Tabel 16.

Tabel 15: Geschatte modelparameters voor B22D0956 (standaardafwijking tussen haakjes)

	M_0 neerslag	**Factor verdamping**	**M_0 oppervlaktewater**
Filter 1	432.2 (51)	0.83 (0.059)	0.56 (0.15)

Tabel 16: Geschatte GXG's voor B22D0956 o.b.v. simulaties van april 2010 – april 2018

	GLG	**GVG**	**GHG**
Filter 1	2.22	1.76	1.54

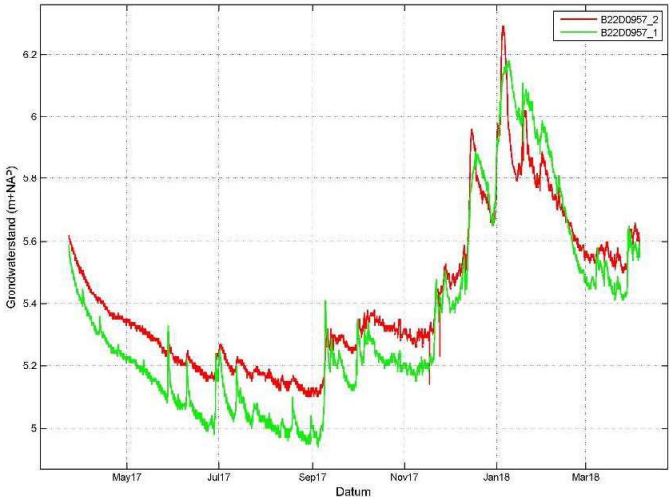


Figuur 74: Simulatie voor B22D0956

B22D0957

Maaiveldhoogte: 5.85 m+NAP
Filterdiepte 1: 0.75 – 1.25 m-mv
Filterdiepte 2: 5.92 – 6.92 m-mv

Meetpunt B22D0957 bevat 2 meetfilters (Figuur 75). In de meetperiode is de stijghoogte in het tweede filter de meeste tijd aanzienlijk hoger dan die in filter 1, behalve tijdens de hoogwaterpieken in december 2017 – februari 2018. Dan zijn de stijghoogten gelijk of is die in filter 2 lager dan in filter 1. De meetreeksen zijn goed te verklaren met neerslag, verdamping en het Vechtpeil (Ommen). De verklarende varianties bedragen voor beide filters 98%.



Figuur 75: Grondwaterstand en stijghoogte ter plaatse van meetpunt B22D0957

De kentallen voor de modellen zijn weergegeven in Tabel 17. Hoewel de gemodelleerde periode kort is, kunnen de modelparameters vrij goed geschat worden en zijn de standaardafwijkingen van de parameters vrij klein. Opvallend is dat in filter 1 de M_0 op het Vechtpeil aanzienlijk groter is dan die in filter 2. De stijghoogte in filter 2 reageert op de korte termijn heftiger op een peilfluctuatie dan filter 1, maar de staprespons (M_0) voor filter 1 is dus groter.

De gesimuleerde grondwaterstanden worden getoond in Figuur 76. De bijbehorende GXG's zijn opgenomen in Tabel 17: Geschatte modelparameters voor B22D0957 (standaardafwijking tussen haakjes)

	M_0 neerslag	**Factor verdamping**	**M_0 oppervlaktewater**
Filter 1	343.4 (52)	1.19 (0.099)	0.52 (0.04)
Filter 2	292.8 (26)	0.97 (0.057)	0.33 (0.02)

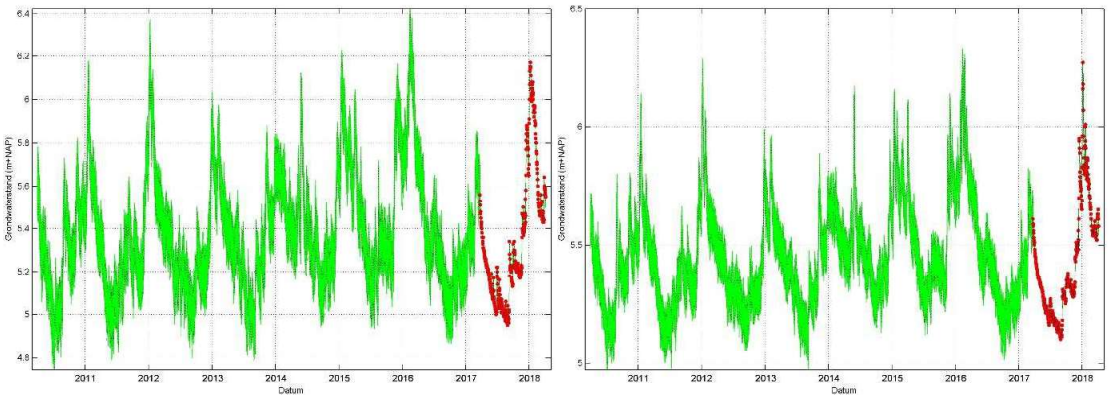
Tabel 18.

Tabel 17: Geschatte modelparameters voor B22D0957 (standaardafwijking tussen haakjes)

	M_0 neerslag	**Factor verdamping**	**M_0 oppervlaktewater**
Filter 1	343.4 (52)	1.19 (0.099)	0.52 (0.04)
Filter 2	292.8 (26)	0.97 (0.057)	0.33 (0.02)

Tabel 18: Geschatte GXG's voor B22D0957 o.b.v. simulaties van april 2010 – april 2018

	GLG	**GVG**	**GHG**
Filter 1	0.81	0.37	0.05
Filter 2	0.66	0.29	0.07

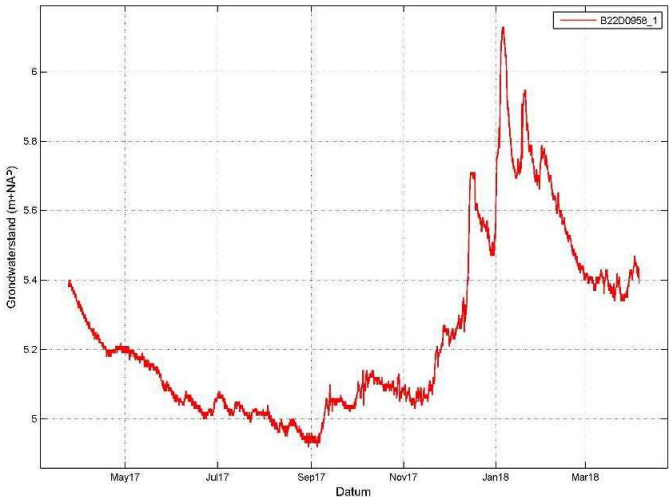


Figuur 76: Simulaties voor B22D0957 (links: filter 1; rechts: filter 2)

B22D0958

Maaiveldhoogte: 6.93 m+NAP
Filterdiepte 1: 5.98 – 6.98 m-mv

Meetpunt B22D0958 bevat 1 meetfilter (Figuur 77). De meetreeks is goed te verklaren met neerslag, verdamping en het Vechtpeil (Ommen). De verklarende variantie is 98%.



Figuur 77: Grondwaterstand ter plaatse van meetpunt B22D0958

De onderliggende parameters voor de respons op oppervlaktewater vallen binnen tweemaal de standaardafwijking, waardoor het model formeel niet bruikbaar is. Deze hoge standaardafwijkingen dienen echter in het licht van de zeer hoge onderlinge correlaties tussen de parameters gezien te worden. Zoals in onderstaande tabel is te zien, is de gezamenlijke nauwkeurigheid (uitgedrukt in de standaardafwijking van M_0) wel kleiner dan tweemaal de parameterwaarde en is het model als geheel te gebruiken om de grondwaterstanden voor een langere periode te simuleren.

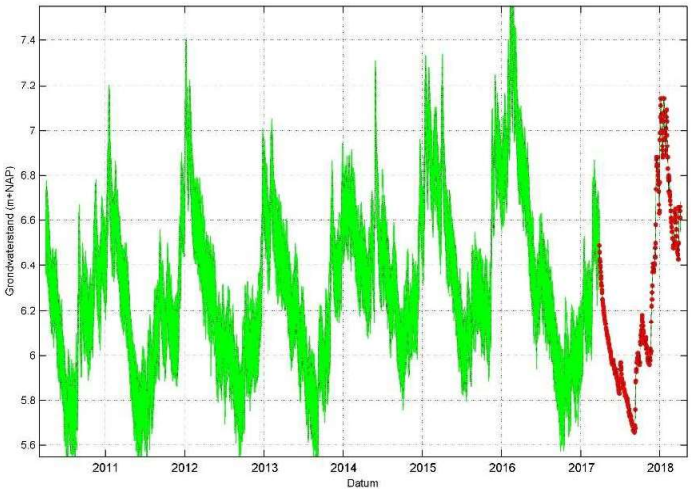
De gesimuleerde grondwaterstanden worden getoond in Figuur 78. De bijbehorende GXG's zijn opgenomen in Tabel 20.

Tabel 19: Geschatte modelparameters voor B22D0958 (standaardafwijking tussen haakjes)

	M_0 neerslag	Factor verdamping	M_0 oppervlaktewater
Filter 1	386.8 (44)	0.76 (0.049)	0.59 (0.2)

Tabel 20: Geschatte GXG's voor B22D0958 o.b.v. simulaties van april 2010 – april 2018

	GLG	GVG	GHG
Filter 1	1.91	1.52	1.31

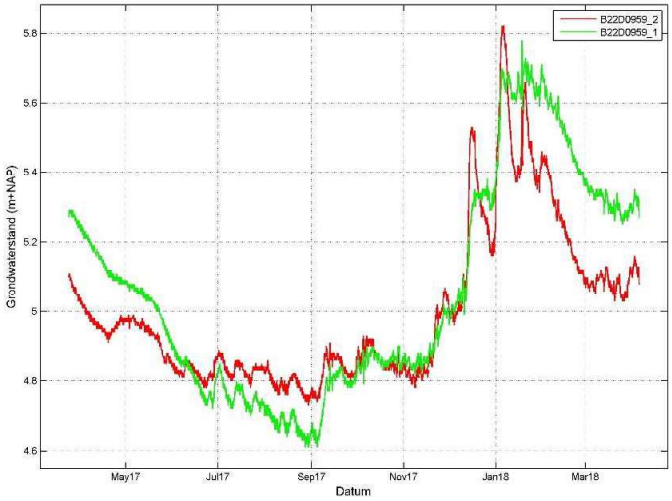


Figuur 78: Simulatie voor B22D0958

B22D0959

Maaiveldhoogte: 6.97 m+NAP
Filterdiepte 1: 2.39 – 3.39 m-mv
Filterdiepte 2: 6.06 – 7.06 m-mv

Meetpunt B22D0959 bevat 2 meetfilters (Figuur 79). Gedurende de meetperiode is het stijghoogteverschil tussen beide filters zowel positief als negatief. In de winterperiodes treedt er infiltratie op (filter 1 hoger dan 2) en in de zomerperiode is er veelal sprake van kwel. Beide reeksen tonen een verschillende dynamiek, waardoor de verwachting is dat er tussen de filters een aanzienlijke weerstand aanwezig is. Beide meetreeksen zijn goed te verklaren met neerslag, verdamping en het Vechtpeil (Ommen). De verklarende varianties bedragen voor filter 1 en 2 resp. 99% en 98%.



Figuur 79: Grondwaterstand en stijghoogte ter plaatse van meetpunt B22D0959

De kentallen voor de modellen zijn weergegeven in Tabel 18. Gezien de parameteronderzekerhieden bij met name filter 1, hebben de gesimuleerde reeksen en GXG's ook de nodige onzekerheid.

De verdampingsfactor voor filter 1 is aan de hoge kant. Ook heeft de M_0 een grote standaardafwijking. Dit komt waarschijnlijk doordat de hoogwaterpieken in filter 1 minder uitgesproken zijn, waardoor het onderscheidend vermogen minder wordt en de correlatie tussen de verklarende delen groter.

De gesimuleerde grondwaterstanden worden getoond in Figuur 80. De bijbehorende GXG's zijn opgenomen in Tabel 22. Gezien de parameteronzekerheden bij met name filter 1, hebben de gesimuleerde reeksen en GXG's ook de nodige onzekerheid.

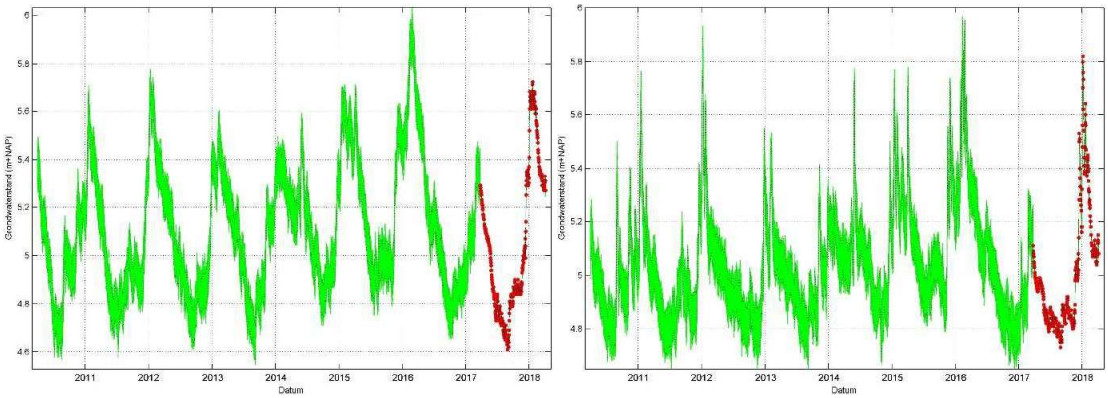
Tabel 21: Geschatte modelparameters voor B22D0959 (standaardafwijking tussen haakjes)

	M_0 neerslag	**Factor Verdamping**	**M_0 oppervlaktewater**
Filter 1	385.0 (62)	1.55 (0.16)	0.67 (0.33)
Filter 2	303.3 (53)	0.81 (0.081)	0.56 (0.09)

Tabel 22: Geschatte GXG's voor B22D0959 o.b.v. simulaties van april 2010 – april 2018

	GLG	**GVG**	**GHG**
Filter 1*	2.20	1.65	1.49
Filter 2	2.16	1.85	1.63

*de geschatte GXG's hebben een wat grotere bandbreedte vanwege een hogere parameteronzekerheid

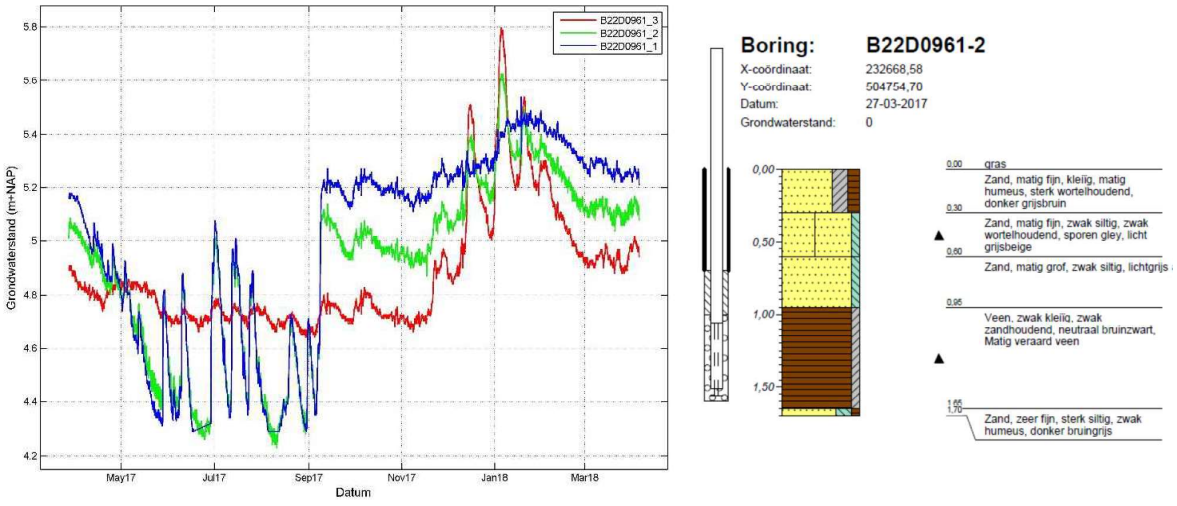


Figuur 80: Simulaties voor B22D0959 (links: filter 1; rechts: filter 2)

B22D0961

Maaiveldhoogte: 5.20 m+NAP
Filterdiepte 1: 1.01 – 0.51 m-mv
Filterdiepte 2: 1.52 – 1.02 m-mv
Filterdiepte 3: 5.86 – 6.86 m-mv

Meetpunt B22D0961 bevat 3 meetfilters (Figuur 81). In de periode tot september 2017 vertoont de dynamiek in filter 1 en 2 een sterk afwijkend gedrag ten opzichte van die van filter 3. Filter 1 lijkt ook af en toe droog te vallen. Filter 1 en 2 staan boven een veenlaag (zie boorprofiel, bovenkant veenlaag is ongeveer 4.2 m+NAP) en de meetreeksen lijken een sterk niet-lineaire dynamiek te weerspiegelen, waarbij de grondwaterstand in de zomerperiode snel en fors daalt en stijgt, terwijl in de winterperiode de grondwaterstand aan of boven maaiveld (5.2 m+NAP) staat. In de zomer is er vanuit de laag onder het veen een kweldruk, in de winter ontstaat er een neerwaartse stroming.



Figuur 81: Grondwaterstand en stijghoogte ter plaatse van meetpunt B22D0961 en boorprofiel (maaiveld 5.20 m+NAP)

Vanwege de sterk niet-lineaire dynamiek van filter 1 en 2, is alleen filter 3 met een tijdreeksmodel geanalyseerd. Voor dit filter geldt dat ruim 97% van de variantie verklaard kan worden uit neerslag,

verdamping en het Vechtpeil. De modelparameters staan in Tabel 23 en de gesimuleerde GXG in Tabel 24. Voor filter 1 en 2 kunnen wel grofweg de GXG's worden geschat op basis van de huidige meetreeks. Deze schattingen zijn opgenomen in de tabel.

Tabel 23: Geschatte modelparameters voor B22D0961 (standaardafwijking tussen haakjes)

	M_0 neerslag	**Factor Verdamping**	**M_0 oppervlaktewater**
Filter 1			
Filter 2			
Filter 3	306.9 (50)	0.63 (0.061)	0.55 (0.02)

Tabel 24: Geschatte GXG's voor B22D0961 o.b.v. simulaties van april 2010 – april 2018

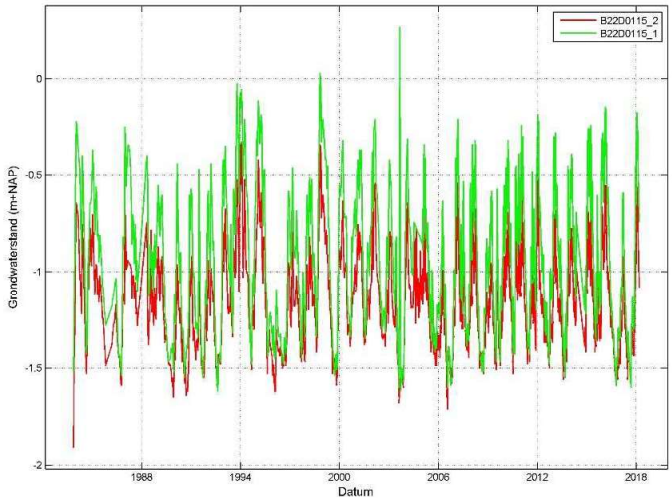
	GLG	**GVG**	**GHG**
Filter 1	0.8-1.0 (indicatie)	0 (indicatie)	< 0 (indicatie)
Filter 2	0.8-1.0 (indicatie)	0-0.1 (indicatie)	< 0 (indicatie)
Filter 3	0.51	0.22	-0.02

B22D0115

Maaiveldhoogte: 7.07 m+NAP
Filterdiepte 1: 9.23 – 10.23 m-mv
Filterdiepte 2: 40.63 – 41.63 m-mv

Meetpunt B22D0115 bevat 2 meetfilters en wordt al geruime tijd bemeten (Figuur 82). Aangezien deze meetreeksen zo lang zijn, kunnen ze helpen om de plausibiliteit van de andere modellen te toetsen. Filter 2 staat wel aanzienlijk dieper dan de overige filters, namelijk op meer dan 40 m-mv. Ter plaatse van dit meetpunt is er sprake van infiltratie.

Een tijdreeksmodel met neerslag, verdamping en het Vechtpeil als verklarende factoren kan voor beide reeksen 87% van de variantie verklaard worden.



Figuur 82: Grondwaterstand en stijghoogte ter plaatse van meetpunt B22D0115

De geschatte modelparameters zijn weergegeven in Tabel 25. De parameterwaarden zijn in dezelfde orde van grootte als bij de meetpunten met korte meetreeksen. Dit geeft vertrouwen in de geschatte parameters voor deze korte meetreeksen.

De GXG's hoeven niet afgeleid te worden met behulp van simulatie, omdat de meetreeks voldoende lang is. Daarom zijn in Tabel 26 de berekende GXG's weergegeven op basis van de gehele meetreeks.

Tabel 25: Geschatte modelparameters voor B22D0115 (standaardafwijking tussen haakjes)

	M_0 neerslag	**Factor Verdamping**	**M_0 oppervlaktewater**
Filter 1	456.8 (7.3)	0.92 (0.014)	0.24 (0.015)
Filter 2	305.0 (5.2)	0.84 (0.013)	0.29 (0.015)

Tabel 26: Berekende GXG's voor B22D0115 o.b.v. gehele meetreeks

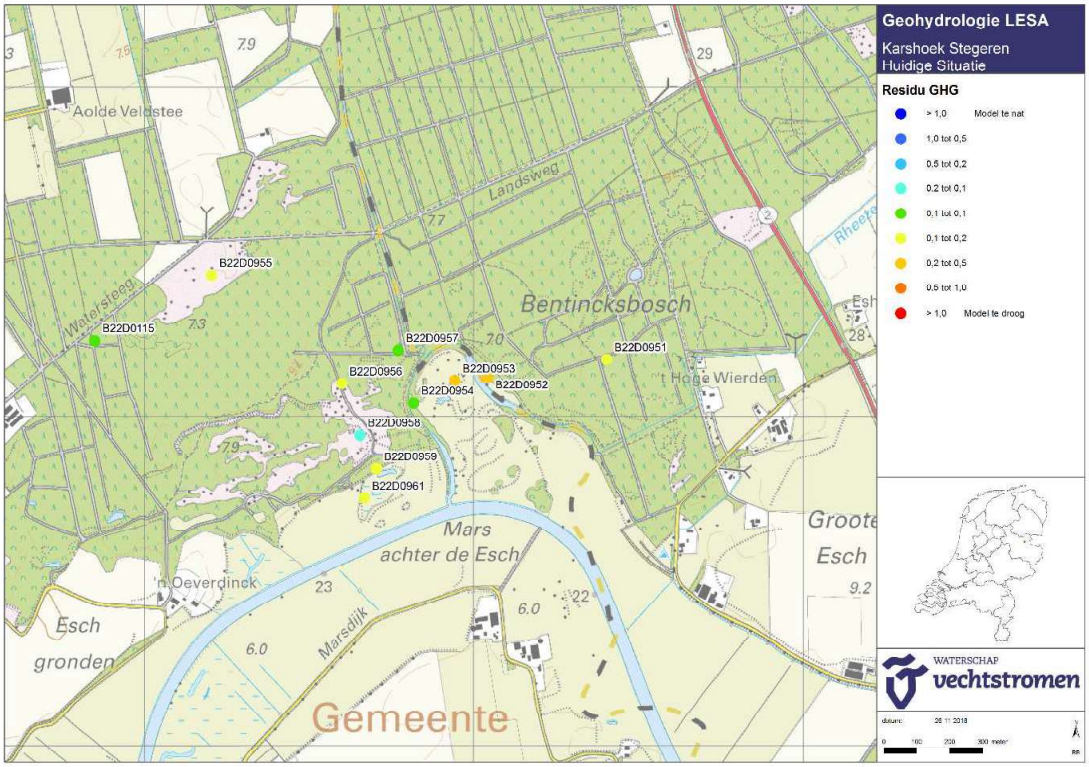
	GLG	**GVG**	**GHG**
Filter 1	1.42	0.72	0.46
Filter 2	1.46	1.04	0.82

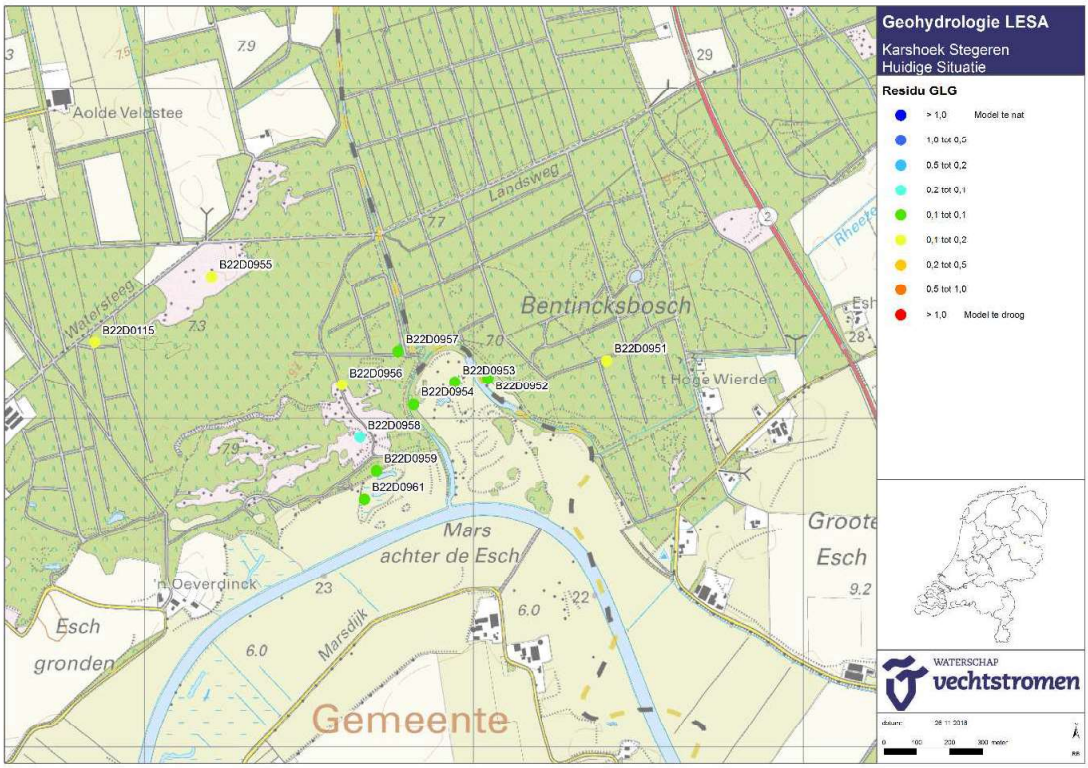
Bijlage 4 Tabel modelafwijkingen

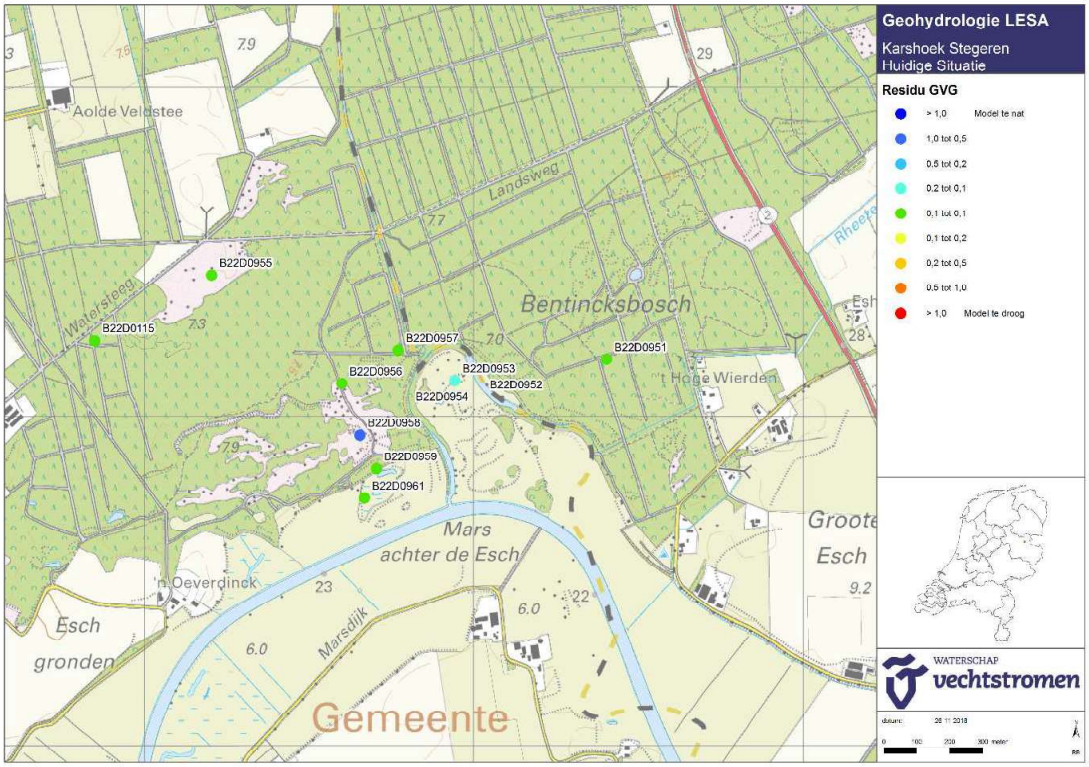
In **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** zijn de berekende en gemeten GxG's weergegeven en het verschil tussen beiden.

Tabel 27: Vergelijking GXG ter plaatse van meetlocaties

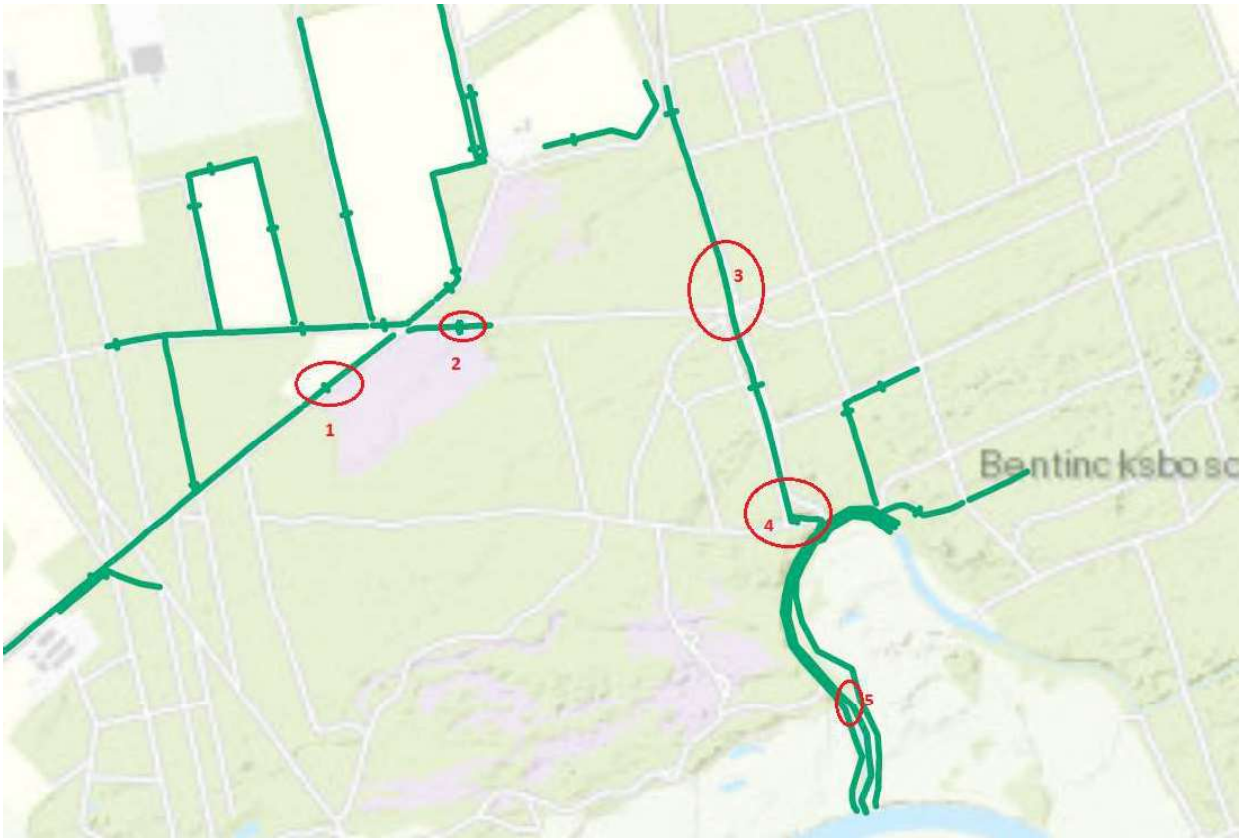
	GLG			GVG			GHG		
	berekend (m NAP)	gemeten (m NAP)	verschil (m)	berekend (m NAP)	gemeten (m NAP)	verschil (m)	berekend (m NAP)	gemeten (m NAP)	verschil (m)
B22D0951001	5,55	5,75	-0,20	6,27	6,33	-0,06	6,38	6,53	-0,15
B22D0952001	4,87	4,87	0,00	5,19	-	-	5,21	5,57	-0,36
B22D0952002	4,87	4,92	-0,05	5,19	-	-	5,21	5,57	-0,36
B22D0953001	4,81	4,79	0,02	5,15	5,01	0,14	5,17	5,39	-0,22
B22D0954001	4,71	4,62	0,09	4,97	-	-	4,98	4,92	0,05
B22D0954002	4,71	4,62	0,09	4,97	-	-	4,98	4,92	0,05
B22D0954003	4,71	4,62	0,09	4,97	-	-	4,98	4,92	0,05
B22D0955001	5,64	5,85	-0,21	6,47	6,50	-0,03	6,62	6,80	-0,18
B22D0955002	5,64	5,82	-0,18	6,47	6,47	0,00	6,62	6,76	-0,14
B22D0956001	5,17	5,32	-0,15	5,80	5,78	0,02	5,89	6,00	-0,11
B22D0957001	5,11	5,04	0,07	5,63	5,48	0,15	5,70	5,80	-0,10
B22D0957002	5,11	5,19	-0,08	5,63	5,56	0,07	5,70	5,78	-0,08
B22D0958001	4,92	5,02	-0,10	5,37	5,41	-0,04	5,43	5,62	-0,19
B22D0959001	4,77	4,77	-0,00	5,12	5,32	-0,20	5,14	5,48	-0,34
B22D0959002	4,77	4,81	-0,04	5,12	5,12	-0,00	5,14	5,34	-0,20
B22D0115001	5,52	5,65	-0,13	6,37	6,35	0,02	6,53	6,61	-0,08
B22D0961003	4,73	4,69	0,04	5,05	4,98	0,07	5,07	5,22	-0,15

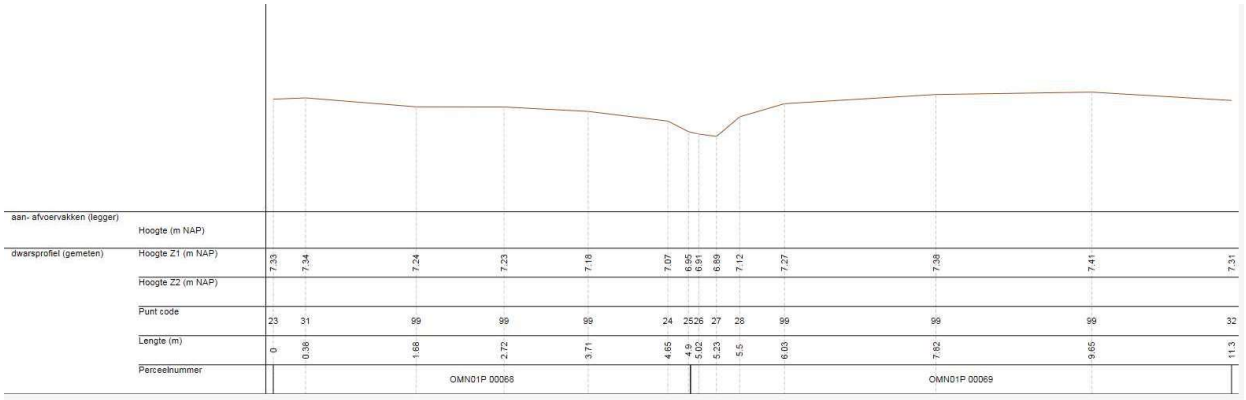

Geohydrologie LESA
Karshoek Stegeren
Huidige Situatie
Residu GHG
> 1,0 Model te nat
1,0 tot 0,5
0,5 tot 0,2
0,2 tot 0,1
0,1 tot 0,1
0,1 tot 0,2
0,2 tot 0,5
0,5 tot 1,0
> 1,0 Model te droog
Aolde Veldstee
Landsweg
Waterstaeg
Bentincksbosch
t Hooge Wierden
B22D0955
B22D0115
B22D0957
B22D0956
B22D0953
B22D0952
B22D0954
B22D0951
B22D0958
B22D0959
B22D0961
Mars
achter de Esch
Oeverdinck
Marsdijk
Esch
gronden
Groote
Esch
Gemeente
WATERSCHAP
vechtstromen


Geohydrologie LESA
Karshoek Stegeren
Huidige Situatie
Residu GLG
> 1,0 Model te nat
0,5 tot 0,2
0,2 tot 0,1
0,1 tot 0,1
0,1 tot 0,2
0,2 tot 0,5
0,5 tot 1,0
> 1,0 Model te droog
Aolde Veldstee
Landsweg
Waterstaeg
Bentincksbosch
t Hooge Wierden
B22D0955
B22D0115
B22D0957
B22D0956
B22D0953
B22D0952
B22D0954
B22D0951
B22D0958
B22D0959
B22D0961
Mars
achter de Esch
Oeverdinck
Marsdijk
Esch
gronden
Groote
Esch
Gemeente
WATERSCHAP
vechtstromen

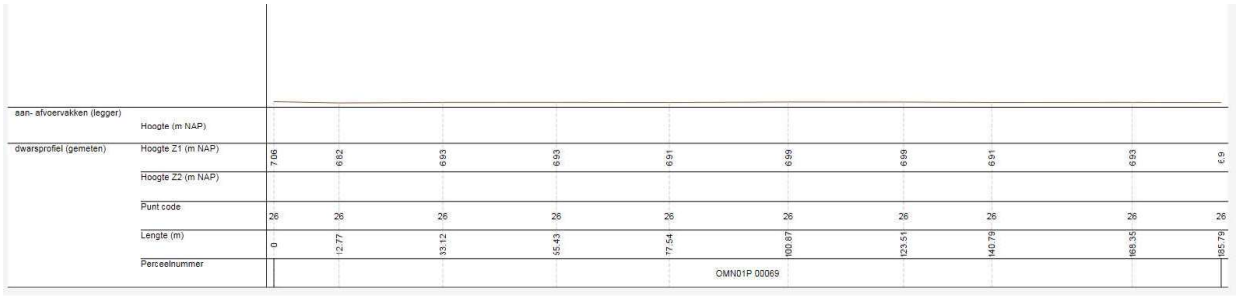

Geohydrologie LESA
Karshoek Stegeren
Huidige Situatie
Residu GVG
> 1,0 Model te nat
1,0 tot 0,5
0,5 tot 0,2
0,2 tot 0,1
0,1 tot 0,1
0,1 tot 0,2
0,2 tot 0,5
0,5 tot 1,0
> 1,0 Model te droog
Aolde Veldstee
Landsweg
Waterstpeg
Bentincksbosch
t Hooge Wierden
B22D0955
B22D0115
B22D0957
B22D0956
B22D0953
B22D0952
B22D0954
B22D0951
B22D0958
B22D0959
B22D0961
Mars
achter de Esch
Oeverdinck
Marsdijk
Esch
gronden
Groote
Esch
Gemeente
WATERSCHAP
vechtstromen

Bijlage 5 Ingemeten profielen watergangen

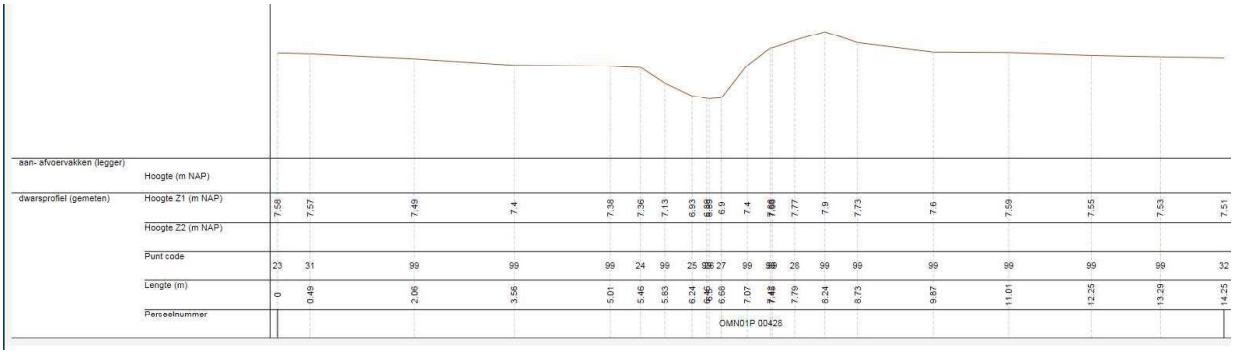




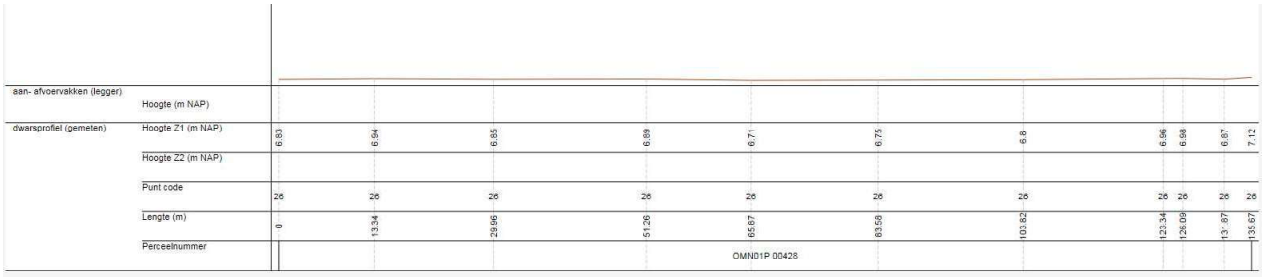
Dwarsprofiel 1



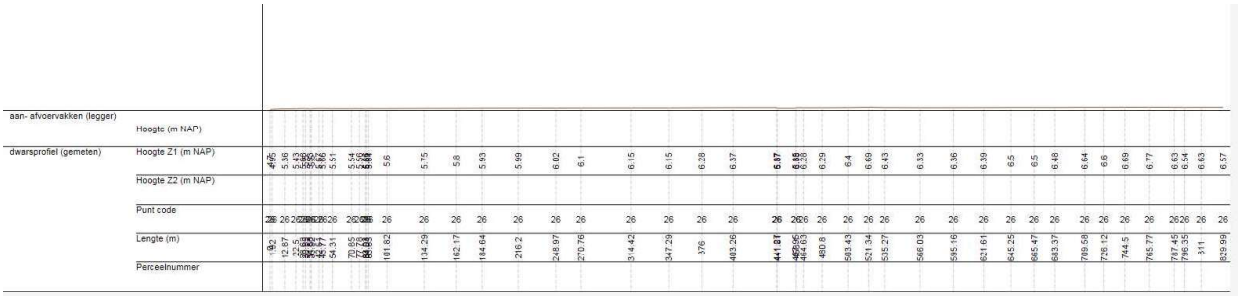
Lengteprofiel 1



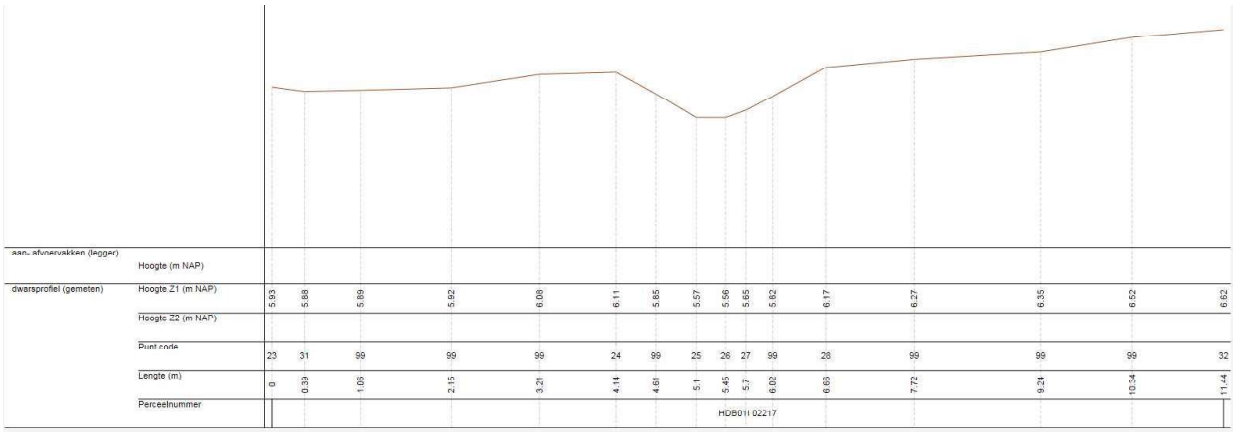
Dwarsprofiel 2



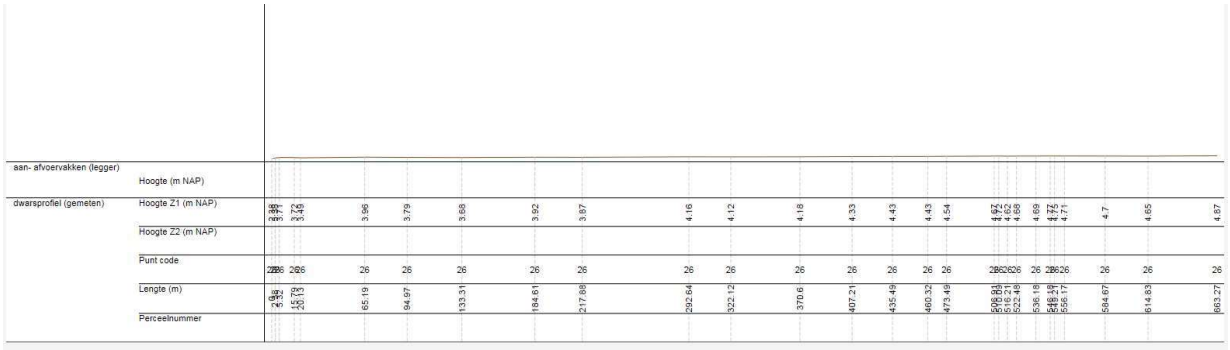
Lengteprofiel 2



Lengteprofiel 3 van de hele watergang tot aan de meander (links is zuid, rechts is noord)



Dwarsprofiel 4 nabij de peilbuis

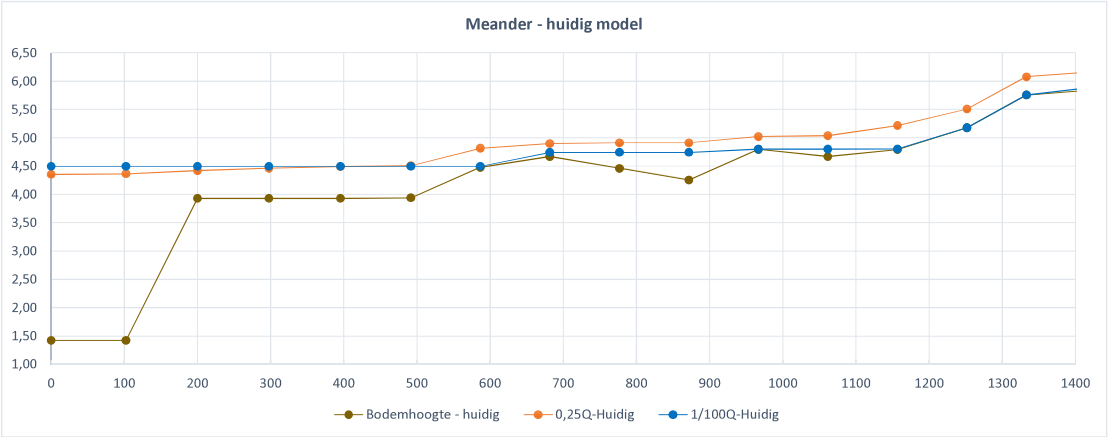


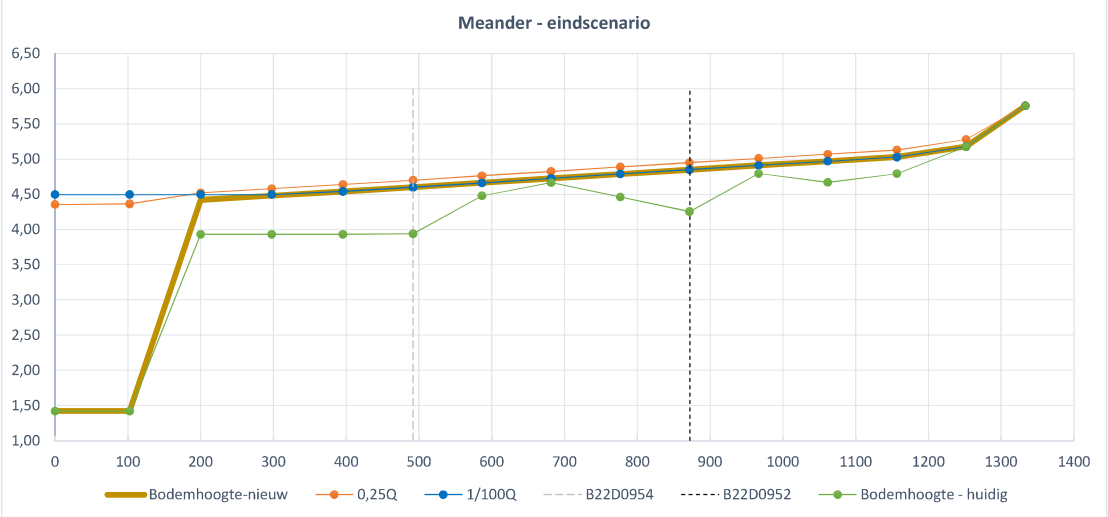
Lengteprofiel 5 (as van de meander) links is zuid en rechts is noord

Bijlage 6 Schematisatie bodemverhoging meander

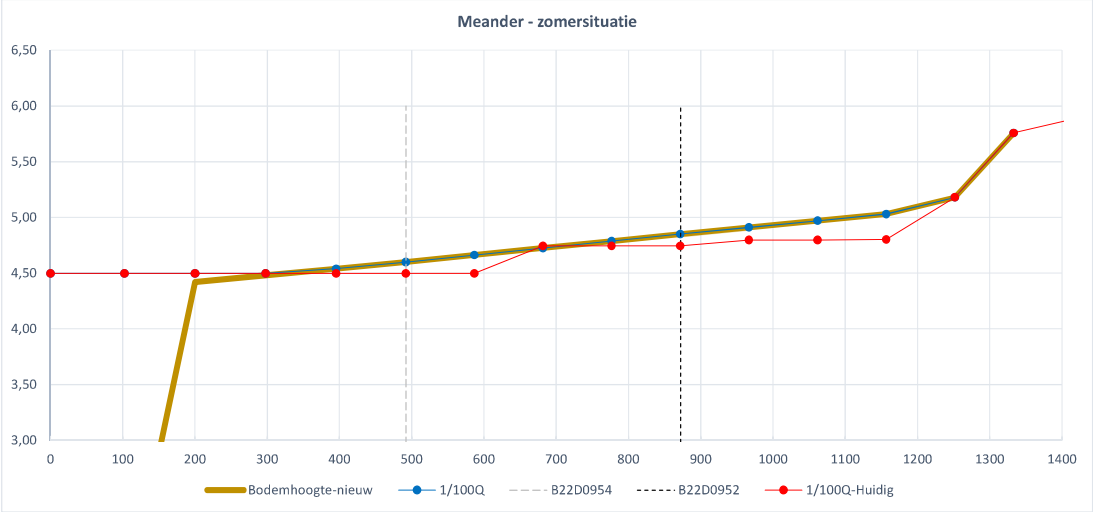
In het eindscenario is de bodem van de meander verhoogd in het model, zodat het oppervlaktewaterpeil stijgt en de drainerende werking afneemt. Hieronder is beschreven op welke wijze de bodemverhoging in het grondwatermodel is meegenomen.

- De toekomstige peilen mogen niet hoger worden dan de stijghoogte om te voorkomen dat kwel wordt weggedrukt. Het toekomstig bodemniveau in de meander is daarom afgestemd op de gemeten stijghoogte in B22D0954_2 in het westelijk deel van de meander (NAP +4,7 m) en de gemeten stijghoogte in B22D0952_2 in het oostelijk deel (NAP 4,95 m). De nieuwe verhanglijn loopt van NAP +4,6 m aan de westzijde tot NAP +4,85 m aan de oostzijde.
- Aangenomen wordt dat het toekomstige zomerpeil gelijk is aan bodemhoogte. Dit is overeenkomstig met de huidige situatie (muv uitstroom meander die door de Vecht wordt beinvloed).
- Winterpeil is gelijk aan bodemhoogte + 10 cm. Aangezien de aanvoer vanuit de Rheezerwatergang stopt gaan we er vanuit dat het toekomstige winterpeil lager is dan in de huidige situatie.
- Geen infiltratie vanuit de watergang in het model, want er is geen wateraanvoer meer.


Meander - huidig model
6,50
6,00
5,50
5,00
4,50
4,00
3,50
3,00
2,50
2,00
1,50
1,00
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
1100
1200
1300
1400
Bodemhoogte - huidig
0,25Q-Huidig
1/100Q-Huidig


Meander - eindscenario
6,50
6,00
5,50
5,00
4,50
4,00
3,50
3,00
2,50
2,00
1,50
1,00
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
1100
1200
1300
1400
Bodemhoogte-nieuw
0,25Q
1/100Q
B22D0954
B22D0952
Bodemhoogte - huidig


Meander wintersituatie
6,50
6,00
5,50
5,00
4,50
4,00
3,50
3,00
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
1100
1200
1300
1400
Bodemhoogte-nieuw
0,25Q
B22D0954
B22D0952
0,25Q-Huidig


Meander - zomersituatie
6,50
6,00
5,50
5,00
4,50
4,00
3,50
3,00
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
1100
1200
1300
1400
Bodemhoogte-nieuw
1/100Q
B22D0954
B22D0952
1/100Q-Huidig

RESEARCH CENTRE

BIOGEOCHEMICAL WATER-MANAGEMENT & APPLIED RESEARCH ON ECOSYSTEMS

Bodemchemisch onderzoek Karshoek-Stegeren



Eindrapportage

Opdrachtgever: Waterschap Vechtstromen • Projectnummer: PR-17.163
• Rapportnummer: RP-17.163.18.9 • Datum: 24-4-2018
Auteurs: Evi Bohnen-Verbaarschot & Roos Loeb

Niets uit dit rapport mag worden gereproduceerd, opnieuw vastgelegd, vermenigvuldigd of uitgegeven door middel van druk, fotokopie, microfilm, langs elektronische of elektromagnetische weg of op welke andere wijze dan ook zonder schriftelijke toestemming van de auteurs en de opdrachtgever. Het is voor de opdrachtgever wel toegestaan de inhoud van deze rapportage met bronvermelding, te gebruiken voor andere publicaties.

Titel rapport: Bodemchemisch onderzoek Karshoek-Stegeren

Opdrachtgever: Waterschap Vechtstromen

Auteurs: Evi Bohnen-Verbaarschot & Roos Loeb

Rapportnummer: RP-17.163.18.9

Foto voorzijde: Locatie 9 in Karshoek. Foto: Jan Vermeer, Veldwerkbureau.

Informatie:
Onderzoekcentrum B-WARE B.V.
Postbus 6558
6503 GB Nijmegen
Tel: 024-2122206
r.loeb@b-ware.eu

© Onderzoekcentrum B-WARE, Nijmegen, 2018.

Inhoudsopgave

1. Inleiding 4
1.1 Aanleiding 4
1.2 Omvormen landbouwgrond naar natuur 4
1.3 Herintroductie doelsoorten 8
1.4 Referentiewaarden habitattype Stroomdalgrasland 8
2. Materiaal & Methode 10
2.1 Bemonstering 10
2.2 Chemische analyses 12
3. Resultaten 14
3.1 Bodemopbouw en algemene bodemchemie 14
3.2 Kansen voor natuurontwikkeling 16
3.3 Aanvullende maatregelen 32
4. Conclusies en aanbevelingen 33
Belangrijkste conclusies 33
Aanbevelingen 33
Literatuur 34
Bijlage 1. Bodemprofielen 35
Bijlage 2. Analyseresultaten 39

1. Inleiding

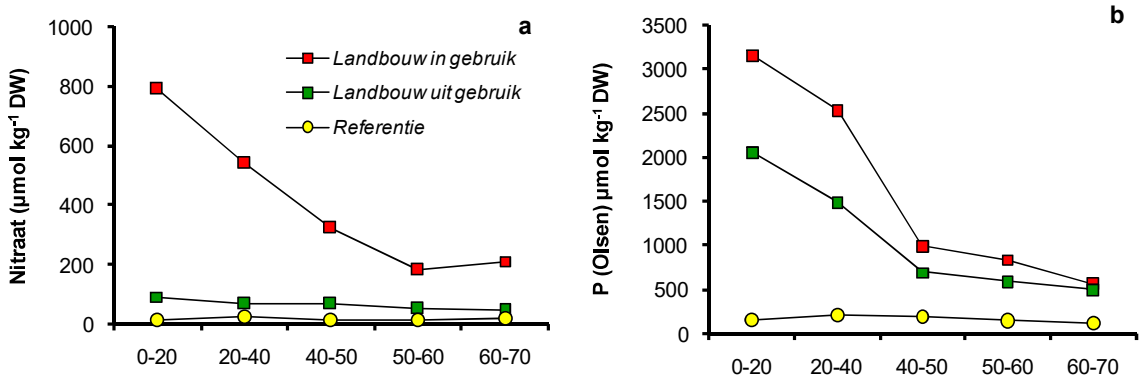
1.1 Aanleiding

Waterschap Vechtstromen leidt in opdracht van Provincie Overijssel de uitwerking van de ontwikkelopgave Natura2000 voor het gebied Vecht en Beneden Regge. Onderdeel van deze opdracht en het uitvoeringsprogramma Ruimte voor de Vecht is het opstellen van een inrichtingsplan voor deelgebied Karshoek-Stegeren. Om inzicht te verkrijgen in het functioneren en de sturende factoren ter plaatse van de aanwezige habitattypen wordt in samenwerking met Staatsbosbeheer een LESA voor dit gebied opgesteld. Onderdeel van deze LESA is het verkrijgen van inzicht in de voedselrijkdom en fosfaatverzadiging van De Karshoek, een gebied waar de lokaal aanwezige stroomdalgraslanden kunnen worden hersteld en/of uitgebreid. Het Waterschap heeft Onderzoekcentrum B-WARE gevraagd om door middel van bodemchemisch onderzoek de voedselrijkdom van de bodem in Karshoek in kaart te brengen. Hierbij gaat het vooral om de aanwezige potenties aan te geven en te laten zien waar deze met een kleine inspanning tot ontwikkeling zouden kunnen worden gebracht. Hierbij zou gekozen kunnen worden om een voedselrijke toplaag (ondiep) af te graven, of om wat intensiever te maaien.

1.2 Omvormen landbouwgrond naar natuur

Nutriëntenlimitatie

De kans op ontwikkeling van soortenrijke natuur op voormalige landbouwgronden wordt sterk bepaald door de beschikbaarheid van fosfor (P) in de bodem. Na beëindiging van het agrarische gebruik neemt de stikstofbeschikbaarheid op minerale bodems vaak sterk af als gevolg van nitraatuitspoeling en denitrificatie. Voor de fosfaatbeschikbaarheid gaat dit niet op (figuur 1) omdat dit in de bodem sterk wordt gebonden aan ijzer(oxiden), aluminiumoxiden en calcium.

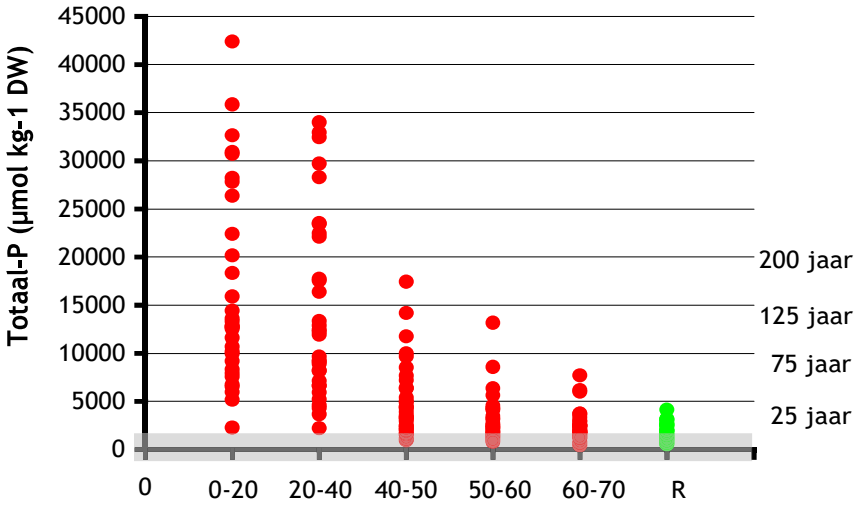


Figuur 1. Nitraat- (a) en fosfaatconcentratie (b) in de bodem op verschillende dieptes (in cm onder maaiveld). Nitraat verdwijnt uit de bodem wanneer de bodem niet meer in landbouwkundig gebruik is doordat het uitspoelt naar het grondwater of wordt gedenitrificeerd. Het sterk in de bodem gebonden (immobiele) fosfaat verdwijnt echter niet op een natuurlijke wijze uit de bodem (Lamers et al., (2005)).

Fosfaatbeschikbaarheid

In tegenstelling tot stikstof neemt de fosforbeschikbaarheid niet door uitspoeling sterk af. Door middel van maaien en afvoeren kan de P-beschikbaarheid op voormalige landbouwgronden onvoldoende worden teruggebracht om binnen een termijn van enkele tientallen jaren een P-gelimiteerde uitgangssituatie te krijgen (zeer kalkrijke bodems uitgezonderd) (Figuur 2; Lamers e.a., 2005; Smolders e.a., 2006; Lamers e.a., 2009). Om de ontwikkeling van waardevolle vegetaties mogelijk te maken is het verwijderen van de P-rijke toplaag meestal onontkoombaar. Hierbij is het belangrijk om vast te stellen tot hoe diep ontgrond moet worden om een voldoende P-arme uitgangssituatie te creëren. Dit kan door op verschillende diepten de P-beschikbaarheid te meten (Lamers e.a., 2005; Smolders e.a., 2006; van Mullekom e.a., 2013).

In het geval dat de natuurontwikkeling gepaard gaat met vernatting is het van belang om rekening te houden met veranderende redoxcondities (Smolders e.a., 2006). In de bodem zorgen geoxideerde ijzerverbindingen (ijzer(hydr)oxiden; roest) in belangrijke mate voor de vastlegging van fosfaat. Onder natte condities kan er geen zuurstof meer in de bodem doordringen waardoor geoxideerde ijzerverbindingen worden gereduceerd. Hierdoor neemt het fosfaatbindende vermogen van de bodem sterk af en kan fosfaat uit de bodem vrijkomen.



Figuur 2. Totaal-P concentraties in verschillende voormalige landbouwgronden (rood) en referentiegebieden (R, groen). Op de X-as wordt de diepte in cm weergegeven waarop de monsters zijn genomen. Het grijze gebied geeft de streefwaarde van 2500 µmol totaal-P per kilogram droge bodem. Rechts wordt het aantal jaren gegeven dat nodig is om de totaal-P waarden te laten dalen tot deze referentiewaarde door middel van maaien en afvoeren, aannemende dat er 10 kg P per hectare per jaar kan worden afgevoerd. Bron: Smolders e.a. (2006).

Mogelijke verschralingsmaatregelen

Verschraling (limitatie van voedingsstoffen) op voormalige landbouwgronden kan op verschillende manieren bereikt worden. De verschillende gangbare methoden worden in de volgende alinea's beknopt toegelicht en kunnen met elkaar gecombineerd worden:

Extensieve begrazing

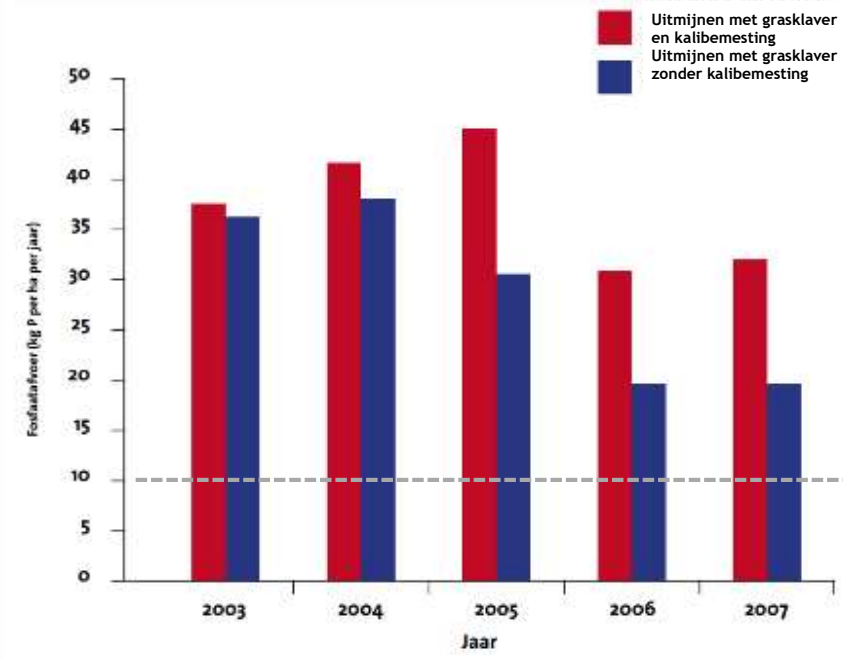
Bij extensieve begrazing worden nutriënten opgenomen door grazers. Via mest en urine komen ze dan elders weer vrij. Probleem hiervan is echter dat dit vooral leidt tot herverdeling van nutriënten binnen het gebied en veel minder tot de afvoer van nutriënten. Daarnaast worden bepaalde soorten als Pitrus (*Juncus effusus*), niet of weinig gegeten, waardoor de dominantie van deze soort alleen maar toeneemt (Smolders e.a., 2006; Lamers e.a., 2009).

Intensief beheer met maaien en afvoeren

Intensief beheer in de vorm van maaien en afvoeren levert in veel gevallen voldoende resultaat op om de bestaande (gewenste) vegetaties in stand te houden. Nutriënten in het bovengrondse organisch materiaal worden afgevoerd, waardoor ze uit het systeem worden onttrokken (Smolders e.a., 2006). Echter, bij landbouwgronden, die intensief zijn bemest, is deze vorm van beheer niet afdoende om de hoeveelheid fosfaat in de bodem snel te verlagen. Het kan vele jaren duren, bij sterk bemeste percelen vaak tot 200 jaar, voordat zoveel nutriënten zijn verwijderd dat er sprake is van een voedselarme bodem (Figuur 3, Smolders e.a., 2006; Lamers e.a., 2005).

Uitmijnen

Uitmijnen is een versterkte verschraling door middel van een gewas waarvan de productie op peil wordt gehouden door middel van aanvullende bemesting opdat de afvoeren van het doelnutriënt (fosfor) maximaal is. Door middel van het zaaien van grasklaver in combinatie met kalibemesting en een maaibeheer kan fosfaat versneld (40 kg P/ha/jaar: 4x sneller als met maaien en afvoeren) aan de bodem worden onttrokken (Figuur 3; Timmermans & van Eekeren, 2012). Klaver houdt met haar stikstofbinding de productie gaande en kalibemesting wordt gebruikt om klaver optimaal te laten groeien. Ook met deze beheersmaatregel duurt het op voormalige landbouwgronden vaak tientallen jaren voordat het gewenste verschralingsniveau is bereikt (van Mullekom e.a., 2013). Het uitmijnen kan versneld worden door het verwijderen van de extreem voedselrijke toplaag.



Figuur 3. Fosfaatafvoer (in kg fosfor per ha per jaar) door uitmijnen met grasklaver (klaver voor het vastleggen van stikstof) en kalibemesting en met grasklaver zonder kalibemesting (start eind 2002). De fosfaatafvoer werd bereikt door het maken van vier tot vijf maaisneden per jaar. Na enkele jaren daalt de afvoer van fosfaat in het deel zonder aanvullende kalibemesting. Stikstof- en kalibronnen zijn nodig voor een hoge fosfaatafvoer. Op de lange termijn is de gemiddelde afvoer bij uitmijnen ongeveer 40 kg fosfor per ha per jaar. Dit komt overeen met circa 90 kg fosforpentoxide (P_2O_5) per ha per jaar. Met jaarlijks eenmalig maaien en afvoeren kan een fosfaatafvoer van ca. 10 kg P per ha per jaar worden bereikt (grijze stippellijn). Bron: Timmermans & van Eekeren (2012; 2016).

Ontgronden

Bij ontgronden (toplaagverwijdering/maaiveldverlaging) worden enkele decimeters van de toplaag verwijderd (Smolders e.a., 2009). Voordat de toplaag afgegraven wordt, moet de diepte van het fosfaatfront bepaald worden. Dit komt namelijk niet altijd overeen met de dikte van de bouwvoor (Smolders e.a., 2009). Fosfaat kan door uitspoeling namelijk dieper in de bodem terecht komen. Door middel van ontgronding kan een snelle verschraling plaatsvinden. Daarbij wordt ook meteen de afstand tot het grondwater verlaagd, wat positieve effecten kan opleveren (van Mullekom e.a., 2007; 2013). Potentiële nadelen van ontgronden zijn een aantasting van de geomorfologie van het gebied en dat de grondwaterstanden ten opzichte van maaiveld te hoog kunnen worden. Andere nadelen van ontgronden die vaak genoemd worden zijn het verlies van bodemleven en de nog aanwezige zaadbank. In de toplaag van de bodem van intensief bemeste landbouwgronden is het bodemleven vaak sterk verstoord (zie o.a. Tsiafouli e.a., 2015; Bobbink e.a., 2016) en is geen vitale zaadbank van de oorspronkelijke vegetatie meer aanwezig (zie paragraaf 2.4), zodat deze verliezen over het algemeen beperkt zijn. Bij onvolledige ontgronding van de fosfaatrijke toplaag (zeker in combinatie met vernatting) kan alsnog verrijking met nutrienten plaatsvinden.

1.3 Herintroductie doelsoorten

Nadat een P-gelimiteerde uitgangssituatie is gecreëerd, is er meestal nog geen sprake van de gewenste vegetatieontwikkeling. Zeldzame en bijzondere soorten (meestal tevens de doelsoorten) vestigen zich doorgaans niet of slechts na lange tijd. Het uitstrooien van maaisel van een geschikte, bij voorkeur lokale, referentievegetatie is vaak nodig om de nodige diasporen (zaden, sporen, stekken) aan te brengen. Hierdoor kan een voorspoedige vestiging van de gewenste vegetatie worden bevorderd (Klimkowska et al., 2007). Een snelle vestiging van de doelvegetatie is noodzakelijk, omdat anders algemene soorten zullen gaan domineren. Als de vegetatie zich eenmaal met algemene soorten gesloten heeft, zullen doelsoorten zich lastiger vestigen, omdat er na sluiting slechte kiemingsomstandigheden heersen. Als ervoor gekozen wordt om niet af te graven, maar te verschralen door middel van maaien en afvoeren, of voor uitmijnen, is het dus nog steeds belangrijk om aan het eind van het verschralingsproces de bodem ondiep af te plaggen en vers maaisel van doelvegetaties aan te brengen.

1.4 Referentiewaarden habitattype Stroomdalgrasland

Het habitattype Stroomdalgrasland (H6120 Kalkminnend grasland op dorre zandbodem) is een prioritair habitattype dat in de vorige eeuw een sterke achteruitgang heeft gekend. Het is een soortenrijk habitattype met een schrale, droge en kalkminnende vegetatie dat voorkomt op voedselarme standplaatsen op hogere zandgronden (oeverwallen, stroomruggen, rivierduinen en dijken) langs rivieren. Het habitattype is voor het behoud afhankelijk van overstroming en daarmee van sedimentatie van kalkrijk zand. De overstromingsduur is echter laag. Het habitattype omvat niet alleen het Verbond der droge stroomdalgraslanden (*Sedo-Cerastion*), maar ook het Verbond van Gewoon struisgras (*Plantagini-Festucion*) en enkele rompgemeenschappen van de Klasse der droge zandgronden.

In tabel 1 zijn bodemchemische kenmerken van een aantal goed ontwikkelde droge stroomdalgraslanden gegeven. Het betreffen locaties uit Cortenoever (2017 en 2012), een referentie uit de Ravenswaarden en het gemiddelde van een aantal stroomdalgraslanden uit de Zelderse Driessen langs de Niers. Stroomdalgraslanden bevatten vaak enige organische stof, maar niet teveel, tot circa 6%. Bij een hoger organische stofpercentage houden de bodems meer vocht vast en worden zij te vochtig voor Droog stroomdalgrasland. Ze zijn in het algemeen goed gebufferd (pH-NaCl 7,3 -7,6), de referenties uit de Zelderse Driesen daargelaten (pH-NaCl 5,0). In de Zelderse Driessen betreft het vegetaties uit het Verbond van Gewoon struisgras, dat ook onder wat zuurdere omstandigheden voor kan komen. Ook in het Junner Koeland, een dicht bij De Karshoek gelegen gebied met goed ontwikkelde Stroomdalgraslanden langs de Overijsselse Vecht, komt de Associatie van Schapengras en Tijm (Verbond van Gewoon struisgras) voor (Rotthier & Sykora, 2016). Rotthier & Sykora (2016) maten voor deze gemeenschap een pH-KCl tussen circa 3,5 en 5,2. Voor het opnames in het Junner Koeland (verschillende gemeenschappen), komen zij echter op een pH-KCl die veel hoger is (7,2).
In Cortenoever en de tegenoverliggende Ravenswaarden komen stroomdalgraslanden voor op enigszins siltige zandbodems, waardoor ze enerzijds een hoge concentratie uitwisselbaar calcium en magnesium bevatten, en anderzijds het fosfaat goed binden. Hierdoor komen ze in Cortenoever en Ravenswaarden voor bij een relatief hoge totaal-P-concentratie (14 tot 19 mmol P/l bodem), terwijl de totaal-P-concentraties in stroomdalgraslanden in de Zelderse Driesen veel lager zijn, maar een even hoge fosfaatbeschikbaarheid geven. De fosfaatbeschikbaarheid, uitgedrukt

als Olsen-P, ligt tussen de 400 en 600 µmol/l bodem. Het referentiepunt C3 betreft een kleine zoom met Cypreswolfsmelk, Veldsalie en Echte kruisdistel in een verder wat voedselrijker grasland. Daarnaast is hier, net als op het punt in de Ravenswaarden, de toplaag op 0-10 cm diepte bemonsterd, in plaats van 0-25 cm in de andere onderzoeken. Beide kunnen de oorzaak zijn van de hogere Olsen-P-concentratie (900 µmol/l bodem) en hogere totaal-P-concentratie (19 mmol/l bodem) op dit punt. Het valt hierbij op dat de nitraatconcentraties hoog op kunnen lopen, tot bijna 600 µmol/l bodem, wat suggereert dat de biomassaproductie hier door P (en door droogte) gelimiteerd is. Ook valt op dat de stroomdalgraslanden met de hoogste nitraatconcentraties de laagste Olsen-P-concentratie hebben (400 µmol/l bodem). Voor het beoordelen van de geschiktheid van locaties met een hoge nitraatbeschikbaarheid, kan daarom het beste een vrij lage Olsen-P-waarde tot 500 µmol/l bodem aangehouden worden. Voor De Karshoek wordt in de dit onderzoek de Zelderse Driessen als referentie aangehouden met een pH van 5, Ca-NaCl van 7500 µmol/l en een maximaal organisch stof gehalte van 5%.

Tabel 1. Referentiewaarden voor Droge stroomdalgraslanden.

Locatie	% OS	P-Olsen	Al	Ca	Fe	Mg	P	pH-NaCl	NO_3-NaCl	NH_4-NaCl	Ca-NaCl	K-NaCl	Mg-NaCl
Cortenoever (gemiddeld) (Loeb et al., 2017)	5	400	173	199	141	119	14	7,4	593	129	19117	348	1388
Cortenoever C3 (Van Mullekom et al., 2012)	6	928	190	196	163	114	19	7,3	48	62	26480	406	1913
Ravenswaarden (Van Mullekom et al., 2012)	6	583	180	452	147	126	15	7,6	80	69	22147	807	1968
Zelderse Driessen (gemiddeld) (Brouwer et al., 2010)	5	597	59	15	48	14	5	5,0	262	357	7397	590	1914

2. Materiaal & Methode

2.1 Bemonstering

Voor het bodemchemisch onderzoek werden op 12 locaties bodemmonsters verzameld. De locaties werden geselecteerd op basis van de hoogteverschillen in het landschap en variatie in het bodemtype. Voor de exacte ligging van de bemonsterde locaties zie Figuur 4. Op 29 januari 2018 werden de 12 locaties bemonsterd door het Veldwerkbureau. De boringen (tot 150 cm onder maaiveld) werden verricht met een Edelmanboor en de exacte boorlocaties werden ingemeten met een GPS (zie Tabel 2). Het bodemprofiel werd beschreven conform NEN 5104 door boormeester Jan Vermeer van het Veldwerkbureau (zie Bijlage 1 voor de profielbeschrijvingen). Tevens werd de actuele grondwaterstand genoteerd en indien waarneembaar in het profiel ook de GHG en GLG (Tabel 2).

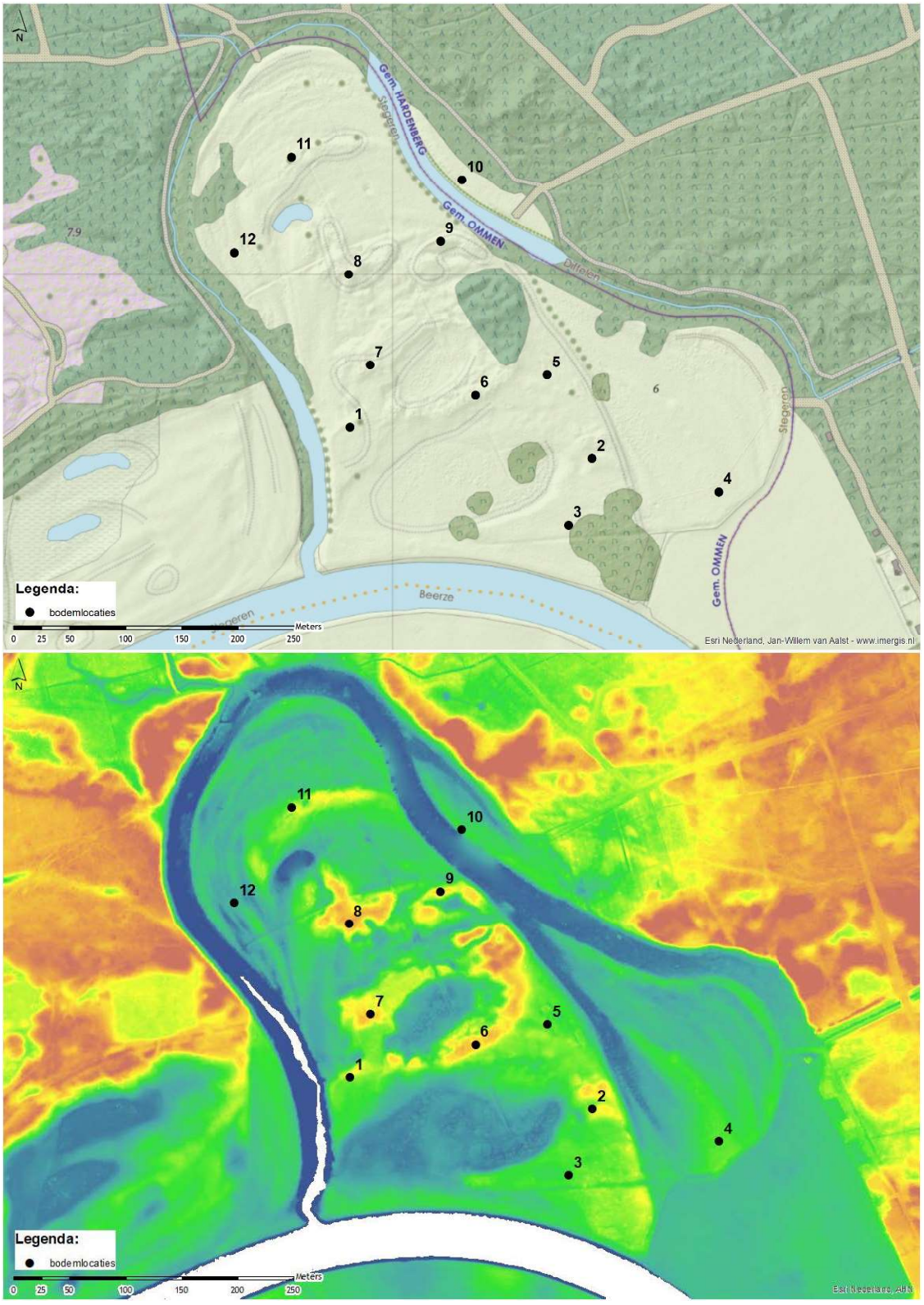
Op iedere locatie werden op 3 of 4 diepten bodemmonsters verzameld, waarbij de volgende dieptes werden bemonsterd:

- 0-10 cm-mv
- 10-20 cm-mv
- 20-30 cm-mv
- 30-40 cm-mv

Op locatie 3 werd van deze bemonsteringsstrategie afgeweken op basis van het aangetroffen bodemprofiel. De verzamelde bodemmonsters werden in afgesloten potten of zakken vervoerd naar het lab en bewaard bij 4°C tot verdere verwerking. In totaal werden 40 bodemmonsters verzameld en geanalyseerd.

Tabel 2. XY-coördinaten, actuele grondwaterstand (GWS; 29 januari 2018), gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) en gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG).

Nr	X-coördinaat	Y-coördinaat	GWS	GLG	GHG
1	232962	504863	140		95
2	233178	504835	140		90
3	233157	504776	40	145	30
4	233291	504806	130		80
5	233138	504910	140		110
6	233074	504892			
7	232980	504919			
8	232961	505000	140		110
9	233043	505029	80		60
10	233062	505084	95	130	60
11	232910	505104	85		55
12	232859	505019	40	110	10



Figuur 4. Ligging van de bodemmonsterlocaties op een topografische kaart (boven) en hoogtekaart (onder).

2.2 Chemische analyses

Vochtpercentage, organische-stofconcentratie en bodemdichtheid
Het vochtpercentage van het verse bodemmateriaal werd via het vochtverlies bepaald. Dit gebeurde door in duplo bodemmateriaal te drogen gedurende 24 uur bij 70°C. Uit het vaste volume van deze bakjes werd de bodemdichtheid berekend. De fractie organische stof in de bodem werd berekend door het gloeiverlies te bepalen. Hiertoe werd het bodemmateriaal, na drogen, gedurende 4 uur verast in een oven bij 550°C. Het gloeiverlies komt goed overeen met de fractie organisch materiaal in de bodem.

Olsen-extractie
Plantbeschikbaar fosfaat werd met behulp van een Olsen-extractie (Olsen et al., 1954) bepaald. De fosfaatconcentratie bepaald met een Olsen-extractie is sterk gecorreleerd met de opname van P door de vegetatie en geeft een goede voorspelling van de soortenrijkdom van halfnatuurlijke graslanden (Gilbert et al., 2009). Het principe van deze extractiemethode is dat natriumbicarbonaat ($NaHCO_3$) zorgt voor een daling van de concentratie opgeloste calciumionen via de vorming van onoplosbaar calciumcarbonaat ($CaCO_3$). Hierdoor stijgt de concentratie opgelost fosfaat. Natriumbicarbonaat brengt ook de labiele, voor planten snel beschikbare, proportie van de organische fractie in oplossing. Voor de Olsen-extractie werd aan 3 gram droog bodemmateriaal 60 ml 0,5 mol l^{-1} natriumbicarbonaat ($NaHCO_3$) toegevoegd. Gedurende 30 minuten werden de monsters uitgeschud op een schudmachine (100 r.p.m.) waarna het supernatant onder vacuüm werd verzameld met behulp van teflon poriewaterbemonsteraars. Het extract werd bij 4°C bewaard tot verdere analyse.

Water- en zoutextractie
Met een water- en zoutextractie kunnen de vrij in de bodem aanwezige ionen of de zoutuitwisselbare ionen bepaald worden. Hiervoor werd 17,5 gram verse bodem met 50 ml zoutextract (0,2 mol l-1 NaCl) of 50 ml demiwater gedurende 2 uur geschud op een schudmachine bij 105 rpm. De pH werd gemeten met een HQD pH-electrode. De extracten werden gefilterd met behulp van rhizons. Voor analyse op de ICP-OES werd een deel van het filtraat aangezuurd met salpeterzuur (eindconcentratie 1%) en bewaard bij 4°C tot verdere analyse. Voor analyse op de auto-analyzers werd niet-aangezuurd filtraat bewaard bij -18°C tot verdere analyse.

Strontiumextractie
Met een strontiumextractie kan de concentratie strontium-uitwisselbare ionen bepaald worden en de basenverzadiging. Hiervoor werd vers materiaal ingewogen overeenkomstig met 5 gram droog materiaal (minerale bodems) of 2,5 gram droog materiaal (veenbodems) en met 200 ml strontiumchloride (0,2 mol l-1), geschud op een schudmachine bij 105 rpm. De pH werd gemeten met HQD pH-electrode. De extracten werden gefilterd met behulp van rhizons. Voor analyse op de ICP-OES werd een deel van het filtraat aangezuurd met salpeterzuur (eindconcentratie 1%) en bewaard en bij 4 °C tot verdere analyse. Voor analyse op de auto-analyzers werd niet-aangezuurd filtraat bewaard bij -18 °C tot verdere analyse.

Bodemdestructie

Door de bodem te destrueren (ontsluiten) is het mogelijk de totale concentratie van bepaalde elementen/nutriënten in het bodemmateriaal te bepalen. Hiervoor werd 200 mg fijngemalen gedroogde bodem afgewogen in teflon destructievaatjes. Aan het bodemmateriaal werd 4 ml geconcentreerd salpeterzuur (HNO_3, 65%) en 1 ml waterstofperoxide (H_2O_2, 30%) toegevoegd en geplaatst in een destructiemagnetron (Milestone microwave type mls 1200 mega). De monsters werden vervolgens gedestrueerd in gesloten teflon vaatjes en na afkoelen werden het destruaat nauwkeurig overgebracht en aangevuld tot 100 ml met milliQ water. De monsters werden in polyethyleenpotjes bij 4 ^oC bewaard voor verdere analyse.

Chemische analyses

De analyses van calcium, magnesium, kalium, ijzer, aluminium, silicium, zink, mangaan, totaal fosfor en totaal zwavel en Olsen-P werden uitgevoerd met behulp van Inductief Gekoppeld Plasma - Optische Emissie Spectrometrie (ICP-OES; ICAP). Nitraat (NO_3+NO_2) en ammonium, orthofosfaat werden colorimetrisch bepaald met behulp van een Bran+Luebbe AutoAnalyser 3.

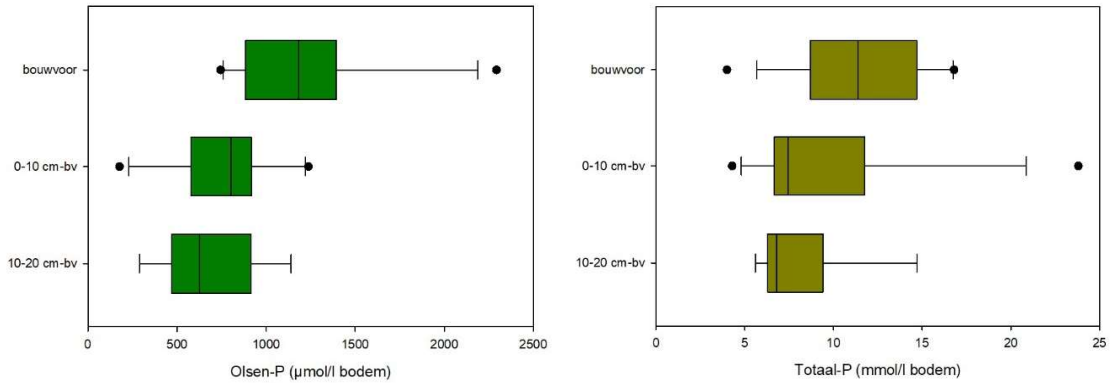
Concentraties in de bodem zijn uitgedrukt per liter bodem omdat dit een beter beeld geeft van de daadwerkelijk voor planten beschikbare concentratie dan uitgedrukt per massa-eenheid.

3. Resultaten

3.1 Bodemopbouw en algemene bodemchemie

De bodem in Karshoek bestond overwegend uit zand, met lokaal (locatie 3 en 12) klei in de ondergrond (Bodemprofielen, bijlage 1). Op locatie 10 bestond de bodem uit een dunne veenlaag (10 cm) op zand. Voor het ontwikkelen van soortenrijke natuurtypen is het belangrijk dat de fosfaatbeschikbaarheid laag is. Voor het vaststellen van de fosfaatbeschikbaarheid van de bodem zijn de Olsen-P en totaal-P concentraties van belang, waarbij de Olsen-P een maat is voor de voor planten beschikbare fosfaatfractie. De totaal-P concentratie geeft de totale P voorraad in de bodem waarvan een deel op termijn weer beschikbaar kan komen voor planten.

In Figuur 5 staan boxplots van de Olsen-P en totaal-P concentratie uitgezet op verschillende diepten. De bouwvoor (dikte 10-20 cm) was matig tot sterk verrijkt met plantbeschikbaar fosfaat (765 tot 2293 µmol Olsen-P/l bodem) en totaal-P (4,0 tot 16,8 mmol/l bodem). Direct onder de bouwvoor waren de fosfaatconcentraties in de bodem op de meeste locaties lager met 177-1237 µmol/l Olsen-P en 4,3-23,8 mmol/l totaal-P.

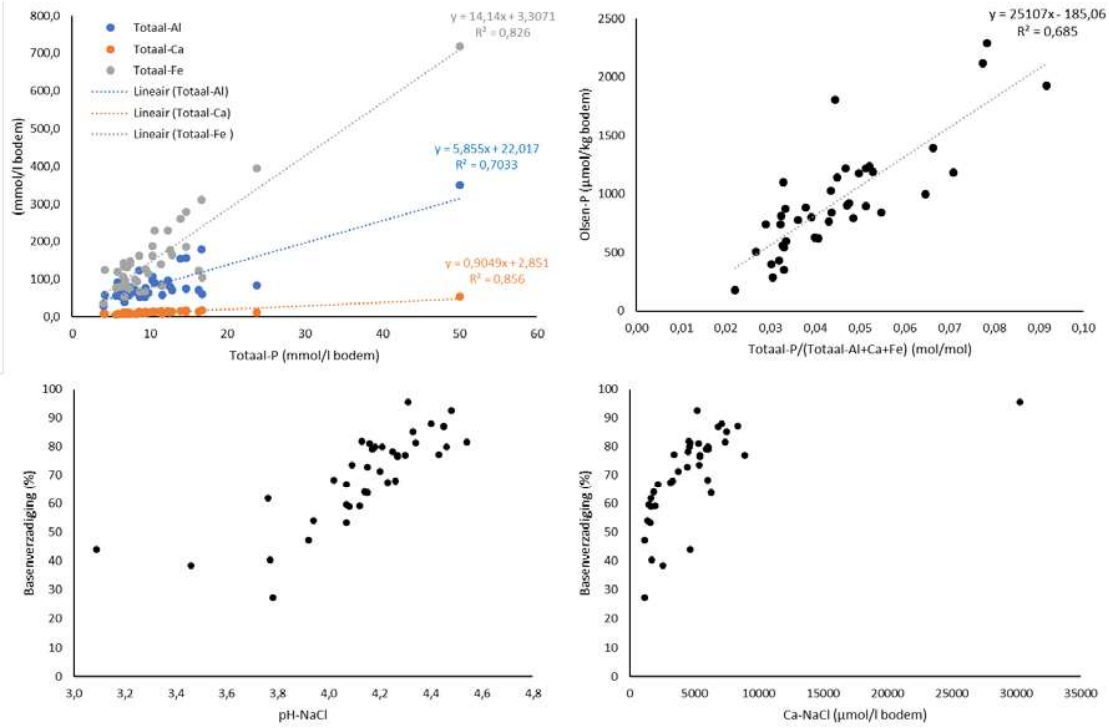


Figuur 5. Boxplots van de Olsen-P en totaal-P concentratie van de geanalyseerde bodems. In de Boxplot is onderscheid gemaakt tussen de verschillende bemonsteringsdiepten: toplaag van de bouwvoor 0-10/20 cm (n=5), restant bouwvoor (n=15), 0-10 cm onder de bouwvoor (n=12) en 10-20 cm onder de bouwvoor (n=9). De Box geeft het bereik tussen het 25e en 75e percentiel weer. De Whiskers (verticale lijnen) geven het bereik tussen het 10e en 90e percentiel. De verticale streep in de box geeft de mediane waarde van de metingen weer. De stippen geven de uitschieters weer.

De totaal-P concentratie van de bodem bleek sterk te correleren met de totaal-ijzerconcentratie, totaal-aluminiumconcentratie en totaal-calciumconcentratie van de bodem (Figuur 6 linksboven), die onderling ook weer sterk gecorreleerd waren. Dit betekent dat de zowel de ijzer- en calciumconcentraties enerzijds, als de fosforconcentratie anderzijds voor een groot deel bepaald werden door de hoeveelheid lutum (klei) die was afgezet (de totaal-aluminium concentratie is indicatief voor het lutumpercentage).
Fosfor kan in bodems zeer effectief worden geïmmobiliseerd door adsorptie aan ijzer(hydr)oxiden en door de vorming van ijzerfosfaatzouten zoals $Fe_3(PO_4)_2$ (onder anaërobe condities) en $FePO_4$ onder aërobe condities. Ook calcium kan P-immobiliserend werken waarbij de vorming van relatief slecht oplosbare calciumfosfaatcomplexen belangrijk zijn. Dit calcium-gebonden-P komt slechts zeer langzaam vrij door verweringsprocessen. Ook klei-/leemdeeltjes zijn een sterke P-

binder. De calcium-, ijzer- en aluminiumconcentraties kunnen de beschikbaarheid van fosfaat dus beïnvloeden. In Figuur 6 is deze correlatie weergegeven. Op plaatsen waar de bodem rijk was aan ijzer en calcium ten opzichte van totaal-P, was de P-beschikbaarheid voor planten doorgaans lager (Figuur 6 rechtsboven).

De bodem in het onderzoeksgebied was matig tot sterk ijzerhoudend (totaal-Fe: 37-718 mmol/l bodem) en zwak tot matig calciumhoudend met 7-54 mmol/l totaal-Ca en 1165-30283 µmol/l Ca-z. Met name de zwak zandige kleibodem op locatie 3 was rijker aan ijzer en calcium (Tabel 3). De bodems hadden een vrij lage basenverzadiging (gemiddeld over de monsters 70%), soms onder 60%. De basenverzadiging hing samen met de calcium- en magnesiumconcentraties. Bij een calciumconcentratie < 5000 µmol/l bodem was de basenverzadiging laag (<80%).



Figuur 6. Correlaties tussen enkele relevante bodemchemische variabelen. De concentraties zijn uitgezet per kg droge bodem.

De concentratie totaal-calcium en zoutextraheerbaar calcium (Ca-zout) zijn indicatieve parameters voor het vaststellen van de mate van buffering van een bodem (Figuur 7, rechtsonder). De bodembuffering is in grote mate bepalend voor de natuurtypen die tot ontwikkeling kunnen komen. De buffercapaciteit geeft de mate aan waarin een bodem in staat is te compenseren voor veranderingen in zuurconcentraties. Indien het bodemadsorptiecomplex volledig is opgeladen met basische kationen (Ca^{2+}, Mg^{2+} en K^{+}) is de basenverzadiging 100%. De basenverzadiging was met name op locatie 1 en 10 laag met percentages van 30-70% (Tabel 3).

Voor de ontwikkeling van soortenrijke natuur is het niet alleen van belang dat de fosfaatconcentraties laag genoeg zijn, maar ook de concentratie stikstof mag niet te hoog zijn. De concentraties nitraat en ammonium werden bepaald in de zoutextracten (Tabel 3). De stikstofconcentraties waren over het algemeen voldoende laag met concentraties onder de 200 µmol/l bodem. Lokaal werden verhoogde ammoniumconcentraties in de toplaag van de bodem (0-10 cm-mv) gemeten van 310-751 µmol/l bodem.

3.2 Kansen voor natuurontwikkeling

In het onderzoeksgebied wordt het habitattype droog stroomdalgrasland (H6120) nagestreefd. Voor dit vegetatietype werd bij dit onderzoek uitgegaan van een Olsen-P streefconcentratie van 500 µmol per liter bodem. Per monsterlocatie zijn in tabel 3 de belangrijkste abiotische factoren kort toegelicht. Hierin zijn onder andere de fosfaatconcentraties opgenomen (Olsen-P en totaal-P). Op basis van de verhouding tussen de Olsen-P en P-totaal concentratie (beschikbare P-fractie) werd een P-totaal streefconcentratie berekend (deze varieerde op basis van de P-beschikbaarheid die beïnvloed werd door o.a. de ijzer-, aluminium- en calciumconcentraties van de bodem). Op basis van het verschil tussen de streefconcentratie en de actuele totaal-P concentratie werd per bemonsterde laag een verschralingsduur berekend bij traditioneel beheer van maaien en afvoeren (P-afvoer: 10 kg/ha/jr). Gericht uitmijnen (P-afvoer: 40 kg/ha/jr; hoofdstuk 2) gaat vier keer zo snel. In Tabel 3 staat de berekende verschralingsduur via maaien en afvoeren voor iedere locatie en diepte gegeven. Deze verschralingsduur werd berekend voor een Olsen-P streefconcentratie van 500 µmol/l bodem. Voor het berekenen van de totale verschralingsduur op een bepaalde diepte moeten, in verband met de worteldiepte van planten, de verschralingsduren van een bodempakket van 25 cm bij elkaar worden opgeteld.

Tabel 3. Overzicht van de bodemchemische parameters (per liter versgewicht) op verschillende diepten (in cm onder maaiveld). OS = organisch stofpercentage, Ols-P = Olsen-P, -t = totale concentratie, -z = zoutuitwisselbare concentraties, BV = basenverzadiging uit strontiumextract, M5 = berekende verschralingsduur (in jaren) via maaien en afvoeren tot een streefconcentratie van 500 µmol Olsen-P/l bodem (totaal-P > 3,0 mmol/l). De Olsen-P en zoutuitwisselbare concentraties zijn weergegeven in µmol/l verse bodem, de overige concentraties in mmol/l verse bodem. De volgende kleurarceringen zijn in de tabel gebruikt:

Org. stof	Al-t	Ca-t	Ca-z	Fe-t	Maaien en afvoeren (M)	
%	mmol/l	mmol/l	µmol/l	mmol/l	jaren	
<5	<150	<10	<4000	<20	0	voldoende P-arm
6-10	151-250	11-20	4001-8000	21-50	<10	kansrijk voor verschraling d.m.v. maaien en afvoeren
11-25	251-400	21-30	8001-15000	51-100	11-40	matig kansrijk voor verschraling d.m.v. maaien en afvoeren
26-50	401-750	31-50	15001-25000	101-150	41-80	kansrijk voor verschraling d.m.v. uitmijnen
>50	>750	51-80	25001-40000	151-300	81-200	matig tot beperkt kansrijk voor verschraling d.m.v. uitmijnen
		>80	>40000	>300	201-400	ongeschikt voor verschraling I
					>400	ongeschikt voor verschraling II

Nr	Diepte	Grondsoort	OS	Ols-P	P-t	Al-t	Ca-t	Fe-t	Ca-z	pH-z	BV-s	NO3-w	NH4-z	M5
1	0-10	zand, bv	4	2116	11,6	59	9	82	1657	3,8	62	151	94	27
	10-20	zand, iets geroerd	2	1180	8,4	64	9	94	1717	3,8	40	72	30	15
	20-30	zand	1	800	6,8	67	9	98	1165	3,9	47	55	18	8
2	0-10	zand, bv	4	1221	12,9	71	14	165	5920	4,2	79	205	130	24
	10-20	zand, bv	3	1221	12,6	81	12	177	5471	4,3	77	227	71	23
	20-30	zand, iets geroerd	3	796	23,8	84	12	394	4486	4,2	73	104	25	28
3	0-15	zand, bv	3	1188	14,7	76	15	187	8399	4,5	87	236	155	40
	15-25	zand, iets ingespoeld	2	777	12,4	98	15	230	6851	4,5	87	135	30	14
	25-35	zand, iets ingespoeld	1	431	10,7	91	13	230	7381	4,5	82	147	20	0
	45-55	klei, zw ak zandig	3	1810	50,0	351	54	718	30283	4,3	95	145	20	113
4	0-10	zand, bv	6	1928	16,8	60	17	106	7111	4,4	88	296	310	39
	10-20	zand, bv	3	2293	16,3	71	14	123	6105	4,2	79	179	164	40
	20-30	zand, egaal	1	898	9,9	64	12	115	4535	4,3	78	141	40	14
5	0-10	zand, bv	5	765	9,5	78	15	128	6048	4,2	80	89	383	10
	10-20	zand, iets gevlekt	1	352	7,1	70	12	132	4656	4,5	80	123	51	0
	20-30	zand, iets gevlekt	1	289	6,7	71	12	136	4686	4,3	81	100	39	0
6	0-10	zand, bv	7	1000	6,8	41	9	55	5367	4,2	81	226	751	11
	10-20	zand, egaal	1	922	6,9	55	10	80	2180	4,1	67	242	57	10
	20-30	zand, egaal	1	1028	6,8	59	9	89	1848	4,1	64	138	35	11
	30-40	zand, egaal	1	843	6,3	55	8	80	1638	4,1	59	68	25	8
7	0-10	zand, bv	5	1394	8,7	53	10	68	5258	4,5	93	223	318	17
	10-20	zand, geroerd	1	1237	7,4	58	9	75	1381	3,9	54	132	35	14
	20-30	zand, egaal	1	1140	8,1	72	8	99	1612	4,1	53	97	42	14
8	0-10	zand, bv	4	1184	9,3	54	10	68	4603	4,1	82	187	384	17
	10-20	zand, iets ger., ingesp.	1	623	6,0	60	8	79	1959	4,1	59	72	44	4
	20-30	zand, egaal	1	627	5,6	57	7	77	1476	4,1	60	42	50	4
9	0-10	zand, bv	4	884	10,4	98	15	162	7515	4,3	85	204	344	14
	10-20	zand, bv	3	744	8,7	123	14	163	6088	4,2	80	211	77	9
	20-30	zand, egaal	2	177	4,3	58	8	126	3461	4,4	77	79	21	0
10	0-10	veen, zw ak kleiig, bv	25	840	4,0	28	8	37	4673	3,1	44	335	146	3
	10-20	zand, iets geroerd	6	870	6,6	83	9	106	2580	3,5	39	130	47	9
	20-30	zand	2	506	5,9	92	9	120	1168	3,8	27	167	5	0
11	0-10	zand, bv	4	903	11,4	86	16	141	5451	4,3	77	169	133	16
	10-20	zand	1	563	7,5	78	10	141	3783	4,2	71	137	48	3
	20-30	zand	1	545	7,5	70	9	148	3326	4,3	68	74	44	2
	30-40	zand	1	400	6,6	67	8	145	3144	4,2	68	55	24	0
12	0-10	klei, zw ak zandig, bv	4	1102	16,7	179	17	311	8931	4,3	77	155	187	28
	10-20	zand, kleiig	2	810	14,0	155	16	261	6063	4,0	68	138	26	17
	20-30	zand, kleiig	2	740	14,7	157	18	281	6317	4,2	64	160	13	15
	30-40	zand, kleiig	1	597	10,4	106	14	189	5379	4,1	74	152	7	5

Locatie 1



Figuur 7. Locatie 1 en bodemopbouw op locatie 1 van ondiep (linksonder) naar diep (rechtsboven) (Foto: Jan Vermeer).

Op locatie 1 (6,9 m +NAP) was de 10 cm dikke zandige bouwvoor weinig organisch (4%) en matig ijzerrijk (± 82 mmol/l totaal-Fe). Verder was de bouwvoor weinig kalkrijk met 9 mmol/l totaal-Ca, 1657 µmol/l Ca-z en weinig gebufferd met een pH-z van 3,8 en basenverzadiging van 62%. De bodem was fosfaatrijk met concentraties van 2116 µmol/l Olsen-P en 11,6 mmol/l totaal-P. Verschraling tot een droog stroomdalgrasland (streef Olsen-P: 500 µmol/l bodem) vereist circa 45-50 jaar maaien en afvoeren. Direct onder de bouwvoor (10-20 cm-mv) was de zandbodem wat minder fosfaatrijk met concentraties van 1180 µmol/l Olsen-P en 8,4 mmol/l totaal-P. Verschraling tot een droog stroomdalgrasland vereist nog circa 20-25 jaar maaien en afvoeren. De diepere bodemlaag (20-30 cm-mv) was weinig organisch (1%), weinig gebufferd (pH-z 3,9; 1165 µmol/l Ca-z en BV van 47%) en beperkt verrijkt met fosfaat (Olsen-P: 800 µmol/l, totaal-P: 6,8 mmol/l bodem). Deze bodemlaag is geschikt voor de ontwikkeling van droog stroomdalgrasland, optimaal door middel van beperkt verschralingsbeheer (circa 10 jaar maaien en afvoeren). Bij weinig organische bodems (1-2%) kan de Olsen-P concentratie in de bodem wat hoger zijn (Olsen-P 800 µmol/l bodem), omdat met name de droogtestress dan bepalend zal zijn voor de groei van planten. Om de pH en basenverzadiging afdoende omhoog te brengen en de soortenrijkdom te vergroten is het advies om na afgraven eenmalig te bekalken met 2000 kg Dolokal/ha.

Advies: 20 cm afgraven en aanvullend bekalken t.b.v. ontwikkeling van droog stroomdalgrasland, optimaal in combinatie met beperkt aanvullend verschralingsbeheer (circa 10 jaar maaien en afvoeren).

Locatie 2



Figuur 8. Locatie 2 en bodemopbouw op locatie 2 van ondiep (linksonder) naar diep (rechtsboven) (Foto: Jan Vermeer).

Op locatie 2 (6,8 m +NAP) was de 20 cm dikke zandige bouwvoor licht organisch (4%) en ijzerrijk (± 165 mmol/l totaal-Fe). De bodem was matig gebufferd met 14 mmol/l totaal-Ca, 5920 µmol/l Ca-z, een pH-z van 4,2-4,3 en een basenverzadiging van 77-79%. De bouwvoor was beperkt verrijkt met fosfaat met een concentratie van 1221 µmol Olsen-P /l bodem en 12,8 mmol totaal-P/l bodem. Verschraling tot een droog stroomdalgrasland (streef Olsen-P: 500 µmol/l bodem) vereist circa 60-65 jaar maaien en afvoeren. Direct onder de bouwvoor (20-30 cm-mv) was de bodem

rijk aan ijzer (394 mmol/l totaal-Fe) en totaal-P (23,8 mmol/l bodem). De Olsen-P concentratie was echter een stuk lager dan in de bouwvoor met 796 µmol/l bodem en de bodem was minder gebufferd (Ca-z 4486 µmol/l, pH-z 4,2 en basenverzadiging van 73%). Deze bodemlaag is geschikt voor de ontwikkeling van droog stroomdalgrasland, optimaal in combinatie met aanvullend verschralingsbeheer (circa 25-30 jaar maaien en afvoeren). Om de pH en basenverzadiging afdoende omhoog te brengen en de soortenrijkdom te vergroten is het advies om na afgraven eenmalig te bekalken met 2000 kg Dolokal/ha.

Advies: 20 cm afgraven en aanvullend bekalken t.b.v. ontwikkeling van droog stroomdalgrasland, optimaal in combinatie met aanvullend verschralingsbeheer (circa 25-30 jaar maaien en afvoeren).

Locatie 3

Op locatie 3 (6,3 m +NAP) bestond de bodem uit zand (±45 cm dikte) op klei. De zandbodem was weinig organisch (1-3%), ijzerrijk (± 216 mmol/l totaal-Fe), matig calciumhoudend (14 mmol/l totaal-Ca en 7544 µmol/l Ca-z) en matig gebufferd met een lage pH-z 4,5 en basenverzadiging van 82-87%. De diepere kleibodem was zeer ijzerrijk, calciumhoudend en matig gebufferd met concentraties van 718 mmol/l totaal-Fe, 54 mmol/l totaal-Ca, 30.283 µmol/l Ca-z, een lage pH-z van 4,3 en basenverzadiging van 95%. De zandige bouwvoor (0-15 cm-mv) was beperkt verrijkt met fosfaat met een concentraties van 1188 µmol Olsen-P /l bodem en 14,7 mmol totaal-P/l bodem. Verschraling tot een droog stroomdalgrasland (streef Olsen-P: 500 µmol/l bodem) vereist circa 50-55 jaar maaien en afvoeren. Direct onder de bouwvoor (15-25 cm-mv) was de zandbodem minder fosfaatrijk (777 µmol/l Olsen-P en 12,4 mmol/l totaal-P) en geschikt voor de ontwikkeling van droog stroomdalgrasland, optimaal in combinatie met aanvullend verschralingsbeheer (circa 10-15 jaar maaien en afvoeren). De diepere bodemlaag (25-35 cm) was met een concentratie van 431 µmol/l Olsen-P en 10,7 mmol/l totaal-P geschikt voor de ontwikkeling van droog stroomdalgrasland. De diepere kleibodem was fosfaatrijk (1810 µmol/l Olsen-P en 50,0 mmol/l totaal-P) en niet geschikt voor de ontwikkeling van droog stroomdalgrasland.

Advies: deze locatie wordt als minder kansrijk gezien. Door de dikke fosfaatrijke kleilaag kan regenwater snel stagneren en wordt de bodem te nat na ontgronding. De zandige bouwvoor is verrijkt met fosfaat en verschraling duurt zeer lang (circa 50-55 jaar maaien en afvoeren), daarnaast is deze locatie relatief laag gelegen.



Figuur 9. Locatie 3 en bodemopbouw op locatie 3 van ondiep (linksonder) naar diep (rechtsboven) (Foto: Jan Vermeer).

Locatie 4



Figuur 10. Locatie 4 en bodemopbouw op locatie 4 van ondiep (linksonder) naar diep (rechtsboven) (Foto: Jan Vermeer).

Op locatie 4 (6,4 m +NAP) was de 20 cm dikke zandige bouwvoor licht organisch (3-6%) en matig ijzer- en calciumhoudend (± 114 mmol/l totaal-Fe, 16 mmol/l totaal-Ca en 6608 µmol/l Ca-z). De bodem was voldoende gebufferd met een lage pH-z van 4,2-4,4 en basenverzadiging van 79-88%. De bodem was sterk verrijkt met fosfaat met een concentratie van ±2110 µmol Olsen-P /l bodem en 16,5 mmol totaal-P/l bodem. Verschraling tot een droog stroomdalgrasland (streef

Olsen-P: 500 µmol/l bodem) vereist circa 80-85 jaar maaien en afvoeren. Direct onder de bouwvoor (20-30 cm-mv) was de zandbodem weinig organisch (1%), veel minder fosfaatrijk (898 µmol/l Olsen-P en 9,9 mmol/l totaal-P) en minder goed gebufferd (Ca-z 4535 µmol/l bodem, pH-z 4,3 en basenverzadiging van 78%). Deze bodemlaag is door middel van circa 10-15 jaar maaien en afvoeren geschikt voor de ontwikkeling van droog stroomdalgrasland. Om de pH en basenverzadiging afdoende omhoog te brengen en de soortenrijkdom te vergroten is het advies om na afgraven eenmalig te bekalken met 2000 kg Dolokal/ha.

Advies: 20 cm afgraven en aanvullend bekalken t.b.v. ontwikkeling van droog stroomdalgrasland in combinatie met aanvullend verschralingsbeheer (10-15 jaar maaien en afvoeren).
Een andere mogelijkheid om droog stroomdalgrasland te ontwikkelen is het afdekken van de voedselrijke bodem met kalkrijk, schraal zand (± 30 cm dikte).

Locatie 5



Figuur 11. Locatie 5 (Foto: Jan Vermeer).

De 10 cm dikke zandige bouwvoor (5% OS) op locatie 5 (6,6 m +NAP) was matig ijzer- en calciumhoudend (128 mmol/l totaal-Fe, 15 mmol/l totaal-Ca en 6048 µmol/l Ca-z). De bouwvoor was matig gebufferd met een lage pH-z van 4,2 en basenverzadiging van 80%. De bodem was beperkt verrijkt met fosfaat (765 µmol/l Olsen-P en 9,5 mmol/l totaal-P) en uitwisselbaar ammonium (383 µmol/l NH_4-z). Verschraling tot een droog stroomdalgrasland (streef Olsen-P: 500 µmol/l bodem) vereist circa 10 jaar maaien en afvoeren. Direct onder de bouwvoor (10-20 cm-mv) was de zandbodem schraler met een Olsen-P concentratie van 352 µmol/l bodem en totaal-P concentratie van 7,1 mmol/l bodem. De bodem is matig gebufferd met een pH-z van 4,5 en basenverzadiging van 80%. Deze bodemlaag is geschikt voor ontwikkeling van droog stroomdalgrasland. De diepere bodemlaag (20-30 cm-mv) was qua bodemchemie vergelijkbaar met de bovenliggende

bodemlaag. Om de pH en basenverzadiging afdoende omhoog te brengen en de soortenrijkdom te vergroten is het advies om na afgraven eenmalig te bekalken met 2000 kg Dolokal/ha.

Advies: 10 cm afgraven en aanvullend bekalken t.b.v. ontwikkeling van droog stroomdalgrasland.

Locatie 6



Figuur 12. Locatie 6 en bodemopbouw op locatie 6 van ondiep (linksonder) naar diep (rechtsboven) (Foto: Jan Vermeer).

Op deze relatief hoog gelegen locatie (7,4 m +NAP) bevatte de toplaag van de zandbodem (0-10 cm-mv) 7% organisch stof en waren de diepere bodemlagen weinig organisch (1%). De bodem was matig ijzerrijk (±76 mmol/l totaal-Fe), zwak calciumhoudend (±9 mmol/l totaal-Ca en 2758 µmol/l Ca-z) en weinig gebufferd (pH-z 4,1-4,2 en basenverzadiging van 59-81%). De bouwvoor (0-10 cm-mv) was beperkt verrijkt met fosfaat met concentraties van 1000 µmol/l Olsen-P en 6,8 mmol/l totaal-P. Verschraling tot een droog stroomdalgrasland vereist circa 25-30 jaar maaien en afvoeren. In de diepere bodemlagen (10-40 cm-mv) was de fosfaatconcentratie in de bodem vergelijkbaar met de bouwvoor (Olsen-P: ±931 µmol/l en 6,6 mmol/l totaal-P). De concentratie labiel P (P-z) en met name ammonium (NH_4-z) was veel lager in de diepere bodemlagen ten opzichte van de bouwvoor (Tabel 3 en bijlage 2).

Advies: 10 cm afgraven in combinatie met aanvullend verschralingsbeheer (25-30 jaar maaien en afvoeren) t.b.v. ontwikkeling van droog stroomdalgrasland. Om de pH en basenverzadiging afdoende omhoog te brengen en de soortenrijkdom te vergroten is het advies om na afgraven eenmalig te bekalken met 2000 kg Dolokal/ha.
Een andere mogelijkheid om droog stroomdalgrasland te ontwikkelen is het afdekken van de voedselrijke, calciumarme bodem met kalkrijk, schraal zand (± 30 cm dikte).

Locatie 7



Figuur 13. Locatie 7 en bodemopbouw op locatie 7 van ondiep (linksonder) naar diep (rechtsboven) (Foto: Jan Vermeer).

De 10 cm dikke zandige bouwvoor op locatie 7 (7,4 m +NAP) was licht organisch (5% OS) en matig ijzerrijk (68 mmol/l totaal-Fe). De bodem was matig calciumhoudend (10 mmol/l totaal-Ca en 5258 µmol/l Ca-z) en matig gebufferd (pH-z 4,5 en basenverzadiging van 93%). De bodem was verrijkt met fosfaat met een concentratie van 1394 µmol Olsen-P /l bodem en 8,7 mmol totaal-P/l bodem. Verschraling tot een droog stroomdalgrasland (streef Olsen-P: 500 µmol/l bodem) vereist circa 35-40 jaar maaien en afvoeren. Direct onder de bouwvoor (10-20 cm-mv) was de kalkarme zandbodem iets minder fosfaatrijk (Olsen-P 1237 µmol/l, totaal-P 7,4 mmol/l) en slecht gebufferd met een pH-z van 3,9 en basenverzadiging van 54%. Deze bodemlaag is door middel van 25-30 jaar maaien en afvoeren geschikt voor de ontwikkeling van droog stroomdalgrasland. De diepere bodemlaag (20-30 cm-mv) was qua bodemchemie vergelijkbaar met de bovenliggende bodemlaag.

Advies: vanwege de hoge fosfaatconcentraties tot een diepte van 20-30 cm wordt geadviseerd om de voedselrijke bodem af te dekken met kalkrijk, schraal zand (± 30 cm dikte).

Locatie 8



Figuur 14. Locatie 8 en bodemopbouw op locatie 8 van ondiep (linksonder) naar diep (rechtsboven) (Foto: Jan Vermeer).

De 10 cm dikke zandige bouwvoor op locatie 8 (7,9 m +NAP) was licht organisch (4% OS), matig ijzerrijk (±68 mmol/l totaal-Fe), zwak calciumhoudend (±10 mmol/l totaal-Ca en 4603 µmol/l Ca-z) en matig gebufferd (pH-z 4,1 en basenverzadiging van 82%). De bodem was beperkt verrijkt met fosfaat met een concentratie van 1184 µmol Olsen-P /l bodem en 9,3 mmol totaal-P/l bodem. Verschraling tot een droog stroomdalgrasland (streef Olsen-P: 500 µmol/l bodem) vereist circa 20-25 jaar maaien en afvoeren. Direct onder de bouwvoor (10-20 cm-mv) was de zandbodem weinig organisch (1% OS), kalkarm (8 mmol/l totaal-Ca en 1959 µmol/l Ca-z) en weinig gebufferd (pH-z 4,1 en basenverzadiging van 59-60%). Deze bodemlaag was beperkt verrijkt met fosfaat (Olsen-P 623 µmol/l, totaal-P 6,0 mmol/l bodem) en geschikt voor de ontwikkeling van droog stroomdalgrasland, optimaal in combinatie met beperkt verschralingsbeheer (circa 5-10 jaar maaien en afvoeren). De diepere bodemlaag (20-30 cm-mv) was qua bodemchemie vergelijkbaar met de bovenliggende bodemlaag. Om de pH en basenverzadiging afdoende omhoog te brengen en de soortenrijkdom te vergroten is het advies om na afgraven eenmalig te bekalken met 2000 kg Dolokal/ha.

Advies: 10 cm afgraven en aanvullend bekalken t.b.v. ontwikkeling van droog stroomdalgrasland, optimaal in combinatie met aanvullend verschralingsbeheer (8 jaar maaien en afvoeren).

Locatie 9



Figuur 15. Locatie 9 en bodemopbouw op locatie 9 van ondiep (linksonder) naar diep (rechtsboven) (Foto: Jan Vermeer).

De 20 cm dikke zandige bouwvoor op locatie 9 (7,1 m +NAP) was weinig organisch (3-4%) en matig ijzer- en calciumhoudend (± 162 mmol/l totaal-Fe, 14 mmol/l totaal-Ca en 6802 µmol/l Ca-z). De bodem was matig gebufferd met een pH-z van 4,2-4,3 en basenverzadiging van 80-85%. De bodem was beperkt verrijkt met fosfaat met een concentratie van ±814 µmol Olsen-P /l bodem en 9,5 mmol totaal-P/l bodem. Verschraling tot een droog stroomdalgrasland (streef Olsen-P: 500 µmol/l bodem) vereist circa 20-25 jaar maaien en afvoeren. Direct onder de bouwvoor (20-30 cm-mv) was de zandbodem minder organisch (2%), weinig calciumhoudend (8 mmol/l totaal-Ca en 3461 µmol/l Ca-z), matig gebufferd (pH-z 4,4 en basenverzadiging van 77%) en voedselarm met concentraties van 177 µmol/l Olsen-P en 4,3 mmol/l totaal-P. Deze bodemlaag is geschikt voor de ontwikkeling van droog stroomdalgrasland. Om de pH en basenverzadiging afdoende omhoog te brengen en de soortenrijkdom te vergroten is het advies om na afgraven eenmalig te bekalken met 2000 kg Dolokal/ha.

Advies: 20 cm afgraven en aanvullend bekalken t.b.v. ontwikkeling van droog stroomdalgrasland.

Locatie 10



Figuur 16. Locatie 10 en bodemopbouw op locatie 10 van ondiep (linksonder) naar diep (rechtsboven) (Foto: Jan Vermeer).

Op locatie 10 (6,3 m +NAP), in een Ooijbos, bestond de bodem uit een veenlaag van 10 cm op zand. Droge stroomdalgraslanden kunnen zich niet ontwikkelen op een venige bodem. De onderliggende zandbodem (10-30 cm-mv) was weinig organisch (2-6%), matig ijzerrijk en zwak calciumhoudend (±113 mmol/l totaal-Fe, 9 mmol/l totaal-Ca en 1874 µmol/l Ca-z). De bodem was slecht gebufferd met een zeer lage pH-z van 3,5-3,8 en basenverzadiging van 27-39%. De zandbodem (10-20 cm-mv) was beperkt verrijkt met fosfaat met een concentratie van 870 µmol Olsen-

P /l bodem en 6,6 mmol totaal-P/l bodem. Verschraling tot een droog stroomdalgrasland (streef Olsen-P: 500 µmol/l bodem) vereist circa 5-10 jaar maaien en afvoeren. De diepere bodemlaag (20-30 cm-mv) was minder fosfaatrijk (506 µmol/l Olsen-P en 5,9 mmol/l totaal-P) en geschikt voor de ontwikkeling van droog stroomdalgrasland. Om de pH en basenverzadiging afdoende omhoog te brengen en de soortenrijkdom te vergroten is het advies om na afgraven eenmalig te bekalken met 2000 kg Dolokal/ha.

Advies: 20 cm afgraven en aanvullend bekalken t.b.v. ontwikkeling van droog stroomdalgrasland.

Locatie 11



Figuur 17. Locatie 11 en bodemopbouw op locatie 11 van ondiep (linksonder) naar diep (rechtsboven) (Foto: Jan Vermeer).

Op locatie 11 (6,8 m +NAP) was de 10 cm dikke zandige bouwvoor licht organisch (4%), matig ijzer- en calciumhoudend (141 mmol/l totaal-Fe, 16 mmol/l totaal-Ca en 5451 µmol/l Ca-z) en matig gebufferd (pH-z 4,3 en basenverzadiging van 77%). De bouwvoor was beperkt verrijkt met fosfaat met een concentratie van 903 µmol Olsen-P /l bodem en 11,4 mmol totaal-P/l bodem. Verschraling tot een droog stroomdalgrasland (streef Olsen-P: 500 µmol/l bodem) vereist circa 20 jaar maaien en afvoeren. Direct onder de bouwvoor (10-20 cm-mv) was de zandbodem minder organisch (1%), minder calciumhoudend (10 mmol/l totaal-Ca en 3783 µmol/l Ca-z) en minder gebufferd (pH-z 4,2 en basenverzadiging van 71%). De bodem was met een Olsen-P concentratie van 563 µmol/l en totaal-P concentratie van 7,5 mmol/l bodem geschikt voor de ontwikkeling van droog stroomdalgrasland, optimaal in combinatie met aanvullend verschralingsbeheer (circa 5 jaar maaien en afvoeren). De diepere bodemlagen (20-40 cm-mv) waren qua bodemchemie vergelijkbaar met de bovenliggende bodemlaag. Om de pH en basenverzadiging afdoende omhoog te brengen en de soortenrijkdom te vergroten is het advies om na afgraven eenmalig te bekalken met 2000 kg Dolokal/ha.

Advies: 10 cm afgraven en aanvullend bekalken t.b.v. ontwikkeling van droog stroomdalgrasland, optimaal in combinatie met aanvullend verschralingsbeheer (circa 5 jaar maaien en afvoeren).

Locatie 12



Figuur 18. Locatie 12 en bodemopbouw op locatie 12 van ondiep (linksonder) naar diep (rechtsboven) (Foto: Jan Vermeer).

Locatie 12 was relatief laag gelegen (5,8 m +NAP) en bestond de bodem uit een zwak zandige kleilaag van 10 cm op kleiig zand. De kleibodem (4% organisch stof) was ijzerrijk, matig calciumhoudend (311 mmol/l totaal-Fe, 17 mmol/l totaal-Ca en 8931 µmol/l Ca-z) en matig gebufferd (pH-z 4,3 en basenverzadiging van 77%). De kleiige zandbodem (1-2% organisch stof) was wat minder ijzerrijk, calciumhoudend en gebufferd dan de kleibodem (±244 mmol/l totaal-Fe, 16 mmol/l totaal-Ca, 5920 µmol/l Ca-z, pH-z 4,0-4,2 en basenverzadiging van 64-74%). De kleiige toplaag (0-10 cm-mv) was beperkt verrijkt met fosfaat met een concentratie van 1102 µmol Olsen-P /l bodem en 16,7 mmol totaal-P/l bodem. Verschraling tot een droog stroomdalgrasland (streef Olsen-P: 500 µmol/l bodem) vereist circa 50-55 jaar maaien en afvoeren. De onderliggende zandbodem (10-30 cm-mv) was minder fosfaatrijk (Olsen-P ±775 µmol/l, totaal-P 14,3 mmol/l) en door middel van 30-35 jaar maaien en afvoeren geschikt voor de ontwikkeling van droog stroomdalgrasland. De diepere bodemlaag (30-40 cm-mv) was minder P-rijk (Olsen-P 597 µmol/l, totaal-P 10,4 mmol/l bodem) en door middel van beperkt verschralingsbeheer (circa 5 jaar maaien en afvoeren) geschikt voor de ontwikkeling van droog stroomdalgrasland.

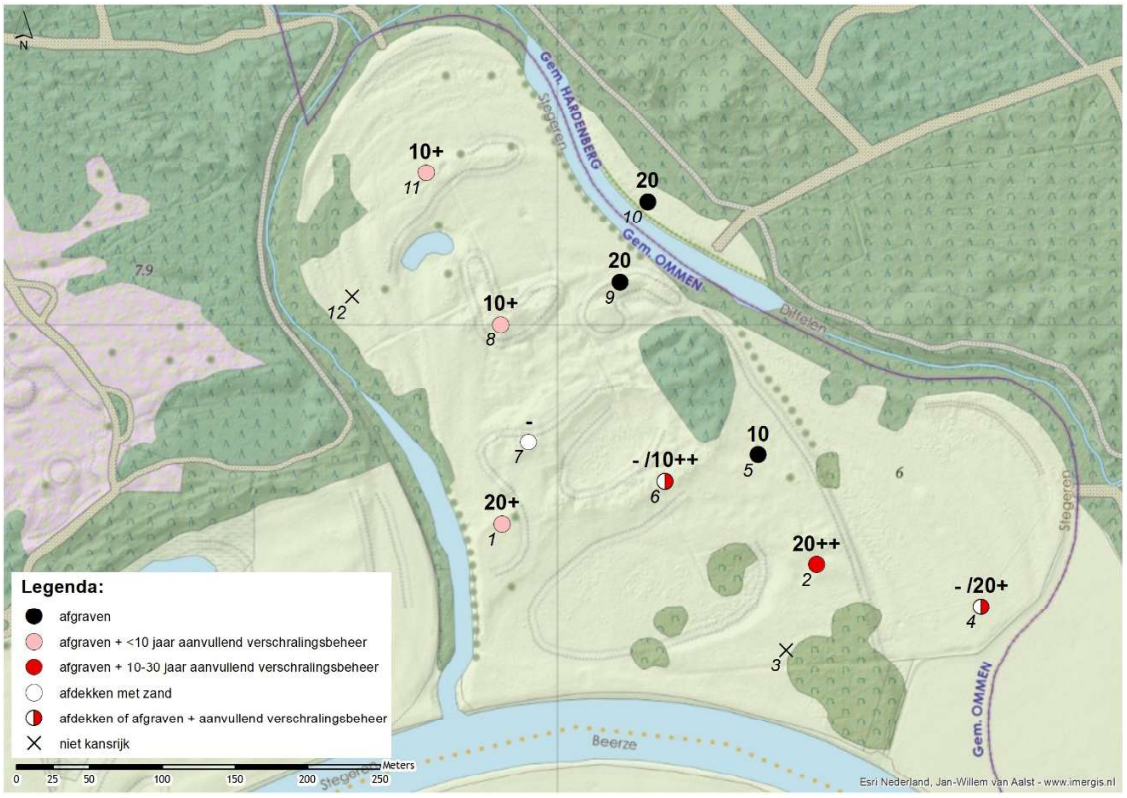
Advies: vanwege de lage ligging en kleiige bodem wordt deze bodem waarschijnlijk te nat na afgraven. Deze locatie is niet geschikt voor ontwikkeling van droog stroomdalgrasland.

Samenvattend

Op alle locaties in het Karshoek is de bodem momenteel te fosfaatrijk voor ontwikkeling van droog stroomdalgrasland. Een aantal locaties is naar verwachting met circa 10-30 jaar maaien en afvoeren om te vormen tot droog stroomdalgrasland (locatie 5, 6, 8, 9 en 11), dit zijn tevens de wat meer hoger gelegen locaties. Door circa 10-20 cm van de voedselrijke toplaag te verwijderen en waar nodig aanvullend verschralingsbeheer, is ontwikkeling van droog stroomdalgrasland op bijna alle locaties mogelijk. In figuur 19 zijn deze geadviseerde afgravingsdiepten ruimtelijk weergegeven. Locatie 3 en 12 zijn minder kansrijk voor ontwikkeling van droog stroomdalgrasland.

De bodem in het Karshoek is (zeer) zwak calciumhoudend en is zuur (< pH-NaCl 5,0), geadviseerd wordt om na de gewenste verschraling eenmalig te bekalken met 2000 kg Dolokal/ha om de pH en basenverzadiging afdoende omhoog te brengen. Een andere mogelijkheid om droog stroomdalgrasland te ontwikkelen in het Karshoek is de voedselrijke, zwak calciumhoudende bodem af te dekken met een kalkrijke, voedselarme zandlaag (circa ±30 cm dikte), eventueel in combinatie met het verwijderen van de fosfaatrijke toplaag. Bij de geplande maatregelen voor het veranderen van de loop van de Overijsselse Vecht kan dit zand lokaal gewonnen worden. Het is wel aan te raden om vooraf te onderzoeken of dit zand kalkrijk genoeg is en of dit zand niet teveel fosfaat bevat.

Bij herstelmaatregelen op langere termijn is niet alleen de afvoer van P met het maaisel van belang, maar ook de aanvoer van P met sediment dat door de rivier wordt afgezet. Als dit sediment armer is aan P dan de huidige toplaag, kan er op deze manier ook enige verarming van de toplaag plaatsvinden. Is het afgezette sediment echter rijker, dan kan er verrijking plaatsvinden. Daarnaast zijn de overstromingsduur en -frequentie hier niet onderzocht, maar zijn natuurlijk uitermate belangrijk voor het beoordelen of droog stroomdalgrasland hier kan ontstaan.



Figuur 19. Overzicht van de ruimtelijke variatie in de geadviseerde afgravingsdiepten (in cm) voor de ontwikkeling van droog stroomdalgrasland (Olsen-P streef: 500 µmol/l bodem), waarbij + = <10 jaar aanvullend verschralingsbeheer (maaien en afvoeren) vereist, ++ = 10-30 jaar aanvullend verschralingsbeheer vereist en - = afdekken met schraal kalkrijk zand.

3.3 Aanvullende maatregelen

De eerste jaren na de het afgraven van de voedselrijke toplaag dient maaibeheer plaats te vinden om de ontwikkeling en uitbreiding van algemene/ruigte soorten te beperken. Doordat vaak vele zaden in de omgeving aanwezig zijn kunnen deze algemene soorten, ook onder P-arme condities, tot ontwikkeling komen. Door middel van een maaibeheer en het aanbrengen van maaisel of plagsel kan de groei van ongewenste algemene soorten worden onderdrukt. Opgemerkt dient te worden dat de lokale ontwikkeling van ruigtes op zichzelf niet nadelig is en zelfs kan bijdragen aan de diversiteit van een gebied. Vlinders, sprinkhanen, vogels en kleine zoogdieren kunnen hiervan profiteren.

Op de afgegraven locaties wordt geadviseerd om kort na afgraven (<1 jaar) maaisel op te brengen uit goed ontwikkelde referentielocaties om kolonisatie door doelsoorten te stimuleren. Ook op locaties die voldoende verschraald zijn door middel van maaien en afvoeren, is het aan te bevelen op enkele plekken in het perceel de zode te openen door ondiep af te plaggen of te keren en maaisel/zaden van goedontwikkelde vegetaties, zoals uit het Junner Koeland, aan te brengen. Zonder het uitstrooien van vers maaisel of zaden is de kans op vestiging van doelsoorten klein, omdat de zode na verarming zo dicht is dat het risico bestaat dat doelsoorten er niet kunnen kiemen.

4. Conclusies en aanbevelingen

Belangrijkste conclusies

- De bodem in het onderzoeksgebied bestaat uit zand met lokaal klei in de ondergrond (locatie 3 en 12). De zandbodem is matig ijzerhoudend en calciumarm tot zwak calciumhoudend. De kleilaag is ijzerrijk en calciumhoudend.
- Uit het bodemchemisch onderzoek blijkt dat de toplaag van de bodem (0-10/20 cm-mv) in het onderzoeksgebied verrijkt is met fosfaat tot concentraties die te hoog zijn voor de ontwikkeling van droog stroomdalgrasland.
- Een aantal locaties is naar verwachting met circa 10-30 jaar maaien en afvoeren om te vormen tot droog stroomdalgrasland (locatie 5, 6, 8, 9 en 11), dit zijn tevens de hoger gelegen locaties.
- Op bijna alle onderzochte locaties kan na afgraven van de P-rijke bodem, eventueel met een aanvullend verschralingsbeheer van maaien en afvoeren, P-arme condities gerealiseerd worden voor ontwikkeling van droog stroomdalgrasland. Hierbij dient er wel bekalkt te worden, omdat de pH nu te laag is voor een goede ontwikkeling.
- Een andere mogelijkheid om droog stroomdalgrasland te ontwikkelen in het Karshoek is de voedselrijke, zwak calciumhoudende bodem af te dekken met een kalkrijke, voedselarme zandlaag (circa ±30 cm dikte), eventueel in combinatie met het verwijderen van de fosfaatrijke toplaag.

Aanbevelingen

- Op alle locaties is de bodem (zeer) zwak calciumhoudend en zuur. Om de pH en basenverzadiging afdoende omhoog te brengen en de soortenrijkdom te vergroten is het advies om na afgraven eenmalig te bekalken met 2000 kg Dolokal/ha.
- Na afgraving of het bereiken van de gewenste verschraling (na open maken van de dichte soortenarme zode) wordt geadviseerd maaisel uit een referentieterrein, zoals het Junner Koeland, op te brengen.

Literatuur

Bobbink, R., M.J. Weijters, A. van der Bij & R. van Diggelen (2016) Het belang van bodemleven bij heideherstel op voormalige landbouwgrond. *Vakblad Natuur Bos Landschap* maart: 10-13.

Brouwer, E., M. Van Mullekom & M. Poelen (2010). Uitbreiding van stroomdalgraslanden in de Zeldersche Driessen. Overzicht van de onderzoeksresultaten. B-WARE-rapportnr. 2010.04. Onderzoekcentrum B-WARE, Nijmegen.

Klimkowska, A., R. van Diggelen, J.P. Bakker & A.P. Grootjans (2007) Wet meadow restoration in Western Europe: A quantitative assessment of the effectiveness of several techniques. *Biological Conservation* **140**: 318-328.

Lamers, L.P.M., E.C.H.E.T. Lucassen, A.J.P. Smolders & J.G.M. Roelofs (2005) Fosfaat als adder onder het gras bij 'nieuwe natte natuur'. *H_2O* **38** (17): 28-30.

Lamers, L., E. Lucassen, H. Tomassen, A. Smolders & J. Roelofs (2009) Verpitrussing bij natuurontwikkeling: voorkomen is beter dan genezen. *De Levende Natuur* **110** (1): 43-46.

Loeb, R. & E. Brouwer (2017). Biogeochemisch onderzoek Cortenoever. B-WARE-rapportnr. RP-17.147.17.98. Onderzoekcentrum B-WARE, Nijmegen.

Mullekom, M. van, E.C.H.E.T. Lucassen, M. Weijters, H.B.M. Tomassen, R. Bobbink, A.J.P. Smolders (2013) Van landbouw naar natuur: gericht op zoek naar kansen! *De Levende Natuur* **114**: 120-126.

Olsen S.R., C.V. Cole, F.S. Watanabe & L.A. Dean (1954) Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. *US Department of Agriculture* circular No. 939.

Rotthier, S. & K.V. Sykora, 2016. Zandafzetting, standplaats, beheer en botanische kwaliteit van Stroomdalgrasland. VBNE, Driebergen.

Smolders, A., E. Lucassen, H. Tomassen, L. Lamers & J. Roelofs (2006) De problematiek van fosfaat voor natuurbeheer. *Vakblad Natuur Bos Landschap* **3**(4): 5-11.

Smolders, A., E. Lucassen, M. van Mullekom, H. Tomassen, & E. Brouwer (2009) Ontgronden op voormalige landbouwgronden: doeltreffend maar ook toereikend? *De Levende Natuur* **110**: 33-38.

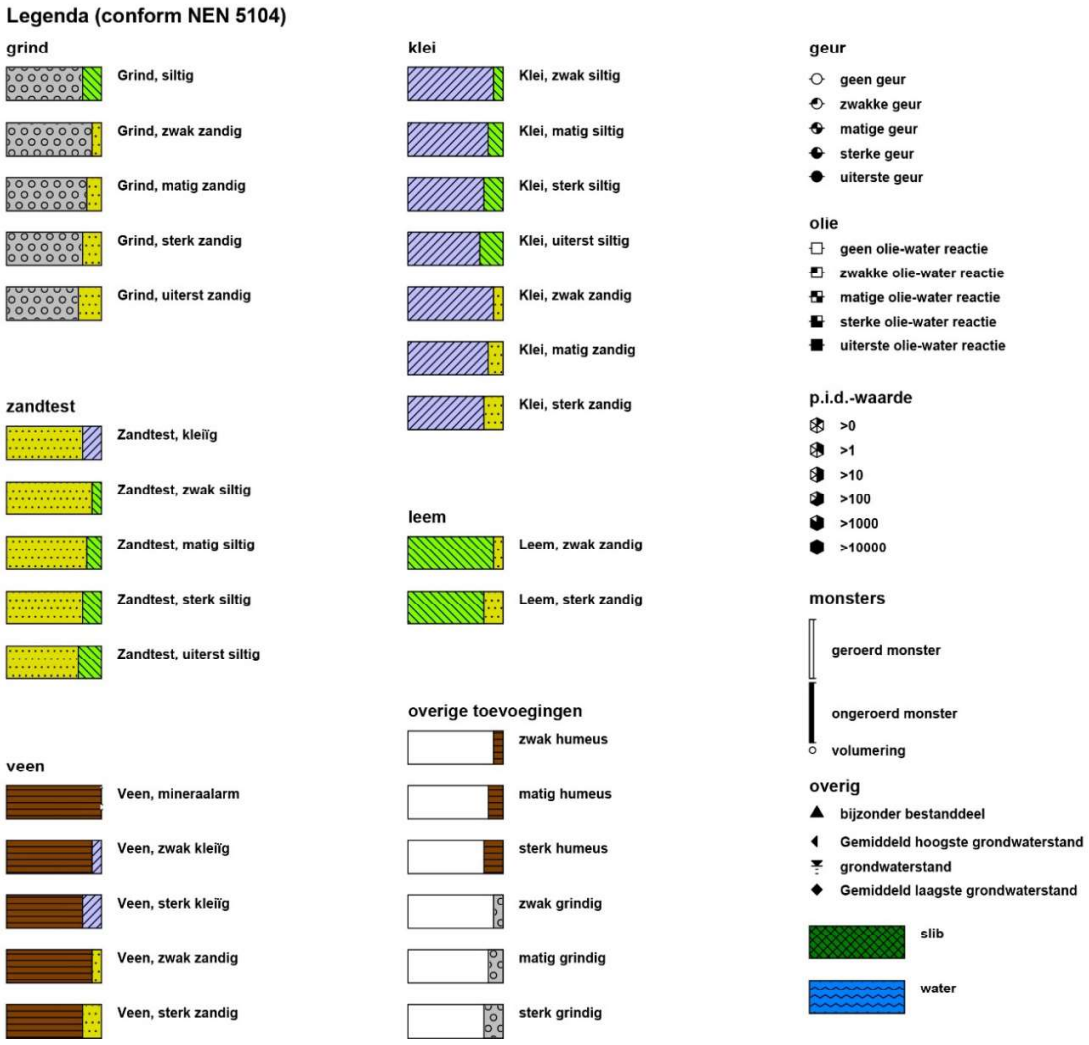
Timmermans, B.G.H & N. van Eekeren (2012) Uitmijnen: het bodemfosfaatgehalte verlagen met grasklaver en kalibemesting. *Vakblad Natuur Bos Landschap* **1**: 12-15.

Timmermans, B.G.H & N. van Eekeren (2016) Phytoextraction of soil phosphorus by potassium-fertilized grass-clover swards. *Journal of Environmental Quality* **45**: 701-708.

Tsiafouli, M.A., E. Thébault, S.P. Sgardelis, P.C. de Ruiter, W.H. van der Putten, K. Birkhofer, L. Hemerik, F.T. de Vries, R.D. Bardgett, M.V. Brady, L. Bjornlund, H.B. Jørgensen, S. Christensen, T. D' Hertefeldt, S. Hotes, W.H.G. Hol, J. Frouz, M. Liiri, S.R. Mortimer, H. Setälä, J. Tzanopoulos, K. Uteseny, V. Pižl, J. Stary, V. Wolters & K. Hedlund (2015) Intensive agriculture reduces soil biodiversity across Europe. *Global Change Biology* **21**: 973–985.

Van Mullekom, M., B. Timmermans, J. Loermans & F. Smolders, 2012. Bodemchemisch onderzoek Ravenswaarden. Onderzoek naar de ontwikkelingsmogelijkheden van stroomdalgrasland en glanshaverhooiland. B-WARE-rapportnr. 2012.26. Onderzoekcentrum B-WARE, Nijmegen.

Bijlage 1. Bodemprofielen

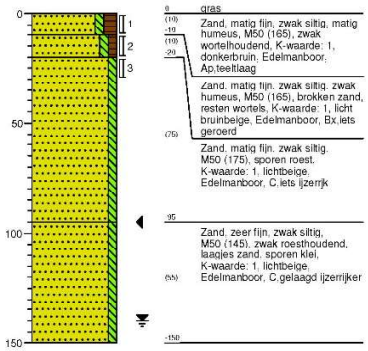


Boring: 01

X: 232962,00
Y: 504863,00

GWS: 140
GHG: 95

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

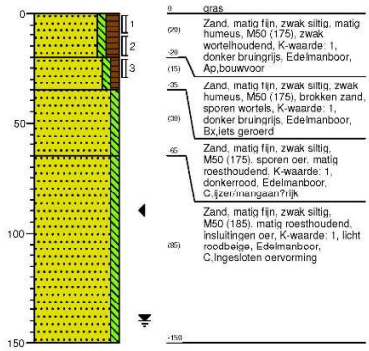


Boring: 02

X: 233178,00
Y: 504835,00

GWS: 140
GHG: 90

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

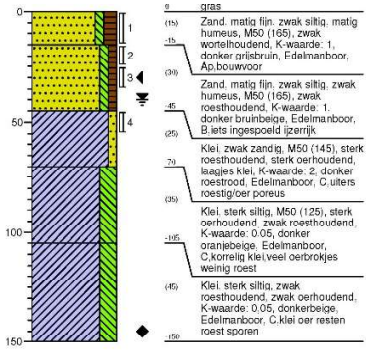


Boring: 03

X: 233157,00
Y: 504776,00

GWS: 10
GHG: 30
GLG: 145

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

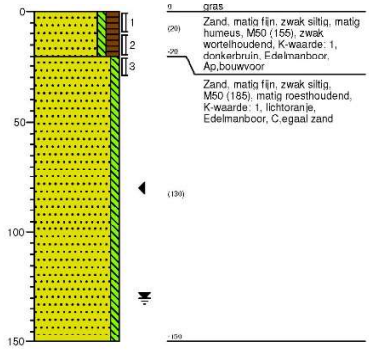


Boring: 04

X: 233291,00
Y: 504806,00

GWS: 130
GHG: 80

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer



Projectcode: PR-17.163

Datum: 29-01-2018
Boormeester: Jan Vermeer

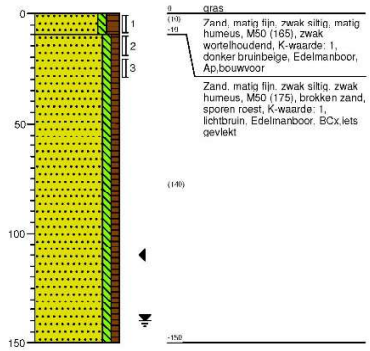
Getekend volgens NEN 5104

Boring: 05

X: 233138,00
Y: 504910,00

GWS: 140
GHG: 110

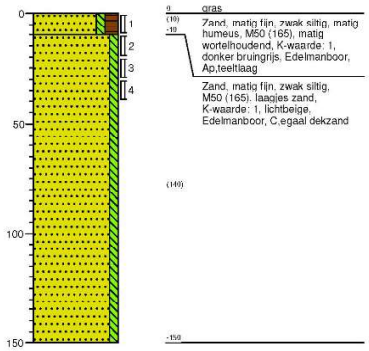
in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer



Boring: 06

X: 233074,00
Y: 504892,00

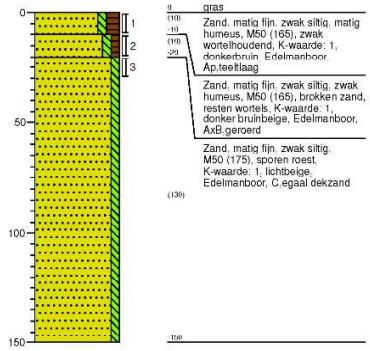
in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer



Boring: 07

X: 232980,00
Y: 504919,00

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

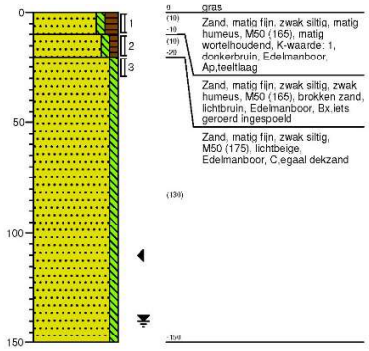


Boring: 08

X: 232961,00
Y: 505000,00

GWS: 140
GHG: 110

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer



Projectcode: PR-17.163

Datum: 29-01-2018
Boormeester: Jan Vermeer

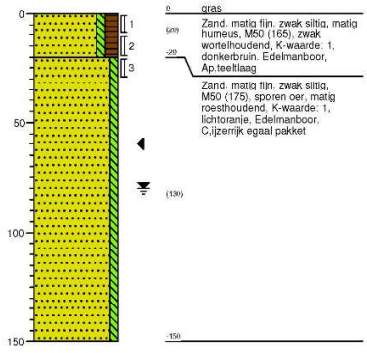
Getekend volgens NEN 5104

Boring: 09

X: 233043,00
Y: 505029,00

GWS: 80
GHG: 60

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

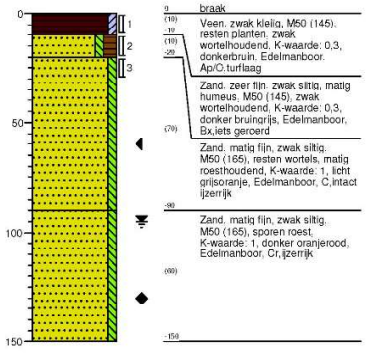


Boring: 10

X: 233062,00
Y: 505084,00

GWS: 95
GHG: 60
GLG: 130

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

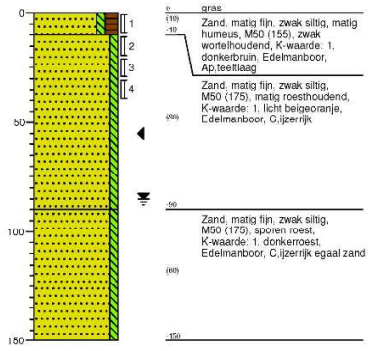


Boring: 11

X: 232910,00
Y: 505104,00

GWS: 85
GHG: 55

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

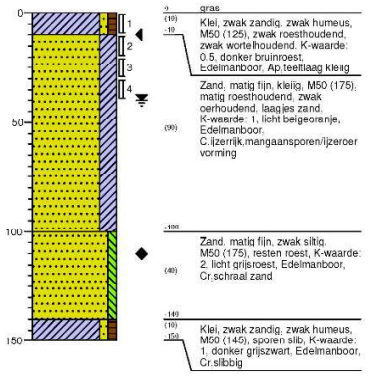


Boring: 12

X: 232859,00
Y: 505019,00

GWS: 40
GHG: 10
GLG: 110

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer



Projectcode: PR-17.163

Datum: 29-01-2018
Boormeester: Jan Vermeer

Getekend volgens NEN 5104

Bijlage 2. Analyseresultaten

***Tabel 4**. Analyseresultaten: Organische stofpercentage, vochtpercentage, bodemdichtheid, en concentraties Olsen-P (µmol/l bodem) en totaalconcentraties fosfor, aluminium, calcium, ijzer, kalium, magnesium en zwavel (mmol/l bodem).*

Locatie	Diepte	Vocht (%)	dichth	OM (%)	P-Olsen	Al	Ca	Fe	K	Mg	Mn	Na	P	S	Si	Zn
1	0-10	14	1,1	4	2116	59	9	82	4	17	2	1	12	6	10	0
	10-20	10	1,2	2	1180	64	9	94	4	18	2	1	8	3	11	0
	20-30	10	1,3	1	800	67	9	98	4	22	2	1	7	1	9	0
2	0-10	17	1,1	4	1221	71	14	165	3	15	3	1	13	6	10	1
	10-20	12	1,2	3	1221	81	12	177	2	15	3	1	13	5	11	0
	20-30	9	1,3	3	796	84	12	394	2	13	6	1	24	3	11	0
3	0-15	17	1,1	3	1188	76	15	187	3	17	4	1	15	5	8	0
	15-25	16	1,3	2	777	98	15	230	4	20	6	1	12	4	13	0
	25-35	18	1,4	1	431	91	13	230	3	21	7	1	11	2	11	0
	45-55	21	1,4	3	1810	351	54	718	9	42	9	3	50	4	19	1
4	0-10	21	1,0	6	1928	60	17	106	4	16	3	1	17	7	8	0
	10-20	12	1,2	3	2293	71	14	123	4	17	2	1	16	5	11	0
	20-30	7	1,3	1	898	64	12	115	3	19	1	1	10	2	10	0
5	0-10	20	1,1	5	765	78	15	128	5	21	3	1	9	4	10	0
	10-20	9	1,3	1	352	70	12	132	3	21	2	1	7	2	10	0
	20-30	9	1,3	1	289	71	12	136	3	21	2	1	7	2	10	0
6	0-10	20	1,0	7	1000	41	9	55	3	13	1	1	7	6	9	0
	10-20	5	1,3	1	922	55	10	80	3	19	1	1	7	2	9	0
	20-30	6	1,3	1	1028	59	9	89	3	20	1	1	7	2	8	0
	30-40	5	1,4	1	843	55	8	80	3	19	1	1	6	1	8	0
7	0-10	18	1,0	5	1394	53	10	68	4	16	2	1	9	5	8	0
	10-20	9	1,2	1	1237	58	9	75	4	17	1	1	7	2	10	0
	20-30	8	1,3	1	1140	72	8	99	4	20	1	1	8	2	9	0
8	0-10	17	1,1	4	1184	54	10	68	4	15	2	1	9	5	8	0
	10-20	8	1,2	1	623	60	8	79	3	17	1	1	6	2	9	0
	20-30	8	1,3	1	627	57	7	77	3	17	1	1	6	1	8	0
9	0-10	16	1,1	4	884	98	15	162	4	22	3	1	10	6	9	1
	10-20	14	1,1	3	744	123	14	163	5	24	3	1	9	5	9	0
	20-30	8	1,3	2	177	58	8	126	3	17	3	1	4	1	8	0
10	0-10	46	0,5	25	840	28	8	37	2	4	0	1	4	9	4	0
	10-20	21	1,0	6	870	83	9	106	4	16	2	1	7	6	9	0
	20-30	14	1,2	2	506	92	9	120	4	22	5	1	6	2	10	0
11	0-10	18	1,1	4	903	86	16	141	4	20	4	1	11	6	10	0
	10-20	8	1,3	1	563	78	10	141	3	18	3	1	8	3	11	0
	20-30	9	1,3	1	545	70	9	148	3	19	3	1	7	2	10	0
	30-40	9	1,3	1	400	67	8	145	3	19	4	1	7	2	9	0
12	0-10	25	1,1	4	1102	179	17	311	5	33	7	2	17	7	10	1
	10-20	20	1,3	2	810	155	16	261	5	31	8	1	14	4	11	0
	20-30	21	1,4	2	740	157	18	281	6	35	11	2	15	3	12	1
	30-40	20	1,4	1	597	106	14	189	4	27	5	2	10	2	10	0

***Tabel 5**. Analyseresultaten: concentraties in het zoutextract (µmol/l bodem), pH uit het waterextract en basenverzadiging uit het strontiumextract in procenten.*

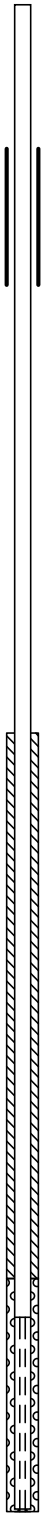
Locatie	Diepte	pH-NaCl	Al	Ca	Fe	K	Mg	Mn	P	S	Si	Zn	NO3	NH4	pH-H2O	BV
1	0-10	3,8	842	1657	10	1476	858	122	11	149	22	17	123	94	4,9	62
	10-20	3,8	836	1717	6	1131	469	73	6	126	20	19	70	30	4,9	40
	20-30	3,9	985	1165	5	1233	456	47	6	125	18	11	57	18	5,1	47
2	0-10	4,2	192	5920	3	930	1517	38	3	131	35	47	124	130	5,3	79
	10-20	4,3	227	5471	2	643	1282	19	3	126	34	34	120	71	5,5	77
	20-30	4,2	454	4486	2	597	760	17	2	127	38	23	80	25	5,5	73
3	0-15	4,5	112	8399	2	944	1076	21	2	127	38	45	140	155	5,6	87
	15-25	4,5	129	6851	1	536	852	11	1	132	55	20	107	30	5,8	87
	25-35	4,5	166	7381	1	635	1140	11	1	141	73	14	116	20	5,8	82
	45-55	4,3	176	30283	1	378	5886	21	1	125	624	23	123	20	6,0	95
4	0-10	4,4	61	7111	4	1572	2546	95	23	159	33	47	195	310	5,5	88
	10-20	4,2	204	6105	4	679	1462	52	11	211	33	51	180	164	5,5	79
	20-30	4,3	242	4535	4	605	854	17	6	125	26	31	130	40	5,4	78
5	0-10	4,2	116	6048	3	2130	2910	158	5	197	39	35	41	383	5,6	80
	10-20	4,5	170	4656	1	710	1697	10	1	122	23	13	34	51	5,7	80
	20-30	4,3	190	4686	1	619	1589	7	1	119	28	5	30	39	5,8	81
6	0-10	4,2	76	5367	5	1465	2580	212	17	200	33	62	67	751	5,2	81
	10-20	4,1	378	2180	4	926	1071	35	11	186	30	32	155	57	5,3	67
	20-30	4,1	416	1848	3	890	999	22	9	135	25	26	116	35	5,3	64
	30-40	4,1	441	1638	3	824	981	17	5	125	27	21	49	25	5,4	59
7	0-10	4,5	41	5258	4	1549	3239	66	45	140	30	30	105	318	5,7	93
	10-20	3,9	547	1381	4	1009	995	26	13	124	19	15	75	35	5,1	54
	20-30	4,1	579	1612	4	1136	1265	40	17	131	23	19	58	42	5,2	53
8	0-10	4,1	81	4603	3	1057	2353	178	12	180	31	44	59	384	5,3	82
	10-20	4,1	302	1959	3	912	1109	33	5	111	12	25	17	44	5,4	59
	20-30	4,1	496	1476	3	930	1025	14	4	113	15	19	33	50	5,5	60
9	0-10	4,3	164	7515	3	1607	2318	82	3	189	51	44	127	344	5,6	85
	10-20	4,2	292	6088	2	742	1475	30	1	126	37	34	112	77	5,3	80
	20-30	4,4	256	3461	1	565	678	13	1	121	29	14	48	21	5,3	77
10	0-10	3,1	1858	4673	83	396	477	25	7	189	55	15	148	146	3,8	44
	10-20	3,5	2362	2580	41	433	254	20	4	229	65	5	148	47	4,0	39
	20-30	3,8	1946	1168	17	414	133	16	1	242	71	2	146	5	4,5	27
11	0-10	4,3	223	5451	2	682	1607	32	2	129	26	28	70	133	5,3	77
	10-20	4,2	334	3783	2	613	901	18	1	124	26	18	62	48	5,4	71
	20-30	4,3	438	3326	2	622	627	12	1	116	28	15	29	44	5,5	68
	30-40	4,2	534	3144	2	619	488	11	1	120	27	13	22	24	5,7	68
12	0-10	4,3	469	8931	2	806	1541	157	1	155	153	50	62	187	5,4	77
	10-20	4,0	935	6063	2	444	773	54	0	135	150	31	74	26	5,1	68
	20-30	4,2	902	6317	2	560	978	48	1	137	161	28	137	13	5,2	64
	30-40	4,1	768	5379	2	542	939	38	0	143	125	21	133	7	5,4	74



www.b-ware.eu

Boring: B22D0951-1

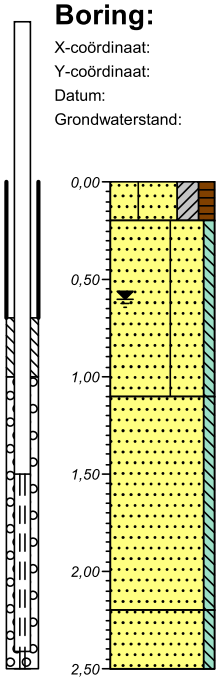
X-coördinaat: 233403,19
Y-coördinaat: 505176,06
Datum: 28-03-2017
Grondwaterstand: 170



0,00 bosgrond
0,05 Bladstrooisel
0,15 Zand, zeer fijn, zwak siltig, matig humeus, matig wortelhoudend, neutraal grijszwart
0,40 Zand, matig fijn, zwak siltig, licht bruingeel
Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak humeus, neutraal grijszwart
1,00 Zand, zeer fijn, zwak siltig, donkerbruin
1,20 Zand, matig fijn, zwak siltig, licht bruingeel
1,70 Zand, matig fijn, zwak siltig, licht grijsgeel
3,00 Zand, zeer fijn, sterk siltig, zwak humeus, donkergrijs
3,30 Zand, matig fijn, zwak siltig, neutraalgrijs
4,00 Zand, matig fijn, zwak siltig, neutraalgrijs, Enkel siltig laagje van 1 cm in deze laag
4,40 Zand, zeer fijn, matig siltig, sterk humeus, sporen planten, donkerbruin
4,80 Zand, matig grof, zwak siltig, lichtgrijs
5,30 Klei, uiterst siltig, zwak humeus, sporen planten, laagjes zand
5,45 Leem, sterk zandig, laagjes zand, sporen planten, lichtgrijs, Beekleem
5,80 Zand, matig grof, zwak siltig, lichtgrijs
7,00

Boring: B22D0952-1

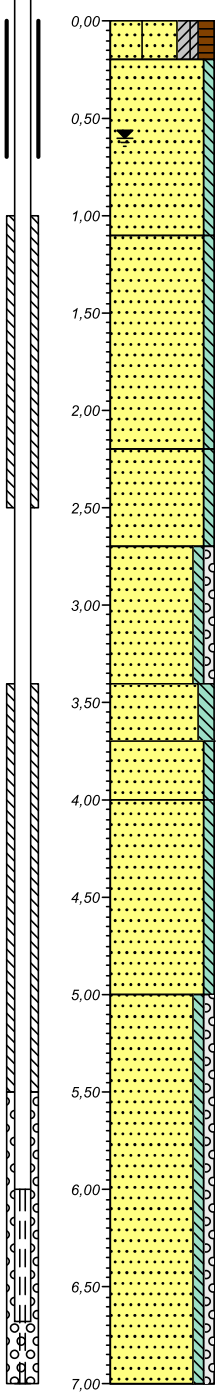
X-coördinaat: 233042,14
Y-coördinaat: 505123,70
Datum: 28-03-2017
Grondwaterstand: 60



0,00 braak
0,20 Zand, zeer fijn, kleiïg, matig humeus, sporen gley, sterk wortelhoudend
Zand, matig fijn, zwak siltig, sterk gleyhoudend
1,10 Zand, matig fijn, zwak siltig, sporen slib, neutraal bruingrijs
2,20 Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak slibhoudend, neutraal grijszwart
2,50

Boring: B22D0952-2

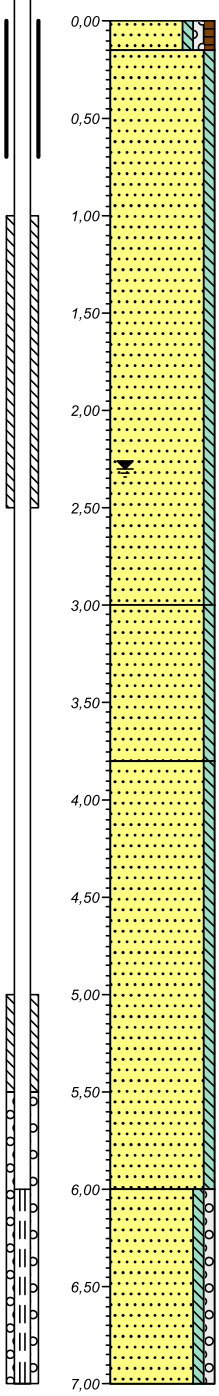
X-coördinaat: 233042,53
Y-coördinaat: 505123,40
Datum: 28-03-2017
Grondwaterstand: 60



0,00 braak
0,20 Zand, zeer fijn, kleïg, matig humeus, sporen gley, sterk wortelhoudend
Zand, matig fijn, zwak siltig, sterk gleyhoudend
1,10 Zand, matig fijn, zwak siltig, sporen slib, neutraal bruingrijs
2,20 Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak slibhoudend, neutraal grijszwart
2,70 Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, sporen slib, sporen schelpen, licht bruingrijs
3,40 Zand, zeer fijn, matig siltig, lichtgrijs
3,70 Zand, matig fijn, zwak siltig, lichtgrijs, Enkel siltig laagje van 1 cm in deze laag.
4,00 Zand, matig grof, zwak siltig, lichtgrijs
5,00 Zand, zeer grof, zwak siltig, zwak grindig, licht beigegrijs
7,00

Boring: B22D0953-1

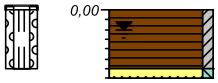
X-coördinaat: 232942,73
Y-coördinaat: 505111,38
Datum: 30-03-2017
Grondwaterstand: 230



0,00 gras
0,15 Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak grindig, zwak humeus, zwak wortelhoudend, neutraal bruingrijs
Zand, matig fijn, zwak siltig
3,00 Zand, matig grof, zwak siltig, licht bruingrijs
3,80 Zand, matig grof, zwak siltig, sporen slib, donkergrijs
6,00 Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, lichtgrijs
7,00

Boring: B22D0954-1

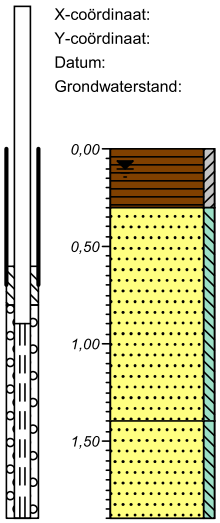
X-coördinaat: 232817,22
Y-coördinaat: 505043,97
Datum: 30-03-2017
Grondwaterstand: 10



0,00 braak
Veen, zwak kleiïg, zwak zandhoudend, matig slibhoudend, donkerbruin, Verlanding geul. Veel bladresten
0,30
0,35
Zand, matig fijn, zwak siltig, resten planten, donkerbeige

Boring: B22D0954-2

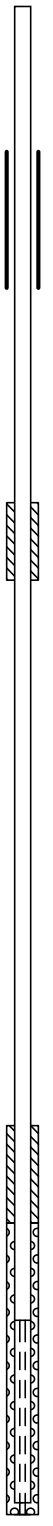
X-coördinaat: 232817,22
Y-coördinaat: 505043,97
Datum: 30-03-2017
Grondwaterstand: 10



0,00 braak
Veen, zwak kleiïg, zwak zandhoudend, donkerbruin, Verlanding geul. Veel bladresten
0,30
Zand, matig fijn, zwak siltig, resten planten, donkerbeige
1,40
Zand, matig grof, zwak siltig, sporen slib
1,90

Boring: B22D0954-3

X-coördinaat: 232817,22
Y-coördinaat: 505043,97
Datum: 30-03-2017
Grondwaterstand: 10



0,00 braak

0,30 Veen, zwak kleiïg, zwak zandhoudend, donkerbruin, Verlanding geul. Veel bladresten

Zand, matig fijn, zwak siltig, resten planten, donkerbeige

1,40 Zand, matig grof, zwak siltig, sporen slib

2,03 Zand, zeer fijn, matig siltig, sterk humeus, donkerbruin

Zand, matig grof, zwak siltig, licht beigegrijs

3,00 Zand, matig grof, zwak siltig, licht grijsbeige

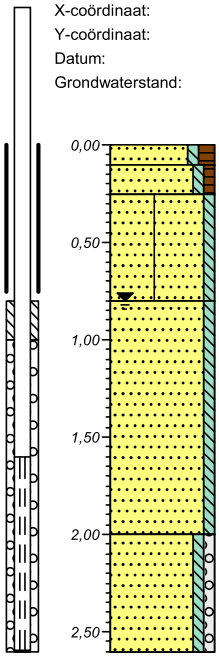
4,40 4,50 Zand, matig grof, zwak siltig, matig grindig, zwak humeus, sporen schelpen, resten planten, licht bruingrijs

Zand, zeer grof, zwak siltig, zwak grindig, licht beigegrijs

7,00

Boring: B22D0955-1

X-coördinaat: 232204,60
Y-coördinaat: 505431,60
Datum: 21-03-2017
Grondwaterstand: 80



0,00 braak

0,10 Zand, zeer fijn, zwak siltig, matig humeus, matig wortelhoudend, donker zwartgrijs

0,25 Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak humeus, zwak wortelhoudend, donkerbruin

Zand, matig fijn, zwak siltig, sporen gley, lichtbruin

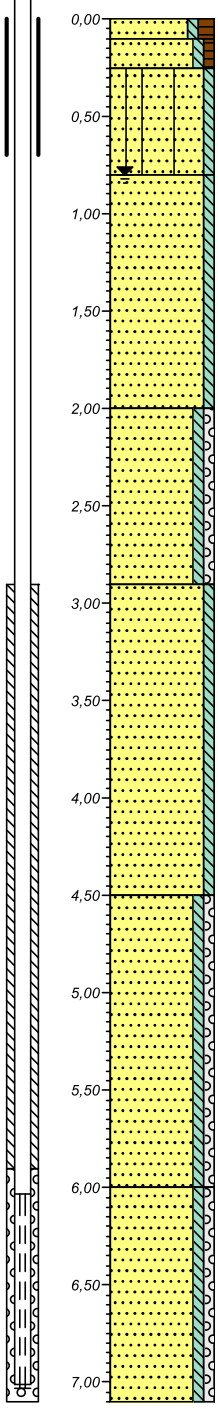
0,80 Zand, matig fijn, zwak siltig, neutraal grijsgeel

2,00 Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, neutraal grijsgeel

2,60

Boring: B22D0955-2

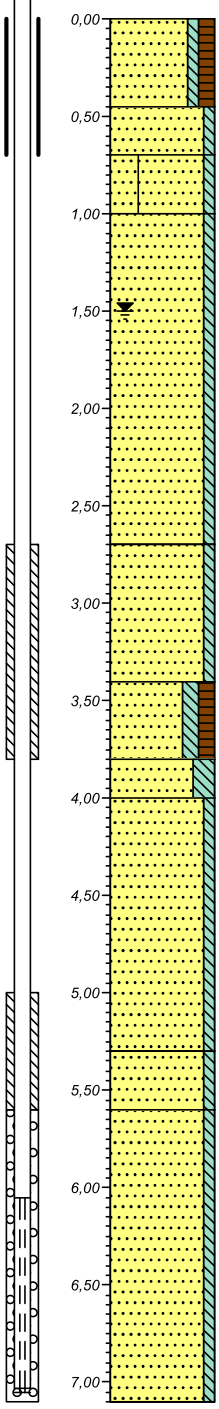
X-coördinaat: 232204,97
Y-coördinaat: 505431,88
Datum: 21-03-2017
Grondwaterstand: 80



0,00 braak
0,10 Zand, zeer fijn, zwak siltig, matig humeus, matig wortelhoudend, donker zwartgrijs
0,25 Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak humeus, zwak wortelhoudend, donkerbruin
Zand, matig fijn, zwak siltig, sporen gley, lichtbruin
0,80 Zand, matig fijn, zwak siltig, neutraal grijsgeel
2,00 Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, neutraal grijsgeel
2,90 Zand, matig grof, zwak siltig, neutraalgrijs, Enkele siltig/humeuze laagjes van een paar cm in deze laag.
4,50 Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, neutraalgrijs, Enkele siltige laagjes van ongeveer 5cm in deze laag.
6,00 Zand, zeer grof, zwak siltig, zwak grindig, licht beigegrijs
7,10

Boring: B22D0956-1

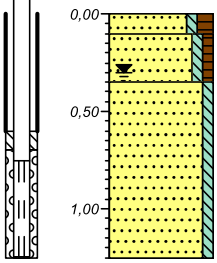
X-coördinaat: 232599,38
Y-coördinaat: 505103,90
Datum: 23-03-2017
Grondwaterstand: 150



0,00 bosgrond
Zand, matig fijn, zwak siltig, matig humeus, zwak wortelhoudend, neutraal grijszwart
0,45 Zand, matig fijn, zwak siltig, donkerbruin
0,70 Zand, matig fijn, zwak siltig, sporen gley, lichtbruin
1,00 Zand, matig fijn, zwak siltig, licht bruingeel
2,70 Zand, matig fijn, zwak siltig, sporen planten, licht grijsbruin, Enkele humeus siltige laagjes met planten resten in deze laag
3,40 Zand, zeer fijn, matig siltig, matig humeus, sporen planten, donker grijsbruin
3,80 Zand, zeer fijn, sterk siltig, neutraalgrijs
4,00 Zand, matig fijn, zwak siltig, neutraalgrijs
5,30 Zand, matig fijn, zwak siltig, neutraalgrijs, Enkele siltige laagjes van 2 cm in deze laag.
5,60 Zand, matig grof, zwak siltig, lichtgrijs
7,10

Boring: B22D0957-1

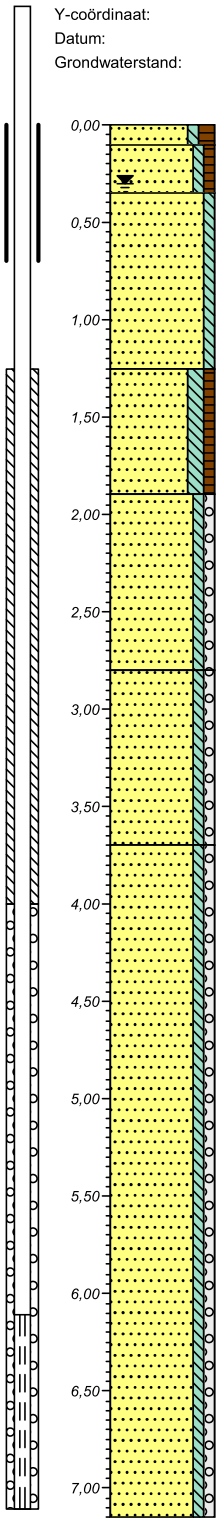
X-coördinaat: 232770,93
Y-coördinaat: 505203,92
Datum: 23-03-2017
Grondwaterstand: 30



0,00 bosgrond
0,10 Zand, matig fijn, zwak siltig, matig humeus, sterk wortelhoudend, neutraal bruinzwart
0,35 Zand, matig grof, zwak siltig, zwak humeus, zwak wortelhoudend, lichtbruin
Zand, matig fijn, zwak siltig, licht grijsgeel
1,25

Boring: B22D0957-2

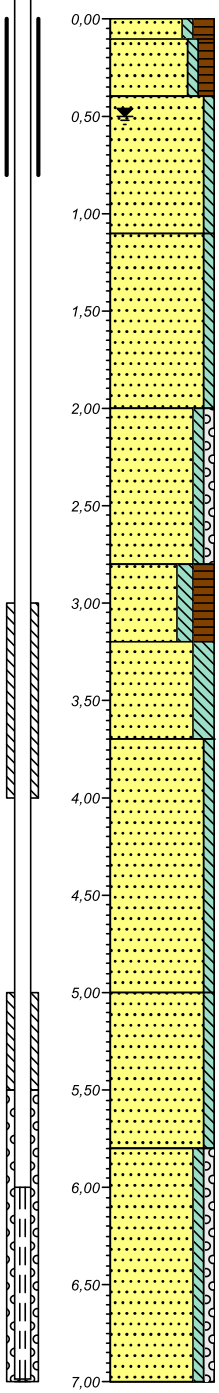
X-coördinaat: 232770,93
Y-coördinaat: 505203,92
Datum: 23-03-2017
Grondwaterstand: 30



0,00 bosgrond
0,10 Zand, matig fijn, zwak siltig, matig humeus, sterk wortelhoudend, neutraal bruinzwart
0,35 Zand, matig grof, zwak siltig, zwak humeus, zwak wortelhoudend, lichtbruin
Zand, matig fijn, zwak siltig, licht grijsgeel
1,25
Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak humeus, sporen planten, donkergrijs, Enkele laagjes matig grof zand in deze laag.
1,90
Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, lichtgrijs
2,80
Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, lichtgrijs, Enkele siltige zandlaagjes van een paar cm in deze laag
3,70
Zand, zeer grof, zwak siltig, zwak grindig, licht beigegrijs
7,15

Boring: B22D0958-1

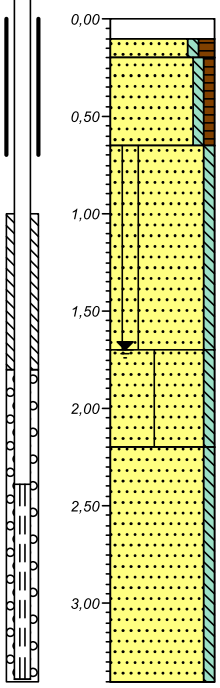
X-coördinaat: 232654,75
Y-coördinaat: 504944,94
Datum: 24-03-2017
Grondwaterstand: 50



0,00 braak
0,10 Zand, matig fijn, zwak siltig, sterk humeus, uiterst wortelhoudend, donkerbruin
0,40 Zand, matig fijn, zwak siltig, matig humeus, zwak wortelhoudend, neutraal grijszwart
Zand, matig fijn, zwak siltig, donkerbruin
1,10 Zand, matig grof, zwak siltig, lichtbruin
2,00 Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, licht beigebruin
2,80 Zand, matig fijn, matig siltig, sterk humeus, sporen planten, donkerbruin
3,20 Zand, matig fijn, sterk siltig, donkergrijs
3,70 Zand, matig fijn, zwak siltig, neutraalgrijs
5,00 Zand, matig grof, zwak siltig, neutraalgrijs
5,80 Zand, matig grof, zwak siltig, neutraalgrijs, Enkele siltige laagjes van 1 cm in deze laag.
6,00 Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, neutraalgrijs
7,00

Boring: B22D0959-1

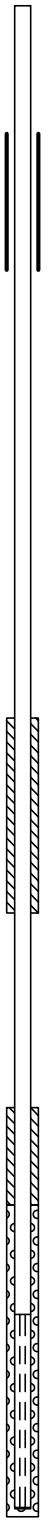
X-coördinaat: 232704,85
Y-coördinaat: 504843,62
Datum: 24-03-2017
Grondwaterstand: 170



0,00 bosgrond
0,10 Bladstrooisel
0,20 Zand, matig fijn, zwak siltig, matig humeus, matig wortelhoudend, neutraal grijsbruin
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, licht grijsbruin
0,65 Zand, matig fijn, zwak siltig, matig gleyhoudend, licht grijsgeel
1,70 Zand, matig fijn, zwak siltig, sporen gley, licht geelgrijs
2,20 Zand, matig fijn, zwak siltig, sporen leem, licht beigegrijs
3,40

Boring: B22D0959-2

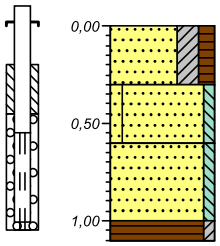
X-coördinaat: 232704,85
Y-coördinaat: 504843,62
Datum: 24-03-2017
Grondwaterstand: 170



0,00 bosgrond
0,10 Bladstrooisel
0,20 Zand, matig fijn, zwak siltig, matig humeus, matig wortelhoudend, neutraal grijsbruin
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, licht grijsbruin
0,65 Zand, matig fijn, zwak siltig, matig gleyhoudend, licht grijsgeel
1,70 Zand, matig fijn, zwak siltig, sporen gley, licht geelgrijs
2,20 Zand, matig fijn, zwak siltig, sporen leem, licht beigegrijs
3,30 Zand, zeer fijn, zwak siltig, matig humeus, resten planten, donker grijsbruin
3,50 Zand, zeer fijn, sterk siltig, donkergrijs
4,00 Zand, matig fijn, zwak siltig, neutraalgrijs, Enkele siltige laagjes van 1cm in deze laag.
4,50 Zand, matig fijn, zwak siltig, neutraalgrijs
5,70 Zand, matig fijn, zwak siltig, neutraalgrijs, 1 siltig laagje van 1 cm. In deze laag
5,90 Zand, matig fijn, zwak siltig, neutraalgrijs
7,10

Boring: B22D0961-1

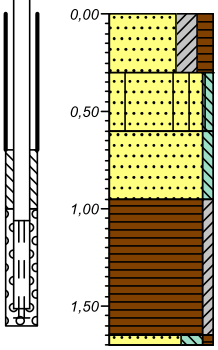
X-coördinaat: 232668,78
Y-coördinaat: 504755,16
Datum: 27-03-2017
Grondwaterstand: 0



0,00 gras
Zand, matig fijn, kleïig, matig humeus, sterk wortelhoudend, donker grijsbruin
0,30 Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak wortelhoudend, sporen gley, licht grijsbeige
0,60 Zand, matig grof, zwak siltig, lichtgrijs
1,00
1,10 Veen, zwak kleïig, zwak zandhoudend, neutraal bruinzwart, Matig veraard veen

Boring: B22D0961-2

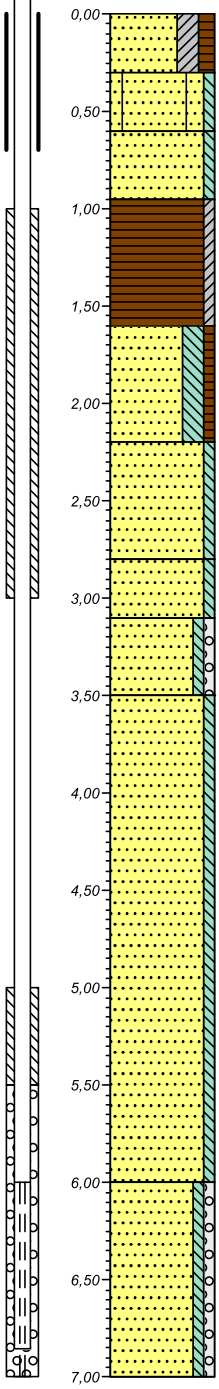
X-coördinaat: 232668,58
Y-coördinaat: 504754,70
Datum: 27-03-2017
Grondwaterstand: 0



0,00	gras
0,30	Zand, matig fijn, kleïig, matig humeus, sterk wortelhoudend, donker grijsbruin
0,60	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak wortelhoudend, sporen gley, licht grijsbeige
0,95	Zand, matig grof, zwak siltig, lichtgrijs
1,65	Veen, zwak kleïig, zwak zandhoudend, neutraal bruinzwart, Matig veraard veen
1,70	Zand, zeer fijn, sterk siltig, zwak humeus, donker bruingrijs

Boring: B22D0961-3

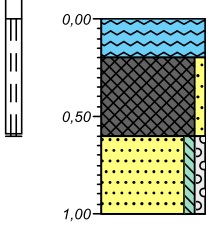
X-coördinaat: 232668,44
Y-coördinaat: 504755,20
Datum: 27-03-2017
Grondwaterstand: 0



0,00	gras
0,30	Zand, matig fijn, kleïig, matig humeus, sterk wortelhoudend, donker grijsbruin
0,60	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak wortelhoudend, sporen gley, licht grijsbeige
0,95	Zand, matig grof, zwak siltig, lichtgrijs
1,60	Veen, zwak kleïig, zwak zandhoudend, neutraal bruinzwart, Matig veraard veen
2,20	Zand, zeer fijn, sterk siltig, zwak humeus, donker bruingrijs
2,80	Zand, matig fijn, zwak siltig, neutraalgrijs
3,10	Zand, matig fijn, zwak siltig, lichtbruin
3,50	Zand, zeer grof, zwak siltig, zwak grindig, licht grijsbruin
6,00	Zand, matig grof, zwak siltig, lichtgrijs
7,00	Zand, zeer grof, zwak siltig, zwak grindig, licht beigegrijs

Boring: Kh1-opp.w

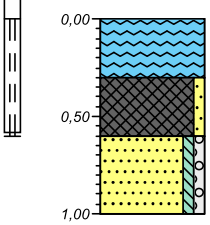
X-coördinaat: 232803,05
Y-coördinaat: 505048,94
Datum: 31-03-2017
Grondwaterstand: 0



0,00	waterspiegel
	Water
0,20	
	Slib, zwak zandig, neutraalzwart, Veel bladresten
0,60	
	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, neutraalgrijs, Vaste bodem op 3,87 m+ NAP
1,00	

Boring: Kh2-oppw.

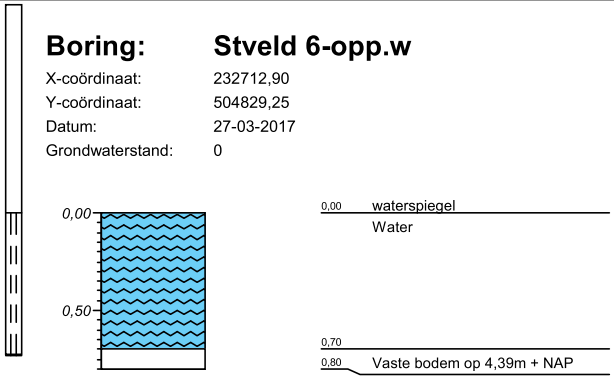
X-coördinaat: 233007,39
Y-coördinaat: 505114,62
Datum: 31-03-2017
Grondwaterstand: 0



0,00	waterspiegel
	Water
0,30	
	Slib, zwak zandig, neutraalzwart, Veel bladresten
0,60	
	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, neutraalgrijs, Vaste bodem op 4,33 m+ NAP
1,00	

Boring: Stveld 6-opp.w

X-coördinaat: 232712,90
Y-coördinaat: 504829,25
Datum: 27-03-2017
Grondwaterstand: 0



Addendum

Het gebied Junner Koeland maakt deel uit van het Natura 2000-gebied Vecht en Beneden Regge en ligt in het stroomgebied van de Vecht. Voor het gebied zijn instandhoudings- en uitbreidingsdoelstellingen vastgesteld. Deels gaat het om behoud van oppervlakte en kwaliteit van de aanwezige habitattypen en deels ligt er een opgave voor uitbreiding en verbetering van de kwaliteit van habitattypen. In relatie tot het behalen van deze doelen zijn er voor het gebied Junner Koeland kennisleemten. Het ecohydrologisch functioneren van het gebied is niet inzichtelijk, waardoor knelpunten in de waterhuishouding (kwantiteit en kwaliteit) voor grondwaterafhankelijke habitattypen niet kunnen worden vastgesteld en opgelost.

Om het ecologisch functioneren van het gebied Junner Koeland inzichtelijk te maken is een ecohydrologische systeemanalyse uitgevoerd door KWR en WeNR (Jalink e.a, 2020; Van Loon e.a., 2020). De systeemanalyse heeft veel inzicht opgeleverd in het functioneren van het gebied. Niet te min ontbrak er bij het onderzoeksteam (Staatsbosbeheer, Waterschap Vechtstromen en provincie Overijssel), verantwoordelijk voor het uitvoeren van de onderzoeksvragen in Natura 2000-gebied Vecht- en Beneden Regge in het winterbed van de Vecht, nog inzicht over het functioneren van het moerasgebied, in het bijzonder het trilveen, in de Muts. Het ging hierbij vooral om:

- de rol van inundaties/slibafzetting vanuit de Vecht op het aanwezige trilveen;
- de invloed van de watergang afkomstig uit het landbouwgebied Ariër Flier.

Er is door Onderzoekcentrum B-Ware (Smolders, 2020) een second opinion uitgevoerd. Conclusie is dat op basis van de ecohydrologische systeemanalyse onvoldoende kan worden vastgesteld in hoeverre de moerasvegetaties in de Muts worden beïnvloed door de Vecht en het noordelijk gelegen infiltratiegebied Arriër Flier. Om het functioneren van het moerasgebied en de beïnvloeding vanuit het landbouwgebied Ariër Flier beter te begrijpen wordt een, in ruimte en tijd, uitgebreider biogeochemisch en ecohydrologisch onderzoek geadviseerd. Een dergelijk onderzoek verschaft meer inzicht in de mogelijkheden voor de uitbreiding van het huidige trilveen en eventuele beheersmaatregelen die hiervoor adequaat zijn.

Daarnaast ontbrak een concrete set met uitvoerbare maatregelen in de ecohydrologische systeemanalyse. Het onderzoeksteam heeft op basis van de systeemanalyse en de in het kader van die systeemanalyse verzamelde gegevens, een concrete set met maatregelen opgesteld (Van Dongen 2021).

De uitgevoerde LESA, de tweede beoordeling van Fons Smolders en de concrete set met maatregelen van het onderzoeksteam kunnen en mogen niet los van elkaar worden gezien en vormen samen de ecohydrologische systeemanalyse Junner Koeland.







KWR 2020.022 | Juli 2020

Ecohydrologische Systeemanalyse Junner Koeland

Synthese en maatregelen

KWR

Bridging Science to Practice

Ecohydrologische Systeemanalyse Junner Koeland
Synthese en maatregelen

KWR 2020.022 | Juli 2020

Opdrachtnummer
402250

Projectmanager
Edu Dorland

Opdrachtgever
Waterschap Vechtstromen

Auteurs
Arnaut van Loon (KWR), Bas van Delft (WEnR),
Mark Jalink (KWR), Gilbert Maas (WEnR),
Sharon Clevers (KWR)

Kwaliteitsborger
Edu Dorland (gedelegeerd door Ruud Bartholomeus)

Verzonden naar
Waterschap Vechtstromen

Kernwoorden
LESA Vecht, Ecohydrologie, knelpunten, ontwikkelpotentie,
Herstelmaatregelen

Jaar van publicatie
2020

Meer informatie
dr. ir. Arnaut van Loon
T +31 30 606 9550
E Arnaut.van.Loon@kwrwater.nl

PO Box 1072
3430 BB Nieuwegein
The Netherlands

T +31 (0)30 60 69 511
F +31 (0)30 60 61 165
E info@kwrwater.nl
I www.kwrwater.nl

Juli 2020 ©

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevens bestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enig andere manier, zonder

Voorwoord

In 2018 en 2019 hebben KWR en WEnR een ecohydrologische systeemanalyse van het Junner Koeland uitgevoerd. Hierbij zijn veel en uiteenlopende gegevens verzameld, gevisualiseerd en geïnterpreteerd. De achtergronden en resultaten daarvan zijn beschreven door Jalink e.a. (2020). In het onderhavige rapport worden de belangrijkste uitkomsten van Jalink e.a. (2020) samengevat, en worden adviezen voor herstelmaatregelen gegeven. Het onderhavige rapport bevat dus geen nieuwe gebiedsinformatie, maar beschrijft ter onderbouwing van de adviezen, enkel de belangrijkste ecohydrologische processen en eigenschappen. Voor meer achtergronden en gebiedsinformatie wordt verwezen naar Jalink e.a. (2020).

Inhoud

Voorwoord 4

Inhoud 5

1 Inleiding 7
1.1 Aanleiding 7
1.2 Instandhoudingsdoelen Junner Koeland 8
1.3 Kennishiaten en doelstelling 10

2 LESA Junner Koeland 11
2.1 Geomorfologie en bodem 11
2.2 Hydrologie 13
2.2.1 Toestromend grondwater 13
2.2.2 Toestromend oppervlaktewater 14
2.2.3 Drainerende invloeden 17
2.3 Kwaliteit grond en oppervlaktewater 19
2.3.1 Basenrijkdom 19
2.3.2 Nutriënten 19
2.4 Vegetatie 20
2.4.1 Globale patronen 20
2.4.2 Indicatiewaarden 22
2.4.3 Realisatiekansen habitattypen 24
2.5 Knelpuntenanalyse 29
2.5.1 Overzicht 29
2.5.2 H3150 Meren met krabbenscheer en fonteinkruiden 31
2.5.3 H4010A Vochtige heiden (hogere zandgronden) 31
2.5.4 H6410 Blauwgraslanden 32
2.5.5 H7140AV Overgangs- en trilvenen (trilvenen) 33
2.5.6 ND3.24e Zeggemoeras 34
2.5.7 ND3.30 Dotterbloemgrasland van beekdalen 35
2.5.8 H91E0C Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen) 36
2.5.9 Overzicht en oorzaken knelpunten 36

3 Synthese en adviezen 38
3.1 Deelsystemen 38
3.1.1 Hogere zandgronden 38
3.1.2 De Mars 38
3.1.3 Kronkelwaardlaagten binnen de meander 38
3.1.4 De meander en oevers 39

3.1.5 Kronkelwaard tussen Calsum en meander 39
3.1.6 Vechtmaten (graslanden ten zuidwesten van meander) 40
3.2 Onderzoeksmaatregelen 41
3.2.1 M41 Invloed aanvoersloot op het trilveen m.b.t. ontwatering en instroom nutriëntenrijk water 41
3.2.2 M9a Herstel hydrologie, invloed ontwatering in het Vechtdal en op flanken 42

4 Herstelmaatregelen 44
4.1 Inleiding 44
4.2 Behoud oppervlakte en kwaliteit 1e beheerplanperiode 45
4.2.1 H3150 Meren met Krabbescheer en Fonteinkruid 45
4.2.2 H4010A Vochtige heiden (hogere zandgronden) 45
4.2.3 H6410 Blauwgrasland 46
4.2.4 H6430A Ruigten en zomen (Moerasspiraea) 47
4.2.5 H7140A Overgangs- en trilvenen (trilvenen) 47
4.2.6 H91E0c Vochtige Alluviale bossen 47
4.3 Maatregelen nodig voor lange termijn instandhoudingsdoelen Natura 2000 48
4.4 Meeliften van andere (grond)waterafhankelijke vegetatietypen 48
4.4.1 ND3.24 Zeggemoeras 48
4.4.2 ND3.30 Dotterbloemgraslanden 48

5 Literatuur 49

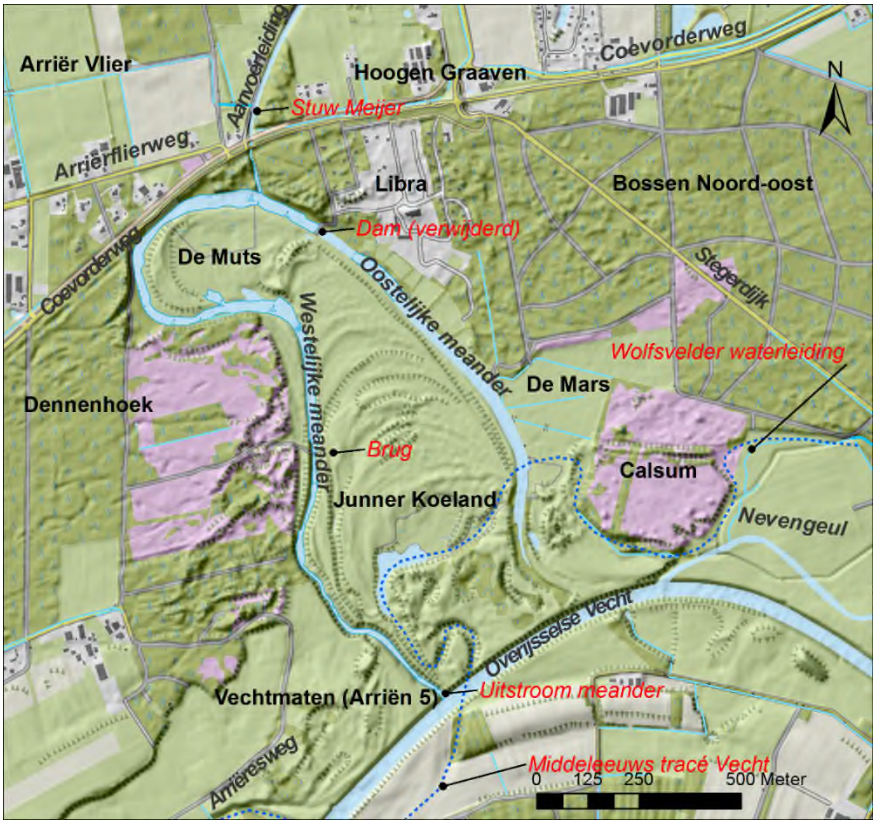
1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Waterschap Vechtstromen werkt samen met gebiedspartners aan de realisatie van de Natura 2000 ontwikkelopgaven in het Vechtdal in relatie met het programma Ruimte voor de Vecht. Hieronder valt ook het Junner Koeland, een deelgebied met grotere of kleinere realisatiekansen voor diverse habitattypen. Een aantal daarvan is kenmerkend voor, en afhankelijk van, natte, goed zuur-gebufferde milieus met een matige voedselrijkdom.

Gebiedsanalyses geven aanwijzingen dat de realisatiekansen voor kenmerkende natuurtypen in het Junner Koeland beperkt worden door verdroging, verzuring en vermesting. Tot de mogelijke achterliggende oorzaken behoren de ontwatering van het Vechtdal en de omliggende hogere gronden, de instroom van voedselrijk oppervlaktewater en stikstofdepositie. Onduidelijk is echter hoe ver deze knelpunten reiken, wat de diepere oorzaken daar achter zijn, en met welke maatregelen de realisatiekansen uitgenut kunnen worden.

De herstelstrategie bevat daarom een onderzoeksopgave voor het bepalen van de invloed van ontwatering op grondwaterafhankelijke habitattypen en de instroom van voedselrijk oppervlaktewater voor vermestingsgevoelige habitattypen (onderzoeksmaatregelen M9a en M41). Voor de mitigatie of compensatie van de effecten van stikstofdepositie zijn in het kader van de Herstelstrategieën voor de korte termijn maatregelen geformuleerd met betrekking tot de waterhuishouding, water- en bodemchemie en vegetatiebeheer. Naast de vereisten van de aangewezen habitattypen, dient het beheer en de uitvoering van herstelmaatregelen te passen bij de vereisten van de andere habitat- en vegetatietypen die lokaal voorkomen. Tot slot speelt het beheer (in dit gebied beweiden, hooilandbeheer of niets doen) een belangrijke rol, niet alleen voor de vegetatiestructuur, maar ook voor de bodemstructuur. De analyse van thans aanwezige habitattypen en de potenties binnen deelgebieden moet uitwijzen welke doelen lokaal haalbaar zijn.



Figuur 1-1: Onderzoeksgebied Junner Koeland met toponiemen.

1.2 Instandhoudingsdoelen Junner Koeland

Het onderzoeksgebied Junner Koeland is onderdeel van het Natura 2000 gebied Vecht en Beneden Regge (nummer 39). Het gebied Vecht en Beneden Regge kan globaal verdeeld worden in twee deelgebieden: het stroomgebied van de Vecht en het stroomgebied van de Regge. Het Junner Koeland ligt in het stroomgebied van de Vecht, oostelijk van Ommen. Binnen dit stroomgebied liggen nog enkele andere deelgebieden. Deze zijn of worden in aparte deelonderzoeken geanalyseerd. Voor het Natura 2000 gebied als geheel zijn instandhoudingsdoelen voor verschillende habitattypen vastgesteld. De doelen hoeven niet in ieder afzonderlijk deelgebied gerealiseerd te worden, mits in het geheel van Natura 2000-gebied Vecht en Beneden-Regge de beoogde kwaliteit en oppervlakten maar bereikt worden. Wel bevat het beheerplan ook een aantal habitattypen waarmee met het beheer rekening moet worden gehouden.

De voorliggende studie richt zich enkel op de realisatie van de instandhoudingsdoelen van de (grond)waterafhankelijke habitattypen die binnen het deelgebied Junner Koeland aanwezig zijn (

Om een afweging te kunnen maken van de doeltypen die het beste passen bij de abiotische omstandigheden in Junner Koeland zijn ook enkele grondwaterafhankelijke typen opgenomen die niet in het aanwijzingsbesluit en veegplan zijn opgenomen, maar wel van belang zijn in Junner Koeland. Hierbij gaat het om Zeggenmoeras en Dotterbloemhooiland, waarvoor de beschrijving uit het Handboek voor Natuurdoeltypen (Bal et al., 2001) is gehanteerd. Hoewel deze indeling niet meer gehanteerd wordt in het huidige beleid was dat nodig om een vergelijking te kunnen maken tussen de abiotische randvoorwaarden van de verschillende doeltypen (zie § 2.4.3).

Voor habitattype H6230 (Heischrale graslanden) geldt dat deze deels grondwaterafhankelijk zijn, maar dat in Junner Koeland alleen de droge vormen voorkomen als verzurende stroomdalgraslanden (H6120).

Tabel 1, Figuur 1-2). Dit betreft zowel de habitattypen met een behoudsdoelstelling vanuit N2000, als habitattype H3150 (Meren met Krabbenscheer en Fonteinkruid) met een behoudsdoelstelling vanuit het veegbesluit. Voor H9410 (Blauwgraslanden) staat in het beheerplan dat het niet voorkomt in het aanwijzingsbesluit, maar dat bij het beheer en de uitvoering van de maatregelen wel rekening moet worden gehouden met de aanwezigheid van dit habitattype.

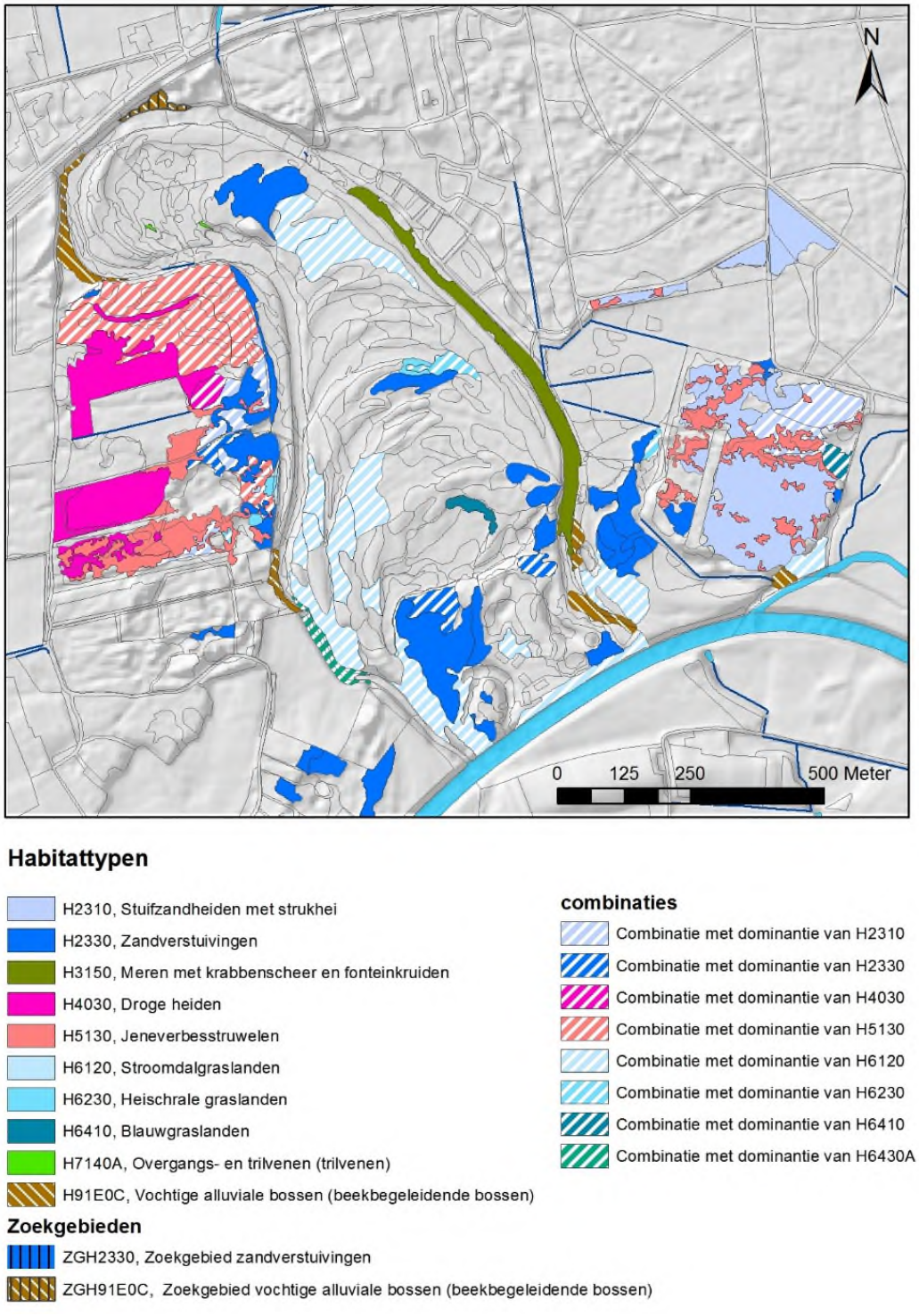
Om een afweging te kunnen maken van de doeltypen die het beste passen bij de abiotische omstandigheden in Junner Koeland zijn ook enkele grondwaterafhankelijke typen opgenomen die niet in het aanwijzingsbesluit en veegplan zijn opgenomen, maar wel van belang zijn in Junner Koeland. Hierbij gaat het om Zeggenmoeras en Dotterbloemhooiland, waarvoor de beschrijving uit het Handboek voor Natuurdoeltypen (Bal et al., 2001) is gehanteerd. Hoewel deze indeling niet meer gehanteerd wordt in het huidige beleid was dat nodig om een vergelijking te kunnen maken tussen de abiotische randvoorwaarden van de verschillende doeltypen (zie § 2.4.3).

Voor habitattype H6230 (Heischrale graslanden) geldt dat deze deels grondwaterafhankelijk zijn, maar dat in Junner Koeland alleen de droge vormen voorkomen als verzurende stroomdalgraslanden (H6120).

Tabel 1: Grondwaterafhankelijke habitattypen aanwezig in Junner Koeland en aanwezige (niet Natura 2000-beschermde) grondwaterafhankelijke natuurtypen (zie Figuur 1-2). Doel (oppervlakte/kwaliteit)

Habitattype	Naam	Doel	Kader	Aanwezig
H3150	Meren met krabbenscheer en fonteinkruiden	=/=	N2000 en veegbesluit	Meander oost
H4010A	Vochtige heiden (hogere zandgronden)	>/>	N2000	Dennenhoek
H6230	Heischrale graslanden	=/>	N2000	Droge vormen
H6410	Blauwgraslanden	=/=	N2000	Vier locaties, begraasd
H6430A	Ruigten en zomen (moerasspiraea)	=/=	N2000	Oevers meander west
H7140A	Overgangs- en trilveen	=/=	N2000	De Muts
H91E0C	Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen	>/>	N2000	Meander

Overig				
ND3.24E	Zeggenmoeras	n.v.t.	NDT-2001	De Muts, De Mars, meanderoevers
ND3.30	Dotterbloemhooiland	n.v.t.	NDT-2001	De Mars en graslanden bij Libra



Figuur 1-2: habitattypenkaart (versie 10, nog niet officieel vastgesteld, dd. 20 maart 2018 provincie Overijssel)

1.3 Kennishiaten en doelstelling

Het doel van de LESA is het inzichtelijk maken van het ecohydrologisch functioneren van het Junner Koeland, zodat eventuele kwantitatieve of kwalitatieve knelpunten in de waterhuishouding voor de grondwaterafhankelijke habitattypen kunnen worden vastgesteld en (zo nodig) opgelost. Om te beoordelen welke maatregelen daarvoor nodig zijn, is geïntegreerde kennis nodig over de volgende thema's:

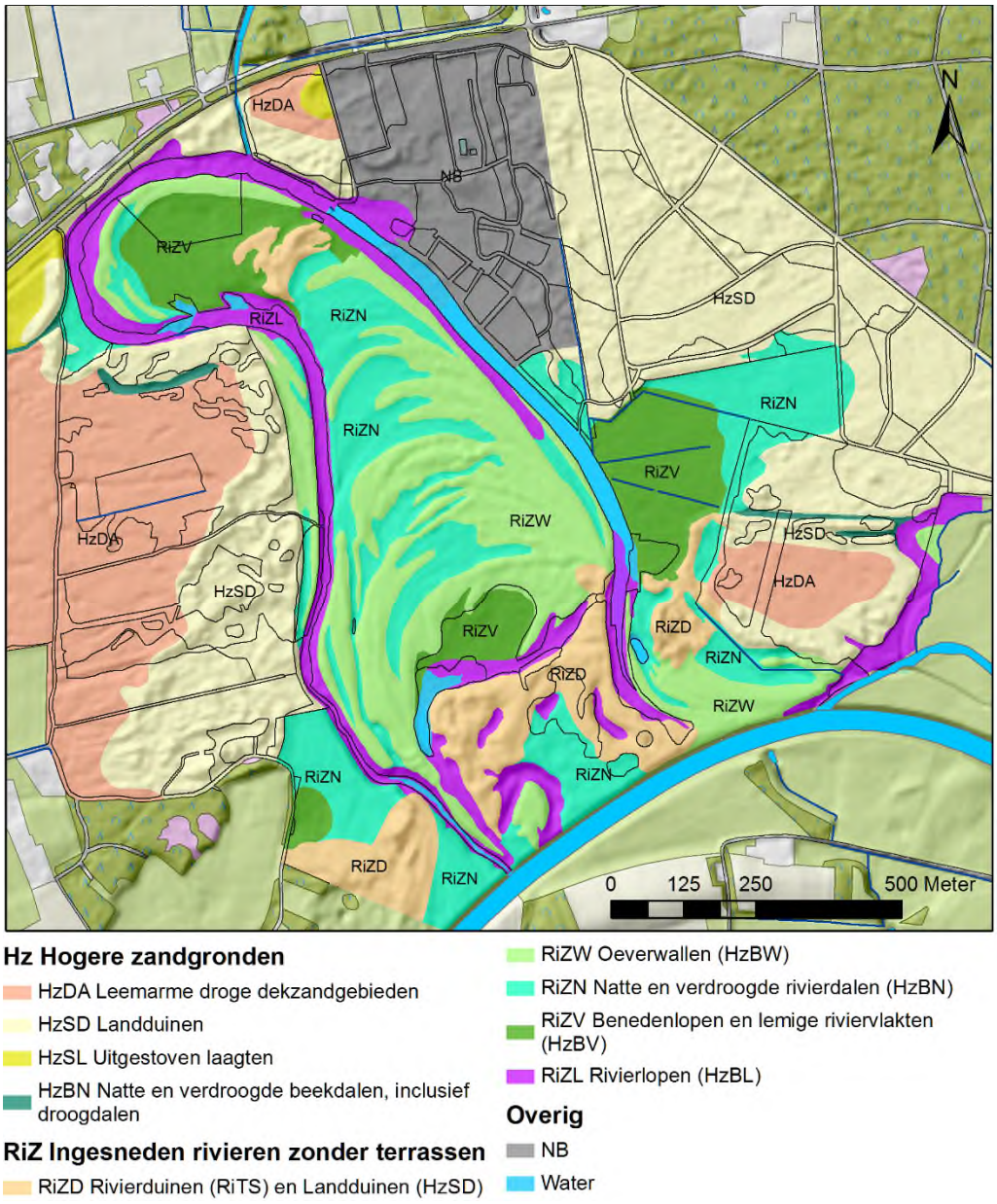
1. (Geo)hydrologie, met name de hydrologische verbanden met de omgeving en in lokale systemen en de invloed van het Vechtpeil en lokale ontwateringsmiddelen;
2. Verbreiding en toestand van de vegetatietypen die behoren bij de doeltypen;
3. Opbouw van de ondergrond (samenhangend met punt 1) en de bodem als (potentiele) groeiplaats van de doeltypen;
4. De bodemchemische toestand van de groeiplaatsen van de doeltypen, met name in relatie tot
    a. Verzuring, door wegvallen kwel of vorming neerslaglenzen;
    b. Eutrofiëring, door sedimentatie van voedselrijk slib, aanvoer van verontreinigd grond- en oppervlaktewater of afbraak van veen door verdroging of aanvoer sulfaathoudend grondwater;
5. Waterkwaliteit, zowel van het grondwater onder invloed van kwelstromen als van oppervlaktewater uit de Vecht en waterlopen die water uit het omliggende landbouwgebied aanvoeren (maatregel M41).

Het doel van dit rapport is om een beargumenteerde analyse van knelpunten en selectie van herstelmaatregelen voor het Junner Koeland te maken. Het oplossen van de achterliggende kennislacune is onderdeel van de 1e beheerplanperiode. Maatregelen die hieruit voortvloeien zijn onderdeel van de 2e beheerplanperiode. Het uitgangspunt is dat op korte (eerste beheerplan-periode) of langere termijn wordt bijgedragen aan het realiseren van de instandhoudingsdoelstellingen van grondwaterafhankelijke habitattypen. Hiertoe worden eerst de hoofdlijnen van de Landschaps Ecologische Systeem Analyse (LESA) van het Junner Koeland samengevat. Op basis daarvan wordt vervolgens een knelpuntenanalyse gemaakt en worden effectieve maatregelen benoemd.

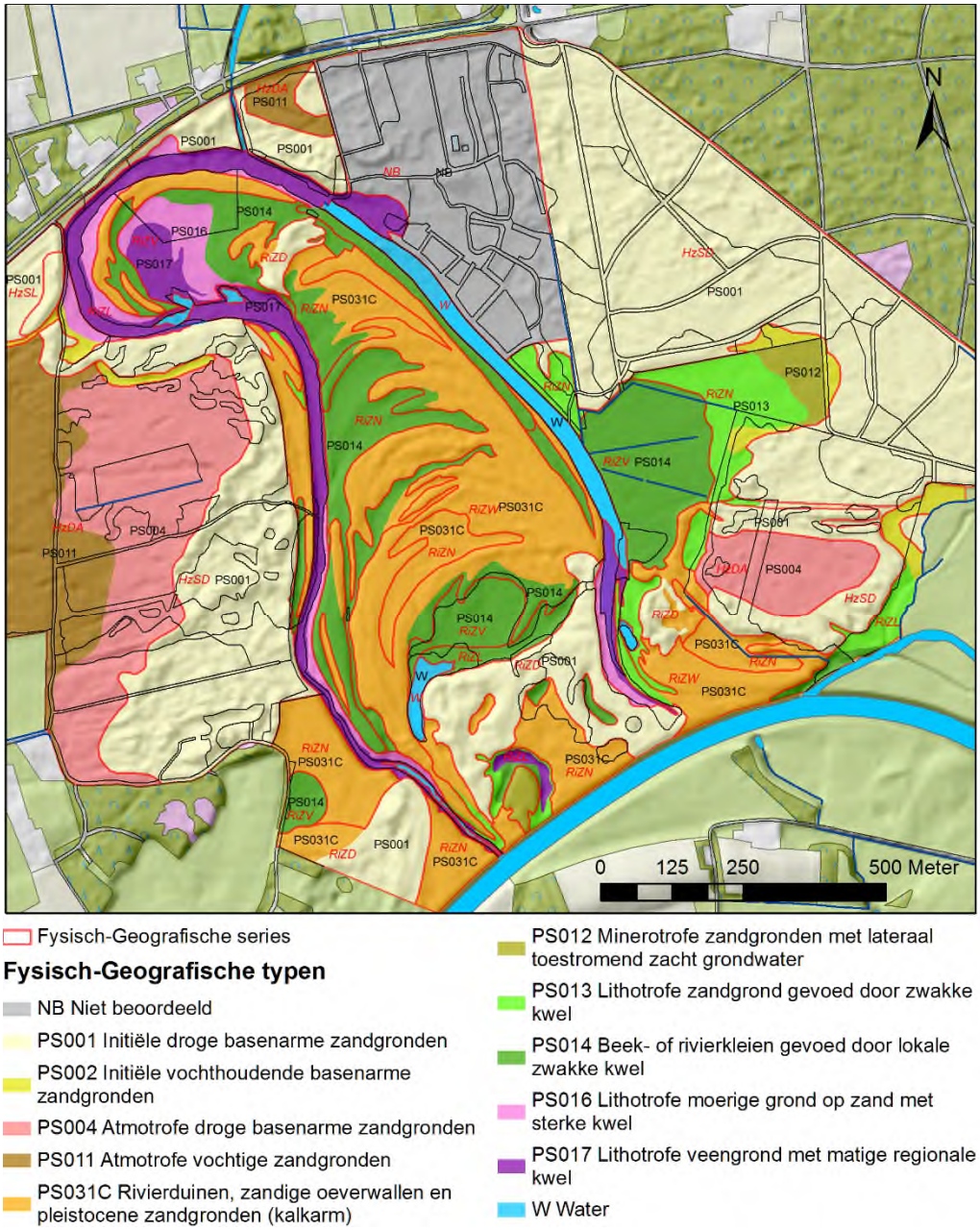
2 LESA Junner Koeland

2.1 Geomorfologie en bodem

De opbouw van de ondergrond en de bodem als (potentiele) groeiplaats van de doeltypen is samengevat in de landschappelijke bodemkaart (Figuur 2-1 en 2-2). Deze dient als basis voor het beoordelen van realisatiekansen en knelpunten voor de habitattypen.



Figuur 2-1: Landschappelijke bodemkaart van Junner Koeland en directe omgeving, op het niveau van Fysisch-Geografische series.



Figuur 2-2: Landschappelijke bodemkaart van Junner Koeland en directe omgeving, op het niveau van Fysisch-Geografische typen binnen de Fysisch-Geografische series.

Het dal van de Overijsselse Vecht ligt ingesneden in een van oorsprong pleistoceen landschap van hogere zandgronden. Tot het einde van de late middeleeuwen meanderde de rivier binnen een betrekkelijk smal dal, ingebed tussen hoge ruggen van dek- en stuifzandgronden. Achter deze ruggen lagen hoogveencomplexen, zowel aan de noordzijde als aan de zuidzijde.

Vanaf de late middeleeuwen zijn in dit landschap grote veranderingen opgetreden. De hoogvenen zijn afgegraven, waardoor aldaar het maaiveld, de grondwaterstanden en stijghoogten werden verlaagd. Door het wegvallen van de sponswerking van het hoogveen werd de afvoer van de Vecht dynamischer, met grote pieken in natte perioden en droogval in de zomer. Door overexploitatie van de hogere zandgronden ontstonden zandverstuivingen. Door zijdelingse erosie als gevolg van de vergrote dynamiek, sneden riviermeanders steeds verder in de dek- en stuifzandrug rond het oorspronkelijke rivierdal. Daarbij liet de rivier ook sedimenten achter, zandige oeverwallen en zandige tot kleiige of lemige sedimenten in (voormalige) stroomgeulen. Bij lage waterstanden kon vanaf de rivierstranden ook weer verstuiving optreden, waarbij rivierduinen werden afgezet. Doordat de

meanders zich steeds verder naar buiten verlegden bleef een opeenvolging van oude oeverwallen en (geleidelijk verlandende of dichtslibbende) stroomgeulen achter, de kronkelwaarden.

De hogere zandgronden zijn eeuwenlang gebruikt voor begrazing en er werden plaggen gestoken. Daarbij ontstonden heiden en stuifzanden. In de loop van de 19e eeuw werd dit potstalsysteem verlaten en is een groot deel van de hogere gronden ingeplant met naaldbos. De rivierdalgronden waren veel voedselrijker en productiever en werden gebruikt als hooiland en voor beweiding. De gronden in de kronkelwaarden lagen ver van de dorpen en werden overdag beweid met koeien, vandaar de naam 'Koelanden'. Door de kanalisatie van de Vecht, begin 20e eeuw' raakten de kronkelwaarden afgesneden van de dorpen. Het gebruik werd nog een tijdlang voortgezet, maar raakte vanwege de moeilijke bereikbaarheid in onbruik. Vanwege het reliëf is het gebruik extensief gebleven. Een groot deel van de kronkelwaarden is in de loop van de 20e eeuw natuurgebied geworden. Zo ook het Junner Koeland. Het onderzoeksgebied Junner Koeland omvat naast de kronkelwaard (Junner Koeland s.s.) ook omliggende rivierdalgronden en hogere zandgronden.

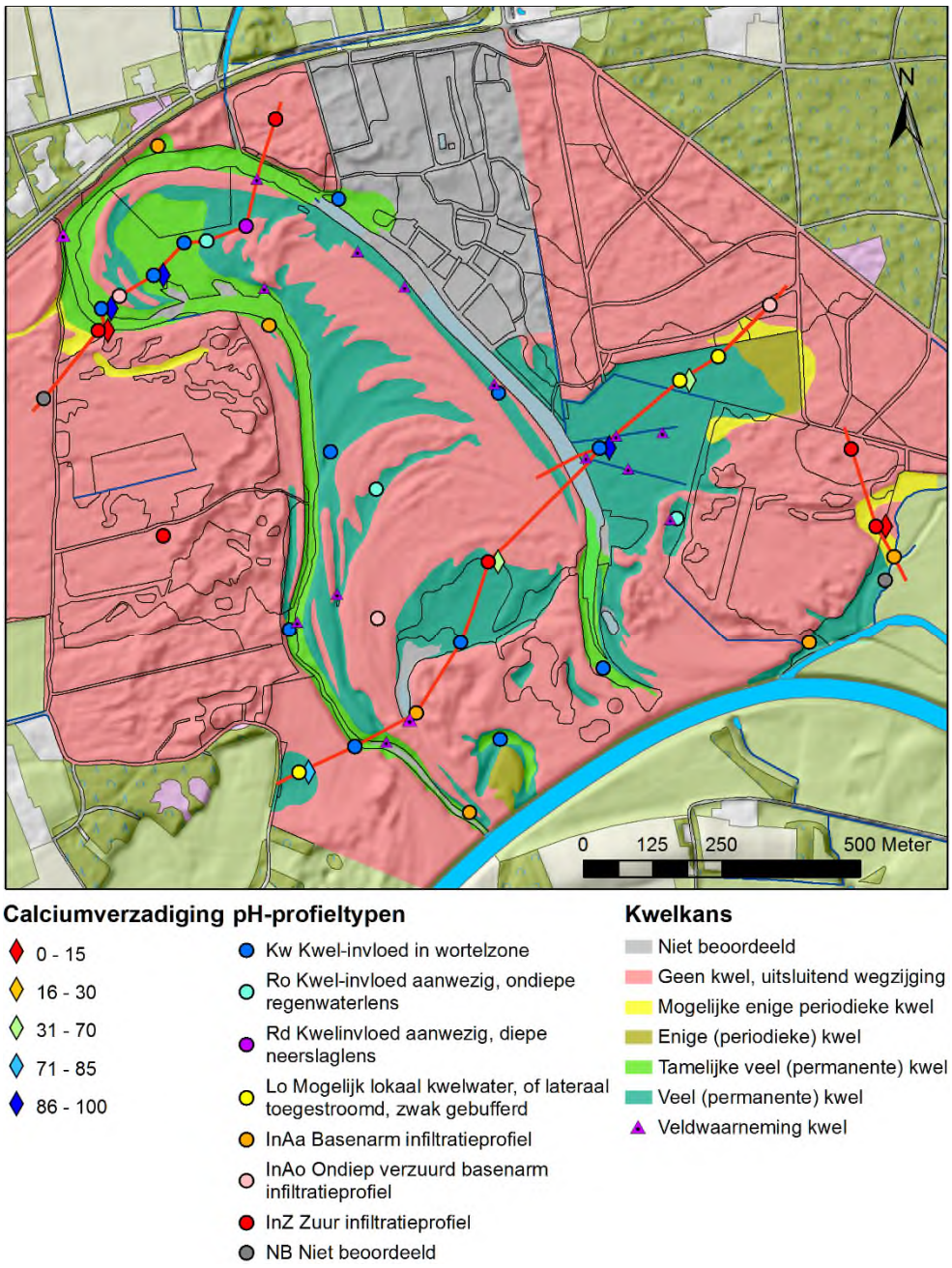
Overal onder Junner Koeland en omgeving komt op 8 tot 18 meter onder maaiveld slecht doorlatende keileem voor. Deze keileemlaag biedt veel weerstand tegen verticale grondwaterstroming en scheidt het freatische pakket van het eerste watervoerende pakket. De stijghoogte in het eerste watervoerende pakket is hoger dan de freatische grondwaterstand in de lage delen van het Junner Koeland. Door de kweldruk stroomt grondwater omhoog, naar de lage delen van Junner Koeland. Omdat daar deels kalkrijke, grove zanden van de formatie van Kreftenheije op de keileem ligt, bevat het kwelwater veel zuurbufferende mineralen. Lokaal komen in deze formatie ook kleilagen van het laagpakket van Zutphen voor die de grondwaterstroming sterk kunnen beïnvloeden. Op de formatie van Kreftenheije komen fluvioperiglaciale afzettingen van de formatie van Boxtel voor die overwegend uit fijn zand bestaan, maar bovenin ook grof kunnen zijn. Door verstuiving van deze zanden vanaf de Middeleeuwen komt ook stuifzand voor met FG-series HzSD 'Landduinen' en HzSL 'Uitgestoven laagten'.

2.2 Hydrologie

2.2.1 Toestromend grondwater

Het Junner Koeland wordt grotendeels gevoed door het neerslagoverschot (grootteorde 0,8 mm/d), kwel uit het eerste watervoerende pakket (grootteorde 0,025-0,2 mm/d) en grondwater dat toestroomt uit de directe omgeving. Het overgrote deel daarvan is afkomstig uit het natuurgebied en de omliggende bossen. Dit grondwater is nutriëntenarm en, afhankelijk van de doorstroming van de kalkrijke formatie van Kreftenheije, basenarm tot basenrijk. In het noorden is het toestromend grondwater afkomstig uit het landbouwgebied Arriër Vlier, waarvan een deel aangevoerd oppervlaktewater dat daar infiltreert. Deze aanvoerpost werkt hierdoor in potentie vermestend, maar door denitrificatie (o.a. onder invloed van pyriet) en vastlegging van fosfaat aan de zeer ijzerrijke bodems, komt dat vrijwel alleen tot uiting in verhoogde sulfaatconcentraties. Er lijkt in dit deel van de meander geen groot risico op sulfidetoxiciteit, aangezien er permanent afvoer van oppervlaktewater optreedt. Aangezien de bodems in het Junner Koeland niet bemest zijn geweest en er op de meeste plekken geen sterke sedimentatie van P-rijk slib geweest is, is het risico op vermesting door aanvoer van grondwater uit agrarisch gebied op de meeste plekken afwezig of zeer beperkt.

Op basis van bodemkartering, pH-profielen, calciumverzadiging van bodemmonsters en veldwaarnemingen van kwel is een kwelkaart opgesteld (Figuur 2-3). In de meeste gronden met een hoge kwelkans lijkt inderdaad nog kwel aanwezig te zijn, aangezien kwelvliezen zijn waargenomen, de meander bij elk veldbezoek water afvoerde en de grondwaterstanden beperkt uitzakken in het zomerseizoen. De pH-profielen op deze locaties indiceren een kwelprofiel en de calciumverzadiging is hoog. In het oostelijk deel van de hooilanden in De Mars lijkt eerder sprake te zijn van lateraal toestromend grondwater, verder naar het westen is wel kwelinvloed te herkennen. In het zure elzenbroek (buitenbocht De Muts) en laagte ten oosten van Calsum is de oorspronkelijk kwelgevoede bodem sterk verzuurd door veenwater dat via vroegere veenbeekjes afstroomde richting Vecht. De lage gehalten sulfaat in het grondwater sluiten pyrietoxidatie uit als oorzaak van deze verzuring. Hoewel dit zure veenwater nu niet meer toestroomt zijn er geen aanwijzingen voor het herstel van de zuurbuffer door kwel.

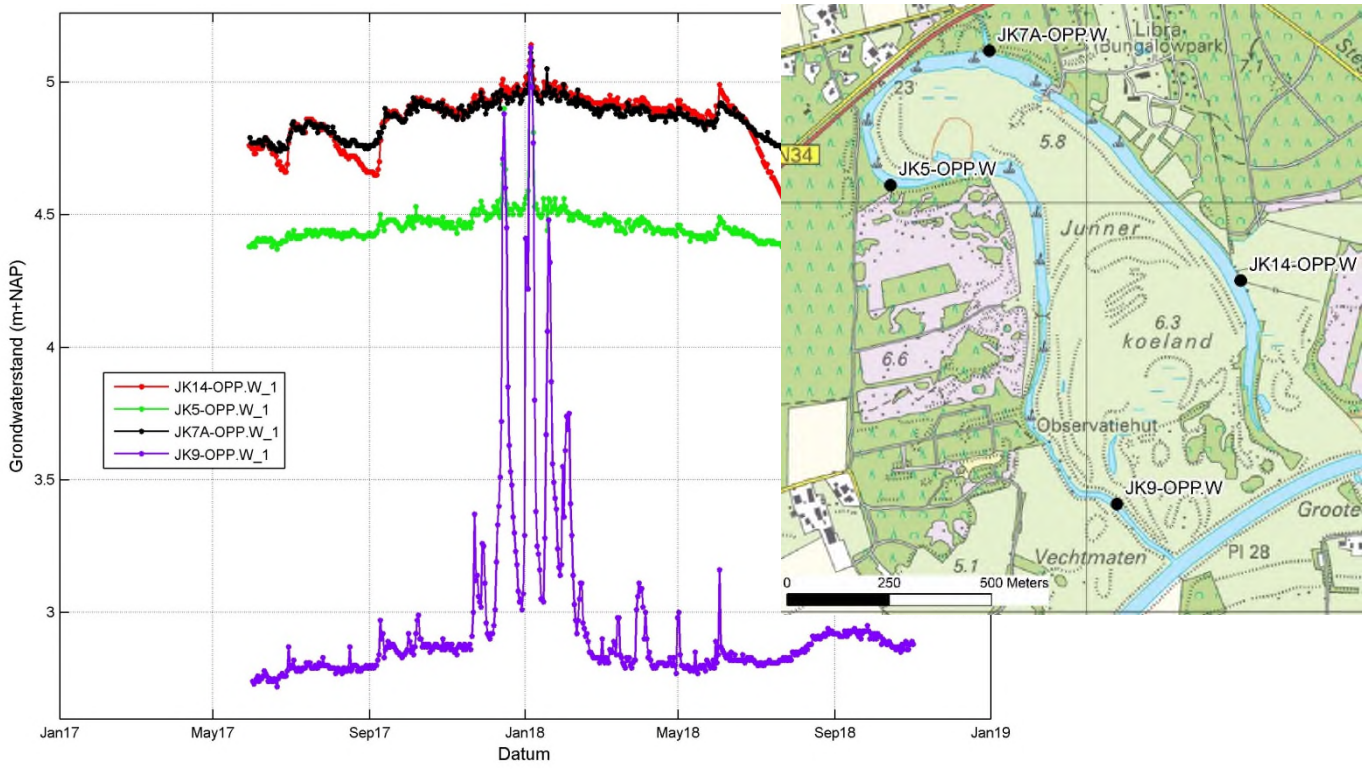


Figuur 2-3: Kwelindicatie in de bodemkartering. Op basis van de landschappelijke bodemkaart is aangegeven waar kwelgevoede bodems voorkomen. pH-profielen zijn bepaald op basis van veldwaarnemingen en calciumprofielen op basis van bodemchemische analyses van bodemmonsters. Veldwaarnemingen kwel verwijst naar de aanwezigheid van ijzer-reducerende bacterievlies op het oppervlaktewater.

2.2.2 Toestromend oppervlaktewater

De meander wordt incidenteel gevoed door oppervlaktewater uit de Vecht of uit het noordelijk gelegen landbouwgebied.

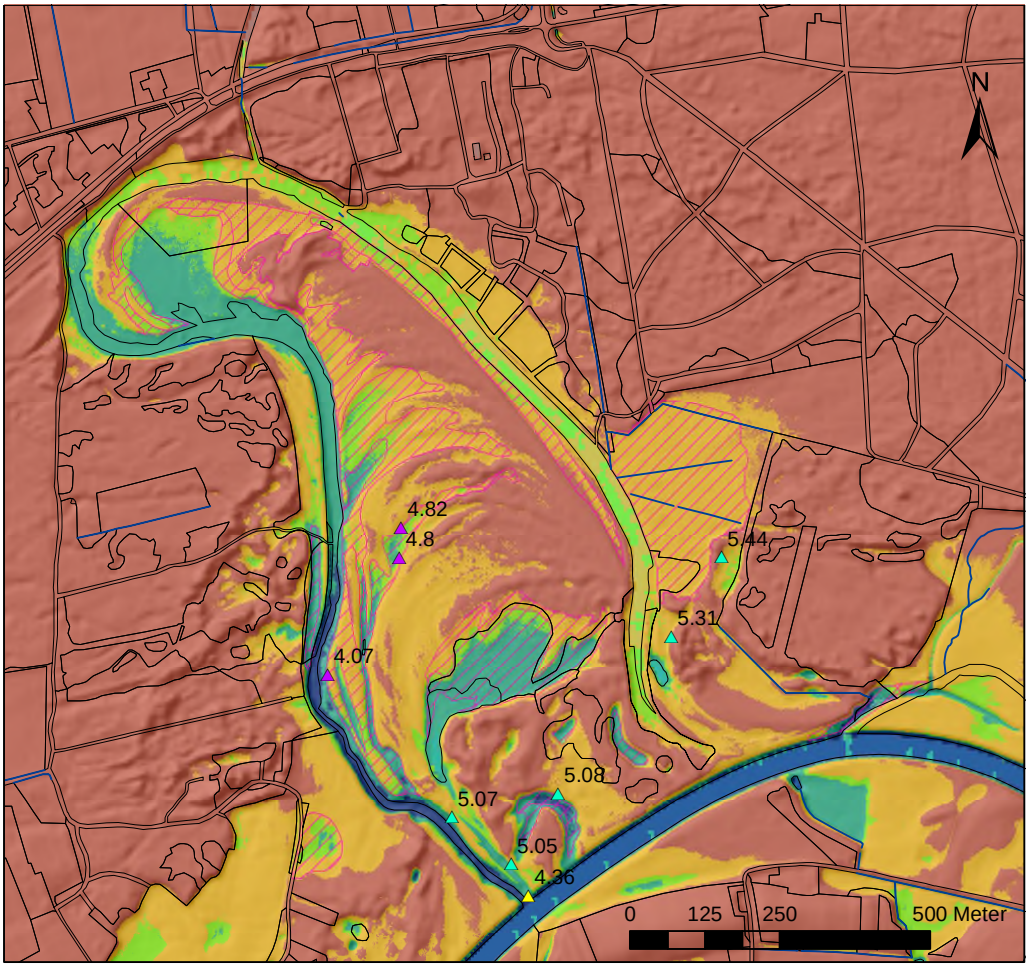
Voeding vanuit de Vecht vindt enkel bij piekafvoer plaats. Dit veroorzaakt incidenteel een sterke stijging van de waterstand in de meander (Figuur 2-4), waardoor de oevers van de meander en sommige kronkelwaardgeulen inunderen. Vloedmerken en slibafzettingen, waargenomen na de afvoergolf in januari 2018, geven aanwijzingen dat het Vechtwater zelf beperkt de meander instroomt. Dit komt doordat het Vechtwater wordt tegengehouden door de afvoer van neerslag en kwelwater uit bovenstrooms gebied. Hierdoor speelt het oprukkend Vechtwater op zijn hoogst lokaal een rol in de aanvoer van meststoffen, bufferende stoffen en zware metalen.



Figuur 2-4: Oppervlaktewaterstanden ter plaatse van de vier meetpunten in de meander.

Ook in andere onderzoeken (o.a. Runhaar & Jansen 2004, Sival et al. 2010) werd een zeer beperkte invloed van inundatie en slibafzetting op de nutriëntentoestand in beekdalgraslanden gevonden. Deze onderzoeken vonden plaats bij de Dommel, Overijsselse Vecht, Reest en Drentse Aa. Het meeste sediment blijkt binnen 10 meter van de oever afgezet te worden. Ook de nutriënten worden vooral in deze zone afgezet. Daar staat tegenover dat verder van de beek de samenstelling van het sediment verandert en het relatieve aandeel van organische materiaal en lutum toeneemt. Dit is een natuurlijk proces in de laagtes binnen een rivierdal, waardoor op wat grotere afstand van de beek rivierklei wordt afgezet. Hoewel de hoeveelheden slibafzetting klein zijn, is de natuurlijke voedselrijkdom van dit sediment is wel hoger dan van de hoger gelegen zandige sedimenten. Hierdoor kan in lokale laagtes sprake zijn van enige eutrofiering onder invloed van afgezet slib, maar uit bovengenoemde onderzoeken blijkt dat dit op grotere afstand van de oevers zeer beperkt is.

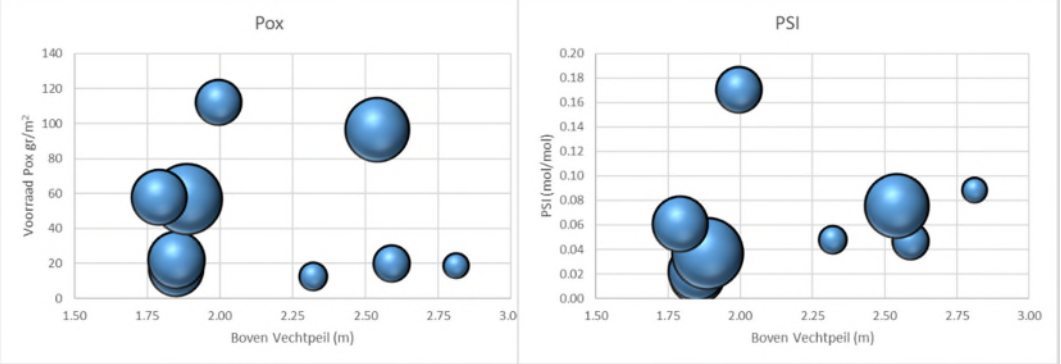
De laagste delen van het westelijk deel van de meander, De Muts en enkele oude rivierlopen inunderen jaarlijks tot eens in de twee jaar als gevolg van opstuwing door hoge waterstanden in de Vecht (Figuur 2-5). Het betreft voornamelijk inundatie met opgestuwd water uit het gebied zelf. Vanwege deze opstuwing dingt Vechtwater beperkt binnen en vindt er ook geen menging plaats. Na het hoogwater van januari 2018 werd in deze zone lokaal wat slibafzetting waargenomen. Zandafzetting is alleen direct bij de uitstroom van de meander gevonden, omdat hier het Vechtwater bij hoogwater het gebied binnenstroomt. De lagere delen van het Junner Koeland en De Mars liggen op een hoogte waarbij inundatie één keer per vier tot twaalf jaar kan doordringen, met op de overgang naar de lagere delen zones waar dit één keer per twee tot vier jaar het geval is. De meeste oeverwallen en kronkelwaardruggen worden nooit of slechts incidenteel overstroomd. Deze inschattingen zijn gebaseerd op de maaiveldhoogte en een interpretatie van Vechtpeilen in de voorgaande 12 tot 15 jaar. Zij worden ondersteund door de veldwaarnemingen na het hoogwater van januari 2018 en de verbreiding van kleiige afzettingen op de bodemkaart.



Figuur 2-5: Potentiële inundatiefrequentie, afhankelijk van de maaiveldhoogte en het Vechtpeil. Met een arcering is aangegeven waar de bovengrond volgens de bodemkaart (Figuur 3-10) uit klei bestaat. Dat kan een dun (ca 10 cm) kleidek zijn, een kleigrond of een veengrond met kleiige bovengrond. Met gekleurde driehoekjes zijn de sporen van inundatie in januari 2018 weergegeven. Er is toen geen systematische kartering uitgevoerd, maar wel een verkenning door het hele Junner Koeland, inclusief De Muts, De Mars en het gebied tussen de oostelijke meander en Calsum.

Een relatie van N- en P-voorraden met inundatie kon op basis van bodemchemische analyses niet aangetoond worden (Figuur 2-6). Vanwege de hoge ijzergehalten in de bodem is de fosfaatverzadiging (PSI in Figuur 2-6) en daarmee ook de plantbeschikbaarheid van fosfaat (Pox in Figuur 2-6), overal laag en geschikt voor habitattypen van voedselarme groeiplaatsen. Alleen in de Vechtmaten is een verhoogde fosfaatverzadiging waargenomen die waarschijnlijk samenhangt met bemesting in het verleden.

Voeding met oppervlaktewater uit het noordelijk gelegen landbouwgebied geschiedt enkel bij extreme piekafvoeren waarbij overstort plaatsvindt over Stuw Meijer. Volgens de beheerder was de laatste keer dat een piekafvoer over de stuw geloosd werd rond 2015, maar het kan zijn dat incidentele overstorten niet bekend zijn vanwege gebrekkige meetopstelling (mail R. Broekhuis d.d.19 juni 2018). Tijdens onderhoud aan bovenstroomse infrastructuur wordt de stuwbalk wel eens tijdelijk verlaagd (voor het laatst in 2016). Deze momenten verhogen de kans op overstort naar de meander, maar in de praktijk is daar nog geen sprake van geweest (mail R. Broekhuis d.d. 20 juni 2018).



Figuur 2-6: Effect van inundatie op de potentieel beschikbare fosfaatvoorraad (Oxalaat-extraheerbaar P – Pox). Links uitgedrukt als voorraad (gr/m²) in de bovenste 10 cm en rechts als de fosfaatverzadigingsindex (PSI). De grootte van de bollen is bepaald door de omvang van de fosfaatbuffer (Alox + Feox). Een significante relatie met inundatie is niet gevonden. In de rechterfiguur blijkt wel dat, afgezien van één uitbijter als gevolg van bemesting in de Vechtmaten, de PSI juist lijkt af te nemen bij geringere hoogte ten opzichte van het Vechtpeil. Dat wordt veroorzaakt door een grotere fosfaatbindingscapaciteit in de lager gelegen ijzerrijke bodems.

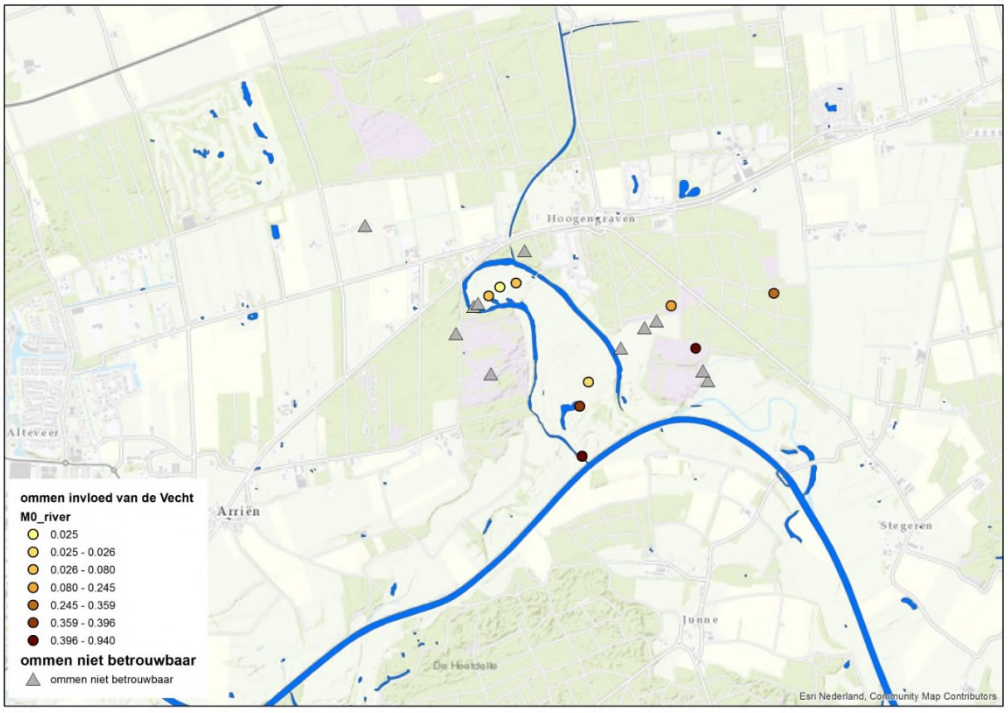
2.2.3 Drainerende invloeden

Binnen de kronkelwaard treden over vrij korte afstand grote verschillen in grondwaterstanden en plaspeilen op. Dit wordt veroorzaakt door de lage doorlatendheid van de kronkelwaard-afzettingen, waardoor het neerslagoverschot langzaam wordt gedraineerd door de omliggende oppervlaktewaterelementen. Dit geeft aanwijzingen dat vooral lokale factoren bepalend zijn in de waterhuishouding van de kronkelwaard. Dit betekent dat invloeden van drainerende elementen en waterhuishoudkundige ingrepen over relatief beperkte afstand, tot enkele honderden meters, en sterk vertraagd doorwerken op de grondwaterstand in de kronkelwaard. Mede hierdoor zakt de grondwaterstand in de kronkelwaard in tijden van neerslagtekort langzaam uit, zodat de grondwaterstand altijd ondiep onder het maaiveld staat en plasvorming optreedt.

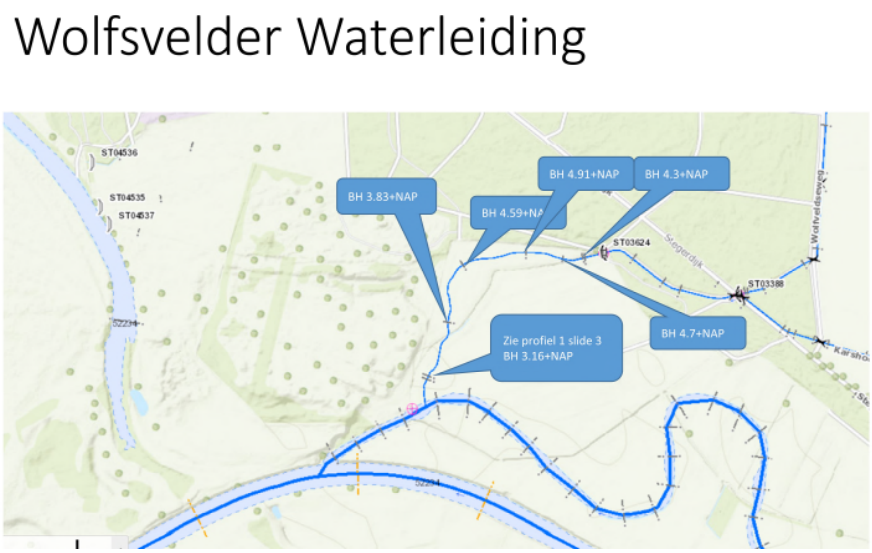
Het Junner Koeland wordt gedraineerd door een aantal oppervlaktewaterelementen, namelijk de Vecht, de meander, de Wolfsvelder waterleiding en de Nevengeul Junne. Deze drainerende elementen werken als volgt door op de waterhuishouding van het Junner Koeland:

- De Vecht vormt de regionale drainagebasis van het Junner Koeland en omgeving. Uit tijdreeksanalyse blijkt dat De Vecht tot enkele honderden meters doorwerkt op de kronkelwaard (Figuur 2-7). De factoren die daar een rol in spelen zijn het beperkte doorlaatvermogen van het bovenste watervoerende pakket, de hoge weerstand van de kronkelwaardafzettingen en de permanente aanwezigheid van oppervlaktewater en kwel. Buiten de kronkelwaard werkt de Vecht tot grotere afstand door, doordat deze dempende mechanismen niet of minder prominent aanwezig zijn.
- De meander draineert de kronkelwaard en vangt toestromend grondwater en kwel af, vooral in de laatste 600-800 m, direct bovenstrooms van het uitstroompunt naar de Vecht, waar de meander een groot verhang heeft. Dit uit zich in een permanente afvoer van oppervlaktewater naar de Vecht. Door de hoge weerstand van de kronkelwaardafzettingen en de hoge ruwheid van de meander verloopt de drainage van de kronkelwaard echter traag. Mede hierdoor zakte de grondwaterstand tijdens de zeer droge zomer van 2018 slechts beperkt uit.
- De benedenloop van de Wolfsvelder waterleiding is diep ingesneden (Figuur 2-7) en draineert haar directe omgeving tijdens natte (winter)perioden. Dit heeft zijn weerslag op de GHG en GVG in het deelgebied Calsum. Tijdens (droge) zomerperioden valt de waterloop droog, zodat de drainerende werking verloren gaat.
- De resultaten van tijdreeksmodellen geven daarnaast aanwijzingen dat de drainerende werking van de Vecht dominant en van langere duur is dan die van de Wolfsvelder waterleiding. Waarschijnlijk geldt hetzelfde voor de Nevengeul Junne: de waterstand is ongeveer gelijk aan die in de Wolfsvelder waterleiding en in de zomer neemt de afvoer door de nevengeul af en daarmee het verhang in de nevengeul tot om en nabij de waterstand in de Vecht.

De invloed van de wateraanvoersloot Hooge Graaven (de “aanvoerleiding” in Figuur 1-1) op de grondwateraanvoer naar het Junner Koeland is jaarrond waarschijnlijk beperkt. Weliswaar draineert deze sloot de dekzandrug bovenstrooms van Arriër Vlier, maar dit heeft naar verwachting geen invloed op de aanvoer van grondwater naar het Junner Koeland. Dit komt door de geringe dikte van het freatische pakket en de aanwezigheid van andere drainerende elementen in het tussenliggende Arriër Vlier.



Figuur 2-7: Doorwerking van de vecht op de grondwaterstanden in en rond het Junner Koeland: M0-waarden uit de tijdreeksmodellen voor filter 1.



Figuur 2-7: Bodemhoogten langs de Wolfsvelder Waterleiding.

2.3 Kwaliteit grond en oppervlaktewater

2.3.1 Basenrijkdom

Het Junner Koeland wordt gevoed met grondwater uit het eerste watervoerende pakket, dat door de keileem en de kalkrijke zanden van de Formatie van Kreftenheije omhoog stroomt. Ook grondwater dat uit de omgeving toestroomt, kan door kalkhoudende sedimenten stromen. Vooral als het infiltrerende water zuur is (zoals op de hogere gronden), of zuurstof of nitraat bevat (zoals onder het agrarisch gebied Arriër Vlier), kan het grondwater sterk aangerijkt worden met kalk.

Het grondwater in de diepe peilbuizen is inderdaad kalkrijk en overwegend goed gebufferd. Op een aantal plekken is dat ook onder de hogere zandgronden het geval. In de kwelgebieden van De Muts (0586, JK3-1, JK5), en (minder Ca-rijk), de raai zuid (0685), en De Mars (JK15, JK16) is het grondwater ook binnen de bovenste 2 m basenrijk. Bij Calsum-oost is alleen in de oever van de Wolsvelder waterleiding (JK13) ondiep basenrijk grondwater aangetroffen. Op diverse plekken is er een duidelijke gelaagdheid met bovenin (matig) basenarm water en onderin basenrijk.

2.3.2 Nutriënten

Het grondwater in het Junner Koeland is, op enkele uitzonderingen na, nitraatarm. Op een aantal plekken zijn wel duidelijk verhoogde SO4-gehalten gemeten, m.n. in diepere buizen in de Muts, Calsum en de Mars. Verhoogde SO4-gehalten worden overigens ook elders in de regio gemeten. In venige bodems verdwijnt het SO4 tijdens opkwellen door sulfaatreductie, waarbij HCO3 wordt gevormd (JK3-1 De Muts). De hierbij gevormde sulfiden kunnen bij droogval voor verzuring zorgen. De kans hierop is gering gezien de sterke kwel en goede zuurbuffer ter plaatse (Van delft et al. 2005).

De invloed van inzijgend landbouwwater vanuit Arriër Vlier is herkenbaar aan verhoogde gehalten Na en Cl. Het is uitgesloten dat inzijgend landbouwwater ten grondslag ligt aan de waargenomen hoge fosforgehalten in de bodem van de Muts. Deze hoge concentraties zijn namelijk kenmerkend voor het kleiig en venig substraat, en fosfaat is nauwelijks mobiel in de ondergrond. Bovendien is het fosfor in de bodem van De Muts voor een groot deel gebonden aan ijzeroxiden, en daardoor beperkt beschikbaar voor planten.

Het inzijgend landbouwwater bevat verhoogde concentraties nitraat. Tijdens bodempassage verdwijnt het nitraat onder invloed van organische stof of (ijzer)sulfiden t. De reactie van nitraat met sulfiden vormt wel een bron van SO4 in het grondwater in de zandondergrond. Waar dit water in contact komt met het veen, in het grensvlak tussen de minerale ondergrond en het bovenliggende veenpakket, kunnen door sulfaatreductie sulfiden gevormd worden die met het overvloedig aanwezige ijzer pyriet vormen (Van delft et al. 2005). Verhoogde sulfaatconcentraties zijn op die diepte niet aangetroffen. Toxische sulfidengehalten in het bodemvocht zijn dan ook niet te verwachten, mede door de aanwezigheid van kwel waardoor doorspoeling plaatsvindt.

Vanwege de lokaal voorkomende hoge sulfaatconcentraties in het grondwater zou er een risico op interne eutrofiëring door fosfaatmobilisatie kunnen zijn. Dit is echter alleen het geval in de watermonsters van diepere filters. Actueel wordt nergens aan alle voorwaarden voor interne eutrofiëring voldaan. Zo staat het sulfaatrijke water niet in contact met afbreekbaar veen en is op de meeste plaatsen een overmaat aan ijzer aanwezig. Als sulfaatrijk water hoger in het profiel komt zou dit in ijzerarme bodems wel een probleem kunnen opleveren, maar normaal gesproken verschuiven de fronten zich zeer traag (grootteorde decaden tot eeuwen) door de hoge gehalten aan reactieve bestanddelen die slechts geleidelijk aan worden op verbruikt. Op één locatie, bij boring 3024 (buis JK3-1, zie figuur 3-2 achtergrondrapport) wordt onder invloed van aanvoer van sulfaatrijk water en in de bodem aanwezig ijzer en organisch materiaal wel actueel pyriet gevormd, wat bij verdroging tot verzuring kan leiden, maar omdat de PSI in de ijzerrijke bodem laag is, is hier geen sprake van eutrofiëring.

Het derde belangrijke nutriënt, K, is, in tegenstelling tot nitraat, niet redox-gevoelig, maar adsorbeert wel sterk aan klei/leemlagen. Verhoogde gehalten Na, Cl en soms K in een aantal buizen in De Muts en in de meander hangen samen met de invloed vanuit het landbouwgebied. De verhoogde gehalten Na en Cl worden in belangrijke mate verklaard doordat de gehalten hiervan in de aanvoerleiding zeer hoog zijn. Binnen de meander zijn er ook verschillen in deze gehalten, die waarschijnlijk kunnen worden verklaard door kwel van ‘landbouwwater’ vs. kwel van ‘natuurgebiedwater’.

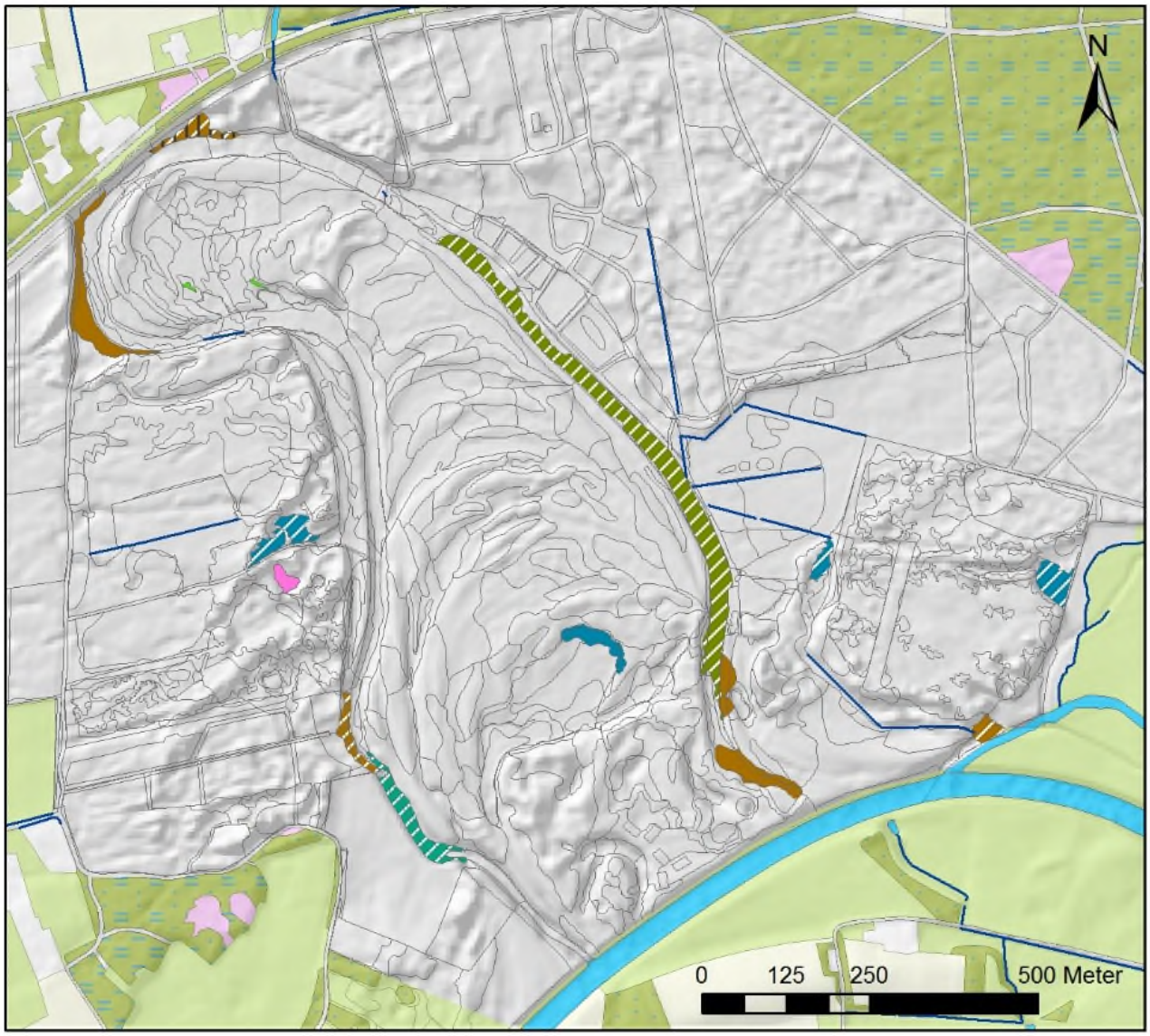
Het water in de aanvoerleiding (JK7B-Opp), en in mindere mate de Vecht, vallen op door de hoge ionenrijkdom (EGV > 600 µS/cm), met name door (zeer) hoge gehalten aan Na, K, Cl, SO4 en HCO3 (F2Na/CaMix-type). Aanvoer van oppervlaktewater vanuit de aanvoerleiding (door overstort over de stuw 'Meier') dient te worden voorkomen, gezien de waterkwaliteit en het risico van afspoeling van nutriëntenrijk slib van landbouwgronden en opwerveling van bodemslib tijdens neerslagpieken. Hiermee wordt incidentele, directe aanvoer van nutriëntenhoudend slib in de meander en De Muts voorkomen.

2.4 Vegetatie

2.4.1 Globale patronen

Behalve droge habitattypen en andere soortenrijke droge vegetatietypen herbergt het Junner Koeland een scala aan grondwaterafhankelijke habitat- en vegetatietypen (Figuur 2-8). Een beperkt deel daarvan kwalificeert als Natura 2000-habitattype, een veel groter deel kwalificeert niet voor Natura 2000, maar betreft wel grondwaterafhankelijke ecosystemen met hoge biodiversiteit. Op hoofdlijnen zijn de volgende gradiënten zichtbaar:

- In het open water van de oostelijke meander is een flink oppervlak van H3150 Meren met krabbenscheer en fonteinkruiden aanwezig. In 2010 bestond dit nog geheel uit de DG Witte waterlelie (matige kwaliteit), sindsdien is op veel plekken de Krabbescheer-ass. Gevestigd (goede kwaliteit).
- Langs de meander komt een variatie aan Elzenbroeken (H91E0c Alluviale bossen) voor. Uitersten in dit scala zijn de sterk basenrijke kwel-gevoede vormen (SA van Bittere veldkers) met o.a. Bosbies, Dotterbloem e.d. en de voedselarme, zure vorm (SA van Zompzegge), die gevoed wordt door zuur kwelwater. Er komen ook geëutrofieerde vormen voor, veelal met een dominantie van Grote Brandnetel. Verder komen wilgenstruwelen voor en natte ruigten, die door opslag van Els naar Elzenbroek kunnen ontwikkelen.
- Benedenstrooms van de dam is een groot deel van de meander verland met helofytenvegetaties en zijn de oevers begroeid met moerasruigten van o.a. moerasspiraea-ruigten, grote zeggenmoerassen, en rietlanden. Een deel van de ruigten is op de habitatkaart aangegeven als H6430A Ruigten en Zomen (Moerasspiraea), als daarin kwalificerende soorten als Lange ereprijs voorkomen. Ook buiten deze vlakken komen deze soorten voor, het lijkt erop dat het areaal van dit habitattype nog wat groter is dan eerder vastgesteld. Het overgrote deel van de vegetatie kwalificeert niet als habitattype, maar is veelal soortenrijk en kenmerkend voor de typische gradiënten van Junner Koeland. In de vegetatie komen vaak kwel-indicerende soorten voor, zoals Holpijp, Bosbies, Dotterbloem, Kleine watereppe, Grote boterbloem. In de overgang van land naar water komen veelvuldig Bosbies-associatie en Pluimzegge-associatie voor.
- De grondwatergevoede terrestrische standplaatsen in de Muts herbergen kwelgevoed, eutrofe tot mesotrofe Grote zeggenmoeras met op veel plekken Holpijp, Snavelzegge, Dotterbloem, Kleine watereppe en andere kwelindicatoren. Op de meest geïsoleerde, voedselarme locaties komt de RG Snavelzegge-Wateraarbei voor, die gerekend wordt tot H7140A trilveen.
- Elders zijn, wat hoger in de gradiënt, op diverse plekken vegetaties aanwezig, waarin veel Veldrus, Blauwe zegge en/of Blauwe knoop voorkomen. Deze zijn wel benoemd als H6410 Blauwgrasland, maar vanwege het begrazingsbeheer (het is immers een Koeland) wijkt de vegetatie dan ook af van de gebruikelijke vormen. Voor dit type liggen waarschijnlijk betere mogelijkheden in de hooilanden van De Mars. Dit terrein is sinds 1980 in beheer en ontwikkelt zich geleidelijk naar een gradiënt van basenarme, vochtige naar basenrijke natte vegetatie, met mogelijkheden voor Heischraal grasland, Veldrusschraalland, Verbond van Zwarte zegge, Dotterbloemhooiland (plaatselijk al aanwezig) en mogelijk echt Blauwgrasland.
- Een groot deel van de vochtige bodems in voormalige stroomgeulen op de kronkelwaard wordt gedomineerd door Pitrus. Dit valt te verklaren uit de combinatie van een kleiig-moerige sterk wisselvochtige bodem en vertrapping van de bodem door het vee, waardoor een snelle mineralisatie kan optreden, leidend tot een eutrofe standplaats. Uitrasteren en maaibeheer kunnen dit proces en de pitrus-dominantie terugdringen. Dit past echter niet bij de integrale begrazing van het Koeland.



Waterafhankelijke habitattypen

- H3150, Meren met krabbenscheer en fonteinkruiden - matig ontwikkeld
- H4010A, Vochtige heiden (hogere zandgronden) - goed ontwikkeld
- H6410, Blauwgraslanden - goed en matig ontwikkeld
- H6410, Blauwgraslanden - matig ontwikkeld
- H6430A, Ruigten en zomen (moerasspirea) - matig ontwikkeld
- H7140A, Overgangs- en trilvenen (trilvenen) - goed ontwikkeld
- H91E0C, Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen) - goed ontwikkeld
- H91E0C, Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen) - matig ontwikkeld
- ZGH91E0C, Zoekgebied vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen)

Figuur 2-8: Voorkomen en kwaliteit van de (grond)water afhankelijke habitattypen (bron Habitatkaart V10, d.d. 20 maart 2018, bron: Provincie Overijssel).

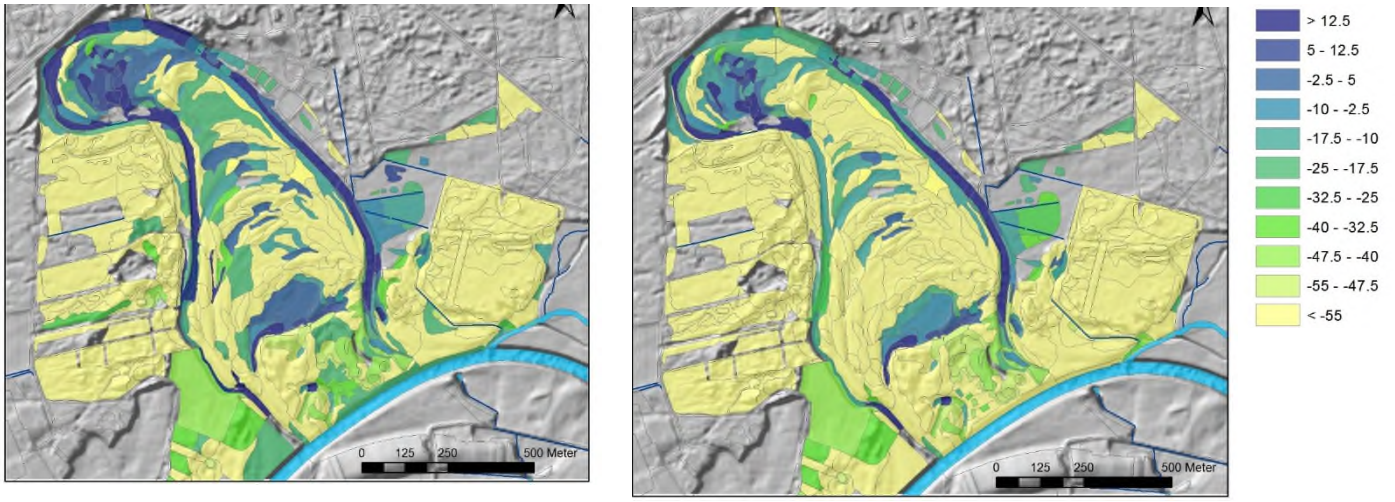
2.4.2 Indicatiewaarden

Op basis van de volgens de habitatkaart aanwezige vegetatietypen zijn met ESTAR (Witte et al., 2014) per polygoon de indicatiewaarden afgeleid voor vocht (GVG), voedselrijkdom (N-getal) en zuurgraad (pH(KCl)). Aangezien veel polygonen meerdere vegetatietypen bevatten en er vaak ook veel intern reliëf is, is een kaart opgesteld met per polygoon de hoogste GVG (natste plek) en een met per polygoon de laagste GVG (droogste plek, zie Figuur 2-9). Dit geeft een beeld van de variatie binnen de polygonen. Ook voor de voedselrijkdom (Figuur 2-10) en zuurgraad (Figuur 2-11) zijn kaarten met hoogste én laagste indicatiewaarde vervaardigd. Voor een deel van het Natura 2000-gebied bevat de habitatkaart geen vegetatiekundige typering (maar bijvoorbeeld een begroeiïngstype als 'dennenbos') en is geen indicatiewaarde beschikbaar. Uit deze indicatorwaarden ontstaat het volgende beeld:

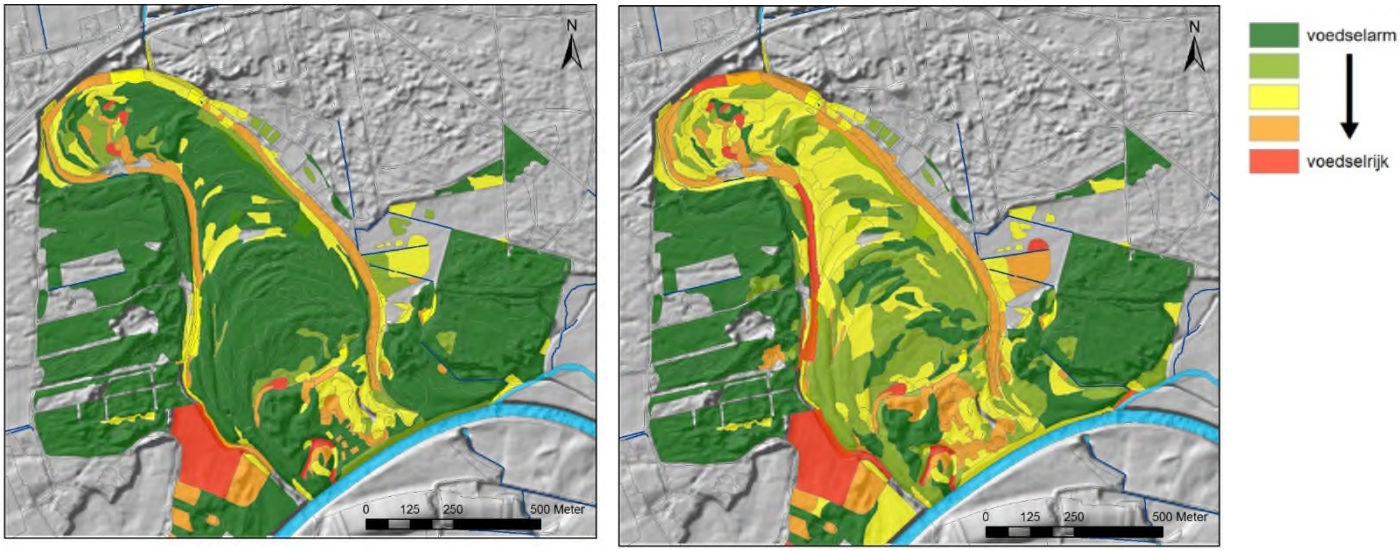
Indicatiewaarden voor vocht bevestigen dat een aantal laaggelegen delen van de kronkelwaard permanent nat zijn. Deze natte standplaatsen zijn niet alleen tot de meander beperkt, maar komen ook in andere lokale laagten voor, vooral in de Muts. Daarnaast is, mede door de complexe bodemopbouw, sprake van een grote variatie en lokale heterogeniteit binnen de kronkelwaard. In het deelgebied Calsum overheersen vegetaties die kenmerkend zijn voor droge standplaatsen. Voor alle indicatorwaarden valt de grote heterogeniteit op, zowel op standplaatsniveau als voor de kronkelwaard als geheel.

In een groot deel van het gebied komen, integraal of plaatselijk, voedselarme standplaatsen voor. Langs de meander in een aantal laagten en een aantal voormalige landbouwpercelen overheersen matig voedselrijke tot voedselrijke standplaatsen. De hooggelegen heideterreinen ten oosten en westen van de meander zijn integraal voedselarm. In de kronkelwaard zijn er vaak duidelijke verschillen binnen de polygonen en komen ook voedselrijkere standplaatsen voor, vooral in de kronkelwaardgeulen en oude rivierlopen.

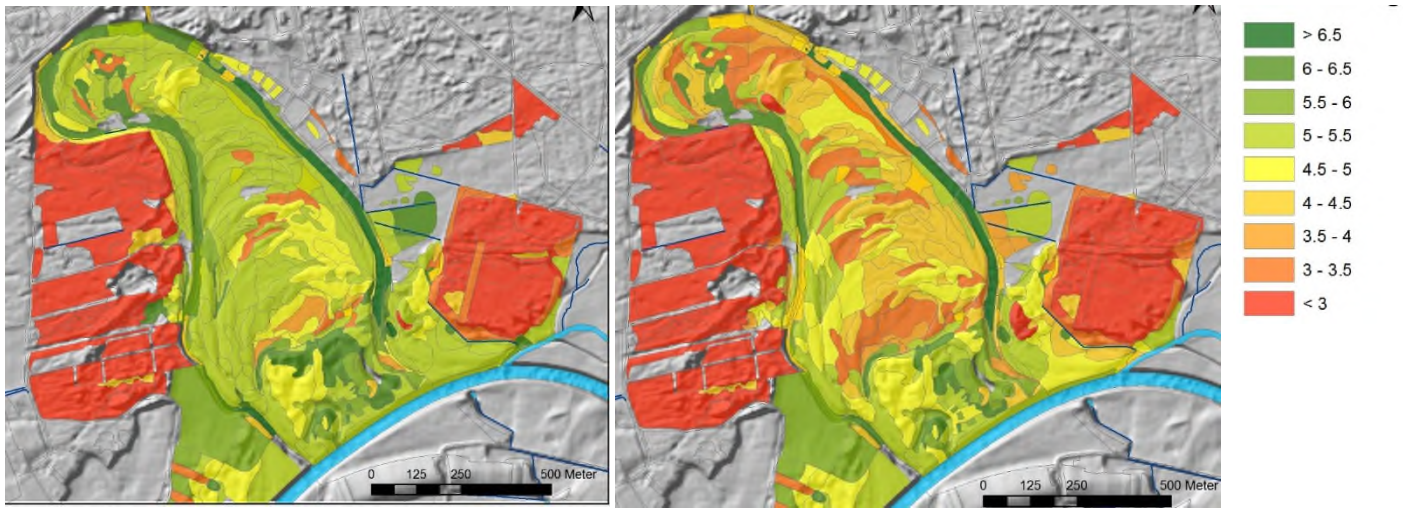
De vegetatie in en langs de meander wijst vaak op een hoge pH. Dat geldt ook voor delen van de Muts, en enkele laagten in het zuidelijk deel van de kronkelwaard. In een deel van het oostelijke hooiland, De Mars, is de pH-indicatie hoog, evenals de voormalige landbouwgronden aan de zuidwestzijde van de meander. Opvallend is verder de hoge pH-indicatiewaarde in een laagte in de westelijke dekzandrug. De hoog gelegen heidegebieden hebben een lage pH-waarde. In de kronkelwaard is er op veel plekken een flinke variatie in pH-indicatie binnen de polygonen met naast neutrale tot zwak zure standplaatsen ook matig zure tot zure.



Figuur 2-9: GVG-indicatie (cm boven maaiveld) natste (links) en droogste (rechts) vegetatietype per polygoon.



Figuur 2-10: Voedselrijkdom-indicatie voor minst (links) en meest (rechts) eutrafente vegetatietype per polygoon.



Figuur 2-11: pH-indicatie voor meest basenminnende (links) en meest zuurminnende (rechts) vegetatietype per polygoon.

2.4.3 Realisatiekansen habitattypen

De realisatiekansen voor de habitattypen (en enkele natuurdoeltypen) hebben wij volgens de methode van de Landschapsleutel (Kemmers et al. 2011, Van Delft et al. 2015) afgeleid van de landschappelijke bodemkaart (Figuur 2-1 en Figuur 2-2) en de actuele hydrologie. De methodiek is beschreven in Bijlage VII van het achtergrondrapport. Om een zo volledig mogelijk beeld te krijgen van de natuurpotenties van het Junner Koeland en omgeving hebben wij ook een paar natuurdoeltypen, als Dotterbloemhooiland en Grote zeggenmoeras, opgenomen in de analyse. Om deze reden spreken wij hier verder van doeltypen waarbij zowel habitattypen als natuurdoeltypen bedoeld worden. Wij hebben alleen doeltypen beoordeeld voor een beheer als grasland/heide of bosbeheer. Daarmee heeft geen beoordeling plaatsgevonden voor 'Jeneverbestruwelen' (H5130). De realisatiekansen daarvoor zullen in grote lijnen overeenkomen met die voor 'Droge heide' of 'Stuifzandheide'. Ook pioniervegetaties als 'Zandverstuivingen' (H2330) hebben wij niet beoordeeld. Omdat de realisatiekansen gebaseerd zijn op de bodemkaart, zijn alleen (semi)terrestrische doeltypen beoordeeld, waardoor H3150 'Meren met Krabbescheer en fonteinkruiden' hierbuiten valt.

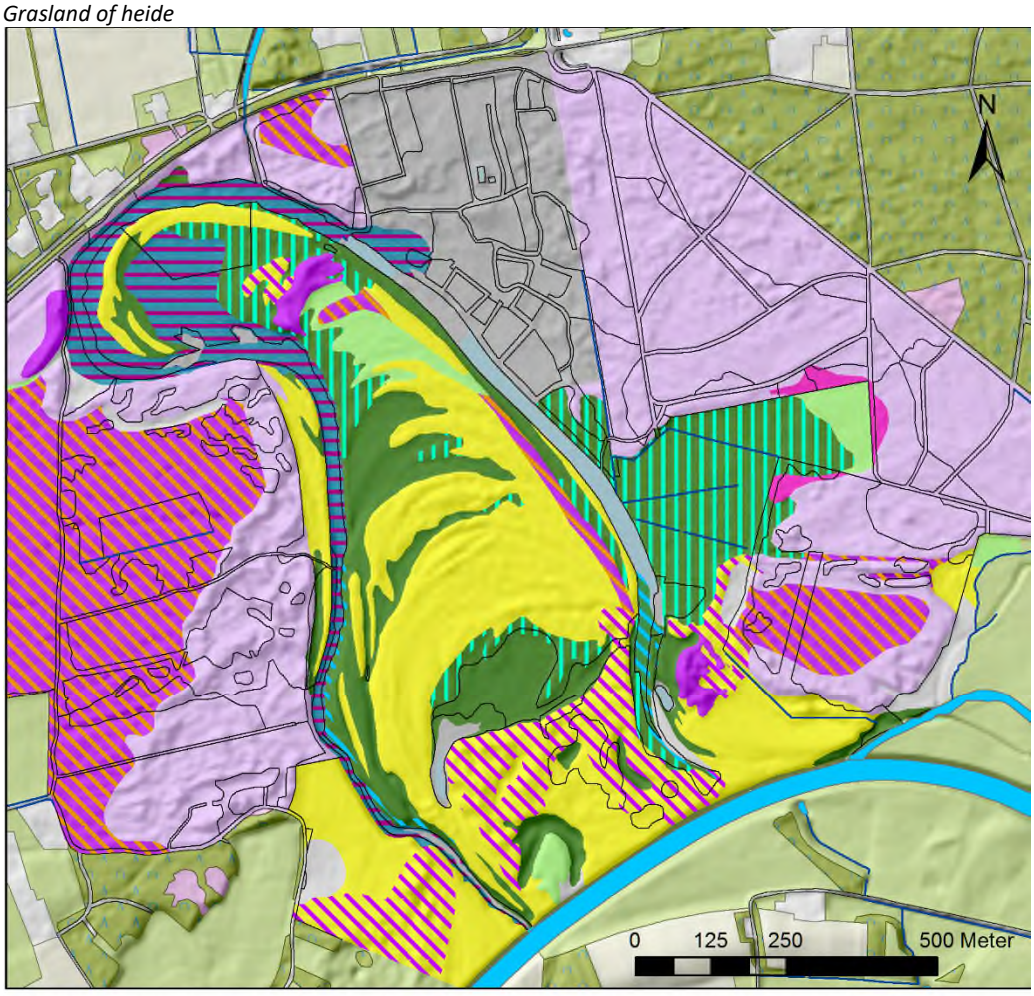
Eerst is de affiniteit (mate van overeenkomst van plantengemeenschappen) van de doeltypen met de fysisch-geografische eenheden van de landschappelijke bodemkaart beoordeeld waarna de actuele hydrologie en zuurgraad vergeleken zijn met de abiotische randvoorwaarden van de doeltypen.

Figuur 2-12 en Figuur 2-13 geven de gecorrigeerde realisatiekansen weer bij een beheer als grasland/heide of bij bosbeheer. Deze zijn gebaseerd op de typen met de hoogste realisatiekans, ofwel de typen waarvoor de actuele standplaatskenmerken zo goed mogelijk overeenkomen met de abiotische randvoorwaarden voor die typen. Dat wil niet zeggen dat aan alle randvoorwaarden optimaal wordt voldaan, maar wel dat voor alle randvoorwaarden minimaal aan de beoordeling 'suboptimaal' wordt voldaan en het doeltype dus in principe voor kan komen. De beoordeling geldt voor het doeltype als geheel. Omdat binnen een doeltype een reeks plantengemeenschappen voor kunnen komen die vaak ook een gradiënt vertegenwoordigen, kan het zijn dat voor individuele plantengemeenschappen de situatie wel optimaal is, terwijl dat voor het doeltype als geheel niet zo is. Voor de korte vegetaties is geen nader onderscheid gemaakt naar het beheer dat zorgt voor de korte vegetatiestructuur, terwijl dat ook erg bepalend is voor de habitattypen die tot ontwikkeling kunnen komen. Zo zijn Blauwgraslanden (H6410) gebonden aan een hooilandbeheer, terwijl Stroomdalgraslanden (H6120V) optimaal voorkomen bij begrazing. Deze kaarten tonen dus de potentie voor verschillende doeltypen bij een gegeven beheer. Dat wil niet zeggen dat deze doeltypen ook werkelijk voorkomen. In de volgende paragrafen geven wij een vergelijking met de habitatkaart (Figuur 1-2 en Figuur 2-8) en vegetatiekaarten. Waar deze kaarten overeenkomen lijken alle randvoorwaarden te voldoen, waar een doeltype niet voorkomt op locaties met een positieve realisatiekans is het mogelijk dat toch niet aan alle voorwaarden voldaan wordt:

- Eén van de getoetste randvoorwaarden is verkeerd ingeschat;
- Een andere randvoorwaarde voldoet niet, bijvoorbeeld voedselrijkdom;
- Het beheer is niet optimaal voor de ontwikkeling van het doeltype;
- Soorten zijn niet aanwezig in de zaadbank of in de omgeving (dispersie);
- Andere, externe factoren (N-depositie) kunnen een rol spelen.

Het niet of beperkt voldoen aan één van de randvoorwaarden of andere factoren die een goede ontwikkeling van de doeltypen in de weg staan, bespreken wij in §2.5 en de doorvertaling naar maatregelen bespreken wij in Hoofdstuk 4.

Grasland of heide



Figuur 2-12: Doeltypen met de hoogste gecorrigeerde realisatiekansen bij grasland/heidebeheer, gegeven de huidige hydrologie.

H2310 Stuifzandheiden met struikhei

Op de habitatkaart (Figuur 1-2) komen binnen het geschikte areaal voor H2310 zowel 'Stuifzandheiden' voor als H2330 'Zandverstuivingen' en H5130 'Jeneverbesstruwelen' voor en zeer lokaal H4010 'Vochtige heide'.

- H2330 en H5130 passen bij dezelfde FG-eenheden maar horen in een ander successiestadium (Pionier of Struweel);
- H4010 komt voor in vochtige laagten die niet apart uitgekarteerd zijn vanwege de focus in dit onderzoek op de grondwaterafhankelijke doeltypen;
- In het centrale deel van Calsum is ook H2310 gekarteerd, maar vanwege het ontbreken van stuifzandgronden hier is H4030 'Droge heiden' hier logischer;

- Buiten de hiervoor genoemde habitattypen komt in het geschikte areaal overal bos voor, waardoor deze habitattypen ontbreken;
- Buiten het bos komt de verbreiding van H2310, H2330 en H5130 zeer goed overeen met de realisatiekansen.

H4030 Droge heiden

Droge heiden worden aangetroffen in de Dennenhoek, buiten het verspreidingsgebied van H2310 en in grote lijnen binnen het geschikte areaal voor H4030. Waar Droge heide niet is gekarteerd kan dat verklaard worden uit de aanwezigheid van (dennen)bos.

H6120V Stroomdalgraslanden Vechtdal

De verbreiding van Stroomdalgraslanden komt in grote lijnen overeen met het geschikte areaal volgens de realisatiekansen.

- Het habitattype H6120 wordt wel steeds aangegeven als een combinatie met andere vegetaties, dat komt door het reliëf waardoor alleen delen van een vlak ook echt geschikt zijn. Dat geldt ook voor de realisatiekansen.
- In het noorden van de kronkelwaard, tegen het rivierduin komt stroomdalgrasland voor in een vlak waar de realisatiekansenkaart H6230 'Heischrale graslanden' als meest waarschijnlijk aangeeft. Dit betreft een relatief laaggelegen kronkelwaardrug waar de GVG en overstromingsfrequentie suboptimaal zijn wat een realisatiekans < 0.1 voor H6120V oplevert. Kennelijk zijn delen van het vlak toch wel geschikt;
- Een vrij groot deel van de kronkelwaard binnen de meander en tussen de meander en Calsum bevat geen stroomdalgrasland terwijl de realisatiekansenkaart dat wel aangeeft. De indruk bestaat dat deze delen te sterk zijn uitgeloogd en de zuurbuffer door een geringe overstromingsfrequentie onvoldoende wordt aangerijkt en door stikstofdepositie verder is afgenomen. Omdat de focus van deze LESA ligt op grondwaterafhankelijke natuur zijn er geen pH-metingen gedaan op deze drogere gronden, maar het is aannemelijk dat de overstromingsfrequentie hier te laag is voor een goede aanvulling van de zuurbuffer;
- In de graslanden ten zuidwesten van de meander (in de Vechtmaten) kan het ontbreken van stroomdalgrasland toegeschreven worden aan de te hoge voedselrijkdom door voormalig agrarisch gebruik. Met name de fosfaattoestand is hier duidelijk hoger dan in andere bemonsterde locaties.

H6230 Heischrale graslanden

Heischrale graslanden zijn in enkele kleine vlakken gekarteerd en komen niet goed overeen met de locaties die aangegeven zijn met een hoge realisatiekans voor dit doeltype.

- Waar het wél is gekarteerd geeft de realisatiekansenkaart ofwel droge heide/stuifzandheide aan of stroomdalgrasland. In beide gevallen is sprake van een overgangssituatie onder invloed van ofwel begrazing of uitloging;
- Het bij H6120V genoemde vlak in het noorden van de kronkelwaard bevat waarschijnlijk wel elementen van heischraal grasland, maar kennelijk is stroomdalgrasland daar toch dominant;
- Het oostelijk deel van het grasland in De Mars lijkt wel geschikt voor een vochtige variant van H6230 maar dat is hier niet gekarteerd. Wel lijkt de vegetatie zich in die richting te ontwikkelen.

H6410 Blauwgraslanden

Voor H9410 (Blauwgraslanden) staat in het beheerplan dat het niet voor komt in het aanwijzingsbesluit, maar dat bij het beheer en de uitvoering van de maatregelen wel rekening moet worden gehouden met de aanwezigheid van dit habitattype. Daarom wordt het hier ook beschreven. Blauwgraslanden worden nergens als meest waarschijnlijke doeltype gekarteerd, maar wel als tweede type naast ND3.30 Dotterbloemgraslanden van beekdalen. Op de habitatkaart is het slechts in enkele vlakken aangegeven, vaak matig ontwikkeld.

- De ontwikkeling richting Blauwgraslanden of Dotterbloemhooilanden wordt medebepaald door de vochttoestand en overstromingsfrequentie waarbij Blauwgraslanden iets hoger op de gradiënt te verwachten zijn en Dotterbloemgraslanden wat lager;
- Beide graslanden zijn in principe hooilandtypen en passen daarmee beter bij de hooilanden in De Mars dan in de begrazingseenheid binnen de kronkelwaard;
- Het best ontwikkeld volgens de habitatkaart is het vlak in het zuidelijk deel van de kronkelwaard (zie Figuur 1-2). Uit eigen waarnemingen blijkt dat het een vrij ruige vorm is, als gevolg van de begrazing. Eutrofiëring door slibafzetting is

hier niet waarschijnlijk: in het bodemprofiel werd nergens klei aangetroffen en ook na het hoogwater is hier geen slibafzetting waargenomen;
- Elders binnen de kronkelwaard komen plantengemeenschappen voor met daarin veel Veldrus. Tijdens het veldbezoek bleek, dat het niet gaat om de Veldrus-associatie (Schaminée et al., 2017) -die zou kwalificeren voor H6410-, maar om een aspect (codominantie) van Veldrus binnen andere vegetatietypen, m.n. uit de voedselrijkere Rietklasse (Phragmitetea) en Klasse der natte strooiselruigten (Convolvulo-Filipenduletea). Zulke Veldrus-aspecten komen veel voor op korte hoog-laag-gradiënten waar laterale grondwater-toestroom plaatsvindt en komen voor in een veel groter bereik qua voedselrijkdom en zuurgraad dan de eigenlijke Veldrus-associatie (Jalink, 1987; Jalink en Jansen, 1995). Deze standplaatsen bieden weinig of geen kans voor ontwikkeling van H6410 Blauwgrasland;
- Buiten de kronkelwaard zijn matig ontwikkelde Blauwgraslanden gekarteerd binnen fysiotopen die daarvoor niet geschikt lijken te zijn, zoals in de geulrest aan de oostkant van Calsum. Deze locaties zijn te droog voor de ontwikkeling van Blauwgrasland en de voorkomende vegetaties blijken vaak ook niet als zodanig beschouwd te kunnen worden.

H7140AV Overgangs- en trilvenen (trilvenen)
Dit habitattype wordt slechts op een heel klein oppervlakte in De Muts aangegeven en komt in de realisatiekansenkaart ook alleen voor als tweede kans naast ND3.24e 'Zeggemoeras' in de meander en de moerassige delen van De Muts.

- Sinds het ontstaan van de kronkelwaard, waarvan dit deel pas tussen 1850 en 1900 is ontstaan, heeft verlanding door veenvorming en kleiafzetting plaatsgevonden. Na de kanalisatie van de Vecht in het begin van de 20ste eeuw is de dynamiek veel minder geworden, maar zijn inundaties en kleiafzetting doorgegaan. Daardoor is ook het onderliggende veenpakket lutumhoudend. Dit is niet het natuurlijke milieu voor trilvenen. Hoewel een aantal kenmerkende plantensoorten voorkomen, kwalificeert de aanwezige vegetatie als geheel dan ook niet/nauwelijks voor trilveen. De aanwezigheid van de kenmerkende soorten en veengroei zijn hier vooral toe te schrijven aan de permanente kwel in deze laagte. Het lijkt erop dat de trilvenen hier gebonden zijn aan de delen met de sterkste kwelflux waardoor de eventueel eutrofiërende werking van sedimentatie wordt beperkt. Als er al fosfaathoudend slib wordt afgezet wordt dit direct gebonden aan de overmaat aan ijzer of slaat het neer als calciumfosfaat. De sterke kwelflux verhindert ook infiltratie in de bodem.

ND3.24e Zeggemoeras
Dit natuurdoeltype (volgens Bal et al. 2001) hebben wij toegevoegd aan de analyse omdat het beter recht doet aan de moerassige delen van De Muts en de meander dan het vorige habitattype H7140AV doet[1].

- Omdat het geen habitattype betreft is het niet opgenomen op de habitatkaart maar diverse plantengemeenschappen die hiertoe gerekend kunnen worden komen wel voor binnen het geschikte areaal.
- De combinatie van permanent natte omstandigheden en veenvorming door kwel en incidentele kleiafzetting door inundatie zijn typerend voor de overstromingszone in venige beekdalen. Onder die omstandigheden gedijen zeggemoerassen zeer goed. Het betreft hier over het algemeen zeer soortenrijke vegetaties met diverse gradiënten.

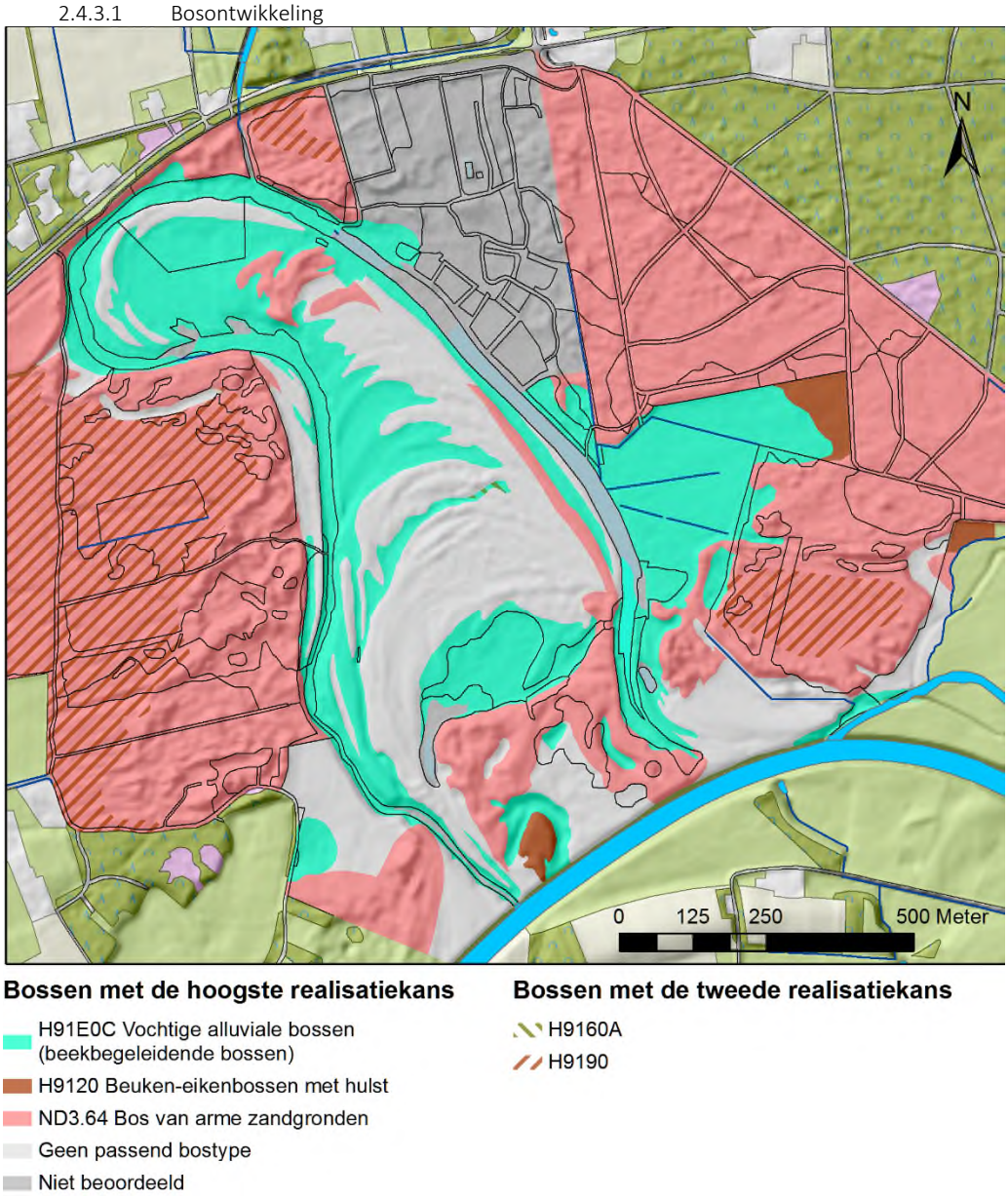
ND3.30 Dotterbloemgrasland van beekdalen
Ook dit natuurdoeltype hebben we toegevoegd om de nattere, iets voedselrijkere delen van het gebied te kunnen karakteriseren.

- De realisatiekansenkaart geeft grote delen van de hooilanden in De Mars en de lagere delen van de kronkelwaard aan als geschikt voor Dotterbloemgraslanden hoewel deze niet als habitattype worden onderscheiden;
- De verbreiding van plantengemeenschappen die hiertoe gerekend kunnen worden, komt hier wel deels mee overeen. Met name binnen De Mars gaat de ontwikkeling ook wel in deze richting;

[1] In de indeling van de habitattypen ontbreken zeggemoerassen en dotterboemhooilanden, terwijl deze een belangrijk deel van de grondwaterafhankelijke natuur omvatten. Om een evenwichtige analyse uit te kunnen voeren is het nodig meerdere doeltypen te vergelijken die bestaan uit een aggregatie van meerdere vegetatietypen. De natuurdoeltypen volgens Bal et al. worden normaal niet meer gebuikt, maar kunnen in dit geval wel het hiaat opvullen.

- Dotterbloemgraslanden zijn hooilanden op ’s winters periodiek overstroomde mineraalrijke, stikstofhoudende, veelal kleiige of venige gronden (Schwertz et al 1996). Binnen de kronkelwaard is het voorkomen van Dotterbloemgraslanden beperkt als gevolg van begrazing of struweelontwikkeling.

2.4.3.1 Bosontwikkeling



Figuur 2-13: Doeltypen met de hoogste gecorrigeerde realisatiekansen bij Bosbeheer, gegeven de huidige hydrologie.

H91E0C Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen)

Binnen dit onderzoek is dit het meest relevante bostype, omdat het grondwaterafhankelijk is en er een uitbreidingsdoelstelling voor geldt.

- Bij het toelaten van bosontwikkeling lijken alle natte delen geschikt voor H91E0C. Of dat ook zal gebeuren is onzeker omdat de ontwikkeling van wilgenstruweel niet is meegenomen in de analyse. Het invullen van deze kennisleemte is nodig om invulling te kunnen geven aan de uitbreidingsopgave voor de tweede beheerplanperiode;
- De huidige voorkomens van dit habitattype vallen in elk geval binnen het in Figuur 2-13 als geschikt beoordeelde areaal. Hieruit concluderen wij dat er voor dit instandhoudingsdoelstellingen voor dit habitattype geen knelpunten zijn.

Overige bossen
H9120 'Beuken-eikenbossen met hulst', H9160A 'Eiken-haagbeukenbossen (hogere zandgronden)', H9190 'Oude eikenbossen' en ND3.64 'Bos van arme zandgronden' hebben wij meegenomen in de analyse om het beeld voor de Hogere zandgronden compleet te krijgen. Voor dit onderzoek zijn zij verder niet zo relevant.

2.5 Knelpuntenanalyse

2.5.1 Overzicht en aanpak

In paragraaf 2.4.3 is aangegeven welke doeltypen, gegeven de aanwezige bodemtypen en huidige waterhuishoudkundige kenmerken, de hoogste realisatiekansen hebben. In deze paragraaf wordt voor de grondwaterafhankelijke doeltypen aangegeven wat de belangrijkste knelpunten voor instandhouding en herstel (1e beheerplanperiode), dan wel uitbreiding (2e beheerplanperiode) zijn. Ook andere factoren kunnen suboptimaal zijn, maar die worden dan als ondergeschikt beschouwd. Ook de randvoorwaarden die wél optimaal zijn ontbreken op de gepresenteerde kaartjes omdat die geen knelpunt vormen. De knelpuntenanalyse maakt deel uit van de methode voor het bepalen van de realisatiekansen voor doeltypen en wordt beschreven in bijlage VII van het achtergrondrapport (Jalink et al. 2020). Hierbij wordt behalve de realisatiekans per doeltype en per fysiotoop (combinatie van Fysisch-Geografische eenheid, vochtklasse en overstromingsduur) ook berekend in hoeverre deze overeenkomen met de abiotische randvoorwaarden voor het doeltype. Dit levert per fysiotoop en doeltype een index (-1 tot 1) op voor de abiotische randvoorwaarden GVG, GLG, Droogtestress, Overstromingsfrequentie en Zuurgraad. Hierbij kan per randvoorwaarde de volgende beoordeling (index) gegeven worden:

- De te toetsen variabele valt voor het fysiotoop binnen het optimale bereik van de randvoorwaarde voor het doeltype: Er is geen knelpunt voor deze randvoorwaarde, index = 0;
- De te toetsen variabele valt voor het fysiotoop binnen één van de suboptimale bereiken van de randvoorwaarde voor het doeltype: Het fysiotoop is suboptimaal geschikt voor het doeltype, i.e. te droog of te nat, te zuur of te basisch etc., index tussen -1 en 0 of tussen 0 en 1;
- De te toetsen variabele valt voor het fysiotoop buiten één van de suboptimale bereiken van de randvoorwaarde voor het doeltype: Het fysiotoop is ongeschikt voor het doeltype, index -1 of 1.

Een kwantitatief doelgat kan in principe afgeleid worden uit de vergelijking van de abiotische randvoorwaarden voor het doeltype en het bereik van de bijbehorende variabele binnen het fysiotoop. Dat is hier niet gebeurt.

Uit deze knelpuntenanalyse blijkt dat géén van de fysiotopen (landschappelijke eenheden met een min of meer gelijke abiotiek) voor alle randvoorwaarden optimaal is. Door de factor die als beperkt geschikt (suboptimaal) is aangegeven te verbeteren, kan de grootste winst behaald worden. Wanneer één van de beoordelingsfactoren buiten het bereik van de optimale of suboptimale waarden valt wordt de groeiplaats als ongeschikt beoordeeld. Wanneer een suboptimale of ongeschikte factor door maatregelen verbeterd kan worden wordt de groeiplaats meer geschikt (uiteraard afhankelijk van eventuele andere beperkingen). De analyse is alleen gedaan voor de Fysisch-Geografische eenheden waarbij het doeltype verwacht kan worden. Bij andere eenheden is dit aangegeven als 'Doeltype past niet'.

Wanneer geschikte bodems (Fysisch-Geografische typen) voorkomen binnen een gradiënt, zoals in de Mars en op de overgangen van de kronkelwaardgeulen naar -ruggen, kan het voorkomen dat een deel als te nat en een deel als te droog wordt gekarteerd. Als geheel hoeft dat niet per sé een knelpunt te zijn, omdat dit soort gradiënten juist de meest soortenrijke situaties kunnen opleveren. Het geeft wel aan in welke richting eventuele maatregelen genomen moeten worden om de realisatiekansen voor het doeltype te vergroten.

Naast de beoordeelde knelpunten vanuit de bodem en hydrologie (GVG, droogtestress, overstromingsfrequentie [OV] en zuurgraad [ZG]) kunnen ook andere knelpunten een rol spelen bij het voorkomen van de doeltypen. Waar relevant zijn deze knelpunten vermeld. Tabel 2 geeft een samenvattend overzicht van alle knelpunten.

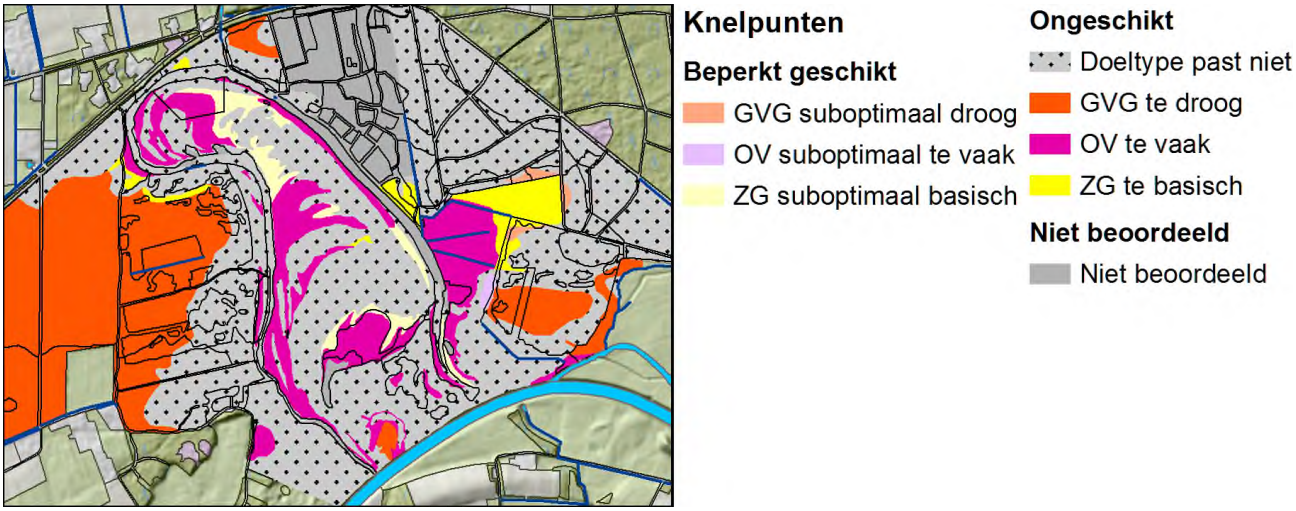
Tabel 2: Samenvatting van de belangrijkste knelpunten. Bij verbreiding is met 'Wel' en 'Niet' aangegeven waar een type wel of juist niet voorkomt in een deelgebied dat in principe wel geschikt kan zijn. Bij Knelpunten geven we aan wat dan de belangrijkste beperkingen zijn.

Doeltype	Verbreiding	Knelpunten
H3150	Wel: Open water oostelijke meander	Geen
H4010A	Wel: Klein oppervlak in Dennenhoek binnen een vlak waar stuifzandheide het passende doeltype is, in een laagte die niet is uitgekarteerd binnen dit onderzoek.	Onbekend in hoeverre aan de randvoorwaarden voldaan wordt, betreft gradiënt met drogere heidetypen. De kartering van bodem en grondwatertrappen is primair gericht op het voorkomen van grondwaterafhankelijke habitattypen. Dit vlakje viel daarbuiten.
	Niet: Rondom De Mars waar de realisatiekansen wel aanwezig zijn, komt dit type niet voor	Rondom De Mars is GVG suboptimaal te droog.
H6410	Wel: centraal in de kronkelwaard, wat afwijkende vorm vanwege begrazing. Betreft klein deel van het potentieel geschikte oppervlak.	In een gradiënt met aan de hoge kant iets te droge GVG en aan de lage kant iets te hoge inundatiefrequentie.
	Niet: De Mars waar het in gradiënt met dotterbloemhooiland voor kan komen	GVG is suboptimaal aan de droge kant
H7140AV	Wel: Twee kleine vlakjes in De Muts	Geen knelpunten waar het type voorkomt onder invloed van sterke kwel.
	Niet: Kronkelwaardgeulen	GLG of droogtestress suboptimaal te droog, daarnaast te weinig kwel en te voedselrijk door sediment
	Niet: De Mars	GLG of droogtestress suboptimaal te droog en te weinig kwel voor een constant hoge grondwaterstand
ND3.24e	Wel: Uitgebreid in De Muts	Geen knelpunten
ND3.30	Wel: Plekken binnen De Mars, westelijk deel	GVG suboptimaal aan de natte kant
	Niet: oostelijk deel De Mars	Zuurgraad suboptimaal te zuur omdat hier vooral laterale grondwaterstroming is
H91E0C	Wel: stroken langs de meander	In zuidoostelijk deel GVG suboptimaal aan de droge kant, Noordelijk en westelijk deel van de meander GVG suboptimaal aan de natte kant
	Niet: Hogere delen van de kronkelwaardgeulen en De Mars	GVG suboptimaal te droog, maar doeltype past daar ook niet bij het beheer (dus eigenlijk geen knelpunt)
	Niet: Lagere delen van de kronkelwaardgeulen en De Mars	Overstromingsfrequentie suboptimaal te hoog

2.5.2 H3150 Meren met krabbenscheer en fonteinkruiden

H3150 Meren met krabbenscheer en fonteinkruiden komt in het oostelijk deel van de meander over grote lengte voor, met een oppervlak van ca. 20.000 m^2 (2 ha). Het vegetatietype betreft SBB05B3b of DVN5Ba3 Associatie van Witte waterlelie en Gele plomp (o.b.v. kartering 2010, Inberg et al., 2011), zodoende is de kwaliteit als matig aangegeven. De laatste jaren komen binnen dit areaal verspreid velden Krabbenscheer voor (Krabbenscheer-associatie, 5Bb1), in omvang variërend van enkele tot enkele honderden vierkante meters (SNL-kartering 2017, Inberg et al, 2018; eigen waarnemingen zomer 2018). Deze associatie kwalificeert voor een goede kwaliteit. Er lijkt dus een positieve trend opgetreden sinds 2010.

2.5.3 H4010A Vochtige heiden (hogere zandgronden)

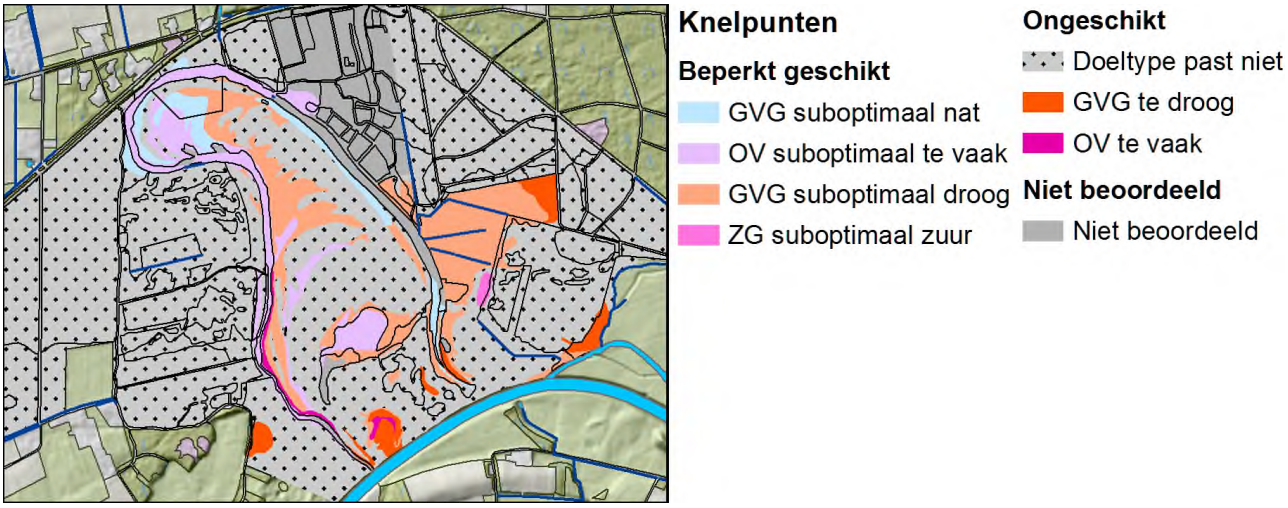


Figuur 2-14: Knelpunten voor H4010A Vochtige heiden (hogere zandgronden).

Slechts een zeer beperkt areaal is beperkt geschikt voor dit habitattype. De randvoorwaarden zijn nergens optimaal. Dat komt ook tot uiting in het werkelijk voorkomen ervan: alleen in een zeer klein deel in de Dennenhoek. Binnen het Vechtdal is dat ook wel logisch omdat het geen type is van het rivierengebied. Binnen de Hogere zandgronden past het beter.

- In grote delen van Dennenhoek en Calsum is de GVG veel te droog. Het is de vraag of dit een knelpunt is. Hier past droge heide of stuifzandheide beter en komt hier ook voor (Figuur 1-2);
- Daar staat tegenover dat in de laagste delen van de kronkelwaard en De Mars de overstromingsfrequentie te hoog is. Dit zijn dan ook geen logische groeiplaatsen voor vochtige heide;
- Mogelijk als gevolg van voormalig agrarisch gebruik, maar ook door kwel, is het grasland in De Mars te basisch voor vochtige heide. Omdat het daarmee wel geschikt is voor blauwgrasland of dotterbloemhooiland kan dit niet als een knelpunt beschouwd worden;
- In de stukken heide rondom het oostelijk deel van De Mars is de GVG suboptimaal aan de droge kant, maar is de realisatiekans wel aanwezig. Het is niet duidelijk waarom het type daar niet voorkomt, een ondiepere GVG zou hier positief zijn voor de realisatiekans;
- In delen van de kronkelwaard op de overgang van laag naar hoog is de pH ook aan de hoge kant (suboptimaal), maar zijn de realisatiekansen voor andere doeltypen hoger. Hier komt het habitattype dan ook niet voor;
- Het vlak in het grasland in de Vechtmaten (in het zuidoosten, zie Figuur 1-1) heeft een te hoge overstromingsfrequentie, maar zal ook ongeschikt zijn vanwege de te hoge voedselrijkdom.

2.5.4 H6410 Blauwgraslanden

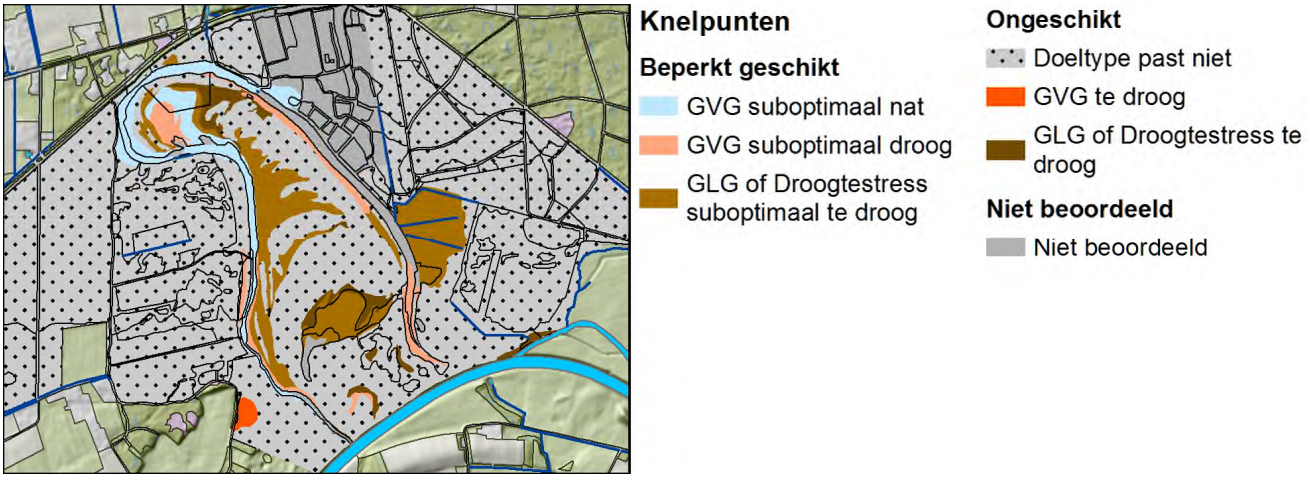


Figuur 2-15: Knelpunten voor H6410 Blauwgraslanden.

Voor Blauwgraslanden is de situatie nergens optimaal voor alle randvoorwaarden. Dat komt ook tot uiting in het actuele voorkomen (Figuur 2-8). Waar het type aangetroffen wordt is het overwegend matig ontwikkeld.

- De hogere delen van De Mars hebben een te diepe GVG waardoor deze graslanden ongeschikt zijn voor Blauwgraslanden en meer potentie hebben voor ontwikkeling van vochtige hei(schraalgrasland);
- De lagere delen van De Mars zijn wel deels geschikt, hoewel de GVG hier suboptimaal is. Dat geldt ook voor de wat lagere delen binnen de kronkelwaard;
- Daar staat tegenover dat de laagste delen van de kronkelwaard juist minder geschikt zijn, omdat de GVG suboptimaal aan de natte kant is, of de overstromingsfrequentie wat te hoog is;
- In een smalle strook langs de meander in de zuidwesthoek is de oeverzone zelfs ongeschikt vanwege te hoge overstromingsfrequentie;
- Bij de plas ten westen van Calsum is de zuurgraad suboptimaal om de pH aan de lage kant is.
- Los van de hydrologische beperkingen voor de ontwikkeling van Blauwgraslanden geldt dat het begrazingsbeheer (afgezien van De Mars) niet past bij dit hooilandtype. Daarom zal het binnen de begrazingseenheid niet optimaal tot ontwikkeling kunnen komen. Dit beschouwen wij niet als een echt knelpunt, omdat begrazing een logische beheeroptie is in de Koelanden;
- Het vlak in het grasland bij Arriën heeft een te diepe GVG, maar zal ook ongeschikt zijn vanwege de te hoge voedselrijkdom.

2.5.5 H7140AV Overgangs- en trilvenen (trilvenen)



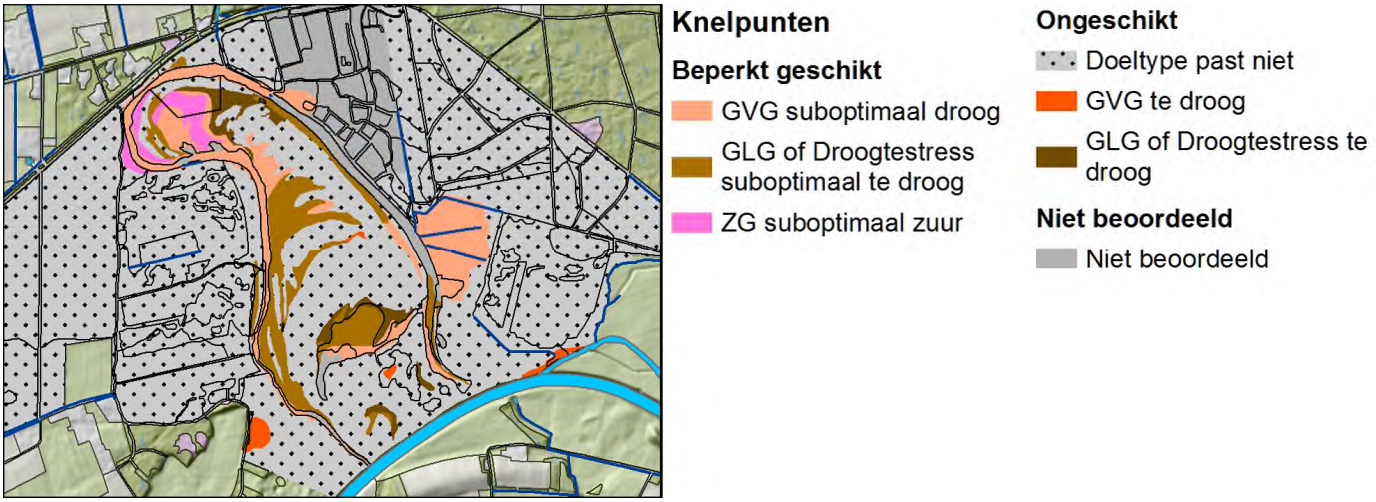
Figuur 2-16: Knelpunten H7140AV Overgangs- en trilvenen (trilvenen).

Dit habitattype is, in de beekdalvorm, aangetroffen in twee plekken in De Muts, binnen vlakken waar de GVG als suboptimaal is beoordeeld. Het gaat hier om de RG Snavelzegge-Wateraarbei, bestaande uit een dunne venige laag op zand, omgeven door Grote zeggen-vegetaties. Uit de volgende veldwaarnemingen leiden wij af dat binnen de kern van De Muts de GVG en GLG niet of nauwelijks beperkend is voor de instandhouding van H7140AV:

- Binnen de FG-eenheden waar H7140AV kan voorkomen zijn de meeste fysiotopen suboptimaal te droog voor GLG of droogtestress en in een deel van de Muts voor GVG. Eén van de gekarteerde vlakjes ligt in deze zone. Dat is opvallend omdat dit juist het natste deel van De Muts is. Deze afwijking moeten we beschouwen als een artefact van de methode omdat het GVG-bereik is bepaald voor alle vergelijkbare bodems en grondwatertrappen binnen het studiegebied. Waarschijnlijk is hier geen beperking van de GVG;
- In de rest van De Muts en in het verlandende deel van de meander lijkt de GVG juist suboptimaal te nat te zijn, ook in het tweede gekarteerde vlak van dit habitattype. Hoewel bij trilvenen inundatie voor kan komen, is de GVG hier aan de natte kant beoordeeld. Voor het habitattype geldt volgens de database Waternood Terrestrisch 3.0.4 een optimale GVG tussen 8 en -10 cm en suboptimaal aan de natte kant van -10 tot -20 cm. Nattere GVG's zijn ongeschikt. Ook volgens de database randvoorwaarden Natura 2000 habitattypen ligt de bovengrens bij – 20 cm. Voor RG Snavelzegge-Wateraarbei zijn geen aparte randvoorwaarden beschikbaar, maar voor RG Snavelzegge [Hoogveenslenken] en RG Holpijp geeft de Natura 2000 database wel een grotere overstromingstolerantie aan. Dat betekent dat voor deze vorm van trilvenen een GVG zoals hier aangetroffen minder beperkend is dan voor het habitattype als geheel;

Uit de interpretatie van de vegetatiegegevens blijkt dat vooral de voedselrijkdom een beperkende factor is voor de ontwikkeling van trilvenen. Deze voedselrijkdom hangt samen met het kleiig-venige substraat in deze overstromingszone (zie §2.2.2). Waterkwaliteitsanalyses geven aan dat interne eutrofiëring door aanvoer van sulfaathoudend kwelwater geen rol van betekenis speelt, aangezien het sulfaat niet tot in het fosfaatrijke substraat rijkt en er een overmaat aan ijzer in aanwezig is (§2.3.2).

2.5.6 **ND3.24e Zeggemoeras**

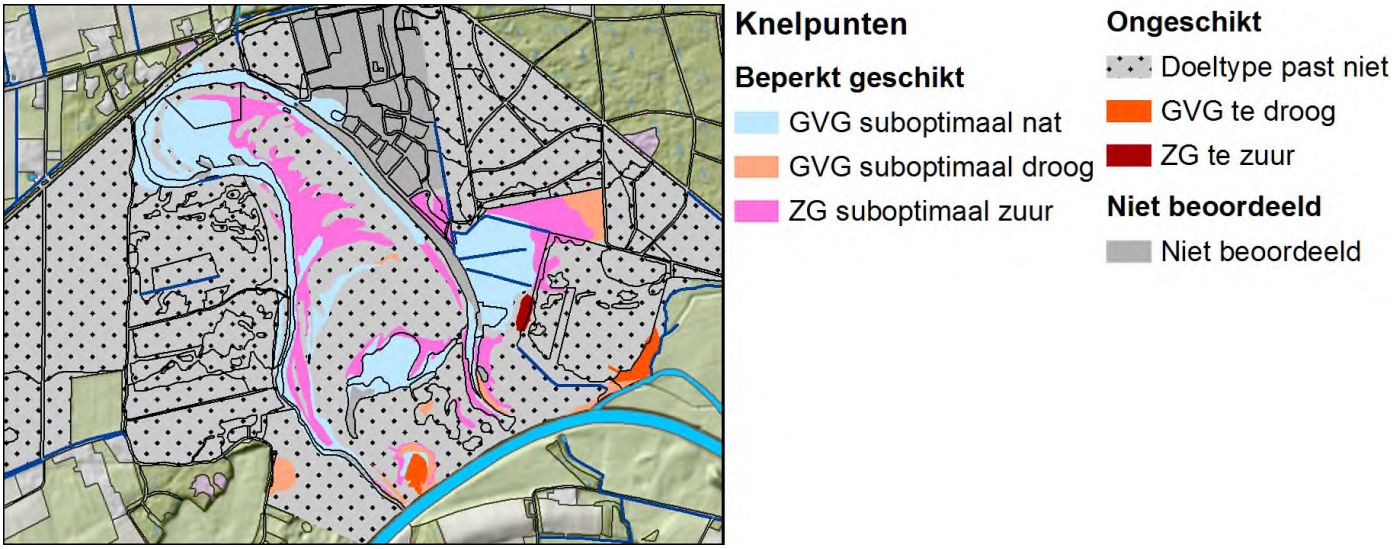


Figuur 2-17: Knelpunten ND3.24e Zeggemoeras.

Omdat Zeggemoeras geen habitattype betreft, is het niet aangegeven op de habitatkaart. Uit de beschrijving in § 2.4.1 blijkt dat het natte gedeelte van De Muts grotendeels bestaat uit soortenrijke vormen van dit doeltype, met in de gradiënten overgangen naar o.a. veldrusschraalland. Omdat deze randzone meestal een kleiige bovengrond heeft die gevoelig is voor vertrapping door het vee komen hier veel begroeiingen voor met pitrusdominantie.

- Voor het natuurdoeltype Zeggemoeras lijken vooral GVG en GLG of Droogtestress suboptimaal te zijn aan de droge kant. In de natte delen van De Muts is vooral de GVG wat te droog, in de kronkelwaardgeulen is dat GLG of droogtestress;
- Binnen De Muts zou een deel van het moeras ook suboptimaal te zuur te zijn, maar dat is waarschijnlijk een artefact van de gevolgde methode bij het vaststellen van de eigenschappen van de fysiotopen. Daarbij zijn pH-waarden uit een vergelijkbaar fysiotoop toegepast, gebaseerd op een boring in de buitenbocht van de meander. Door uitloging vanuit een vroegere veenbeek en weinig gebufferde lokale kwel komen hier lage pH-waarden voor. Binnen De Muts is dat niet terecht. Voor dit vlak geldt wel een lichte beperking voor de GVG;
- Het actueel voorkomen van Zeggemoeras binnen De Muts geeft aan dat de voedselrijkdom hier meer in overeenstemming is met de vereisten voor dit natuurdoeltype dan voor trilvenen.

2.5.7 ND3.30 Dotterbloemgrasland van beekdalen

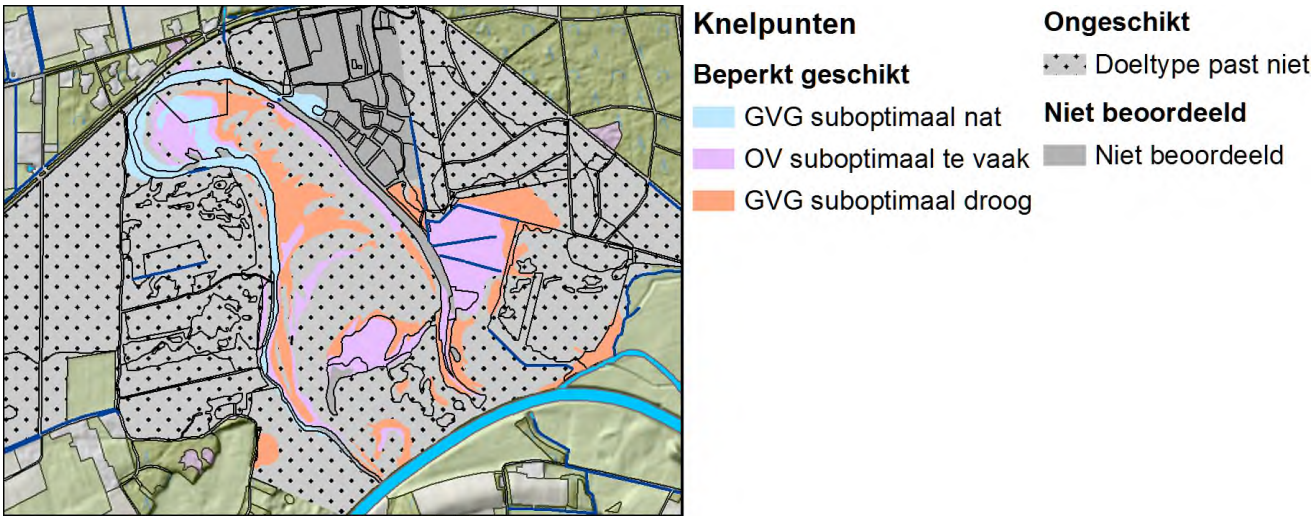


Figuur 2-18: Knelpunten ND3.30 Dotterbloemgrasland van beekdalen.

Ook dit doeltype is geen habitattype en is niet gekarteerd. Als hooiland is het vooral passend voor De Mars waar het lokaal al voorkomt. Hoewel in grote delen van De Mars en de lagere delen van de kronkelwaard Dotterbloemgrasland het meest waarschijnlijke doeltype is, zijn de omstandigheden nergens optimaal. De beperkingen hangen sterk samen met de hoogteligging en kunnen daarmee ook een gradiënt vertegenwoordigen.

- In het middendeel van De Mars en de lagere delen van de kronkelwaard is de zuurgraad suboptimaal aan de zure kant. In deze zones komt minder kwel voor, eerder een laterale toestroming van ondiep grondwater;
- Wat lager op de gradiënt is juist een wat te natte GVG de beperkende factor;
- Hoger op de gradiënt is de GVG (suboptimaal) te droog;
- Net als voor Blauwgrasland geldt dat Dotterbloemgrasland een hooilandtype is en daarom beter tot ontwikkeling kan komen in de hooilanden van De Mars, dan in het begraasde deel van Junner Koeland.

2.5.8 H91E0C Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen)



Figuur 2-19: Knelpunten H91E0C Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen).

Het actuele voorkomen van dit habitattype valt binnen het hiervoor geschikte areaal (Figuur 2-8 en Figuur 2-13). Alle fysiotopen waarbinnen H91E0C voor kan komen zijn in meer of mindere mate geschikt, hoewel overal wel een factor is die als suboptimaal beoordeeld moet worden.

- De wat hogere delen van de geschikte fysiotopen hebben een suboptimaal te droge GVG;
- In de natste delen van De Muts en het noordelijk deel van de meander lijkt de GVG juist wat te nat te zijn;
- De tussenliggende delen lijken wat te vaak geïnundeerd te raken;
- Samen vertegenwoordigen deze groeiplaatsen een gradiënt, zodat geen sprake is van een eenduidig knelpunt.

2.5.9 Overzicht en oorzaken knelpunten

De knelpunten voor de aanwezige habitattypen en natuurdoeltypen zijn in Tabel 2 samengevat.

In algemene zin kunnen de volgende knelpunten genoemd worden ten aanzien van de grondwaterafhankelijke doeltypen:

- Binnen de fysiotopen (de Fysisch-Geografische typen, nader onderverdeeld naar grondwaterstandsverloop en inundatiefrequentie) wordt niet voldaan aan de abiotische randvoorwaarden:
    - Afhankelijk van de doeltypen kunnen fysiotopen te nat of te droog zijn, te vaak of juist niet vaak genoeg inunderen;
    - Te droge fysiotopen komen vaker voor in de invloedsfeer van de Vecht (tot een paar honderd meter afstand) en minder vaak in De Muts en langs de meander. Ook is dat het geval in de kronkelwaard tussen de meander en Calsum en het zuidelijk deel van het Junner Koeland. Bij een vergelijkbare maaiveldhoogte (ca. 5,1 m NAP) als in De Mars worden veel diepere grondwaterstanden gevonden met grondwatertrap VI in plaats van Ia in De Mars;
    - Ook elders, zoals in het middendeel van De Mars en de kronkelwaardgeulen, kunnen te droge of te zure fysiotopen voorkomen door onvoldoende kwel. Infiltratie van neerslagwater op de hogere delen is beperkt door de aanwezigheid van naaldbos op de Hogere zandgronden en een deel van de wel aanwezige kwel door het lage Vechtpeil wordt afgebogen naar De Vecht en de diep ingesneden Wolfsvelder Waterleiding;
    - De drainerende werking van de meander lijkt beperkt effect te hebben door de hoge horizontale weerstand van de kronkelwaardafzettingen. De lage gronden grenzend aan de meander zijn nat, maar bij een hoger

meanderpeil zouden de kronkelwaardgeulen ook natter kunnen zijn. Verdere insnijding van het laatste paar honderd meter zou wel voorkomen moeten worden;

- Te frequente inundatie is vooral een beperking voor H4010A 'Vochtige heiden (hogere zandgronden)' en in mindere mate voor H91E0C 'Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen)'. Omdat inundaties bij het riviersysteem horen en ook van groot belang zijn voor de stroomdalgraslanden is het de vraag of hier van een knelpunt gesproken moet worden. Een eutrofiërende werking van inundatiewater wordt hooguit in het stroomafwaartse deel van de meander, dicht bij de uitstroom gevonden. Verderop in het Junner Koeland is daar geen sprake van;
- Voor H7140AV 'Overgangs- en trilvenen (trilvenen)' is het zeggemoeras in De Muts en de meander te voedselrijk als gevolg van kleiafzetting bij inundaties. Dit betekent dat de uitbreidingsmogelijkheden beperkt zijn. Aangezien kleiafzetting door inundatie bij het riviersysteem hoort is hier het zeggemoeras een logischer doeltype.
  Waar H7140AV actueel voorkomt, is de kwel waarschijnlijk sterk genoeg om dit eutrofiërende effect van kleiafzetting bij inundaties teniet te doen. Zolang het oppervlaktewater uit het landbouwgebied niet via de aanvoersloot in het Junner Koeland terecht komt is er van onnatuurlijke eutrofiëring geen sprake. Voor (interne) eutrofiëring onder invloed van kwel vanuit Arriër Vlier is in de huidige situatie geen aanwijzing.
- Het grasland bij de Vechtmaten is te fosfaatrijk voor een aantal voedselarme doeltypen. Het fosfaat wordt wel sterk gebonden aan de ijzerrijke bovengrond maar door het begrazingsbeheer wordt er nauwelijks fosfaat afgevoerd. Als schralere vegetaties hier het doel zouden zijn ligt een verschralingsbeheer of uitmijnen meer voor de hand. Voor een schraalgrasland zal dat in dit geval al snel enkele decennia duren.

- Het beheer past niet bij het doeltype:
  - Blauwgrasland of dotterbloemhooiland zijn hooilandtypen en zullen in een begrazingsgebied nooit optimaal tot ontwikkeling komen. De keuze tussen begrazing of hooien wordt echter ook door ander overwegingen bepaald, zoals behoud en uitbreiding van stroomdalgrasland. Consequentie is dan dat in de kronkelwaardgeulen eerder een pitrus vegetatie tot ontwikkeling zal komen door vertrapping. Hooilandtypen kunnen dan beter buiten de begrazingseenheid (in De Mars) worden nagestreefd door een zorgvuldig hooilandbeheer;
  - Vooral op de drogere fysiotopen komt veel bos voor op plekken waar ook waardevolle doeltypen van korte vegetaties (Droge heide, Stuifzandheide) of Jeneverbestruweel zouden kunnen voorkomen;
  - In de lagere delen van Junner Koeland zijn binnen de begrazingseenheid ook veel plekken geschikt voor Vochtige alluviale bossen. Deze komen als gevolg van de begrazing hier niet tot ontwikkeling. Omdat begrazing bij voorkeur op een grotere oppervlakte wordt toegepast, met zo min mogelijk rasters, ligt het niet erg voor de hand hier bosontwikkeling na te streven.

3 Synthese en adviezen

3.1 Deelsystemen

Binnen Junner Koeland s.l. onderscheiden we de volgende deelsystemen op basis van fysisch geografische serie en ecohydrologische positie.

3.1.1 Hogere zandgronden

De hogere zandgronden bestaan uit de dekzandruggen en stuifduinen ten oosten, noorden en westen van de meander (Calsum, bossen bij Libra en De Dennenhoek). Ook het landbouwgebied Arriër Vlier, ten noorden van Junner Koeland hoort bij de hogere zandgronden. Het zijn overwegend haarpodzolgronden en duinvaaggronden en in het westelijk deel van De Dennenhoek ook veldpodzolgronden, het betreft overwegend droge gronden met een GHG van meer dan 80 cm-mv. In het zuidelijk deel van de bossen bij Libra (op de overgang naar De Mars) komen ook vochtiger gronden voor met een GHG tot 40 cm-mv. Hydrologisch gezien zijn dit regenwater-infiltratiegebieden, het uit deze gebieden afkomstige grondwater stroomt af naar de omliggende lagere delen of het ontwateringsysteem. Van nature betreft het daardoor droge, voedselarme en (matig) zure standplaatsen. Aan de oost- en westzijde van Junner Koeland bestaat zo'n 70 tot 90% van het infiltratiegebied uit (naald)bos, ten noorden is dat ca 50%. Waar bos voorkomt (met name naaldbos) is de verdamping aanzienlijk hoger dan binnen de heiden en jeneverbesstruwelen, wat tot gevolg heeft dat minder water infiltreert en er dus ook minder kwel naar de lage delen in het landschap stroomt.

3.1.2 De Mars

De laagte De Mars was tot 1980 in agrarisch gebruik en is daarna aan het reservaat toegevoegd en in hooilandbeheer genomen. De Mars is een riviervlakte met een overgang van gooreerdgronden naar bruine beekeerdgronden, die in het lage westelijke deel een kleidek en ijzerrijke bovengrond hebben. De Mars wordt omgeven door de hogere zandgronden van Libra en Calsum. In de Mars ligt nog een aantal sloten en greppels, die deels afgedamd zijn, maar nog altijd water intern kunnen herverdelen. In natte perioden, zoals voorjaar 2018, zijn grote delen van De Mars zo nat, dat water over maaiveld afstroomt.

3.1.3 Kronkelwaardlaagten binnen de meander

Binnen de kronkelwaard liggen voormalige stroomgeulen, die van zuidoost naar noordwest in ouderdom afnemen. Het grootste deel van deze laagtes heeft een beekeerdgrond met een dun kleidek. Uit de bodemkartering en andere veldwaarnemingen blijkt dat in deze laagten kwel optreedt. In de lage delen gaat het om basenrijke kwel, tot in de wortelzone of met een minder of meer dikke regenwaterlens. De kwel heeft deels een lokale oorsprong vanuit de ruggen, basenrijke kwel zal vanaf de hogere zandgronden komen, mogelijk met een regionale component door de keileem en is aangerijkt door de kalkrijke afzettingen van de formatie van Kreftenheije. In de oudste geul (zuidwestzijde) en in de Muts komen ook veengronden voor, deels met kleidek. Op hogere delen zijn zwakzure en nauwelijks gebufferde infiltratieprofielen aangetroffen.

In de Muts is de kwelflux het grootst en het meest basenrijk. Het gebied is zeer nat met actieve veenvorming in Grote zeggenmoeras, Holpijp-vegetaties en de RG Snavelzegge (H7140A trilveen). Langs de meander vinden wij een voedselrijke standplaats met o.a. Grote lisdodde. Langs het bovenstroomse deel van de meander gaat het o.a. om Elzenbroekbos en Bosbiesgemeenschappen. In de kronkelwaardgeulen ten zuiden van de Muts is ook kwel aanwezig, maar deze is minder sterk en minder basenrijk. Deze laagtes zijn over het algemeen ook minder nat. Naar het zuiden toe wordt de kronkelwaard steeds sterker gedraineerd door de Vecht en de meander aan de westkant.

In de meeste laagten komt een kleidek of kleiig veen voor als gevolg van sedimentatie bij inundaties van de Vecht. Hierdoor zijn de standplaatsen van nature wat voedselrijker dan de zandige kronkelwaardruggen. Binnen de Muts draagt dat samen met de sterke kwel bij aan de vorming van het zeggenmoeras, in andere laagten met minder kwel komen veel door pitrus gedomineerde begroeiingen voor als gevolg van vertrapping van de natte kleibovengrond. Met het inundatiewater worden ook nutriënten aangevoerd, maar dit blijkt geen grote invloed te hebben op de nutriënten voorraden in de bodem. Fosfaat wordt in de ijzerrijke bodems sterk gebonden en de beschikbaarheid is daardoor laag.

3.1.4 De meander en oevers

De meander maakt deel uit van de hoog-laag gradiënten van de omliggende terrestrische ecosystemen, maar vertoont ook een gradiënt in lengterichting. Stroomafwaarts van de vroegere dam is de meander grotendeels verland (V0 vlietveengrond) tot zo'n 150 m vanaf de westelijke uit- en instroomopening. De meander wordt gevoed door kwel vanuit de kronkelwaard en de hogere zandgronden buiten Junner Koeland en door oppervlakkig afstromend water uit De Mars en de kronkelwaardlaagten. Tijdens hoogwatergolven op de Vecht stroomt Vechtwater via de westelijke opening de meander in.

Het grootste deel van het voedingsgebied bestaat uit natuur en is voor een groot deel begroeid met (naald)bos (zie §3.1.1).In het noorden van de meander en Junner Koeland treedt kwel op van grondwater dat is geïnfiltreerd in het landbouwgebied Arriër Vlier. Dit water is relatief rijk aan Na en Cl en de invloed is herkenbaar aan hogere gehalten in zowel de meander, als in de grondwaterkwaliteit in het noordelijk deel. Volgens opgave van Waterschap Vechtstromen treedt er geen oppervlakkige instroom vanuit de aanvoersloot op. Uit de eenmalige bemonstering van de meander komen geen verhoogde gehalten NO_3 of o-PO_4 naar voren. NO_3 wordt tijdens de bodempassage door denitrificatie omgezet in stikstofgas. Fosfaat is in grondwater nauwelijks mobiel, zeker in ijzerrijke omgeving. Er zijn ook geen aanwijzingen voor interne eutrofiëring (zie §6.3.3).

Hoewel de verlandingsvegetatie van hoog opgaande helofyten in het noordelijk deel van de meander een voedselrijke indruk maakt, is de indicatie voor voedselrijkdom hier niet wezenlijk anders dan in het bovenstroomse deel. Benedenstrooms van De Muts wijst de vegetatie wel op voedselrijkere omstandigheden. Bodemmonsters en slibmonsters wijzen niet op een sterke invloed van inundatiewater.

De eenmalige bemonstering (OW1/JK9opp) geeft juist het beeld dat het meanderwater in dit deel ionenarmer is, dan stroomopwaarts. In de bemonsteringsperiode was er echter geen instroom van Vechtwater en bestond het water in de meander geheel uit afstromend water uit bovenstroomse delen. Dat de ionengehalten lager waren dan bovenstrooms moet waarschijnlijk worden verklaard uit verdunning met kwelwater vanuit de Dennenhoek. Ter hoogte van De Muts blijkt het om zuur, ionenarm grondwater te gaan. Het Elzenbroek op de buitenoever heeft hier een zuurminnende ondergroei.

In het open oostelijke deel van de meander heeft Krabbenscheer zich de laatste jaren uitgebreid, wat betekent dat de kwaliteit van H3150 Meren met krabbenscheer en fonteinkruiden verbeterd is (staat nog als matig op de habitattypenkaart). Van de andere delen zijn geen duidelijke veranderingen gedocumenteerd. De Alluviale bossen (H91E0c) en Ruigten en zomen – moerasspiraea (H6430A) langs het zuidwestelijke deel van de meander hebben een matige kwaliteit. In dit deel komen veel eutrafente soorten, zoals Grote brandnetel en Liesgras, in de vegetatie voor. Dit is het deel van de meander, waar mogelijk invloed van instromend Vechtwater een rol kan spelen. Overigens komen langs de oevers van het grootste deel van de meander kwelindicatoren voor. Bosbies en Holpijp komen tot aan het benedenstroomse deel voor, Snavelzegge is gekarteerd vanaf halverwege Dennenhoek en Grote boterbloem langs de oevers van het open water aan oostzijde (Inberg et al., 2018). In het westelijk deel van de meander komt tussen een vaak hoog opgaande vegetatie ook veel Kleine watereppe voor. De gradiënten van droog voedselarm via nat-matig voedselrijk naar nat-voedselrijk zijn vaak erg kort, waardoor deze soortenrijke situaties buiten de resolutie van de vegetatiekarteringen zijn gevallen.

Binnen de meander treden peilverschillen op tot 2 meter tussen het bovenstroomse deel en de uitstroomopening naar de Vecht. In het noordelijk deel, vanaf de voormalige dam tot voorbij de Muts is het verhang beperkt door de natuurlijke ruwheid van de vegetatie en is sprake van een doorstroommoeras. In de laatste 30% van de meander, stroomafwaarts van de Muts, in de richting van de Vecht vertoont de meander het sterkste verhang. Hier is de meander ook dieper ingesneden door het lage peil van de Vecht. Een drempel in de uitstroomopening voorkomt verdere insnijding.

3.1.5 Kronkelwaard tussen Calsum en meander

Ten zuiden van De Mars ligt tussen Calsum, de Vecht en de meander een kronkelwaard. Deze bestaat grotendeels uit rivierduin (RiZD) en oeverwal (RiZW), maar er ligt, direct tegen de hogere zandgronden van Calsum aan ook een voormalige stroomgeul (RiZN). Deze laagte heeft een Gt VIo terwijl de maaiveldhoogte hier vergelijkbaar is met De Mars waar veel hogere grondwaterstanden voorkomen. Dit is toe te schrijven aan de drainerende werking van de nabijgelegen Vecht. Er zijn geen grondwaterafhankelijke vegetatietypen aangetroffen.

Langs de oostkant van Calsum (deels op de grens van het Natura 2000-gebied) ligt een restgeul van de middeleeuwse Vecht. Oostelijk hiervan liggen de afgegraven gronden noordelijk van de nevengeul. Hier doorheen stroomt de Wolfsvelder waterleiding, die vanaf de noordrand van Calsum tot aan de nevengeul diep insnijdt in dit perceel.

In het noorden ligt een buitenbocht van de oude stroomgeul ingesneden in de hogere zandgronden van Calsum. Volgens de habitatkaart komt hier een klein oppervlak H6410 Blauwgraslanden (van matige kwaliteit) voor. Het zou gaan om de RG Blauwe zegge en Blauwe knoop. Dit type is echter bij veldbezoeken in 2017 en 2018 niet aangetroffen. Blauwe zegge komt er niet voor, Blauwe knoop wel, maar deze soort kan ook op drogere schrale standplaatsen groeien. Plaatselijk komt vrij veel Borstelgras voor, dit deel heeft een heischraal karakter. Wat hoger, tegen de rand van de hogere zandgronden is wel een vlek Veldrus aangetroffen, samen met Pijpenstrootje, grotendeels overwoekerd door Braam. Bij de bodemkartering werd een vlakvaaggrond met Gt VIo en een zuur infiltratieprofiel vastgesteld. Het grondwater op 1,5-2,5 m diepte bleek zeer ionenarm (90 µS/cm) en nauwelijks gebufferd (hardheid 0,2 mmol/l). In het profiel over deze locatie is te zien, dat op de rivierafzettingen een laag stuifzand is afgezet. In de ondiepe ondergrond ligt wel een laag Vecht-klei en aansluitend moerige laag. Waarschijnlijk verklaart afstroming van zeer lokaal grondwater over deze laag het voorkomen van Veldrus. De Wolfsvelder waterleiding draineert deze laagte tijdens (natte) winterperioden. Gezien de kwaliteit van het ondiepe grondwater zal het gaan om ionenarm, nauwelijks gebufferd grondwater. Op deze locatie lijken mogelijkheden te bestaan voor basenarme, lokale-kwel gevoede vegetatietypen, zoals vochtige heiden of heischrale graslanden, met soorten als Veldrus en Gevlekte orchis.



Figuur 3-1 Elzenbos met brandnetel bij boring 3025 (Foto Bas van Delft)

Dichter naar de nevengeul en Vecht toe ligt in de restgeul een ronde laagte met Elzenbos met dominantie van Grote brandnetel (H91E0c, matig ontwikkeld). De bodem is hier gekarteerd als beekeerdgrond met een kleidek. De dominantie van brandnetels hangt waarschijnlijk samen met periodieke instroom van Vechtwater, waarbij voedselrijk slib achterblijft, in combinatie met dieper wegzakkende grondwaterstanden onder invloed van drainage van de Vecht.

3.1.6 Vechtmaten (graslanden ten zuidwesten van meander)

De Vechtmaten bestaat uit grasland op rivierdal (RiZN) en rivierduin (RiZD), westelijk van de meander en zuidelijk van de hogere zandgronden van Dennenhoek. De bodem bestaat overwegend uit duinvaaggronden (Gt VIIId) en vorstvaaggronden (GtVIIo en bij de Vecht Gt VIId); aan de noordwestzijde ligt een lager deel met poldervaaggrond (zware zavel) en Gt Vbo. De huidige vegetatie wijst op een bijpassende voedselrijke standplaats. Hier is door voormalig agrarisch gebruik de fosfaatbeschikbaarheid ook veel hoger dan elders in het gebied. Door de nabijheid van de Vecht is de grondwaterstand hier diep. Er zijn dan ook geen grondwaterafhankelijke vegetatietypen aangetroffen. Op het rivierduin is plaatselijk wel H2330 zandverstuivingen gekarteerd (Figuur 1-2). Van actieve verstuiving is echter geen sprake.



Figuur 3-2: Voedselrijk grasland in de Vechtmaten (Foto Bas van Delft).

3.2 Onderzoeksmaatregelen

3.2.1 M41 Invloed aanvoersloot op het trilveen m.b.t. ontwatering en instroom nutriëntenrijk water

De aanvoersloot kan via twee mechanismen de omstandigheden voor de ontwikkeling van trilveen negatief beïnvloeden, namelijk door:

(1) Afvangen van grondwater dat anders naar het Junner Koeland zou stromen (afname kwel);
(2) Aanvoer van nutriëntenrijk oppervlakte water door overstort over stuw Meijer.

Op basis van de LESA concluderen wij het volgende:

(1) De aanvoersloot vangt in de winter een beperkte hoeveelheid kwel af, maar zorgt in de zomer voor extra kwel.

- De aanvoersloot doorsnijdt de dekzandrug aan de noordzijde van het landbouwgebied. Hierdoor wordt grondwater afgevangen dat anders naar het Junner Koeland of de Vecht af zou stromen. Door de beperkte dikte van het freatische pakket en de aanwezigheid van oppervlaktewater werken waterhuishoudkundige ingrepen echter maar tot enkele honderden meters afstand door. Daarnaast is de verwachting dat de dekzandrug in sterkere mate gedraineerd wordt door het dichte drainagenetwerk van sloten en buisdrainage in de omliggende landbouwgebieden. Zolang deze drainage in stand blijft, zal het verdrogend effect van de aanvoersloot relatief beperkt zijn en zal opstuwen of verontdiepen van de aanvoersloot weinig effectief zijn. Metingen om dit expert oordeel te verifiëren zijn echter niet beschikbaar. Geadviseerd wordt om de rol van de dekzandrug in de regionale waterhuishouding, en de invloed van de flankerende drainagemiddelen daarop, beter in beeld te brengen om tot besluitvorming over vernatting aldaar over te kunnen gaan.
- De doorsnijding van de dekzandrug ten zuiden van de Coevorderweg zal leiden tot lokale grondwaterstandsverlaging in deze dekzandrug en daarmee mogelijk –en zeer lokaal- tot enige afname van de grondwateraanvoer naar de meander. Hoewel het effect beperkt zal zijn, kan dit eenvoudig teniet worden gedaan door deze leiding te dempen. De leiding heeft immers geen doorvoerfunctie meer (zie volgende bullet). Het dempen van dit stukje leiding is daarmee een no regret maatregel vanuit natuurperspectief.
- Behalve verdroging levert de wateraanvoer ook een bijdrage aan de grondwateraanvulling in Arriër Vlier tijdens het zomerseizoen. Door het hogere peil ten opzichte van de waterstand in de meander en De Muts zal het geïnfiltreerde oppervlaktewater als kwel deze gebieden voeden. Mede dankzij de wateraanvoer kan in het landbouwgebied in droge perioden een hoger peil gehandhaafd worden en zakken grondwaterstanden er minder diep weg. Daardoor zal de

kweldruk vanuit dit gebied naar het Junner Koeland in de zomer groter zijn dan zonder aanvoer. Grondwaterkwaliteitsgegevens wijzen er ook op dat vanuit het Arriër Vlier grondwater toestroomt naar het noordelijk deel van het Junner Koeland. Deze invloed blijkt uit verhoogde gehalten Na en Cl. We vinden in het noorden van de meander ook wat hogere Na en Cl-gehalten dan stroomopwaarts en stroomafwaarts. Interne eutrofiëring door hoge sulfaatconcentraties in dit water komt niet voor, ook omdat de fosfaatverzadiging van de bovengronden zeer laag is. Op termijn kan de kwaliteit van dit kwelwater wel een probleem worden als sulfaatreductie onderin het veenpakket zal leiden tot aantasting van het veen. Huidige monitoring is niet ingericht om dit proces te detecteren. Daarom adviseren wij om de ontwikkeling van de grondwaterkwaliteit op verschillende diepten te monitoren, met als doel om het eventuele omhoogtrekken van het sulfaatfront tijdig te signaleren en de consequenties inzichtelijk te kunnen maken.

(2) De aanvoer van nutriëntenrijk oppervlaktewater is niet uit te sluiten en kan eenvoudig voorkomen worden.

- Volgens opgaaf van het Waterschap (Robert Broekhuis, 2018, en mails juni 2018) stroomt er sinds 2015 geen water (meer) vanuit de aanvoersloot over de stuw Meijer naar de meander van Junner Koeland. Voor het oppervlaktewaterbeheer in het landbouwgebied ten noorden van de Coevorderweg is dat ook niet nodig, aangezien wateroverschotten in westelijke richting worden afgevoerd. Uitgaande van een stuwpeil van 6,00 m+NAP en de peilregistraties is het echter niet uit te sluiten dat toch afvoer over de stuw optreedt. Door de hoge concentraties aan meststoffen en slib zal dit een negatief effect hebben op de realisatie van de Natura 2000-doelen. Door deze stuw te blokkeren is dit risico weg te nemen.

3.2.2 M9a Herstel hydrologie, invloed ontwatering in het Vechtdal en op flanken

Vecht

Het lage peil in de Vecht vormt de drainagebasis voor het gebied. Uitstraling daarvan is sterk afhankelijk van profielopbouw in de oeverlanden. De doorlatendheid van de gelaagde kronkelwaardafzettingen is namelijk veel lager dan de meer homogene afzettingen van de hogere zandgronden. Dit komt ook tot uiting in grote (grondwater) peilverschillen van noord naar zuid en van oost naar west binnen de kronkelwaard. De eerste paar honderd meter vanaf de Vecht zijn sterk verdroogd (zie Figuur 2-8 en Figuren 2-13 tm 2-18). De precieze effecten zijn afhankelijk van de bodemopbouw en reiken binnen de kronkelwaardafzettingen minder ver dan in de hogere zandgronden.

Meander

Binnen de meander komen grote verschillen in oppervlaktewaterstand voor, namelijk 2 m van begin tot eind, waarvan het grootste verhang optreedt in het deel benedenstrooms van de Muts. De drainerende werking van de meander speelt daarmee vooral in dit laatste deel. Hier is interne sturing door bodemophoging/verlanding mogelijk tot 4 m + NAP bij de uitstroomopening.

De meander voert continue water af en draineert daarmee de kronkelwaardlaagten. Ook hier is de drainerende invloed sterk afhankelijk van de bodemopbouw in de aanliggende gronden die binnen de kronkelwaard sterk kan verschillen. Vanwege de beperkte doorlatendheid kunnen in laagtes, die door een drempel zijn afgesloten en geen vrije afstroom over maaiveld naar de meander hebben, tijdelijke of permanente plassen ontstaan. Zo komen in de middeleeuwse stroomgeul in het zuiden van de kronkelwaard plassen voor met een veel hoger peil dan de meander. Deze plassen ontstaan onder invloed van neerslag of toestromend grondwater van hoger gelegen kronkelwaardgronden.

Nevengeul

De Nevengeul is diep ingesneden en versterkt de drainerende invloed van de Vecht op de nabijgelegen laagte met H91E0C aan de zuidoostkant van Calsum en heeft de diepe insnijding van de Wolfsvelder Waterleiding veroorzaakt.

Wolsvelder Waterleiding

Door de diepe insnijding in de laatste honderden meters draineert deze de geulrest aan noordoostzijde van Calsum. Kwelverschijnselen wijzen op het afvangen van kwelwater. Door terugschrijdende erosie wordt deze verdrogende invloed groter.

Sloten en greppels De Mars

Een deel van de sloten en greppels in De Mars is inmiddels afgedamd. Het restant wordt ten behoeve van het maaibeheer in stand gehouden en voert een deel van het jaar water af naar de meander. Daarmee dragen ze bij aan de drainage van de hooilanden aldaar.

Landbouwgebied Arriër Vlier

De landbouwkundige ontwatering in Arriër vlier vermindert in de winter de kwelflux naar de meander en de Muts. Daar staat tegenover dat wateraanvoer in de zomer de kwelflux versterkt (zie § 3.2.1).

Bossen op de hogere zandgronden

De hogere zandgronden ten oosten en westen van Junner Koeland zijn voor 70 tot 90% begroeid met bos, voornamelijk naaldbos. Ten noorden van het gebied is dat zo'n 50%. Omdat bos veel meer water verdampt dan heide of jeneverbesstruweel heeft dit een negatief effect op de infiltratie van neerslagwater en op de kwel naar de lagere delen in Junner Koeland en De Mars.

4 Herstelmaatregelen

4.1 Inleiding

De ecohydrologische systeemanalyse heeft nieuwe inzichten in de waterhuishoudkundige toestand en knelpunten opgeleverd. Op basis daarvan zijn herstelmaatregelen geselecteerd voor het realiseren van de doelen voor behoud van kwaliteit en oppervlak (korte termijn) en om verbetering van kwaliteit of uitbreiding van grondwaterafhankelijke habitattypen (lange termijn) te kunnen realiseren (zie Figuur 4-1).

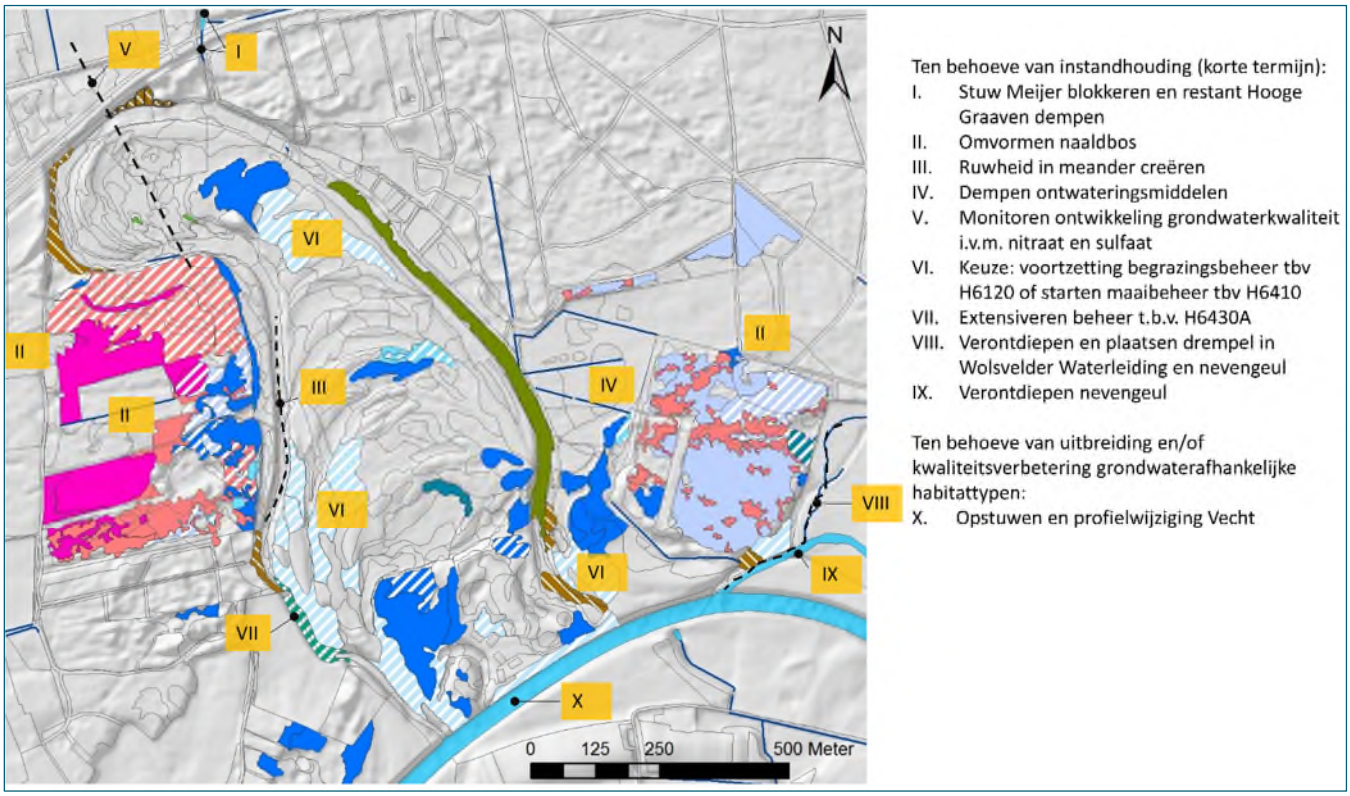
De huidig beschikbare informatie die wij hebben verzameld of opgehaald biedt geen kwantitatief inzicht in de effecten van deze maatregelen. Hierdoor kunnen een aantal individuele maatregelen onderling uitwisselbaar zijn om toch een vergelijkbaar effect te realiseren. Dit geldt voor het omvormen van naaldbos, ruwheid in de meander creëren, dempen van ontwateringsmiddelen en verontdiepen van de Wolfsvelder Waterleiding en eventueel de nevengeul. Geadviseerd wordt om de effecten van de maatregelen te monitoren, en op basis daarvan te besluiten of opschaling van maatregelen noodzakelijk is.

Het opstuwen en profiel wijzigen van de Vecht zien wij als een maatregel voor de langere termijn, omdat (1) alleen een grote peilverhoging (meerdere decimeters) tot de gewenste vernatting zal leiden, (2) hierdoor nadelige gevolgen, zoals ongewenste vernatting en overstroming op actueel aanwezige habitattypen in het Junner Koeland, niet goed zijn te overzien, en (3) veel vooruitgang met minder ingrijpende, lokale maatregelen kan worden geboekt.

De overige maatregelen (stuw Meijer blokkeren, monitoring van de eventuele eutrofiërende invloed van toestromend grondwater uit het agrarisch gebied Arriër Vlier, keuze beheer en extensiveren beheer) zijn niet uitwisselbaar en hebben per definitie een positief effect op de instandhoudingsdoelen. Deze “geen spijt”-maatregelen kunnen daarom op korte termijn in gang gezet te worden.

In dit hoofdstuk worden de geselecteerde maatregelen uitgewerkt. Achtereenvolgens komen aan de orde

- Maatregelen voor de Natura 2000-behoudsopgave 1e beheerplanperiode;
- Maatregelen voor de (langere termijn) instandhoudingsdoelen Natura 2000 (zie paragraaf 1.2);
- Maatregelen voor andere waardevolle (grond)waterafhankelijke vegetatietypen, die niet binnen Natura 2000-doelstellingen vallen, maar wel onder de Provinciale natuurdoelen.



Figuur 4-1: Maatregelenkaart voor het realiseren van Natura 2000-doelen en Provinciale natuurdoelen op de korte en lange termijn.

4.2 Behoud oppervlakte en kwaliteit 1e beheerplanperiode

4.2.1 H3150 Meren met Krabbescheer en Fonteinkruid

De kwaliteit van H3150 is de afgelopen jaren verbeterd en er is geen overschrijding van Kritische Depositie Waarden (KDW). De stabiel hoge waterstanden, goede buffering en niet al te hoge voedselrijkdom van het oppervlaktewater zijn geschikt voor dit habitattype. Conditionerend hiervoor is de aanvoer van grondwater vanuit het oostelijk gelegen natuurgebied en delen van de kronkelwaard en de drempelwerking ter hoogte van de voormalige dam. Er zijn dus geen actuele knelpunten voor het realiseren van de instandhoudingsdoelstellingen voor H3150. Wel is de instroom van nutriënten- en slibrijk oppervlaktewater uit de aanvoersloot een aandachtspunt en dient in verband met vermesting voorkomen te worden. Hiervoor is blokkade van de stuw Meijer noodzakelijk.

4.2.2 H4010A Vochtige heiden (hogere zandgronden)

H4010A komt in een lokale laagte (130 m^2) op Dennenhoek voor en heeft daar een goede kwaliteit. De KDW wordt overschreden. Dit is een risico voor het voortbestaan op deze locatie. Volgens de knelpuntenanalyse is de GVG te droog (ongeschikt), maar dat komt omdat dit deel minder gedetailleerd gekarteerd is. Gezien de algeheel lage grondwaterstanden is dit knelpunt wel aannemelijk. De trend op Ht-gebiedsniveau is negatief en vraagt dus om herstel (c.q. uitbreiding en kwaliteitsverbetering), zij het niet persé binnen deelgebied Junner Koeland.

Voor verbetering van standplaatscondities op deze locatie is vernatting van de Dennenhoek nodig. De meest voor de hand liggende maatregel die hieraan bij kan dragen is het omvormen van naaldbos naar minder verdampende vegetatietypen. Omdat naaldbos zowel een hoge interceptie- als een hoge transpiratieverdamping heeft, werkt deze maatregel zowel positief door op de GVG als de GLG. Bovendien kan daarmee ook een bijdrage worden geleverd aan LT-doelen t.a.v. uitbreiding en kwaliteitsverbetering van diverse droogteminnende habitattypen (o.a. Droge heiden en Jeneverbesstruwelen) en Vochtige heiden.

Het verminderen van de drainage in het westelijk deel van de meander, daar waar het verhang groot is, kan een nuttige aanvullende maatregel zijn. Door dichtslibben en verlanding zal dit op termijn van zelf plaatsvinden, mits het onderhoud daarop is afgestemd. Eventueel kunnen deze processen versneld worden door extra ruwheid in de meander te creëren, bijvoorbeeld door hout in te brengen. Het verminderen van de drainage door de Vecht is voor H4010A een minder logische en effectieve maatregel. De plaatselijke doorwerking op grondwaterstanden is door de relatief grote afstand namelijk beperkt, terwijl de maatregel zelf wel een grote impact heeft.

Ook het benutten van de potenties voor H4010A aan de randen van De Mars draagt bij aan herstel op Ht-gebiedsniveau. Deels zijn hier al vegetatietypen uit het Dopheideverbond aanwezig. De GVG is suboptimaal droog, dus enige vernatting vergroot de kansen op betere kwaliteit. Maatregelen die hieraan kunnen bijdragen zijn omvorming van bos naar heide rondom de Mars en mogelijk het verminderen van drainage door sloten en greppels binnen De Mars. Het verminderen van de drainage door de Wolfsvelder waterleiding, de nevengeul en de Vecht zijn minder logische en effectieve maatregelen door de relatief grote afstand tot de locaties met potenties voor H4010A.

4.2.3 H6410 Blauwgrasland

Voor H9410 (Blauwgraslanden) staat in het beheerplan dat het niet voorkomt in het aanwijzingsbesluit, maar dat bij het beheer en de uitvoering van de maatregelen wel rekening moet worden gehouden met de aanwezigheid van dit habitattype. Het type is op de habitatkaart op vier locaties aangegeven, overwegend met matige kwaliteit, maar in Junner Koeland s.s. is 85% van het polygoon als goede kwaliteit benoemd. Het betreft steeds begraasde locaties, zodat ze niet voldoen aan het hooibeheer dat in het habitatprofiel als kenmerk van een goede structuur en functie staat aangegeven. Voor een optimale ontwikkeling van blauwgrasland zou invoeren van hooilandbeheer op deze locaties nodig zijn, maar dat vergt exclavatie van beweiding en past niet bij het gebruik als Koeland. Hier is dus een keuze vereist tussen voortzetting van het begrazingsbeheer ten behoeve van de landelijke doelstelling van stroomdalgraslanden, of in beperkte delen maaibeheer starten ten behoeve van ontwikkeling van blauwgrasland. Gezien het historische beheer van de Koelanden en de doelstellingen voor stroomdalgraslanden is maaibeheer hier geen logische keuze.

Er liggen betere kansen om het (voort)bestaan van dit habitattype te garanderen in De Mars, aangezien dat als hooiland beheerd wordt en het een lange gradiënt kent van basenarm naar basenrijk en van droog naar nat. Diverse soorten (Blauwe zegge, Veldrus, Tormentil) zijn al op het terrein aanwezig, maar vooralsnog niet samen in een kwalificerend vegetatietype. Daarbij geldt wel dat nieuwvorming op De Mars pas als behoud kan worden beschouwd, als het type ook daadwerkelijk aanwezig is.

Volgens de knelpuntenanalyse is de GVG (en GLG) suboptimaal droog in De Mars. Binnen dit bereik kunnen dus wel enkele kwalificerende vegetatietypen voorkomen (b.v. Veldrus-associatie en andere wat drogere vormen van blauwgrasland), maar niet allemaal optimaal. Enige vernatting is gunstig, mits infiltratie van regenwater niet in de hand wordt gewerkt. Maatregelen die hieraan kunnen bijdragen zijn (intern):

- omvorming van bos naar heide ten behoeve van verhogen van de grondwateraanvulling ten noorden van De Mars. Dit is ook gunstig voor de grondwaterkwaliteit waardoor basenrijk grondwater hoger in de gradiënt kan opkwellen,
- aanpassing van het greppelstelsel De Mars. Dit betekent: vernatten of juist afvoeren van regenwater, afhankelijk van de positie in de gradiënt.

In het zuidelijk deel van De Mars, kan de ontwikkelpotentie van H6410 tevens benut of verhoogd worden door de drainerende werking van de meander te beperken. Mogelijk kan dit bereikt worden door extra ruwheid te creëren bijvoorbeeld met hout, zodat het dichtslibben en verlanden sneller verloopt. Omdat de meander hier waarschijnlijk weinig water afvoert, is het onzeker hoe groot het vernattingseffect zal zijn. Geadviseerd wordt om dit eerst uit te zoeken, voordat deze maatregel in overweging wordt genomen.

Om de ontwikkelpotentie van H6410 (Blauwgraslanden) in het oostelijk deel van Calsum te verhogen dient de drainage door de Wolfsvelder Waterleiding en de nevengeul verminderd te worden. Dit vereist het verhogen van de waterbodem in combinatie met erosie-beperkende maatregelen, zoals het plaatsen van drempels, in de Wolfsvelder Waterleiding en eventueel de nevengeul. Omdat op voorhand niet goed is in te schatten in welke mate en op welke schaal deze maatregelen genomen dienen te worden, wordt geadviseerd om de maatregelen stapsgewijs uit te breiden indien uit monitoring blijkt dat nog geen sprake is

van doelrealisatie. Het verminderen van de drainage door de Wolfsvelder Waterleiding en de nevengeul zal leiden tot een hogere GHG en GVG, waardoor ook de alluviale bossen zullen profiteren.

4.2.4 H6430A Ruigten en zomen (Moerasspiraea)

H6430A komt in min of meer lintvormige begroeiingen en in kleine oppervlakten voor langs het westelijk deel van de meander. De ontwikkelpotenties zijn beperkt. Binnen Junner Koeland lijkt er geen achteruitgang opgetreden en is het areaal mogelijk nog wat groter dan op de habitatkaart aangegeven. De in de gebiedsanalyse genoemde negatieve trend in areaal op Ht-gebiedsniveau kan in ieder geval gedeeltelijk worden gecompenseerd door uitbreiding langs de meander binnen deelgebied Junner Koeland. Qua ecologische vereisten overlapt dit habitattype met ND3.30 Dotterbloemgrasland van beekdalen, dat echter regelmatig maaibeheer nodig heeft. Op basis van de knelpunten analyse voor dat type is er ook ruimte voor dit habitattype in oude stroomgeulen binnen Junner Koeland s.s., De Muts en het lage deel van De Mars. Behalve een extensief beheer (bosvorming voorkomen door af en toe te maaien) zijn geen maatregelen nodig om H6430A in Junner Koeland uit te kunnen breiden.

4.2.5 H7140A Overgangs- en trilvenen (trilvenen)

H7140A komt thans in zeer geringe oppervlakte voor (230 m^2) en wordt omringd door gemeenschappen van voedselrijkere standplaatsen dan voor trilveen vereist. Dit maakt dit type op deze locatie zeer kwetsbaar voor verstoringen, met name voor eutrofiëring. De incidentele aanvoer van voedselrijk oppervlaktewater uit de aanvoersloot vormt een risico voor H7140A en dient dus voorkomen te worden. Deze gebeurtenissen treden op bij afvoerpieken waarbij afspoelend slib van landbouwgronden en opwervelend slib van waterbodems wordt meegevoerd en in Junner Koeland tot bezinking komt. Wij adviseren daarom om de mogelijkheid van afvoer van de aanvoersloot naar Junner Koeland te voorkomen door stuw Meijer te blokkeren. Het restant van de waterleiding Hooge Graaven kan dan gedempt worden om drainage te verminderen.

Naast aanvoer van oppervlaktewater uit de aanvoersloot, kunnen nutriënten tijdens piekafvoer worden aangevoerd met het Vechtwater. Echter, vloedmerken en slibkarteringen geven aanwijzingen dat het Vechtwater zelf tot beperkte hoogte oprukt in de meander. De oevers inunderen voornamelijk met het lokale neerslagoverschot en toestromend grondwater. Hieruit maken wij op dat het Vechtwater zelf de actuele locaties van H7140A niet bereikt. Eventuele nutriënten in inundatiewater zullen niet in de bodem infiltreren door de hoge kweldruk ter plekke. Het beperkte vermestende effect van inundaties onder invloed van piekafvoer in de Vecht wordt bevestigd met de waarneming dat N- en P-voorraden in sedimentmonsters geen aantoonbaar verband hebben met inundaties. Deze voorraden zijn dus in hoge mate kenmerkend voor het substraat. De waargenomen hoge ijzergehalten en lage fosfaatverzadiging zorgen er bovendien voor dat eventueel aangevoerd fosfaat goed vastgelegd wordt en niet meer bio-beschikbaar is. Dit wordt bevestigd door de extreem lage plantbeschikbare fosfor (Pw), die bepaald is met een methode voor zeer goed beschikbaar fosfor. Bovendien komt het habitattype voor op de plekken met de sterkste kwel waardoor eventuele slibafzetting gecompenseerd wordt. Maatregelen om de aanvoer van Vechtwater tijdens piekafvoer te verminderen zijn daarom niet noodzakelijk om de ontwikkelpotenties voor H7140A beter uit te nutten.

Een andere mogelijke bron van eutrofiering is de aanvoer van nitraat- of sulfaathoudend grondwater dat vanuit het landbouwgebied Arriër Vlier toestroomt. Door het anoxische karakter van de ondergrond wordt nitraat echter tijdig geneutraliseerd door omzetting in stikstofgas. Hierbij komt sulfaat vrij. De aanvoer van sulfaat kan in potentie leiden tot fosfaatmobilisatie. Echter, sulfaat is thans nog niet in het ondiepe grondwater aanwezig, zodat het risico op interne eutrofiering vooralsnog beperkt is. Omdat dit risico op de lange termijn wel kan opspelen bevelen wij aan om de ontwikkeling van de grondwaterkwaliteit langs een stroombaan van Arriër Vlier naar de Muts te monitoren.

Omdat het habitattype in de vorm van beekdalen sterk afhankelijk is van basenrijke kwel is het belangrijk de kwel te stimuleren. Omvorming van bos op de hogere zandgronden en het creëren van ruwheid in de meander kan daar een belangrijke bijdrage aan leveren. Wellicht kan hiermee ook het oppervlakte van dit habitattype vergroot worden.

4.2.6 H91E0c Vochtige Alluviale bossen

De kwaliteit van H91EOc lijkt stabiel en het areaal lijkt toe te nemen door opslag van Elzen. Voor de korte termijn zijn daarom geen veranderingen in standplaatscondities nodig. Het voedselarme Elzenbroek westelijk van De Muts is gevoelig voor eutrofiëring via overstroming. De incidentele aanvoer van nutriënten- en slibrijk water vanuit de aanvoersloot naar de meander dient daarom voorkomen te worden door blokkade van stuw Meijer. In het stroomafwaartse deel van de meander komen ruigere vormen van Elzenbroek voor als gevolg van instroom van nutriënten bij hoogwaterpieken van de Vecht, die alleen in dit

deel van invloed is. Dat vereist een verbetering van de waterkwaliteit in de Vecht, wat buiten de mogelijkheden van deze maatregelen ligt.

4.3 Maatregelen nodig voor lange termijn instandhoudingsdoelen Natura 2000

In voorgaande paragraaf zijn maatregelen beschreven waarvan een positieve bijdrage aan de instandhoudingsdoelen voor habitattypen verwacht wordt. Omdat kwantitatieve informatie over de effectiviteit van de maatregelen ontbreekt, is op voorhand noch zeker of alle maatregelen noodzakelijk zijn, noch of ze afdoende zijn voor instandhouding van de habitattypen. Daarom is het tevens noodzakelijk om de mate van hydrologisch herstel te monitoren, en indien nodig bij te sturen door maatregelen op te schalen, of aanvullende maatregelen te treffen.

Mocht uit effectmonitoring blijken dat de lokale maatregelen onvoldoende zijn voor het realiseren van de intandhoudingsdoelen, dan kunnen maatregelen in de Vecht *toch* noodzakelijk zijn. Deze maatregelen zijn bovendien noodzakelijk om de volledige ontwikkelpotentie (verbeteren kwaliteit en uitbreiding grondwaterafhankelijke habitattypen) te benutten. Dit komt doordat de Vecht haar directe omgeving tot 300-400 m afstand, waaronder een deel van het Junner Koeland, draineert en daarmee grondwater afvangt, dat anders als kwel ten goede zou komen aan de meander of andere lage delen in het Junner Koeland. Het ligt niet in de lijn der verwachting dat met deze maatregel de kwel in de Muts substantieel zal toenemen. Daarvoor ligt dit deelgebied te ver van de Vecht af.

Dit betekent dat de mogelijkheid voor het opstuwen van de Vecht en het verhogen van de Vechtbodem open gehouden moet worden. Een belangrijk aandachtspunt hierbij is dat een peilverhoging van meerdere decimeters tot misschien wel 1 meter noodzakelijk zal zijn om ook op wat grotere afstand een merkbaar effect op de grondwaterstand en basenaanvoer te hebben. Dit komt doordat de meander een sterk verval heeft en het doorlaatvermogen van de ondergrond vrij klein is, zodat maatregelen in de Vecht tot relatief beperkte afstand doorwerken op het grondwatersysteem en de meander. Daarnaast zal deze ingrijpende maatregel, bij ongewijzigde waterkwaliteit in de Vecht, als keerzijde kunnen hebben dat de stroomdalgraslanden, en mogelijk ook standplaatsen, van andere habitattypen kunnen eutrofiëren door een toenemende aanvoer van Vechtwater bij piekafvoeren. Daar staat tegenover dat met name de stroomdalgraslanden voor een duurzaam voortbestaan afhankelijk zijn van inundaties om de zuurbuffer aan te vullen. Deze zaken dienen meegewogen te worden bij een besluit t.a.v. eventueel verhogen van het Vechtpeil, waarbij verlagen van de nutriëntenlast ook een belangrijke opgave is. Het opstuwen van de Vecht of verhogen van de Vechtbodem moet daarom in samenhang met maatregelen ter verbetering van de oppervlaktewaterkwaliteit uitgewerkt worden.

4.4 Meeliften van andere (grond)waterafhankelijke vegetatietypen

4.4.1 ND3.24 Zeggemoeras

Dit natuurdoeltype komt voor in de Muts. Hiervoor gelden in grote lijnen dezelfde overwegingen als voor H7140AV (zie paragraaf 4.2.5), behalve dat inundatie niet voorkomen hoeft te worden. Maatregelen die de kwel bevorderen, zoals het omvormen van bos, zijn ook gunstig voor het zeggemoeras. Zeggemoeras kan dus goed meeliften met andere vernattingsmaatregelen ten behoeve van N2000-doelstellingen.

4.4.2 ND3.30 Dotterbloemgraslanden

Dit natuurdoeltype is vooral relevant binnen De Mars. Maatregelen die daar worden voorgesteld voor het in stand houden of ontwikkelen van H6410 (zie paragraaf 4.2.3) en ND3.24e (zie paragraaf 4.4.1) zijn niet persé gunstig voor de dotterbloemgraslanden, omdat de GVG in het bovenstroomse deel suboptimaal te droog is, en benedenstrooms suboptimaal te nat. Tevens is er een tussenzone waarin de zuurgraad suboptimaal te zuur is. Dit betekent dat de Dotterbloemgraslanden waarschijnlijk meeprofiteren van de omvorming van bos ten noorden van De Mars, aangezien dat meer kwel oplevert en hogere grondwaterstanden in het bovenstroomse deel. Het verminderen van drainage door afdammen of dempen van greppels zal leiden tot minder gunstige standplaatsen voor Dotterbloemgraslanden in het benedenstroomse deel, omdat de omstandigheden daar al te nat zijn.

5 Literatuur

Bal, D, Beije, H.M., Fellinger, M., Haveman, R., Opstal, A.J.F.M. van & Zadelhof, F.J. van, 2001. Handboek Natuurdoeltypen. Wageningen, Expertisecentrum LNV. Rapport Expertisecentrum LNV 2001/020

Inberg, H., L. Leusink, R. van Grunsven, L. Anema en M. Japink, 2011: Vegetatie- en plantensoortenkartering Overijsselse Vecht 2010. Bureau Waardenburg i.o.v. Staatsbosbeheer

Inberg, H, Boddeke, P., J. Reitsma, A.Tabak, M. Courbois en P. de Gier, 2018: Plantensoortenkartering Overijsselse Vecht 2017. Bureau Waardenburg i.o.v. Staatsbosbeheer

Jalink, M.H., Jansen, A.J.M., 1995: Indicatorsoorten 2: Beekdalen. Boek, uitgave Staatsbosbeheer i.s.m. VEWIN, IKC Natuurbeheer en Kiwa. Driebergen

Runhaar, J. & Jansen, P. C., 2004. Overstroming en vegetatie; Vergelijkend onderzoek in vijf beekdallocaties. Wageningen, Alterra. Alterra-rapport 1079. 77 p.

Schwertz, C.A., Schaminée, J.H.J. & Dijk, E. 1996. Nardetea. In: Schaminée, J.H.J., Weeda, E.J. & Westhoff, V. (eds.) De vegetatie van Nederland. Deel 3. Plantengemeenschappen van graslanden, zomen en droge heiden, pp. 263-286. Opulus Press, Uppsala, SE.

Sival, F.P., Beest, H. ten & Engelbertink, R., 2010. Sedimentatie en nutriëntenaanvoer in kleine rivier- en beekdalgraslanden. Wageningen, Alterra-Wageningen UR. Alterra-Rapport 1064. 109 p.

Delft, S. P. J. van, Kemmers, R. H. & Jongmans, A.G., 2005. Pyrietvorming in relatie tot interne eutrofiëring en verzuring. Wageningen, Alterra. Alterra-rapport 1161.

KWR 2019.124 | Maart 2020

Achtergrondrapport Ecohydrologische Systeemanalyse Junner Koeland



KWR Watercycle Research Institute

WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH

Achtergrondrapport Ecohydrologische Systeemanalyse Junner Koeland

KWR 2019.124 | Maart 202019

Achtergrondrapport bij "KWR 2020.022 Ecohydrologische Systeemanalyse Junner Koeland"

Opdrachtnummer
402250

Projectmanager
Edu Dorland

Opdrachtgever
Waterschap Vechtstromen

Auteurs
Mark Jalink (KWR), Bas van Delft (WENR),
Gilbert Maas (WENR), Sharon Clevers (KWR)
& Arnaut van Loon (KWR)

Verzonden aan
Waterschap Vechtstromen

Foto omslag
Krabbescheervelden in de oostelijke meander (foto Mark Jalink)

Jaar van publicatie
2020

Meer informatie
Mark Jalink
T +31 (0)30 6069586
E mark.jalink@kwrwater.nl

PO Box 1072
3430 BB Nieuwegein
The Netherlands

T +31 (0)30 60 69 511
F +31 (0)30 60 61 165
E info@kwrwater.nl
I www.kwrwater.nl

KWR 2019.124 | Maart 2020 © KWR

Alle rechten voorbehouden.
Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Inhoud

1	**Inleiding**	**6**
1.1	Doelstelling	6
1.2	Aanpak en inperking	7
2	**Gebiedsbeschrijving**	**9**
2.1	Globale beschrijving gebied	9
2.2	Instandhoudingsdoelen	10
2.3	Positie in het regionale geohydrologische systeem	12
3	**Geomorfologie en bodem**	**16**
3.1	Hoofdlijnen	16
3.2	Geomorfologie	17
3.3	Bestaande bodemkaarten	18
3.4	Aanvullende boringen	18
3.5	Geologisch/bodemkundige dwarsdoorsneden	20
3.6	Revisie detailbodemkaart	24
3.7	Landschappelijke bodemkaart	31
4	**Hydrologie**	**36**
4.1	Hoofdlijnen	36
4.2	Toestand	38
4.3	Hydrologie in lokale gradiënten Junner Koeland	51
4.4	Externe invloeden	69
5	**Inundatie**	**90**
5.1	Hoofdlijnen	90
5.2	Inundatiekansen	90
5.3	Bodemchemie en inundatie	96
5.4	Samenstelling slib	100
6	**Kwaliteit grond- en oppervlaktewater**	**103**
6.1	Hoofdlijnen	103
6.2	Beschikbare gegevens	104
6.3	Resultaten	104
7	**Onderzoek vegetatie**	**110**
7.1	Hoofdlijnen	110
7.2	Beschikbare gegevens	111
7.3	Aanpak uitwerking	111
7.4	Globale beschrijving vegetatiegradiënten	112
7.5	Habitattypen en habitatkwaliteit	130
7.6	Indicatiewaarden vegetatietypen	135
8	**Literatuur**	**142**
9	**Bijlagen**	**146**

Bijlage I Ligging meetpunten grond- en oppervlaktewaterstanden 147

Bijlage II Resultaten tijdreeksanalyse grondwaterstanden 150

Bijlage III Waterkwaliteitsgegevens Junner Koeland 159

Bijlage IV Waterkwaliteitgegevens omgeving Junner Koeland 161

Bijlage V Locatiegegevens peilbuizen en peilschalen 163

Bijlage VI Verspreidingskaarten grondwaterafhankelijke vegetatietypen (niet N2000) 165

Bijlage VII Methode bepaling realisatiekansen doeltypen 178

Bijlage VIII Lijst van potentiële vegetaties bij FG-eenheden 183

Bijlage IX Fysiotopen 191

1 Inleiding

1.1 Doelstelling

Waterschap Vechtstromen werkt samen met gebiedspartners aan de realisatie van de Natura 2000 ontwikkelopgaven in het Vechtdal in relatie met het programma Ruimte voor de Vecht. Dit onderzoek maakt deel uit van een serie onderzoeken binnen N2000 gebied 'Vecht en Beneden Regge' en meer in het bijzonder het stroomgebied van de Vecht tussen Ommen en Mariënberg. Voorliggend rapport beschrijft een landschapsecologische systeemanalyse (LESA) ter onderbouwing van maatregelen voor de instandhouding dan wel uitbreiding en kwaliteitsverbetering van grondwaterafhankelijke habitattypen in Junner Koeland, zowel op korte termijn (1e beheerplan-periode) als op de langere termijn.

In het Junner Koeland komen naast de aangewezen grondwaterafhankelijke habitattypen lokaal ook andere grondwaterafhankelijke habitattypen en (niet) grondwaterafhankelijke vegetatietypen voor (zie tabellen 1 en 2 in hoofdstuk 2). Bij het beheer en de uitvoering van de maatregelen waarvoor deze LESA de basis moet geven en die moet passen binnen het kader van de PAS maatregelen, moet derhalve ook met deze andere habitattypen rekening worden gehouden.

Hoofdvragen voor het Junner Koeland zijn de PAS-onderzoeksmaatregelen (Provincie Overijssel 2017:

- M9a – Onderzoeksopgave invloed ontwatering in winterbed Vecht en aangrenzende hogere gronden (Vechtdal en flanken) op grondwaterafhankelijke habitattypen
- M41 – Onderzoek naar het effect van de sloot ten noorden van Junner Koeland op het trilveen ter plaatse m.b.t. ontwatering en instroom nutriëntenrijk oppervlaktewater).

Uit de ecohydrologische verkenning door KWR en WENR (Jalink et al. 2016) is gebleken dat er een aantal kennislacunes bestaat en er onvoldoende inzicht is in knelpunten (verdroging, verzuring, vermesting) die gelden voor de N2000-doelen.

Het Junner Koeland is een complex deelgebied waarvan nog vrij weinig bekend is over de ecohydrologie. Om te beoordelen welke concrete maatregelen nodig zijn en deze te kunnen onderbouwen is meer (geïntegreerde) kennis nodig over de volgende thema's:

1. (Geo)hydrologie, met name de hydrologische verbanden met de omgeving en in lokale systemen en de invloed van het Vechtpeil en lokale ontwateringsmiddelen;
2. Verbreiding en toestand van de vegetatietypen die behoren bij de doeltypen;
3. Opbouw van de ondergrond (samenhangend met punt 1) en de bodem als (potentiele) groeiplaats van de doeltypen;
4. De bodemchemische toestand van de groeiplaatsen van de doeltypen, met name in relatie tot
    - Verzuring, door wegvallen kwel of vorming neerslaglenzen;
    - Eutrofiëring, door sedimentatie van voedselrijk slib, aanvoer van verontreinigd grond- en oppervlaktewater of afbraak van veen door verdroging of aanvoer sulfaathoudend grondwater;

5. Waterkwaliteit, zowel van het grondwater onder invloed van kwelstromen als van oppervlaktewater uit de Vecht en waterlopen die water uit het omliggende landbouwgebied aanvoeren (PAS maatregel M41).

Aanvullend op bovenstaande thema's is de invloed van N-depositie op eutrofiëring en verzuring van standplaatsen. Voor een aantal habitattypen wordt de kritische N-depositie overschreden. Om de effecten hiervan te mitigeren of te compenseren zijn in het kader van de PAS (Programma Aanpak Stikstof) Herstelstrategieën voor de korte termijn maatregelen in de hydrologie, water- en bodemchemie en vegetatiebeheer geformuleerd. Tot slot speelt het beheer (in dit gebied beweiden, hooilandbeheer of niets doen) een belangrijke rol, niet alleen voor de vegetatiestructuur, maar ook voor de bodemstructuur.

1.2 Aanpak en inperking

1.2.1 Van grof naar fijn

Onze visie op het opstellen van een goede LESA en dus in het verkrijgen van inzicht in het landschapsecologisch functioneren van een gebied, is om 'van buiten naar binnen' te werken. Dit betreft dus een extern en een intern deel. Het externe deel omvat de landschapsecologische inbedding in de regio: geo(morfo)logische genese en – opbouw met watervoerende en –scheidende lagen, macroreliëf, regionale grondwaterstromingen, invloed van Vechtpeil en –dynamiek, aanvoer en kwaliteit van grond- en oppervlaktewater uit aangrenzende hogere gronden (bovengenoemde thema's: 1, 3 en 5). Het interne deel is van directe invloed op de potenties en het functioneren van de natuur in het gebied en dan met name op de doeltypen die onderwerp zijn van deze studie. Daarbij gaat het om: de bodemkundige geschiktheid van de groeiplaatsen, de actuele hydrologie (grondwaterstanden, inundatie, kwel, waterkwaliteit), chemische bodemkwaliteit, vegetatie (en beheer) (thema's 1, 2, 3, 4 en 5).

Het externe deel is grotendeels ontleend aan bestaande gegevens, aangevuld met een bemonstering van toestromend grond- en oppervlaktewater. De landschapsecologische inbedding wordt ontleend aan de landelijke geologische, geomorfologische en bodemkaarten en de landschappelijke bodemkaart van Nederland (Maas et al. in voorbereiding). De regionale ecohydrologische positie is beoordeeld op basis van Jalink & Van der Toorn 2017a&b, REGIS, boringen RHDHV (2017) en de gemeten stijghoogten, grondwaterstanden en oppervlaktewaterstanden in en rond het gebied. De verbreiding van storende lagen is gebaseerde op REGIS en lokale informatie.

De mogelijk negatieve invloed van aangevoerd oppervlaktewater op de trilvenen wordt beoordeeld op basis van gegevens over die aanvoer en van watermonsters uit de aanvoersloot ten noorden van het Junner Koeland (M41) en in de meander en de interpretatie van beschikbare waterkwaliteitsgegevens van de Vecht. Omdat het Junner Koeland grotendeels omgeven is door bos en heide of graslanden die reeds onder natuurbeheer vallen wordt, afgezien van genoemde sloot, weinig nadelige invloed van de omliggende landbouwgronden verwacht, met uitzondering van het landbouwgebied Arriër Vlier, ten noorden van de Coevorderweg. Om mogelijke uitspoeling van nutriënten en sulfaat vast te stellen zijn waterkwaliteitsmonsters genomen uit de peilbuizen in het noordelijk deel van het Junner Koeland.

De LESA en de daarvoor benodigde aanvullende onderzoeken zijn primair gericht op de (potentiële) groeiplaatsen van de grondwaterafhankelijke habitat- en vegetatietypen binnen Junner Koeland. De drogere delen die van belang zijn voor o.a. stroomdalgraslanden (H6120)

worden globaler beschreven vanwege de samenhang en omdat maatregelen ten behoeve van de doeltypen niet ten nadele van de droge habitattypen mogen gaan.

1.2.2 Synthese en maatregelen

De regionale context en het intern functioneren van het ecohydrologisch systeem in het Junner Koeland worden vanuit de diverse disciplines geïntegreerd tot een landschapsecologische systeemanalyse waaruit vervolgens de potenties en knelpunten ten aanzien van de doeltypen volgen. Hierbij zou gebruik gemaakt worden van uitkomsten van het hydrologisch model dat door het Waterschap wordt aangepast op basis van de in dit onderzoek verkregen informatie over geologie en hydrologie. De begeleidingscommissie heeft in januari 2019 besloten dat het gebied dermate complex is, dat een voldoende verbetering van het model binnen de daarvoor gestelde randvoorwaarden niet haalbaar is. De potentieanalyse en knelpuntenanalyse is daarom gebaseerd op de informatie uit het voorliggend onderzoek en niet op kwantificering van invloeden middels modelberekeningen Maatregelen kunnen wel worden benoemd, maar de effecten ervan (nog) niet gekwantificeerd..

1.2.3 Instandhoudingsdoelen, lokale doelen, behoud en instandhoudingsdoelen

Voor H91E0C Alluviale bossen geldt een uitbreidings- en kwaliteitsverbeteringsdoelstelling, wat een beoordeling van de bestaande en mogelijk nieuwe geschikte locaties nodig maakt. Voor de andere grondwaterafhankelijke doeltypen geldt voor het N2000-gebied als geheel geen uitbreidingsdoelstelling en zou strikt genomen volstaan kunnen worden met het beoordelen van trend en knelpunten voor de huidige voorkomens volgens habitattypenkaart en vegetatiekartering. Indien er een achteruitgang is opgetreden, geldt namelijk wel een herstelopgave door herstel ter plekke of door nieuwvorming elders binnen het N2000-gebied. Bij het opstellen van deze LESA Junner Koeland was echter geen informatie beschikbaar over de trend in andere deelgebieden en daaruit voortvloeiende eventuele uitbreidings- of verbeteringsdoelstelling binnen dit deelgebied. Onderzoek naar lokale trends in habitatkwaliteit was geen onderdeel van de opdracht en gegevens daartoe waren voor dit onderzoek ook niet beschikbaar. Daarmee zijn de instandhoudingsdoelen op het lokale schaalniveau van Junner Koeland niet duidelijk gedefinieerd. We moesten er daarom vanuit gaan dat voor het behoud de in de habitatkaart vastgelegde arealen en kwaliteit leidend zijn. Gezien er op lokaal schaalniveau geen duidelijke aanwijzingen waren voor achteruitgang van habitatkwaliteit- of kwantiteit hebben wij ons moeten beperken tot een kansen- en knelpuntenanalyse op basis van de huidige (abiotische) situatie inclusief de invloed van N-depositie daarbij. Indien omstandigheden in actuele habitattypen niet voldoen, of suboptimaal zijn, interpreteren wij dit als een risico voor het (lokaal) voortbestaan en achten (onderzoek naar) maatregelen noodzakelijk om het voortbestaan te garanderen.

2 Gebiedsbeschrijving

2.1 Globale beschrijving gebied

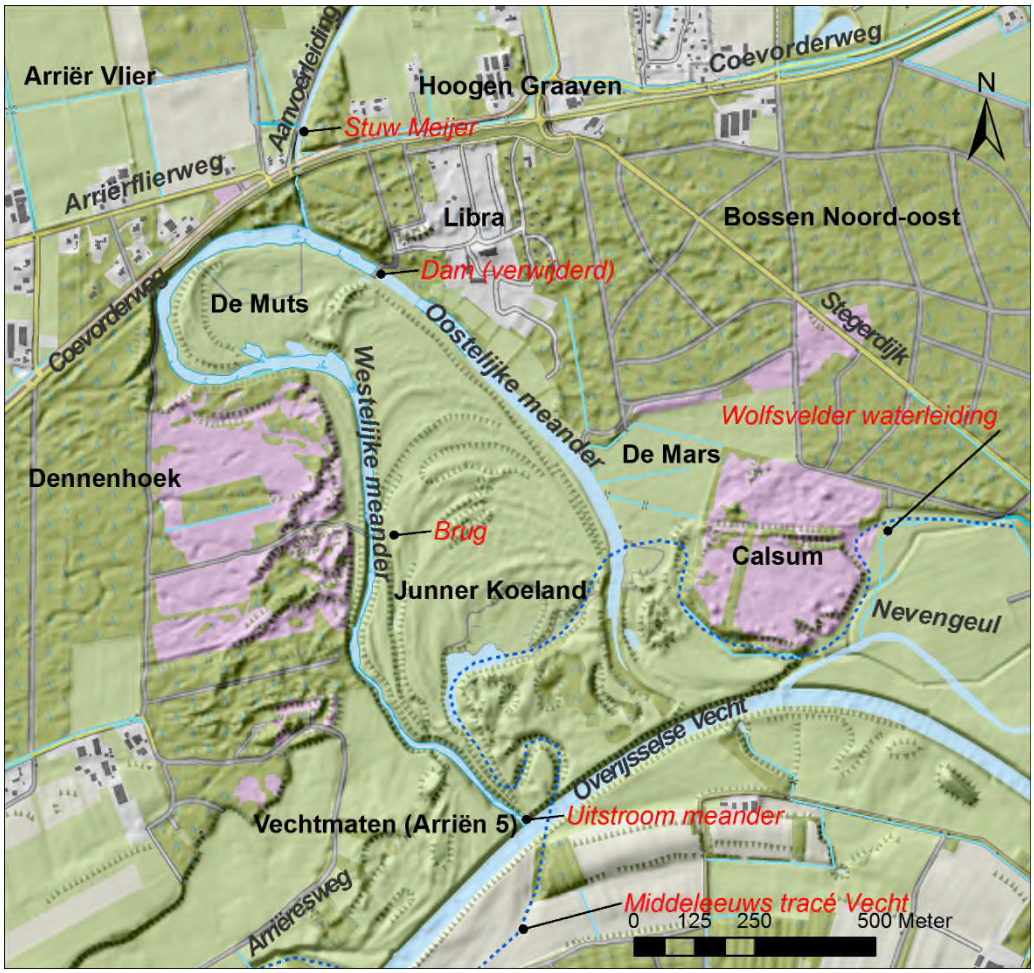
Het onderzoeksgebied Junner Koeland is onderdeel van het Natura 2000 gebied Vecht en Beneden Regge (nummer 39). Het gebied Vecht en Beneden Regge kan globaal verdeeld worden in twee deelgebieden: het stroomgebied van de Vecht en het stroomgebied van de Regge. Het Junner Koeland ligt in het stroomgebied van de Vecht, oostelijk van Ommen. Binnen dit stroomgebied liggen nog enkele andere deelgebieden. Deze zijn of worden in aparte deelonderzoeken geanalyseerd.

Voor het Natura 2000 gebied als geheel zijn instandhoudingsdoelen vastgesteld (tabel 1). Behalve habitattypen waarvoor het gebied is aangewezen geldt ook voor eventuele andere aanwezige habitattypen een behoudsdoelstelling. De doelen kunnen en hoeven niet in ieder afzonderlijk deelgebied gerealiseerd te worden, mits in het geheel van N2000-gebied Vecht en Beneden-Regge de beoogde kwaliteit en oppervlakten maar bereikt worden. Analyse van aanwezige habitattypen en van de potenties in een deelgebied moet uitwijzen welke doelen lokaal moeten en/of kunnen worden behaald.

Het onderzoeksgebied ligt tussen de Vecht en de Coevorderweg. Het betreft het Junner koeland s.s. [1]((de kronkelwaard binnen de meander), en direct omliggend N2000 gebied. Aan de oostzijde zijn dat hogere zandgronden van Calsum en bossen bij Libra en lagere gronden van De Mars en enkele lage rivierdalgronden rond Calsum. Aan de westzijde zijn het de hogere zandgronden van de Dennenhoek met de overgangen naar de meander en in het Vechtdal het perceel westelijk van de meander (bekend als Arriën 5). Voor zover van toepassing wordt ook de wijdere omgeving in de analyse betrokken.

Het onderzoeksgebied is grotendeels in eigendom en beheer bij Staatsbosbeheer. Daarnaast zijn delen particulier eigendom. In de beschrijvingen maken we veel gebruik van plaatsaanduidingen met toponiemen (zie Figuur 2-1).

[1] Sensu stricto = in strikte zin



FIGUUR 2-1: ONDERZOEKSGEBIED JUNNER KOELAND MET TOPONIEMEN

2.2 Instandhoudingsdoelen

Tabel 1 geeft de instandhoudingsdoelen voor het N2000-gebied Vecht en Beneden-Regge als geheel (zoals opgenomen in het ontwerp beheerplan Natura 2000 en de PAS-gebiedsanalyse). Hiervan komt een aantal habitattypen binnen deelgebied Junner Koeland voor en een aantal niet (zie Tabel 2). De niet aanwezige habitattypen passen overwegend niet binnen de grenzen van het deelgebied. We gaan er vanuit dat de doelstellingen voor deze habitattypen elders in het Natura 2000-gebied gerealiseerd worden. De voorliggende studie richt zich op de realisatiekansen van de instandhoudingsdoelen van de wel binnen het deelgebied aangetroffen, (grond)waterafhankelijke habitattypen. Behalve de in het beheerplan en PAS-gebiedsanalyse genoemde habitattypen geeft de concept-habitatkaart (V10) ook voorkomens aan van H3150 (Meren met Krabbenscheer en Fonteinkruid) en H6410 Blauwgrasland. Conform het Veegbesluit geldt voor deze habitattypen dan een behoudsdoelstelling.

TABEL 1: NATURA 2000 INSTANDHOUDINGSDOELEN N2000-GEBIED VECHT EN BENEDEN-REGGE

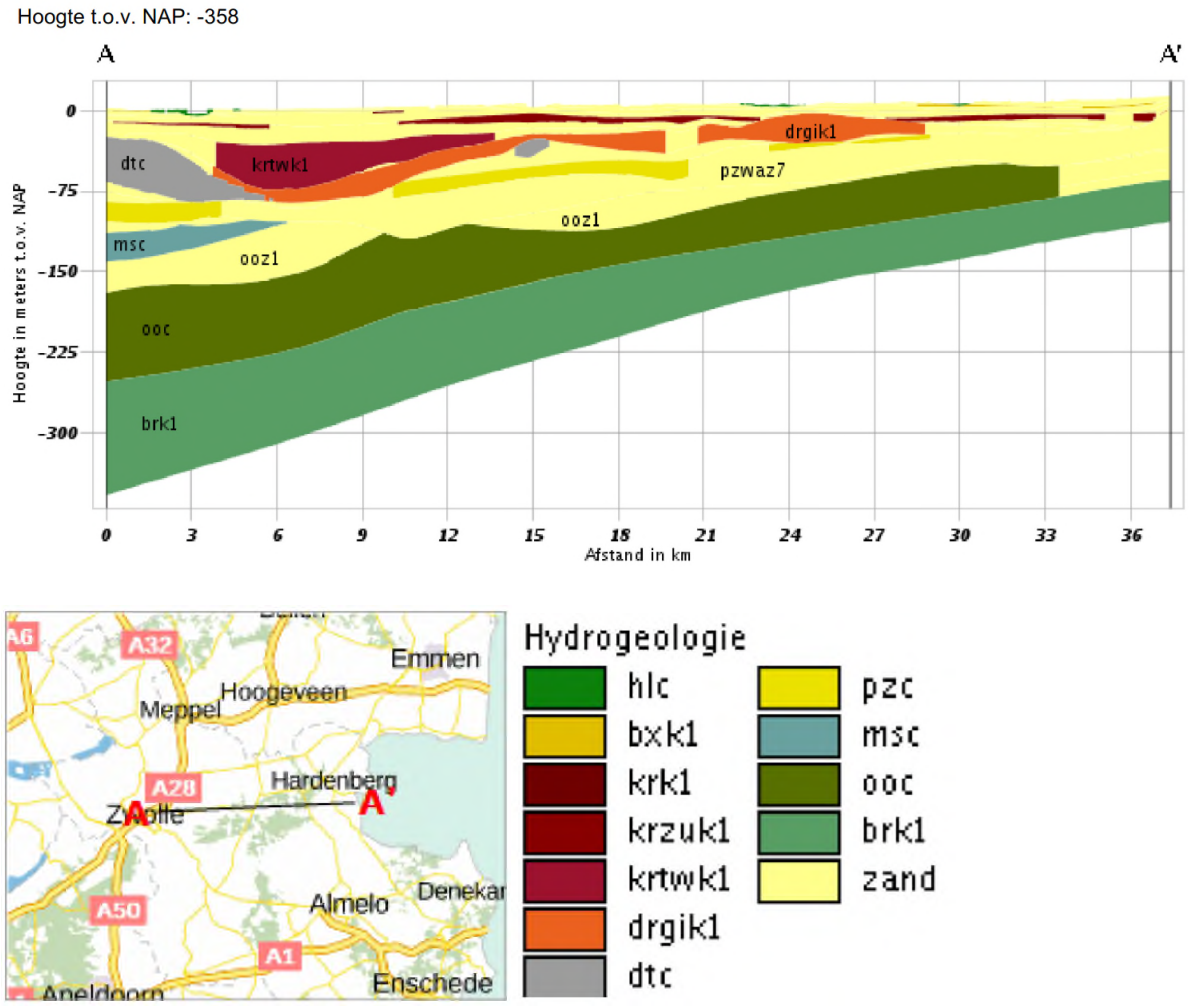
	Doel			Opmerking
	Oppervlakte	Kwaliteit	Populatie	
Habitattypen				
H2310 Stuifzandheiden met struikhei	>	>		
H2330 Zandverstuivingen	>	>		
H3160 Zure vennen	=	>		
H4010A Vochtige heiden (hogere zandgronden)	>	>		Behoud oppervlakte is gewijzigd in uitbreiding oppervlakte tov ontwerp-AWB (2007)
H4030 Droge heiden	>	>		
H5130 Jeneverbesstruwelen	=	>		
H6120 *Stroomdalgraslanden	>	>		
H6230 *Heischrale graslanden	=	>		
H6430A Ruigten en zomen (moerasspirea)	=	=		
H7110B *Actieve hoogvenen (heideveentjes)	=	=		Nieuw doel tov ontwerp-AWB (2007)
H7120 Herstellende hoogvenen	=	=		Nieuw doel tov ontwerp-AWB (2007)
H7140A Overgangs- en trilvenen (trilvenen)	=	=		
H7150 Pioniervegetaties met snavelbiezen	=	=		
H9120 Beuken-eikenbossen met hulst	=	=		Nieuw doel tov ontwerp-AWB (2007)
H9190 Oude eikenbossen	>	>		
H91E0C *Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen)	>	>		
Habitatsoorten				
H1134 Bittervoorn	=	=	=	Doel voor verspreiding is verwijderd tov ontwerp-AWB (2007)
H1145 Grote modderkruiper	>	=	>	Doel voor verspreiding is verwijderd tov ontwerp-AWB (2007)
H1149 Kleine modderkruiper	=	=	=	Doel voor verspreiding is verwijderd tov ontwerp-AWB (2007)
H1163 Rivierdonderpad	=	=	=	Doel voor verspreiding is verwijderd en toegevoegd is dat het leefgebied enigszins mag afnemen ten gunste van habitattype H6120 Stroomdalgraslanden tov ontwerp-AWB (2007)
H1166 Kamsalamander	>	>	>	Doel voor verspreiding is verwijderd tov ontwerp-AWB (2007)
H1614 Kruipend moerasscherm	>	=	>	Nieuw doel tov ontwerp-AWB (2007)

TABEL 2: GRONDWATERAFHANKELIJKE HABITATTYPEN AANWEZIG IN JUNNER KOELAND EN AANWEZIGE (NIET N2000-BESCHERMDE) GRONDWATERAFHANKELIJKE NATUURTYPEN

Habitattype	Naam	Doel	Aanwezig
H3150	Meren met krabescheer en fonteinkruiden	=/=	meander oost
H4010A	Vochtige heiden (hogere zandgronden)	>/>	Dennenhoek
H6320	Heischrale graslanden	=/>	droge vormen
H6410	Blauwgraslanden	=/=	vier locaties, begraasd
H6430A	Ruigten en zomen (moerasspiraea	=/=	oevers meander (west)
H7140A	Overgangs en trilveen (trilveen)	=/=	Muts
Niet N2000			
ND3.24E	Zeggenmoeras	nvt	De Muts, De Mars, meanderoevers
ND3.30	Dotterbloemhooiland	nvt	De Mars en graslanden bij Libra

2.3 Positie in het regionale geohydrologische systeem

Het deelgebied Junner Koeland ligt deels in het rivierdal van de Vecht, deels op de hogere zandgronden buiten het dal. Delen van het Junner Koeland staan onder invloed van toestromend grondwater en/of van overstroming met oppervlaktewater vanuit de Vecht. Voor zover peilgegevens van de Vecht beschikbaar waren, is het peilverloop en de inundatiefrequentie van overstroomde delen van het gebied beschreven door Jalink et al. (2016). In hoofdstuk 5 van voorliggend rapport wordt nader ingegaan op inundatie.



FIGUUR 2-2: HYDROGEOLOGISCHE DOORSNEDE VAN ZWOLLE NAAR DUITSLAND (REGIS II V2.1)

De regionale en lokale hydrogeologie is beschreven door Jalink en Van der Toorn (2018a). Hieronder vatten we de bevindingen samen. Figuur 2.2 toont een regionale hydrogeologische doorsnede (op basis van REGIS II v.2.1) van de Duitse grens nabij Hardenberg (A') tot het IJsseldal nabij Zwolle (A). De geohydrologische basis ter plaatse van het stroomgebied van de Vecht bestaat uit een kleilaag van de Formatie van Breda (brkl). Dit pakket is afgezet onder mariene ondiepe omstandigheden in het Mioceen. Nabij de Duitse grens ligt de bovenkant op ongeveer 70 m – NAP, en loopt naar het westen af tot ongeveer 250 m – NAP nabij Zwolle. Hierop ligt in het grootste deel van het gebied de eveneens

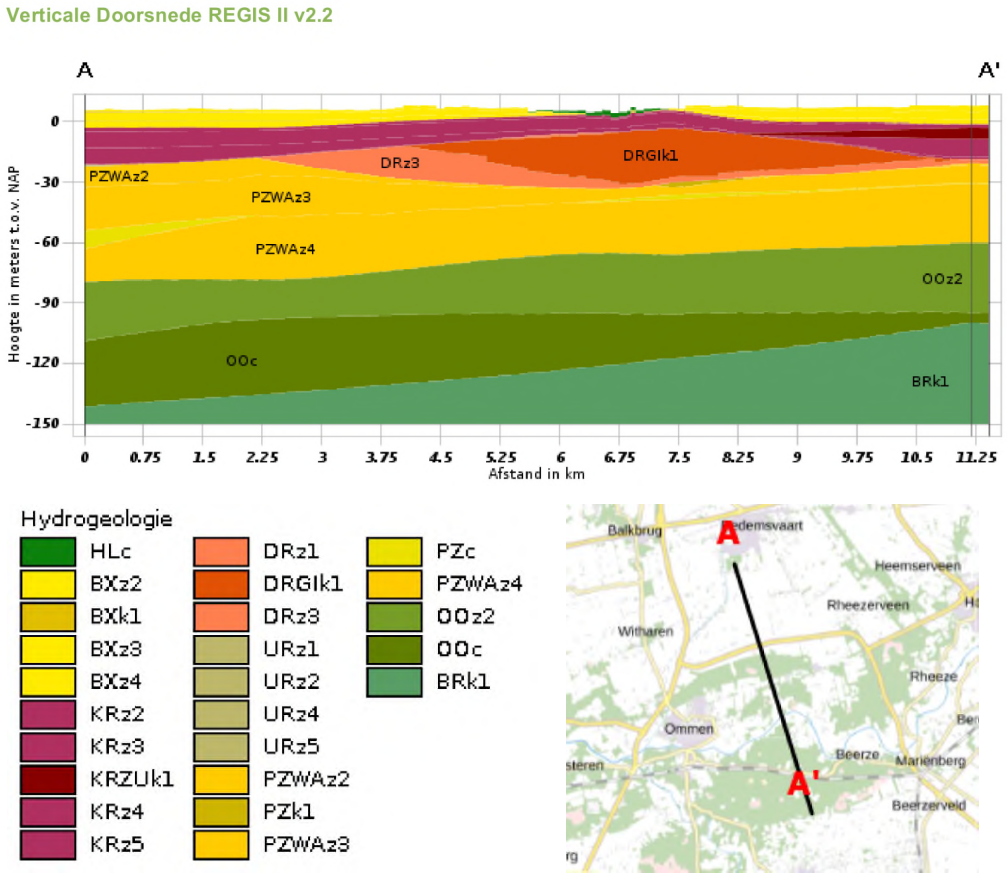
mariene Formatie van Oosterhout afgezet (oo), die bestaat uit fijn tot matig grof, glauconiethoudend, kalkhoudend zand. Daarboven liggen matig tot uiterst grove, soms grindhoudende zandlagen van de fluviatiele Formatie van Peize (pz). Deze zijn over het algemeen goed doorlatend. Tijdens de voorlaatste ijstijd, het Saaliën, is door het landijs een grondmorene van keileem afgezet, de Klei van Gieten uit de Formatie van Drente (drgik1). De gletsjers zetten ook zij- en eindmorenen van gestuwde, verschubte, oudere sedimenten af, de stuwwallen. De verste ijsverbreiding reikte tot ten zuiden van het huidige Vechtdal in de Sallandse en Twentse stuwwallen. Even ten zuiden van Ommen ligt eveneens een stuwwal, de Besthmenerberg. De gestuwde afzettingen lopen in de ondergrond nog wat verder naar het noorden door tot onder het Vechtdal, net oostelijk van Ommen (bij Arriën). Terplekke ontbreekt de keileem.

Aan het eind van het Saaliën is door smeltwater tussen het Drentse Keileemplateau en de Overijsselse stuwwallen een diep erosiedal gevormd, het 'oerstroomdal van de Vecht'. Daarbij is in een groot deel van dat gebied (ten noorden van het huidige Vechtdal) ook de keileem verdwenen. Het huidige Vechtdal ligt zuidelijk van het oerstroomdal van de Vecht in een gebied waar de keileem niet is weg geërodeerd. Het oerstroomdal van de Vecht is aan het einde van het Saaliën, Eemiën en Weichseliën deels weer opgevuld met zandige fluvioglaciale (smeltwater) afzettingen (Formatie van Drente, drz) en rivierafzettingen (Formatie van Kreftenheye). Deze laatste formatie bestaat overwegend uit matig fijn tot uiterst grof, kalkhoudend tot kalkloos, grindhoudend zand en grind (krz). Maar er komen ook kleilagen en soms veenlagen voor. De klei uit het Laagpakket van Zutphen (krzukl) komt volgens REGIS II v2.2 op veel plaatsen onder en rond het Vechtdal voor. Deze slecht doorlatende laag ontbreekt in de ondergrond van de veenontginningen noordelijk van het Vechtdal. In het Weichseliën is bovenop de rivierafzettingen door de wind een pakket dekzanden afgezet (zanden van de Formatie van Boxtel). In een deel van het gebied is tussen de zandlagen een leemlaag aanwezig (Formatie van Boxtel klei Bxkl). In het warmere Holoceen ontstond een weelderige vegetatie, waardoor weinig verstuiving meer optrad. Aan de zuidzijde van het oerstroomdal stroomde de Vecht, in het noorden de Reest. Langs het rivierdal van de Vecht liggen dekzandruggen en rivierduinen. Noordelijk en zuidelijk van het Vechtdal lagen gebieden die geleidelijk met hoogveen begroeid raakte.

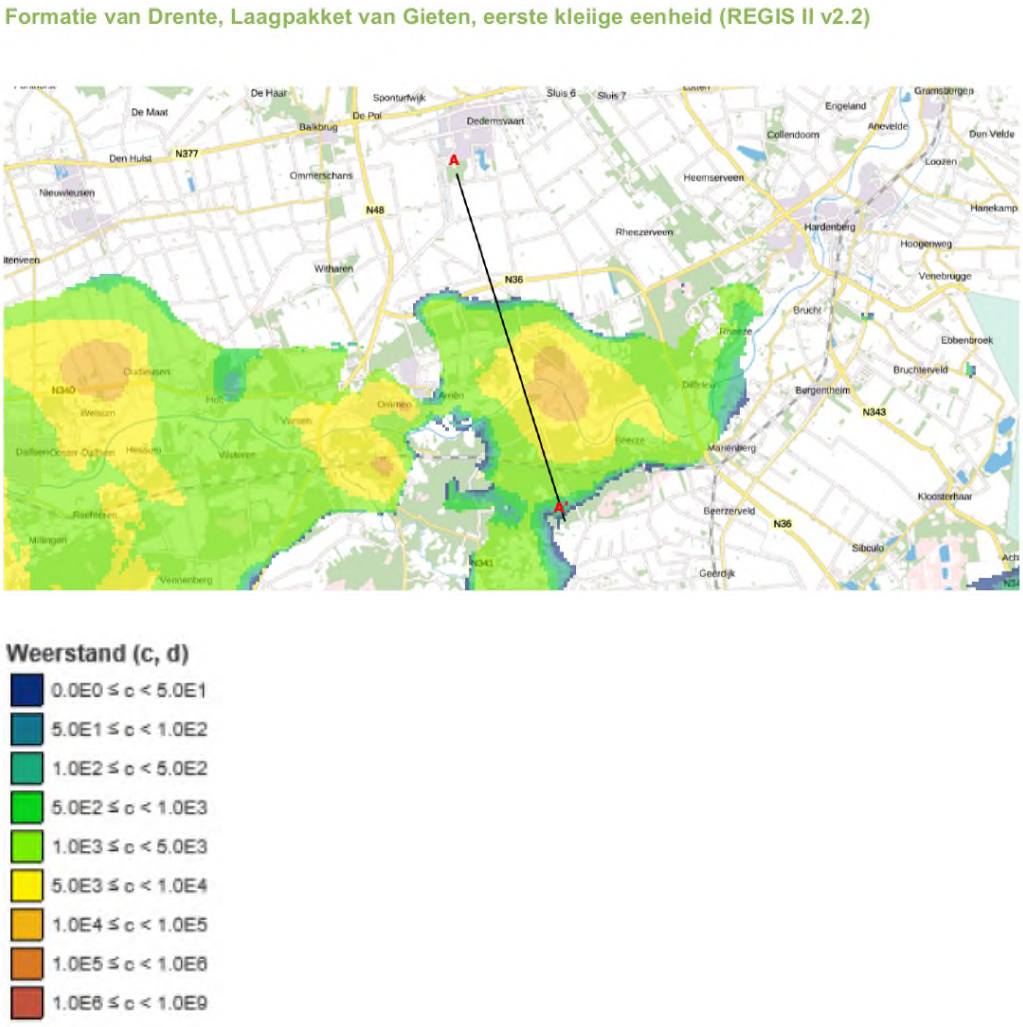
Mede door menselijk ingrijpen zijn in het landschap sinds de middeleeuwen grote veranderingen opgetreden. Door overexploitatie zijn dekzandgronden gaan verstuiven en zijn stuifzandcomplexen ontstaan. De hoogveencomplexen rond het rivierdal zijn ontwaterd en afgegraven, waardoor terplekke het maaiveld en de freatische grondwaterstand meters is verlaagd en het afvoerregime van de Vecht veranderde. De Vecht is zich in de omliggende dekzandgronden gaan insnijden, waarbij een aantal grote meanders met kronkelwaarden zijn ontstaan. Junner Koeland is daar één van. De kronkelwaarden bestaan uit een afwisseling van geulafzettingen en oeverwallen en hebben een heel eigen gelaagdheid, die sterk afwijkt van die in de omliggende hogere zandgronden (o.a. Quik, 2016).

Het Vechtdal ligt dus boven een naar het westen hellende hydrologische basis (Formatie van Breda) waarboven zich twee watervoerend pakketten bevinden, gescheiden door de keileem (Gieten-klei). De keileem vormt een betrekkelijk smalle strook in de ondergrond, ten noorden en ten zuiden daarvan is er geen scheidende laag en daar staan de watervoerend pakketten van het Vechtdal met elkaar in verbinding. Stijghoogteveranderingen in het vroegere veengebied kunnen dus zowel van invloed zijn op stijghoogten boven als onder de keileem in het Vechtdal; de grootste veranderingen zijn waarschijnlijk ontstaan door het aflaten en afgraven van de hoogvenen en ontwateren tot het huidige landbouwkundige waterpeil.

Ter hoogte van het Junner Koeland geeft REGIS II V2.2 een tot ca. 15 m dikke laag Gieten-klei in de ondergrond aan (Figuur 2-3). (De weerstand van de Gieten-klei is in REGIS II V2.2 voor de ondergrond van het Junner Koeland s.s. geschat op 5000-10.000 dagen en loopt onder het oostelijk deel op tot meer dan 10.000 (tot 100.000) dagen (figuur 2.4). Daarboven ligt een freatisch pakket met in het dal holocene deklaag (figuur 2.3). Bij het plaatsen van peilbuizen voor het lokale meetnet (Jalink en Van der Toorn, 2018b; RHDHV, 2017), bleek in het dal vanaf 6-6,5 m diepte leem te liggen, onder de hogere gronden vanaf ca. 8 m diepte. Dit wijst erop dat op deze diepte de keileem begint. Er is dan sprake van een slechts 6-ca 10 m dik freatisch pakket.



FIGUUR 2-3: HYDROGEOLOGISCHE DOORSNEDE DWARS OP HET VECHTDAL, OVER HET JUNNER KOELAND (BRON: REGIS II V2.2)



FIGUUR 2-4: VERBREIDING EN WEERSTAND VAN DE GIETEN-KLEI (BRON: REGIS II V2.2)

3 Geomorfologie en bodem

3.1 Hoofdlijnen

Het Vechtdal wordt volgens de indeling van de Landschapsleutel (Kemmers et al. 2011, Van Delft et al. 2015 zie ook § 3.7) gerekend tot de Fysisch-geografische sectie RiZ 'Ingesneden rivieren zonder terrassen' binnen het Fysisch-geografische regio rivierengebied. De omliggende gronden worden tot de 'Hogere zandgronden' (Hz) gerekend, met de FG-secties 'Dekzandgebieden' (HzD), 'Stuifzandgebieden' (HzS) en 'Beekdalen' (HzB). De laatste FG-sectie heeft betrekking op de smalle droogdalachtige laagten die we kunnen onderscheiden in het noordelijk deel van Dennenhoek en de noordrand van Calsum. Deze schrijven wij toe aan de afwatering van voormalige hoogveengebieden ten noorden van Junner Koeland. Overal onder Junner Koeland en omgeving komt op 8 tot 18 meter onder maaiveld slecht doorlatende keileem voor. Dit pakket vormt de basis van het eerste watervoerend pakket. Grondwaterstromen naar de lage delen van Junner Koeland voeren door de bovenliggende zand en leempakketten. Omdat daar, zowel in het Vechtdal als onder de hogere zandgronden een laag deels kalkrijke grove zanden van de formatie van Kreftenheije op de keileem ligt, is het kwelwater goed gebufferd. Lokaal komen in deze formatie ook kleilagen van het laagpakket van Zutphen voor die de grondwaterstroming sterk kunnen beïnvloeden. Op de formatie van Kreftenheije komen fluvioperiglaciale afzettingen van de formatie van Boxtel voor die overwegen uit fijn zand bestaan, maar bovenin ook grof kunnen zijn. Deze rekenen wij tot de FG-serie HzDA 'Leemarme droge dekzandgronden'. Door verstuiving van deze zanden vanaf de Middeleeuwen komt ook stuifzand voor met FG-series HzSD 'Landduinen' en HzSL 'Uitgestoven laagten'.

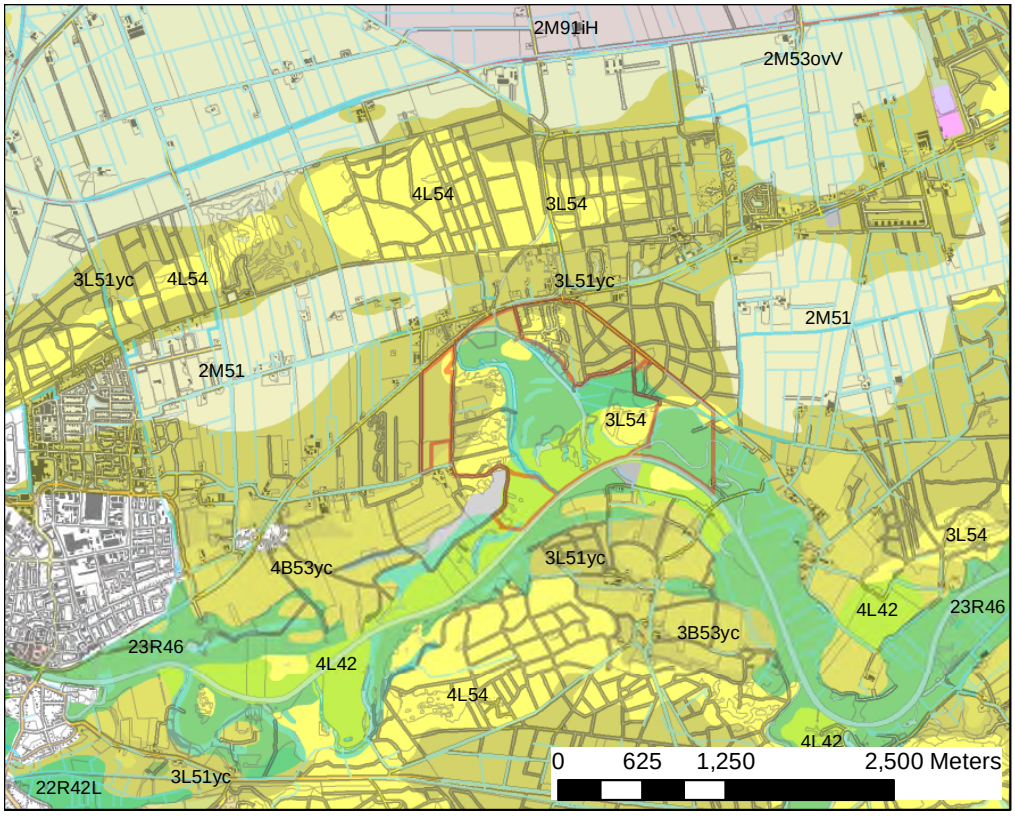
Het Vechtdal, dat is ingesneden in de fluvioperiglaciale afzettingen en deels in de formatie van Kreftenheije, is weer deels opgevuld door Vechtafzettingen die overwegend van onder naar boven fijner worden (fining up). Vóór de Middeleeuwen had de Vecht een vrij constante afvoer en volgens een kronkelend tracé ingesneden in de hogere zandgronden. Dit tracé is deels nog te herkennen in de een aantal restgeulen in het gebied (zie FIGUUR 3-8). Vanaf de Middeleeuwen nam door diverse oorzaken de afvoerdynamiek sterk toe en ging de rivier extreme meanders vormen, waar het Junner Koeland er één van is. Met de kanalisatie van de Overijsselse Vecht rond 1900 kwam een einde aan deze dynamiek en veranderde de oude loop van de Vecht in een verlandende meander (FG-serie RiZL 'Rivierlopen') die nu vooral als ontwatering voor het Junner Koeland en directe omgeving fungeert. Door de rivierdynamiek, vooral in de periode van de Middeleeuwen tot ca 1900, hebben de afzettingen in het Vechtdal een vrij sterk reliëf met oeverwallen (RiZL 'Oeverwallen'), restgeulen (RiZL) en kronkelwaardruggen (RiZL) en -geulen (RiZN 'Natte en verdroogde riverdalen'). Binnen deze kronkelwaarden komt als gevolg van de sedimentatieprocessen een scheve gelaagdheid voor (laterale acretie) waardoor de horizontale doorlatendheid van deze afzettingen beperkt is. In de lagere delen kan klei zijn afgezet (RiZV 'Benedenlopen en lemige riviervlakten') of veen tot ontwikkeling gekomen zijn. Op de hoogste delen is lokaal ook verstuiving opgetreden waardoor rivierduinen zijn ontstaan (RiZD 'Rivierduinen').

Binnen de hierboven beschreven Fysisch-geografische series hebben wij op het laagste niveau van de hiërarchische in deling van de Landschapsleutel (FG-typen) een verdere onderverdeling gemaakt die vooral gebaseerd is op de mate en aard van de bodemvorming onder invloed van de hydrologische positie (infiltratie, kwel) ten tijde van die bodemvorming.

Deze FG-typen zijn de basis voor de beoordeling van de potenties voor verschillende habitattypen en andere vormen van grondwaterafhankelijke natuur.

3.2 Geomorfologie

De geomorfologische kaart van Nederland (FIGUUR 3-1) toont de grote lijn van de ligging van het Vechtdal tussen de omliggende pleistocene zandgronden. Deze bestaan vooral uit dekzandvlakten en –welvingen en een enkele dekzandrug. Door verstuiving zijn in een deel van deze dekzandgronden landduinen met bijbehorende vlakten en laagten ontstaan. Ingesneden in deze pleistocene zandgronden ligt het Vechtdal met meanderruggen en geulen. Het Junner Koeland is als extreme meander ver in het pleistocene gebied gesneden. Op basis van de detailbodemkaart hebben wij in §3.6.1 een gedetailleerde geomorfologische kaart van Junner Koeland en directe omgeving afgeleid.



Geomorfologische kaart Nederland

B: Geïsoleerde heuvels, heuvelruggen en dijken
- B53 Dekzandrug
- B56 Gordeldekzandrug

L: Heuvels en heuvelruggen met bijbehorende vlakten en laagten
- L42 Meanderruggen en -geulen
- L51 Dekzandwelvingen
- L52 Gordeldekzandwelvingen
- L54 Landduinen met bijbehorende vlakten en laagten
- L91 Storthopen met grind-, zand-, kleigaten of ijzerkuilen

M: Vlakten
- M51 Dekzandvlakte
- M53 Vlakte van ten dele verspoelde dekzanden of löss
- M91 Veenkoloniale ontginningsvlakte
- M93 Vlakte ontstaan door afgraving of egalisatie

N: Niet- dalvormige laagten
- N51 Laagte zonder randwal
- N94 Laagte ontstaan door afgraving

R: Dalen
- R23 Dalvormige laagte
- R42 Beekdalbodem
- R43 Restgeul
- R46 Beekdalbodem met meanderruggen en geulen

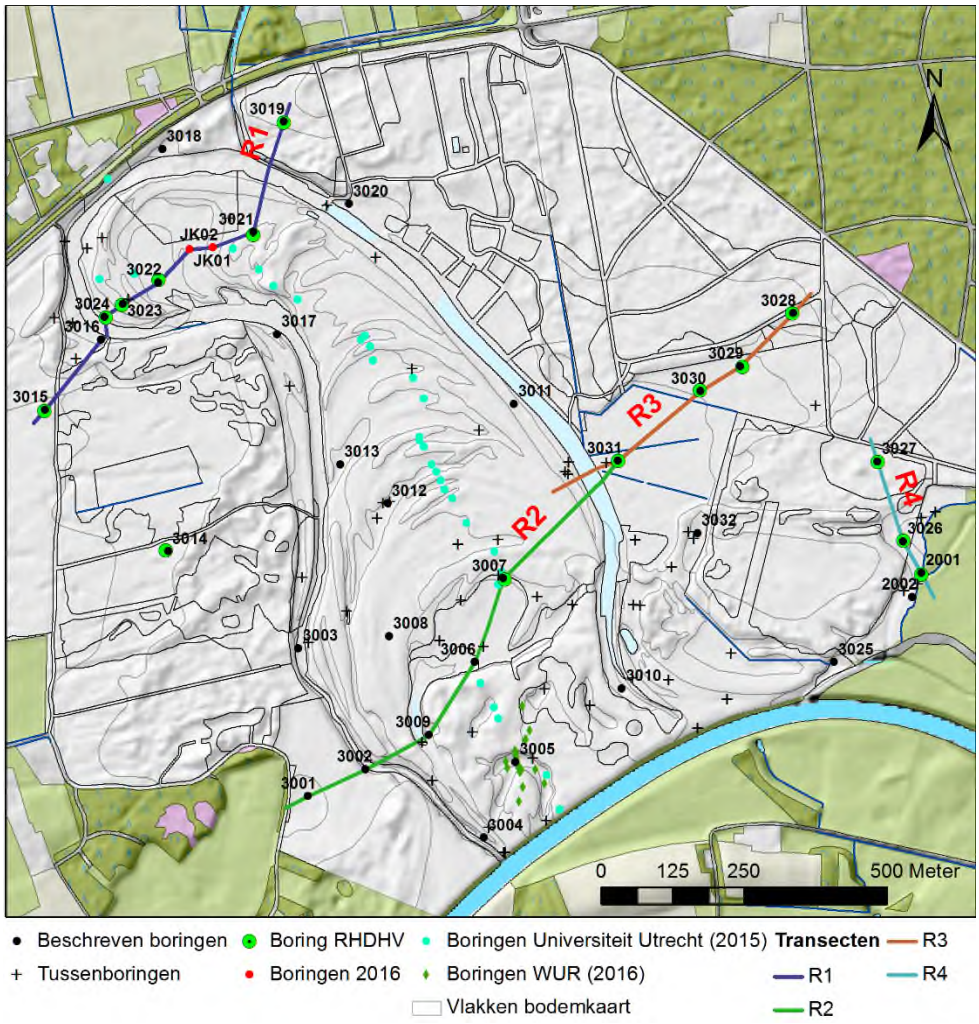
FIGUUR 3-1 GEOMORFOLOGISCHE KAART NEDERLAND (WWW.PDOK.NL MAAS ET AL. 2017)

3.3 Bestaande bodemkaarten

Van het onderzoeksgebied zijn zowel de Bodemkaart van Nederland schaal 1 : 50.000 (Booij 1989) en de bodemkaart van ruilverkaveling Dedemsvaart, schaal 1 : 10.000 (Wopereis & Rutte 1971) beschikbaar. De bodemkaart van Nederland is niet gedetailleerd genoeg en de bodemkaart van de ruilverkaveling Dedemsvaart heeft een legenda die onvoldoende aansluit bij de informatiebehoefte voor deze LESA. Ook kan met de huidige technieken (AHN, GPS) een betere begrenzing van de kaartvlakken verkregen worden. Daarom zijn aanvullende boringen uitgevoerd en is de detailbodemkaart gereviseerd (§3.6).

3.4 Aanvullende boringen

Bij de peilbuizen en een aantal aanvullende locaties zijn op 34 locaties gedetailleerde profielbeschrijvingen gemaakt tot ca 150 cm diepte. Daarnaast zijn twee boringen gebruikt van de verkenning in 2016 (Jalink et al. 2016). Bij de peilbuizen zijn ook diepere profielbeschrijvingen beschikbaar die erg nuttig zijn om het vervolg van de gelaagdheid in de ondergrond te beschrijven (RHDHV 2016). Voor de nóg diepere ondergrond hebben we gebruik gemaakt van informatie uit het Dinoloket. Ook is een groot aantal boringen gebruikt van studenten van Universiteiten Utrecht en Wageningen (Candell 2018). Tot slot hebben wij een groot aantal niet beschreven tussenboringen en aanvullende waarnemingen verricht om de afgrenzing van vlakken op de bodemkaart te ondersteunen. De boorpunten zijn aangegeven in FIGUUR 3-2.

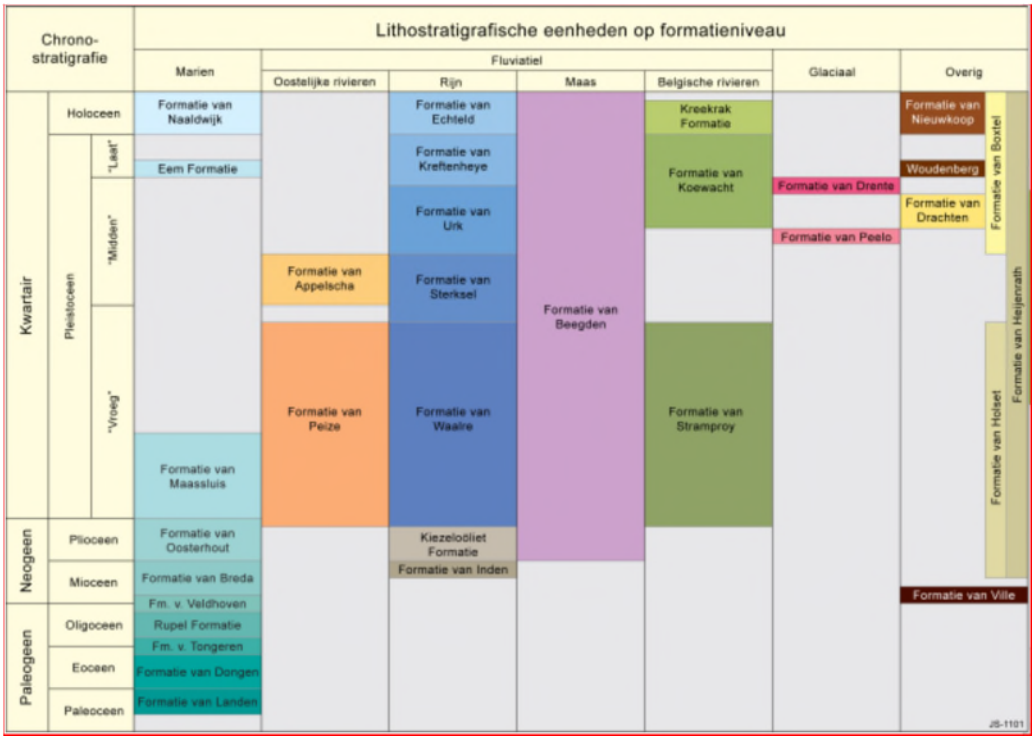


FIGUUR 3-2 BOORPUNTENKAART MET, NAAST DE EIGEN AANVULLENDE BORINGEN, DE DIEPERE BESCHRIJVINGEN BIJ DE PEILBUIZEN (RHDHV) EN BORINGEN VAN STUDENTEN VAN DE UNIVERSITEITEN UTRECHT EN WAGENINGEN. MET GEKLEURDE LIJNEN IS DE LIGGING VAN DE VIER TRANSECTEN AANGEGEVEN.

De eigen boringen zijn beschreven volgens de bij WENR gebruikelijke methoden en indelingen en zijn als digitale bijlage aan de opdrachtgever geleverd. Daarbij zijn deze boringen ‘verlengd’ op basis van de profielbeschrijvingen van RHDHV en informatie uit Dino (tot aan de keileem). Deze diepere boringen zijn gebruikt voor het opstellen van de geologische dwarsdoorsneden in § 3.5. Aanvullend is bij de meeste boringen het pH-profiel opgenomen.

3.5 Geologisch/bodemkundige dwarsdoorsneden

TABEL 3 GEOLOGISCHE OVERZICHTSTABEL (BRON: HTTPS://WWW.DINOLOKET.NL/OVERZICHTSTABEL)



In Figuur 3-3 t/m FIGUUR 3-6 zijn geologisch/bodemkundige dwarsdoorsneden opgenomen langs de raaien in FIGUUR 3-2.

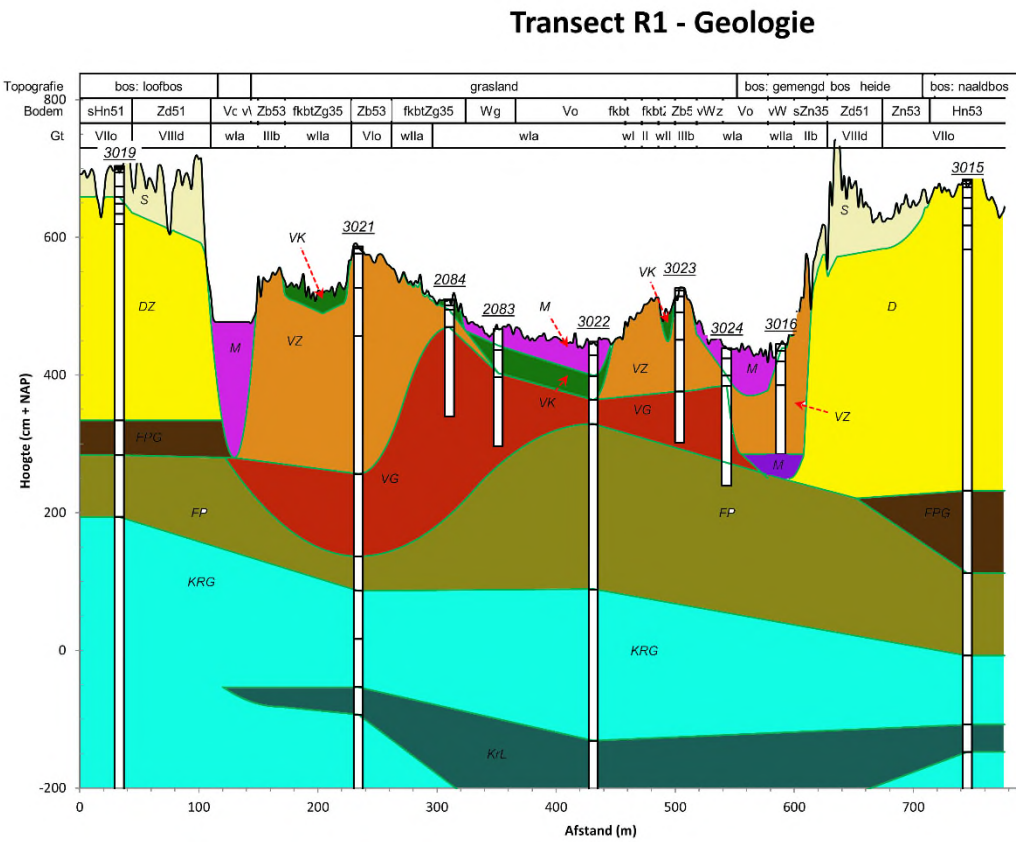
De basis van het eerste watervoerend pakket onder Junner Koeland lijkt gevormd te worden door de keileem Formatie van Drente, laagpakket van Gieten, dat op 8 tot 18 meter beneden maaiveld begint (zie Jalink & Van der Toorn 2018). Omdat de dwarsdoorsneden in deze paragraaf niet dieper dan 2 meter – NAP beschrijven is dat daar niet weergegeven.

De grondwaterstroming over de keileem voert voornamelijk door grove zanden van de formatie van Kreftenheije. Omdat deze lokaal kalkrijk kunnen zijn is dat water gebufferd (zie § 6.1). In deze pleistocene rivierafzettingen komen lokaal ook schollen klei en leem voor die als laagpakket van Zutphen worden aangeduid. Deze kunnen plaatselijk de grondwaterstromen bijsturen. Uit de diepere boringen kan opgemaakt worden dat de verbreiding van deze kleilaag groter is dan uit het REGIS model kan worden opgemaakt. Omdat de formatie van Kreftenheije in terrassen is afgezet varieert de begindiepte in de boringen tussen -0.6 en 3 meter NAP (zie FIGUUR 3-11).

De formatie van Kreftenheije is afgedekt met fluvioperiglaciale zanden en dekzanden van de Boxtel formatie. Deze zijn overwegend fijnzandig en leemarm tot zwak lemig. In de top van het fluvioperiglaciale zand komt lokaal een grofzandige laag voor. Door verstuiving sinds de Middeleeuwen bestaat het bovenste deel plaatselijk uit stuifzanden die tot het Laagpakket van Kootwijk in de Formatie van Boxtel gerekend worden.

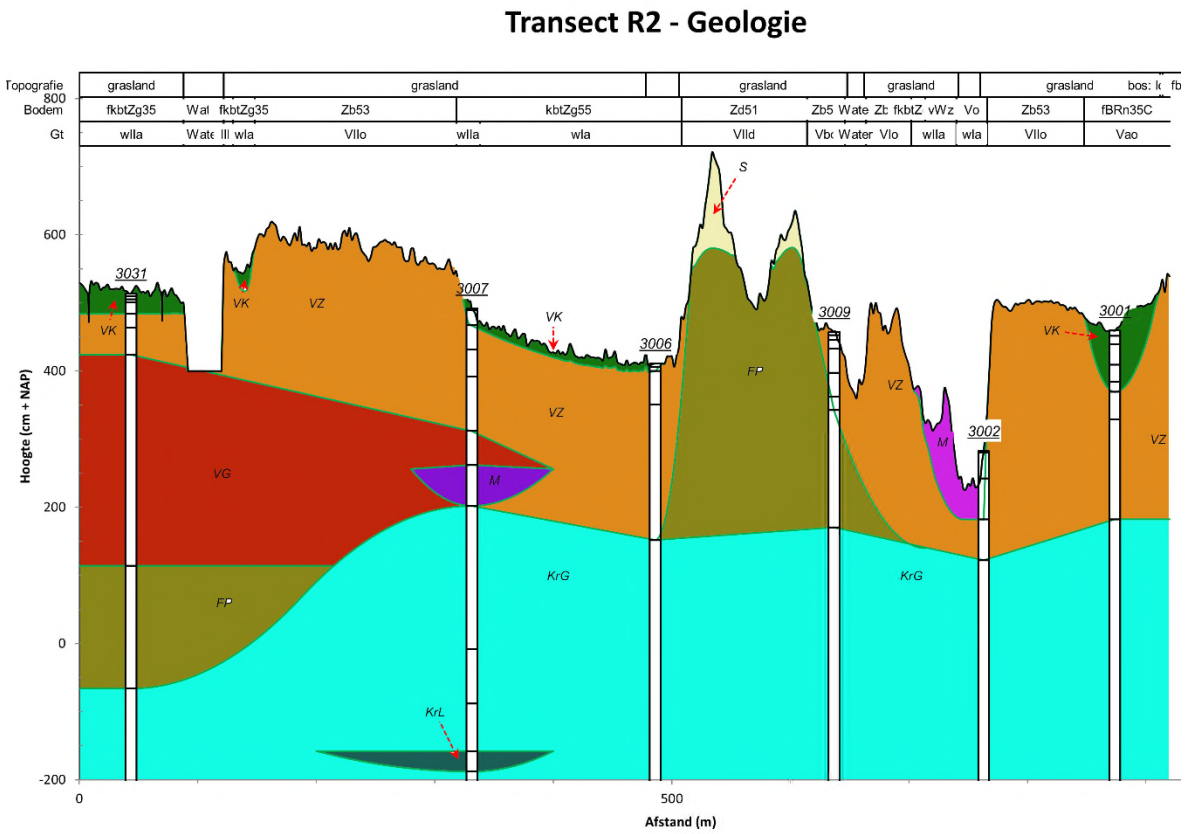
Het Vechtdal heeft zich ingesneden in de Formatie van Boxtel en lokaal ook in de Formatie van Kreftenheije. De Vechtafzettingen worden gekenmerkt door een zogenaamde ‘fining upwards sequence’. De onderste lagen, vaak beddingafzettingen, bestaan uit grof zand dat

naar boven geleidelijk overgaat in fijn zand en op in de kronkelwaardgeulen en oude stroomgeulen is afgedekt door klei. In geulen die langdurig afgesloten zijn geweest is ook veen gevormd. Dit hele pakket hoort bij het Laagpakket van Singraven in de Formatie van Boxtel. Binnen de kronkelwaarden kunnen de Vechtafzettingen gelaagd zijn, waarbij in de kronkelwaardruggen een scheve gelaagdheid is te herkennen (laterale acretie). Hierdoor kan horizontale weerstand optreden. Dergelijke gelaagdheid is in een grondboor niet waar te nemen, maar wel in een profielkuil of met behulp van grondradar (Candel et al. 2018).



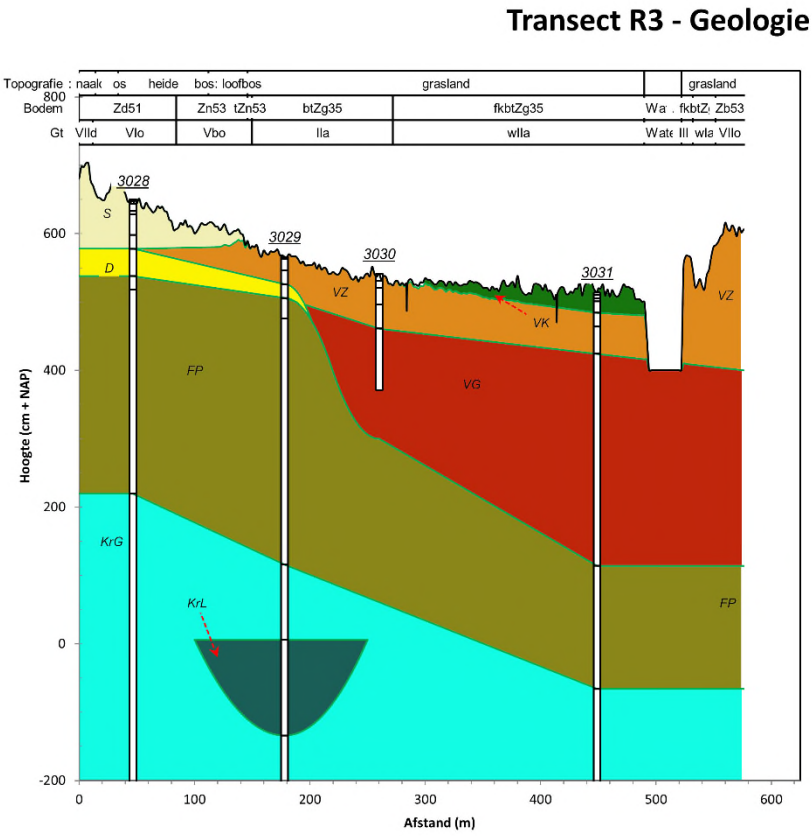
FIGUUR 3-3 GEOLOGISCHE DWARSDOORSNEDE VAN TRANSECT 1, 'DE MUTS' VAN NOORDOOST (LINKS) NAAR ZUIDWEST (RECHTS). VOOR LEGENDA ZIE FIGUUR 3-6.

In transect 1, door het noordelijk deel van de meander (De Muts) is te zien dat de klei van Zutphen hier doorloopt tot onder het Junner Koeland. In REGIS houdt de verbreiding op ten westen van het Junner Koeland. De formatie van Kreftenheije is afgedekt met fluvioperiglaciaal zand dat buiten de meander bovenin grof is. Daarop liggen enkele meters dekzand, wat bovenin deels is verstoven als stuifzand. De meander heeft zich ingesneden in het dekzand en deels in het fluvioperiglaciale zand. Hoewel de grens tussen grofzandige en fijnzandige Vechtafzettingen als een harde lijn is ingetekend is de overgang in werkelijkheid geleidelijker. De grens met latere kleidekken is vaak wel scherp. Bij boring 3016 komt in een oude geul nog een rest verlandingsveen voor die is afgedekt met jongere Vechtzanden. De huidige meander is in het noordelijk deel grotendeels verland waarbij de geul is opgevuld met slap, ongerijpt kleiig veen. Ook binnen de centrale laagte van De Muts vindt veenvorming plaats. Oude kronkelwaardgeulen zijn opgevuld met klei.



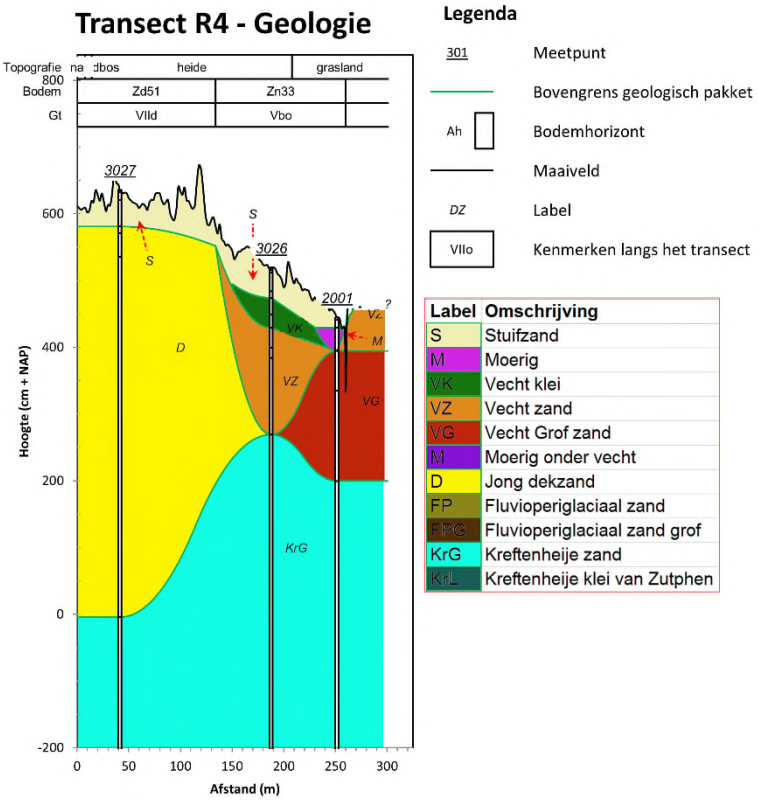
FIGUUR 3-4 GEOLOGISCHE DWARSDOORSNEDE VAN TRANSECT 2, JUNNER KOELAND ZUID, VAN NOORDOOST (LINKS) NAAR ZUIDWEST (RECHTS). VOOR LEGENDA ZIE FIGUUR 3-6.

In het zuidelijk deel van Junner Koeland is in de bovenkant van de Formatie van Kreftenheije een terrastrap te herkennen. De klei van Zutphen komt voor in een kleine schol maar ontbreekt verder. Opvallend is het voorkomen van een ‘eiland’ van fluvioperiglaciale afzettingen tussen de boringen 3006 en 3009. Dit bevindt zich in de binnenbocht van een vroegere bocht in de rivier van vóór de sterke toename in meandering (Candel et al. 2018, zie ook FIGUUR 3-8). Deze geul is gedateerd vóór 1500 en moet dus als vermoedelijk Middeleeuws tracé van de Vecht beschouwd worden. Het ‘eiland’ is gedateerd als Laat-Pleistoceen of Vroeg-Holoceen. Grofzandige Vechtafzettingen zijn alleen aangetroffen in het oostelijk deel van dit transect, verder komt vooral fijn zand voor. In de Vechtafzettingen komen plaatselijk oude geulopvullingen met veen voor, zoals in de ondergrond van boring 3007. In de vlakte tussen 3006 en 3007 is een kleipakket afgezet. Verder is duidelijk te zien dat de meander aan de oostkant (bij 3031) een stuk hoger ligt dan aan de westkant (bij 3002).



FIGUUR 3-5 GEOLOGISCHE DWARSDOORSNEDE VAN TRANSECT 3, OOSTELIJKE HOOILANDEN (DE MARS), VAN NOORDOOST (LINKS) NAAR ZUIDWEST (RECHTS). VOOR LEGENDA ZIE FIGUUR 3-6.

Ook bij de De Mars is in de ondergrond een terrasvorm in de formatie van Kreftenheije te zien. Hierbinnen komt een schol voor van de klei van Zutphen, waarschijnlijk een oude bedding. De Vechtafzettingen zijn ingesneden in de fluvioperiglaciale afzettingen waarop hier een dun laagje dekzand ligt. Hier bestaan deze grotendeels uit grof zand met dun pakket fijne zanden en in de laagste delen een kleidek. Het stuifzandpakket aan de oostkant ligt deels ook over de Vechtafzettingen heen.

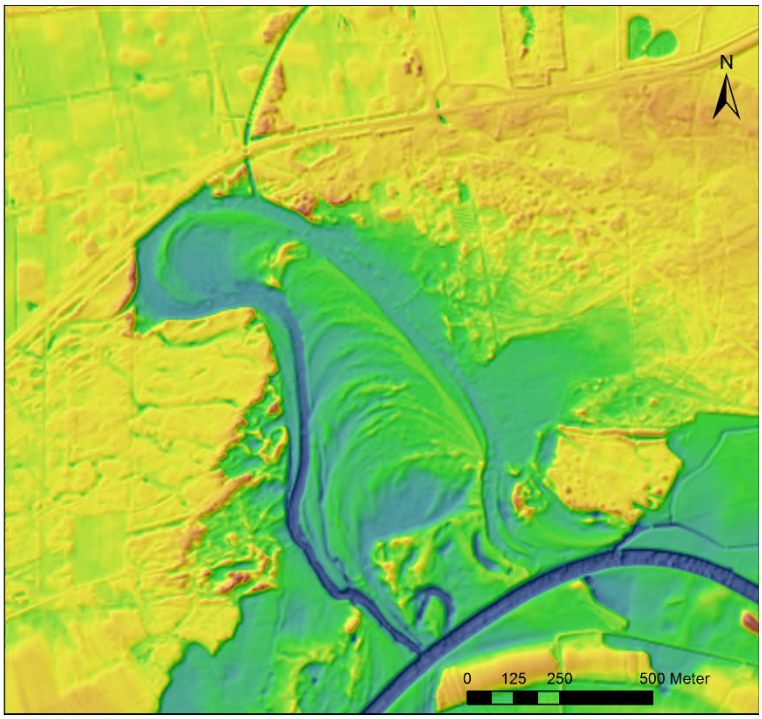


FIGUUR 3-6 GEOLOGISCHE DWARSDOORSNEDE VAN TRANSECT 4, OOSTELIJK DEEL VAN CALSUM, VAN NOORD (LINKS) NAAR ZUID (RECHTS).

In het zuidelijk deel van deze raai komt de formatie van Kreftenheije vrij ondiep voor en duikt in noordelijke richting weg in een lager terras. Daar ligt een dik pakket dekzand wat in de bovenste meter verstoven is. de zuidelijke helft van het transect komt uit in een restgeul op de plaats van het vermoedelijk Middeleeuwse tracé van de Vecht (FIGUUR 3-8), wat deels weer is bedekt met stuifzand.

3.6 Revisie detailbodemkaart

Bij de kartering voor de verlengde nevengeul bij Junne (Van Delft & Maas 2018) is gebleken dat de bestaande detailbodemkaart (Wopereis & Rutte, 1971) niet overal voldoet voor de beoordeling van realisatiekansen voor de beoogde habitattypen. Dat heeft te maken met het doel waarvoor de kaart gemaakt is (ruilverkaveling) en voortschrijdend inzicht in het functioneren van bodems. Ook maakt de beschikbaarheid van het AHN een betere afgrenzing van eenheden mogelijk (Brus & Kiestra 2002, zie ook FIGUUR 3-7). Daarom hebben wij de detailbodemkaart uitvoerig gereviseerd, vooral voor de bodems die relevant zijn voor grondwaterafhankelijke vegetaties binnen het Junner Koeland en de directe omgeving. Voor de hogere gronden ten oosten en westen van het Junner Koeland is de revisie beperkt tot het aanpassen van enkele bodemgrenzen op basis van het AHN. Hier zijn ook weinig boringen uitgevoerd. Met name voor de begrenzing van open water hebben wij ook luchtfoto's geïnterpreteerd. Voor een beter begrip van het ontstaan van het landschap en het afleiden van de landschappelijke bodemkaart (§ 3.7) hebben wij ook een gedetailleerde geomorfologische kaart gemaakt (FIGUUR 3-8).



FIGUUR 3-7 RELIËFKAART VAN JUNNER KOELAND EN DIRECTE OMGEVING (BRON: AHN2)

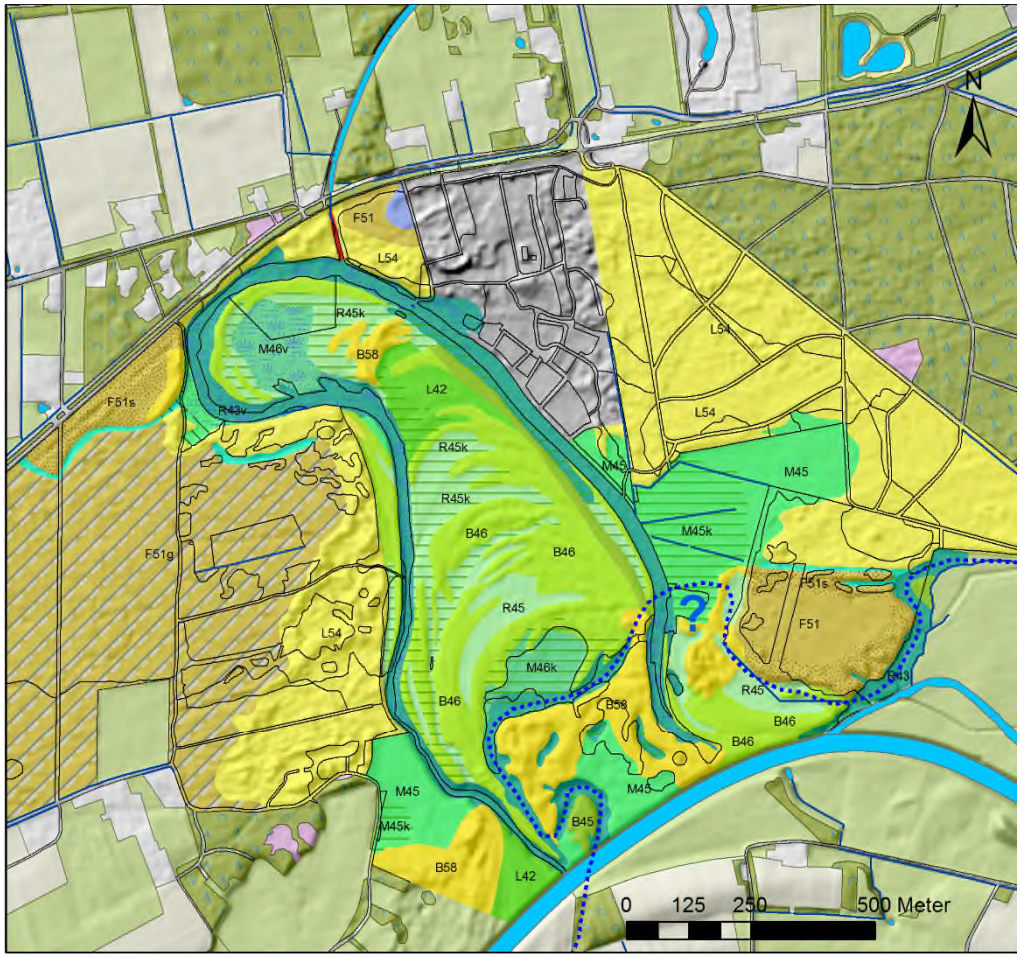
3.6.1 Detailkaart geomorfologie

In FIGUUR 3-8 is de gedetailleerde geomorfologische kaart van Junner Koeland en directe omgeving opgenomen. Voor meer informatie over de eenheden verwijzen wij naar de toelichting bij legenda van de geomorfologische kaart Nederland: http://legendageomorfologie.wur.nl/

De hogere zandgronden waarin het Vechtdal is uitgesleten worden bij Dennenhoek en Calsum aan de oppervlakte bepaald door een dekzandplateau (F51) dat in het westelijk deel van Dennenhoek en in de bossen in het noordoosten deels is verstoven tot landduinen met bijbehorende vlakten en laagten (L54 en B58 of toevoeging ...s). Het bijbehorende reliëf is goed herkenbaar in FIGUUR 3-7. Dat geldt ook voor de smeltwatergeulen in het plateau in Dennenhoek ten westen van Junner Koeland. Dit is aangegeven met een arcering en toevoeging ...g achter de code (F51g).

Enkele van deze geulen (R23) zijn dieper uitgesleten en hebben vermoedelijk in het Holoceen gefunctioneerd als afwatering van het hoogveengebied ten noorden van het Vechtdal en later ook bij de ontwatering tijdens het afgraven van dat veengebied. De meest noordelijke van deze geulen komt bij boring 3016 uit in de meander bij de muts en lijkt dus nog tot het begin van de 20ste eeuw gefunctioneerd te hebben. Op de topografische kaart rond 1900 staat deze geul nog als een waterloop aangegeven met een duiker onder de weg door (FIGUUR 3-9, rechts). Vanaf 1935 is de waterloop niet meer aangegeven (topotijdreis.nl). Omdat de Vecht tot ca 1500 veel zuidelijker stroomde en het dekzandplateau dus ook verder doorliep, zal deze geul toen ook verder naar het zuiden in de Vecht uitgemond zijn. Een vervolg van de geul is iets oostelijk te vinden langs de rand van het stuifzandcomplex en kwam vanaf het eind van de 18e eeuw uit bij boring 3017 en in de voorgaande eeuwen nog verder naar het zuiden (FIGUUR 3-9 links). Pas in de laatste fase van de meandering, aan het eind van de 19e eeuw is de geul aangesneden door de meander en is de nieuwe monding ontstaan bij boring 3016. Vanaf 1889 staat deze loop aangegeven. Langs de noordrand van

het oostelijke dekzandplateau bij Calsum (F51, oostelijk van boring 3026) lopen twee vergelijkbare geulen (R23) die een mogelijk vervolg zijn van de geulen in het noordwesten, of een andere afwateringsgeul.



Mogelijk tracé Middeleeuwse Vecht

Geomorfologie Detail Bovengrond

- d bedekt of opgevuld met dekzand
- g met smeltwatergeulen
- k bedekt met klei (fluviatiel)
- s bedekt met duin- of stuifzandduinen
- v bedekt of opgevuld met veen

Geomorfologie Detail

B: Geïsoleerde heuvels, heuvelruggen en dijken

- B45 Oeverwal
- B46 Kronkelwaardrug
- B58 Landduin

F: Plateau-achtige vormen

- F51 Dekzandplateau

L: Heuvels en heuvelruggen met bijbehorende vlakten en laagten

- L42 Meanderruggen en -geulen
- L54 Landduinen met bijbehorende vlakten en laagten

M: Vlakten

- M45 Vlakte van rivierafzettingen
- M46 Rivierkomvlakte

N: Niet- dalvormige laagten

- N21 Vlakte van sneeuwsmeltwaterafzettingen
- N94 Laagte ontstaan door afgraving

R: Dalen

- R23 Dalvormige laagte
- R43 Restgeul
- R45 Kronkelwaardgeul

FIGUUR 3-8 GEDETAILLEERDE GEOMORFOLOGISCHE KAART VAN HET JUNNER KOELAND.

Het vermoedelijke tracé van de Vecht van vóór ca. 1500, toen de sterke meandering begon, is in FIGUUR 3-8 met een stippellijn aangegeven. Dit wijkt iets af van het tracé dat door Candel

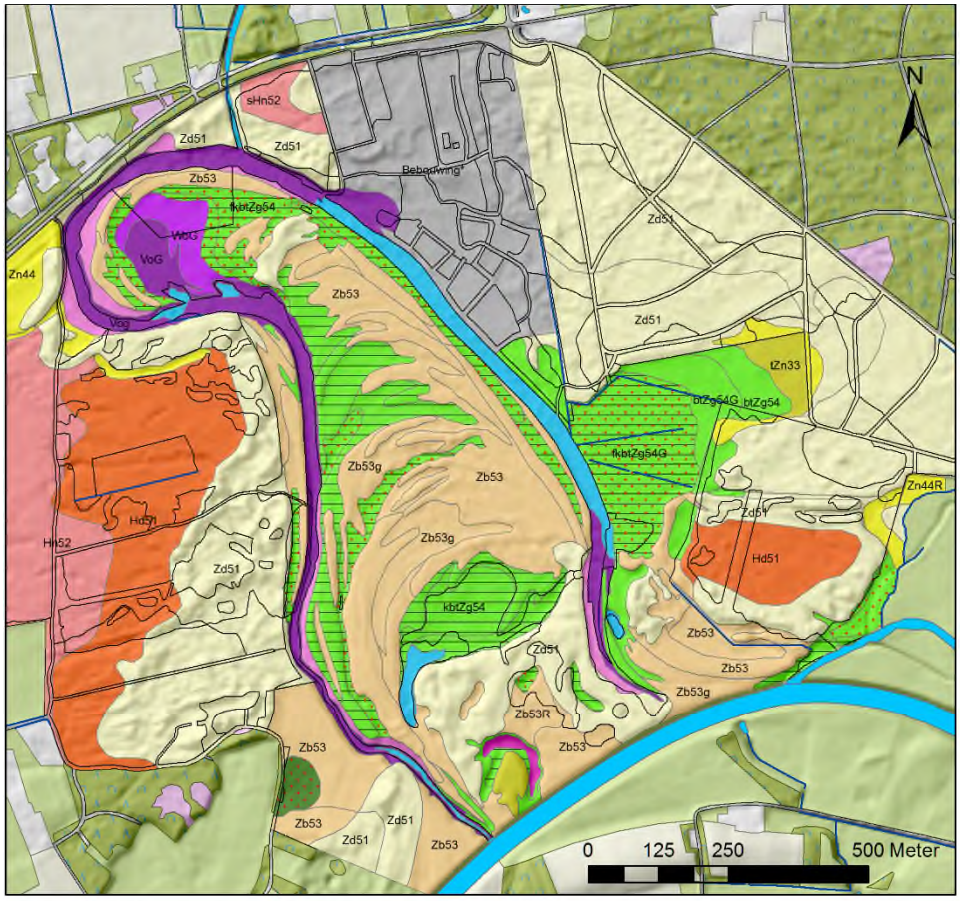
et al. (2018), in navolging van Maas (1995) is aangegeven. Zij geven een tracé aan door de restgeul iets ten westen van het begin van de meander. Dat lijkt minder logisch vanwege de kronkelwaard (R45/B46) tussen het oostelijk dekzandplateau (F51) en de meander (R43) welke jonger zal zijn. De genoemde restgeul (R43) en enkele andere kleinere restgeulen ten zuiden van het middeleeuwse tracé lijken te horen bij dit oudere systeem hoewel er geen ouderdom van bekend is. In de ondergrond van de vlakte van rivierafzettingen (M45) is hier klei aangetroffen die met dit oude systeem in verband gebracht moet worden (FIGUUR 3-11). Mogelijk geldt dat ook voor het kleidek in De Mars (boring 3031). Hier ontbreekt het voor de jongere meanders kenmerkende kronkelwaardreliëf, zonder dat sprake lijkt te zijn van egalisering van het perceel. Aanwijzingen voor een restgeul door deze hooilanden zijn niet gevonden. Wel komt hier onder het kleidek een vrij dik (tot 3 meter) pakket grof Vechtzand voor (FIGUUR 3-5). Dat kan betekenen dat de Vecht in een nog eerdere fase hier doorheen gestroomd heeft. Omdat wij onzeker zijn over het verloop van de oude geul tussen het dekzandplateau en de huidige meander hebben wij dit met een vraagteken op de kaart aangegeven. Ook ten westen van de meander, in de Vechtmaten, is een vlakte van rivierafzettingen aangegeven met in het laagste deel ook een kleidek (bij boring 3001). Dit hoort mogelijk ook bij het oudere systeem.



FIGUUR 3-9 FRAGMENTEN VAN DE TOPOGRAFISCHEKAART ROND 1850 LINKS EN 1900 RECHTS (TOPOTIJDREIS.NL).

De meander zelf is als een restgeul (R43) aangegeven die voor een deel is opgevuld met veen (R43v). Het gebied tussen de middeleeuwse loop en de meander bestaat uit een kronkelwaard (B46, R45). Waar de ruggen en geulen niet goed uitgekarteerd konden worden is de eenheid L42 gebruikt. De lage delen hebben een (dun) kleidek. Twee laagtes zijn aangeduid als rivierkomvlakte (M46). Ook het stuk tussen het oostelijk dekzandplateau (F51) en de meander is een kronkelwaard, net als een hoek ten zuidwesten van de monding van de meander. Binnen de kronkelwaarden zijn ook landduinen (B58) onderscheiden die ontstaan zijn door stuifzand dat over de rivier is gewaaid maar ook uit de drooggevallen bedding kan zijn opgestoven. Ook lokale verstuiving van het rivierzand is mogelijk de oorsprong van deze landduinen. Beide complexen zijn op de topografische kaarten van 1850 en 1900 al aangegeven (FIGUUR 3-9).

3.6.2 Bodemkaart



Bodemkaart

Veengronden en moerige gronden
- Vo Vlietveengrond
- kVc Waardveengrond
- Wo Plaseerdgrond
- vWz Moerige eerdgrond op zand

Podzolgronden
- Hn52 Veldpodzolgrond in leemarm of zwak lemig matig fijn zand
- Hd51 Haarpodzolgrond in leemarm matig fijn zand

Kalkloze zandgronden
- btZg54 Bruine beekeerdgronden in zwak en sterk lemig zand
- tZn33 Gooreerdgronden in zwak lemig matig fijn zand
- Zn44 Vlakvaaggronden in zwak en sterk lemig zeer en matig fijn zand
- Zd51 Duinvaaggronden in leemarm matig fijn zand
- Zb53 Vorstvaaggronden in zwak lemig matig fijn zand

Rivierkleigronden
- BRn35C Poldervaaggrond zware zavel

Overig
- Bebouwing_camping
- Water

Toevoegingen bovengrond
- IJzerrijke bovengrond
- Kleidek < 40 cm

FIGUUR 3-10 GEREVISEERDE DETAILBODEMKAART (WEERGEGEVEN OP SCHAAL 1 : 10000) VAN JUNNER KOELAND EN DIRECTE OMGEVING.

De bodemkaart geeft meer informatie over de textuur van de gronden en de mate waarin bodemvorming heeft plaatsgevonden onder invloed van de hydrologische positie ten tijde van die bodemvorming. Dit is aanvullend op de geomorfologische kaart die in de vorige paragraaf is besproken.

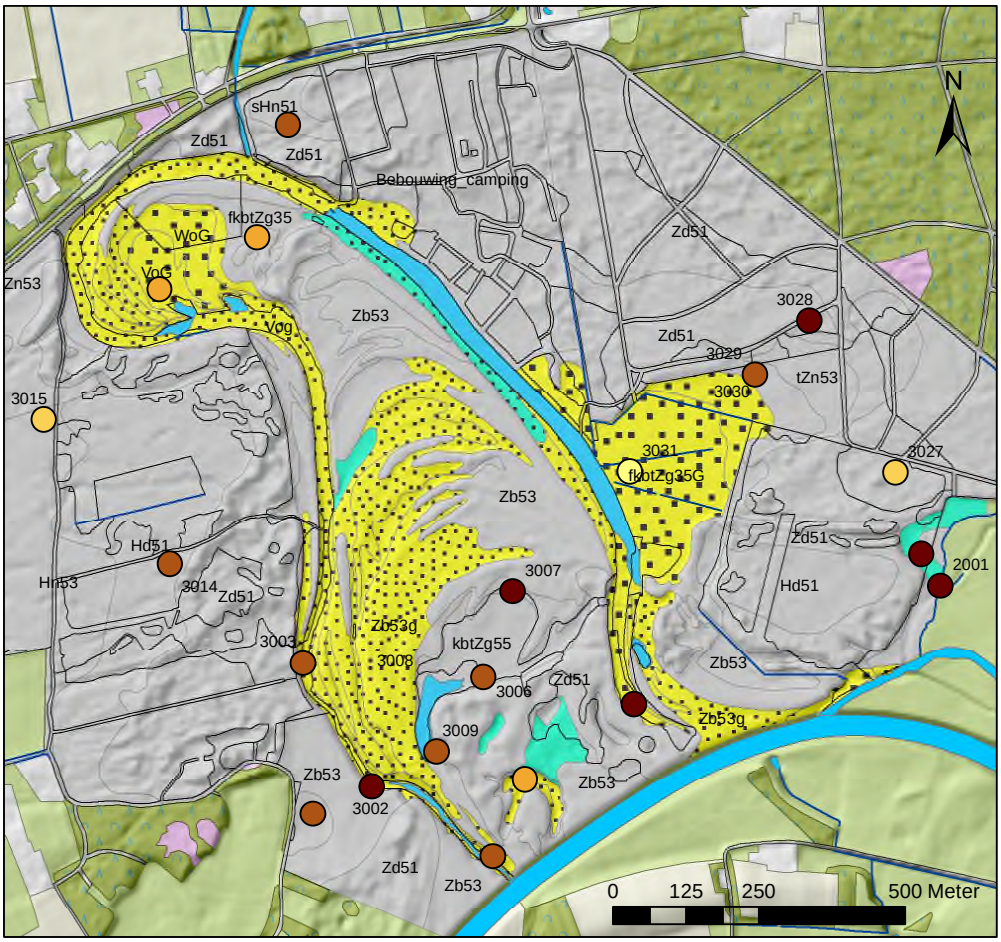
Op de dekzandplateaus zijn onder invloed van infiltrerend neerslagwater in de loop der eeuwen podzolgronden (Hn52, Hd51) ontwikkeld. Door verstuiving is het bovenste deel met het podzolprofiel plaatselijk weer verdwenen en zijn vlakvaaggronden (Zn53) overgebleven. Het verstoven zand is elders weer afgezet als duinvaaggronden (Zd51). Afhankelijk van de ontstaanswijze kan onder de duinvaaggrond een overstoven (podzol)profiel of een afgestoven bodem voorkomen. Omdat deze studie gaat over grondwaterafhankelijke natuur is dat onderscheid hier verder niet gemaakt. Zowel de vlakvaaggronden als de duinvaaggronden zijn te jong om een duidelijk ontwikkeld bodemprofiel te hebben, vandaar de naam 'vaaggrond'. In de oostelijke hooilanden komt een vlak stuifzandgronden voor waarin door het gebruik als hooiland een zwakke minerale eerdlaag is ontstaan. Deze zijn gekarteerd als gooreerdgrond (tZn33).

In de zandige Vechtafzettingen komen op de hoogste delen, in de kronkelwaardruggen en oeverwallen vorstvaaggronden (Zb53) voor. Net als in de duinvaaggronden heeft hier nog geen duidelijke bodemvorming plaatsgevonden. Omdat de vorstvaaggronden uit rivierzand bestaan zijn zij mineralogisch iets rijker dan de duinvaaggronden en bevatten ook wat meer ijzer. Lager op de gradiënt, in de kronkelwaardgeulen en lage vlaktes is onder invloed van de begroeiing een dunne minerale eerdlaag ontwikkeld en is de bovengrond door toestroming van ijzerrijk kwelwater ijzerrijk geworden (toevoeging f...). Deze bodems zijn onderscheiden als bruine beekeerdgronden (btZg54). Vaak komt hier een dun kleidek op voor (toevoeging k...). Bij boring 3001 is dit kleidek dikker dan 40 cm en is sprake van een kleigrond (BRn35C).

In de laagste en natste delen treedt veenvorming op en bestaat het bovenste deel uit, vaak slap, veen. Bij de plaseerdgronden (Wo) en moerige eerdgronden (vWz) is dit pakket dunner dan 40 cm, waar het slappe veen dikker is, zoals in de meander en de kern van de muts zijn vlietveengronden (Vo) onderscheiden. In de oude restgeul in het zuiden is het veen wel gerijpt en komt een kleidek voor. Dat is een waardveengrond (kVc).

3.6.3 Afwijkende ondergronden

In FIGUUR 3-11 is de begindiepte van afwijkende lagen in de bodem tot 180 cm – mv. weergegeven. Dit kan van belang zijn voor de grondwaterstroming. Kleilagen kunnen stagnerend werken, zowel voor infiltratie als voor kwel. Grof zand heeft juist een grote doorlatendheid en kan daarmee ook van invloed zijn op laterale grondwaterstromingen. Het grof zand binnen 180 cm – mv. behoort tot de Holocene Vechtafzettingen, het Pleistocene zand van de formatie van Kreftenheije begint dieper. Met puntsymbolen is de begindiepte ten opzichte van NAP aangegeven. De variatie is vrij groot en vaak is in de top van deze formatie terrasvorming aanwezig, maar dat hebben wij op basis van deze informatie niet uit kunnen karteren.



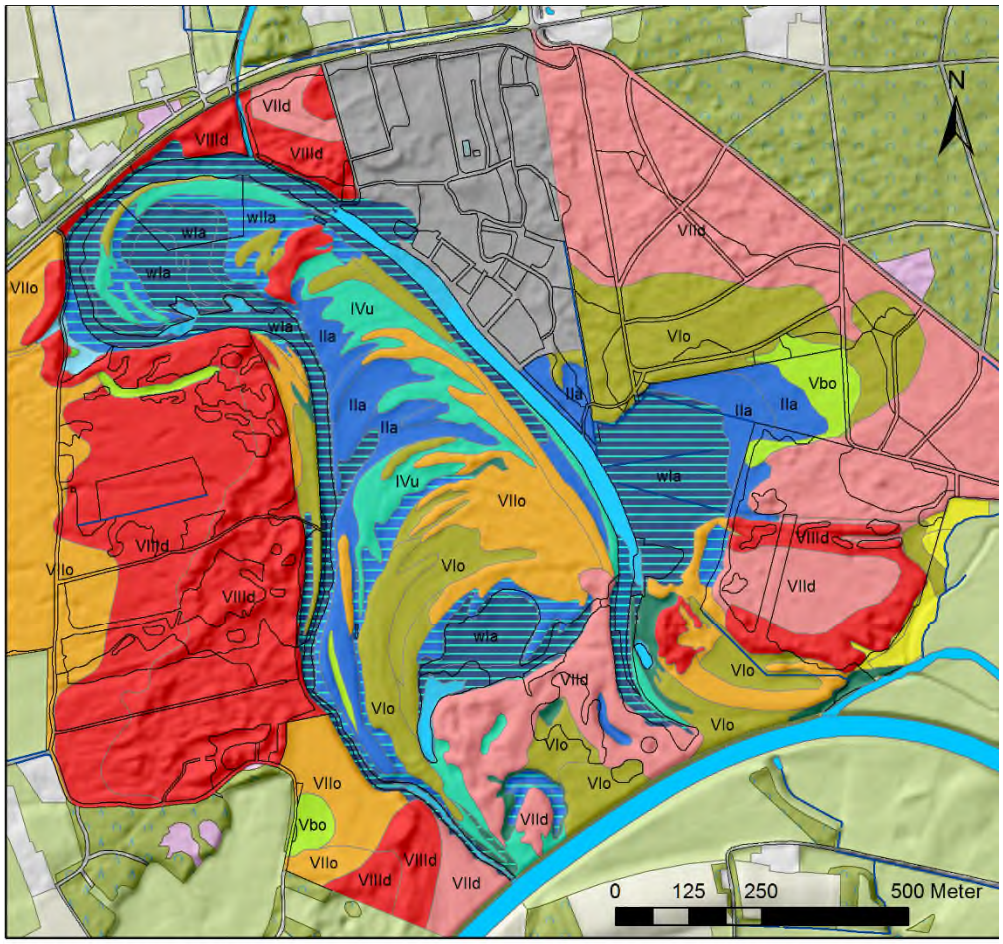
FIGUUR 3-11 BEGINDIEPTE VAN AFWIJKENDE ONDERGRONDEN TOT 180 CM – MV. DE BEGINDIEPTE VAN DE FORMATIE VAN KREFTENHEIJE IS PER BORING AANGEGEVEN.

3.6.4 Grondwatertrappenkaart

De grondwatertrappenkaart in FIGUUR 3-12 is gebaseerd op:

- GXG schattingen in de tijdreeksen;
- Veldschattingen in de profielbeschrijvingen;
- Meting van grondwaterstanden in de boorgaten;
- Meetreeksen oppervlaktewater.

Bij het begrenzen van de kaartvlakken hebben wij gebruik gemaakt van het AHN, de bodemkaart en landschapskenmerken.

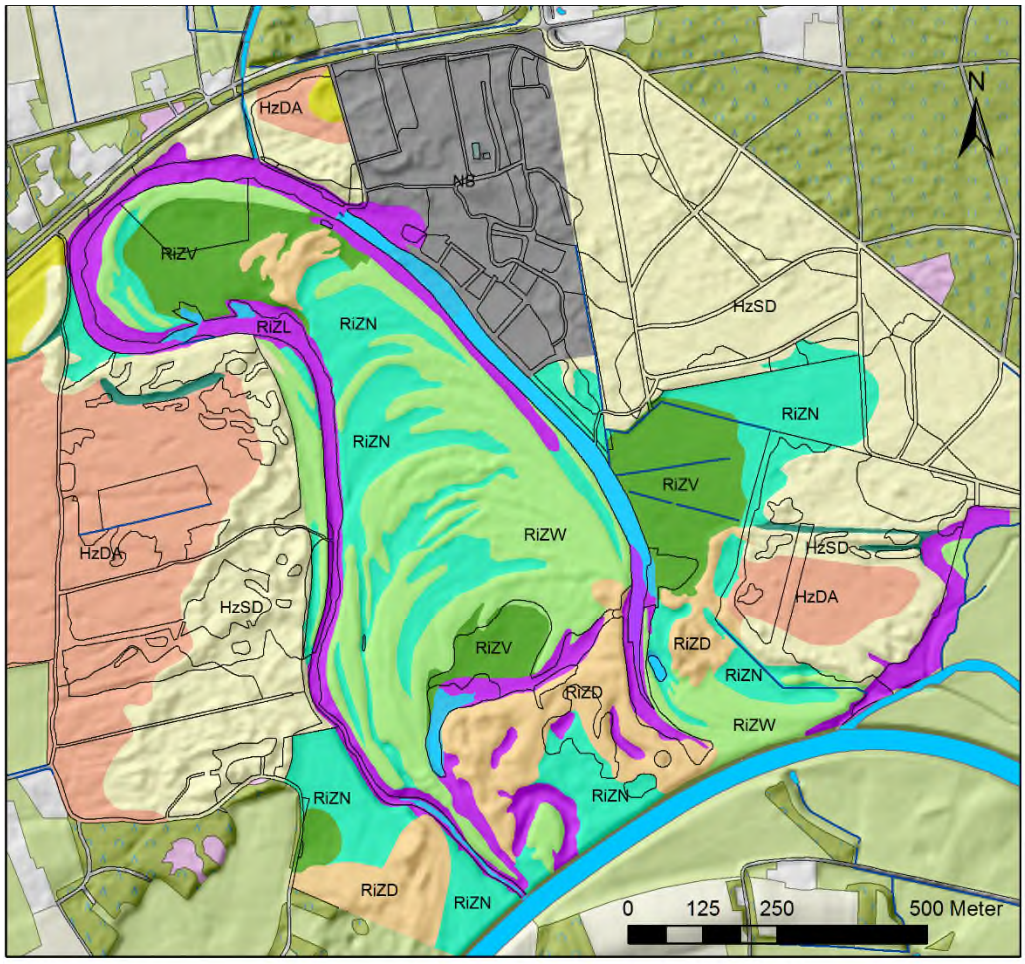


FIGUUR 3-12 GEREVISEERDE GRONDWATERTRAPPENKAART (WEERGEGEVEN OP SCHAAL 1 : 10000) VAN JUNNER KOELAND EN DIRECTE OMGEVING.

3.7 Landschappelijke bodemkaart

De realisatiekansen voor habitattypen (methodiek beschreven in bijlage VII) hangen af van de landschapsecologische positie en de mate waarin de actuele standplaatskenmerken (grondwaterstanden, zuurgraad, voedselrijkdom etc.) in overeenstemming zijn met de abiotische randvoorwaarden voor die habitattypen. Dit hebben wij beoordeeld volgens de methode van 'De Landschapsleutel' (Kemmers et a. 2011, Van Delft et al. 2015, Van Delft 2018). De realisatiekansen worden volgens deze methode bepaald binnen Fysisch-Geografische eenheden. Dat zijn eenheden waarbinnen de Fysisch-Geografische kenmerken die van belang zijn voor de natuurlijke vegetatie min of meer homogeen zijn. Het gaat dan om geologie, moedermateriaal en bodemvorming waarbij de bodemvorming indicatief is voor de hydrologische positie (infiltratie, kwel etc.) ten tijde van de bodemvorming. Bij elke FG-eenheid geeft de Landschapsleutel een aantal potentiële vegetaties aan die daarbij voor

kunnen komen. Of deze vegetaties ook voorkomen hangt af van de actuele vochttoestand e.d. Dat wordt beoordeeld in de knelpuntenanalyse. Zowel de realisatiekansen als de knelpuntenanalyse zijn beschreven in het hoofdrapport van dit project (Van Loon et al, 2020).



Hz Hogere zandgronden

- HzDA Leemarme droge dekzandgebieden
- HzSD Landduinen
- HzSL Uitgestoven laagten
- HzBN Natte en verdroogde beekdalen, inclusief droogdalen

RiZ Ingesneden rivieren zonder terrassen

- RiZD Rivierduinen (RiTS) en Landduinen (HzSD)
- RiZW Oeverwallen (HzBW)
- RiZN Natte en verdroogde rivierdalen (HzBN)
- RiZV Benedenlopen en lemige riviervlakten (HzBV)
- RiZL Rivierlopen (HzBL)

Overig

- NB
- Water

FIGUUR 3-13 LANDSCHAPPELIJKE BODEMKAART VAN JUNNER KOELAND EN DIRECTE OMGEVING, OP HET NIVEAU VAN FYSISCH-GEOGRAFISCHE SERIES.

De Fysisch-Geografische eenheden zijn opgenomen in de landschappelijke bodemkaart (FIGUUR 3-13 en FIGUUR 3-14) welke is afgeleid van de geomorfologische kaart (FIGUUR 3-8) en bodemkaart (FIGUUR 3-10). De indeling van de Landschapsleutel is hiërarchisch en kent vier niveaus waarvan wij hier de laagste twee (FG-series en FG-typen) hebben weergegeven.

3.7.1 Fysisch-Geografische series

De FG-series zijn weergeven in FIGUUR 3-13. Op dit niveau en hogere niveaus is vooral de geomorfologie als landschapsvormende factor van belang. De dekzandplateaus en stuifzandgronden buiten het Vechtdal worden tot de FG-Regio 'Hogere zandgronden' (Hz) gerekend en het Vechtdal bij het 'Rivierengebied' (Ri).

Binnen de 'Hogere zandgronden' zijn vooral de FG-secties 'Dekzandgebieden' (HzD) en 'Stuifzandgebieden' (HzS) van belang. Daarnaast vallen de dalvormige laagten die in verband gebracht worden met de ontwatering van het hoogveengebied (§ 3.6.1) binnen de FG-sectie 'Beekdalen' (HzB).

De Overijsselse Vecht neemt binnen het rivierengebied een aparte positie in maar vormt qua dimensies en genese een overgang naar de FG-sectie 'Beekdalen" van de 'Hogere zandgronden' (HzB). De rivier wordt als geheel aangeduid in de FG-sectie RiZ – 'Ingesneden rivieren zonder terrassen'. De daarbinnen onderscheiden FG-series lopen hiermee dan ook deels parallel. In de legenda zijn de overeenkomende eenheden van HzB tussen haakjes aangegeven.

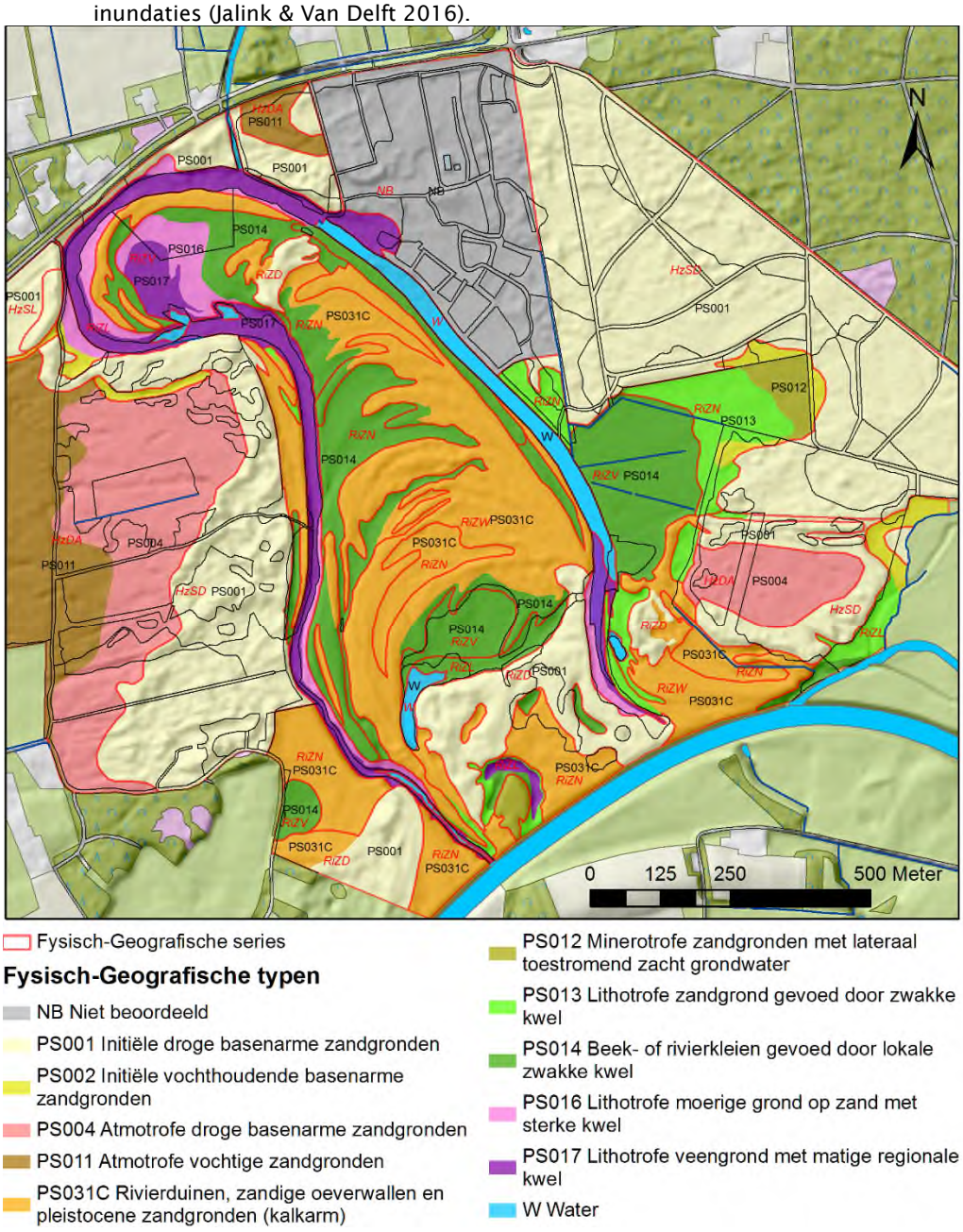
- De landduinen zijn, voor zover ze binnen het Vechtdal liggen gerekend bij de FG-serie RiZD 'Rivierduinen' (RiTS) en 'Landduinen' (HzSD);
- De kronkelwaardruggen en oeverwallen bij RiZW 'Oeverwallen' (HzBW);
- De kronkelwaardgeulen en vlakten van rivierafzettingen bij RiZN 'Natte en verdroogde rivierdalen' (HzBN);
- De met klei bedekte rivierafzettingen en kommen met klei of veen horen bij RiZV 'Benedenlopen en lemige riviervlakten' (HzBV);
- De restgeulen bij RiZL 'Rivierlopen' (HzBL).

3.7.2 Fysisch-Geografische typen

Voor het laagste niveau van de indeling van de Landschapsleutel (FG-typen) zijn de bodemeenheden van belang, omdat deze informatie geven over de hydrologische positie ten tijde van de bodemvorming. Deze zijn weergegeven in FIGUUR 3-14, waarbij de begrenzing van de FG-series (één niveau hoger) met rode lijnen zijn aangegeven. De FG-typen PS001 t/m PS004, PS011 en PS031C komen voor op droge zandgronden en worden gekenmerkt door infiltratie van neerslagwater. In welke mate dat invloed heeft gehad op de bodemvorming en daarmee op de groeiplaatskenmerken hangt af van de duur van deze invloed en het moedermateriaal.

- PS001 en PS002 zijn beide initiële basenarme zandgronden die verschillen in vochthoudendheid (droog versus vochtig). Dat kan een gevolg zijn van lemigheid, maar ook van de afstand tot het grondwater. Het zijn stuifzandgronden waarin nog geen noemenswaardige bodemvorming heeft plaatsgevonden. De bovengrond is nog weinig uitgeloogd, maar een micropodzol kan voorkomen. Deze gronden bevatten zeer weinig organische stof;
- Bij PS004 en PS011 is de bodemvorming verder voortgeschreden en is een podzolprofiel ontstaan waarbij de bovengrond sterk uitgeloogd is en over het algemeen zuurder dan bij PS001/2. Als gevolg van de bodemvorming bevat de bovengrond vaak ook meer organische stof;
- PS031C is ook een vaaggrond, net als PS001 en PS002 maar komt voor in rivierzand, wat net iets meer mineralen en vooral ijzer bevat dan het stuifzand bij PS001/2. Ook hier vindt op termijn uitloging plaats, maar het gaat minder snel dan bij de stuifzandgronden. Dit zijn de gronden waarop stroomdalgraslanden tot

ontwikkeling kunnen komen, mits de zuurbuffer af en toe wordt aangevuld door inundaties (Jalink & Van Delft 2016).



FIGUUR 3-14 LANDSCHAPPELIJKE BODEMKAART VAN JUNNER KOELAND EN DIRECTE OMGEVING, OP HET NIVEAU VAN FYSISCH-GEOGRAFISCHE TYPEN BINNEN DE FYSISCH-GEOGRAFISCHE SERIES.

De overige FG-typen zijn gebonden aan van oorsprong natte gronden, in dit geval binnen het Vechtdal. De hoeveelheid kwel ten tijde van de bodemvorming is het belangrijkste onderscheid. Deze eenheden zijn met name relevant voor de grondwaterafhankelijke habitattypen.

- In de flanken van het Vechtdal, op de overgang naar de Hogere zandgronden, komt PS012 ‘Minerotrofe zandgronden met lateraal toestromend zacht grondwater’ voor. Zoals de naam al aangeeft is dit een intermediaire situatie tussen infiltratie en kwel;

- Wat lager op de gradiënt vinden wij PS013 'Lithotrofe zandgrond gevoed door zwakke kwel'. Hier heeft, in elk geval in het verleden tijdens de bodemvorming, kwel een belangrijke rol gespeeld in de bodemvorming. De bovengronden zijn rijk aan ijzer en in een niet verdroogde situatie hebben deze gronden ook een grote zuurbuffer vanwege de met kwelwater aangevoerde basen (met name calcium);
- Op de laagste delen van deze kwelgevoede zandgronden is door overstroming van de Vecht een kleidek afgezet. Dit is onderscheiden als PS014 'Beek- of rivierkleien, gevoed door zwakke kwel'. De dikte van het kleidek kan variëren van ongeveer een decimeter tot meer dan 40 cm. Qua zuurbuffer is dit FG-type vergelijkbaar met PS013, maar door de klei is de natuurlijke voedselrijkdom en de kationadsorbtiecapaciteit (CEC) wat hoger;
- In de laagste en natste delen van de gradiënt onderscheiden wij de FG-typen PS016 en PS017. Daar is door de permanent natte omstandigheden veenvorming opgetreden. Het veenpakket bij PS016 is dunner dan 40 cm, bij PS017 dikker. Deels is de veenvorming te verklaren uit de permanent natte omstandigheden door hoge waterstanden in de meander en oude restgeulen, maar kwel speelt hierbij ook een grote rol. Daardoor bestaat het veen uit mesotroof tot eutrofe veensoorten.

4 Hydrologie

4.1 Hoofdlijnen

Locaties met grondwaterafhankelijke vegetatietypen worden in het deelgebied Junner Koeland gevoed met grondwater dat afkomstig is uit de hogere delen in en rond het gebied of van onder de keileem. Lokaal zijn hierbij het maaiveldverloop, gelaagdheid van de ondiepe ondergrond, oppervlaktewaterstanden en ruwheid tegen afstromingen over maaiveld bepalende factoren. Lokaal kunnen grondwaterstanden en plaspeilen op korte afstand leiden tot decimeters verschil in grondwaterstand of plaspeil. In de plas in het middeleeuws Vecht-tracé liggen de peilenpeil zelfs ca 1 m hoger dan in de meander, ca 80 m westelijker. Deze variabelen zijn zeer fijnschalig en alleen in het veld zichtbaar. Samen met bodemkwaliteit en grondwaterkwaliteit bepalen ze fijnschalige patronen in standplaatscondities en vegetatie. De opbolling van het grondwatervlak in hogere gronden, stijghoogten onder de keileem en de peilen in en afvoer via het oppervlaktewatersysteem vormen de randvoorwaarden waarbinnen de lokale gradiënten functioneren.

De stijghoogten onder de keileem zijn hoger dan onder de lage delen van Junner Koeland, er is dus een potentiële kwelstroom naar de onderkant van het eerste watervoerend pakket. Onder de moerassige delen is het verschil in grootteorde 0,25-1 m (gezien de c-waarde van 5.000-10.000 of meer (Calsum) leidend tot fluxen in grootteorde tussen 0,025 en 0,2 mm/dag naar de onderkant van wvp1). Door het lage oppervlaktewaterpeil is het stijghoogteverschil langs de Vecht veel groter, tot meer dan 2 m, leidend tot fluxen over de keileem in grootteorde van 0,2-0,6 mm/dag. De meander kent intern in stroomafwaartse richting een peilverschil van ca 2 m, waarbij de oppervlaktewaterstand in het bovenstroomse deel (ter hoogte van De Mars) vergelijkbaar zijn met de omliggende grondwaterstand, terwijl de oppervlaktewaterstand nabij het uitstroompunt iets boven dat in de Vecht ligt. Berekende kwelfluxen naar de meander lopen daardoor op in stroomafwaartse richting. Kwel over de keileem betekent nog niet kwel naar maaiveld, het kwelwater kan immers via wvp1 worden afgangen door het oppervlaktewatersysteem voor zover dat drainerend is.

Inzijging vanwege de opbolling onder hogere gronden onder invloed van het neerslagoverschot is de motor voor de aanvoer van grondwater naar het Junner Koeland. Binnen Junner Koeland s.s zijn dat de kronkelwaardruggen en rivierduin. Rondom zijn het de hogere zandgronden van Bossen-noord-oost, Calsum en Dennenhoek. De grondwaterstand in deze hogere delen is tot ca. 2 m hoger dan de grondwaterstand in de moerassige delen. De opbolling varieert o.a. met de ontwateringseigenschappen van het omliggende gebied en de verdampingseigenschappen van de vegetatie op de ruggen. Het verminderen van de ontwatering en het verminderen van de verdamping door omvorming van de vegetatie zijn de twee belangrijkste knoppen waarmee in het beheer gestuurd kan worden.

Ook het noordelijk van Junner Koeland gelegen landbouwgebied Arriër Vlier vormt een inzijggebied van waaruit grondwater naar het natuurgebied toestroomt. Het peil en de grondwaterstanden zijn hier namelijk het hele jaar door hoger dan in de Muts en meander van Junner Koeland. Gedurende het zomerseizoen wordt oppervlaktewater aangevoerd, waarvan een onbekend deel door infiltratie het grondwater aanvult. Enerzijds kan dit een positief effect hebben op de continuïteit van de grondwateraanvoer naar het natuurgebied, maar anderzijds kan dit ook een negatief effect hebben op de grondwaterkwaliteit o.a. door aanvoer van vermestende stoffen zoals sulfaat.

Noordelijk van Arriër Vlier ligt een langgerekte, west-oost georienteerde dekzandrug met (vnl) naaldbos. Ook deze vormt een inzijggebied van waaruit grondwater in zuidelijke richting (via wvp1 of wvp2) kan toestromen. Deze rug wordt doorsneden door de aanvoersloot voor Arriër Vlier. PAS-onderzoeksopgave M41 betreft o.a. de vraag of deze doorsnijding vanwege drainage van de dekzandrug niet leidt tot verdroging (door kwelafname) van het trilveen in Junner Koeland. De doorsnijding op zich zal inderdaad leiden tot lokale grondwaterstandsdaling en daarmee minder inzijging naar de ondergrond. Langs de noord- en zuidrand van de dekzandrug treedt overigens ook drainage op, langs een veel langere rand, het aandeel op de totale drainage door de aanvoersloot is onzeker vanwege ontbreken meetgegevens. In de winter wordt het door de aanvoersloot gedraineerde water afgevoerd; in de zomer wordt het samen met aanvoerwater van elders ingelaten in Arriër Vlier en komt daar tot infiltratie. Het oordeel in dit hoofdstuk is, dat gegeven de aanwezigheid van landbouwgebied Arriër Vlier met bijbehorende streefpeilen het effect op de waterkwantiteit van aanvoer gunstiger is dan zonder aanvoer. Het tegengaan van de drainage van de dekzandrug (door b.v. verduikering) leidt natuurlijk wel tot een toename van de inzijging van (schoon) water naar de ondergrond. Maar gegevens om dit effect te kwantificeren ontbreken. Dit oordeel betreft nog niet de invloed op waterkwaliteit.

De invloed van de peilen in diverse watergangen varieert binnen het gebied
De Vecht is het diepste en heeft het laagste peil en vormt daarmee de (sub)regionale drainagebasis. In de meetperiode liggen de meanderpeilen en grondwaterstanden permanent boven Vechtpeil en zal vanuit het hele systeem dus stroming naar de Vecht optreden. In zeer langdurig droge perioden zal de grondwaterstand dus steeds verder uitzakken. De snelheid hangt af van de weerstand van de bodem en van de invloed van aantakkende waterlopen. Nabij de Vecht en langs waterlopen waarvan het peil sterk door de Vecht wordt bepaald is de invloed groot, verder weg op meer geïsoleerde plekken kleiner.

De meander vormt de lokale drainagebasis voor De Mars, grote delen kronkelwaard en buitenoevers meander. Het meanderpeil kent een aantal niveaus doordat er een permanente voeding en afstroming is en er een aantal ‘drempels’(zachte: bodemhoogten, verlandingen, versmallingen, vegetatie; harde: betonnen drempel uitstroom) liggen. Daarmee varieert de drainagehoogte van stroomopwaarts naar stroomafwaarts. Het bovenstroomse deel tussen Vechtkade en voormalige dam (bij de camping) heeft het hoogste peil (JK14, zie Bijlage 1 voor ligging meetpunten). Hier is veel open water. Stroomafwaarts is er veel verlanding met helofytenvegetatie. Het peil daalt hier geleidelijk ca 5 dm (JK7a, JK5). Stroomafwaarts van de Muts is het verval het grootste (ca 15 dm). Ophogen van drempels (geleidelijk) is een mogelijkheid om de grondwaterstanden en kwel op lokaal niveau te beïnvloeden. De ‘zachte’ drempels zijn zeer gevoelig voor ‘beheer’. Schonen is uit den boze.

De Wolfsvelder Waterleiding is aan de oostrand van Calsum diep ingesneden en werkt daar sterk verdrogend. Ook de nevengeul werkt drainerend, door de diepe insnijding en kortere afstand tot Calsum.

Detailontwatering in de vorm van greppels en sloten is er alleen in hooiland De Mars
Voor de beschrijving van de lokale gradiënten langs de peilbuisraaien verwijzen we naar 4.2.2. In de werking blijken veel lokale detailaspecten een rol te spelen, naast de grotere sturende processen. De kwelkartering (par. 4.2.2) geeft een meer ruimtelijk beeld van waar welke hydrologische situaties voorkomen. Deze informatie wordt in Hoofdrapport gebruikt bij het opstellen van potentie/knelpuntenkaarten.

In de lagere delen van het Junner Koeland en De Mars, waar bodems voorkomen die onder invloed van kwel gevormd zijn, komt nu ook nog kwel naar maaiveld voor. In het oostelijk deel van de hooilanden in De Mars lijkt eerder sprake te zijn van lateraal toestromend grondwater, verder naar het westen is wel kwelinvloed te herkennen. In het zure elzenbroek (buitenbocht De Muts) en laagte ten oosten van Calsum is de oorspronkelijk kwelgevoede bodem sterk verzuurd door veenwater dat via vroegere veenbeekjes afstroomde richting Vecht. De lage gehalten sulfaat in het grondwater sluiten pyrietoxidatie uit als oorzaak van deze verzuring. Hoewel dit zure veenwater nu niet meer toestroomt zijn er geen aanwijzingen voor het herstel van de zuurbuffer door kwel. Hoewel dit zure veenwater nu niet meer toestroomt zijn er geen aanwijzingen voor het herstel van kwel.

4.2 Toestand

4.2.1 Grondwaterdynamiek

In Tabel 4 zijn de veldschattingen voor GHG en GLG in de boringen opgenomen, samen met de boorgatmetingen tijdens het veldwerk. Voor de veldmetingen van de waterkwaliteit is een tijdelijke peilbuis geplaatst tot ca 150 cm met een filter in de onderste 50 cm. Na een dag is hier het grondwater uit opgepompt en zijn pH, EGV en temperatuur gemeten. Deze metingen kunnen vergeleken worden met de analysegegevens van de grondwatermonsters.

De grondwaterstanden in de boorgaten komen in grote lijn overeen met de veldschattingen voor de GLG.

TABEL 4 SCHATTINGEN GXG PER BORING EN METINGEN VAN GRONDWATERSTAND EN WATERKWALITEIT IN EEN TIJDELIJKE PEILBUIS VAN CA 150 CM.

	Schatting		Meting (eerste helft juli 2018)			
Boring	GHG	GLG	GWS	pH	EGV (µS/cm)	T (°C)
3001	10	130	127	6.13	143.7	17.5
3002	-20	10	0			
3003	10	110	6	6.06	125	11.3
3004	80	190	87			
3005	35	110	90	6.28	612.5	16.6
3006	-20	10	37			
3007	-10	10	77			
3008	20	100	137			
3009	-20	60	130			
3010	-30	30	46	6.76	231.1	15.8
3011	15	75	37	6.58	321.4	15
3012	45	150	57	6.58	182.9	14.5
3013	25	115	19	5.13	108	14.2
3014	> 150	> 250				
3015	85	> 150				
3016	85	160	5			
3017	-30	10				
3018	-10	60	28			
3019	-10	50				
3020	85	200	-2	6.39	114.5	15.2
3021	-30	10				
3022	60	115				
3023	-20	10	90			

	Schatting			Meting (eerste helft juli 2018)		
Boring	GHG	GLG	GWS	pH	EGV (µS/cm)	T (°C)
3024	50	90	0			
3025	-15	10				
3026	0	100				
2001	10	110				
2002	80	190	200			
3027	110	190				
3028	50	130				
3029	0	70				
3030	0	60	75			
3031	-5	40	47			
3032	-10	70	67			

Voor de beschikbare tijdreeksen van grondwaterstanden zijn diverse tijdreeksmodellen gemaakt. De tijdreeksmodellen verschillen onderling wat betreft de invloeden die als verklarende reeksen zijn gebruikt voor het simuleren van de grondwaterstand. Op basis van standaard criteria voor betrouwbaarheid van de modellen en expert judgement is voor elke meetreeks maximaal één tijdreeksmodel geselecteerd. Deze tijdreeksmodellen zijn vervolgens gebruikt voor het schatten van de GxG-waarden ter plaatse van de meetpunten. Hierbij dient opgemerkt te worden dat het lengte-criterium (reekslengte > 3 keer de gesimuleerde reactietijd van de grondwaterstand) niet is toegepast. Dit betekent dat de reeksen onvoldoende informatie over de invloeden bevat om de tijdreeksparameters met voldoende zekerheid vast te kunnen stellen. De GxG-waarden dienen dus als indicatief te worden beschouwd. In Tabel 5 zijn de op basis van de tijdreeksmodellen geschatte GXG-waarden weergegeven.

TABEL 5: GXG-WAARDEN OP BASIS VAN TIJDREEKSANALYSE (ORANJE/GROEN: BETROUWBARE MODELLEN ONGEACHT LENGTE-CRITERIUM; GROEN: MODELLEN DIE OOK BIJ LENGTE-CRITERIUM BETROUWBAAR ZIJN)N.B. PER PEILBUIS ZIJN ALLEEN DE RESULTATEN VAN DE TIJDREEKSANALYSE MET HOOGSTE

VERKLAARDE VARIANTIE OPGENOMEN. DE SAMENVATTINGEN VAN ALLE MODELLEN ZIJN OPGENOMEN IN DE BIJLAGEN

Peilbuis	verklarende variabelen	GLG	GG	GVG	GHG
B22D0074_2	neerslag, verdamping, peilOmmen	5.4761	5.7032	5.7641	6.0051
B22D0074_1	neerslag, verdamping, peilOmmen	5.6038	5.9715	6.0854	6.4323
B22C1386_2	neerslag, verdamping, peilOmmen	4.3165	4.5867	4.6875	4.8646
B22C1386_1	neerslag, verdamping	4.2838	4.5615	4.6567	4.8361
B22C1381_1	neerslag, verdamping, peilJunne	4.3833	4.5081	4.5018	4.639
B22C1380_2	neerslag, verdamping, peilOmmen	4.4139	4.5213	4.5245	4.6365
B22C1380_1	neerslag, verdamping, peilOmmen	4.3927	4.5081	4.5042	4.6243
B22C1379_2	neerslag, verdamping, peilOmmen	4.7142	4.8979	4.9217	5.0966
B22C1379_1	neerslag, verdamping, peilOmmen	4.7074	4.8916	4.9119	5.0933
B22C1374_1	neerslag, verdamping, peilOmmen	4.4991	4.8185	4.9674	5.2229
B22C1372_2	neerslag, verdamping	4.8085	5.01	5.077	5.2065
B22C1372_1	neerslag, verdamping	4.8136	5.0123	5.0768	5.2063
B22C1370_2	neerslag, verdamping, peilOmmen	4.9814	5.2831	5.4022	5.6111
B22C1370_1	neerslag, verdamping	4.963	5.318	5.4408	5.663
B22C1369_1	neerslag, verdamping, peilOmmen	5.1449	5.4783	5.6122	5.8638
B22C0686_1	neerslag, verdamping, peilOmmen	4.5786	4.6874	4.7048	4.7898
B22C0685_1	neerslag, verdamping, peilOmmen	3.7939	4.1014	4.2481	4.4523
B22C0682_1	neerslag, verdamping, peilOmmen	2.724	3.0065	3.0042	3.5392

4.2.2 Kwel

Om de kwel in kaart te brengen zijn de volgende gegevens verzameld en beoordeeld:

- Vertaling van de Fysisch-Geografische typen naar een kwelkansenkaart volgens Runhaar et al. (2003);
- Opwaartse fluxen;
- Stijghoogteanalyse in peilbuizen met twee filters;
- Grondwaterkwaliteitsanalyse;
- pH-profielen;
- Bodemmonsters (calciumverzadiging);
- pH- en EGV metingen in boorgaten;
- Zichtbare kwelverschijnselen;
- Kwel indicerende plantensoorten.

pH-profielen

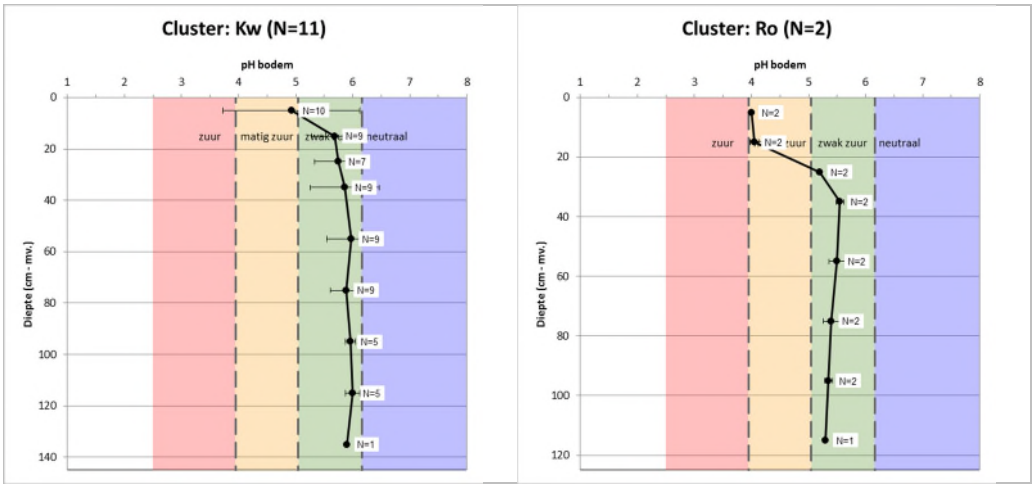
In 33 boorpunten is het pH-profiel opgenomen door op 4 à 10 dieptes de pH van het bodemmateriaal te bepalen met indicatorstrookjes. De aan de bodem gemeten pH is representatief voor de bodemmatrix en daardoor vrijwel niet seizoensafhankelijk in tegenstelling tot de pH van het bodemwater. De op deze wijze bepaalde pH-waarden komen redelijk overeen met pH-KCl zoals in het laboratorium gemeten wordt, maar liggen wel iets hoger. Bij de interpretatie is daarvoor gecompenseerd.

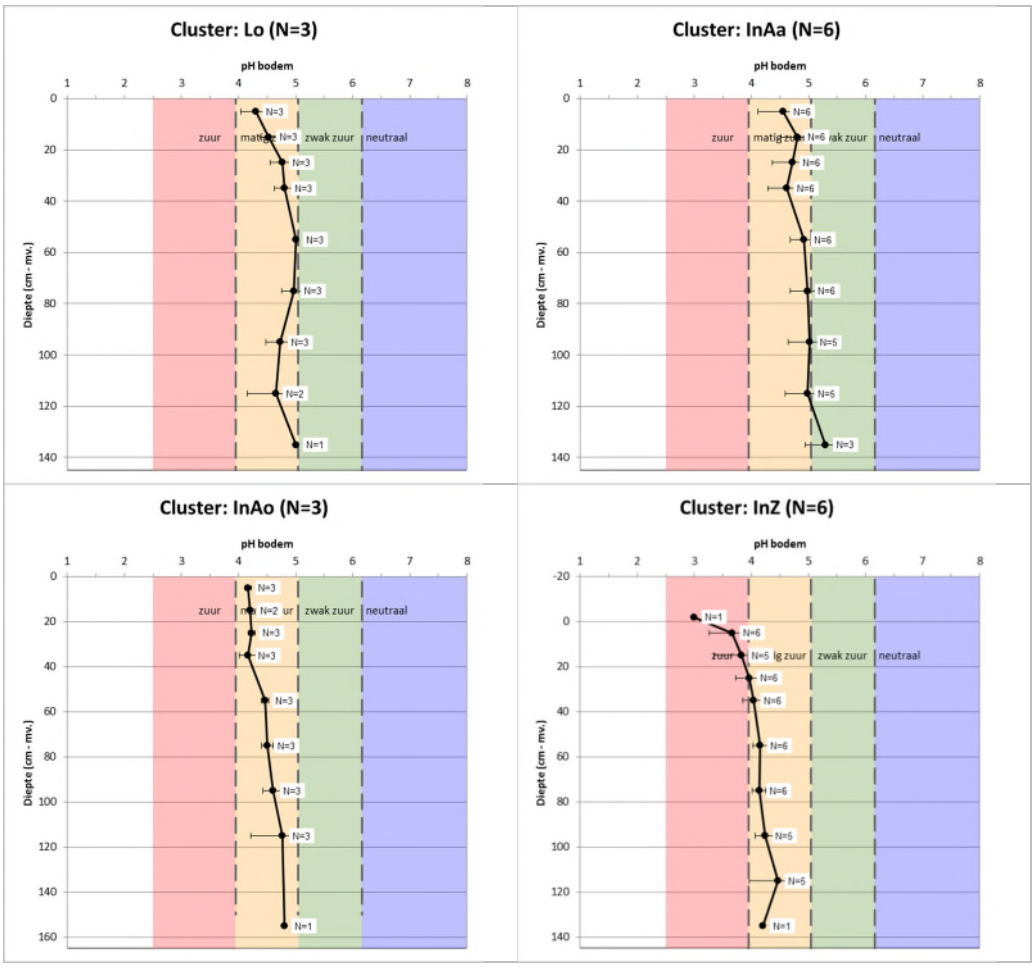
De pH-profielen geven een indicatie voor het voorkomen van kwel in de wortelzone. Hiervoor is een sleutel afgeleid waarmee op basis van de pH-waarden op verschillende diepten bepaald wordt of kwel voorkomt en van invloed is in het profiel (Tabel 6). De boringen waar pH-metingen gedaan zijn, zijn volgens deze sleutel ingedeeld in pH-profieltypen, variërend

van ‘Kwelinvloed in de wortelzone’ tot een ‘Zuur infiltratieprofiel’. Bij boringen met een neerslaglens wijst het pH-profiel wel op gebufferd grondwater rond GLG-niveau, maar dit water heeft geen invloed in de wortelzone omdat het verdrongen wordt door infiltrerend neerslagwater. In Figuur 4-1 **Error! Reference source not found.**is het gemiddelde verloop van de zuurgraad aangegeven per pH-profieltype, de pH-profieltypen zijn op de kaart weergegeven in Figuur 4-7.

TABEL 6 SLEUTEL VOOR HET BEPALEN VAN HET PH-PROFIELTYPE, NAAR VAN DELFT & KEMMERS (2013), UITGEBREID VOOR INFILTRATIEPROFIELEN. OP BASIS VAN DE VERGELIJKING TUSSEN KRITIEKE Z-AFSTAND (ZK) EN DE GLG KAN NAGEGAAN WORDEN OF CONTACT TUSSEN (AL OF NIET GEBUFFERD) GRONDWATER EN DE WORTELZONE (VIA CAPPILLAIRE NALEVERING) TE VERWACHTEN IS (KEMMERS ET AL. 2005).

GLG < Zk	Maximale pH in dieptetraject			pH-profieltype	
	>20 cm	20 cm - GLG	0 – 20 cm	Code	Omschrijving
Ja	≥ 5,5	≥ 5,5	≥ 5,0	Kw	Kwel-invloed in wortelzone
			< 5,0	Ro	Kwel-invloed aanwezig, ondiepe regenwaterlens
		< 5,5		Rd	Kwel-invloed aanwezig, diepe regenwaterlens
	< 5,5	≥ 5,0		Lo	Mogelijk lokaal kwelwater, of lateraal toegestroomd, zwak gebufferd
		4,5 – 5,0	≥ 4,5	InAa	Basenarm infiltratieprofiel
			< 4,5	InAo	Ondiep verzuurd basenarm infiltratieprofiel
		< 4,5		InZ	Zuur infiltratieprofiel
Nee		≥ 6,0	≥ 5,0	InBa	Basenrijk infiltratieprofiel
			< 5,0	InBo	Ondiep verzuurd basenrijk infiltratieprofiel
		4,5 - 6,0	≥ 4,5	InAa	Basenarm infiltratieprofiel
			< 4,5	InAo	Ondiep verzuurd basenarm infiltratieprofiel
		< 4,5		InZ	Zuur infiltratieprofiel





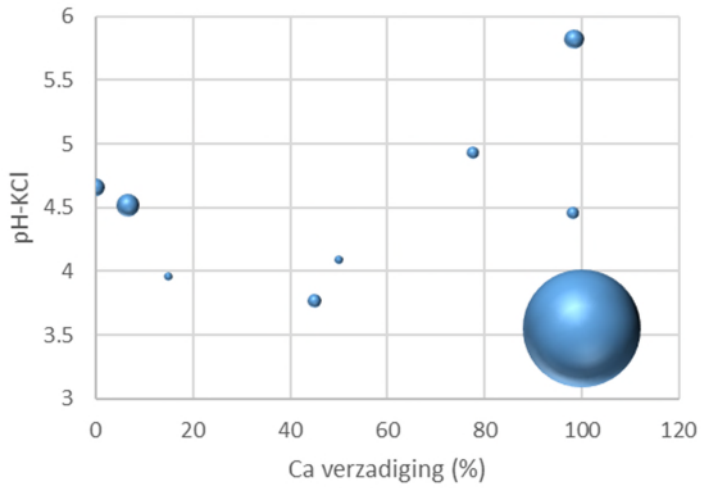
FIGUUR 4-1 GEMIDDELD PH-VERLOOP IN ALLE BORINGEN PER PH-PROFIELTYPE.

Zuurbuffer in bodemmonsters

In kalkloze bodems wordt de zuurgraad gebufferd door de kationomwisseling (vooral Ca^{2+} vs. H^{+}). De mate waarin de zuurgraad gebufferd kan worden, wordt uitgedrukt in de calciumverzadiging, ofwel het deel van de kationomwisselcapaciteit (CEC) van de bodem dat bezet is met calcium (zie Tabel 7 en Figuur 4-2). De Calciumverzadiging varieert van 0 tot 100% van de CEC. Bij boring 3024 vinden wij een lage pH-KCl bij hoge calciumverzadiging. Dit is waarschijnlijk het gevolg van pyrietoxidatie na monstername. De pH-veld was zeer hoog (7.5), wat goed past bij een hoge calciumverzadiging. De gehalten S en Fe zijn ook zeer hoog wat wijst op de aanwezigheid van sulfiden (pyriet, Van Delft et al. 2005). Het pH-profiel indiceert hier een duidelijk kwelprofiel. Dit betekent dat onder huidige omstandigheden, bij voldoende kwelflux en hoge grondwaterstanden de zuurbuffer zeer hoog is. Ontwatering waardoor de bodemaeratie toeneemt zal leiden tot pyrietoxidatie met mogelijk een sterke verzuring tot gevolg.

TABEL 7 ANALYSERESULTATEN VOOR ZUURBUFFER IN DE BODEMMONSTERS

Monster	Diepte cm		CEC	Basenbezetting cmol+/kg							
				Al	Ca	Fe	K	Mg	Na	Ca_verz	pH-KCl
3001.1	0	8	17	0	13.2	0	0.8	3	0	77.6	4.93
3007.1	0	15	6	2	2.7	0.1	0.2	0.7	0.2	45.0	3.77
3016.1	0	10	6	3.9	0.4	0	0.1	0.1	0.3	6.7	4.52
3016.2	10	20	3	2.9	0	0	0	0	0	0.0	4.66
3022.1	0	20	32	-0.1	31.5	0	0.6	1.5	0.9	98.4	5.82
3024.1	0	15	11	6	41.8	8.2	0.8	3.2	1.5	100.0	3.55
3026.1	0	7	2	1.5	0.3	0.1	0	0.1	0	15.0	3.96
3030.1	0	10	2	1.2	1	0	0	0.1	0	50.0	4.09
3031.1	0	13	11	0.4	10.8	0	0	0.2	0.1	98.2	4.46

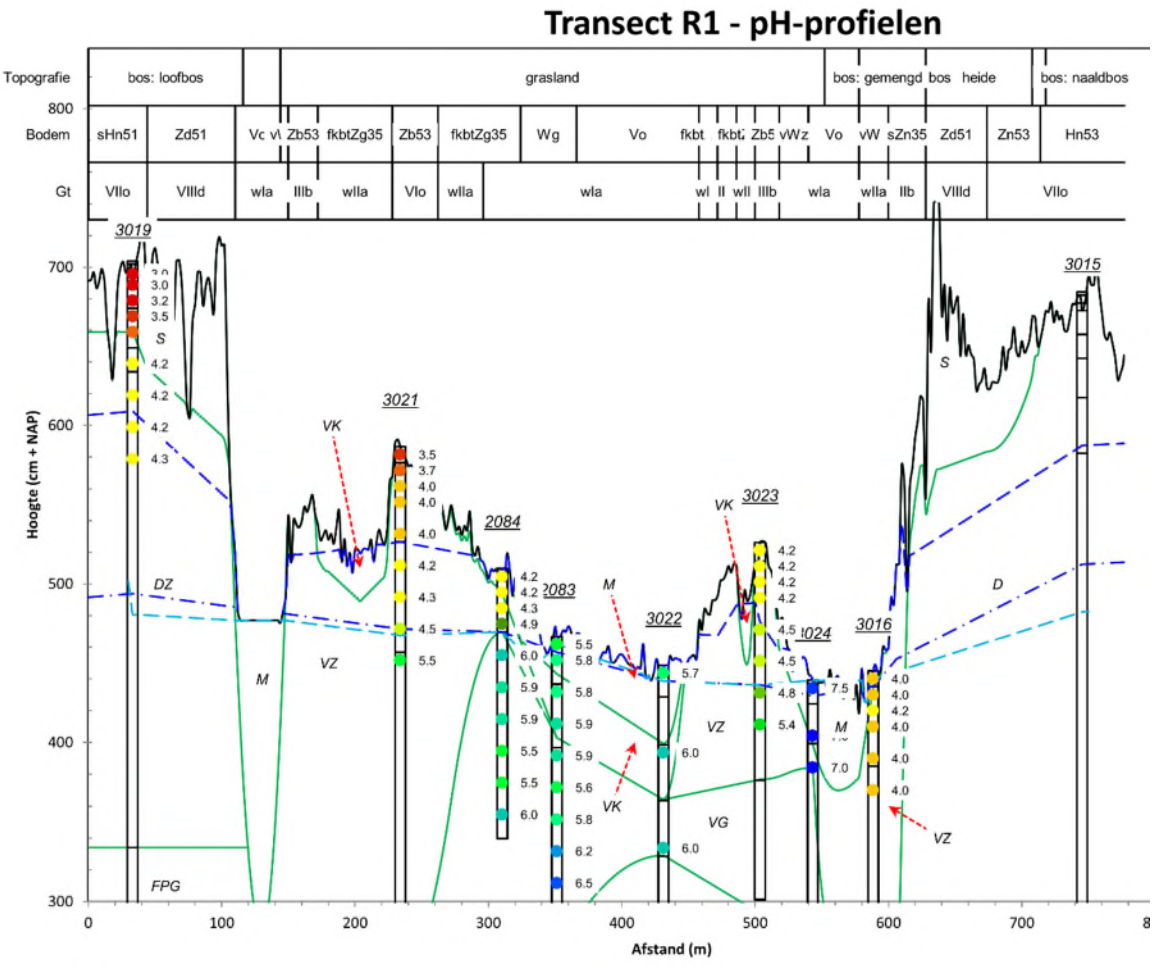


FIGUUR 4-2 RELATIE TUSSEN PH-KCL EN CALCIUMVERZADIGING IN DE BODEMMONSTERS. DE GROOTTE VAN DE BOLLEN IS BEPAALD DOOR HET SULFAATGEHALTE.

Opvallend is dat bij 3016, langs de meander, tegenover 3024, de calciumverzadiging juist zeer laag is en het pH-profiel een zuur infiltratieprofiel aangeeft. Het sulfaatgehalte is laag, er is dus weinig of geen pyriet aanwezig. De Al-bezetting is hier vrij hoog. Een goede verklaring voor deze waarneming kan gevonden worden in het feit dat deze boring in de buurt van de monding van de veenbeek ligt (zie § 3.6.1). Hier is in het verleden door afstromend zuur veenwater de zuurbuffer uitgeput. Ook de lokale kwelstroom vanaf het dekzandplateau is hier niet gebufferd. Bij boring 3026 in het oosten van Calsum lijkt eenzelfde situatie te bestaan. Ook hier is de calciumverzadiging en de pH laag. Deze locatie ligt bij de zuidoostelijke monding van de vermoedelijke veenbeek die in de Middeleeuwen hier in de Vecht uitmondde.

Zuurbuffer onder invloed van hydrologie in transecten

Het verloop van de zuurgraad onder invloed van hydrologie wordt voor transect 1geïllustreerd in Figuur 4-3. De aangrenzende hogere pleistocene zandgronden hebben een duidelijk infiltratieprofiel, net als de zandige kop bij boring 302. Op de kronkelwaardrug bij 3023 is sprake van een ondiep verzuurd basenarm infiltratieprofiel. Hoewel in deze relatief jonge kronkelwaardrug geen sprake is van kwelinvloed, is de zuurgraad nog relatief goed gebufferd rond pH = 4.2. Dit is de laatste kronkelwaardrug die gevormd is voor de kanalisatie van de Vecht en is kennelijk nog niet ver uitgeloogd. Door incidentele overstroming is de zuurbuffer weer aangevuld. Bij boring 2084, op de overgang van de rug bij 3021 naar de centrale laagte van De Muts komt een diepe neerslaglens voor. Hier is wel sprake van enige kwel of capillaire nalevering vanuit het gebufferde grondwater, maar dit komt niet tot in maaiveld.



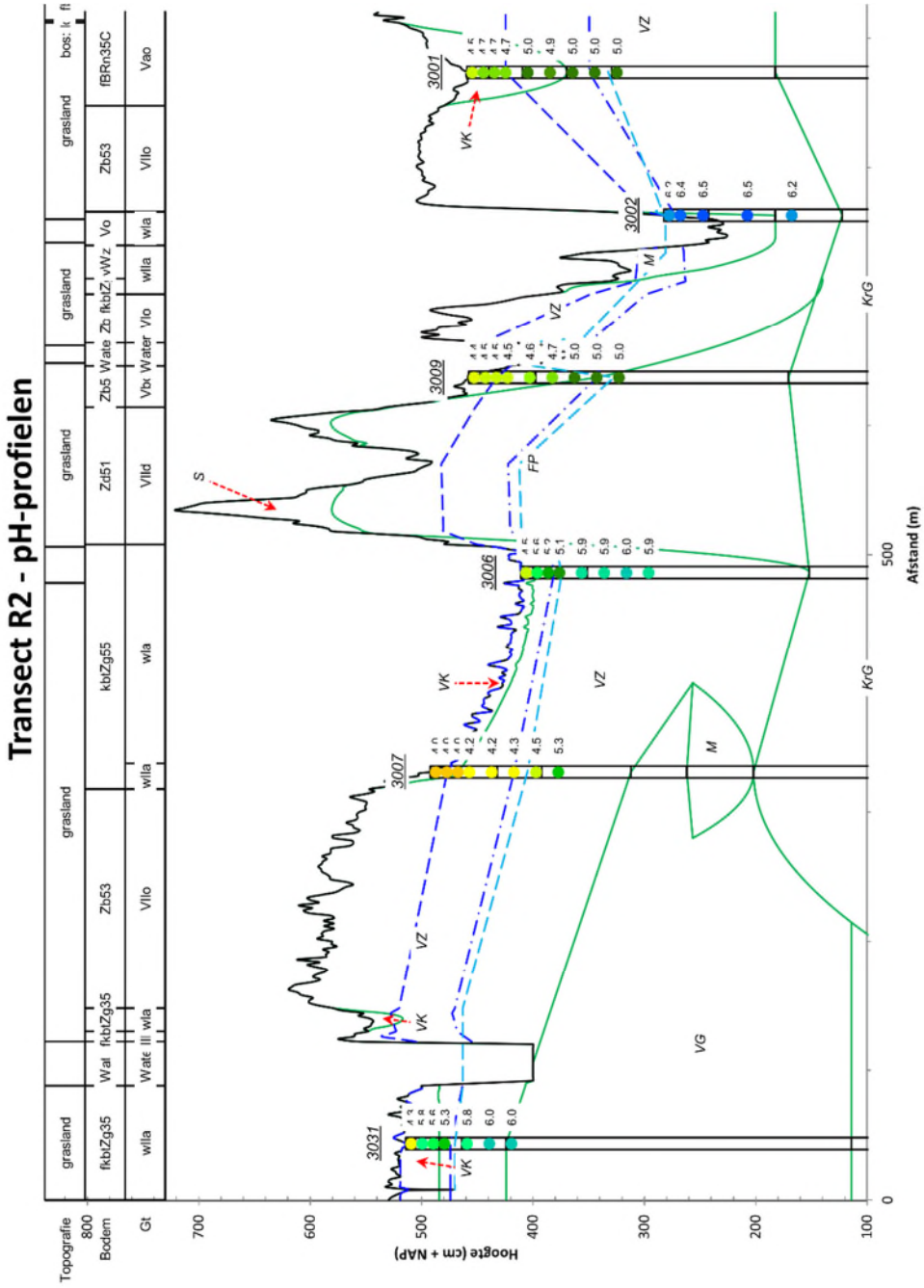
FIGUUR 4-3 DWARSPROFIEL MET PH-PROFIELEN IN TRANSECT 1, DE MUTS, VAN NOORDOOST (LINKS) NAAR ZUIDWEST (RECHTS). VOOR LEGENDA ZIE FIGUUR 4-7. DE SLEUTEL VOOR PH-PROFIELTYPEN STAAT IN TABEL 6.

In de laagtes is overal duidelijk sprake van een kwelprofiel, met uitzondering van boring 3016. Bij boring 3016 komt een zuur infiltratieprofiel voor, wat ook goed aansluit bij de bodemchemie (zie Tabel 7). Ook de vegetatie wijst in de richting van een meer

regenwatergevoed systeem (Figuur 4-4). Dit is waarschijnlijk toe te schrijven aan het zure veenwater dat hier via de veenbeek in de meander stroomde.



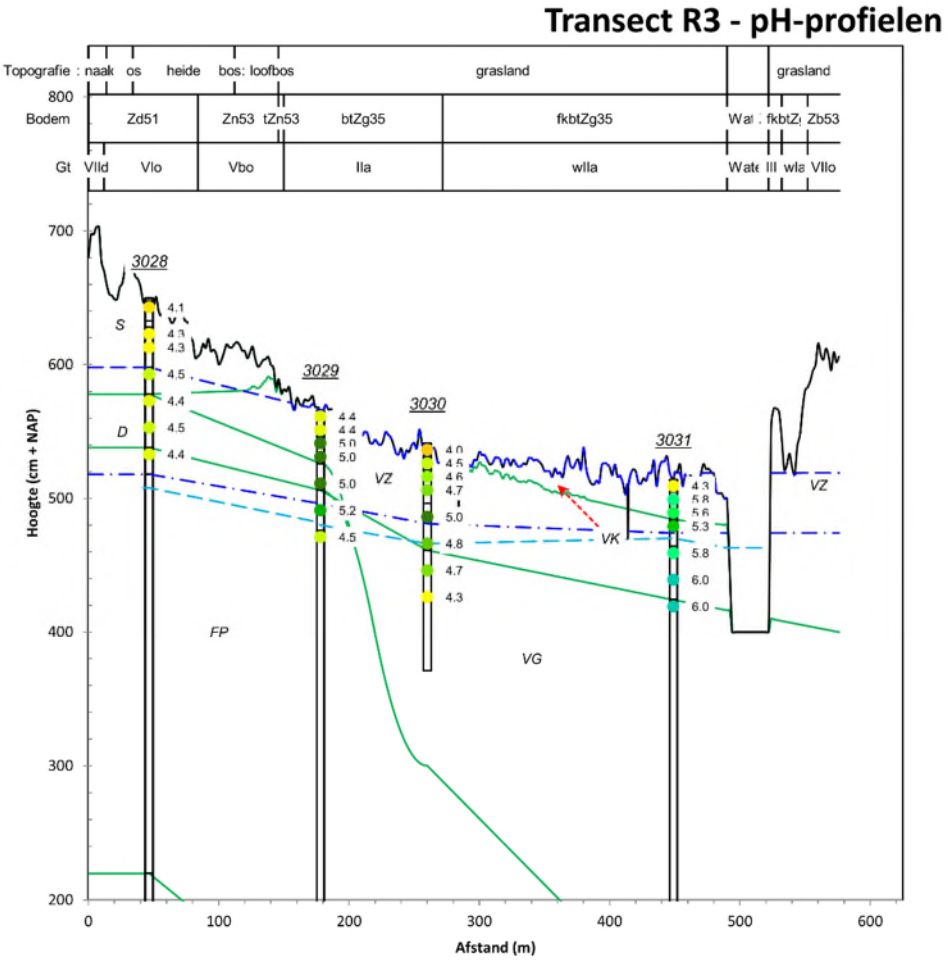
FIGUUR 4-4 DOMINANTE HAARMOSBEGROEIING BIJ BORING 3016 IN DE BUITENBOCHT VAN DE MEANDER.



FIGUUR 4-5 DWARSPROFIEL MET PH-PROFIELEN IN TRANSECT 2, JUNNER KOELAND ZUID, VAN NOORDOOST (LINKS) NAAR ZUIDWEST (RECHTS). VOOR LEGENDA ZIE FIGUUR 4-7.

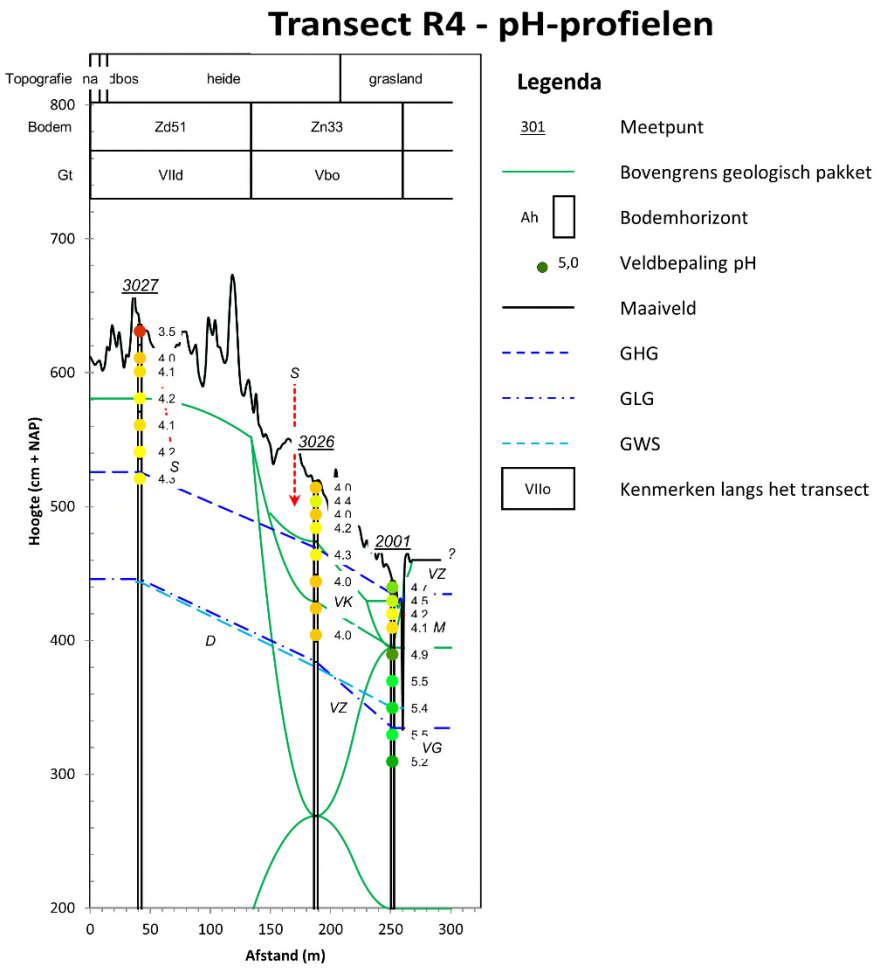
Figuur 4-5 laat het verloop van de zuurgraad onder invloed van de hydrologie in de boringen van transect 2 zien. In de lagere delen, bij boring 3031, 3006 en 3002 komen duidelijke kwelprofielen voor, de zuurgraad is tot bovenin het profiel goed gebufferd. Aan het begin van de centrale laagte, bij boring 3007 komt, onder GLG-niveau, weliswaar gebufferd grondwater voor, maar dat heeft kennelijk geen invloed op de bovengrond. Hier is sprake van een zuur infiltratieprofiel. Opvallend is dat de calciumverzadiging (45%, zie Tabel 1) hier nog wel een redelijk gebufferd systeem aangeeft. Ook aan het andere uiteinde van deze laagte bij 3009 is de invloed van gebufferd water in de bovengrond afwezig maar de pH-waarden zijn toch iets hoger waardoor dit als een basenarm infiltratieprofiel is beoordeeld.

In het meest westelijk deel van het transect, bij boring 3001is waarschijnlijk sprake van lateraal toestromend zwak gebufferd water.



FIGUUR 4-6 DWARSPROFIEL MET PH-PROFIELEN IN TRANSECT 3, DE MARS, VAN NOORDOOST (LINKS) NAAR ZUIDWEST (RECHTS). VOOR LEGENDA ZIE FIGUUR 4-7.

Voor transect 3 is het verloop van de zuurgraad onder invloed van de hydrologie weergegeven in Figuur 4-6. In de pH-profielen komt de gradiënt van oost naar west hier goed tot uiting. Bij boring 3028 is sprake van een ondiep verzuurd basenarm infiltratieprofiel, boringen 3029 en 3030 liggen in een zone met meer laterale stroming van grondwater en bij 3031 is duidelijk sprake van een kwelprofiel. Zowel bij 3030 als 3031 is de toplaag licht verzuurd, mogelijk stagneert hier wat neerslagwater.



FIGUUR 4-7 DWARSPROFIEL MET PH-PROFIELEN IN TRANSECT 4, OOSTELIJK CALSUM, VAN NOORDWEST (LINKS) NAAR ZUIDOOST (RECHTS).

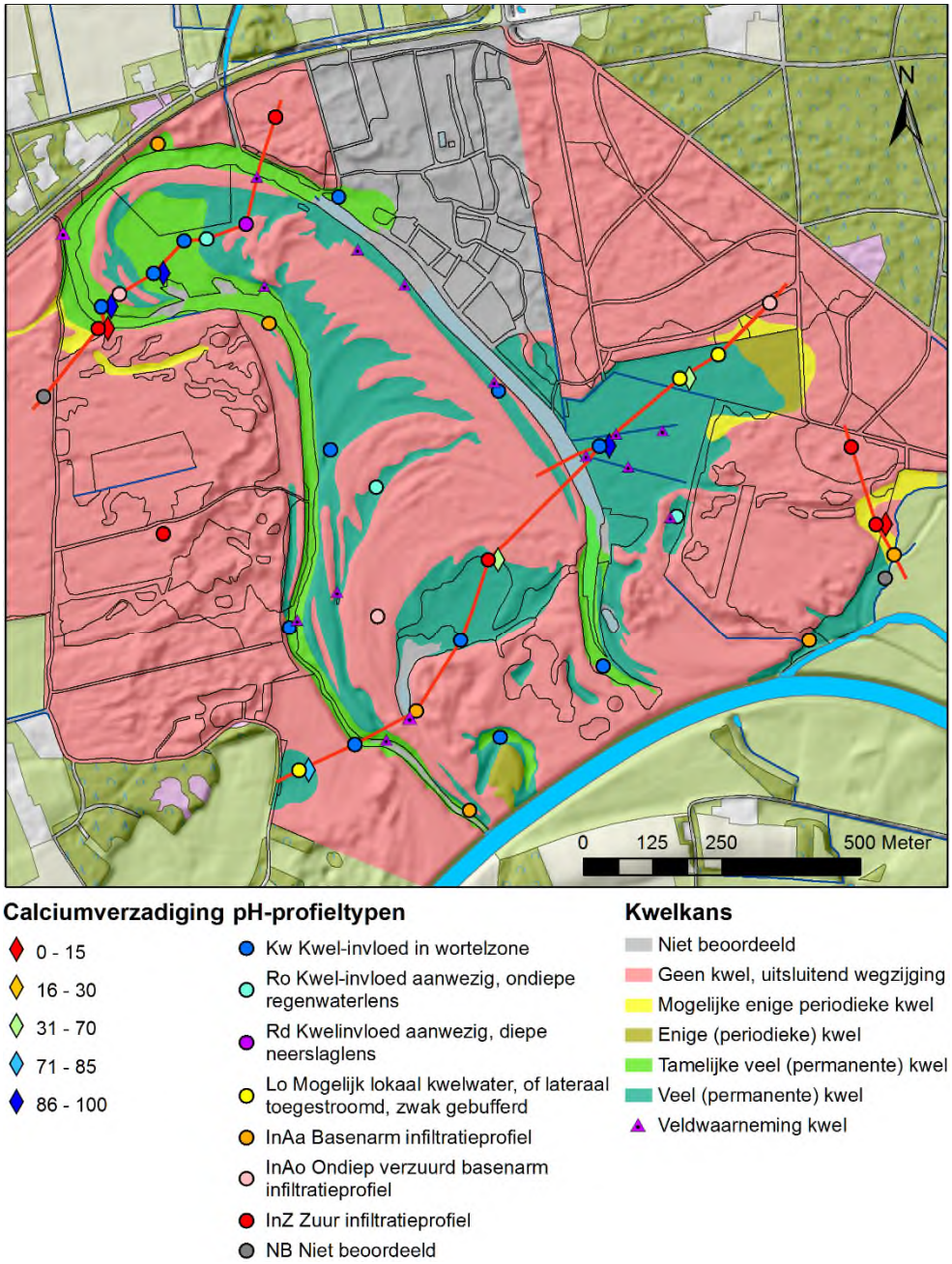
In transect 4 (Figuur 4-7) wordt in een kort transect vanaf de heide in het oosten van Calsum naar de Wolfsvelder waterleiding het verloop van de zuurgraad onder invloed van de hydrologie weergegeven. De boringen 3027 en 3026 liggen hoog op de gradiënt en hebben een zuur infiltratie profiel. Bij boring 2001 is de zuurgraad vrij goed gebufferd, maar door de drainerende werking van de diep ingesneden Wolfsvelder waterleiding is er geen contact van het grondwater met de wortelzone. Daarom is deze boring als basenarm infiltratieprofiel geclassificeerd.

Kwelkaart

De informatie uit de bodemkartering, pH-profielen, calciumverzadiging in de bodemmonsters en veldwaarnemingen van kwel zijn samengevat in de kwelkaart in Figuur 4-7.

In de meeste gronden met een hoge kwelkans lijkt inderdaad nog kwel aanwezig te zijn. In het oostelijk deel van de hooilanden in De Mars lijkt eerder sprake te zijn van lateraal toestromend grondwater, verder naar het westen is wel kwelinvloed te herkennen. Bij 3016 en 3026 is de oorspronkelijk kwelgevoede bodem sterk verzuurd door veenwater. De lage gehalten sulfaat in de bodemchemische analyse sluiten pyrietoxidatie uit als oorzaak van

deze verzuring. Hoewel dit zure veenwater nu niet meer toestroomt zijn er geen aanwijzingen voor het herstel van kwel.



FIGUUR 4-8 KWELINDICATIE IN DE BODEMKARTERING. OP BASIS VAN DE LANDSCHAPPELIJKE BODEMKAART IS AANGEGEVEN WAAR KWELGEVOEDE BODEMS VOORKOMEN. HET PH-PROFIEL IN DE BORINGEN IS VOLGENS TABEL 7 VERTAALD NAAR PH-PROFIELTYPEN. OP LOCATIES WAAR BODEMMONSTERS GENOMEN ZIJN IS DE CALCIUMVERZADIGING IN KLASSEN WEERGEGEVEN NAAST HET BOORPUNT. BIJ BORINGEN

WAARIN GRONDWATERKWALITEIT IS GEMETEN, IS DE EGV (µS/CM) WEERGEGEVEN BIJ HET BOORPUNT. TEVENS ZIJN KWELVERSCHIJNSELEN IN HET OPPERVLAKTEWATER AANGEGEVEN.

4.3 Hydrologie in lokale gradiënten Junner Koeland

4.3.1 Overzicht

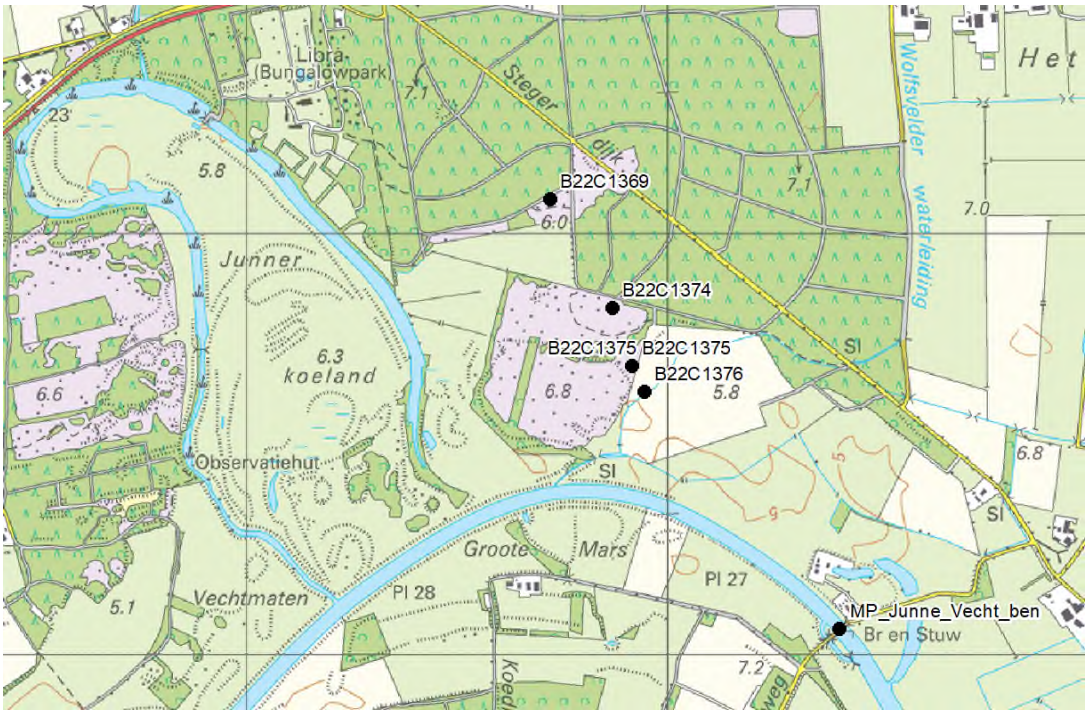
In deze paragraaf wordt de hydrologie van vier onderscheiden deelgebieden in meer detail besproken op basis van beschikbare tijdreeksen langs 4 raaien. Achtereenvolgens komen aan de orde:

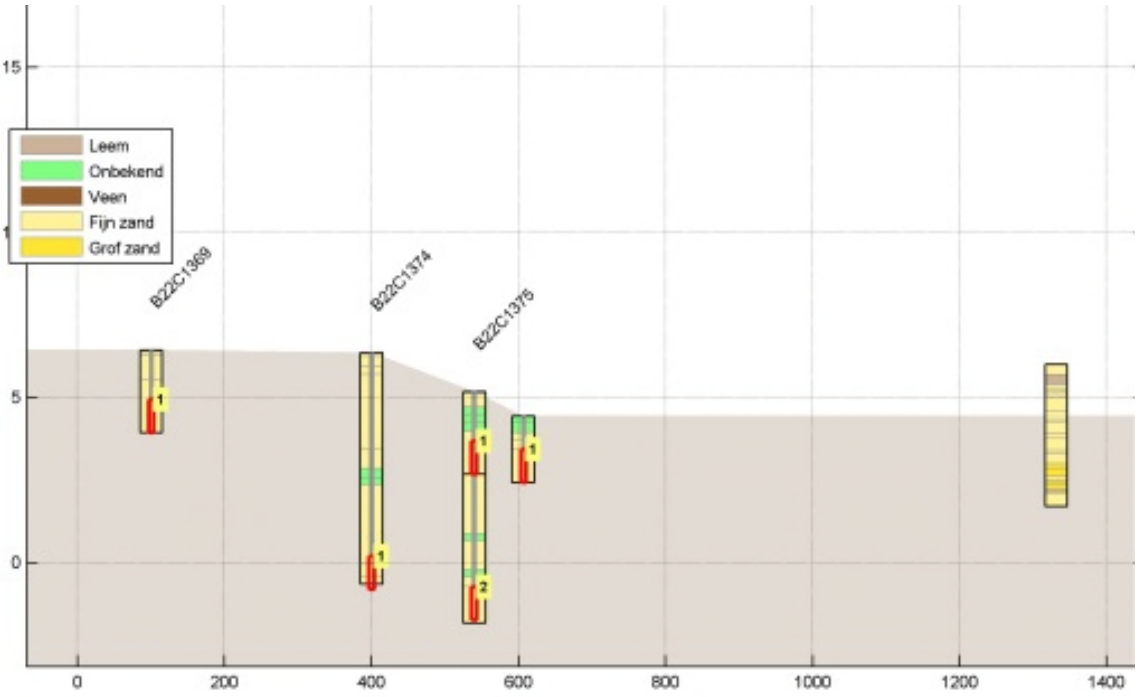
- Geulrest Calsum-oost
- Hooilanden De Mars
- De Muts
- Junner Koeland

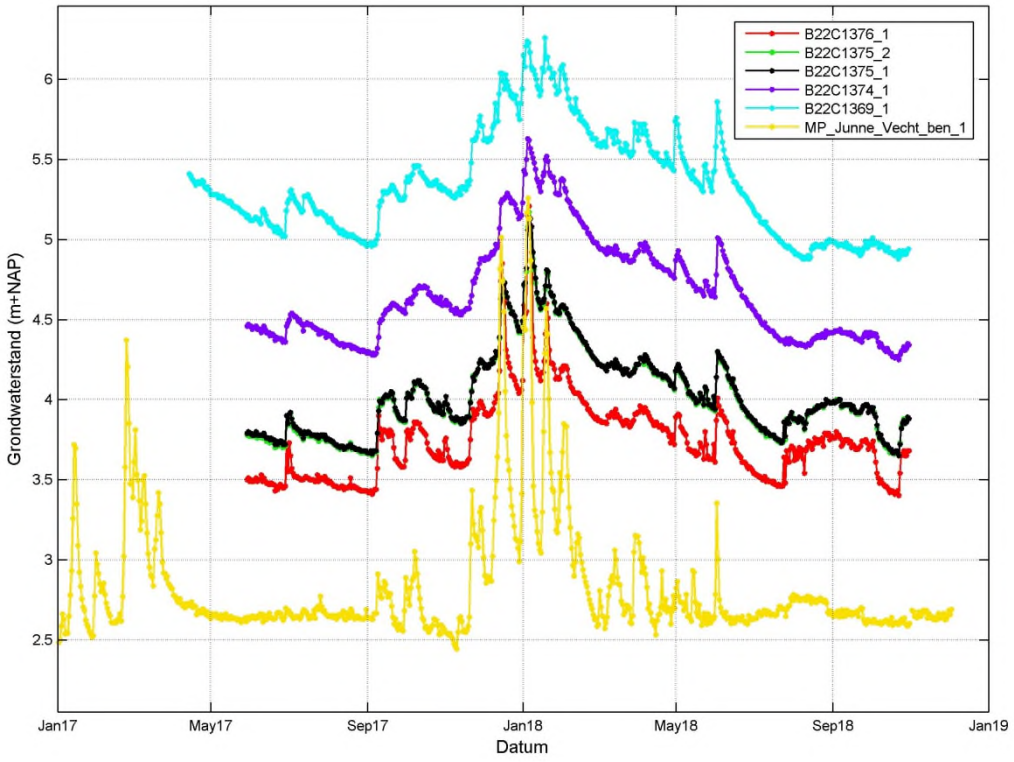
4.3.2 Geulrest Calsum-oost

Figuur 4-9 toont de grondwaterstanden in de raai over de laagte aan de oostzijde van Calsum. Hierbij staat buis 1375-1/2 in de laagte, waar de habitatkaart 6410 Blauwgrasland aangeeft en 1376 langs de oever van de Wolfsvelder Waterloop. Het peil van deze loop wordt niet gemeten. De loop watert vrij af op de nevengeul en Vecht en valt bij lage grondwaterstanden droog. Ter aanvulling is het Vechtpeil bij Junne aangegeven. De figuur laat zien:

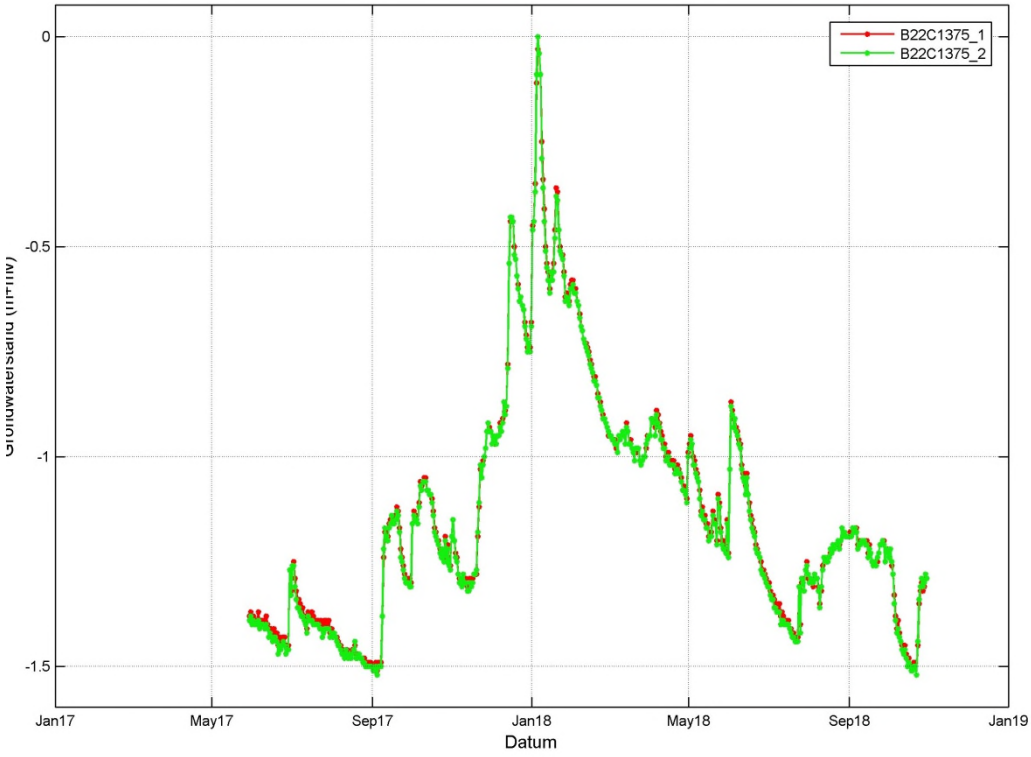
- Er is een verhang in grondwaterstand vanaf de bossen aan de noordzijde van Calsum tot de oever van de Wolfsvelder Waterloop van 1,5-2 m, over een afstand van ca. 500 m en ca 1 m in de laatste 200 m. Tussen 1376 en 1375 is het peilverschil ca 30 cm, het peil in de loop (naast 1376) meestal decimeters lager en werkt dus drainerend op de laagte;
- De pieken in het vechtpeil leiden tot inundatie van grote delen van het transect, minimaal tot aan peilbuis B22C1375 (H6410);
- Er is ook een flink peilverschil tussen 1376 (slootoever) en de Vecht; dit stimuleert de terugschrijdende erosie die in de waterloop is waar te nemen.


Libra
(Bungalowpark)
Steger
dijk
Het
Wolfsvelder waterleiding
B22C1369
B22C1374
B22C1375
B22C1375
B22C1376
Junner
6.3
koeland
Observatiehut
Groote
Mars
Pl 28
Pl 27
Vechtmaten
MP_Junne_Vecht_ben
Br en Stuw
SI
5.8
6.6
6.8
5.1
7.2
7.0
7.1
6.0


Leem
Onbekend
Veen
Fijn zand
Grof zand
B22C1369
B22C1374
B22C1375
15
5
0
0
200
400
600
800
1000
1200
1400



FIGUUR 4-9: GRONDWATERSTANDEN RAAI CALSUM-OOST EN VECHTPEIL STUW JUNNE BENEDENSTROOMS



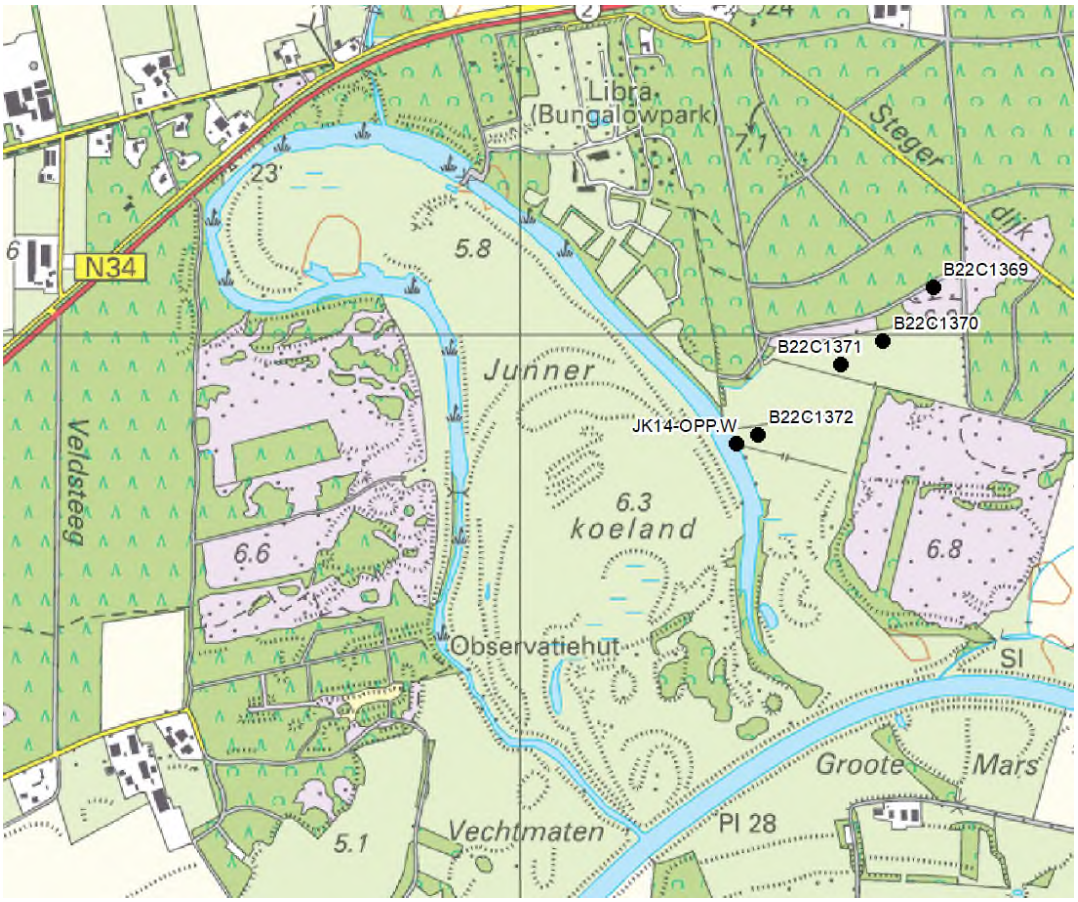
FIGUUR 4-10: GRONDWATERSTANDEN JK11

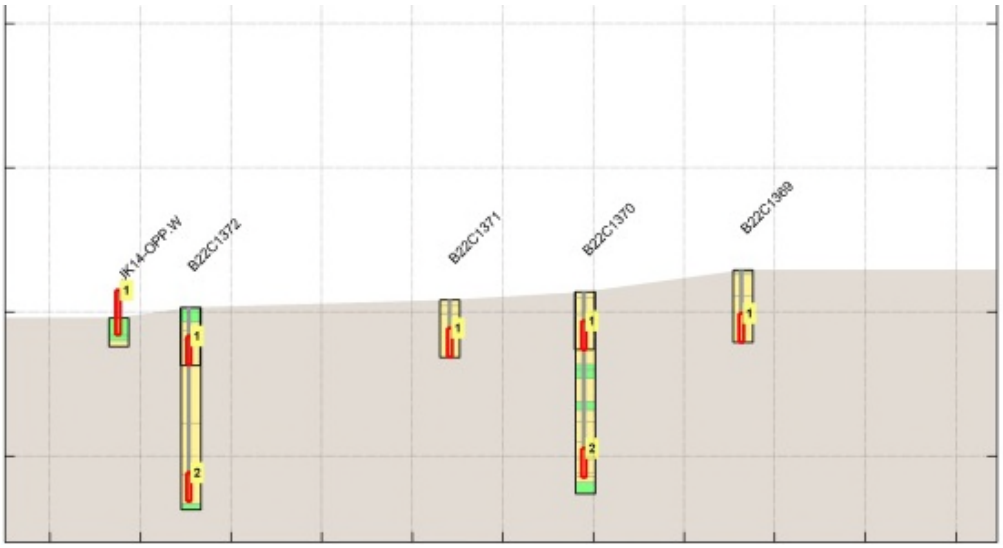
De grondwaterstanden in de laagte fluctueren tussen maaiveld (kortstondig tijdens hoogwater op de Vecht) en 1,5 m-mv (Figuur 4-10). De geringe peilverschillen tussen de filters wijzen op inzijging, niet op kwel. Daarmee voldoet deze locatie niet voor H6410 Blauwgrasland.

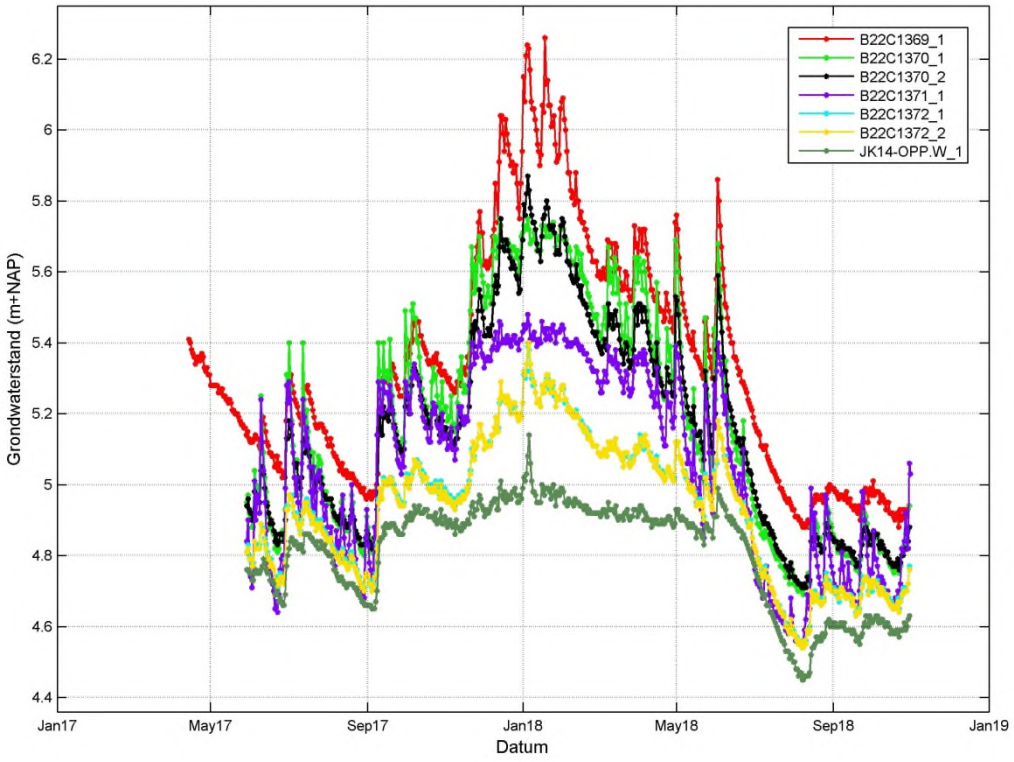
4.3.3 Hooilanden De Mars

De raai meetpunten in De Mars loopt vanaf de droge heide aan de noordoostzijde (1369) tot de oostelijke meander (JK14). Figuur 4-11 toont de grondwaterstandsreeksen. Hieruit ontstaat het volgende beeld:

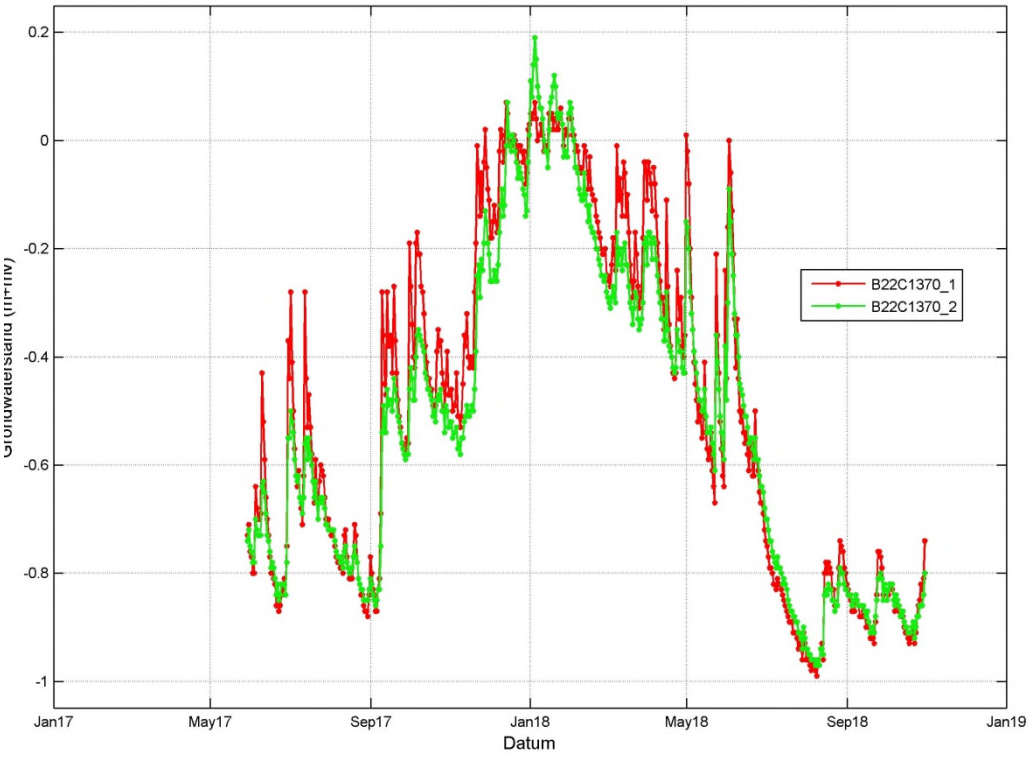
- De Mars wordt permanent gedraineerd door de meander. Het hele jaar is er een verhang in het grondwatervlak van B22C1369 tot aan de meander (JK14) bij B22C1372; in de natste periode is er tussen 1369 en 1372 zo'n 8 dm verschil. In droge zomer 2018 nog ca. 3 dm. De toename van de dynamiek in bovenstroomse past bij dit stromingspatroon.
- De meander heeft een aanzienlijke weerstand tegen drainage: er is een stijghoogteverschil van 5 tot 25 cm tussen de meetpunten JK14 en B22C1372
- De drainage van de meander neemt vanaf ongeveer 4,9 m NAP toe, doordat de drempel aan de noordzijde minder stuwend werkt: de waterstand in de meander vertoont minder dynamiek vanaf dit niveau, terwijl de grondwaterstanden in de bovenstrooms gelegen meetpunten wel meer fluctueren.
- Tijdens de droge zomer van 2018 zakte de waterstand in de meander ver uit. De stijghoogte in beide filters van het nabijgelegen meetpunt B22C1372 zakte gelijkmatig met het oppervlaktewater uit. De GLG wordt dus bepaald door de waterstand in de meander. Het is niet uit te sluiten dat de meander water verliest als gevolg van infiltratie door de Vecht of de Kronkelwaard.


Libra
(Bungalowpark)
Steger
dijk
N34
B22C1369
B22C1370
B22C1371
B22C1372
JK14-OPP.W
Junner
Veldsteeg
6.3
koeland
6.6
6.8
5.8
5.1
Observatiehut
Sl
Groote
Mars
Vechtmaten
Pl 28


JK14-OPP.W
B22C1372
B22C1371
B22C1370
B22C1369



FIGUUR 4-11: GRONDWATERSTANDEN EN MEANDERPEIL RAAI DE MARS



FIGUUR 4-12: GRONDWATERSTANDEN (T.O.V. MAAIVELD) JK17

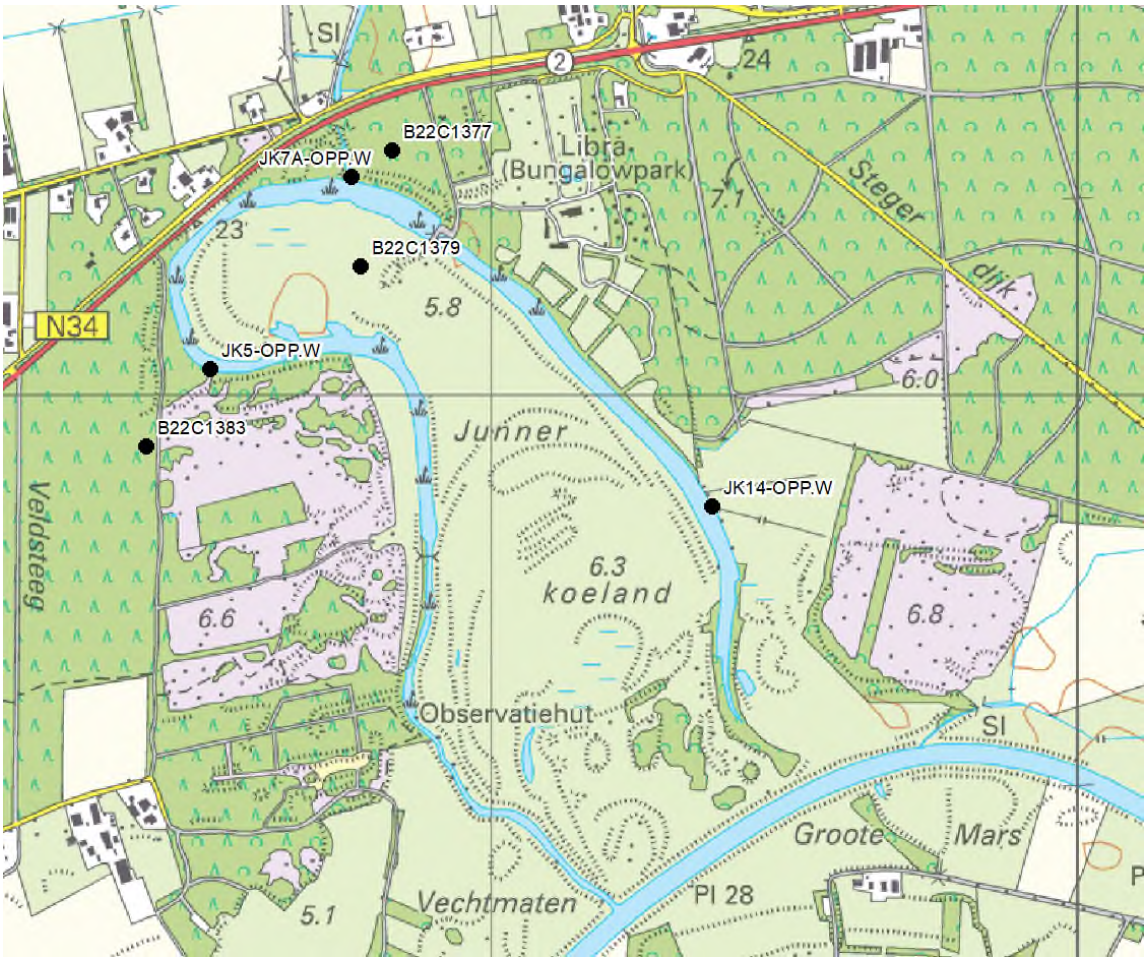
Figuur 4-12 toont de grondwaterstanden in beide filters van JK17, in het hogere deel van De Mars:

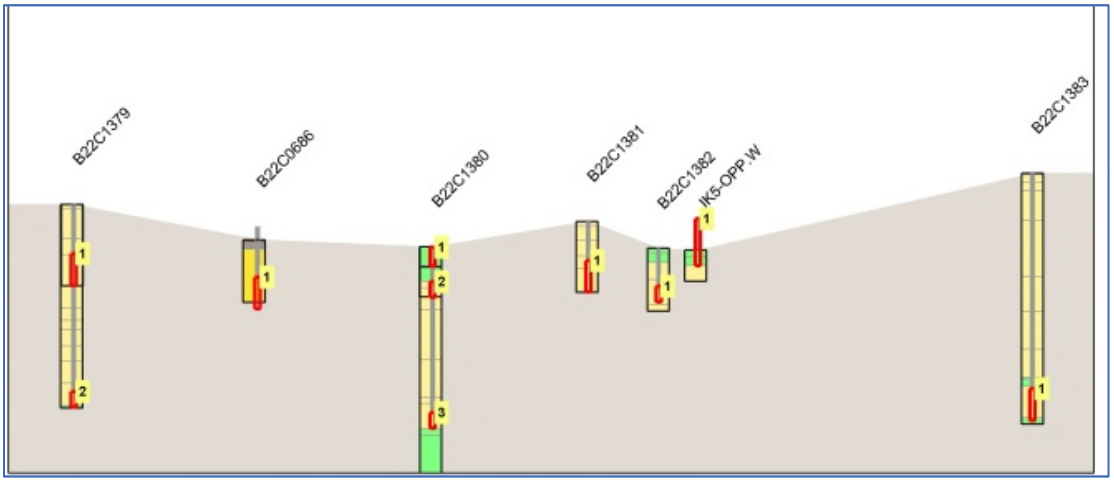
- De grondwaterstand varieert tussen aan of op maaiveld en ca 90 (in de droge zomer van 2018 100) cm-mv; Hier lijkt potentie voor vochtige heide of vochtig heischraal grasland. In de nabijheid is Gagelstruweel aanwezig;
- Alleen in tijden van inundatie stijgt de stijghoogte in het diepe filter tot boven het niveau in het ondiepe filter. Over het geheel genomen is dus van verticale aanvoer van grondwater (kwel) nauwelijks sprake. Om de aanvoer van grondwater naar het maaiveld te vergroten kunnen waarschijnlijk lokale maatregelen volstaan, zoals het verminderen van de drainerende invloed van lokale ontwateringsmiddelen.
- Vrijwel altijd is de stijghoogte in de ondiepe buis hoger dan in de diepe (6,5m-mv). De stijghoogteverschillen kunnen decimeters groot zijn. Dit duidt op infiltratie van regenwater en bevestigd de aanzienlijke van de zeer fijnzandige, sterk siltige laag die beide filters van elkaar scheidt.

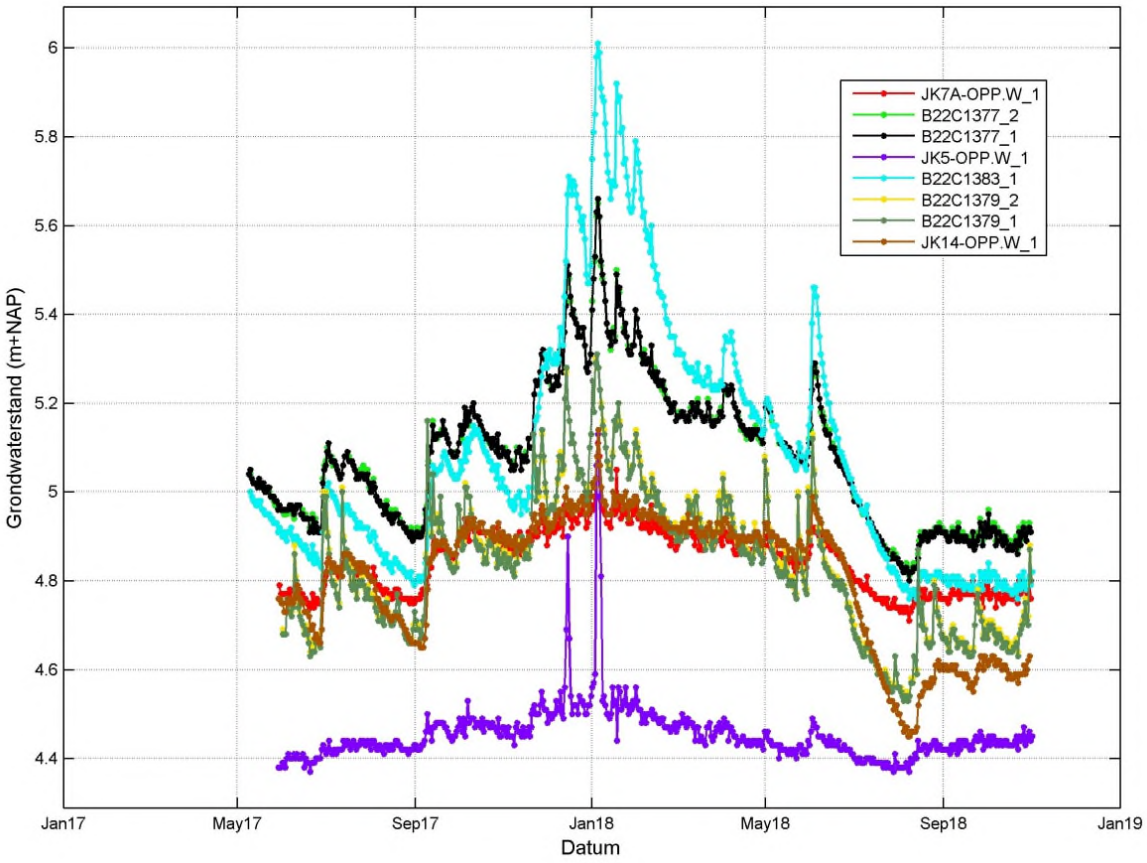
4.3.4 De Muts

Rondom de Muts kent de meander verschillende peilen, die allemaal van invloed kunnen zijn op de hydrologie in de Muts. De drie meetpunten, respectievelijk JK14 (open meander oostelijk van rivierduin), JK7A (meander noordoostzijde muts) en JK5 (meander westzijde muts) geven een beeld van de lokale drainagebasis. De grondwaterstanden onder de hogere gronden vormen de motor voor lokale kwelsystemen. Meetpunt 1377 ligt op de zandrug bij de aanvoerleiding, noordoostelijk van de meander, 1379 op de flank (niet de top) van het rivierduin op de Mars en 1383 op de hoge zandgronden van Dennenhoek, ten westen van de meander. Figuur 4-13 toont de oppervlaktewater- en grondwaterstanden ter plaatse van deze meetpunten:

- Bij 1383, de hooggelegen heide/jeneverbesstruweel westelijk van het Junner Koeland lopen de grondwaterstanden in natte perioden het hoogste op;
- Op 1377-1 en -2 (bij de aanvoerleiding) lopen de standen minder hoog op dan bij 1383, waarschijnlijk doordat het een veel kleinere rug is, en de afstand tot de meander en doorsnijding gering is; maar de grondwaterstanden zakken ook veel minder diep weg, waarschijnlijk door het hogere peil in de meander ter plekke en het hogere peil in de aanvoersloot en noordelijk landbouwgebied;
- Op 1379 (JK1) lopen de standen minder hoog op; de buizen staan niet op de top en het rivierduin is geringer in omvang en hoogte dan de omliggende dekzandruggen;
- De standen in 1379-1 en -2 op de flank van de rivierduin volgen –zowel qua peil als qua peilverloop- veel meer het patroon van JK14 (oostelijk deel meander) dan van JK7A (noordelijk deel meander): dit wijst op betere doorlatendheid/geringere weerstand aan deze oostzijde dan aan de noord en westzijde. Dit past bij de wijze van ontstaan: aan de oostzijde sluit het duin aan op de oeverwal, aan de noord- en westzijde liggen in de ondergrond laterale acretievlakken en aan de oppervlakte een venig-kleiïge deklaag, die samen weerstand vormen.
- De dynamiek van de stijghoogten in de peilbuizen (ook 1383 op de westelijke rug) lijkt meer op JK14 dan op JK7a en JK5; neerslag-verdamping bepaalt de grondwaterstanden en daarmee de voeding van het meanderdeel zuidelijk van de voormalige dam (JK14). JK7a en JK5 worden behalve door grondwater uit dekzandruggen ook gevoed door oppervlaktewater uit het bovenstroomse deel van de meander én door kwel vanuit Arriër Vlier, dat een betrekkelijk constant peil kent. Mede daardoor zakken de peilen hier minder snel en diep weg.

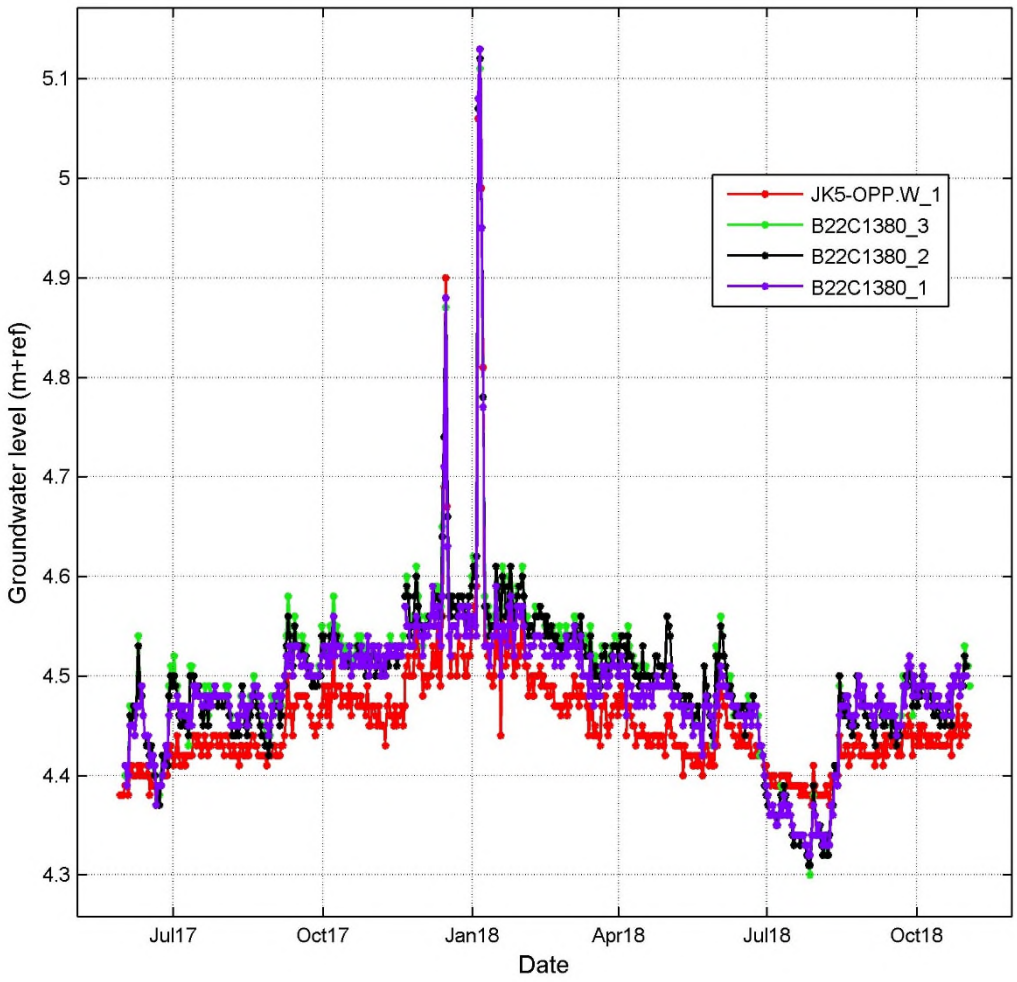

SI
24
B22C1377
JK7A-OPP.W
Libra
(Bungalowpark)
Steger
dijk
7.1
23
B22C1379
5.8
N34
JK5-OPP.W
6.0
B22C1383
Junner
JK14-OPP.W
Veldsteeg
6.3
koeland
6.6
6.8
Observatiehut
SI
Groote
Mars
5.1
Vechtmaten
Pl 28


B22C1379
B22C0686
B22C1380
B22C1381
B22C1382
JK5-OPP.W
B22C1383



FIGUUR 4-13: RAAI NOORDZIJDE (MUTS): STIJGHOOGTEN PEILBUIZEN OP DE HOGE DELEN IN RELATIE MET MEANDERPEILEN





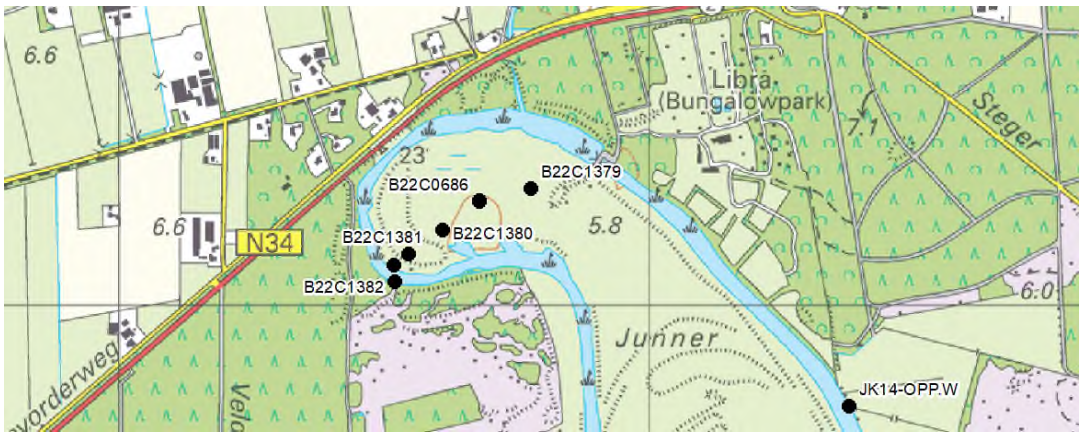
FIGUUR 4-14: STIJGHOOGTEN JK3 (KWELMOERAS H7140A TRILVEEN)

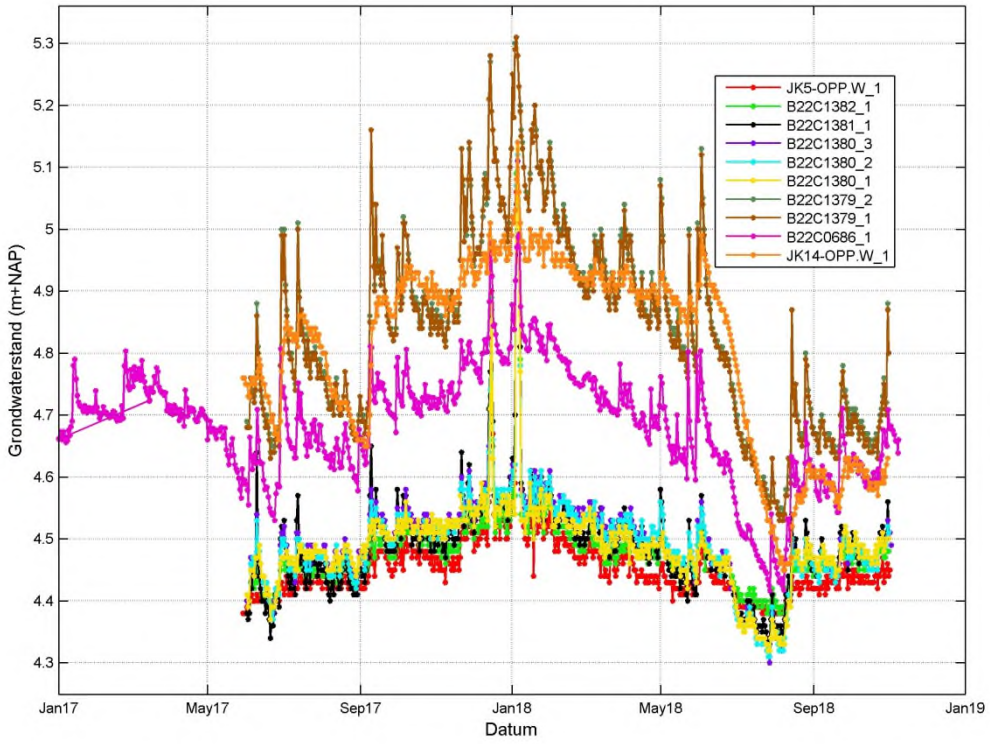
Figuur 4-14 toont de peilen t.o.v. maaiveld in de drie filters van JK3 in het kwelmoeraskwelmoeras met H7140A Trilveen. De peilen t.o.v. NAP en de relatie met andere peilbuizen en meanderpeilen in de Muts is te zien in Figuur 4-15.

- Gedurende het overgrote deel van de meetperiode was sprake van inundatie van het meetpunt doordat de waterstand in de meander hoger was dan het maaiveld. Alleen tijdens droge zomerperioden zakt de waterstand tot onder maaiveld uit.
- In de extreem droge zomer van 2018 is de grondwaterstand slechts tot 15 cm – mv gezakt. Gedurende de helft van deze periode (vanaf 29 juni 2018) zakte de stijghoogte in het ondiepe filter tot onder de waterstand in de meander ter plaatse van meetpunt JK5. Tegelijkertijd nivelleert het verticale stijghoogteverschil dat eerder in 2018 wel is waargenomen tussen filter 1 en 2. Dit wijst op aanvulling van het grondwater met infiltrerend oppervlaktewater en een beperkte invloed van aanvoer van grondwater tijdens droge perioden. De waterstanden in de meander zakten minder ver uit door aanvoer van grondwater uit de omliggende ruggen, met name uit het landbouwgebied Arriër Vlier dat met wateraanvoer op peil wordt gehouden.

- De stijghoogten in de diepere filters liggen (m.n. van september 2017 t/m juni 2018) vaak enkele cm hoger dan de freatische grondwaterstand; waarschijnlijk zorgt afstromen van water over maaiveld (en de hoge bergingsfactor boven maaiveld) dan voor wat lagere standen in het ondiepe filter. Het is niet bekend waar eventueel drempeltjes voor afstroming liggen en/of hoe de weerstand voor afstroming is. Door inundatiehoogten uit te karteren kan hier meer inzicht in worden verkregen;
- De diepere buizen zakken net zo snel en diep weg als de ondiepe; het betreft één zandpakket, zonder noemenswaardige weerstand (in de boorstaat (RHDHV, 2017) zijn ook geen weerstandbiedende laagjes vermeld);

Figuur 4-15 toont het grondwaterstandsverloop langs de raai door de Muts en de meanderpeilen JK14 en JK5:





FIGUUR 4-15: GRONDWATERSTANDEN EN MEANDERPEILEN NOORDELIJKE RAAI (DE MUTS)

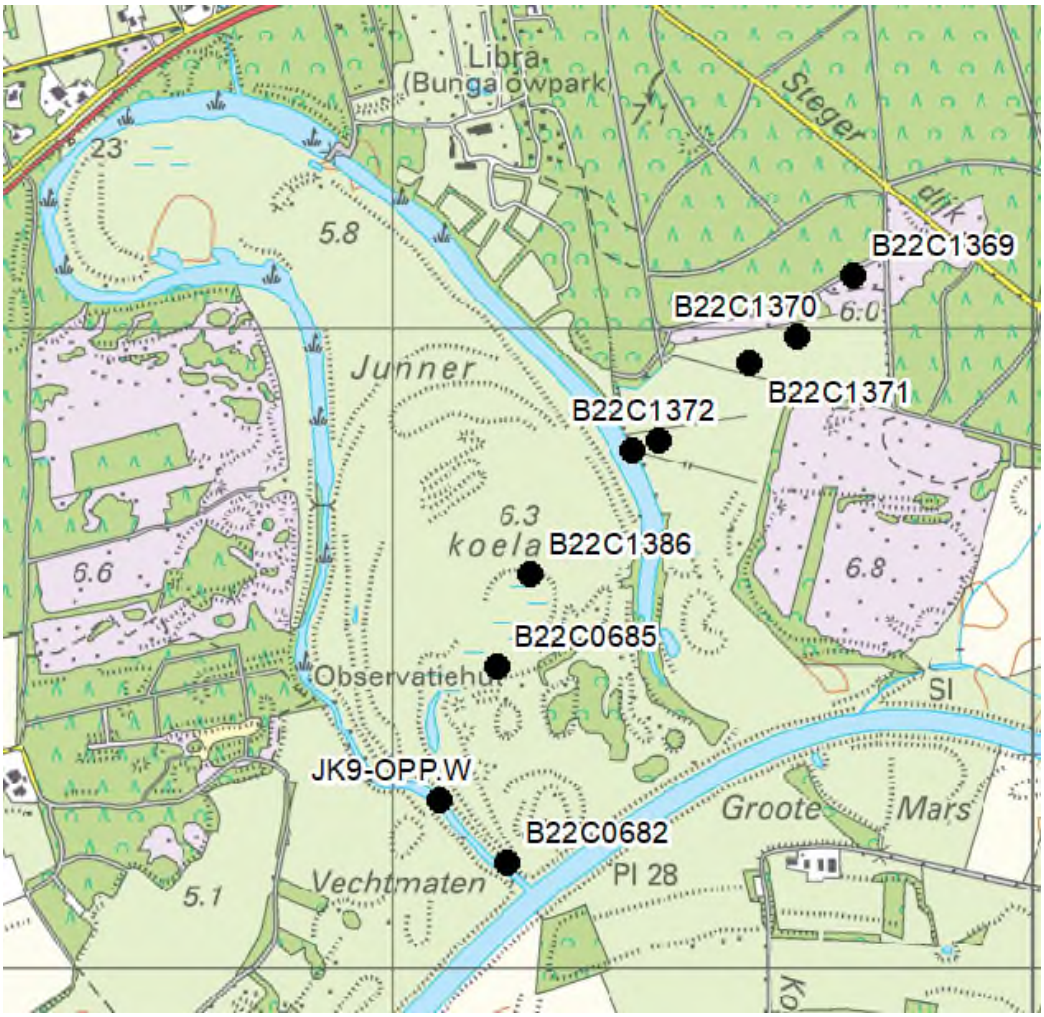
- Er is een permanent verhang in grondwaterstanden van het duin (1379) naar het moeras met Holpijp (0686 t/m 1380); in de natte perioden bedroeg dit tot ca 5 dm, in de droogste zomer van 2018 nog ca 2 dm,
- De waterstand in het bovenstroomse deel van de meander (JK14) is bijna permanent hoger dan de grondwaterstanden in het moerassige deel van De Muts; zo'n 15-20 cm hoger dan 0686 (rand Holpijp-vegetatie) en tot ca. 40 cm hoger dan 1380 (H7140A);
- De dynamiek in 0686 lijkt sterk op die van het stuifduin (1379) en de meander JK14, m.n. in een aantal snelle, forse stijghoogte- of peildalingen; dit deel van de raai heeft hogere peilen en vertoont een snellere en grotere dynamiek dan het westelijk deel;
- Na de droge zomer 2018 stijgt het peil in 0686 sneller en vooralsnog hoger dan dat in de meander;
- In de lager en wat verder westelijk gelegen andere peilbuizen is er eerder overeenkomst met JK5 (westelijke meander) dan met JK14 ;
- Binnen het kwelgebied is er een grondwaterstandsverschil van zeker 30 cm tussen 686 en 1380;
- 1382 (vlakke oever bij meander) zakt mee met meanderpeil.

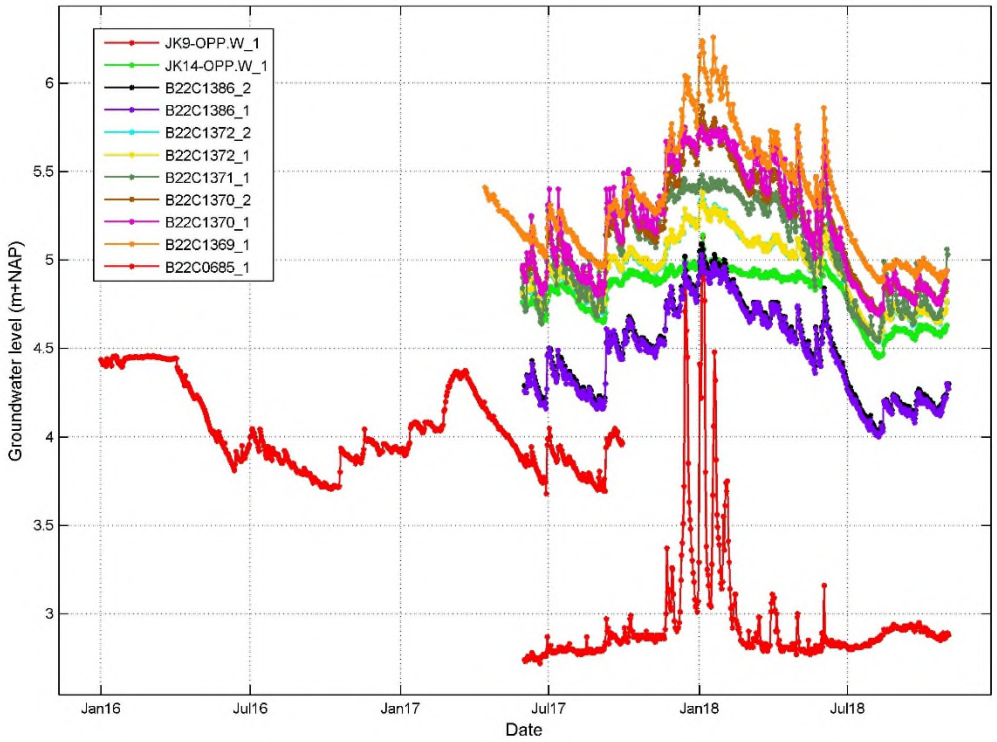
De grondwaterstanden inde Muts worden dus sterk bepaald door neerslag en verdamping, afstroming over maaiveld (richting meander), toestroming vanuit hogere delen (en wellicht zelfs vanuit meander JK14) en mogelijk van onder de keileem. In grote delen staat het water langdurig boven maaiveld. De bereikte peilen hangen hier sterk af van het verloop van oude kronkelwaardgeulen en -ruggen, maar ook van kleine drempeltjes in het kleiig-venige maaiveld en de weerstand tegen afstroming van de vegetatie (moslaag en kruidlaag). De

peilen in de meander en de stijghoogten in hoge ruggen en onder de keileem zijn de randvoorwaarden, waarbinnen dit systeem functioneert.

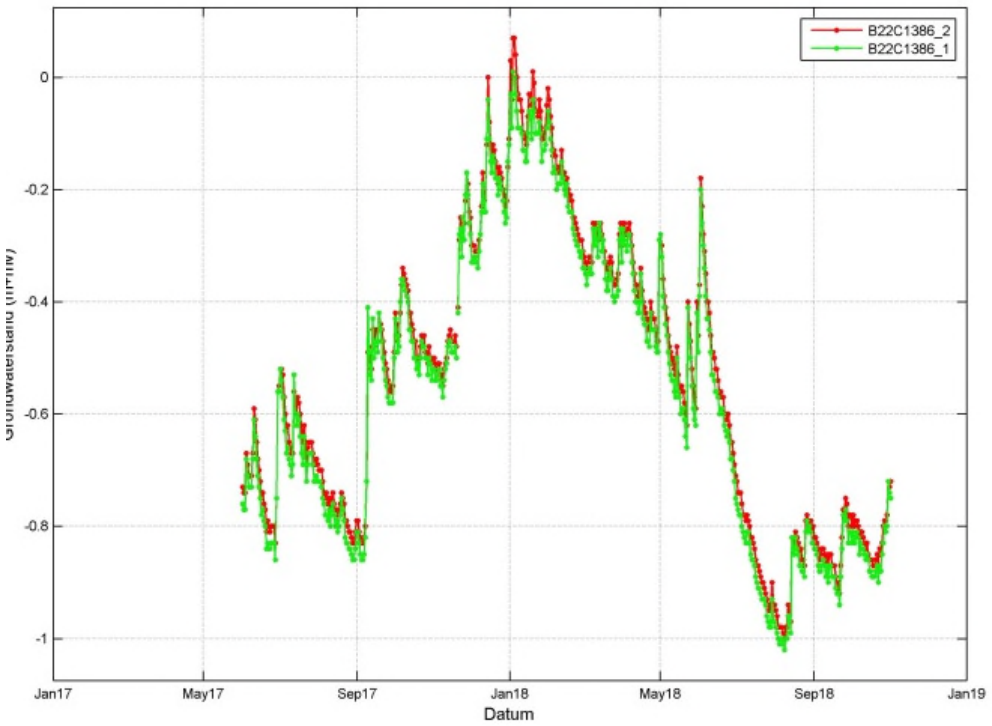
4.3.5 Junner koeland R2 raai zuid

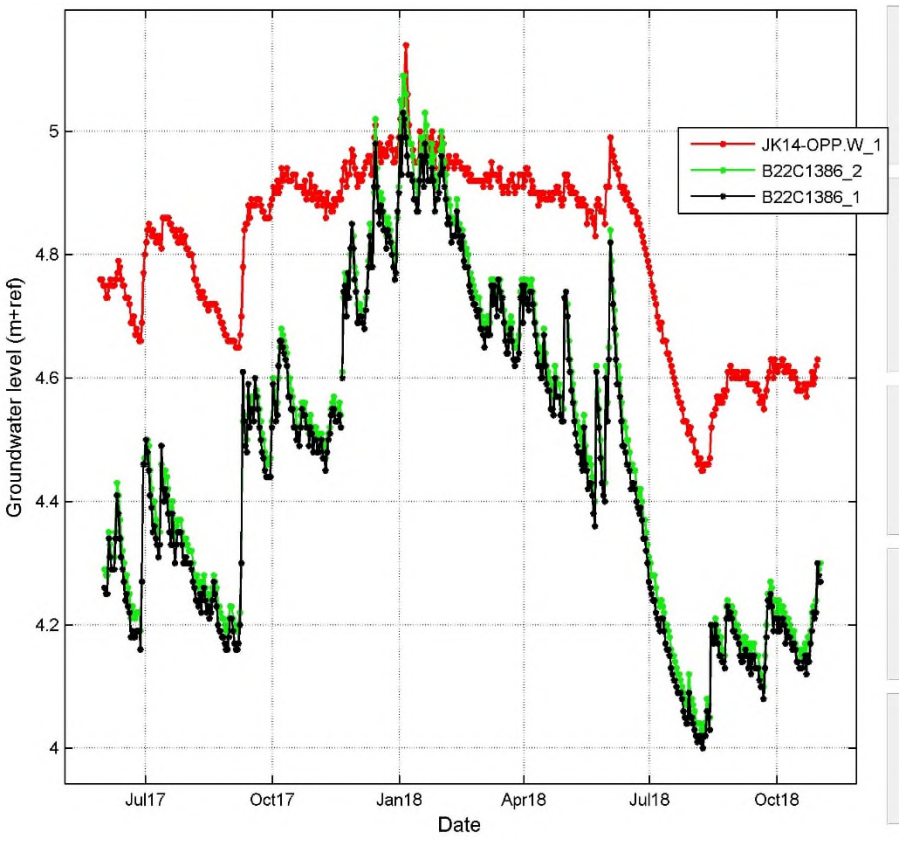
- In deze voormalige middeleeuwse bedding ligt een laagte die permanent open water bevat, afhankelijk van het waterpeil varieert de omvang van deze plas sterk. 0685 staat in het oostelijk deel van deze laagte (stroomopwaartse zijde), 1386 staat noordoostelijk hiervan, hoger in de gradiënt op een plek waar op de habitatkaart H6410 (Blauwgrasland) is aangegeven. 0682 staat in de oever van de meander, stroomafwaarts van peilschaal JK9 (NB: deze buis heeft bovenkant op 4.23 m + NAP, maaiveld op 3.72 m + NAP; hoge peilen in de Vecht en meander vallen daardoor buiten de meetrange van deze peilbuis; GG, GVG, GHG en maxima uit buis 0682 zijn dus onjuist).De oostelijke meander staat nagenoeg permanent hoger dan het grondwaterpeil in 1386 (JK10), het verschil bedraagt maximaal ca. 50 cm; alleen in de periode met de hoogste grondwaterstanden komen die in de diepe filter kort boven het meanderpeil uit; in de perioden met lagere meanderpeilen zakken en stijgen de grondwaterstanden vergelijkbaar met de meanderpeilen;
- De grondwaterstanden in 0685 zijn ca. 50 cm lager dan die in 1386;
- De grondwaterstanden in 1386 waren in voorjaar, zomer en vroeg najaar 2017 steeds 1,0-1,2 m hoger dan in de meander aan de westzijde, waarin deze laagte (over een drempel) uitloopt;
- Helaas is niet bekend of tussen 1386 en de oostelijke meander ook grondwaterstanden optreden die hoger zijn dan het meanderpeil, m.a.w. of er een permanente of periodieke waterscheiding is;
- Gezien de grondwaterstanden in de Mars permanent hoger zijn dan in de meander bij JK14, kan ook grondwater onder de meander door toestromen naar Junner Koeland s.s.


Libra
(Bungalowpark)
Steger
dijk
23
5.8
B22C1369
B22C1370
6.0
Junner
B22C1371
B22C1372
6.3
koela
B22C1386
6.6
6.8
B22C0685
Observatiehut
Sl
JK9-OPP.W
Groote
Mars
B22C0682
Vechtmaten
Pl 28
5.1
Onbekend
Veen
Fijn zand
Grof zand
B22C0682
JK9-OPP.W
B22C0685
B22C1386
JK14-OPP.W



FIGUUR 4-16: MEANDERPEILEN EN GRONDWATERSTANDEN ZUIDELIJKE RAAI JUNNER KOELAND

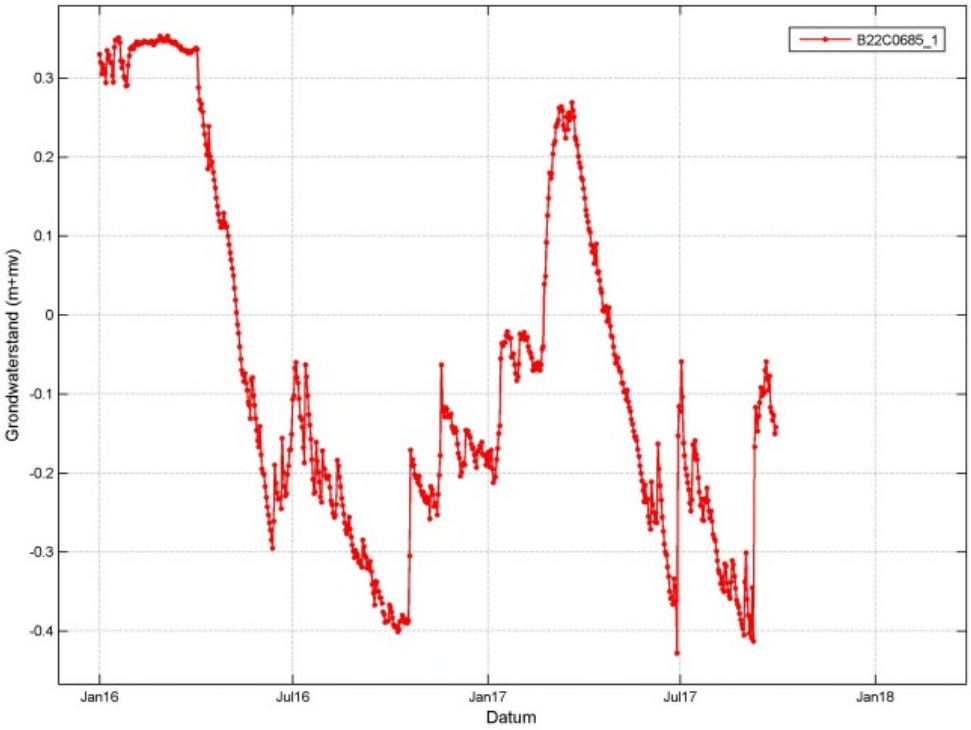




FIGUUR 4-17: GRONDWATERSTANDEN T.O.V. MAAIVELD IN JK10 (LOCATIE H6410) EN T.O.V. NAP MET DE OPPERVLAKTEWATERSTAND TER PLAATSE VAN JK14 BIJGESLOTEN.

JK10 staat vrij hoog in de gradiënt binnen het kaartvlak waar de habitatkaart H6410 (Blauwgrasland) aangeeft. Figuur 4-17 toont de grondwaterstanden ten opzichte van maaiveld:

- De grondwaterstand kwam in januari 2018 (hoogwaterpiek) kort aan maaiveld en zakte in de droge zomer van 2018 weg tot ca 1 m – mv;
- Er lijkt in JK10 sprake van een lichte kweldruk, de stijghoogte in de diepere buis is steeds tussen 1 en 3 cm hoger dan in de ondiepe. Degelijke kleine stijghoogteverschillen kunnen echter ook het gevolg zijn van toevallige fouten in de hoogtemeting van de peilbuis en de stijghoogtewaarnemingen. Het is in ieder geval onwaarschijnlijk dat de waterstand in het bovenstroomse deel van de meander tot kweldruk leidt: hoewel het stijghoogteverschil tussen beide meetpunten tijdens de droge zomer van 2018 fors toenam, blijft het stijghoogteverschil tussen de boven elkaar geplaatste filters van 1386 vrijwel ongewijzigd.



FIGUUR 4-18: GRONDWATERSTANDEN T.O.V. MAAIVELD IN B22C0585

- Terplekke van 0685 komt het water tot zo'n 35 cm boven maaiveld (dit is beneden bovenkant buis (4,61 m+NAP, ofwel 51 cm boven maaiveld)), deze locatie is dan onderdeel van de grote plas in deze laagte; aan de stroomafwaartse zijde van de plas geeft AHN maaiveldhoogten van deze orde. Het is aannemelijk dat de hoogste grondwaterstand bij 0685 wordt begrensd door afstroming over de stroomafwaartse drempel;
- In 2016 en 2017 zakte de grondwaterstand tot 40 à 45 cm – mv, dat is nog ca 90 cm boven het peil van de het benedenstrooms gelegen deel van de meander.

- Het peilverschil tussen het oostelijk en westelijk deel van de meander komt duidelijk tot uiting in de grondwaterstanden in de tussenliggende boringen/peilbuizen waarbij de stijghoogte in westelijke richting afneemt;
- Bij boring 3007/JK10 wordt een lichte kweldruk gevonden (zie boven) en bij boring 3006/BC22C0685 komt de gemiddelde stijghoogte aan maaiveld en rond GHG erboven. Dit meetpunt staat dan ook een deel van het jaar in het water.
- IJzerneerslag en het voorkomen van o.a. Waterviolier wijzen hier ook op kwel (Figuur 4-19). Deze kwel kan voor een deel ook lokaal van aard zijn, vanuit de pleistocene zandopduiking tussen boring 3006 en 3009;
- Zowel boring 3006 als 3009 liggen in een laagte die de mogelijke loop vormt van de Vecht in de periode vóór de meandering (Wolfert et al. 1995, Candel et al. 2018). In deze laagte is een kleilaag afgezet waarop water stagneert op een niveau boven de GLG. In oktober 2018 stond hier, na de droge zomer nog water op 1.2 meter boven de westelijke meander.



FIGUUR 4-19 MEETPUNT B22C0685/BORING 3006 STAAT EEN GROOT DEEL VAN HET JAAR IN HET WATER. IJZERNEERSLAG EN BLOEIENDE WATERVIOLIER WIJZEN OP KWEL.



FIGUUR 4-20 OUDE VECHTGEUL BIJ BORING 3009 IN OKTOBER 2018. ONDANKS DE DROGE ZOMER STAAT ER NOG STEEDS WATER IN DE GEUL, ZO'N 1.2 M BOVEN HET PEIL IN DE MEANDER, WAARSCHIJNLIJK DOOR STAGNATIE OP EEN KLEILAAG.

4.4 Externe invloeden

4.4.1 Relevantie en overzicht

Binnen en rond het onderzoeksgebied Junner Koeland is een aantal watergangen aanwezig. Deze zijn mogelijk van invloed op grondwaterstanden en stijghoogten, of ze zijn mogelijk van invloed vanwege aanvoer van nutriënten (opgelost of gebonden aan zwevend slib). Daarom zijn in het kader van de PAS twee onderzoeksmaatregelen geformuleerd, namelijk

- M9a –"herstel hydrologie: Onderzoekopgave: invloed ontwatering in winterbed Vecht en aangrenzende hogere gronden (Vechtdal en flanken) op grondwaterafhankelijke habitattypen". Dit betreft alle ontwatering in en rond het gebied met invloed op grondwaterafhankelijke habitattypen binnen het gebied.
- M41-"herstel hydrologie: Onderzoek naar effect sloot ten noorden van Junner Koeland mbt ontwatering en instroom nutriëntenrijk oppervlaktewater". Dit betreft de mogelijke invloed van de waterloop OWAAN010, de aanvoerleiding (op de topografische kaart aangegeven als Hooge Graven), die gebruikt wordt om water aan te voeren naar het landbouwgebied Arriër Vlier, direct noordelijk van het Junner Koeland.

Daarnaast kan de aanvoer van grondwater door kwel uit het eerste watervoerende pakket (onder de Gieten-klei) een rol van betekenis spelen voor de N2000-doelen van het Junner Koeland.

In deze paragraaf worden de externe invloeden op de waterhuishouding van Junner Koeland voor zover van belang voor de ecologische doelstellingen beschreven en op relevantie geanalyseerd. Op basis van beschikbare gegevens en informatie wordt elke invloed gekenschetst en wordt de potentiele doorwerking op grondwaterstanden beschreven. Achtereenvolgens komen aan de orde:

- De Overijsselse Vecht
- De meander
- Aanvoersloot van waterloop OWAAN010 (Hooge Graaven)
- Het onderliggend (eerste) watervoerende pakket

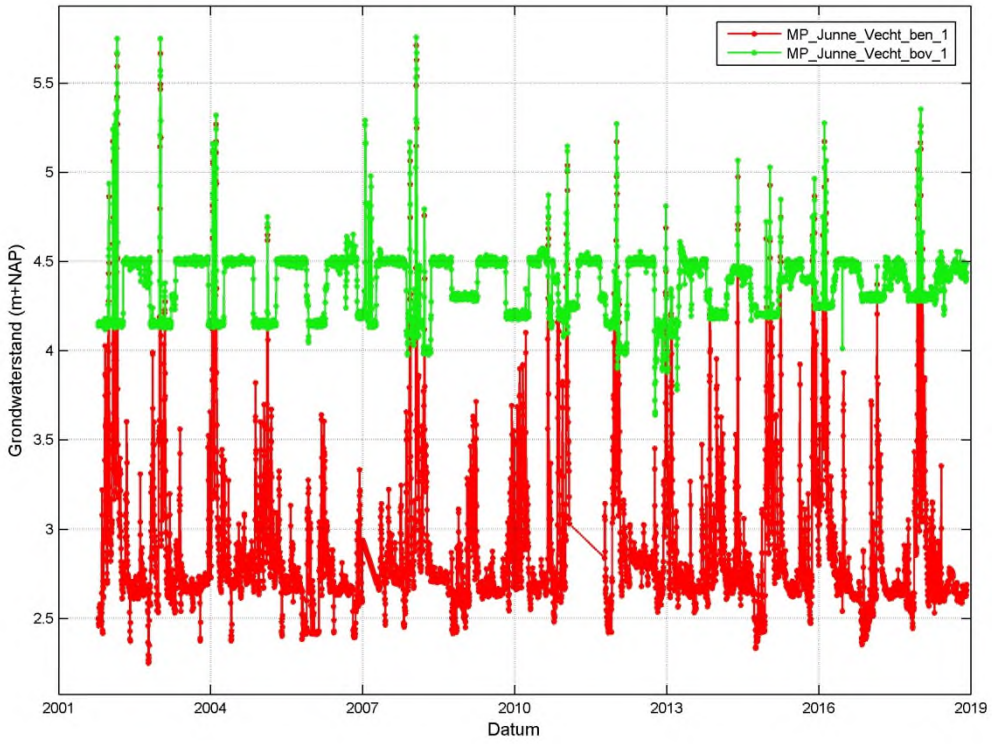
Merk op dat de nevengeul en de Wolfsvelder Waterleiding door erosie diep zijn ingesneden. Hierdoor kunnen ze een relatief grote invloed hebben op de waterhuishouding. Door het ontbreken van gegevens wordt de doorwerking van beide drainerende elementen niet verder beschreven.

4.4.2 Overijsselse Vecht

Kenschets

De Overijsselse Vecht, het betreft het stuwpand tussen stuw Vilsteren (streefpeil zomer 2,65 m + NAP, winter 2,35 m + NAP) en stuw Junne (streefpeil zomer 4,50 m +NAP, winter 4,15 m + NAP); het peil ter hoogte van het Junner Koeland varieert afhankelijk van de afvoer (zie Jalink et al., 2016, p.122).

De Vecht vormt de drainagebasis in het Vechtdal. Het deelgebied Junner Koeland ligt aan het stuwpand Junne-Vilsteren. Van de benedenstroomse stuw Vilsteren (WDOD) waren geen peilgegevens beschikbaar. Meetpunten binnen het stuwpand betreffen Hessel Mullertbrug (Ommen) en Stuw Junne benedenstrooms. De nevengeul wordt gevoed vanuit het stuwpand bovenstrooms stuw Junne.



FIGUUR 4-21: VECHTPEILEN DIRECT BOVEN- EN BENEDENSTROOMS VAN STUW JUNNE VAN OKTOBER 2001 TOT DECEMBER 2018 (GEGEVENS WATERSCHAP VECHTSTROMEN)

Figuur 4-21 toont de gemeten peilen boven- en benedenstrooms van stuw Junne, hierin is te zien:

- Bovenstrooms is het zomerpeil ca. 4,5 m NAP (streefpeil) en varieert het winterpeil van ca. 4,2 tot 4,3 m NAP (streefpeil 4,15 m + NAP); vooral in de winterperiode zijn er ook hoogwaterpieken, oplopend tot ca. 5,8 m NAP (laatste in 2008), maar meestal (en in alle gevallen in de periode 2009-2018) tot maximaal ca 5,3 m NAP;
- Benedenstrooms varieert het peil sterk; in droge perioden kan het uitzakken tot het streefpeil Vilsteren, in natte perioden loopt het peil sterk op door de afvoer over stuw Junne; meestal (in zomerperioden) ligt het peil op ca. 2,7 m NAP, maar het kan ook dieper uitzakken tot ca. 2,3 m NAP; hoogwaterpieken treden vooral op in de winterperiode, maar ook in de zomerperiode zijn er wel hoogwaterpieken, meestal beneden het niveau van het bovenstroomse zomerpeil, maar een enkele maal ook wel daarboven.
- Bij de hoogste pieken zijn de peilen- boven en benedenstrooms van de stuw ongeveer gelijk: de stuw is dan verdronken of gestreken.

Doorwerking op grondwaterstand

De dynamiek van de waterstand in de Vecht werkt door op de grondwaterstand in de omgeving. Globaal gezien neemt deze doorwerking in omvang af met de afstand tot de rivier. Als grove schatting voor de doorwerking van hydrologische ingrepen wordt vaak de spreidingslengte gebruikt: 95% van het effect van een ingreep is uitgedempt op een afstand van 3 keer de spreidingslengte tot de ingreep.

De spreidingslengte is gedefinieerd als

$$\lambda = \sqrt{kDc}$$

, waarin

kD is het doorlaatvermogen van het eerste watervoerende pakket. Deze hebben wij geschat op 50 m^2/d (dikte pakket = 10 m (paragraaf 2.3), doorlatendheid = 5 m/d (gemiddelde voor zand)).

c is de weerstand van de deklaag en het drainagesysteem. In de afwezigheid van een duidelijke deklaag kan de drainageweerstand geschat worden met de afstand tussen de waterlopen, in dit geval de breedte van de lus die de meander maakt. Daarmee komen wij op een ruwe schatting van 300 dagen.

Hieruit volgt een spreidingslengte van ongeveer 125 meter. Dit betekent dat de invloed van een systematische peilverandering in de Vecht tot een afstand van zo'n 375 m op de grondwaterstand doorwerkt. De doorwerking van de dynamiek van de Vecht zal minder ver reiken, aangezien dit om tijdelijke effecten gaat. Dit betekent dat de Vecht zelf van beperkte invloed is op de grondwaterstand in Junner Koeland. Wel kan de dynamiek van de Vecht via de meander doorwerken, indien de waterstand van de meander onder invloed staat van de Vecht.

De beperkte doorwerking van de waterstand in de Vecht op de grondwaterstand in Junner Koeland wordt bevestigd door een tijdreeksanalyse die wij op de beschikbare reeksen hebben uitgevoerd. Met tijdreeksanalyse wordt een grondwaterreeks mathematisch beschreven op basis van reeksen van mogelijke invloeden, in dit geval neerslag, verdamping en de waterstand in de Vecht. Eén van de parameters die hierbij gefit wordt, is de zogenaamde M0 (equivalent van het gemiddelde). Deze parameter beschrijft de doorwerking van 1 meter peilverandering in de Vecht (een zogenaamde blokpuls) op de grondwaterstand ter plaatse van het meetpunt.

Het resultaat is weergegeven in Figuur 4-22. Hieruit blijkt dat binnen Junner-Koeland de invloed van de Vecht inderdaad significant is (>5 cm) in een zone van enkele honderden meters breed langs de Vecht. In de Muts is ook sprake van een beperkte correlatie tussen grondwaterstand en de Vecht, maar een oorzakelijk verband kan alleen samenhangen met doorwerking via de meander. Opvallend is dat ook de grondwaterstand in de bossen aan noord-oostzijde van Junner Koeland tot grotere afstand relatief sterk gecorreleerd zijn met de Vecht. Mogelijk zorgen verschillen in textuur, en daarmee doorlatendheid, er voor dat de Vecht hier verder op grondwaterstanden doorwerkt dan in de kronkelwaard. Hierbij dient opgemerkt te worden dat van een groot aantal grondwaterreeksen geen plausibel model kon worden gefit. Hierdoor is het niet mogelijk om de ruimtelijke samenhang van grondwaterstanden goed in beeld te krijgen.

Uit de tijdreeksanalyse op de grondwaterstanden in de ondiepe filters (Figuur 4-22) blijkt een groot aantal tijdreeksmodellen niet voldeed aan de standaard criteria voor betrouwbaarheid (Von Asmuth et al., 2008; Van der Spek en Bakker, 2017, zie bijlage II). Dit komt door één of meerdere van de volgende oorzaken:

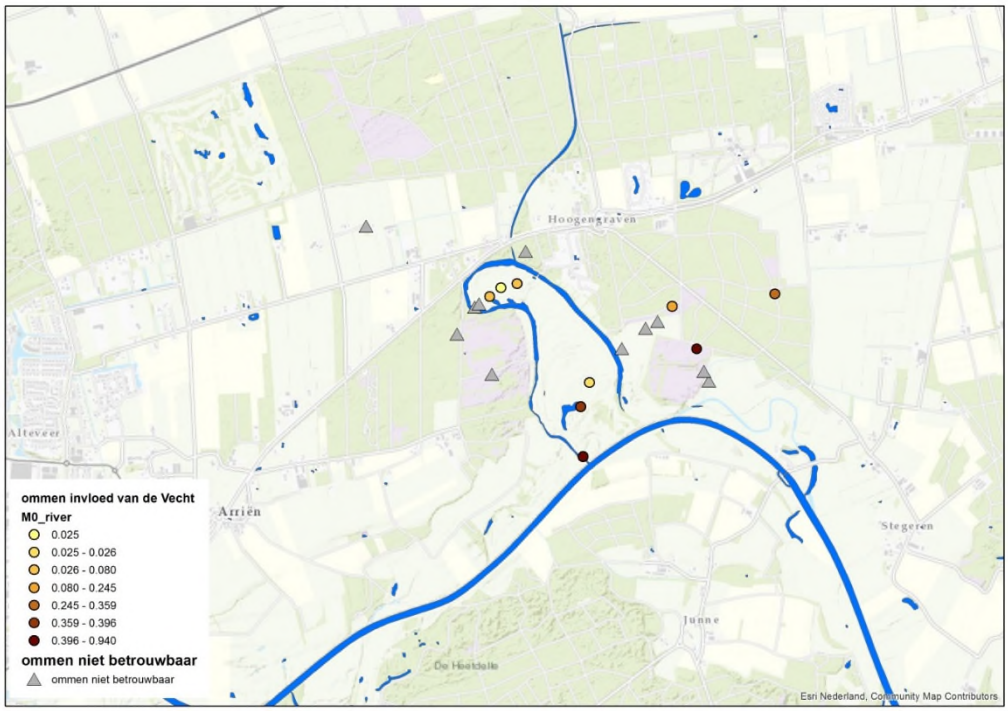
(1) Inundatie van de meetfilters, zoals B22C1382. De impuls-respons-relaties waar tijdreeksanalyse op gebaseerd is, is wezenlijk verschillend voor grond- en

oppervlaktewater. De huidige generatie tijdreeksmodellen biedt geen oplossing om dergelijke 'hybride' situaties adequaat te beschrijven.

(2) Niet-lineair gedrag van de grondwaterstand, bijvoorbeeld als gevolg van oppervlakte afvoer. Menyanthes heeft weliswaar functionaliteiten om het niet-lineaire gedrag te beschrijven, maar deze functionaliteiten zijn alleen toepasbaar voor situaties waar de grondwaterstand te verklaren is met enkel neerslag en verdamping. Op veel plaatsen in en rond het Junner Koeland speelt een derde invloed, zoals de waterstand in de Vecht. De huidige generatie tijdreeksmodellen biedt nog geen oplossing om niet-lineair gedrag van de grondwaterstand te beschrijven in geval van meervoudige invloeden.

(3) Lengte van de meetreeks: een aantal meetreeksen is te kort om voldoende informatie over het grondwatersysteem te bevatten. Hierdoor is het vaak niet mogelijk om een betrouwbaar tijdreeksmodel af te leiden. In sommige gevallen voldoet het model wel aan de statistische criteria, maar is een fysische interpretatie van de parameters van het tijdreeksmodel onvoldoende verantwoord. Om dit te ondervangen wordt een extra beoordelingscriterium voor de lengte van de meetreeks ten opzichte van de reactietijd van de grondwaterstand aanbevolen. In de hele dataset zouden dan 10 extra tijdreeksmodellen als niet-betrouwbaar worden gekwalificeerd. De verwachting is daarom dat de tijdreeksmodellen bij een volgende analyse op basis van langere meetreeksen meer informatie op zal leveren.

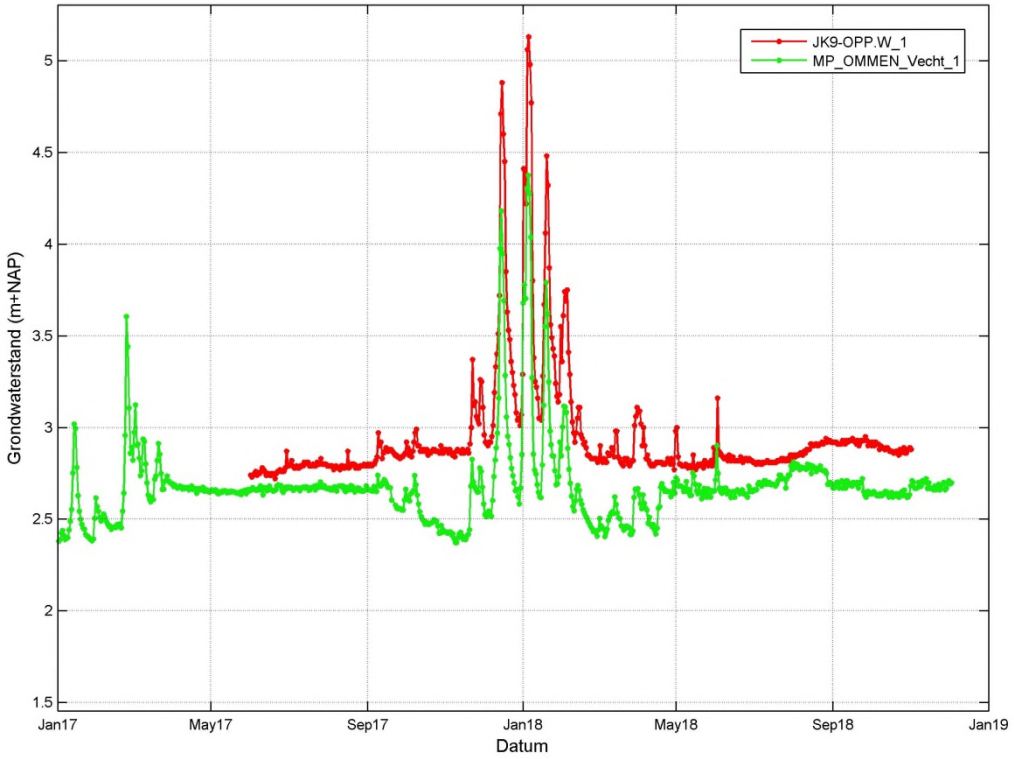
(4) Onbekende invloeden. Naast neerslag, verdamping en de waterstand in de Vecht kan de grondwaterstand beïnvloed worden door andere factoren waar voor geen tijdreeksen beschikbaar zijn. Voorbeelden zijn de aanvoer van oppervlaktewater in het landbouwgebied Arriër Vlier en de aanvoer van grondwater uit bovenstrooms gelegen gebied.



FIGUUR 4-22: DOORWERKING VAN DE VECHT OP DE GRONDWATERSTANDEN IN EN ROND HET JUNNER KOELAND: M0-WAARDEN UIT DE TIJDREEKSMODELLEN VOOR FILTER 1

4.4.3 Meander

Kenschets



FIGUUR 4-23: VECHTPEILEN HESSEL MULLERTBRUG OMMEN EN MEANDERPEILEN BIJ MEETPUNT JK9 (HET DICHTST BIJ DE UITSTROOMOPENING (GEGEVENS WATERSCHAP VECHTSTROMEN)

Figuur 4-23 toont de Vechtpeilen in Ommen en de meanderpeilen bij het meest stroomafwaartse meetpunt JK9. Hieruit is het volgende op te maken:

- Piekafvoeren in de Vecht werken direct door op de waterstand in de meander doordat de drempel bij het uitstroompunt verdrinkt. Hierbij inunderen de lagere delen van de kronkelwaard. Het is niet bekend hoeveel water uit de Vecht daarbij in de meander terecht komt, wat de kwaliteit van dat water is en hoe dat water zich verspreidt.
- Tijdens het najaar van 2017 en het voorjaar en nazomer van 2018 zakte de waterstand in de Vecht decimeters uit, terwijl de waterstand in de meander nagenoeg stabiel bleef. Dit betekent dat beide oppervlaktewateren door de drempel goed van elkaar gescheiden worden en dat waterverliezen uit de meander gecompenseerd worden door aangevoerd grondwater (drainage).

De meander rond Junner Koeland is aan bovenstroomse zijde afgesloten van de Vecht door een kade. Tot voor kort was er een dammetje aan de noordoostzijde ter hoogte van de camping. Dit dammetje is inmiddels doorgestoken, maar door verlanding ligt hier nog een drempel in de meander. Ook stroomafwaarts zijn in de meander natuurlijke obstakels tegen stroming aanwezig, zoals sterk verlande delen, struweel en versmallingen.

Tijdens alle veldbezoeken was sprake van afvoer door de meander ter hoogte van de vroegere dam bij de camping en stroomafwaarts daarvan. Dit duidt op een permanente

aanvoer van grondwater uit de direct omliggende gebieden en eventueel kwel uit het eerste watervoerende pakket (zie paragraaf 4.4.5).

Een groot deel van de meander, zeker benedenstrooms van de voormalige dam is gedeeltelijk verland en/of dichtgegroeid. Het water stroomt hier op een aantal plekken door een of enkele smalle geultjes of tussen de vegetatie door (doorstroommoeras). Alleen in het bovenstroomse deel (ter hoogte van JK14) is uitgestrekt open water aanwezig. Hier is meestal geen stroming te zien (behalve windwerking). Bovenstrooms daarvan is de oorspronkelijke loop grotendeels smal, dichtgeslibd en ondiep. Met uitzondering van de betonnen drempel bij de uitstroomopening naar de Vecht bestaan de 'drempels' uit verlandingen, sliblagen e.d. De hoogten hiervan zijn niet bekend (locaties ook niet begaanbaar) en mogelijk ook veranderlijk.

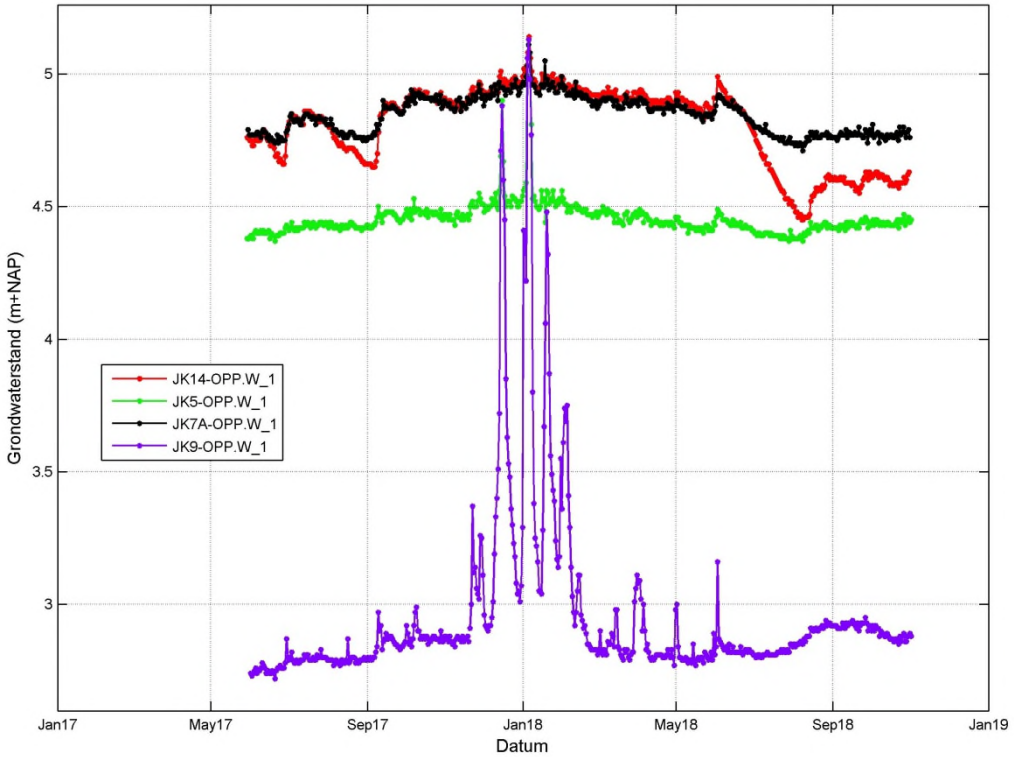


FIGUUR 4-24: DE DAM TUSSEN JK14 EN JK7A IS DOORGEGRAVEN, MAAR NOG STEEDS EEN DREMPEL IN DE MEANDER (FOTO BAS VAN DELFT)



FIGUUR 4-25 UITSTROOM VAN DE MEANDER IN DE VECHT, BENEDENSTROOMS VAN JK9 (FOTO BAS VAN DELFT)





FIGUUR 4-26: PEILEN OP DE MEETPUNTEN IN DE MEANDER (GEGEVENS WATERSCHAP VECHTSTROMEN)

Binnen de meander treden peilverschillen op tot ca. 2 meter tussen het bovenstroomse (JK14) en benedenstroomse (JK9) meetpunt;

- Het grootste peilverschil is er tussen JK5 en JK9, dus in de laatste 30% van de meander. Naast een toenemende afvoer in benedenstroomse richting, kan dit duiden op een hoge ruwheid van de meander door natuurlijke obstakels (bv vegetatie);
- JK14 en JK7A werden alleen tijdens de januari-piek direct beïnvloed door instroom van oppervlaktewater uit de Vecht. De waterstand ter plaatse van JK5 werd door de lagere ligging ook beïnvloed door de piekafvoer van de Vecht tijdens december 2017;
- JK14 heeft in de natte periode een enkele cm hoger peil dan JK7A; in droge perioden (zomer 2017 en extreem droge zomer 2018) zakt het peil bij JK14 dieper weg dan JK7A tot aan het niveau bij meetpunt JK5. Er is dan dus geen afvoer uit dit deel van de meander. Hieruit blijkt dat bij JK14 in de zomer de grondwateraanvoer naar de meander veel sterker afneemt dan bij JK7A. Plausibele verklaring is, dat aan de noordzijde permanent kwel optreedt vanuit Arriër Vlier.
- Opvallend is dat de waterstand ter plaatse van JK7A minder diep wegzakt en decimeters boven het niveau ter plaatse van JK5 blijft. Kennelijk vindt er zelfs in tijden van extreme droogte aanvoer van grondwater uit het noorden plaats.
- De peilen lopen al in augustus 2018 weer wat op, m.n. JK14 en JK9; overigens loopt het Vechtpeil in deze periode ook wat op, maar blijft onder de meanderpeilen. Deze stijging wordt veroorzaakt door enkele dagen lichte neerslag: tussen 10 en 17 augustus viel volgens data van het meteostation Hellendoorn zo'n 30 mm neerslag.

Doorwerking op grondwaterstanden

Op basis van geohydrologische kenmerken (spreidingslengte) is in paragraaf 4.2.2 geschat dat een ingreep in het oppervlaktewatersysteem tot ongeveer 300-400 m afstand doorwerkt op de grondwaterstand. Aangezien de meander een lus vormt met een diameter van maximaal 400 m, staat het hele gebied dat wordt ingesloten door de meander onder invloed van de waterstand in de meander. Door het lage doorlaatvermogen van de ondergrond, werken veranderingen in de oppervlaktewaterstand wel vertraagd door in de grondwaterstand en vice versa. De reservoircoefficient ($j = \frac{\mu L^2}{\pi^2 kD}$, Kraaienhoff van de Leur, 1958) is een veelgebruikte grootheid om de traagheid van grondwatersystemen te schatten. Volgens de drainageformule van Kraaienhoff van de Leur is na een periode van 3 keer de lengte van de reservoircoefficient 95% van het neerslagoverschot gedraineerd. Hieruit ontstaat het volgende beeld:

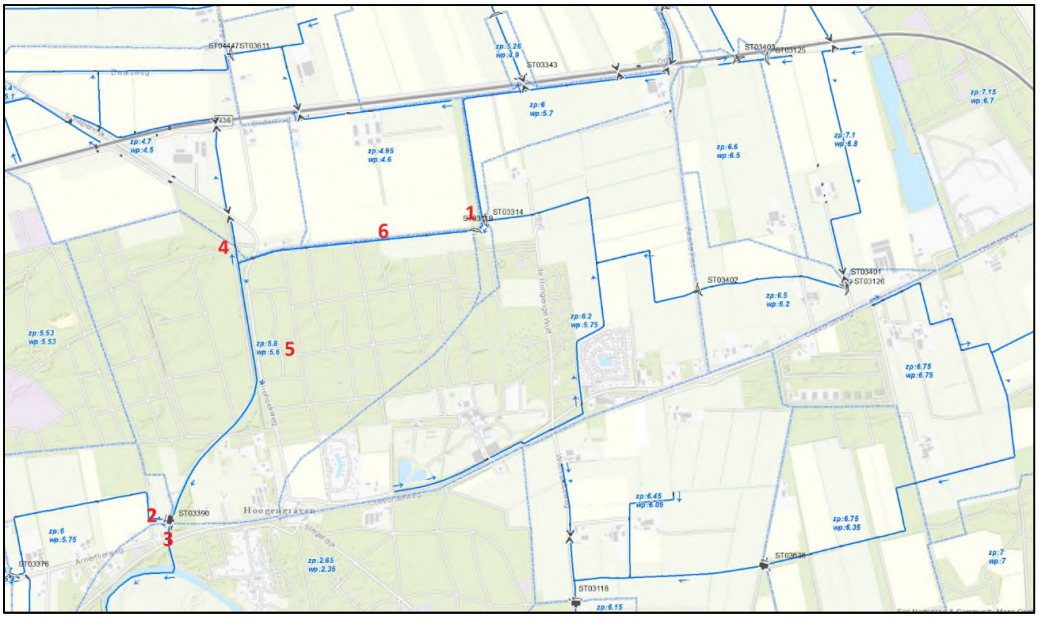
- Voor De muts (drainafstand = 250 m, doorlaatvermogen = 50 m2/d en freatische bergingscoefficient = 0.15) bedraagt dat ongeveer 2 maanden. Dit betekent dat de drainage uit dit gebied bij langdurige droogteperioden, zoals in 2018, uitgeput raakt. De beschikbare reeksen geven aan dat de grondwaterstand in de zomer van 2018 inderdaad uitzakt, bijna tot aan het niveau van de meander (zie paragraaf 4.3.4).
- Voor het Junner Koeland (drainageafstand = 350 m) is een uitputtingstermijn van bijna 4 maanden geschat. Dit geeft aan dat het Junner Koeland continue, zelfs tijdens langdurig droge perioden, grondwater levert aan de meander. Uit grondwaterreeksen blijkt dat de grondwaterstand in Junner Koeland inderdaad permanent hoger is dan in de meander (zie paragraaf 4.3.5).

Met tijdreeksanalyse is geprobeerd om de doorwerking van de waterstand in de meander op de grondwaterstand te schatten. Echter, de tijdreeksmodellen met de waterstand in de meander als extra verklarende reeks voldeden (op één uitzondering na) niet aan de standaard criteria voor betrouwbaarheid. In veel gevallen was “significant effect van neerslag” het kritieke criterium (volgens de modellen heeft neerslag dus geen significante invloed op de grondwaterstand). Dit betekent dat de meetreeksen onvoldoende informatie bevatten om grondwaterstandsfluctuaties op basis van bekende invloeden van elkaar te kunnen scheiden. Meestal hangt dit samen met te korte meetreeksen: de meetperiode (meestal ruim 1 jaar) is kort in verhouding tot de dynamiek van de grondwaterstand (seizoensinvloeden zichtbaar).

4.4.4 Aanvoersloot Hooge Graaven

Kenschets

Figuur 4-27 toont het aanvoersysteem noordelijk van het Junner Koeland. Het aanvoersysteem voert in het zomerhalfjaar water uit het Ommerkanaal aan naar het intensief gebruikt landbouwgebied Arriër Vlier, noordelijk en noordwestelijk van het Junner Koeland. Dit water wordt bij Coevorden vanuit de Vecht ingelaten op het kanaal en vanuit het Ommerkanaal ingelaten op de lokale aanvoerleidingen. Het water wordt ingelaten in het peilgebied bij stuw Roelofs (1) (met bovenstrooms streefpeilen voor zomer en winter van 6,0 resp 5,7 m NAP Van hieruit stroomt het langs de noordrand van de beboste dekzandrug (via de ‘kwelsloot (6)) en vervolgens via een doorsnijding van die dekzandrug (5) tot aan stuw Meijer (3) die voorkomt dat het water direct afstroomt naar de meander van Junner Koeland. Het water wordt via gemaal Arriërvlier (2) naar het landbouwgebied gepompt. Dat gebeurt als in Arriërvlier het peil zakt tussen 6,05 en 6,15 m NAP (Broekhuis, 2018). Voor Arriër Vlier zijn de streefpeilen in de zomer 6,00 en in de winter 5,75 m+NAP. Vanuit Arriër Vlier kan overtollig water worden afgevoerd richting Ommen. Overigens geven de beheerders aan moeite te hebben het streefpeil in Arriër Vlier te realiseren en voldoende hoge standen vast te houden (schr. med. L. van der Toorn, WVS). Dit wijst op waterverliezen door inzijging naar de ondergrond.



FIGUUR 4-27: WATERAANVOERSYSTEEM NOORDELIJK VAN JUNNER KOELAND (UIT BROEKHUIS, 2018)



FIGUUR 4-28: STUW MEIJER VANUIT HET NOORDEN GEZIEN, OP DE ACHTERGROND LIGT DE COEVORDERWEG EN DE BOSRAND VAN JUNNER KOELAND (FOTO ROBBERT BROEKHUIS)

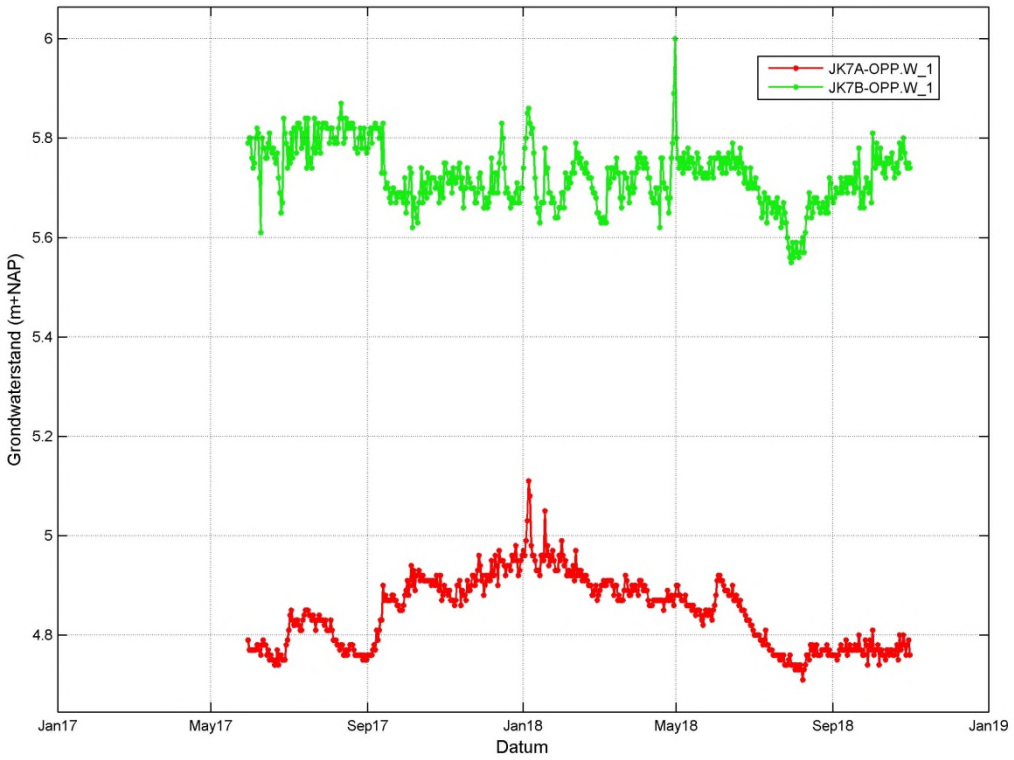
Aan de noordzijde van het bos is een afsluitbare duiker (4) waarmee water kan worden afgevoerd naar het noordwesten, maar deze is volgens de beheerders altijd gesloten. In de doorsnijding van het bosperceel bedraagt het zomerpeil 5,8 m NAP, winterpeil 5,6 m NAP, in de praktijk blijkt dit ca 15 cm lager te liggen (Broekhuis, 2018). Dit zullen dus ook de peilen bij stuw Meijer zijn. De 'kwelsloot' langs de noordzijde van het bosperceel heeft een peil dat ca. 90 cm hoger is dan het peil in het aangrenzend landbouwgebied (Broekhuis, 2018).

Tijdens hoge piekafvoeren kan water over stuw Meijer heen naar de meander afstromen, afhankelijk van de ingestelde stuwhoogte. Normaal wordt de stuwbalk 'ruim boven streefpeil' afgesteld, laatst bekende klephoogte (november 2016 bedroeg 6.0 m NAP (mail R.

Broekhuis d.d.19 juni 2018). Volgens de beheerder was de laatste keer dat een piekafvoer over de stuw geloosd werd rond 2015, maar het kan zijn dat incidentele overstorten niet bekend zijn vanwege gebrekkige meetopstelling (mail R. Broekhuis d.d.19 juni 2018).

Incidenteel kan de stuwbalk worden verlaagd als peilverlaging nodig is voor onderhoud aan bovenstroomse infrastructuur. De laatste keer dat dit is gebeurd was van 14 november tot 22 december 2016, maar volgens de beheerders is in die periode geen water over de stuw geloosd (mail R. Broekhuis d.d. 20 juni 2018).

In het meetnet ten behoeve van de LESA N2000 is een continue peilregistratie boven- en benedenstrooms van Stuw Meijer opgenomen (Jalink en Van der Toorn, 2018). Figuur 4-29toont de gemeten peilen vanaf voorjaar 2017:



FIGUUR 4-29: PEILEN BOVENSTROOMS VAN STUW MEIJER EN IN DE MEANDER BIJ DE AANVOERSLOOT BENEDENSTROOMS VAN DE STUW (GEGEVENS WATERSCHAP VECHTSTROMEN)

- Het peil in de aanvoersloot, zoals net boven de stuw gemeten, is permanent 70 (natte periode) tot 100 (droge periode) cm hoger dan in de meander. De aanvoer van water kan dus inderdaad bijdragen aan de aanvulling van het grondwater, dat vervolgens benedenstrooms wordt gedraineerd door de lagere delen van de aanvoersloot of de meander;
- Het peil bovenstrooms van de stuw lag in voorjaar/zomer 2017 rond 5,8 m NAP, in najaar/winter 2017/2018 rond 5,7 m NAP en bleef in het voorjaar/zomer 2018 tussen 5,55 en 5,75 m NAP; in 2017 lag het zomerpeil dus rond streefpeil en het winterpeil ca 1 dm daarboven. In zomerhalfjaar 2018 werd het streefpeil niet bereikt. De peilen in 2017 lagen dus niet ca 15 cm lager dan streefpeil.
- Mei 2018 werd bovenstrooms stuw Meijer kortstondig (één waarneming, voorafgegaan door nog een relatief hoge waarneming) een peil van 6.0 m NAP

bereikt. Indien de stuwhoogte 6.0 m NAP bedroeg kan dus kortstondig water over de stuw zijn afgestroomd.
- In de zeer droge zomer van 2018 daalde het peil in de aanvoersloot meer dan 2 dm. Het was in deze periode niet goed mogelijk voldoende wateraanvoer te realiseren (schr. med. L. van der Toorn, WSV).

Doorwerking op grondwaterstanden

Het habitattype H714OA Overgangs- en trilvenen is gevoelig voor verdroging en eutrofiering. Daarom is in het Natura 2000 ontwerp-beheerplan PAS-onderzoeksmaatregel (M41) opgenomen: Een onderzoeksmaatregel voor de korte termijn is onderzoek naar de invloed van de aanvoersloot noordelijk van de oude meander van het Junner Koeland op het trilveen ter plaatse (M41). Deze invloed kan de waterkwantiteit (grond- en oppervlaktewaterregime) en de waterkwaliteit (nutriëntenaanvoer) betreffen. Op basis van dit onderzoek dient bepaald te worden welke maatregel, indien nodig, op de lange termijn uitgevoerd moet worden om behoud van het trilveen te garanderen (Van der Welle et al., 2012).

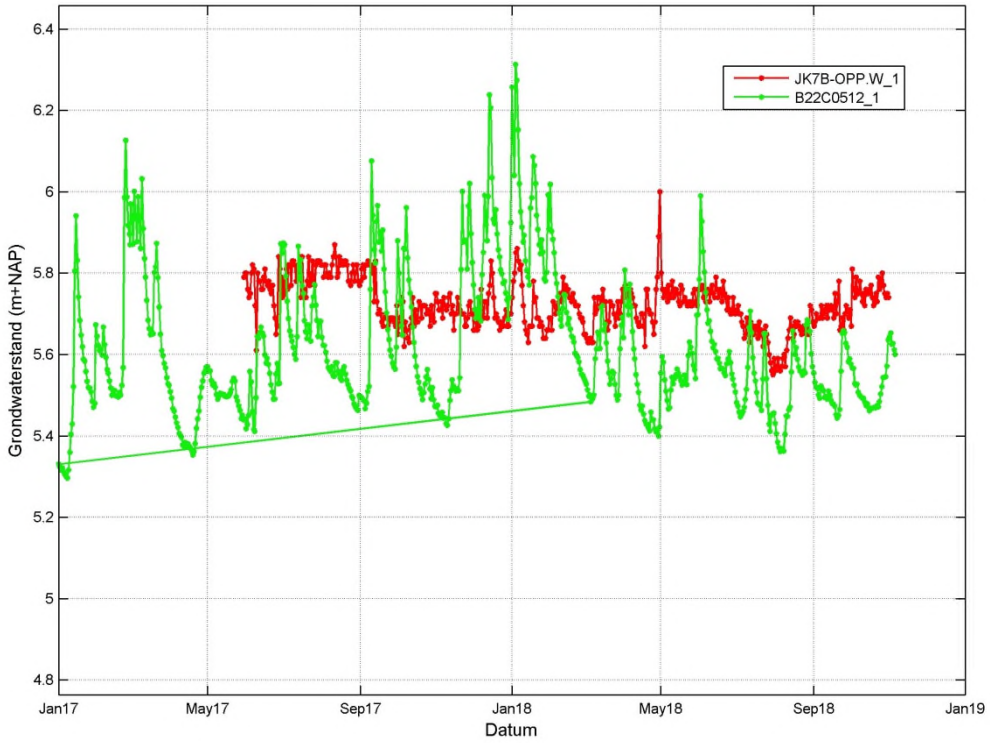
- Er zijn geen recente grondwaterreeksen voor de dekzandrug beschikbaar die op korte afstand zijn gelegen van de meetpunten in het oppervlaktewater van de aanvoerleiding. Meetreeks B22C0505, bijvoorbeeld, is reeds in 1978 beëindigd. Daarom kan het drainerend effect van de waterleiding op de grondwaterstand in de dekzandrug niet worden gekwantificieerd op basis van meetdata. Echter, gegeven de beperkte diepte van het bovenste watervoerende pakket, is het onwaarschijnlijk dat invloeden op de grondwaterstand in de dekzandrug doorwerken op de hydrologie van het Junner Koeland. Eerder is deze invloedsafstand geschat op zo'n 375 m. Een eventuele doorwerking via het eerste watervoerende pakket (via de Gietenklei) is ook onwaarschijnlijk, omdat de weerstand van de Gietenklei zeer hoog is, en de fluxen nu al relatief laag zijn ten opzichte van andere balanstermen.

- De actieve aanvoer van oppervlaktewater ten behoeve van peilbeheer van Arriër Vlier leidt tot extra grondwateraanvulling in het zomerseizoen. Het water wordt immers met een pomp vanuit de aanvoerleiding opgevoerd tot 6,05 m+NAP, terwijl de zomerpeilen niet gerealiseerd kunnen worden. Hiermee wordt grondwaterstroming gegenereerd, zodat ook in de zomerperiode sprake is van kwel in het Junner Koeland. Het is aannemelijk dat deze kwel de meander voedt. Deze aanvoer van grondwater kan een verklaring zijn voor de permanente waterafvoer van de meander, en het beperkt uitzakken van de oppervlaktewaterstand daarin tijdens de zeer droge zomer van 2018.

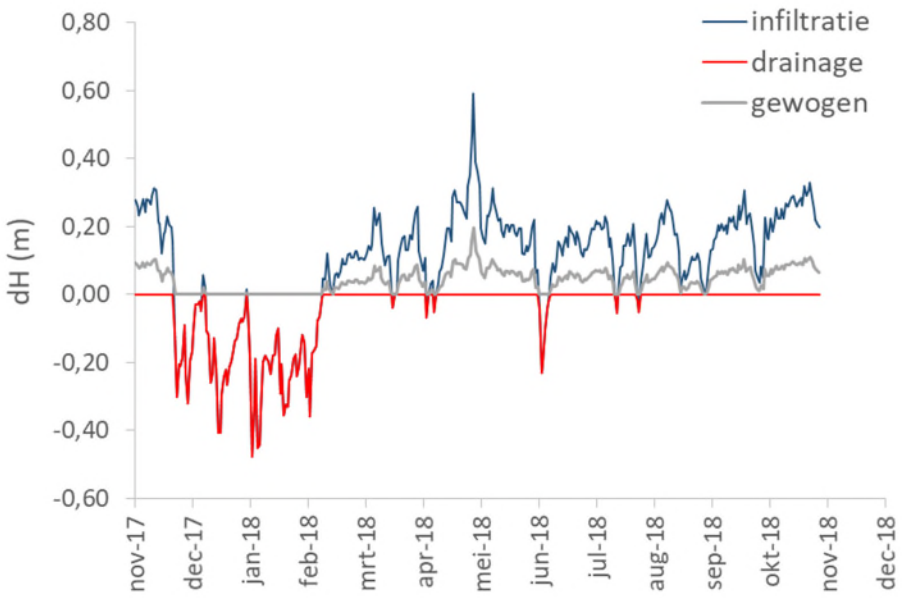
- In de winter wordt vanuit het landbouwgebied water afgevoerd richting Ommen of via de aanvoersloot. Uit FIGUUR 4-30 blijkt dat het peil in de aanvoersloot in de winter ongeveer gelijk is aan het winterstreefpeil (5,75 m + NAP). Door de afwezigheid van een substantieel stijghoogteverschil (zie Figuur 4-31), is het niet aannemelijk dat de aanvoersloot leidt tot extra drainage van Arriër Vlier. Daar komt bij dat de infiltratieweerstand vanuit oppervlaktewater gemiddeld zo'n factor 3 hoger is dan de drainageweerstand. Hierdoor is de drainerende invloed van de aanvoersloot tijdens het winterseizoen verwaarloosbaar ten opzichte van de drainerende invloed van de ontwateringsmiddelen ten behoeve van het droogleggen van landbouwgronden.

- Bij dempen van landbouwontwatering (en functieverandering) kan het winterpeil in Arriër Vlier stijgen tot circa 6,3 m+NAP. De aanvoersloot kan dat ook, mits bij 4 aan

de noordzijde van de dekzandrug een extra stuw wordt geplaatst. Met deze maatregel zal de aanvoer van grondwater (kwel) naar het Junner Koeland (specifiek de meander) toenemen.



FIGUUR 4-30: PEILEN IN DE AANVOERSLOOT BOVENSTROOMS STUW MEIJER EN GRONDWATERSTANDEN IN HET LANDBOUWGEBIED (PEILBUIS MET FILTER OP 3,7-4,2 M-MV) (GEGEVENS WATERSCHAP VECHTSTROMEN EN DINOLOKET).



FIGUUR 4-31: BEREKEND STIJGHOOGTEVERSCHIL TUSSEN DE AANVOERSLOOT (JK7B) EN DE GRONDWATERSTAND IN HET AANVOERGEBIED (B22C0512-1, CA 900 M WESTELIJK VAN DE AANVOERSLOOT) MET ONDERSCHEID VOOR INFILTRATIE EN DRAINAGE. TEVENS IS EEN STIJGHOOGTEVERSCHIL BEREKEND DAT REPRESENTATIEF IS VOOR GRONDWATER-OPPERVLAKTEWATERINTERACTIE UITGAANDE VAN EEN 3 MAAL HOGERE INFILTRATIEWEERSTAND TEN OPZICHTE VAN DE DRAINAGEWEERSTAND

4.4.5 Wolfsvelder waterleiding en Nevengeul Junne

Kenschets

De Wolfsvelder Waterleiding is een grotendeels ongestuwde waterloop die afwatert op de Nevengeul Junne. De waterstanden worden niet gemeten, maar bekend is dat de Wolfsvelder waterleiding tijdens droge (zomer)perioden droog valt. Hierdoor verliest de Waterleiding haar eventuele drainerende werking. Tijdens winterperioden voert de leiding wel water af. Omdat er van stuwing nauwelijks sprake is (op zijn hoogst alleen ter plaatse van het instroompunt van de nevengeul), is het verhang van de oppervlaktewaterstand dan gelijk aan het bodemverhang. Daarom is de bodemhoogte een indicatie voor de drainage basis bij lage oppervlaktewaterstanden.

Doorwerking op grondwaterstanden

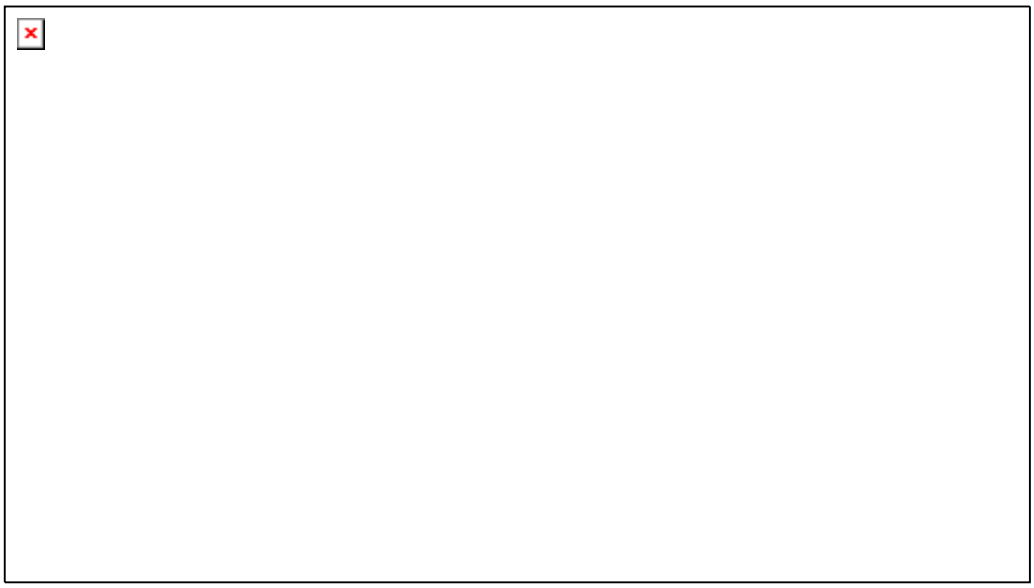
In Figuur 4-32 staan de ingemeten bodemhoogten van de Wolfsvelder Waterleiding weergegeven. Hieruit blijkt dat tot zo'n 150 m benedenstrooms van de stuw, de bodemhoogte oploopt in benedenstrooms richting. Verder naar beneden is sprake van een groot bodemverhang van ongeveer 50 cm per 100 strekkende meter. De waterstand in de Nevengeul is ongeveer gelijk aan de bodemhoogte van de Wolfsvelder waterleiding.

De bekende bodemhoogten zijn vergeleken met de grondwaterstanden in nabijgelegen meetfilters in Figuur 4-33. Tevens is in deze figuur voor elke grondwaterreeks de berekende

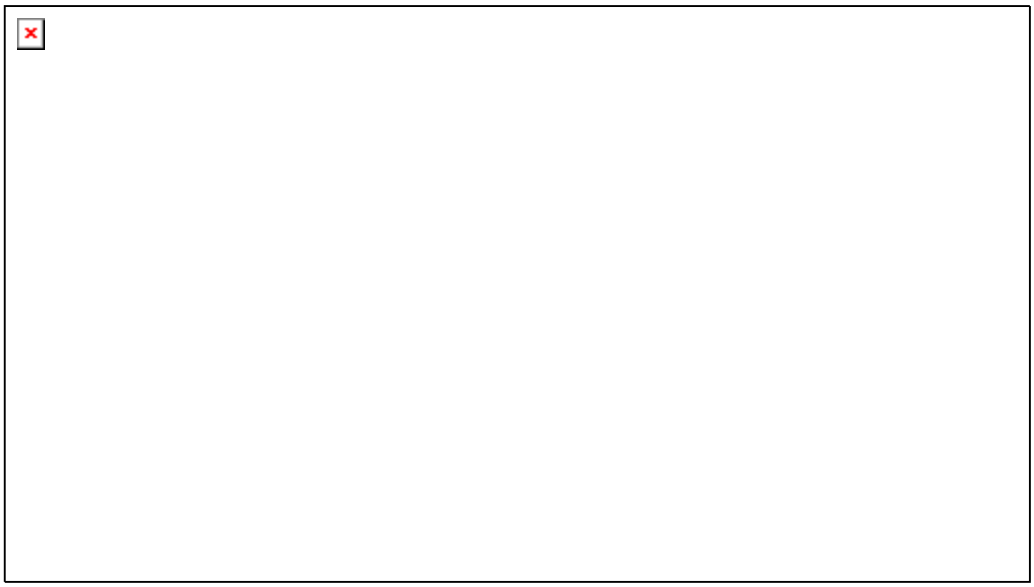
drainage basis weergeven. Deze drainage basis is berekend met behulp van Menyanthes en met neerslag, verdamping en de oppervlaktewaterstand in de Vecht (benedenstrooms van Junne) als verklarende reeksen. Uit deze figuur blijkt dat de Wolfsvelder Waterleiding tijdens natte winterperioden drainerend werkt op haar omgeving.

Echter, uit de tijdreeksanalyse blijkt dat de drainagebasis ter plaatse van de peilfilters (met uitzondering van B22C1369) dieper ligt dan de bodem van de waterleiding, en ongeveer gelijk is aan de waterstand in de Vecht. De tijdreeksmodellen geven ook een significante invloed van de Vecht op de grondwaterstanden aan. Dit is een aanwijzing dat de drainerende werking van Wolfsvelder Waterleiding veel kleiner is dan die van de Vecht. Hieruit kan geconcludeerd worden dat Wolfsvelder Waterleiding alleen tijdens natte perioden draineert, en dat de hoeveelheden beperkt zijn. Dit beeld komt overeen met het gegeven dat tijdens droge perioden de grondwaterstanden tot ver onder de waterbodem van de leiding zakken (zie Figuur 4-33). Verontdiepen of opstuwen van de leiding zal daarom waarschijnlijk beperkt tot vernatting leiden.

Merk op dat de berekende drainagebasis ter plaatse van B22C1369 veel hoger is dan de bodemhoogte van de Wolfsvelder Waterleiding. Die drainagebasis is ongeveer gelijk aan de waterstand die ter plaatse van het meest bovenstrooms gelegen meetpunt in de meander is waargenomen. Tijdreeksanalyse geeft daarnaast aan dat de Vecht geen significante invloed heeft op de waterstand ter plaatse van dit meetpunt.



FIGUUR 4-32: BODEMHOOGTEN LANGS DE WOLFSVELDER WATERLEIDING



FIGUUR 4-33: HOOGTE VAN DE GRONDWATERSTAND TEN OPZICHTE VAN DE BODEMHOOGTEN VAN DE WOLFSVELDER WATERLEIDING. TEVENS ZIJN VOOR DE GRONDWATERSTANDREEKSEN DE BEREKENDE DRAINAGEBASIS MET TIJDREEKSANALYSE WEERGEGEVEN.

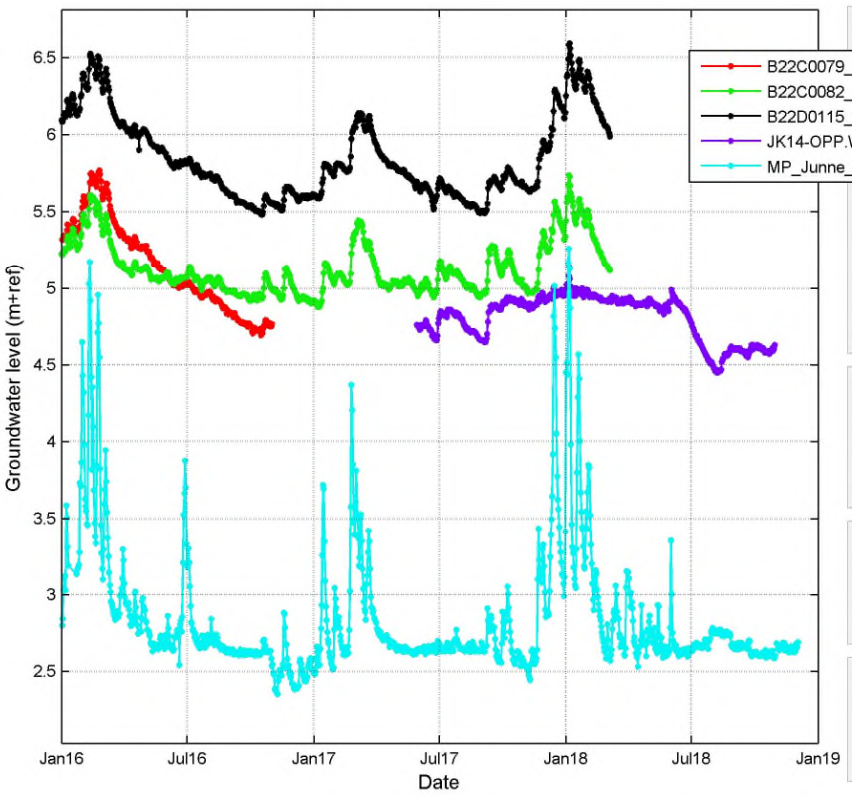
4.4.6 Onderliggend watervoerend pakket

Kenschets

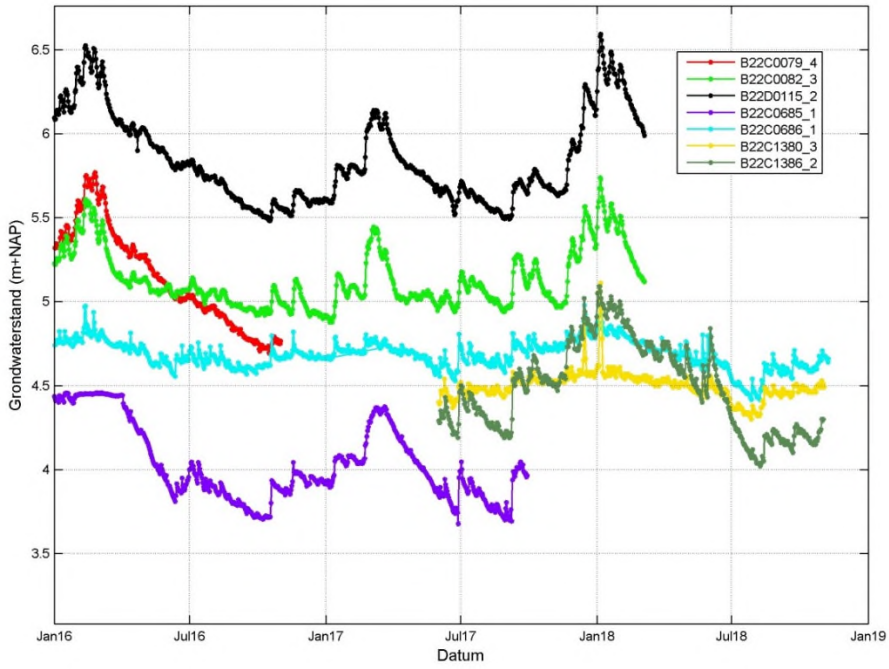
Het Junner Koeland kan gevoed worden door kwel uit het eerste watervoerende pakket (afgedekt door Gieten-klei). Om het belang van deze balansterm te onderzoeken zijn gemeten stijghoogten onder de Gieten-klei vergeleken met oppervlaktewaterstanden in de Vecht (MP_Junne_Vecht_ben_1) en de meander (JK14). De stijghoogte onder de Gietenklei wordt niet onder het Junner Koeland zelf gemeten, maar wel op drie locaties op maximaal enkele kilometers afstand (zie Figuur 4-34). Deze figuur geeft aan dat:

- De waterstand in de Vecht is normaal gesproken meer dan twee meter lager dan de stijghoogten onder de Gieten-klei. Dit duidt op een mogelijke aanvoer van grondwater uit het eerste watervoerende pakket. Uitgaande van een weerstand van 10.000 d bedraagt de kwelflux onder de Vecht ongeveer 0,2 mm/d.
- De gemeten stijghoogten onder de keileemlaag zijn hoger dan de waterstand in de meander ter plaatse van het meest bovenstrooms gelegen meetpunt (JK14). Voor de bovenstroomse meetpunten (JK14, JK7A) ligt het stijghoogteverschil in grootteorde 25-50 cm (0,025 tot 0,05 mm/d); voor JK5, aan de westzijde van de Muts bedraagt het stijghoogteverschil 75 tot 100 cm (0,075-0,1 mm/d) en bij JK9 is dat in grootteorde vergelijkbaar met de Vecht (0,2 mm/d).





FIGUUR 4-34: WAARGENOMEN STIJGHOOGTEN ONDER DE GIETEN-KLEI TER PLAATSE VAN B22C0115, B22C0082 EN B22C0079, EN WAARGENOMEN WATERSTANDEN IN DE VECHT (MP_JUNNE_VECHT) EN DE MEANDER (JK14)

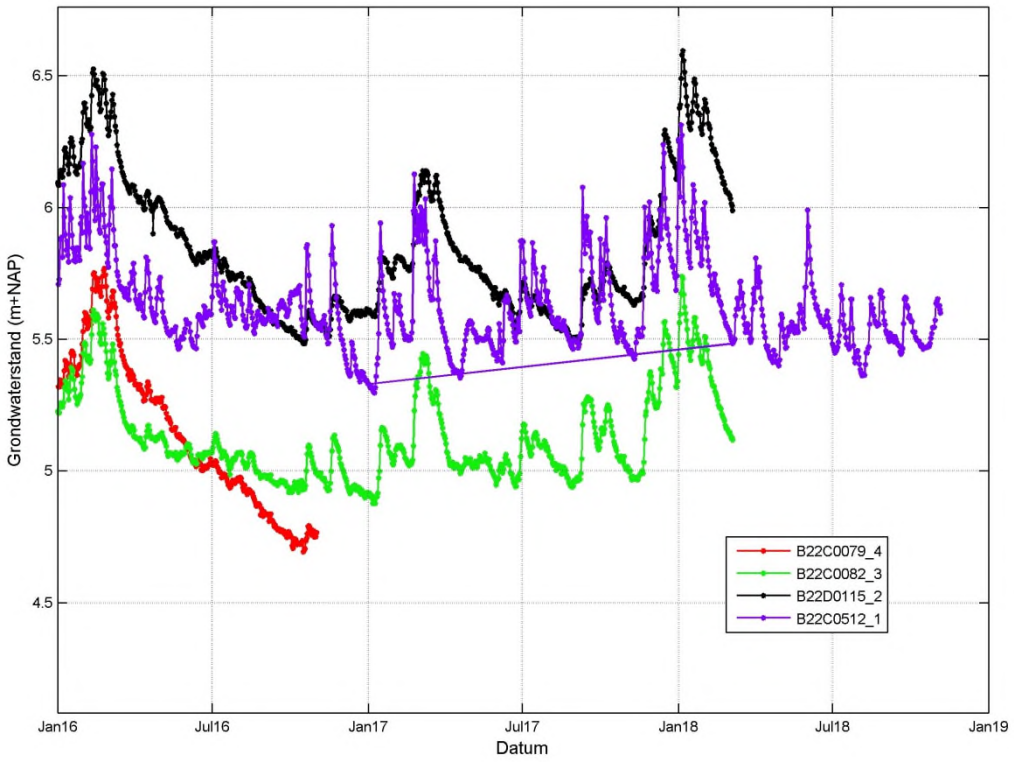


FIGUUR 4-35: STIJGHOOGTEN ONDER DE GIETEN-KLEI EN IN PEILBUIZEN IN LAGE DELEN VAN DE ZUIDELIJKE EN NOORDELIJKE RAAI DOOR HET JUNNER KOELAND

Voor de laagten met moeras-ecosystemen in Junner Koeland s.s. geldt:

- De stijghoogteverschillen liggen in de Muts in de lage delen (0686 en 1380) in grootteorde 50-75 cm (o.a. H7410A trilveen);
- In de zuidelijke raai (1386 (H6410) en0685 (laagte middeleeuws tracé) zijn de grondwaterstanden lager en daardoor het geschatte stijghoogteverschil groter (grootteorde 75-125 cm) De Mars en Calsum oost liggen wat oostelijker en daarmee dichterbij B22D0115;
- De stijghoogte onder de Gieten-klei is ca 0,5 m hoger dan de grondwaterstanden in lage delen schraalland De Mars. NB bij 1375 aan de oostzijde van De Mars is het verschil veel groter, maar deze locatie heeft zeer lage standen door ontwatering door de Wolfsvelder Waterloop.

De gemeten grondwaterstanden in het landbouwgebied Arriër Vlier (B22C0512-1) zijn hoger dan de stijghoogten onder de keileem (Figuur 4-36). Hieruit blijkt dat de ontwatering van het landbouwgebied geen grondwater uit het eerste watervoerende pakket afvangt, maar eerder het diepe grondwater aanvult. Door de hoge weerstand van de Gieten-klei zijn de infiltratiefluxen echter zeer gering, ongeveer 0,05 mm/d. Dit bevestigt het beeld dat afvoer van grondwater uit Arriër Vlier voor een groot deel ten goede komt aan het Junner Koeland.



FIGUUR 4-36: STIJGHOOGTEN ONDER DE GIETEN-KLEI EN GRONDWATERSTANDEN IN HET LANDBOUWGEBIED ARRIËR VLIER, TEN NOORDWESTEN VAN DE MUTS

Doorwerking op grondwaterstanden

De lage, moerassige delen van Junner Koeland en de meanders ontvangen grondwater uit het eerste watervoerend pakket. Uitgaande van een weerstand van 5000-10.000 dagen ter

hoogte van Junner Koeland s.s., oplopend naar waarden boven 10.000 dagen onder Calsum en oostelijker, kunnen de volgende kwelfluxen optreden:

- 0,2-0,6 mm/dag onder de Vecht,
- 0,02-0,1 mm/dag onder de meander ter hoogte van JK14 en JK7A,
- 0,05-0,2 mm/dag ter hoogte van de Muts,
- 0,1-0,2 mm/dag ter hoogte van de zuidelijke raai en
- 0,05-0,1 onder de lagere delen van De Mars.

Qua omvang zijn deze kwelfluxen klein ten opzichte van andere aanvoertermen:

- Het jaarlijks neerslagoverschot bedraagt ongeveer 0,8 mm/d.
- Het Junner Koeland is ongeveer 0,4 km^2 groot en heeft daarmee een gemiddeld neerslagoverschot van ongeveer 300 m^3/d. Als dit neerslagoverschot geheel wordt afgevoerd via drainage door de meander, resulteert dit in een kwelflux van 3,3 mm/d onder de meander (lengte 3000 m, breedte 30 m). Weliswaar wordt een deel van het neerslagoverschot afgevoerd door oppervlakte afvoer, maar daar staat tegen over dat ook de gebieden buiten de meander grondwater kunnen leveren.
- De referentieverdamping in tijden van droogte bedraagt ongeveer 3-5 mm/d. Kwel uit het eerste watervoerende pakket is onvoldoende om de verdampingsverliezen te compenseren.

5 Inundatie

5.1 Hoofdlijnen

De laagste delen van het westelijk deel van de meander, De Muts en enkele oude rivierlopen worden jaarlijks of eens in de twee jaar overstroomd met Vechtwater. De lagere delen van het Junner Koeland en De Mars liggen op een hoogte waarbij inundatie met Vechtwater één keer per vier tot twaalf jaar kan doordringen, met op de overgang naar de lagere delen zones waar dit één keer per twee tot vier jaar het geval is. De meeste oeverwallen en kronkelwaardruggen worden nooit of slechts incidenteel overstroomd. Deze inschattingen zijn gebaseerd op de maaiveldhoogte en een interpretatie van Vechtpeilen in de voorgaande 12 tot 15 jaar. Zij worden ondersteund door de veldwaarnemingen na het hoogwater van januari 2018 en de verbreiding van kleiige afzettingen op de bodemkaart.

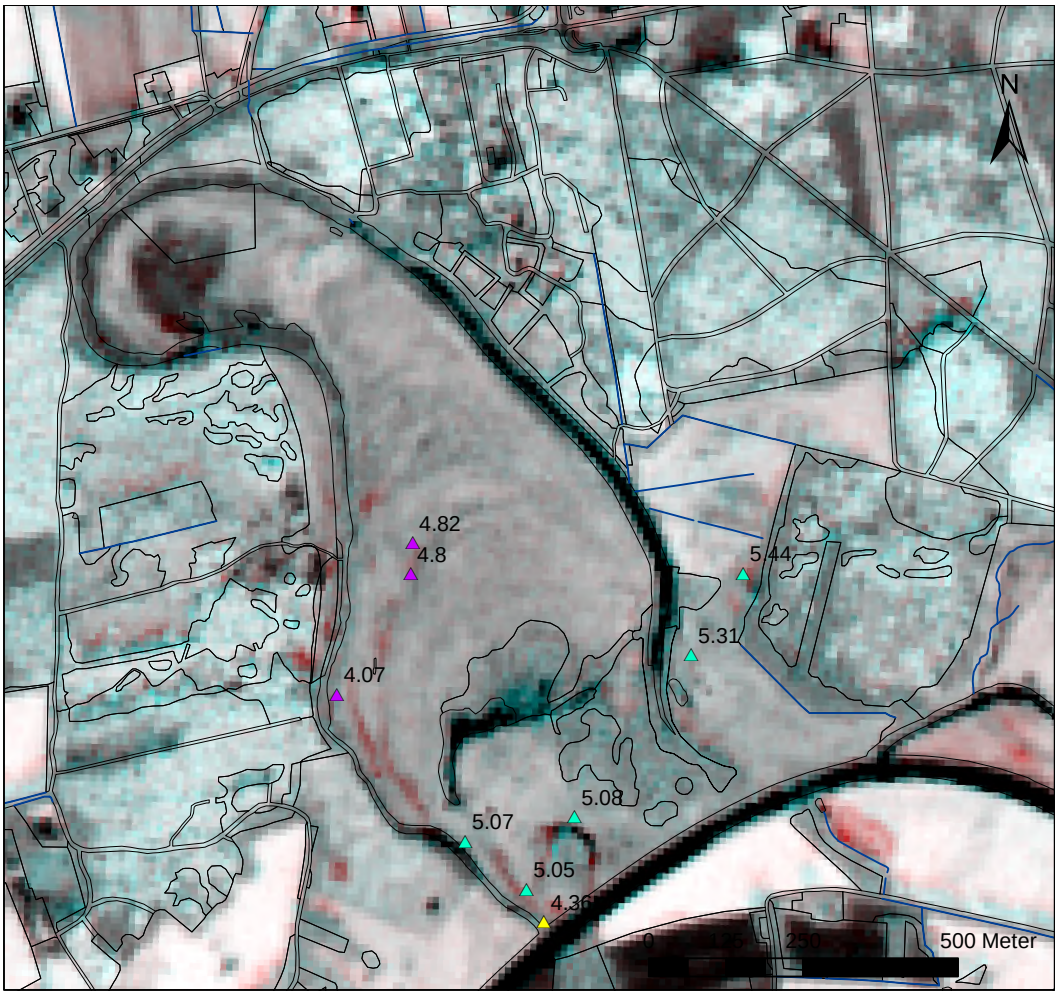
Uit de analyse van bodemmonsters op een hoogtegradiënt boven het Vechtpeil kan geen verband gevonden worden tussen voedselrijkdom en het gehalte aan zware metalen als gevolg van inundatie. Als die relatie er zou zijn, dan zouden de bodemmonsters van lagere locaties voedselrijker moeten zijn en meer zware metalen moeten bevatten dan de monsters van hoger gelegen boorpunten. Dat is niet het geval. Op lagere plekken worden weliswaar grotere voorraden N en P gevonden, maar dat gaat samen met een hoger gehalte organische stof in deze vaak venige bodems die dan ook een hogere C/N en C/P verhouding hebben dan de hogere punten. N en P zit hier vooral in de weinig verteerde organische stof. De voorraad potentieel beschikbaar P (P-ox, gebonden aan ijzer en aluminium in de bodem Fe-ox en Al-ox) is op lagere plekken soms groot, maar is door de sterke binding aan Fe en Al beperkt beschikbaar. Alle bemonsterde locaties, behalve boring 3001, hebben een lage fosfaatbeschikbaarheid en zijn daarmee geschikt voor vegetaties van voedselarme bodems. Bij boring 3001 is de fosfaatbeschikbaarheid wel hoger als gevolg van voormalig agrarisch gebruik. Ook voor zware metalen kan geen relatie met de hoogte boven de Vecht en dus met de inundatiefrequentie gevonden worden.

Uit vergelijking van de gehaltes nutriënten en zware metalen in het slib van de meander en de oude bedding met de afstand tot de monding van de meander kan geen relatie gevonden worden die wijst op een verhoogde aanvoer met inundatiewater. Zowel de gehalten nutriënten als zware metalen zijn sterk gecorreleerd aan het organische stofgehalte, maar niet met de afstand tot de monding.

Er zijn wel aanwijzingen dat voor een aantal metalen de gehalten in de slibmonsters samenhangen met aanvoer van vervuild water via de aanvoerleiding bij Stuw Meijer. Omdat deze aanvoer al een aantal jaren niet meer voorkomt zal dit een erfenis uit het verleden zijn.

5.2 Inundatiekansen

Figuur 5-1 toont een gecombineerd satellietbeeld van de satellietfoto van 8 januari 2018 met een satellietfoto van een dag met gewone waterstanden, in dit geval 27 maart 2017 (Roerink 2018). De roodgekleurde delen op de foto zijn de gebieden die op 8 januari 2018 zijn geïnundeerd. In Figuur 5-2 zijn de waterhoogten op de Vecht boven en beneden de stuw Junne tijden deze afvoergolf weergegeven. De hoogste waterstand van ca. 5.27 m+NAP beneden de stuw Junne werd bereikt op 5 januari 2018. Figuur 5-3 toont de peilkarakteristieken bij de instroompunten van de verschillende gebieden tussen de Hessel Mulertbrug bij Ommen en stuw Junne (Jalink en Van Delft, 2017).

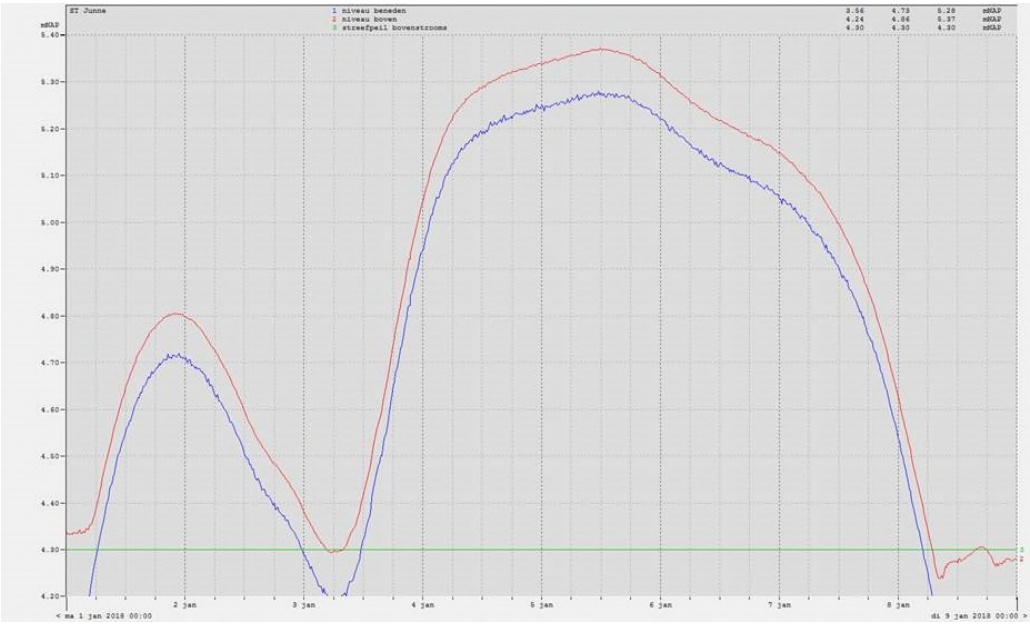


Veldwaarnemingen inundatie

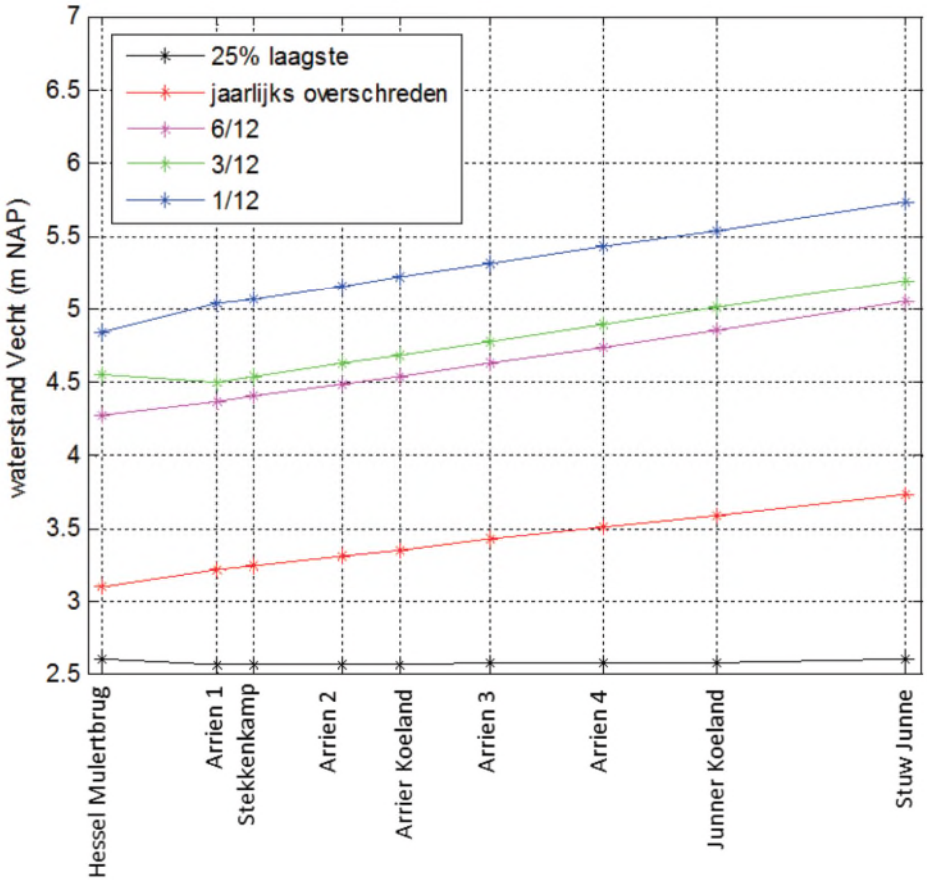
- Slib
- Vloedmerk
- Zand

FIGUUR 5-1 SATELLIETBEELD VAN DE HOOGWATERSITUATIE NA ZWARE REGENVAL IN JANUARI 2018. DE RODE VLEKKEN IN HET VECHTDAL GEVEN DE PLEKKEN AAN WAAR WATER STOND OP LOCATIES WAAR HET NORMAAL NIET STAAT. MET GEKLEURDE DRIEHOEKEN ZIJN VELDWAARNEMINGEN UIT APRIL 2018 VAN

SPOREN VAN INUNDATIE OPGENOMEN. BIJ DEZE PUNTEN IS DE MAAIVELDHOOGTE WEERGEGEVEN WAAROP DEZE SPOREN ZIJN AANGETROFFEN.

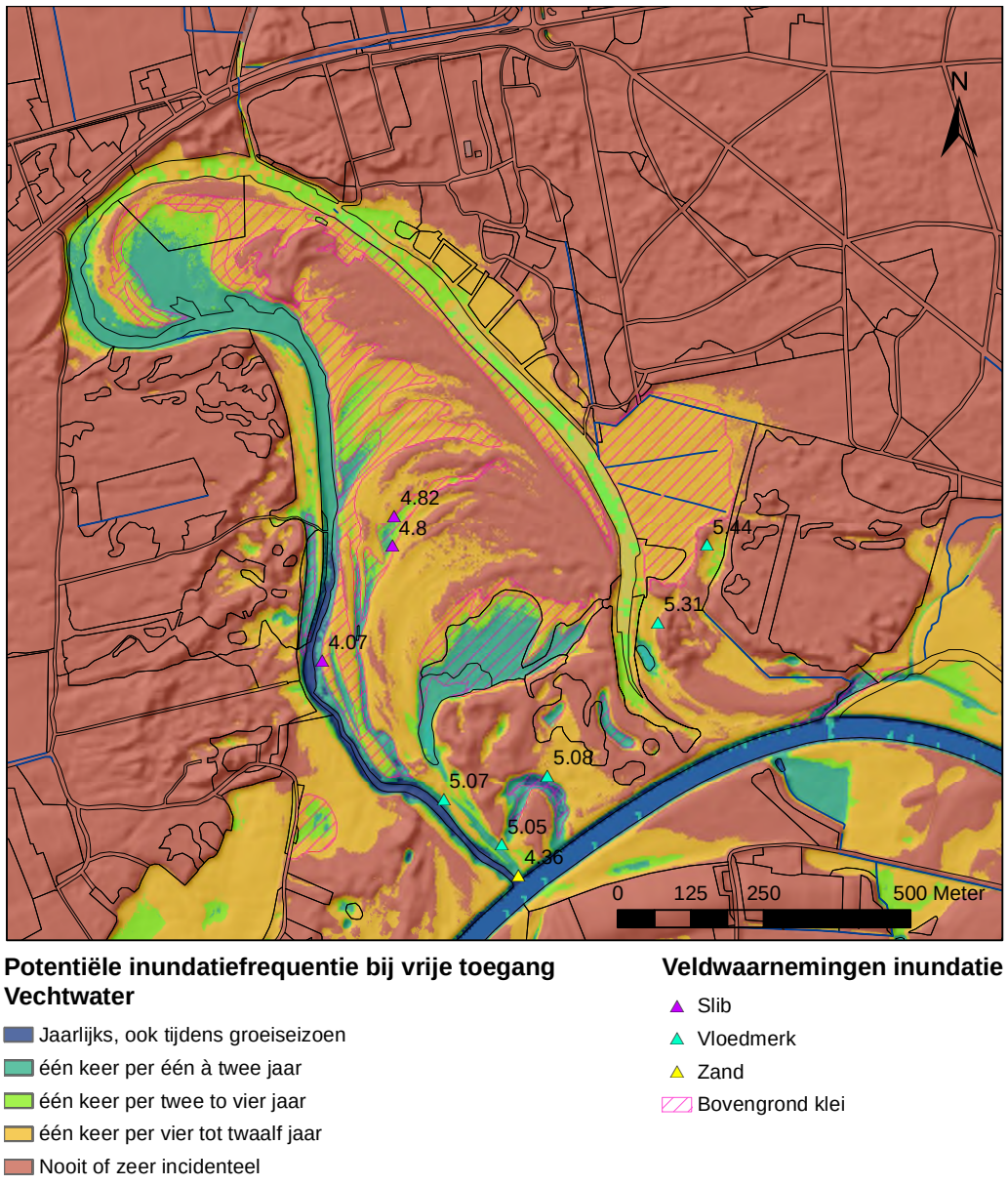


FIGUUR 5-2 WATERSTANDEN OP DE VECHT BOVEN EN BENEDENSTROOMS VAN DE STUW BIJ JUNNE TIJDENS DE AFVOERGOLF IN DE EERSTE WEEK VAN JANUARI 2018 (BRON: WATERSCHAP VECHTSTROMEN)



FIGUUR 5-3 ENKELE PEILKARAKTERISTIEKEN BIJ DE INSTROOMPUNTEN VAN DE VERSCHILLENDE DEELGEBIEDEN (JALINK EN VAN DELFT, 2016).

Weergegeven zijn het gemiddelde van de jaarlijkse 25% laagste peilen en de peilen die jaarlijks, 6, 3 of 1 van de 12 of 15 jaar gehaald zijn. Zoals te zien is er een gradiënt in peildynamiek binnen de stuwpanden. De laagste standen lopen nauwelijks op van stuw tot stuw omdat er dan geen of weinig afvoer is. De hoogste standen nemen in bovenstroomse richting sterk toe. De jaarlijks overschreden hoogwaterpeilen liggen bovenstrooms van Hessel Mullertbrug zo'n 0,5 m boven de jaarlijkse 25 % laagste standen, benedenstrooms van stuw Junne zo'n 1,1 m, het verschil met de allerhoogst gemeten stand is 2,3 resp. 3,2 m. De jaarlijks overschreden hoogste standen (en amplitude) zijn bij de instroom van Arriën 1 zo'n 0,4 m lager dan bij Junner Koeland.



FIGUUR 5-4 POTENTIËLE INUNDATIEFREQUENTIE, AFHANKELIJK VAN DE MAAIVELDHOOGTE EN HET VECHTPEIL (FIGUUR 5-3). INUNDATIE ZAL PAS OPTREDEN ALS DE VECHTOEVER TER PLAATSE OOK LAGER IS DAN HET VERWACHTE VECHTPEIL OF ALS EEN LAAGTE IN VERBINDING STAAT MET EEN LAGERE OEVER

VERDEROP. MET EEN ARCERING IS AANGEGEVEN WAAR DE BOVENGROND VOLGENS DE BODEMKAART (FIGUUR 3-10) UIT KLEI BESTAAT. DAT KAN EEN DUN KLEIDEK ZIJN, EEN KLEIGROND OF EEN VEENGROND MET KLEIIGE BOVENGROND. MET GEKLEURDE DRIEHOEKJES ZIJN DE SPOREN VAN INUNDATIE IN JANUARI 2018 WEERGEGEVEN.

Plaatsen we de waterstand op 5 januari 2018 van 5.27 m+NAP benedenstrooms van de stuw van Junne in Figuur 5-3 dan valt deze gebeurtenis in het bereik van waterstanden die tussen de 3-1 keer per 12 jaar worden overschreden. De maximale waterstand bij de monding van het Junner Koeland tijdens de afvoergolf van januari 2018 wordt geschat op ca. 5.10 + NAP (zie ook §4.4). Dit past goed bij de maaiveldhoogte (ingemeten met RTK-GPS) van resten van de overstroming die in april 2018 zijn opgenomen (Figuur 5-1). Alleen ten oosten van de meander, langs de westrand van Calsum, zijn vloedmerken gevonden op enkele dm hoger dan de piek van de afvoergolf in de Vecht. Op de Vechtoever aan de oostkant zijn geen sporen van inundatie gevonden. Het is mogelijk dat deze vloedmerken verband houden met lokale opstuwing van neerslagwater door de hoge standen in de meander.

Dit beeld wordt ondersteund door Figuur 5-4 waarin de potentiele inundatiefrequentie is afgezet op basis van de maaiveldhoogte en de peilkarakteristieken in Figuur 5-3. De verbeiding van kleiige afzettingen in de laagten volgens de gereviseerde bodemkaart (FIGUUR 3-10) is met een arcering aangegeven en valt deels samen met de gebiedsdelen die vaker dan één keer per twaalf jaar kunnen overstromen. In enkele van deze delen is geen klei aangetroffen.

Alleen bij de uitgang van de meander is deze winter zand afgezet op de Vechtoever, in een zone van maximaal enkele meters tot op de oever en een meter of 10 oeverlengte (Figuur 5-5). Verder zijn op de Vechtkade geen duidelijke sporen van overstroming gevonden.



FIGUUR 5-5 ZANDAFZETTING OP DE VECHTOEVER BIJ DE MONDING VAN DE MEANDER (FOTO BAS VAN DELFT)

Op enkele plekken in het gebied zijn aangespoelde plantenresten (vloedmerk) gevonden en ingemeten (Figuur 5-6). Op een aantal plekken konden we in het lage deel van slenken zien dat er wat slib op de vegetatie/vegetatieresten zat, op enkele plekken waar de grens tussen

wel en geen slib op de planten zichtbaar was, hebben we die ingemeten (Figuur 5-1, Figuur 5-4 en Figuur 5-7).



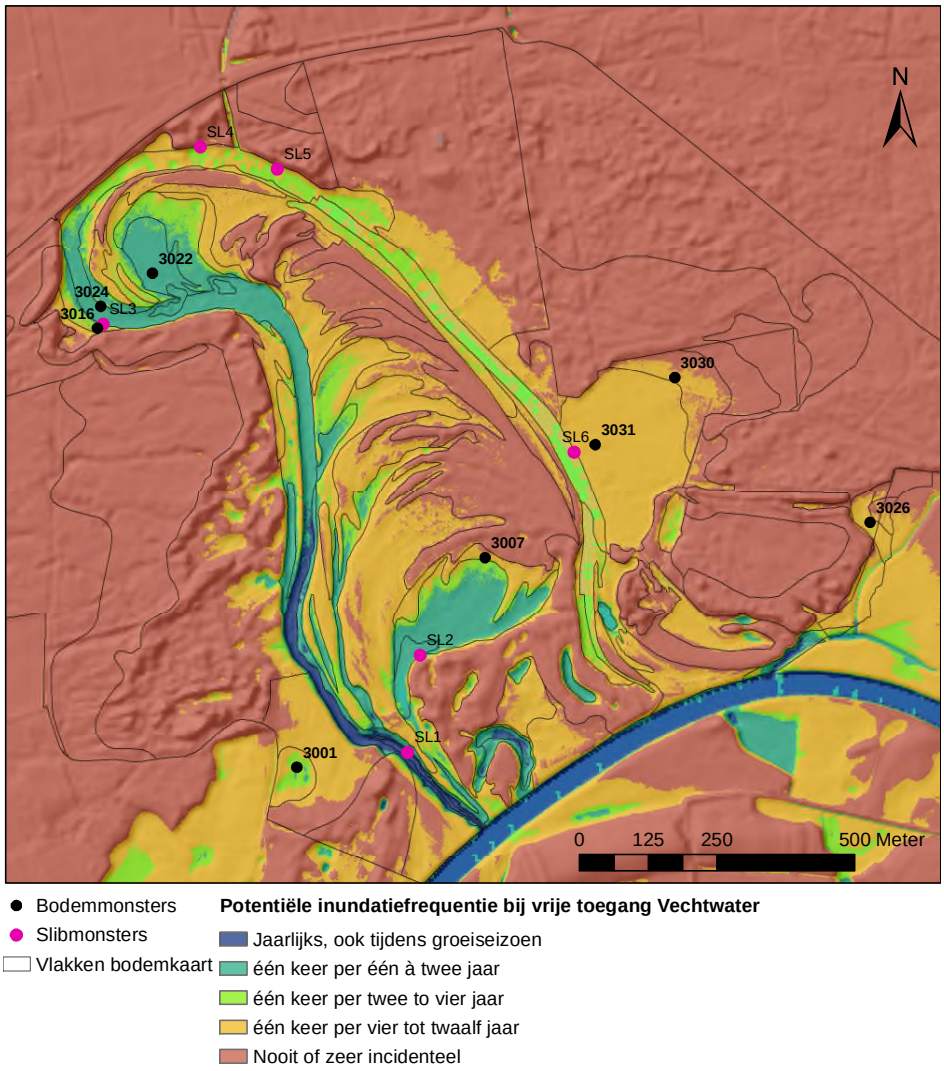
FIGUUR 5-6 VLOEDMERK NABIJ DE MONDING VAN DE MEANDER



FIGUUR 5-7 DE SLIBGRENS IN DE LAAGTES GEEFT DE SCHEIDING WEER TUSSEN GEÏNUNDEERD EN NIET-GEÏNUNDEERD TERREIN

5.3 Bodemchemie en inundatie

Het effect van inundatie op de bodemchemie is onderzocht door het vergelijken van gehalten nutriënten en zware metalen in de bodemmonsters en in slibmonsters, in relatie tot de overstromingskansen. De overstromingskans is uitgedrukt als de hoogte van de monsterlocatie boven het Vechtpeil (2.6 m NAP). Hoe hoger de locatie daarboven ligt, hoe kleiner de inundatiefrequentie en -duur en hoe groter een mogelijk effect op de nutriëntentoestand of het gehalte zware metalen kan zijn.



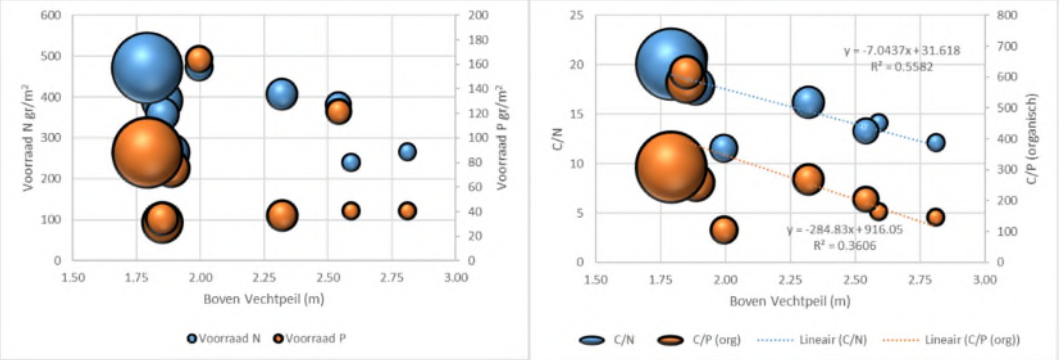
FIGUUR 5-8 LOCATIES WAAR BODEMMONSTERS EN SLIBMONSTERS GENOMEN ZIJN, IN RELATIE TOT POTENTIËLE INUNDATIEFREQUENTIE (ZIE § 5.2).

5.3.1 Nutriënten

De analyseresultaten van de bodemmonsters staan in Tabel 8. Voor de beoordeling van de nutriënten is gerekend met voorraden (gr/m^2) in de bovenste 10 cm of met verhoudingen. Om de voorraden te berekenen is gebruik gemaakt van de massa van een vast volume gedroogde grond zoals dat bepaald is bij de Pw-bepaling. Voor het berekenen van de C/P-verhouding van de organische stof is een inschatting gemaakt van de organische P-fractie door de oxalaat-extraheerbare (anorganische) fractie af te trekken van P-totaal.

TABEL 8 ANALYSERESULTATEN VAN DE BODEMMONSTERS VOOR NUTRIËNTEN. BOVEN VP = HOOGTE BOVEN VECHTPEIL.

Monster	Boven VP m	Diepte cm-mv,		Org. %	Nt g/kg	Pt mg/kg	Al_ox mg/kg	Fe_ox mg/kg	P_ox mg/kg	PSI mg/kg	Pw mg P_2O_5/l	C/N	C/Porg
3001.1	2.00	0	8	10.6	4.6	1594	559	10372	1089	0.170	43	11.5	105
3007.1	2.32	0	15	13.6	4.2	382	684	3443	129	0.048	13	16.2	269
3016.1	1.85	0	10	23.2	5.6	444	10831	1888	245	0.018	0	20.7	583
3016.2	1.85	10	20	15.5	3.8	362	9144	407	236	0.022	0	20.4	615
3022.1	1.89	0	20	19.3	5.4	1533	224	56520	1158	0.037	1	17.9	257
3024.1	1.79	0	15	67.4	16.8	3154	1709	57539	2060	0.061	0	20.1	308
3026.1	2.59	0	7	4.8	1.7	288	543	4348	142	0.047	1	14.1	164
3030.1	2.81	0	10	4.6	1.9	290	624	1425	133	0.088	2	12.1	146
3031.1	2.54	0	13	9.3	3.5	1114	649	19810	886	0.076	3	13.3	204

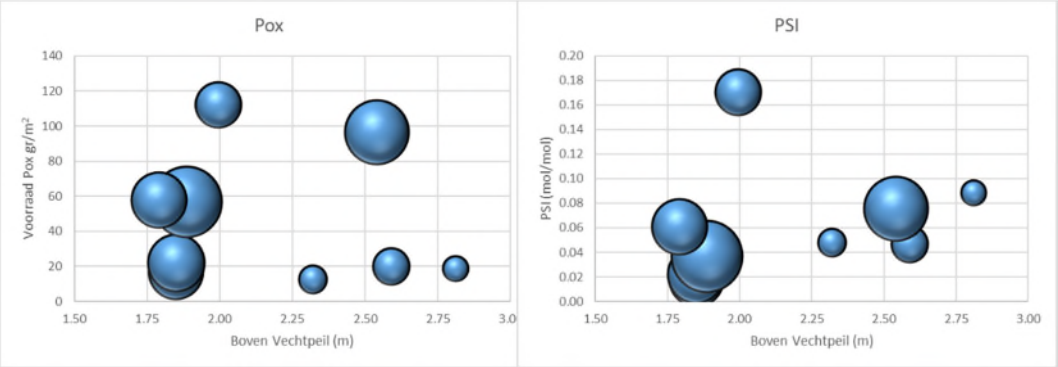


FIGUUR 5-9 EFFECT INUNDATIE OP NUTRIËNTEN ALS VOORRADEN N-TOTAAL EN P-TOTAAL IN DE BOVENSTE 10 CM, IN RELATIE TOT DE HOOGTE BOVEN VECHTPEIL (LINKS) EN IDEM ALS C/N EN C/P (ORG) VERHOUDING. DE GROOTTE VAN DE BOLLEN IS BEPAALD DOOR HET ORGANISCHE STOFGEHALTE.

- De voorraden N-totaal en P-totaal lijken het grootst te zijn op de laagste plekken en iets af te nemen met de hoogte boven het Vechtpeil. Deze relatie is niet sterk en grote voorraden lijken ook samen te gaan met een hoger organische stofgehalte (grote bollen). Het lijkt dus logisch dat het vooral gaat om N en P in het organisch materiaal;
- Bij vergelijking van de C/N- en C/P-verhouding met de hoogte boven het Vechtpeil zien wij juist een licht negatieve relatie: De hoogste C/N of C/P-verhoudingen en dus de voedselarmste organische stof worden gevonden op de laagste plekken, terwijl hoger gelegen locaties een lagere verhouding en dus een rijkere vorm van organisch materiaal wordt gevonden;
- De verschillen in type organische stof zijn te verklaren door verschillen in mate van afbraak van het organisch materiaal. Op de laagste, zeer natte, plekken wordt vooral onverteerd of weinig verteerd organisch materiaal (veen) gevonden met een hoger aandeel koolstof (hoge C/N en C/P). Hoger op de gradiënt is dit veel verder gehumificeerd, met een lagere C/N en C/P-verhouding;
- Een relatie van N- en P-voorraden met inundatie kan hier niet aangetoond worden.

In Figuur 5-10 is de relatie van potentieel beschikbaar fosfaat met de inundatie beschreven. Bij frequente en langdurige inundaties kan meegevoerd fosfaat gebonden worden aan Fe- en Al-(hydr)oxiden in de bodem. Deze fosfaatfractie wordt bepaald door de oxalaat-extractie waarbij deze (hydr)oxiden worden opgelost en de hoeveelheid daaraan geadsorbeerd P (Pox) wordt bepaald. De hoeveelheid (hydr)oxiden (Alox + Pox) bepalen de hoeveelheid P die

maximaal gebonden (geadsorbeerd) kan worden en de mate waarin deze fosfaatbuffercapaciteit benut wordt is de fosfaatverzadigingsindex (PSI = Pox/(Alox + Feox in mol/mol).



FIGUUR 5-10 EFFECT VAN INUNDATIE OP DE POTENTIËEL BESCHIKBARE FOSFAATVOORRAAD (OXALAATEXTRAHEERBAAR P – POX). LINKS UITGEDRUKT ALS VOORRAAD (GR/M²) IN DE BOVENSTE 10 CM EN RECHTS ALS DE FOSFAATVERZADIGINGSINDEX (PSI). DE GROOTTE VAN DE BOLLEN IS BEPAALD DOOR DE OMVANG VAN DE FOSFAATBUFFER (ALOX + FEOX).

- Zowel voor de voorraad Pox als de PSI kan geen duidelijke relatie gevonden worden met de hoogte boven het Vechtpeil en dus het overstromingsregime;
- Grotere voorraden P komen vaker voor bij lager gelegen locaties maar gaan dan ook altijd samen met een grote fosfaatbuffer in de doorgaans ijzerrijke bodems, maar op lage plekken komen ook kleine voorraden voor;;
- Eén locatie (3031) heeft een vrij grote P-voorraad op wat grotere hoogte boven de Vecht (ruim 2.5 m). Dit gaat samen met een grote P-buffer en een geringe hoogte boven de meander;
- Vanwege de hoge ijzergehalten in de bodem is de PSI overal laag en geschikt voor habitattypen van voedselarme groeiplaatsen. Alleen bij locatie 3001 in de Vechtmaten, is de PSI wat verhoogd, waarschijnlijk door bemesting in het verleden. Dit lijkt niet verklaard te kunnen worden door het overstromingsregime.

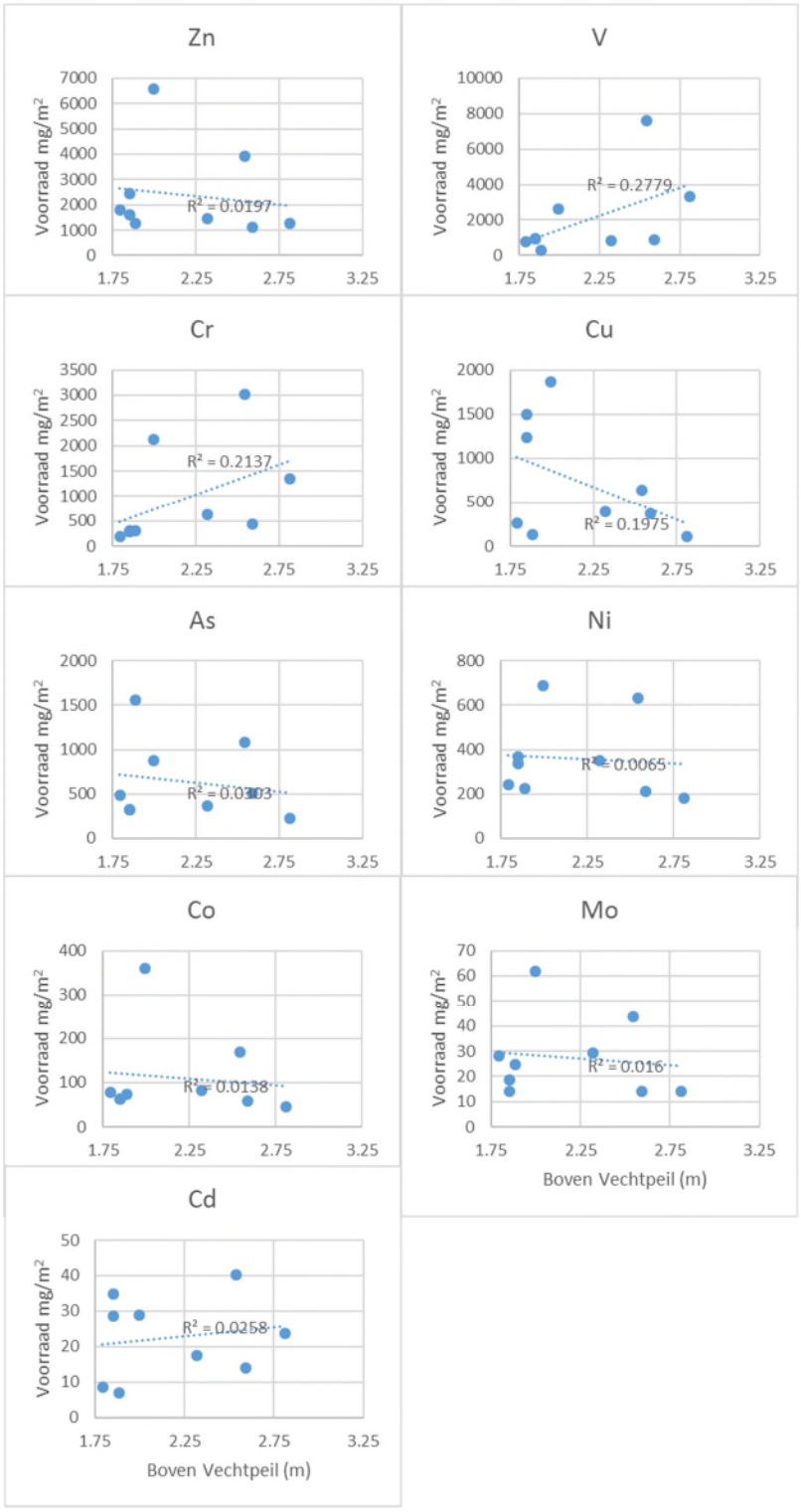
5.3.2 Zware metalen

TABEL 9 ANALYSERESULTATEN VAN DE BODEMMONSTERS VOOR ZWARE METALEN. BOVEN VP = HOOGTE BOVEN VECHTPEIL.

Monster	Boven VP m	Diepte cm-mv,		Zn	As	Cd	Co	Cr	Cu	Mo	Ni	Pb	V
				mg/kg									
3001.1	2.00	0	8	64	8.48	0.28	3.50	20.60	18.10	0.60	6.70	19.50	25.20
3007.1	2.32	0	15	15	3.76	0.18	0.84	6.40	4.00	0.30	3.60	27.00	8.43
3016.1	1.85	0	10	23	4.60	0.41	0.91	4.20	21.40	0.20	4.80	20.80	13.20
3016.2	1.85	10	20	26	3.48	0.37	0.67	3.30	13.20	0.20	3.90	18.40	10.20
3022.1	1.89	0	20	26	31.70	0.14	1.50	6.20	2.70	0.50	4.60	5.10	6.32
3024.1	1.79	0	15	64	17.30	0.31	2.81	6.50	9.40	1.00	8.60	8.20	28.50
3026.1	2.59	0	7	8	3.59	0.10	0.41	3.10	2.60	0.10	1.50	13.30	6.16
3030.1	2.81	0	10	9	1.61	0.17	0.33	9.60	0.80	0.10	1.30	12.50	23.80
3031.1	2.54	0	13	36	9.90	0.37	1.56	27.60	5.90	0.40	5.80	24.00	69.90

De analyseresultaten van de bodemmonsters voor zware metalen zijn opgenomen in Tabel 9. In Figuur 5-11 zijn de voorraden weergegeven van een aantal zware metalen, zoals deze geaccumuleerd zijn in de bovenste 10 cm van de bemonsterde locaties, uitgezet tegen de hoogte van die locatie boven het Vechtpeil. Als met het overstromingswater zware metalen worden aangevoerd is de verwachting dat de voorraden op lage, vaker en langduriger overstroomde plekken groter zullen zijn dan op de hogere plekken die minder vaak overstromen.

- Alleen voor koper (Cu) lijkt er een afname te zijn van de voorraad met de toename van de hoogte;
- Bij vanadium (V) en chroom (Cr) nemen de voorraden juist toe met de hoogte;
- Bij alle overige metalen wordt geen relatie gevonden;
- Voor zink (Zn), chroom (Cr), koper (Cu), nikkel (Ni), kobalt (Co) en molybdeen (Mo) worden relatief hoge waarden gevonden bij boring 3001 in de Vechtmaten, mogelijk als gevolg van agrarisch gebruik in het verleden. Zeker voor Cu en Zn kan dat gelden (Mol et al. 2012)



FIGUUR 5-11 VOORRADEN VAN EEN AANTAL ZWARE METALEN (MG/M² IN DE BOVENSTE 10 CM), UITGEZET TEGEN DE HOOGTE VAN DE LOCATIE BOVEN HET VECHTPEIL

5.4 Samenstelling slib

Op vijf locaties is het slib in de meander bemonsterd en op één locatie (SL2) in de oude bedding. De locaties staan aangegeven in Figuur 5-8. De monsters zijn geanalyseerd op organische stofgehalte, nutriënten en zware metalen. De analyseresultaten staan in Tabel

10, in Figuur 5-12 zijn de gehalten zware metalen uitgezet tegen de afstand tot de monding van de meander, gemeten langs de meander. Als eventuele verontreiniging met zware metalen via instromend Vechtwater wordt verspreid mag verwacht worden dat de gehaltes afnemen met de afstand..

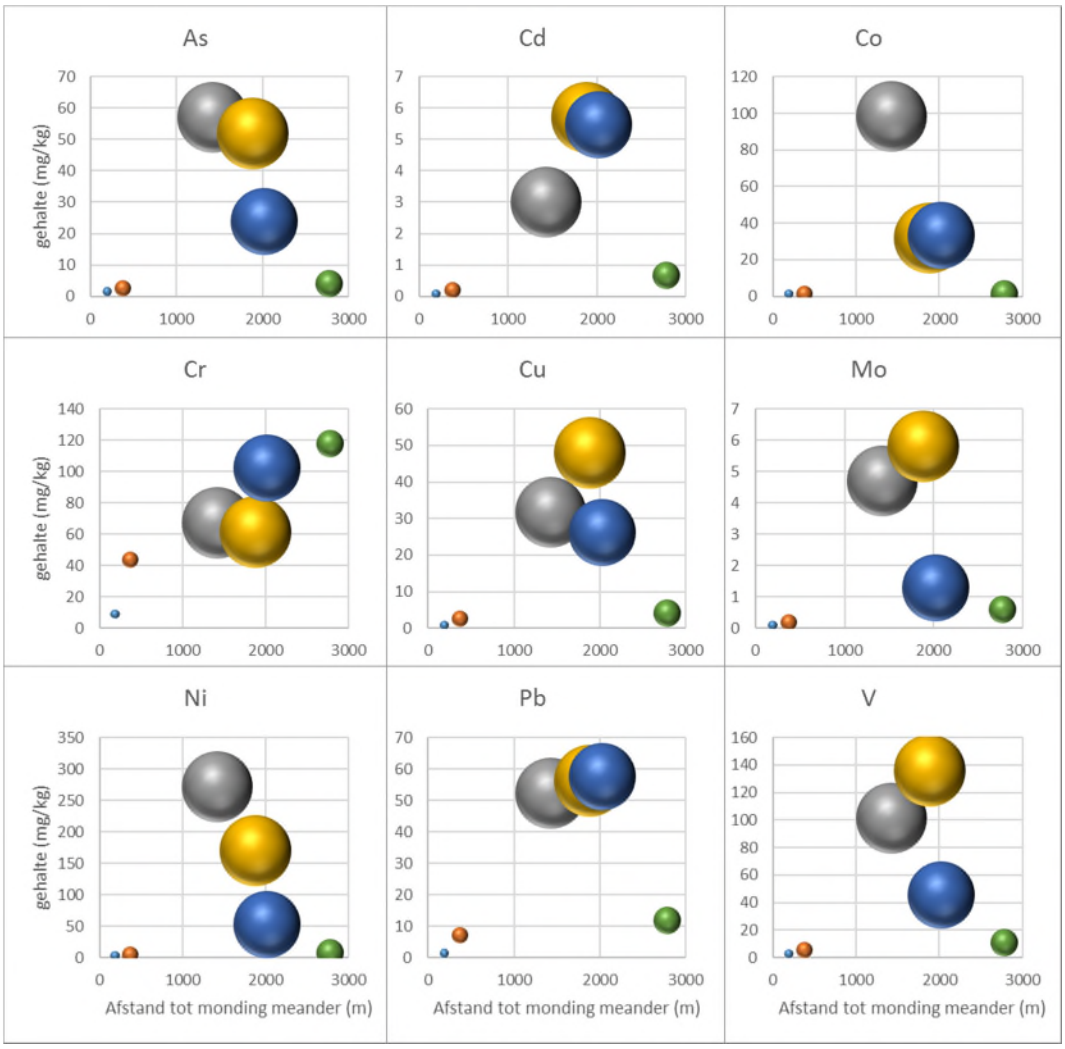
TABEL 10 ANALYSERESULTATEN VAN DE SLIBMONSTERS.

Monster	Nt	Pt	C/N	C/P	Organisch	As	Cd	Co	Cr	Cu	Mo	Ni	Pb	V
nr.	g/kg	mg/kg			%					mg/kg				
SL 1	0.2	157	22.5	28.7	0.90	1.46	0.07	1.35	9.00	0.90	0.10	2.80	1.40	2.96
SL 2	1.2	151	12.5	99.3	3.00	2.43	0.20	1.26	43.80	2.50	0.20	4.40	7.00	5.28
SL 3	15.1	5436	19.7	54.8	59.60	56.90	2.99	98.20	67.20	31.80	4.70	271.00	52.30	101.0
SL 4	16.7	3794	18.2	80.1	60.80	51.80	5.70	31.80	61.30	48.00	5.80	170.00	56.30	136.0
SL 5	15.6	3644	17.1	73.3	53.40	23.90	5.48	33.30	102.00	26.10	1.30	51.80	57.50	45.8
SL 6	3.7	259	11.8	168.0	8.70	4.00	0.65	1.50	118.00	4.10	0.60	8.10	11.70	10.7

- Drie monsters (SL1, SL2 en SL6) zijn zandig met wisselende hoeveelheden organische stof, de andere drie bestonden uit slap venig materiaal;
- Gehalten nutriënten zijn sterk gecorreleerd aan het organische stofgehalte. Uit de C/N- en C/P-verhouding blijkt geen duidelijke relatie met de afstand tot de monding. Alleen het eerste (SL1) en laatste punt (SL6) wijken wat af van de rest;
- Daarbij valt op dat de C/N de laagste voedselrijkdom (hoge C/N) indiceert bij de monding en de hoogste (lage C/N) bij SL6.
- Bij C/P is het beeld net andersom: lage C/P bij de monding en hoog bij SL6;
- De gehalten zware metalen zijn sterk gecorreleerd aan het organische stofgehalte. Waarschijnlijk zijn zij geadsorbeerd aan organisch materiaal;
- Voor zover er een relatie is tussen de afstand tot de monding en de gehalten zware metalen lijkt die verschillend voor de zandige en de venige monsters;
- Voor As, Co en Ni nemen in de venige monsters de gehalten af met de afstand, terwijl deze in de zandige monsters eerder iets lijken toe te nemen (met oplopend organische stofgehalte);
- Voor Cd, Cr en Pb lijken de gehalten in de venige monsters juist toe te nemen met de afstand;
- Bij Cr is ook in de zandige monsters een opvallende toename met de afstand te zien.

Een tweede mogelijk bron voor zware metalen is de noordelijke aanvoersloot. Aanvoer van zware metalen door de noordelijke aanvoerleiding bij Stuw Meijer kan ingeschat worden door vergelijking van de gehalten in SL4 (benedenstrooms) en SL5 (bovenstrooms) van de uitmonding van deze leiding in de noordelijke meander.

- Bij As, Cu, Mo, Ni en V zijn de gehalten in het bovenstroomse monster (SL5) duidelijk lager dan in het benedenstroomse monster (SL4). Dit kan wijzen op toevoer via de aanvoersloot.



FIGUUR 5-12 GEHALTEN ZWARE METALEN IN HET SLIB OP ZES LOKATIES, IN RELATIE TOT DE AFSTAND TOT DE MONDING VAN DE MEANDER. DE GROOTTE VAN DE BOLLEN IS AFHANKELIJK VAN HET ORGANISCHE STOFGEHALTE VAN HET SLIBMONSTER.

6 Kwaliteit grond- en oppervlaktewater

6.1 Hoofdlijnen

Een eenmalige bemonstering in juni 2018 geeft een beeld van de variatie in grondwaterkwaliteit in het gebied. In ondiepe peilbuizen, vooral op de hogere gronden is het grondwater basenarm en (matig) zuur. In de diepere peilbuizen is overwegend goed gebufferd, (zeer) Ca-rijk grondwater gemeten. Op een aantal plekken is dat ook onder de hogere zandgronden het geval. In de kalkhoudende Kreftenheye afzettingen in de ondergrond kan het grondwater kalk oplossen. Op een aantal plekken wordt basenrijk grondwater ook binnen de bovenste 2 m of ondieper in het profiel aangetroffen, namelijk de kwelgebieden van De Muts (0586, JK3-1, JK5), en (minder Ca-rijk), de raai zuid (0685), en De Mars (JK15, JK16). Bij Calsum-oost is alleen in de oever van de Wolfsvelder waterleiding (JK13) ondiep basenrijk grondwater aangetroffen. Op diverse plekken is er een duidelijke gelaagdheid met bovenin (matig) basenarm water en onderin basenrijk.

Het bemeten grondwater is NO3-arm, met uitzondering van enkele ondiepe monsters (WVS26-1 en enkele buizen in De Mars). Op een aantal plekken zijn wel duidelijk verhoogde SO4-gehalten gemeten, m.n. in diepere buizen in de Muts, Calsum en de Mars. Verhoogde SO4-gehalten worden overigens ook elders in de regio gemeten. In venige bodems verdwijnt het SO4 tijdens opkwellen door sulfaatreductie, waarbij HCO3 wordt gevormd (JK3-1 De Muts).

De invloed van inzijgend landbouwwater vanuit Arriër Vlier is herkenbaar aan verhoogde gehalten Na en Cl. PO4 is in grondwater nauwelijks mobiel, NO3 verdwijnt al snel doordat NO3 als oxidator van organische stof of sulfiden wordt opgebruikt. Dit laatste proces is een bron van SO4 in het grondwater in de zandondergrond. Het derde belangrijke nutriënt, K, is wel mobiel in grondwater en niet redox-gevoelig. Wel adsorbeert het sterk aan klei/leemlagen. Op enkele plaatsen zijn (licht) verhoogde gehalten gemeten, namelijk in het noordelijk deel van het gebied en langs de Wolfsvelder Waterleiding (hier mogelijk nog een gevolg van vroeger agrarisch gebruik). Verhoogde gehalten Na, Cl en soms K in een aantal buizen in De Muts en in de meander hangen samen met de invloed vanuit het landbouwgebied. De verhoogde gehalten Na en Cl worden in belangrijke mate verklaard doordat de gehalten hiervan in de aanvoerleiding zeer hoog zijn. Binnen de meander zijn er ook verschillen in deze gehalten, die waarschijnlijk kunnen worden verklaard door kwel van ‘landbouwwater’ vs kwel van ‘natuurgebiedwater’.

Aanvoer van oppervlaktewater vanuit de aanvoerleiding (door overstrot over de stuw ‘Meier’) dient te worden voorkomen, gezien de waterkwaliteit en het risico van afspoeling van nutriëntenrijk slib van landbouwgronden en opwerveling van bodemslib tijdens neerslagpieken. Hiermee wordt incidentele, directe aanvoer van nutriëntenhoudend slib in de meander en De Muts voorkomen.

Vanwege de lokaal voorkomende hoge concentraties sulfaat in het grondwater zou het risico op interne eutrofiëring door fosfaatmobilisatie aanwezig kunnen zijn. Dit is echter alleen het geval in de watermonsters van diepere filters. Actueel wordt nergens aan alle voorwaarden voor interne eutrofiëring voldaan. Zo staat het sulfaatrijke water niet in contact met

afbreekbaar veen en is op de meeste plaatsen een overmaat aan ijzer aanwezig en is de fosfaatverzadigingsgraad laag. Als sulfaatrijk water hoger in het profiel komt zou dit wel een probleem kunnen opleveren. Op één locatie, bij boring 3024 (buis JK3-1) wordt onder invloed van aanvoer van sulfaatrijk water en in de bodem aanwezig ijzer en organisch materiaal wel actueel pyriet gevormd, wat bij verdroging tot verzuring kan leiden, maar omdat de PSI laag is, is hier geen sprake van eutrofiëring.

6.2 Beschikbare gegevens

Bij inventarisatie van de beschikbare rapporten in het NatuurWetenschappelijk Archief (NWA) van Staatsbosbeheer werden geen bruikbare waterkwaliteitsgegevens aangetroffen. Alleen Jammers (1982) heeft grondwateranalyses uitgevoerd, maar deze data zijn niet herleidbaar tot werkelijke gehalten (Jalink, 2016) doordat ze alleen als relatieve gehalten in Stiff-diagrammen zijn gepresenteerd. Dinoloket bevatte bij raadpleging alleen oude gegevens van relatief ver weg gelegen locaties. Van Vitens en Provincie Overijssel werden wel recente grondwaterkwaliteitsgegevens verkregen. Deze zijn niet uit het terrein zelf afkomstig, maar kunnen mogelijk dienen als referentie voor de kwaliteit in de diepere pakketten.

Om een set lokale grondwaterkwaliteitsgegevens te verkrijgen zijn de peilbuizen in het gebied op 5 en 6 juni 2018 bemonsterd. Op 10 oktober 2018 zijn oppervlaktewatermonsters genomen op een aantal locaties in het gebied, in de Vecht en in de noordelijke aanvoersloot. In het veld zijn pH en EGV bepaald. Vervolgens zijn de monsters geanalyseerd in het lab van WENR. De ruwe gegevens zijn verwerkt met HydroGeoChemcal (HGC, Stuijfzand, 2017) om een aantal indices af te leiden en de monsters in te delen volgens de watertypeklassen van Stuijfzand (1988, 1989). Dat is ook gedaan met gegevens van een aantal locaties in de wijdere omgeving. De resultaten van deze analyse zijn in tabelvorm opgenomen in de bijlagen.

6.3 Resultaten

De grondwaterkwaliteitsgegevens worden zoveel mogelijk per raai besproken, de oppervlaktewaterkwaliteit voor de meander in stroomafwaartse richting.

6.3.1 Oppervlaktewaterkwaliteit

TABEL 11: OPPERVLAKTEWATERKWALITEIT JUNNER KOELAND, VECHT EN AANVOERSLOOT

Oppervlaktewater	X	Y	Watertype	EGV	pH	TH	SI-C	HCO3/TH	Na	K	Ca	Mg	Cl	SO4	HCO3	NO3	oPO4	NH4	Fe	Mn	Al	DOC
Junner Koeland			Stuijfzand	Lab	Lab	Ca+Mg	calcite	meq/meq														
	m	m	-	uS/cm	-	mmol/L	-	-	mmol/	mmol/	mmol/	mmol/	mmol/	mmol/	mmol/	mmol/	mmol/	mmol/	mmol/	mmol/	umol/L	mmol/L
Oppervlaktewater																						
JK14-Opp	229376	505811	F2CaHCO3o	412	7.7	1.71	0.08	1.47	1.23	0.04	1.55	0.16	1.37	0.34	2.51	0.00	0.00	0.00	0.007	0.000	0.0	0.73
Mea-voorinlaat	228837	506325	F1CaMixo	476	7.0	1.36	-0.79	1.44	2.29	0.06	1.25	0.12	2.07	0.41	1.97	0.00	0.00	0.09	0.003	0.009	0.4	0.53
Mea-achterinlaat	228696	506366	F2CaHCO3	434	7.0	1.14	-0.91	1.87	1.96	0.18	0.99	0.15	1.73	0.11	2.13	0.00	0.00	0.03	0.179	0.017	0.0	1.53
JK5-Opp	228520	506044	F3CaHCO3+	550	7.3	2.40	0.01	1.83	1.43	0.31	2.11	0.29	1.52	0.12	4.40	0.01	0.00	0.00	0.008	0.011	0.4	1.05
JK9-Opp	229074	505265	F2CaHCO3o	381	7.4	1.87	-0.16	1.73	0.62	0.08	1.70	0.17	0.91	0.10	3.25	0.00	0.00	0.01	0.004	0.009	0.0	0.48
JK7B-Opp	228754	506569	F2NaMix+	660	7.7	1.77	0.00	1.53	3.57	0.31	1.43	0.34	2.96	0.78	2.71	0.05	0.00	0.00	0.010	0.000	1.5	0.65
Vecht	229226	505134	F2CaMix+	628	7.7	1.95	0.13	1.54	2.94	0.25	1.59	0.35	2.74	0.62	3.00	0.05	0.00	0.00	0.007	0.002	0.0	0.56
Plas-Z	229096	505441	g*NaMixo	113	7.2	0.14	-3.45	0.15	0.41	0.20	0.11	0.03	0.62	0.13	0.02	0.01	0.00	0.15	0.015	0.000	0.4	3.02

- Het water in de aanvoerleiding (JK7B-Opp) en in mindere mate de Vecht vallen op door de hoge ionenrijkdom (EGV > 600 uS/cm), met name door (zeer) hoge gehalten aan Na, K, Cl, SO4 en HCO3 (F2Na/CaMix-type). Het water is goed gebufferd met een hardheid van 1,8-2,0 mmol/l en de kalkverzadigingsindex (SIkalk) in het verzadigingsbereik.
- Het water in de plas in het zuidelijke deel valt juist op door een laag ionengehalte (EGV 113 uS/cm), lage hardheid (0,1 mmol/l), zeer laag HCO3 (0,02 mmol/l) en sterke onderverzadiging voor calciet (SIkalk <-3). pH-lab is weliswaar 7,2 maar wordt nauwelijks gebufferd. Het water in deze plas is

daardoor gevoelig voor verzuring. De samenstelling wijst op een groot aandeel regenwater.

- De waterkwaliteit in de meander varieert met de plek. Het betreft matig ionenrijk (EGV 380-480 uS/cm), neutraal (pH (7,0-7,7), (matig) hard (TH 1,1-2,4 mmol/l), verzadigd tot licht onderverzadigd (SIkalk +0,08 - -0,9) water.
- Ten opzichte van het meest bovenstroomse oostelijke deel van de meander (JK14) vallen hogere gehalten aan Na, K en Cl op. Mogelijk hangt dit samen met toestroming vanuit het noordelijk landbouwgebied (met wateraanvoer).
- Het monsterpunt bovenstrooms van de aanvoersloot wijkt niet wezenlijk af van dat even benedenstrooms ervan. Mogelijk hangt dit samen met het feit dat in de zomer het peil bij JK14 juist dieper wegzakte dan ter hoogte van de aanvoersloot (JK7a), en er dus geen aanvoer vanuit het stroomopwaartse deel (ter hoogte van JK14) optrad.
- Het water in het meest benedenstroomse punt (JK9) valt op door de relatief lage iongehalten. Ten tijde van de monstername was er geen aanvoer vanuit de Vecht. Waarschijnlijk is het vanuit de bovenstroomse delen toestromende meanderwater “verdund” met “kwel” vanuit de kronkelwaard (relatief veel regenwater, zie Plas-Z) en de Dennenhoek.

6.3.2 Grondwaterkwaliteit

WVS26 (Tabel 12), in het naaldbos op de zandrug oostelijk van de aanvoersloot bevat op 2-3m-mv een sterk zuur, nitraatrijk g*AlNO3-watertype. De diepere filter op 6-7 m-mv bevat zeer goed gebufferd g3CaHCO3-watertype. De kalkverzadigingsindex duidt op evenwicht. De totale hardheid is opvallend hoog (3 mmol/l). De ratio HCO3/TH wijst erop dat kalk niet alleen onder invloed van CO2 is opgelost, maar dat er ook sterk zuur bij betrokken was. Het hoge sulfaatgehalte past daarbij. Tezamen wijst dit op aanwezigheid van kalk in de stroombaan, mogelijk terplekke, en op enige vervuiling vanuit de omgeving (NO3 en SO4). Er is dus een duidelijke gelaagdheid met bovenin zuur water en onderin sterk gebufferd, neutraal water. Mogelijk treedt denitrificatie door oxidatie van sulfiden op. Dit kan het verschil in waterkwaliteit verklaren.

6.3.2.1 Raai Junner Koeland noord ‘muts’

TABEL 12: GRONDWATERKWALITEIT JUNNER KOELAND RAAI NOORD EN -ZUID (JUNI 2018)

Grondwater kwaliteit	NITG	MV Surface	Filter Top	Watertype Stuijfzand	EGV Lab	pH Lab	TH Ca+Mg	Sikalk calcite	HCO3/TH meq/meq	Na	K	Ca	Mg	Cl	SO4	HCO3	NO3	oPO4	NH4	Fe	Mn	Al	DOC
		m NAP	m-mv	-	uS/cm	-	mmol/L	-	-	mmol/	mmol/	mmol/	mmol/	mmol/	mmol/	mmol/	mmol/	mmol/	mmol/	mmol/l	mmol/l	umol/l	mmol/
Raai Muts																							
WVS26-1	B22C1377-1	7.04	2.1	g*AlNO3o	251	4.2	0.10	-8.29	0.01	0.79	0.02	0.03	0.06	0.80	0.18	0.00	1.15	0.00	0.00	0.001	0.001	426.2	0.44
WVS26-2	B22C1377-2	7.04	6.0	g3CaHCO3	591	7.2	3.04	-0.06	1.38	0.97	0.05	2.67	0.37	0.83	0.76	4.20	0.00	0.00	0.11	0.001	0.009	0.6	0.85
JK1-1	B22C1379-1	5.82	1.6	g1CaHCO3o	104	6.8	0.35	-2.07	1.97	0.14	0.08	0.29	0.06	0.17	0.04	0.69	0.00	0.01	0.03	0.101	0.051	0.6	0.67
JK1-2	B22C1379-2	5.82	6.0	g2CaMixo	504	7.1	2.47	-0.44	1.05	0.77	0.03	2.28	0.19	0.83	1.02	2.59	0.00	0.01	0.07	0.001	0.008	0.6	0.35
B22C0686	B22C0686-1	4.69	1.2	F2CaMix	457	7.0	1.70	-0.76	1.21	1.42	0.03	1.56	0.15	1.53	0.49	2.07	0.00	0.01	0.10	0.076	0.007	0.6	0.73
JK3-1	B22C1380-1	4.46	0.0	F2CaHCO3o	511	6.7	2.02	-0.66	1.95	1.12	0.01	1.87	0.15	0.99	0.01	3.94	0.00	0.01	0.01	0.001	0.043	0.6	0.51
JK3-2	B22C1380-2	4.46	1.1	F2CaHCO3-	512	7.2	2.52	-0.21	1.22	0.68	0.02	2.36	0.16	1.51	0.41	3.09	0.00	0.00	0.02	0.016	0.020	0.6	0.54
JK3-3	B22C1380-3	4.46	5.3	F2CaHCO3	413	7.5	2.19	-0.07	1.25	0.34	0.02	2.05	0.14	0.93	0.40	2.73	0.00	0.00	0.01	0.001	0.004	0.6	0.29
JK4	B22C1381-1	5.27	1.2	g1CaHCO3o	255	6.6	0.55	-1.58	3.49	0.14	0.01	0.49	0.06	0.21	0.00	1.93	0.00	0.01	0.03	0.211	0.074	0.6	0.70
JK5	B22C1382-1	4.42	1.2	F2CaHCO3-	533	7.4	2.81	0.01	1.15	0.54	0.02	2.62	0.19	1.44	0.55	3.23	0.00	0.01	0.02	0.000	0.007	0.6	0.40
JK6	B22C1383-1	6.81	6.9	F2CaMixo	666	7.5	2.20	0.01	1.54	2.97	0.08	1.95	0.25	3.10	0.26	3.38	0.00	0.00	0.02	0.005	0.008	0.6	1.02
WVS24	B22C1384-1	6.77	6.0	g1CaHCO3o	273	7.8	1.30	-0.14	1.42	0.47	0.02	1.08	0.22	0.47	0.32	1.84	0.00	0.00	0.00	0.013	0.002	1.5	0.18
JK zuid																							
JK10-1	B22C1386-1	5.03	1.0	g1CaHCO3o	81	6.5	0.25	-2.56	2.52	0.19	0.04	0.19	0.06	0.20	0.03	0.63	0.00	0.00	0.00	0.015	0.004	0.6	0.18
JK10-2	B22C1386-2	5.03	5.5	F2CaHCO3	409	7.1	2.07	-0.30	1.60	0.51	0.03	1.94	0.13	0.86	0.04	3.32	0.00	0.01	0.07	0.001	0.007	0.6	0.54
B22C0685	B22C0685-1	4.11	1.1	g2CaHCO3	320	6.6	1.49	-1.08	1.58	0.27	0.03	1.32	0.17	0.40	0.01	2.35	0.00	0.01	0.03	0.220	0.015	0.6	1.90
JK9-Opp	OW 1		-0.5	F2CaHCO3o	381	7.4	1.87	-0.16	1.73	0.62	0.08	1.70	0.17	0.91	0.10	3.25	0.00	0.00	0.01	0.004	0.009	0.0	0.48
B22C0682	B22C0682-1	3.72	1.2	g1CaHCO3o	143	6.8	0.58	-1.80	1.28	0.30	0.03	0.51	0.07	0.32	0.08	0.74	0.00	0.00	0.01	0.041	0.007	0.6	0.28

De kwaliteitsgegevens van de noordelijke en zuidelijke raai zijn opgenomen in Tabel 12. Opvallend is dat in deze raai de gehalten Na en vooral vaak Cl hoger zijn dan in de andere raaien. Dit kan het gevolg zijn van toestroming van grondwater vanuit Arriër Vlier.

JK1 staat op het hoge deel van het rivierduin, nabij de overgang naar pitrusvegetatie. JK1-1 bevat bovenin (1,6-2,6 m-mv) ionenarm g1CaHCO3-watertype, met lage hardheid maar toch nog pH 6,8 (veld 6,5). Het betreft nog regenwaterachtig, maar licht aangerijkt grondwater. De diepere buis JK1-2 (6-6,5 m-mv) bevat ionenrijk, sterk gebufferd g2CaMix-watertype. Dit water heeft een hoge hardheid en is licht onderverzadigd. Het bevat veel sulfaat (1 mmol/l). De samenstelling wijst op aanwezigheid van kalk in de ondergrond.

B22C0686 met filter op 1,2-2,2 m-mv bevindt zich in de zone met Scherpe zegge en Holpijp-vegetatie. Het betreft F2CaMix-watertype, is wel Ca-rijk, maar licht onderverzadigd. Het bevat eveneens veel sulfaat, maar vooral opvallend veel natrium en chloride. Dit wijst op toestroom via het grondwater vanuit Arriër Vlier.

JK3 is geplaatst ter hoogte van H7140 trilveen en heeft filters op 0-0,6 (JK3-1, venige bovengrond)), 1,1-1,6 (JK1-2) en 5,3-5,8 m-mv (JK3-3). Op alle drie diepten is het water van een F2CaHCO3-watertype. Het water is goed gebufferd met een hardheid tussen 2,0 en 2,5 mmol/l. De twee diepere monsters zijn in evenwicht met kalk, de ondiepe is licht onderverzadigd. De twee diepere filters bevatten veel sulfaat, de ondiepe nagenoeg geen. Bovenin is het HCO3-gehalte en de ratio HCO3/TH hoger. Dit kan worden verklaard door sulfaatreductie in de venige bovengrond, waarbij HCO3-wordt gevormd. Opvallend is wel een sterke afname van het natriumgehalte van het ondiepe naar diepe filter en grote verschillen in Cl-gehalte tussen de filters. Dat kan samenhangen met invloed van overstromingswater of met wisselingen in de kwaliteit (en/of herkomst) van het toestromend grondwater. Op basis van de eenmalige bemonstering is hierover geen uitsluitsel te geven.

JK4 met filter op 1,2-2,2 m-mv bevindt zich op een lage rug met stroomdalgrasland. Het is een g1CaHCO3-watertype, duidelijk ionenarmer dan de nabije JK3. Ook is de hardheid veel lager (0,55 mmol/l), de pH is wat lager (pH 6,6) en is het onderverzadigd t.o.v. calciet. Dit lijkt te wijzen op een wat grotere invloed van regenwater in dit ruggetje.

JK5 is geplaatst in de ruige oevervegetatie bij de meander, met filter op 1,2-1,7 m-mv. Het monster is geclassicficeerd als F2CaHCO3, sterk gebufferd, calciumrijk water. Het bevat veel chloride, waarschijnlijk door invloed oppervlaktewater. Daarnaast bevat het veel sulfaat. De kalkverzadigingsindex wijst op verzadiging, waarschijnlijk is het water uit een kalkhoudende laag afkomstig.

Op de hoge rug westelijk van de meander staan twee peilbuizen met –vanwege de diepe grondwaterstanden- alleen diepe filters (JK6 6,9-7,9 m-mv, WVS24 6-7 m-mv). JK6 bevat zeer ionenrijk F2CaMix-watertype. Het heeft een hoge hardheid (2,2 mmol/l) en is kalkverzadigd. Het bevat ca 0,3 mmol/l sulfaat. De gehalten natrium en chloride zijn opvallend hoog, beide ca. 3 mmol/l. Dit lijkt erop te wijzen dat er grondwater toestroomt vanuit het noordelijke landbouwgebied.

De verder naar het zuidoosten geplaatste WVS24 bevat veel minder ionenrijk g1CaHCO3-water. De hardheid is half zo hoog (1,3 mmol/l) maar toch is ook dit water in evenwicht met calciet en heeft een neutrale pH. Behalve 0,3 mmol/l sulfaat vertoont het geen tekenen van vervuiling. Dit lijkt dus lokaal aangerijkt “natuurgebied-water”.

6.3.2.2 Raai Junner Koeland zuid

In dit deel staan slechts enkele peilbuizen.

JK10 is geplaatst op de helling oostelijk van de grote plas, in een zone waar de habitatkaart H6410 Blauwgrasland aangeeft. JK10-1 (filter op 1-1,5 m-mv) bevat ionenarm, basenarm (hardheid 0,25 mmol/l) zwak zuur water. Dit lijkt licht aangerijkt regenwater. JK10-2 (filter op 5,5-6,5 m-mv) bevat ionenrijk, goed gebufferd (hardheid 2,1 mmol/l) water. De kalkverzadigingsindex van -0,3 is wat lager dan sommige andere monsters, maar lijkt nog te wijzen op doorstroming van kalkhoudend sediment.

B22C0685 bevindt zich in de laagte met filter op 1,1-2,1 m-mv. Het water is nog wel redelijk gebufferd met 1,5 mmol/l hardheid en pH 6,6 maar duidelijk minder dan het diepere water bij JK10. Het is onderverzadigd. Gezien de vegetatie met veel Moerasstruisgras lijkt hier stagnatie van regenwater op te treden en mogelijk te mengen met het water op deze diepte.

B22C0682 bevindt zich in de oever van de meander (filter op 1,2-2,2 m-mv), onderaan een rug. Het water is relatief ionenarm, calciumarm (hardheid 0,6 mmol/l) maar toch met neutrale pH. Er lijkt geen invloed vanuit de meander te zijn, waarschijnlijk betreft het lokaal grondwater dat vanuit de aanliggende rug toestroomt.

6.3.2.3 Raai Calsum geulrest oost

TABEL 13: GRONDWATERKWALITEIT RAAIEN CALSUM OOST EN DE MARS

Grondwater kwaliteit	NITG	MV Surface	Filter Top	Watertype Stuijfzand	EGV Lab	pH Lab	TH Ca+Mg	Sikalk calcite	HCO3/TH meq/meq	Na	K	Ca	Mg	Cl	SO4	HCO3	NO3	oPO4	NH4	Fe	Mn	Al	DOC
		m NAP	m-mv	-	uS/cm	-	mmol/L	-	-	mmol/	mmol/	mmol/	mmol/	mmol/	mmol/	mmol/	mmol/	mmol/	mmol/	mmol/	mmol/	umol/L	mmol/L
Calsum oost																							
WVS25	B22C1369-1	6.44	1.5	g*AlNO3o	68	4.6	0.02	-8.40	0.11	0.28	0.01	0.00	0.01	0.22	0.03	0.00	0.28	0.00	0.00	0.001	0.000	74.1	0.09
JK12	B22C1374-1	6.36	6.2	g2CaHCO3	411	7.2	2.11	-0.41	1.16	0.39	0.02	1.95	0.16	0.75	0.52	2.45	0.00	0.01	0.04	0.000	0.005	0.6	0.27
JK11-1	B22C1375-1	5.18	1.5	g*CaMixo	90	6.4	0.18	-3.15	1.51	0.27	0.02	0.13	0.05	0.21	0.11	0.27	0.00	0.00	0.01	0.080	0.003	2.2	0.31
JK11-2	B22C1375-2	5.18	6.0	g2CaHCO3o	328	7.1	1.51	-0.71	1.36	0.62	0.04	1.26	0.25	0.64	0.31	2.06	0.00	0.00	0.00	0.000	0.006	0.6	0.04
JK13	B22C1376-1	4.43	1.0	F2CaHCO3	383	6.7	1.44	-1.17	1.42	0.88	0.29	1.06	0.38	0.96	0.16	2.05	0.00	0.01	0.04	0.244	0.015	0.6	1.33
De Mars																							
WVS25	B22C1369-1	6.44	1.5	g*AlNO3o	68	4.6	0.02	-8.40	0.11	0.28	0.01	0.00	0.01	0.22	0.03	0.00	0.28	0.00	0.00	0.001	0.000	74.1	0.09
JK17-2	B22C1370-2	5.68	5.6	g2CaHCO3+	360	7.4	1.80	-0.30	1.43	0.53	0.06	1.52	0.28	0.51	0.39	2.58	0.00	0.01	0.00	0.001	0.008	0.6	0.08
JK17-1	B22C1370-1	5.68	1.0	g*AlClo	165	4.6	0.15	-7.02	0.04	0.78	0.02	0.06	0.09	0.82	0.27	0.01	0.13	0.00	0.00	0.045	0.005	140.5	0.89
JK16	B22C1371-1	5.41	1.0	g*CaClo	99	5.0	0.19	-5.45	0.15	0.45	0.02	0.16	0.03	0.50	0.14	0.03	0.06	0.00	0.00	0.006	0.003	29.3	0.48
JK15-1	B22C1372-1	5.14	1.0	g1CaHCO3o	342	7.4	1.65	-0.43	1.16	0.55	0.01	1.52	0.14	0.67	0.52	1.92	0.01	0.00	0.01	0.025	0.005	0.6	0.24
JK15-2	B22C1372-2	5.14	5.8	g1CaSO4o	293	6.7	1.20	-1.66	0.58	0.55	0.01	1.09	0.11	0.56	0.74	0.70	0.00	0.00	0.03	0.010	0.014	0.6	0.15
JK14-Opp	OW 8		-0.5	F2CaHCO3o	412	7.7	1.71	0.08	1.47	1.23	0.04	1.55	0.16	1.37	0.34	2.51	0.00	0.00	0.00	0.007	0.000	0.0	0.73

In Tabel 13 zijn de grondwaterkwaliteitsgegevens van juni 2018 opgenomen.

In de droge heide staat JK12 (filter op 6,2-7,2 m-mv) met op deze diepte ionenrijk, goed gebufferd, g2CaHCO3-water. Behalve het sulfaatgehalte van 0,5 mmol/l lijkt het een schoon watertype. Ook hier is de ondergrond goed gebufferd. Waarschijnlijk bevindt zich op geringere diepte regenwaterachtig hangwater.

In de laagte met gedeeltelijk H6410 (Veldrus aanwezig) staat JK11-1 (filter op 1,5-2,5 m-mv) en JK11-2 (filter op 6-7 m-mv). Het ondiepe filter bevat ionenarm, zeer zacht, zwak zuur water. Het is nauwelijks aangerijkt lokaal grondwater of –regenwater. Het diepe filter bevat veel ionenrijker en beter gebufferd grondwater met een hardheid van 1,5 mmol/l en pH 7,1. Gezien de diepte waarop het ionenarme water zich bevindt, is het basenrijke water niet van invloed op de laagte.

JK13 (filter op 1-2 m-mv) bevindt zich op de oever van de diep ingesneden “doorstroomsloot”. Het water heeft ongeveer dezelfde hardheid als JK11-2, maar is wat

ionenrijker (m.n. Na, K en Cl). Mogelijk hangt dit samen met vroegere bemesting van het perceel waardoor deze “beek” stroomt.

Samenvattend: het ondiepe grondwater in de geulrest is zeer basen- en ionenarm en levert niet de buffering die nodig is voor H6410 Blauwgrasland. Op 6 a 7 m diepte is wel basenrijk grondwater aanwezig, maar dit zandpakket wordt afgedekt door de Vecht-klei, dus zal het basenrijke grondwater niet tot in de wortelzone kunnen komen. De diep ingesneden sloot lijkt het basenrijke grondwater wel aan te trekken.

6.3.2.4 Raai De Mars (hooilanden oost)

WVS25 in de droge heide bevat ionenarm, zuur g*AlNO3-watertype, nauwelijks veranderd regenwater. Het bevat nitraat (0,3 mmol/l), vermoedelijk door stikstofdepositie.

In JK17, in het hooiland (ter hoogte van Gagelstruweel aan de rand) is een duidelijke gelaagdheid in grondwaterkwaliteit te zien. De diepe JK17-2 (5,6-6,6 m-mv) bevat ionenrijk g2CaHCO3-water, met hardheid 1,8 mmol/l, pH 7,4 en nog ongeveer in evenwicht met kalk. Het lijkt schoon, gebufferd grondwater, maar bevat wel 0,4 mmol/l aan sulfaat. Het ondiepe filter (1-2 m-mv) bevat zuur, tamelijk ionenarm grondwater.

JK16, wat lager in het hooiland bevat op 1-2 m-mv nog ionenarmer en evenmin gebufferd grondwater. Dit lijkt weinig aangerijkt regenwater.

JK15 bevindt zich in de zone met dotterbloemen, snavelzegge e.d. JK15-1 (filter op 1-2 m-mv) bevat ionenrijk g1-CaHCO3-water, met een hardheid van 1,65 mmol/l, pH van 7,4 (veld pH 6,5) en is slechts licht onderverzadigd. Het monster uit de diepere JK15-2 (filter op 5,8-6,8 m-mv) is minder ionenrijk, heeft een lagere hardheid en verzadigingsindex en wat lagere pH. Beide filters bevatten vrij veel sulfaat (resp. 0,5 en 0,7 mmol/l). Het lijkt er dus op dat het ondiepe water beter gebufferd is dan het diepere; de samenstelling past wel bij Dotterbloemhooilandachtige vegetatie.

Samenvattend: in het lage deel basenrijk water tot bovenin en dito vegetatie, maar wel minder sterk gebufferd dan het diepe water hoger in de gradiënt; in het hogere deel basenarm water boven basenrijker water. Mogelijk is hier nog winst te behalen door dempen greppels.

6.3.3 Interne eutrofiëring

Vanwege het voorkomen van sulfaathoudend grondwater onder het noordelijk deel van het Junner Koeland (De Muts) is nagegaan in hoeverre interne eutrofiëring een rol zou kunnen spelen voor de moerasvegetatie. Interne eutrofiëring treedt op wanneer onder invloed van aanvoer van sulfaathoudend grondwater een deel van de in de bodem aanwezige ijzerhydroxiden worden vastgelegd in ijzersulfiden (pyrietvorming). Het gevolg daarvan is dat, aan deze hydroxiden geadsorbeerd fosfaat gemobiliseerd wordt en daarmee beter ter beschikking van de vegetatie komt (Van Beek et al. 2001, Lamers et al. 2001, Van Delft et al. 2005, Kemmers & Bolhuis 2008). Voor pyrietvorming en de daaropvolgende fosfaatmobilisatie zijn de volgende factoren van belang:

- Aanwezigheid sulfaat in het grondwater. Bij concentraties tot 1 mmol sulfaat per liter kunnen vrijwel geen effecten van interne eutrofiëring worden aangetoond. In de diepere buis bij JK1-2 (6-6,5 meter) is de sulfaatconcentratie 1 mmol/l en waarden rond 0.8 mmol/l worden ook gevonden bij andere diepe buizen (WVS26 en JK15). Bij ondiepere filters zijn de sulfaatgehalten steeds lager dan 0.6 en vaak lager dan 0.1 mmol/l. Het is onduidelijk waar het sulfaat vandaan komt aangezien er geen

pyriethoudende afzettingen voorkomen die een risico kunnen vormen (Van Delft et al. 2005). Mogelijk betreft een verhoogde concentratie als gevolg van vroegere zwaveldepositie;

- Fe/S ratio Het risico van interne eutrofiering is groot bij een overmaat aan sulfaat ten opzichte van ijzer in de bodem (Fe/S <1). Dat is het geval bij de bodemmonsters van boring 3016 waar deze ratio 0.82 bovenin is en 0.53 op 10-20 cm, maar deze fosfaat- en ijzerarme bodem is de PSI laag en kan weinig fosfaat gemobiliseerd worden. Bij boring 3024 is de Fe/S ratio 0.96 en komt ook veel pyriet voor. Het is aannemelijk dat hier pyriet gevormd wordt. Daardoor is deze locatie gevoelig voor verzuring bij ontwatering, maar door de lage PSI is er geen interne eutrofiëring;
- Goed afbreekbaar organische stof. Dit is aanwezig in de veenpakketten van het kwelmoeras van de Muts en in de meander. Omdat op de dieptes waar dit veen voorkomt de sulfaatgehalten in het grondwater laag zijn, zal dit beperkte invloed hebben. Ook de zgn. 'veenrot' door sulfaatreductie is hier niet te verwachten;
- Fosfaatverzadigingsgraad PSI. Omdat deze overal in de Muts en meander laag is zal het effect de ijzervastlegging in pyriet op de fosfaatmobilisatie klein zijn. Er blijft immers veel ijzer over waaraan fosfaat gebonden wordt.

Geconcludeerd kan worden dat er binnen het gebied waar sulfaathoudend water aangetroffen wordt omstandigheden voorkomen die in combinatie tot interne eutrofiëring aanleiding kunnen geven, maar omdat op elke plek minimaal één van deze factoren buiten het risicobereik ligt komt interne eutrofiëring actueel niet voor. Als de op grotere diepte gevonden hogere concentraties sulfaat op termijn omhoog komen zou er een probleem op kunnen treden. Het is onduidelijk in hoeverre dat te verwachten is. Lokaal wordt wel pyriet gevormd (boring 3024), maar door de lage PSI is er geen sprake van eutrofiëring. De locatie is wel gevoelig voor verzuring bij verdroging.

7 Onderzoek vegetatie

7.1 Hoofdlijnen

Behalve droge habitattypen en andere soortenrijke droge vegetatietypen herbergt het Junner Koeland een scala aan grondwaterafhankelijke habitat- en vegetatietypen.

In het open water van de oostelijke meander is een flink oppervlak van H3150 Meren met krabbescheer en fonteinkruiden aanwezig. In 2010 bestond dit nog geheel uit de DG Witte waterlelie (matige kwaliteit), sindsdien is op veel plekken de Krabbescheer-ass. Gevestigd (goede kwaliteit).

Langs de meander komt een variatie aan Elzenbroeken (H91E0c Alluviale bossen) voor. Uitersten in dit scala zijn de sterk basenrijke kwel-gevoede vormen (SA van Bittere veldkers) met o.a. Bosbies, Dotterbloem e.d. en de voedselarme, zure vorm (SA van Zompzegge), die gevoed wordt door zuur kwelwater. Er komen ook geëutrofieerde vormen voor, veelal met een dominantie van Grote Brandnetel. Verder komen wilgenstruwelen voor en natte ruigten, die door opslag van Els naar Elzenbroek kunnen ontwikkelen.

Benedenstrooms van de dam is een groot deel van de meander verland met helofytenvegetaties en zijn de oevers begroeid met moerasruigten van o.a. moerasspiraea-ruigten, grote zeggenmoerassen, en rietlanden. Een deel van de ruigten is op de habitatkaart aangegeven als H6430A Ruigten en Zomen (Moerasspiraea), als daarin kwalificerende soorten als Lange ereprijs voorkomen. Ook buiten deze vlakken komen deze soorten voor, het lijkt erop dat het areaal van dit habitattype nog wat groter is dan eerder vastgesteld. Het overgrote deel van de vegetatie kwalificeert niet als habitattype, maar is veelal soortenrijk en kenmerkend voor de typische gradiënten van Junner koeland. In de vegetatie komen vaak kwel-indicerende soorten als Holpijp, Bosbies, Dotterbloem, Kleine watereppe, Grote boterbloem en vele andere soorten voor. In de overgang van land naar water komen veelvuldig Bosbies-associatie en Pluimzegge-associatie voor.

De grondwatergevoede terrestrische standplaatsen herbergen kwelgevoed, eutrofe tot mesotrofe Grote zeggenmoeras met op veel plekken Holpijp, Snavelzegge, Dotterbloem, Kleine watereppe en andere kwelindicatoren. Op de meest geïsoleerde, voedselarme locaties komt de RG Snavelzegge-Wateraarbei voor, die gerekend wordt tot H7140A trilveen.

Elders komen op diverse plekken wat hoger in de gradiënt vegetaties voor, waarin veel Veldrus, Blauwe zegge en/of Blauwe knop staan. Deze zijn wel benoemd als H6410 Blauwgrasland, maar het begrazingsbeheer (het is immers een Koeland) past daar niet bij en de vegetatie wijkt dan ook af van de gebruikelijke vormen. Voor dit type liggen waarschijnlijk betere mogelijkheden in de hooilanden van De Mars. Dit terrein is sinds 1980 in beheer en ontwikkelt zich geleidelijk naar een gradiënt van basenarme, vochtige naar basenrijke natte vegetatie, met mogelijkheden voor Heischraal grasland, Veldrusschraalland, Verbond van Zwarte zegge, Dotterbloemhooiland (plaatselijk al aanwezig) en mogelijk echt Blauwgrasland.

Een groot deel van de vochtige bodems in voormalige stroomgeulen op de kronkelwaard wordt gedomineerd door Pitrus. Dit valt te verklaren uit de combinatie van een moerige-kleiïge sterk wisselvochtige bodem en vertrapping van de bodem door het vee, waardoor een

snelle mineralisatie kan optreden, leidend tot eutrofe standplaats. Uit rasteren en maaibeheer kunnen dit proces en de pitrus-dominantie terugdringen. Dit past echter niet bij de integrale begrazing van het Koeland.

Samenvattend is er een grote variatie en hoge soortenrijkdom, met veel gradiënt. Een deel kwalificeert als N2000-habitattype. Een veel groter deel kwalificeert niet voor N2000, maar betreft wel grondwaterafhankelijke ecosystemen met hoge biodiversiteit. Voor het optimaal benutten van de potenties in het gebied is het nodig doelen af te stemmen op de beheersvorm (begrazing/hooilandbeheer/niets doen) en knelpunten in standplaatscondities weg te nemen.

7.2 Beschikbare gegevens

De ten behoeve van het onderzoek aangeleverde gegevens over habitattypen en vegetatietypen bestond uit de Habitatkaart Versie 10 (bestand Concept_HTkaart_VBR.gdb d.d. 20 maart 2018 (aangeleverd door WVS op 28 maart 2018). Daarin is per polygoon aangeven of en welke habitattypen voorkomen, wat de kwaliteit is (Goed/Matig) en op welk percentage van de polygoon ieder habitattype voorkomt. In de achtergrond-tabellen is voor deze polygonen ook opgenomen welke vegetatietypen voorkomen, met welk percentage en van welke datum deze informatie stamt. Voor het onderhavige gebied is het overgrote deel van de vegetatiegegevens afkomstig uit de vegetatiekartering Overijsselse Vecht 2010, die in opdracht van Staatsbosbeheer is uitgevoerd (Inberg et al., 2011). Voor zover van de overige polygonen vegetatiekundige informatie is opgenomen, is die afkomstig van eerdere provinciale karteringen of van veldbezoeken door medewerkers van de provincie. In veel polygonen is alleen een begroeiïngstype opgenomen, zoals ‘dennenbos’ of ‘loofbos’.

In de offerteaanvraag door WSVS (2017) wordt aangegeven dat voor het onderzoek ook een SNL-vegetatiekartering beschikbaar zou zijn. Deze kartering bleek echter (nog) niet beschikbaar en in overleg heeft de opdrachtgever (mail Bernie ter Steege, WSVS, d.d. 7 mei 2018) besloten dat deze kaart niet gebruikt hoefde worden. Uiteindelijk bleek de SNL-kartering geen vegetatiekartering, maar een kartering van plantensoorten. Voorkomens van soorten zijn als stippen (met aantalsindicatie) in de kartering weergegeven, voor welk areaal deze stip geldt is niet vermeld. Dit geeft een beeld van de verspreiding van soorten binnen het gebied, maar deze informatie is niet gekoppeld aan de voorkomens van bepaalde vegetatietypen of habitattypen. Deze kartering is aangeleverd op 20 november 2018. Vanwege de late aanlevering en aard van de gegevens konden deze niet worden gebruikt voor de beoogde GIS-matige vegetatieanalyse. Wel zijn de verspreidingskaarten bij de definitieve uitwerking geraadpleegd.

Omdat de kartering 2017 niet beschikbaar was, hebben wij het aanvullend veldwerk (fase 2 van het projectplan) niet kunnen richten op vooraf vastgestelde probleemlocaties, maar hebben we in terreinbezoeken zoveel mogelijk een integraal beeld van de toestand van de waterafhankelijke habitattypen en eventuele stressfactoren proberen achterhalen. De veldbezoeken waren op 26 juli en (omdat ze in juli net gemaaid bleken voor de oostelijke graslanden) 11 oktober 2019. De ervaringen zijn in de tekst beschreven.

7.3 Aanpak uitwerking

Voor de LESA van het gebied zijn de volgende bewerkingen van kaartmateriaal en vervolgstappen uitgevoerd:

- In kaart brengen habitattypen en specifiek de (grond)waterafhankelijke habitattypen en de kwaliteit (Goed/Matig); NB: binnen de actuele voorkomens van H6230

Heischrale graslanden bleken alleen droge vormen voor te komen, de actuele voorkomens van H6230 zijn daarom niet apart op kaart gezet.

- In kaart brengen van andere grondwaterafhankelijke vegetatietypen (op basis van de informatie achter de habitatkaart) (zie bijlagen)
- Veldbezoeken om meer inzicht te krijgen in de variatie aan vegetatie en soortenrijkdom op de locaties met grondwaterafhankelijke vegetatietypen (en habitattypen);
- Met behulp van ESTAR ® (Witte et al., 2014) zijn kaarten opgesteld met indicatiewaarden voor GVG, pH(KCL) en voedselrijkdom (N-getal); doordat een polygoon veelal verschillende vegetatietypen herbergt, moeten we ervan uit gaan dat binnen de polygoon verschillende standplaatstypen voorkomen: er is de nodige variatie in bodem en hoogte (tot wel 2 m binnen dezelfde polygoon) en daarmee in GVG, daarnaast in pH en voedselrijkdom (N-getal). De vegetatie informatie is op de volgende wijze vertaald naar standplaatsinformatie: Van alle vegetatietypen binnen de polygoon zijn de ESTAR-indicatiewaarden bepaald;
    - De p50 waarden zijn geselecteerd voor de natste en droogste locatie (maximale en minimale GVG);
    - De p50 waarden zijn geselecteerd voor de hoogste en laagste pH(KCL)-indicatie;
    - De p50-waarden zijn geselecteerd voor het hoogste en laagste N-getal (indicatie voedselrijkdom);
    - Op deze wijze is globaal de range in standplaatscondities binnen een polygoon in beeld gebracht;
    - Op deze wijze is ook globaal de gradiënt tussen de polygonen in beeld gebracht: deze is van belang voor begrip van de gradiënten binnen Junner Koeland;
    - Voor pH(KCl) en N-getal zijn de laagste en hoogste waarden niet per definitie gekoppeld aan de locaties met laagste en hoogste GVG; het kan immers zijn, dat op de natste, laagste plek regenwater stagneert en een wat lagere pH optreedt dan even hoger, waar wat kwel uittreedt: dit vergt kennis van het systeem bij de interpretatie van gradiënten en potenties".
    - Voor het voorkomen van (grond)waterafhankelijke vegetatietypen zijn alle vegetatietypen geselecteerd met een GVGp50 volgens ESTAR ® van minder dan ca 40 cm-mv. Binnen de vegetatietypen met die GVG zijn vervolgens sterk verwante vegetatietypen geselecteerd en op kaart gezet om een beeld te krijgen van de verspreiding van verschillende (grond)waterafhankelijke typen.

In volgende paragrafen worden de resultaten van deze analyse gepresenteerd.

7.4 Globale beschrijving vegetatiegradiënten

Bij de beschrijving van de vegetatie onderscheiden we een aantal deelgebieden, die weliswaar via de hydrologie in contact (kunnen) staan, maar waarbinnen lokale gradiënten overheersen. In onderstaande worden de gradiënten globaal beschreven aan de hand van de beschikbare vegetatiekaart (informatie uit de habitatkaart), eigen waarnemingen tijdens aanvullend veldonderzoek en raadpleging SNL-soortenkartering. Voor locatie aanduidingen, zie de toponiemenkaart (Figuur 2-1):

7.4.1 Calsum

Calsum ligt hoog binnen het Vechtdal. De overgangen naar de lagere gronden aan de oost-, zuid- en westzijde zijn vrij steil. Op Calsum overheersen vegetatietypen van droge standplaatsen: (stuifzand) heiden met Struikhei en Jeneverbesstruweel. Aan de oostzijde ligt

een in deze hoogte ingesneden voormalige buitenbocht. Het maaiveld helt hier af naar het oosten. Volgens de vegetatiegegevens (Habitatkaart, v10) komt hier (gegevens 2010) op een beperkte oppervlakte (8%) de RG Blauwe knoop en Blauwe zegge voor (en daarmee H6410 Blauwgrasland). Tijdens veldbezoeken (2017 en 2018) werd deze vegetatie niet aangetroffen. Wel is een vlek van ca 10 m2 met Veldrus aangetroffen, deels in braamstruweel, deels samen met Pijpenstrootje. Verder kwam vrij veel Borstelgras voor, Pilzegge en plaatselijk Blauwe knoop, maar geen Blauwe zegge. Bij navraag bij H. Boll (Staatsbosbeheer, 2017) bleek dat de toekenning van de RG Blauwe knoop en Blauwe zegge waarschijnlijk een fout in de kartering betreft.



FIGUUR 7-1: LAAGTE AAN OOSTZIJDE CALSUM MET BUIS 0586 (FOTO MARK JALINK)



FIGUUR 7-2 JENEVERBESSTRUWEEL IN CALSUM (FOTO BAS VAN DELFT).

Het noordwestelijk deel van Calsum loopt af naar de Mars. De soortverspreidingsgegevens van Provincie Overijssel en Inberg e.a. (2017) geven aan dat hier plaatselijk wel vochtminnende soorten zijn aangetroffen, zoals Dopheide, Kleine zonnedauw en Gagel. Dit

wijst op een overgang naar vochtige heiden, een vegetatietype dat overigens binnen Calsum niet is gekarteerd.

7.4.2 Bossen noord-oost

De hogere gronden tussen de Stegerdijk, Coevorderweg, meander en De Mars zijn overwegend bedekt met naaldbos. Binnen dit gebied (oostelijk van het huisjespark Libra) ligt een lokale laagte waarin vochtminnende soorten als Zwarte zegge, Waternavel, Dophei en Moerasstruisgras zijn aangetroffen (gegevens Provincie Overijssel), mogelijk een voormalig ven. Ook ligt er een laagte met greppels. Op de overgang naar de zuidelijke gelegen laagte De Mars komt plaatselijk de typische vorm van de Dopheidegemeenschap (11AA02A) en Gagelstruweel voor.

Aan de voet van de hoge gronden liggen tegen de meander aan enkele graslandjes, met (gegevens 1990, Provincie Overijssel) Dotterbloemhooiland (16Ab) en vochtindicatoren als Zwarte zegge, Zompzegge, Blauwe zegge, Waternavel en Veldrus. Recente gegevens ontbreken.

7.4.3 De Dennenhoek

De hoge gronden westelijk van het Junner Koeland s.s. zijn overwegende bedekt met naaldbos, daarnaast vooral droge heiden en Jeneverbesstruwelen. Zeer plaatselijk komen in lokale laagten ook kleine oppervlakten met vegetatie uit het Dopheideverbond voor. In een laagte die afloopt naar de meander is in 2010 verder de RG Blauwe knoop-Blauw zegge (16RG05) gekarteerd (ca 3% van de betreffende polygoon bedekkend; Inberg et al., 2011).

Van boven- naar benedenstrooms zijn er opvallende verschillen in de water- en oevervegetatie van de meander. Het meest bovenstroomse deel is grotendeels dichtgeslibd en staat alleen bij hogere standen vol water. Vlakbij de Vecht ligt het maaiveld hoger en ligt eikenbos. Het vlak dat op de habitatkaart als alluviaal bos is aangegeven is als Elzenzegge-Elzenbroek gekarteerd, deels typische subassociatie (39AA02A), deels de subass. Van Zwarte bes (39AA02C). Deze laatste is wat droger en enigszins verwant aan het nog wat drogere Vogelkers-Essenbos. In dit deel staan de Elzen en kenmerkende soorten als Gele lis, Bosbies en IJle zegge vooral direct langs de meanderloop, hogerop de oever staan ook eiken en bestaat de ondergroei deels uit grassen en varens. Dit deel lijkt droger dan de vegetatiekaart doet vermoeden.



FIGUUR 7-3 ELZENBROEKBOS BIJ BORING 3010 (FOTO BAS VAN DELFT)

Stroomafwaarts van dit bos geeft de habitatkaart (V10 o.b.v. gegevens 2010) op de oostelijke oever eerst nog wel subass. Van Zwarte bes (39AA02C) als vegetatie, maar dit is niet als habitattype op de kaart gezet (kwalificeert blijkbaar niet); op de westelijke oever is een vegetatie aangegeven als Bosbies-associatie (16AB05) en RG Riet [Rietklasse] (SBB08-f). Tijdens veldbezoek 2018 bleek hier ook een boomlaag van Elzen aanwezig met in de ondergroei veel Bosbies, Riet, Pluimzegge, en plaatselijk Pijptorkruid. Op de oever aan oostelijke zijde werd een kwelvlies waargenomen. Het lijkt erop dat de vegetatie zich hier ontwikkeld heeft tot Elzenzegge-Elzenbroek, subass. Van Bittere veldkers, een meestal aan kwel gebonden vegetatietype (Jalink en Jansen, 1995) en dan kwalificeert het als goed ontwikkeld H91E0C Alluviaal bos. Aansluitend wordt op de oostoever goed ontwikkeld H91E0C Alluviaal bos aangegeven, met subass van Dauwbraam (39AA02C); tijdens veldbezoek 2018 bleek op veel plekken Grote brandnetel te domineren in de ondergroei (39RG04) en lijkt de kwaliteit eerder matig. Aan de zuidoostzijde van deze vlek ligt een poel,

deels omgeven door Elzen. De watervegetatie bestaat uit de DG Gele plomp, maar verspreid komen de kwelindicatoren Holpijp en langs de oevers Waterviolier voor.



FIGUUR 7-4: KRABBESCHEERVELDEN IN DE OOSTELIJKE MEANDER, JULI 2018 (FOTO MARK JALINK)

Stroomafwaarts is het open water van de meander veel breder, vaak zo'n 25-35 m breed. In het open water werd in de kartering van 2010 de Ass. Van Witte waterlelie en Gele plomp (05Ba3/SBB05B3b) aangegeven (en daarmee H3150 Meren met Krabbenscheer en fonteinkruiden in matige vorm). Tijdens het veldbezoek (juli 2018) bleek dat er op veel plekken al velden Krabbenscheer met vaak o.a. Kikkerbeet voorkomen (Krabbenscheer-associatie, 05BB01/SBB05C1), variërend van enkele m^2 tot enkele honderden m^2. Uit gegevens bij de habitatkaart (Provincie Overijssel, 2018) en uit de SNL-kartering 2018 (Inberg et al., 2018) blijkt dat dit vegetatietype al een aantal jaren uitbreidt. Daarmee ontwikkelt het habitattype zich naar een goede kwaliteit.



FIGUUR 7-5 OPEN WATER IN DE MEANDER TER HOOGTE VAN MEETPUNT JK14 (FOTO BAS VAN DELFT)

De oevers variëren van vlakke oevers met bijvoorbeeld een enkele meters brede zone Riet (zoals ter hoogte van De Mars) tot korte steile oevers waar droge schraalgraslanden via een enkele meters brede moeraszone overgaan in open water. Verspreid komen Elzenbosjes voor. Langs de oevers komen op veel plekken kwel-indicerende vegetatietypen en soorten voor: Bosbies-associatie, velden Snavelzegge of Veldrus, en veel Holpijp, Grote boterbloem (lijkt binnen het Vechtdal beperkt tot Junner Koeland) en plaatselijk Waterviolier, Waterscheerling en Wateraardbei, naast tal van algemenere moerassoorten. Op veel plekken komt in het ondiepe water ook de Pluimzegge-associatie (08BD02/SBB08C-c) voor met daarin o.a. veel Waterscheerling. Iets hoger op de gradiënt domineert vaak Pitrus en nog wat hoger gaat dit over in vegetatietypen uit de klasse der droge schraalgraslanden (14), waartoe ook de stroomdalgraslanden behoren. Parallel aan de grote meander liggen plaatselijk een of enkele verlaten rivierlopen en kronkelwaardgeulen met moerasvegetatie, gescheiden door lage ruggen met droogteminnende vegetatie. In de laagten komt vaak Pitrus dominant voor op kleiige bodem, maar regelmatig worden ook genoemde kwelindicatoren aangetroffen.



FIGUUR 7-6: DRIJVENDE KIKKERBEET E OVERZONE MET PLUIMZEGGEHORSTEN EVEN BOVENSTROOMS VOORMALIGE DAM (JULI 2018, FOTO MARK JALINK)

Zo'n 80 m stroomopwaarts van het vroegere dammetje bij de camping houdt het habitattype H3150 op, hoewel de vegetatie deels nog wel bestaat uit de Ass. Van Witte waterlelie en Gele plomp (05Ba3/SBB05B3b); hier ontbreken volgens de informatie bij de habitatkaart (Provincie Overijssel, 2018) aanvullende soorten. Krabbenscheer werd in 2018 in dit deel niet waargenomen, wel velden Kikkerbeet. Ook hier komt langs de oever vaak de Pluimzegge-associatie voor, en soorten als Grote boterbloem, Bosbies, Snavelzegge, Waterscheerling, Watertorkruid, Veldrus en diverse andere in de overgang van oever naar meander. Het dammetje is inmiddels doorgestoken, maar de verlanding erboven vormt nog steeds een barrière voor afstroming.



FIGUUR 7-7: GRADIENT OEVERWAL-MEANDER NOORD-OOSTZIJDE (FOTO MARK JALINK):

Benedenstrooms van het voormalige dammetje is de meander grotendeels dichtgegroeid met helofytenvegetaties en met wilgenstruwelen. Er is op veel plekken geen duidelijke stroomgeul, maar eerder diffuse afstroming over maaiveld tussen de planten door (doorstroommoeras). Vanwege de dikke slappe bodem is dit deel niet eenvoudig toegankelijk en gegevens over aanwezige soorten ontbreken dan ook. Vanaf het dammetje tot aan de zuidwestzijde van de meander waar het bos aan de Vechtdalzijde overgaat in grasland (en in de meander H6430 Ruigten en zomen) is de vegetatie gekarteerd als afwisseling van RG Grote lisdodde [Rietklasse, 08RG03], RG Riet [Rietklasse, SBB08-f], RG van Harig Wilgenroosje [Klasse der natte strooiselruigten, 32RG02], Associatie van Grauwe wilg [36AA02] en Elzenzegge-Elzenbroek [39AA02], daarnaast open water (50A). In werkelijkheid blijkt er in dit traject nog veel variatie van oever naar meander en van boven- naar benedenstrooms aanwezig. In het noorden ligt in de binnenbocht een kronkelwaardrug met vrij steile overgang naar de meander. Aan de voet hiervan ligt op veel plekken een tot enkele meters brede zone Bosbies-associatie. Daarnaast regelmatig horsten Pluimzegge, verder plaatselijk Waterscheerling, Snavelzegge en/of Holpijp. Vanaf de noordelijke bocht komt ook regelmatig Kleine watereppe voor (Berula erecta) een kwelindicator die ook in basenarm water kan domineren. Deze soort ontbreekt overigens in de gegevens uit diverse vegetatiekarteringen (Inberg et al., 2011; 2017; Provincie Overijssel, 2018), maar komt in de meander en ook in de moerassen van de Muts regelmatig, en vaak ook dominant voor.



FIGUUR 7-8 DOORSTROOMMOERAS TER HOOGTE VAN HET BRUGGETJE, MET O.A. KLEINE WATEREPPE EN GELE LIS (FOTO BAS VAN DELFT)

Bij de westrand van de Muts geeft de Habitatkaart in de buitenbocht als vegetatietype aan de SA van Zwarte bes van het Elzenzegge-Elzenbroek (39AA02C), maar is onterecht niet als habitattype erkend. Het elzenbroek in de stroomgeul (en de betreffende subassociatie) lijkt een karteer-artefact, gezien hier het diepste deel van de stroomgeul loopt. Het tegen de buitenbocht gelegen Elzenbroek (H91E0C-G) op venige bodem herbergt een aantal zuurminnende soorten en rekenen we tot de subass. Van Zompzegge (39AA02e). Het lijkt erop dat hier basenarm kwelwater toestroomt vanuit de aanliggende hogere zandgronden. Aan de binnenzijde ligt hier een lage kronkelwaardrug met dito vegetatie. Hier ligt ook en brede, vlakke venige oeverzone met helofyten, en plaatselijk Elzenbosjes. Hier komen o.a. Holpijp, Snavelzegge, Bosbies, Zompzegge en Waterscheerling voor. Even stroomafwaarts liggen in de meander twee –naar verluidt gegraven- plassen. Rondom vegetaties van Grote zeggen, Holpijp en Snavelzegge, maar ook hoog opgaande vegetatie met Grote lisdodde, Liesgras, Riet e.d.

De moerasvegetaties in en langs de meander zijn over het algemeen vrij soortenrijk met soorten als Kattenstaart, Moerasspiraea, Moerasandoorn, Grote wederik, Koninginnekruid, Waterscheerling, Grote lisdodde, Gele lis, Kalmoes, Liesgras, Poelruit, plaatselijk veel Kleine watereppe of Bosbies en verspreid Lange ereprijs. Langs de oevers liggen inmiddels enkele langgerekte stroken Elzenbos in deze zone. Nadere analyse ter plekke moet uitwijzen of deze locaties al kwalificeren voor H91E0C Alluviale bossen of H6430 Ruigten en zomen. Ter hoogte van het bruggetje domineert Kleine watereppe, met daarnaast soorten als Gele lis, Engelwortel, Kattenstaart, Moeraswalstro, Harig wilgenroosje, maar wat hoger tegen de oever ook Grote brandnetel.



FIGUUR 7-9 H6430A RUIGTEN EN ZOMEN (MOERASSPIREA) MET O.A. MOERASSPIREA, KATTESTAART EN LANGE EREPRIJS LANGS DE WESTOEVER VAN DE MEANDER BIJ BORING 3002 (FOTO BAS VAN DELFT)

Hoewel het Elzenbroek in het zuidwestelijk deel van de meander als matige kwaliteit is weergegeven, namelijk de RG Grote brandnetel, die wijst op eutrofiëring. Maar er komen langs de oever diverse kwelindicatoren voor, zoals Bosbies, Holpijp en Kleine watereppe. De kwaliteit is hier beter dan uit de vegetatiekaart kan worden afgeleid. Op de oostoever komt regelmatig Lange ereprijs en Poelruit voor. Het lijkt, dat een deel van de Moerasspiraea-ruigten in dit deel (zowel de als matige kwaliteit aangeven delen, als niet eerder kwalificerende delen) bij nadere beschouwing kunnen kwalificeren voor ofwel H91E0C Alluviale bossen (als er inmiddels een boomlaag van Elzen is) ofwel H6430 Ruigten en zomen

(Moerasspiraea-ruigten).



FIGUUR 7-10: MEANDER VLAK BIJ DE UISTROOMOPNENING (AGUSTUS 2016) (FOTO MARK JALINK)

Het laatste deel van de meander staat als water op de kaart. Ook hier is een deel inmiddels dichtgegroeid, o.a. met Liesgras en Grote egelskop, nabij de uitstroom met wilgenstruweel. Ook hier komen verspreid Lange ereprijs, Poelruit, Moerasandoorn en Waterscheerling voor. Mogelijk voldoet ook hier een deel aan de kwalificatie voor H6430 Ruigten en zomen, nadere analyse ter plekke kan dat uitwijzen. Langs de oever groeit wel veel Brandnetel. Dit wijst op eutrofe omstandigheden.

7.4.4 Kronkelwaard Junner Koeland s.s.

Het Junner Koeland s.s. betreft de kronkelwaard aan de binnenzijde van de meander. Van zuid naar noord wisselen voormalige stroomgeulen en oeverwallen elkaar af. Op de hogere delen komen droogte-resistente vegetaties voor, waaronder de Ass.van Steenanjer en Ass. Van Liggend walstro, en droge heiden en jeneverbesstruweel. De laagten staan een deel van het jaar of permanent plas-dras of onder water en herbergen een sterk afwijkende vegetatie. De hoogteligging, bodem, grondwaterstand en vegetatie varieert van stroomgeul tot stroomgeul. We beschrijven hier de meest opvallende delen, van zuid naar noord- kort samengevat.



FIGUUR 7-11: ZUIDWESTELIJKE MEANDERREST VAN HET MIDDELEEUWS TRACE; IN DE LAAGTE KOMEN WATERVIOLIER EN STERREKROOS VOOR (APRIL 2018, FOTO MARK JALINK)

De meest zuidwestelijke meanderrest: is onderdeel van het middeleeuws tracé (zie Figuur 2-1) en ligt direct achter de Vechtkade. Er is geen oppervlakkige afwatering. Er is ook geen open instroom, maar de kade is hier wel zo'n 1,5 m lager dan elders. Bij peilen boven deze kadehoogte zal dus Vechtwater binnenstromen en vervolgens stagneren en inzijgen. De vegetatie in het lage deel bestaat vooral uit voedselrijke, vochtige tot natte ruigten met o.a. Gele lis, Rietgras, Riet, Wolfspoot, Grote brandnetel, maar ook enkele kwelindicerende soorten (Waterviolier en Sterrenkroos) of soorten van regenwaterlenzen in voedselrijker omgeving (Waterpostelein, Egelboterbloem). De randen zijn steil en enkele meters hoog, bovenaan komt een stroomdalgraslandvegetatie met o.a. Geel walstro en Steenanjer voor. April 2018 was het peil in deze meanderrest aanzienlijk lager dan in de tweede meanderrest, en zelfs binnen de meanderrest waren de plaspeilen dichtbij de Vecht lager dan wat verder daarvan af.



FIGUUR 7-12: DROOGGEVALLEN LAAGTE BIJ BUIS 0586 (JULI 2018;FOTO MARK JALINK)

Grote stroomgeul middeleeuws tracé: Dit betreft een hooggelegen laagte met plas en omliggende hellingen; via een drempel aan zuidwestzijde kan deze laagte afwateren naar de meander. Deze meanderrest bevat nagenoeg permanent open water met een peil dat zo'n 1-1,5 m boven de westelijke uitstroom van de meander ligt. In het langdurig geïnundeerde deel is een slikkige bodem aanwezig, die 's-zomers opdroogt en scheurt, en slechts schaars begroeid is. Binnen deze geulrest is van zuidwest naar noordoost (en laag naar hoog) een duidelijke gradiënt in vegetatie aanwezig. Het stroomafwaartse deel bestaat vooral uit open water met aan de oevers voedselminnende soorten, zoals Kalmoes en Pitrus. Hier komt op diverse plekken Polei (Mentha pulegium) voor (Inberg et al., 2018), maar ook soorten van wat voedselarmere standplaatsen als Waterpostelein en Ondergedoken moerasscherm. Wat hoger, op soms droogvallende delen domineert Mannagras (SBB08-i RG Mannagras [Rietklasse/Klasse Moerasruigten]). Hier komt ook Waterviolier voor, wat duidt op enige kwel vanuit omliggende zandruggen. De hellingen aan de zijden van de voormalige stroomgeul zijn vrij steil en tonen een korte gradiënt van vochtminnende (o.a. lokale kwelgevoede Liesgras-veldjes) naar droogtetolerante vegetatie. Nog wat hoger binnen de laagte, langer droogvallend en verder van de instroomopening, domineert plaatselijk een Ass/AF. Van Zompzegge en Zwarte zegge (opname M.Jalink, 2018) of RG van Moerasstruisgras en Zwarte zegge (kartering 2010) [beide Verbond van Zwarte zegge], wat wijst op zuurdere, voedselarmere standplaatsen. Via een door Wilgen gedomineerde zone gaat dit over in de hogere, hellende rand van de laagte waar plaatselijk Veldrus domineert. Deze is benoemd als soortenarme vorm van de Veldrus-associatie (SBB16A2c, Crepido-Juncetum acutiflori SA Inops) en –vanwege voorkomen kenmerkende soorten- op een deel van het areaal toegekend aan H6410 Blauwgrasland. Tijdens het veldbezoek (2018) werden kenmerkende soorten nauwelijks aangetroffen, het betreft daarnaast een betrekkelijk ruige, begraasde vegetatie, terwijl H6410 een typerend hooilandbeheer kent. Hogerop de helling gaat deze vegetatie over in drogere standplaatsen met heischrale graslanden of stroomdalgraslanden.

Tussen het middeleeuws tracé en de Muts liggen vele kleinere geulresten: het betreft hier vooral relatief hooggelegen, sterk wisselvochtige laagten. Volgens de vegetatiekaart 2010 bestaat de vegetatie uit Rompgemeenschappen uit de klassen Vochtige graslanden (16), Kleine zeggen (9) en Borstelgraslanden (19). In het veld gaat het vaak om dominanties van Pitrus, maar wegens het ontbreken van dominantiekaarten van o.a. Pitrus is de toestand van de vegetatie moeilijk te duiden. De indruk bestaat dat hier de kleiigheid in combinatie met wisselvochtigheid leidt tot voedselrijke standplaatsen waarbij vertrapping door vee de belangrijkste oorzaak is van pitrusdominantie.



FIGUUR 7-13 VERRUIGDE VOEDSELRIJKE KRONKELWAARDGEUL BIJ BORING 3012 (FOTO BAS VAN DELFT)



FIGUUR 7-14: OVERZICHT VANAF HET RIVIERDUIN OVER DE MUTS (OP DE VOORGROND BUIS JK1), JULI 2018 (FOTO MARK JALINK)



FIGUUR 7-15 MOERASVEGETATIE IN DE MUTS GEZIEN VANAF MEETPUNT JK3 (FOTO BAS VAN DELFT)

De “Muts” is het gehele lage deel aan de noordwestkant van de kronkelwaard. Qua reliëf en vegetatie wijkt dit deel sterk af van de rest van de kronkelwaard. Een groot deel staat permanent onder water of plas dras en ook in de extreme zomer 2018 zakten grondwaterpeilen in de lage delen slechts enkele decimeters onder maaiveld. De bodem is kleiig-venig, met vaak een dikke laag roest aan maaiveld, wat duidt op toestroming van ijzerrijk grondwater. De vegetatie is in 2010 grotendeels benoemd als Verbond Grote zeggen of Rg uit de Rietklasse. Slechts een klein deel dat is benoemd als RG Snavelzegge en Wateraardbei [Klasse der Kleine zeggen] is toegekend aan H7140A Trilveen. Bij het doorkruisen van deze laagte blijkt dat kwel-indicerende soorten als Holpijp en Snavelzegge wijd verspreid voorkomen en vaak domineren. De grens tussen RG Holpijp en andere gemeenschappen met een hoge bedekking van deze soort is vaag. Daarbij speelt, dat de RG Holpijp alleen in mozaïek, dat wil zeggen volledig omringd door zelfstandig kwalificerende gemeenschappen, aan H7140A wordt toegekend. Voor een nadere duiding zijn gedetailleerde vegetatiegegevens nodig.

Los van al dan geen status als habitattype zijn de moerasvegetaties in dit deel opvallend soortenrijk. Naast soorten uit de Rietklasse (Scherpe zegge, Noordse zegge (een van de meest zuidelijke voorkomens in Nederland), Grote lisdodde, Gele lis, Riet, Waterscheerling, Watertorkruid, Koninginnekruid, tal van soorten uit minder voedselrijke moerassen (waaronder Kleine zeggenklasse), zoals Snavelzegge, Zwarte zegge, Wateraardbei, Waternavel, Holpijp, Kleine watereppe, Ruw walstro, Grote wederik, Dotterbloem, Echte koekoeksbloem en Moerasvaren. Op een aantal plekken, vaak kleine hoog-laagovergangen komen veldjes Veldrus voor. Op de vegetatiekaart van 2010 is een deel van de vlakken waarin dit voorkomt benoemd als soortenarme subass. Van de Veldrus-associatie (SBB16A2c) en daardoor bij aanwezigheid van voldoende typische soorten kan kwalificeren voor H6410 Blauwgrasland. Tijdens het veldbezoek in 2018 bleek het veelal te gaan om een aspect van Veldrus binnen andere vegetatietypen, m.n. uit de voedselrijkere Rietklasse. Veldrus is een soort van vochtige tot natte gradiënten met enige laterale afstroming, maar vertoont verder een zeer breed spectrum aan standplaatscondities, van voedselrijk tot voedselarm en zuur tot neutraal. Vandaar dat deze soort in een breed spectrum aan plantengemeenschappen voorkomt (Jalink, 1987) en niet geldt als kensoort voor één associatie (Schwertz et al., 1996).

7.4.5 De Mars

De Mars is in 1980 toegevoegd aan het natuurreservaat Junner Koeland. De Mars bestond toen uit een aardappelakker en weide voor pinken. Het gedeelte tussen Calsum en de noordoostelijke bossen is door Staatsbosbeheer in hooilandbeheer genomen, het zuidwestelijke deel werd in koeienbeweiding genomen (Aggenbach et al., 2007). Het terrein helt licht van oost naar west, de laagste delen liggen tegen de meander. In het complex ligt nog een aantal sloten en greppels. Deze zijn afgedamd of deels verland.



FIGUUR 7-16: HOOILANDEN DE MARS (VANUIT WESTELIJKE RICHTING), JULI 2018 (FOTO MARK JALINK)

Van een deel van het terrein is het vegetatietype in 2010 bekend, van een groot deel is dat onbekend doordat het ten tijde van de kartering net gemaaid was (Inberg et al., 2011). Geen van de typen kwalificeert voor een nat habitattype. De vegetatiekaart 2010 geeft een deel als de Ass. Van Boterbloemen en Waterkruiskruid aan en deels een RG van Zwarte zegge en Moerasstruisgras [Kleine zegge-verbond]. Ook is plaatselijk de Scherpe zegge-associatie aangegeven. In juli 2018 was de vegetatie net gemaaid en nauwelijks herkenbaar, in oktober 2018 was wat nagroei opgetreden en werd globaal volgende beeld verkregen.

Op het hoogstgelegen oostelijk deel domineert een vegetatie met grassen als Rood zwenkgras en Gewoon struisgras, daarin komt verspreid Tormentil voor, soms Gewone veldbies en een enkele maal Struikhei. Deze vegetatie lijkt zich te ontwikkelen naar heischraal grasland of heide. In enkele lagere delen (slenkjes) komen ook meer vochtminnende soorten voor, zoals Moerasstruisgras, Echte koekoeksbloem, Pitrus en Biezenknoppen.

Oostelijk van peilbuis JK17 gaat het maaiveld wat omlaag en loopt dan geleidelijk verder af tot voorbij JK16. De vegetatie duidt hier op een vochtiger standplaats en bestaat overwegend uit soorten als Moerasstruisgras, Haakmos, Haarmos, Biezenknoppen, Pitrus, Zwarte zegge,

en plaatselijk veldjes met Blauwe zegge, Blaaszegge en/of Waternavel. Regelmatig komen exemplaren Gele lis (of soms kleine veldjes daarvan), Biezenknoppen, Tormentil, Pitrus, voor en hier en daar Egelboterbloem, Kale jonker of Echte koekoeksbloem. Hier lijkt een RG van Moerasstruisgras [Kleine zeggenklasse] ontstaan, die mogelijk kan door ontwikkelen naar zeggenrijke schraallandvegetatie. Op een plek werd Draadrus aangetroffen, naar het lijkt nieuw voor dit terrein.

Ten zuidwesten van de sloot komen steeds meer basenminnende soorten in de vegetatie voor. Gewone dotterbloem komt regelmatig voor, soms met meer dan 5 ex per m2, er zijn veldjes Blaaszegge of Tweerijïge zegge en plaatselijk Snavelzegge of Bosbies, regelmatig Kale jonker, Echte koekoeksbloem, Lidrus. Opvallend is verder het regelmatig voorkomen van Zilverschoon. In natte schraallanden komt deze vaak voor op overstroomde plekken met wat kleiige bodem. Nabij de meander komen enkele veldjes Veldrus voor. Bijzonder is verder dat in dit westelijk deel van de Mars Rietorchis en Grote pimpernel voorkomen (Inberg et al., 2018). Langs de oever ligt een enkele meters brede rietkraag en daarachter de meander. Op basis van de soorten lijkt in dit deel verdere ontwikkeling naar Dotterbloemhooiland, plaatselijk Veldrusschraalland en mogelijk Blauwgrasland mogelijk.

7.4.6 Tussen Calsum, meander en Vecht

Tussen De Mars en Calsum ligt een poel (onderdeel middeleeuws tracé) omgeven door Wilgenstruweel. Een deel van de flauw hellende oeverzone is begroeid met Bosbies. Aan de noordwestzijde ligt een steile rand waar plaatselijk Veldrus groeit. Aangegeven vegetatietypen zijn 100% 09-k ? [Klasse Kleine zeggen], en daar tegenaan 50 % RG Moerasstruisgras [Verbond van Biezenknoppen en Pijpestrootje] (SBB16A-c) en 50 % RG Hondsviooltje-Tandjesgras [Verbond der Heischrale graslanden] (SBB19A-c).



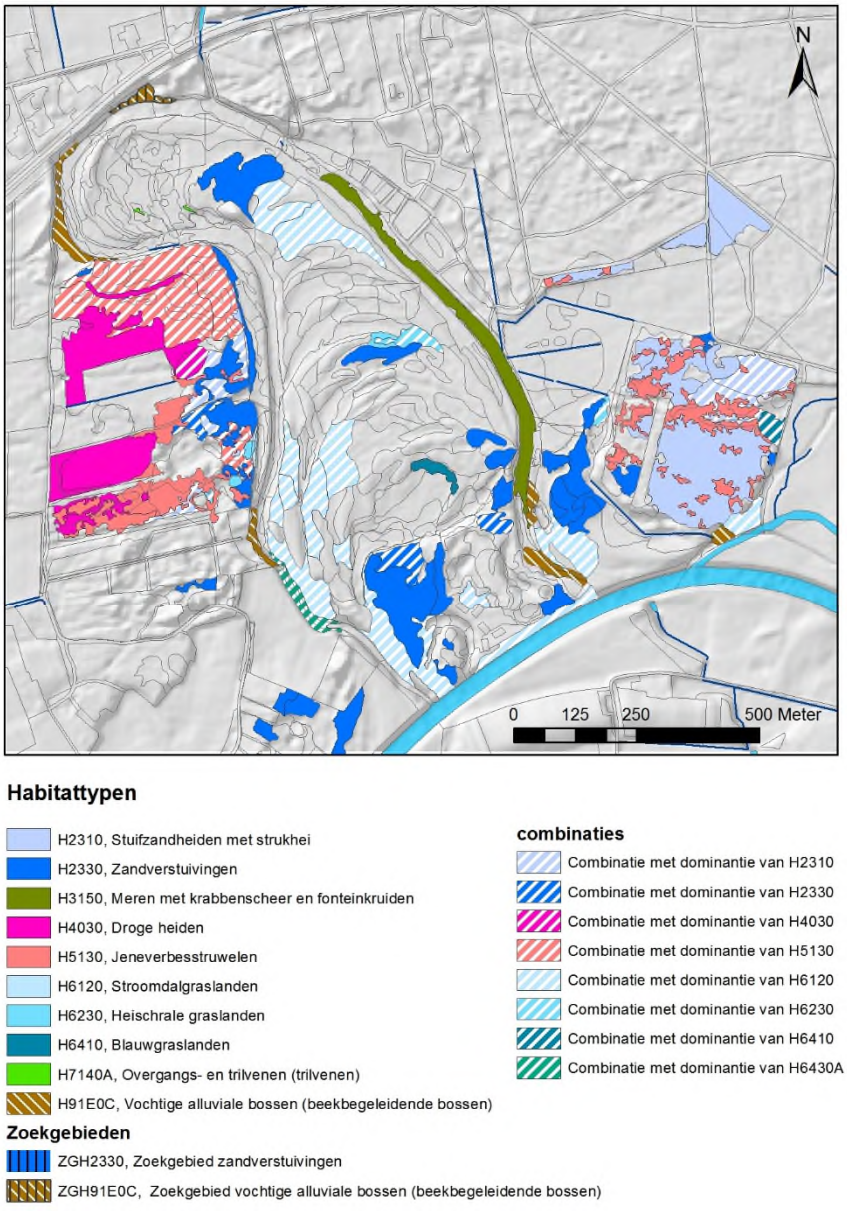
FIGUUR 7-17 BOSBIESVEGETATIE EN WILGENSTRUWEEL BIJ POEL BIJ BORING 3032 (FOTO BAS VAN DELFT)

Oostelijk van de meander ligt een hoge rug met daarop droge schraallandvegetatie. In enkele laagten geeft de vegetatiekaart een RG Smalle weegbree-Kruipende boterbloem en Rood zwenkgras [Klasse der vochtige graslanden] aan. In deze lagere delen zijn verder geen soorten van natte standplaatsen waargenomen.

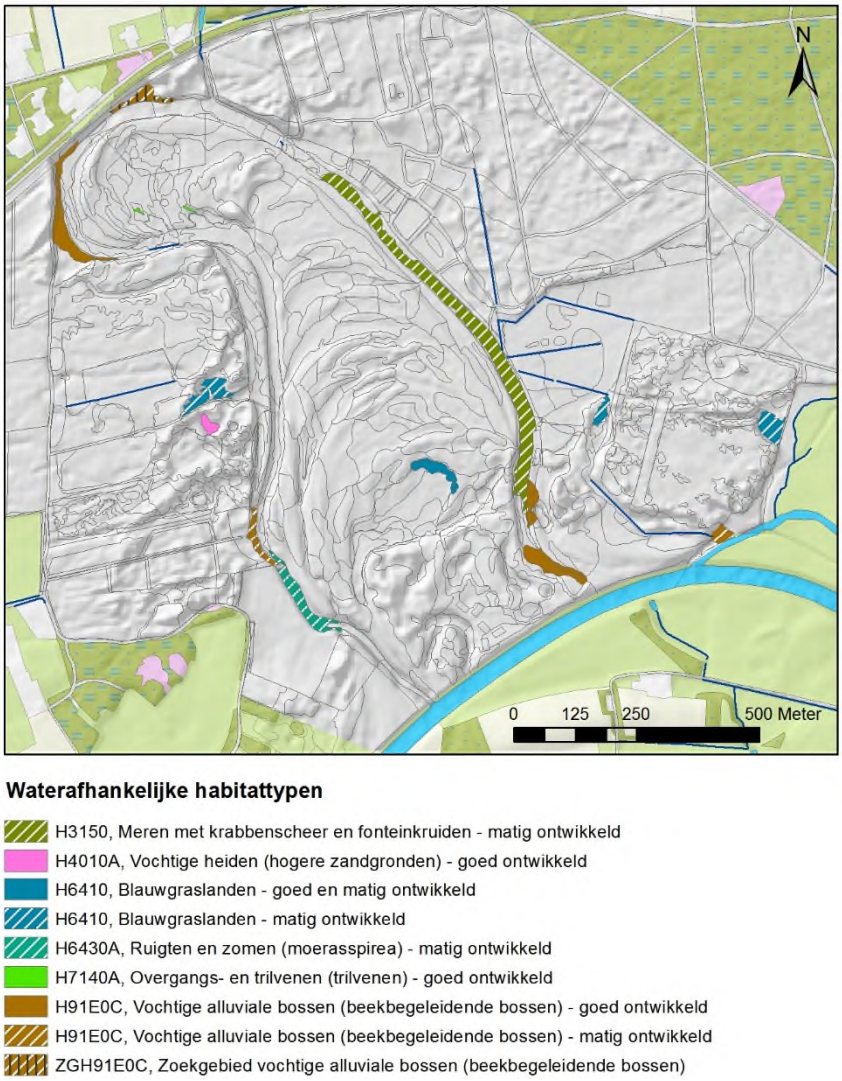


FIGUUR 7-18 RUG MET SCHRAALLANDVEGETATIE OOSTELIJK VAN DE MEANDER (FOTO BAS VAN DELFT)

7.5 Habitattypen en habitatkwaliteit



FIGUUR 7-19: HABITATTYPENKAART (VERSIE 10, NOG NIET OFFICIEEL VASTGESTELD, DD. 20 MAART 2018 PROVINCIE OVERIJSSEL)



FIGUUR 7-20: VOORKOMEN EN KWALITEIT VAN DE (GROND)WATER AFHANKELIJKE HABITATTYPEN (BRON HABITATKAART V10, D.D. 20 MAART 2018, BRON: PROVINCIE OVERIJSSEL).

Figuur 7-19 toont de habitattypenkaart, Figuur 7-20 toont de verspreiding en kwaliteit van de (grond)waterafhankelijke habitattypen. Relatief grote oppervlakken zijn aanwezig van de habitattypen H2310, H2330, H4030 , H5130 en H6120, alle op hogere en overwegend droge standplaatsen. Op de lagere delen, in en langs de meander en in voormalige beddingen komen ook (grond)waterafhankelijke habitattypen voor: H3150 in de meander, H91E0c vooral langs de oevers van de meander, H6430A, eveneens vooral in en langs de meander en H6410 (Blauwgrasland). H6230 (Heischrale graslanden) komt eveneens op diverse plekken voor, maar blijkens de onderliggende vegetatietypen betreffen de actuele voorkomens varianten van droge, niet grondwaterafhankelijke standplaatsen. Het is mogelijk dat in het gebied wel grondwaterafhankelijke vormen van Heischraal grasland tot ontwikkeling komen. Hieronder worden per habitattypen de bevindingen samengevat.

H3150 Meren met krabbenscheer en fonteinkruiden komt in het oostelijk deel van de meander over grote lengte voor, met een oppervlak van ca. 20.000 m2 (2ha). Het vegetatietype betreft SBB05B3b of DVN5Ba3 Associatie van Witte waterlelie en Gele plomp (o.b.v. kartering 2010, Inberg et al., 2011), zodoende is de kwaliteit als matig aangegeven.

De laatste jaren komen binnen dit areaal verspreid velden Krabbenscheer voor (Krabbenscheer-associatie (5Bb1), in omvang variërend van enkele tot enkele honderden vierkante meters (SNL-kartering 2017, Inberg et al, 2018; eigen waarnemingen zomer 2018). Deze associatie kwalificeert voor een goede kwaliteit. Er lijkt dus een positieve trend opgetreden sinds 2010.

H4010A Vochtige heiden (hogere zandgronden) komt alleen voor in een lokale laagte op de Dennenhoek. Het habitattype heeft er een goede kwaliteit, maar geringe oppervlakte (ca. 130 m2). Het betreft de RG Dopheide [Dopheideverbond] (SBB11A-a). Op de vegetatiekaart uit 2010 zijn nog enkele andere vlakken als vegetatietype uit het Dopheideverbond aangegeven. Deze kwalificeren echter niet, m.n. doordat het eerder het drogere Struikheide-verbond betreft (zo beschreven in het opmerkingenveld Ht-kaart, Provincie Overijssel, 2018).



FIGUUR 7-21 VRIJ RUIGE VORM VAN H6410 BLAUWGRASLAND BIJ BORING 3007, ALS GEVOLG VAN BEGRAZING (FOTO BAS VAN DELFT)

H6410 Blauwgrasland is aangegeven in een laagte aan de oostzijde van Calsum, aan de rand van een laagte op de grens van Calsum en De Mars, aan de oostelijke rand van de grote meanderrest in het zuidelijke deel van Junner Koeland s.s. (met plas) en in een lokale laagte op de overgang van De Dennenhoek naar de meander. Met uitzondering van de laagte op Junner Koeland s.s. betreft het plekken van enkele tientallen tot enkele honderden vierkante meters met de RG Blauwe zegge en Blauwe knoop (16RG05) (Kartering 2010). Op Junner Koeland s.s. is daarnaast een veel groter oppervlak (ca 1900m2) aanwezig, dat is gekarteerd als SBB16Ac2 (Veldrus-associatie, arme subassociatie (inops)). Deze laatste plantengemeenschap is in 2010 op meer plaatsen in het Junner Koeland gekarteerd (Inberg et al., 2011) maar kwalificeert daar blijkbaar niet, b.v. vanwege het ontbreken van kenmerkende schraallandsoorten. Anders dan in het habitatprofiel (Min LNV, 2008) vermeld, kennen de voorkomens van H6410 in het Junner Koeland geen hooilandbeheer, maar zijn onderdeel van de begrazingseenheid. Daarmee voldoen ze niet aan dit kenmerk van goede structuur en functie (Natura 2000 profielen document, Min LNV, 2009). Dit uit zich in een wat ruige structuur (veldwaarnemingen M. Jalink, 2018). De vraag is of op deze standplaatsen met het bestaande graasbeheer een betere kwaliteit van het habitattype kan ontwikkelen.

De in de Muts aangetroffen voorkomens van Veldrus zijn vaak in combinatie met grote zeggen soorten (Scherpe zegge, Noordse zegge, Blaaszegge, Holpijp of andere moeras-soorten (veldwaarnemingen M. Jalink, 2018). Het betreft hier naar ons oordeel geen Veldrus-associatie, maar Veldrus-dominanties in andere plantengemeenschappen (m.n. uit Riet-klasse) betreft. Veldrus is namelijk een soort van hoogtegradiënten met ondiep afstromend min of meer aëroob grondwater en komt verder voor in een breed scala aan pH-waarden en voedselrijkdom (Jalink en Jansen, 1995). Het is de vraag of de standplaatsen in de Muts voldoende voedselarm worden voor ontwikkeling van een natte schraallandvegetatie. Daartoe zou ook een hooilandbeheer nodig zijn. Het regelmatig voorkomen van Veldrus in het Junner Koeland past wel bij de vele hoog-laag gradiënten in het gebied. Kansen voor ontwikkeling van Veldrus-schraalland lijken wel te liggen in de Mars, dat een hooilandbeheer kent en al vele soorten uit dit vegetatietype herbergt.

H6430A Ruigten en zomen (Moerasspiraea) is langs het stroomafwaartse, zuidwestelijk deel van de meander aangegeven. Hoewel ruigten uit het verbond van Moerasspiraea (32Aa) vrij algemeen zijn, ook langs de meander van Junner Koeland, kwalificeren deze alleen bij aanwezigheid van bepaalde -vrij zeldzame- soorten, waaronder Lange ereprijs, Moeraswolfsmelk, Moeraslathyrus, Poelruit e.a. (Min LNV, 2008). Lange ereprijs en Poelruit komen langs het zuidwestelijk deel van de meander op meerdere plekken voor (bijlage 3.4 in Inberg et al., 2018), ook buiten het areaal waar nu het habitattype is aangegeven. Mogelijk is de verspreiding binnen het gebied nog wat groter dan tot nu vastgesteld. Het zal overwegend gaan om min of meer lintvormige begroeiïngen in de korte hoog-laag gradiënt langs de meander. Grote oppervlakten zijn daarom in dit gebied niet te verwachten.

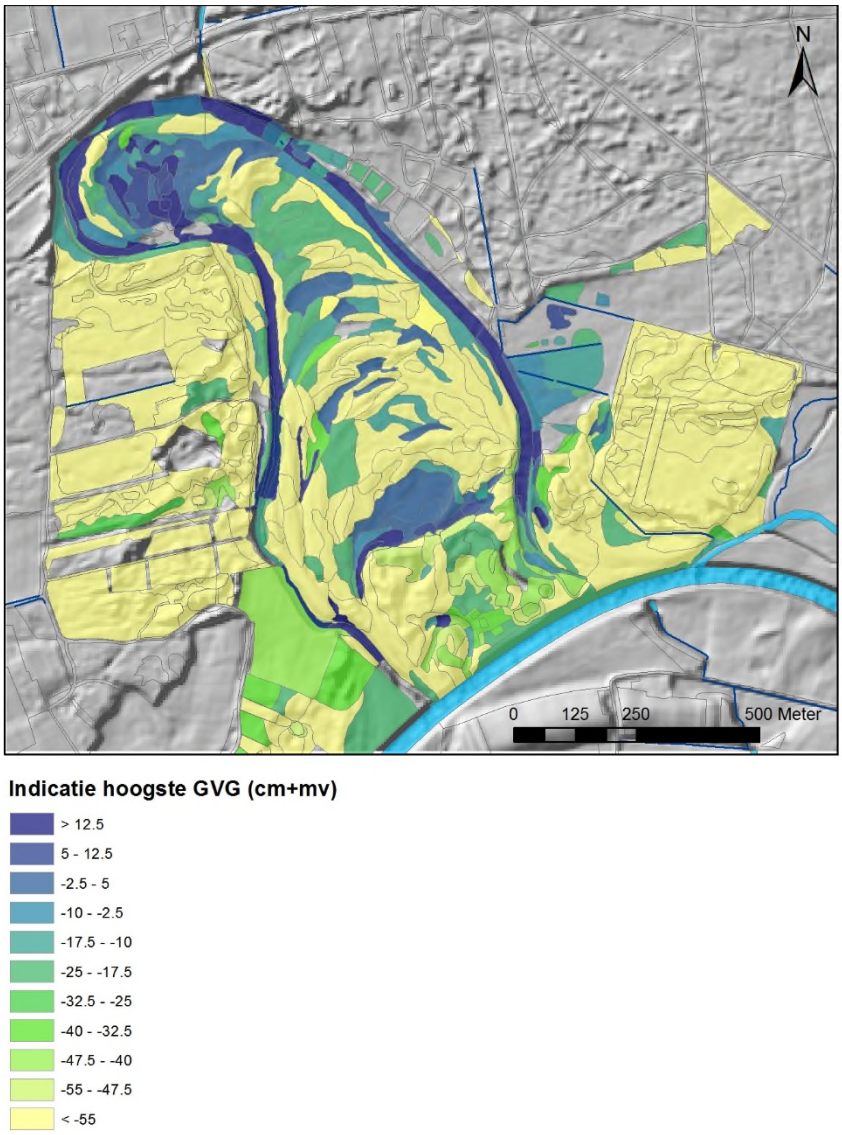
H7140A Overgangs- en trilvenen (trilveen) is op twee locaties in De Muts vastgesteld (Habitatkaart V10, Prov. Overijssel, 2018), samen iets meer dan 230 m2. Het betreft een goed ontwikkelde vorm, bestaande uit vegetatietype SBB09-f Rompgemeenschap Snavelzegge-Wateraardbei. De eveneens in het gebied aangetroffen RG Holpijp [Rietorde] (8-RG6-[8B]) kan eveneens tot H7140A gerekend worden, maar alleen in mozaïek met zelfstandig kwalificerende (sub)associaties, dat wil strikt gezien zeggen: volledig omringd door die gemeenschappen. Die zelfstandig kwalificerende gemeenschappen zijn alle gemeenschappen uit de klasse der Kleine zeggen (Min. LNV, 2008) en gebonden aan matig voedselarme tot hooguit matig voedselrijke standplaatsen (Runhaar et al., 2009). Gedetailleerde vegetatiegegevens zijn nodig om een beter beeld te krijgen van welke delen al dan niet binnen het habitattype vallen. Gezien het veel voorkomen van Grote zegge-soorten lijken de meeste standplaatsen in De Muts daarvoor (nog) te voedselrijk. Gezien de overwegend kleiïge bodem en het regelmatig optreden van overstromingen (in combinatie met kwel) ligt het voortbestaan van een ‘mesotrofe’ vorm van Grote zeggenvegetaties voor de hand. Dit betreft helaas geen onder Natura 2000 beschermd vegetatietype, maar omvat wel een grote biodiversiteit. Mogelijk liggen er wel kansen in laagten langs het bovenstroomse deel van de grote meanderrest in het zuiden van Junner Koeland s.s. of in delen van de hooilanden De Mars, indien daar aangetroffen rompgemeenschappen uit de klasse der Kleine zeggen door ontwikkelen naar betreffende associaties.

H91E0C Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen) komt in en langs de meander(resten) voor met een totale oppervlakte van ca 1,3 ha (1 ha van goede kwaliteit, 0,3 ha van matige kwaliteit) (Habitatkaart V10, Provincie Overijssel, 2018). Aan de zuidoostzijde van Calsum ligt een min of meer ronde laagte binnen een meanderrest waar de ondergroei wordt gedomineerd door Grote brandnetel en aan de randen Elzen staan (39RG04 RG Grote brandnetel [Elzenbroekverbond]). Langs het meest stroomopwaartse deel van de meander is een deel van de bossen als goede kwaliteit Alluviaal bos Het betreft de typische subassociatie (39AA02A) en de subassociatie van Zwarte bes (39AA02C) van het Elzenzegge-

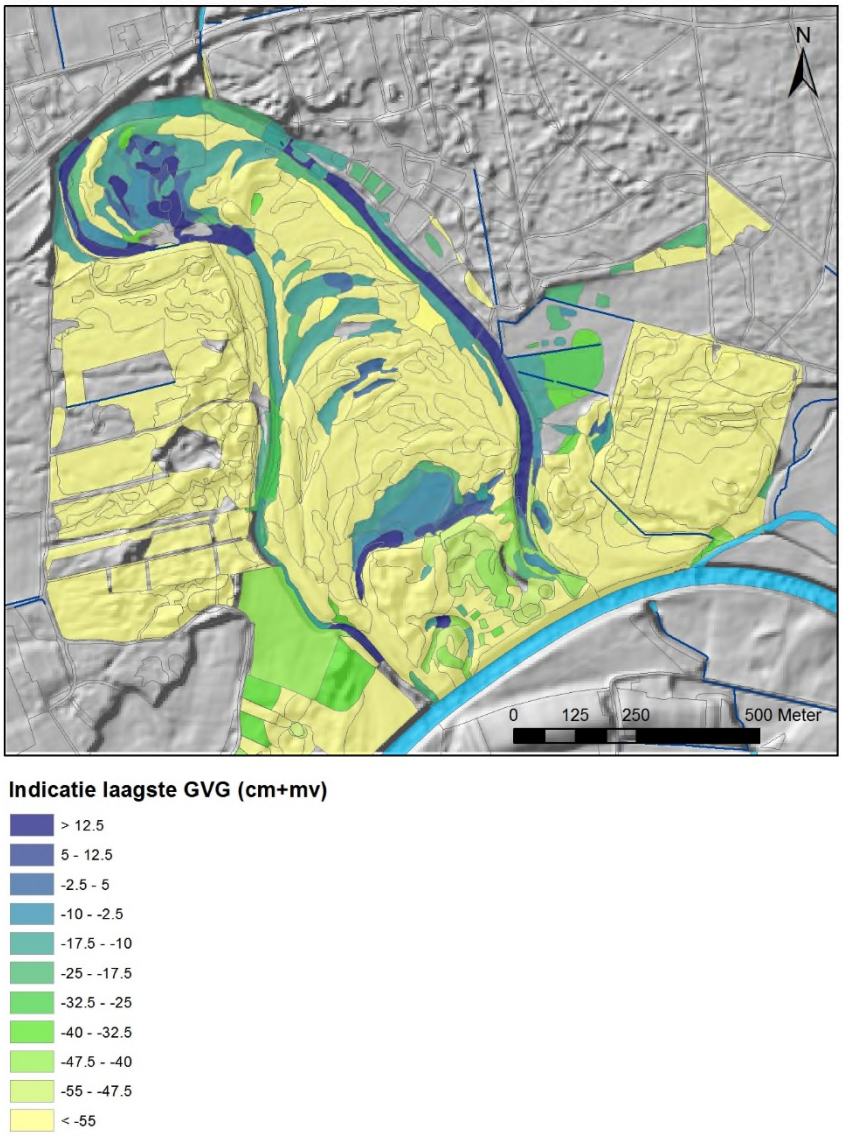
Elzenbroek. Westelijk van De Muts komt het habitattype goed ontwikkeld voor langs de buitenbocht, de vegetatie is hier benoemd als 39AA02 Elzenzegge-Elzenbroek en niet op subassociatieniveau onderverdeeld. Uit veldwaarnemingen (Mark Jalink, 2017; Bas van Delft, 2018 en soortverspreidingsgegevens Provincie Overijssel) blijkt dat zeker een deel van deze bossen een zuurminnende ondergroei hebben met o.a. Haarmos, Waternavel, Zompzegge, Snavelzegge en Moerasviooltje. Het gaat hier (deels) om de subassociatie van Zompzegge (39AA02E) de meest zuurminnende en minst voedselrijke subassociatie van het Elzenzegge-Elzenbroek (Runhaar et al., 2009). Op deze locatie stroomt zuur grondwater toe vanuit de uitgeloogde dekzandgronden. Het vormt daarmee binnen Junner Koeland een bijzonder onderdeel van het habitattype. Dit type is gevoelig voor eutrofiëring door overstroming. Bij eventuele aanpassingen in peilbeheer van de meander dient hiermee rekening te worden gehouden. Verder stroomafwaarts geeft de habitatkaart nog een Alluviaal bos met matige kwaliteit aan (geheel 39RG04 RG Grote brandnetel [Elzenbroekverbond], duidend op eutrofiëring), hoewel hier diverse kwelindicatoren zijn waargenomen, die duiden op een betere kwaliteit of potenties daartoe. Van de locatie ZG-H91E0C ten noorden van De Muts (tegen de Coevorderweg) is geen vegetatiekundige typering beschikbaar.

7.6 Indicatiewaarden vegetatietypen

Op basis van de volgens de habitatkaart aanwezige vegetatietypen zijn met ESTAR (Witte et al., 2014) per polygoon de indicatiewaarden afgeleid voor GVG, pH(KCl) en voedselrijkdom (N-getal). Aangezien veel polygonen meerdere vegetatietypen bevatten en er vaak ook veel intern reliëf is, is een kaart opgesteld met per polygoon de hoogste GVG (natste plek) en een met per polygoon de laagste GVG (droogste plek). Dit geeft een beeld van de variatie binnen de polygonen. Ook voor pH(KCl) en N-getal zijn een kaart met hoogste indicatie en een kaart met laagste indicatie vervaardigd. Voor een deel van het Natura 2000-gebied bevat de habitatkaart geen vegetatiekundige typering (maar b.v. een begroeiïngstype als ‘dennenbos’) en is geen indicatiewaarde beschikbaar.



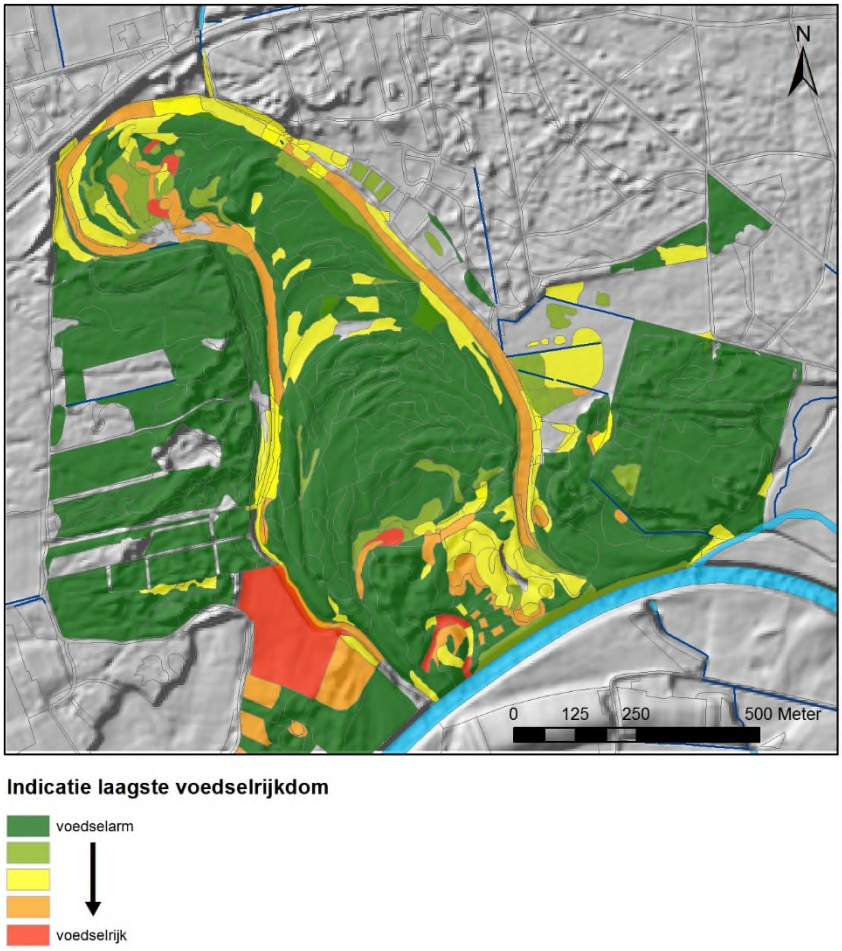
FIGUUR 7-22: GVG-INDICATIE NATSTE VEGETATIETYPE PER POLYGOON (CM BOVEN MAAIVELD)



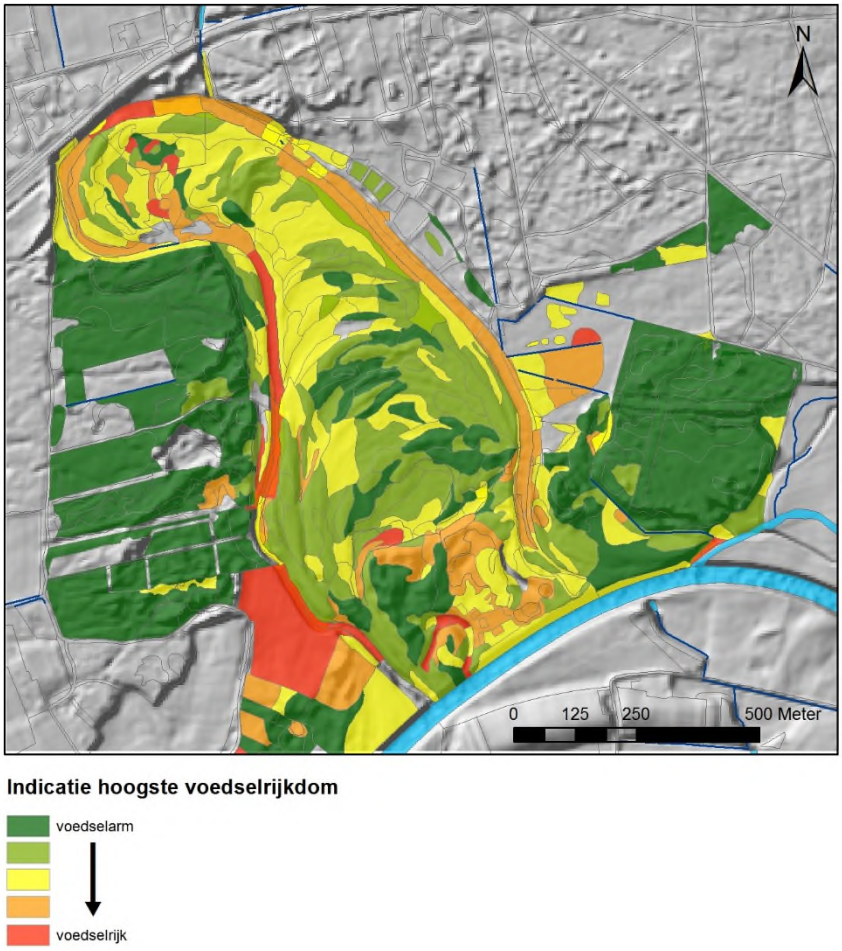
FIGUUR 7-23: GVG-INDICATIE DROOGSTE VEGETATIETYPE PER POLYGOON (CM BOVEN MAAIVELD)

Figuur 7-22 toont de kaart met hoogst geïndiceerde GVG per polygoon. Deze geeft tevens de verspreiding van voorkomens van vochtminnende vegetatietypen weer. Daarbij dient vermeld, dat deze vegetatietypen vaak maar een deel van de polygoon bezetten en de werkelijke verspreiding (binnen de polygonen) dus kleiner is, c.q. minder aaneengesloten.

Figuur 7-23 toont de kaart met laagst geïndiceerde GVG per polygoon. Polygonen die ook op deze kaart een hoge GVG vertonen, zijn integraal nat. Polygonen met een lage (diepe) GVG op deze kaart, maar hoge GVG op Figuur 7-22 herbergen dus flinke interne variatie in natheid.

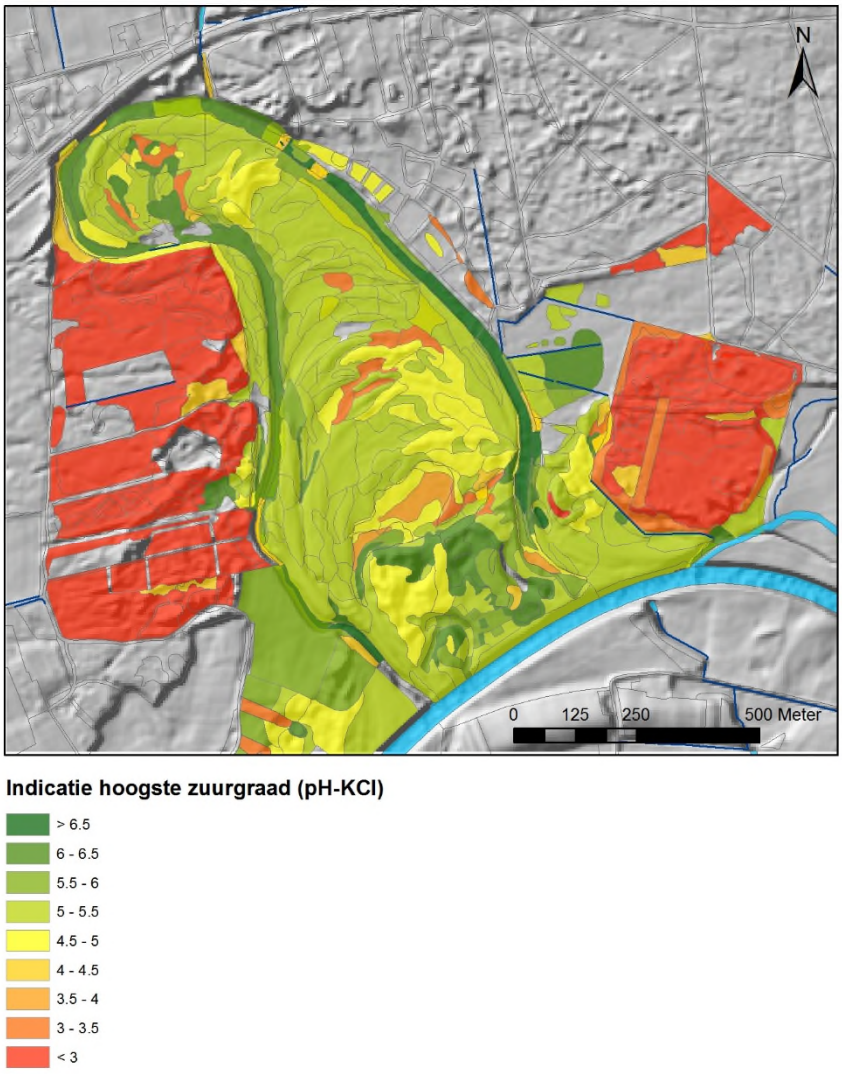


FIGUUR 7-24: VOEDSELRIJKDOM-INDICATIE MEEST EUTRAFENTE VEGETATIETYPE PER POLYGOON

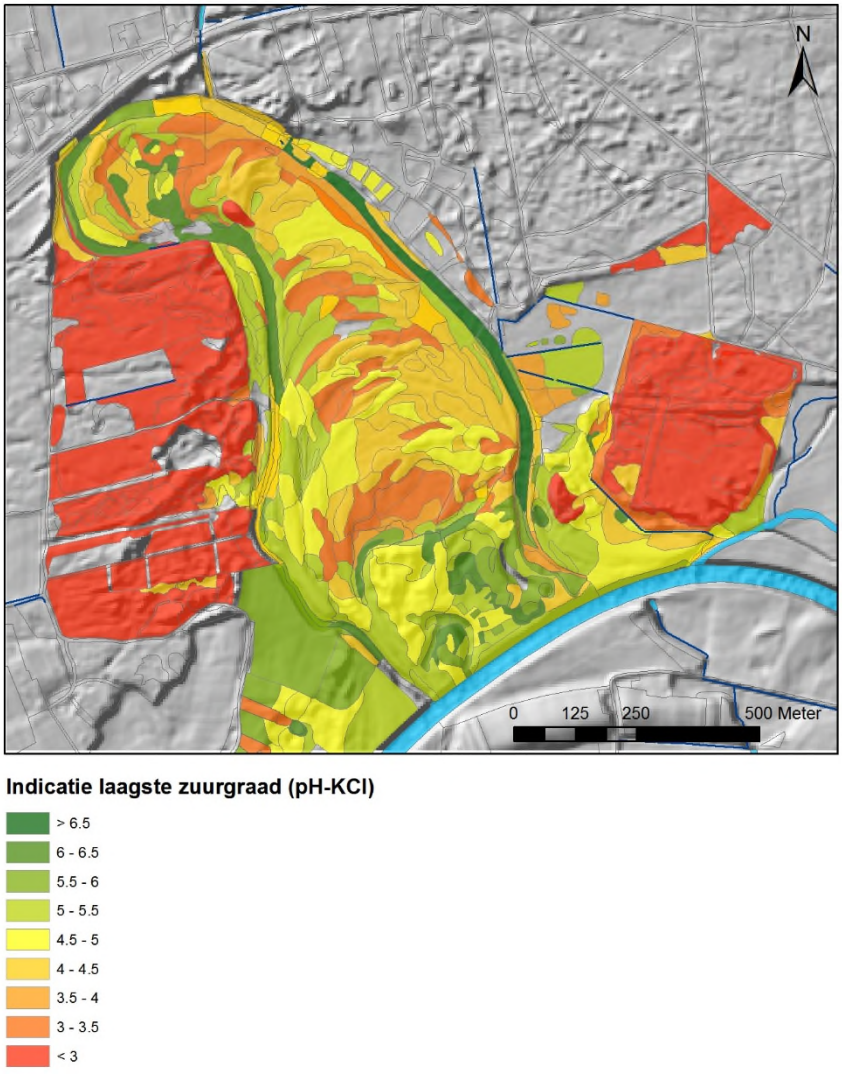


FIGUUR 7-25: VOEDSELRIJKDOM-INDICATIE MINST EUTRAFENTE VEGETATIETYPE PER POLYGOON

Figuur 7-24 toont de laagst geïndiceerde voedselrijkdom per polygoon, Figuur 7-25 de hoogst geïndiceerde voedselrijkdom. Het betreft een relatieve schaal op basis van het N-getal (Ellenberg, 1953), waarbij de indicaties overeenkomen met een scala van voedselarme tot (zeer) voedselrijke standplaatsen. De kaarten laten zien, dat in een groot deel van het gebied (integraal of plaatselijk) voedselarme standplaatsen voorkomen. Langs de meander in een aantal laagten en een aantal voormalige landbouwpercelen overheersen matig voedselrijke tot voedselrijke standplaatsen. De hooggelegen heideterreinen ten oosten en westen van de meander zijn integraal voedselarm. In de kronkelwaard zijn er vaak duidelijke verschillen binnen de polygonen en komen ook voedselrijkere standplaatsen voor, vooral in de kronkelwaardgeulen en oude rivierlopen.



FIGUUR 7-26: PH-INDICATIE MEEST BASENMINNENDE VEGETATIETYPE PER POLYGOON



FIGUUR 7-27: PH-INDICATIE MEEST ZUURMINNENDE VEGETATIETYPE PER POLYGOON

Figuur 7-26 toont de hoogst geïndiceerde pH(KCl) per polygoon, Figuur 7-27 de laagste. De vegetatie in en langs de meander wijst vaak op een hoge pH. Dat geldt ook voor delen van ‘de muts’, en enkele laagten in het zuidelijk deel van de kronkelwaard. In een deel van de oostelijke hooiland is de pH-indicatie hoog, evenals de voormalige landbouwgronden aan de zuidwestzijde van de meander. Opvallend is verder de hoge pH-indicatiewaarde in een laagte in de westelijke dekzandrug. De hoog gelegen heidegebieden hebben een lage pH-waarde. In de kronkelwaard is er op veel plekken een flinke variatie in pH-indicatie binnen de polygonen met naast neutrale tot zwak zure standplaatsen ook matig zure tot zure.

8 Literatuur

Aggenbach, C.J.S., Grijpstra, J., Jalink, M.H., 2007: Indicatorsoorten 10: Uiterwaarden. Boek, uitgave Staatsbosbeheer i.s.m. VEWIN, LNV en Kiwa. Driebergen

Asmuth, J. R., von en E. Vonk (2017), Menyanthes, Quick Start Guide, Rapportnr. KWR 2017.032, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein.

Bal, D, Beije, H.M., Fellinger, M., Haveman, R., Opstal, A.J.F.M. van & Zadelhof, F.J. van, 2001. Handboek Natuurdoeltypen. Wageningen, Expertisecentrum LNV. Rapport Expertisecentrum LNV 2001/020.

Beets, C. P., P. W. F. M. Hommel & R. W. de Waal, 2000 t/m 2005. Selectie van referentiepunten t.b.v. het Staatsbosbeheer-project terreincondities : resultaten inventarisatie 1999 t/m 2004. Wageningen, Alterra.

Booij, A.H., 1989. Bodemkaart van Nederland Schaal 1 : 50 000; Toelichting bij de kaartbladen 22 West en 22 Oost Coevorden. Wageningen, Staring Centrum/Stiboka.

Broekhorst, R., 2018: Onderzoeksopzet voor onderzoeksmatregel M41. Memo Waterschap Vechtstromen, d.d. 26-1-2018

Brouwer, F., Ten Cate, J.A.M. & Scholten, A, 1992. Bodemgeografisch onderzoek in landinrichtingsgebieden; Bodemvorming, methoden en begrippen. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 157.

Brus, D.J. & Kiestra, E., 2002. Kan de efficiëntie van bodemkarteringen op schaal 1 : 10 000 worden vergroot met het Actuele Hoogtebestand Nederland? Wageningen, Alterra. Alterra-rapport 498.

Candel, Jasper H. J. , Kleinhans, Maarten G. , Makaske, Bart, Hoek, Wim Z. , Quik, Cindy & Jakob, Wallinga (2018). "Late Holocene channel pattern change from laterally stable to meandering – a palaeohydrological reconstruction." Earth Surface Dynamics 6: 723-741.

De Bakker, H. & Schelling, J., 1989. Systeem van bodemclassificatie voor Nederland; de hogere niveaus. Wageningen, Pudoc.

De Waal, R. W. & S. P. J. v. Delft, 2014. Bodemonderzoek Liefstinghsbroek; Ecopedologisch en bodemchemisch onderzoek voor maatregelen tegen de effecten van stikstofdepositie. Wageningen, Alterra Wageningen UR. Alterra-rapport 2580.

Inberg, H., L. Leusink, R. van Grunsven, L. Anema en M. Japink, 2011: Vegetatie- en plantensoortenkartering Overijsselse Vecht 2010. Bureau Waardenburg i.o.v. Staatsbosbeheer

Jalink, M.H., Jansen, A.J.M., 1995: Indicatorsoorten 2: Beekdalen. Boek, uitgave Staatsbosbeheer i.s.m. VEWIN, IKC Natuurbeheer en Kiwa. Driebergen

Jalink, Mark en Inke Leunk, 2018: LESA Overijsselse Vecht - Fase 3: Peilverloop Vecht. Rapport KWR 2017.072, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein

Jalink, Mark, Bas van Delft en Inke Leunk, 2016: Ecohydrologische verkenning Vechtdal Ommen-Mariënberg. Rapport KWR2016.100, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein/ Wageningen Environmental Research (Alterra)

Jalink, Mark & Van der Toorn, Linda, 2018. LESA Overijsselse Vecht - Fase 3: Hydrogeologie. Nieuwegein, KWR Water Research Institute. KWR 2017.073. 30 p.

Jalink, Mark, & Linda van der Toorn, 2018: LESA Overijsselse Vecht - Fase 3: Meetnet grond- en oppervlaktewater t.b.v. LESA. Rapport KWR 2017.076, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein

Jansen, P.C. & Runhaar, J.R., 2001. Droogtestress als functie van grondwaterstand en bodemtype. Wageningen, Alterra. Alterra-rapport 367.

Kemmers, R. H. & de Waal, R. W., 1999. Ecologische typering van bodems : Deel 1 Raamwerk en humusvormtypologie. Wageningen, Alterra. Alterra-rapport 667-1. 70 p.

Kemmers, R. H., Delft, S. P. J. van & Gaast, J.W.J. van der, 2005. Kwel en Waternood; Ontwikkeling van een methode voor kartering van kwel en de evaluatie van de gevolgen van peilbeheer voor kwelpatronen. Wageningen, Alterra. Alterra-rapport 1034.

Kemmers, Rolf, Bolhuis, Popko, Lammers, Evert Jan & Jong, Bernard de, 2008. Voorkomen en bestrijden van dominantie van Pitrus in natte schraallanden; Praktijkexperiment Gees. Wageningen, Alterra. Alterra-rapport 1620.

Kemmers, R. H., Van Delft, S.P.J., Van Riel, M.C., Hommel, P.W.F.M. , Jansen, A.J.M. , Klaver, B. , Loeb, R. , Runhaar, J. & Smeenge, H. , 2011. Landschapsleutel; Leidraad voor natuurontwikkeling. Wageningen, Alterra, onderdeel van Wageningen UR. Alterra-rapport 2140.

Lamers, L.P.M., Dolle, G.E. ten, Berg, S.T.G. van den, Delft, S. P. J. van & Roelofs, J.G.M. (2001). "Differential responses of freshwater wetland soils to sulphate pollution." Biogeochemistry 55 (2001): 87-102.

Maas, G., 1995. De Overijsselse Vecht – Geomorfogenetische gesteldheid anno 1890, DLO – Staring Centrum Wageningen, Wageningen, 1995.

Maas, G. J., S. P. J. v. Delft & A. H. Heidema. (2017). "Toelichting bij de legenda Geomorfologische kaart van Nederland 1:50 000 (2017)." http://legendageomorfologie.wur.nl/. Wageningen, Wageningen Environmental Research.

Mol, Gerben, Spijker, Job, Van Gaans, Pauline & Römkens, Paul (Red), 2012. Geochemische bodematlas van Nederland. Wageningen, Wageningen Academic Publishers. 275 p.

Quik, Cindy, 2016. Historical morphodynamics of the Overijsselse Vecht: Extreme lateral migration of meander bends caused by drift-sand activity? Wageningen, Wageningen University Department of Environmental Sciences. Master Thesis.

Quik, Cindy & Wallinga, Jakob (2018). "Reconstructing lateral migration rates in meandering systems – a novel Bayesian approach combining optically stimulated luminescence (OSL) dating and historical maps." Earth Surface Dynamics 6: 705-721.

REGIS II v2.1 en v2.2 www.dinoloket.nl

Roerink, Gerbert. (2018, 10-Januari-2018). "Hoogwater in beeld gebracht." Groenmonitor.nl nieuwsbericht, http://www.groenmonitor.nl/news/hoogwater-beeld. Wageningen, Wageningen Environmental Research.

Runhaar, J., M. H. Jalink, H. Hunneman, J. P. M. Witte & S. M. Hennekens, 2009. Ecologische vereisten habitattypen. Nieuwegein, KWR Watercycle Research Institute. KWR 09.018.

Runhaar, H. & S. Hennekens, 2014. 'Hydrologische Randvoorwaarden Natuur' Versie 3; Gebruikershandleiding. Wageningen, Nieuwegein, Utrecht, Alterra Wageningen UR, KWR Watercycle Research Institute, STOWA.

Runhaar, J.R., Kuijpers, H., Boogaard, H.L., Schouwenberg, E.P.A.G. & Jansen, P. C., 2003. Natuurgericht Landevaluatiesysteem (NATLES) versie 2. Wageningen, Alterra Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-rapport 550

Schwertz, C.A., Schaminée, J.H.J. & Dijk, E. 1996. Nardetea. In: Schaminée, J.H.J., Weeda, E.J. & Westhoff, V. (eds.) De vegetatie van Nederland. Deel 3. Plantengemeenschappen van graslanden, zomen en droge heiden, pp. 263-286. Opulus Press, Uppsala, SE.

Ten Cate, J.A.M., Van Holst, A.F., Kleijer, H. & Stolp, J., 1995. Handleiding bodemgeografisch onderzoek; Richtlijnen en voorschriften; Deel A: Bodem. Wageningen, SC-DLO. Technisch document 19A.

Van Beek, K. & Jalink, M.H. et al. (2001). "De verzwaveling van grondwater in zandgronden." Landschap 18(4): 263-272.

Van Delft, S. P. J., Kemmers, R. H. & Jongmans, A.G., 2005. Pyrietvorming in relatie tot interne eutrofiëring en verzuring. Wageningen, Alterra. Alterra-rapport 1161.

Van Delft, Bas, De Waal, Rein, Kemmers, Rolf, Mekkink, Peter & Sevink, Jan, 2006. Field guide Humus Forms; Description and classification of humus forms for ecological applications. Wageningen, Alterra.

Van Delft, S. P. J., 2013. Meta-data beschrijving HumBase. Wageningen, Alterra. Nota

Van Delft, S. P. J. , Maas, G. J. & De Waal, R.W. (2015). "De Landschapsleutel OnLine." 2015, http://landschapsleutel.wur.nl/. Wageningen, Alterra - WageningenUR.

Van Delft, S.P.J. , De Groot, W.J.M. & Maas, G. J., 2017. Bodemkartering van een deel van Landgoed Twickel; Kartering bodem en grondwater met beoordeling bosbouwgeschiktheid en natuurpotentie. Wageningen, Wageningen Environmental Research. WEnR-rapport 2857. 114 p.

Van Delft, S. P. J., 2018. Natuurpotentie voor enkele percelen Willinks Weust; Aanvullend ecopedologisch en bodemchemisch onderzoek PAS/Natura 2000 Willinks Weust. Wageningen, WENR. WENR-rapport 2913. 72 p.

Van Delft, Bas en Gilbert Maas, 2018: Mini LESA Verlengde nevengeul bij Junne. WENR-rapport CONCEPT, Wageningen, Wageningen Environmental Research.

Van der Spek, J., & Bakker, M. (2017). The influence of the length of the calibration period and observation frequency on predictive uncertainty in time series modelling of groundwater dynamics. Water Resources Research 53, pp. 2294-2311.

Verdonschot, R.C.M., Runhaar, J., Buijse, A.D., Bijkerk, R. & Verdonschot, P.F.M., 2016. Doorstroommoerassen en moerasbeken; typebeschrijvingen en ontwikkeling maatlatten voor

de biologische kwaliteitselementen. Zoetwatersystemen. Wageningen, Zoetwatersystemen, Wageningen Environmental Research.

Von Asmuth, J., C. Maas, M. Bakker en J. Petersen, 2008: Modeling time series of ground water head fluctuations subjected to multiple stresses. Groundwater 46:1 p30-40.

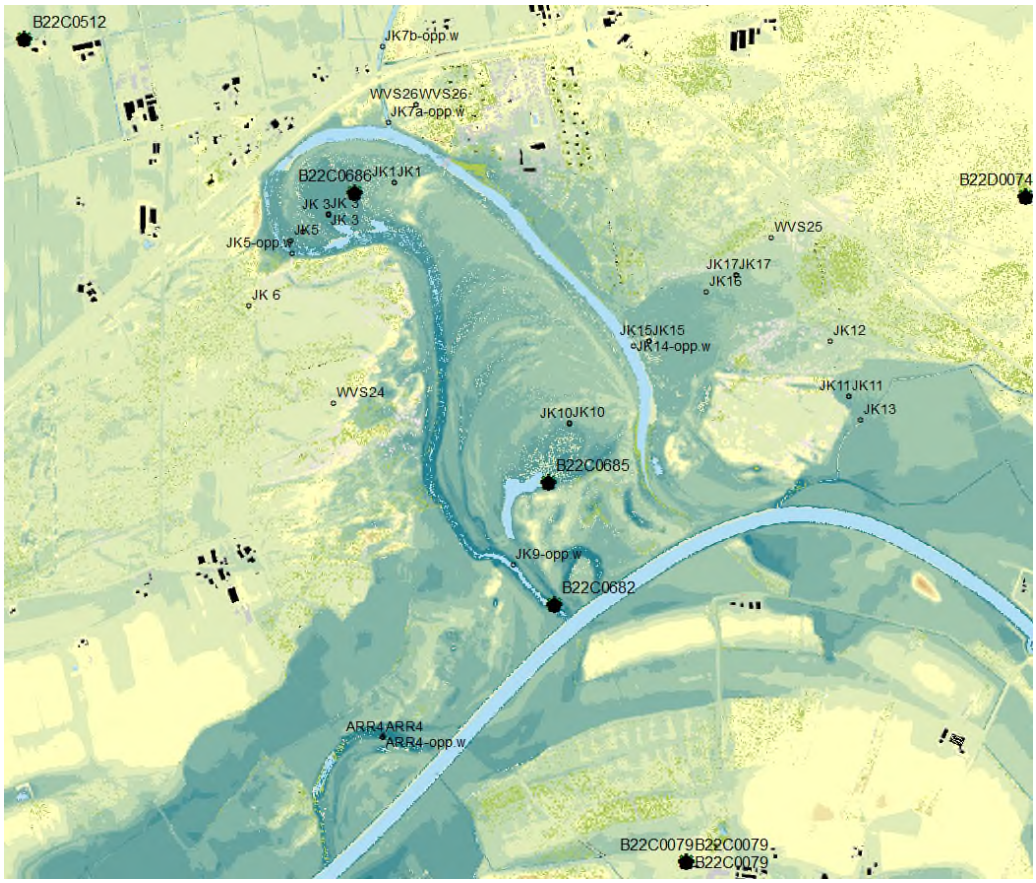
Witte, J.P.M., Bartholomeus, R.P., Cirkel, D.G., Doomernik, E., Fujita, Y. & Runhaar, J. (2014) Manual and description of ESTAR, version 01; A software tool to analyse vegetation plots, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein,

Wolfert, H.P., Maas, G. J. & Dirkx, G.H.P., 1996. Het meandergedrag van de Overijsselse Vecht : historische morfodynamiek en kansrijkdom voor natuurontwikkeling Wageningen, DLO-Staring Centrum. Staring Centrum Rapport 408.

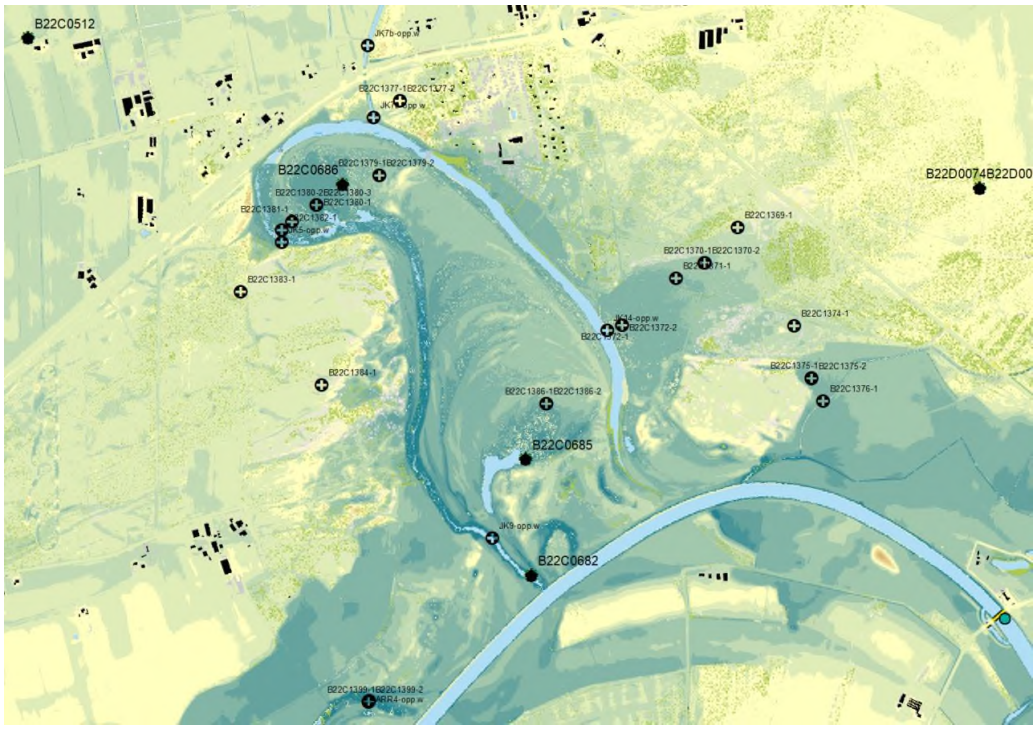
Wopereis, F.A. & Rutten, G, 1971. De bodemgesteldheid van het ruilverkavelingsgebied Dedemsvaart. Wageningen, Stichting voor Bodemkartering. Stiboka-rapport 836.

9 Bijlagen

Bijlage I Ligging meetpunten grond- en oppervlaktewaterstanden



FIGUUR 9-1: MEETPUNTEN GROND- EN OPPERVLAKTEWATERSTANDEN (LOKALE NUMMERS WVS)



FIGUUR 9-2: MEETPUNTEN GROND- EN OPPERVLAKTEWATERSTANDEN IN EN ROND JUNNER KOELAND (NITG-NUMMERS)

Beschikbare meetreeksen:

- Meetreeksen N2000-meetnet WVS (reeksen van april/mei 2017 tot november 2018); alle meetpunten hebben een lokale code (WVS of JK) gekregen, de peilbuizen hebben ook een NITG-code gekregen;
- Meetreeksen provinciaal meetnet (voor zover beschikbaar op 30 november 2018);
- Meetreeksen dino overige peilbuizen in/direct om JK (gedownload op 23 juli 2018; oude reeksen, of niet verder gaand dan uit provincie-Menyanthes-bestand al bleek);
- Peilreeksen Hessel Mullertbrug, Stuw Junne boven- en benedenstrooms (verstrekt door Waterschap Vechtstromen).

Beschikbare boorstaten:

- Voor zover in dino beschikbaar zijn boringen uit de wijde omgeving gedownload en ingelezen in Menyanthes;
- De boringen van het N2000-meetnet zijn door Waterschap Vechtstromen aangeleverd en ingelezen in Menyanthes;
- De boringen van het meetnet Vecht (WSVS/WDOD) (en het meetnet LESA/N2000) (WVSV) ontbreken nog in Dino; ze hebben wel een NITG-nummer;
- Boringen van studenten en promovendi van WUR en UU (o.a. boringen Jasper Candel); deze zijn niet in dino-format beschikbaar en konden niet in Menyanthes ingelezen; ze zijn wel gebruikt in de geologisch/bodemkundige doorsneden.

Bijlage II Resultaten tijdreeksanalyse grondwaterstanden

TOELICHTING TABEL:

Kleuren:

-groen: model is betrouwbaar zowel als lengte criterium wel als niet wordt meegenomen

-oranje: model is alleen betrouwbaar indien lengte criterium niet wordt meegenomen

-rood: model is onbetrouwbaar

Kolommen:

EVP: explained variance percentage -> geeft mate aan waarin de gws wordt verklaard door de verklarende variabelen en is daarmee maat voor betrouwbaarheid model.

MAE: mean absolute error

RMSE: root mean square error

RMSI: root mean sqaure innovation

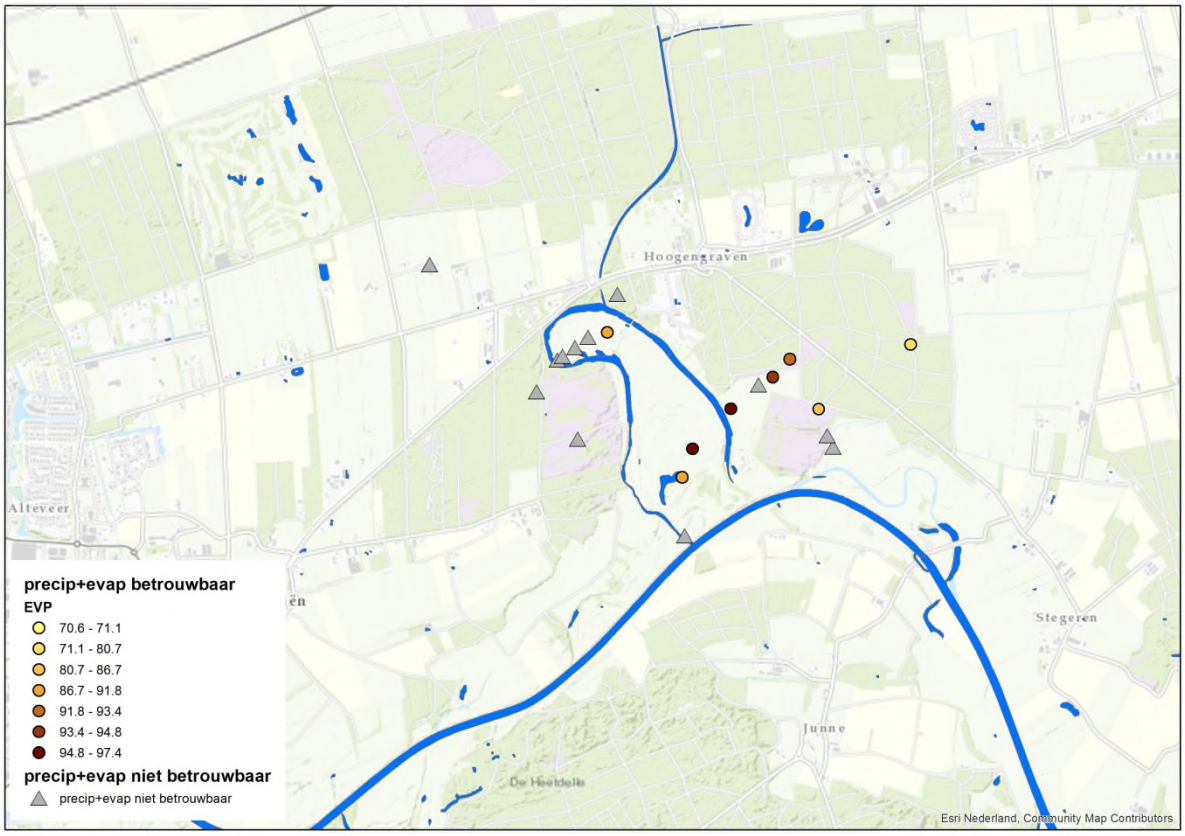
betrouwbaar: beoordeling betrouwbaarheid met alle criteria. 1=betrouwbaar 0=onbetrouwbaar

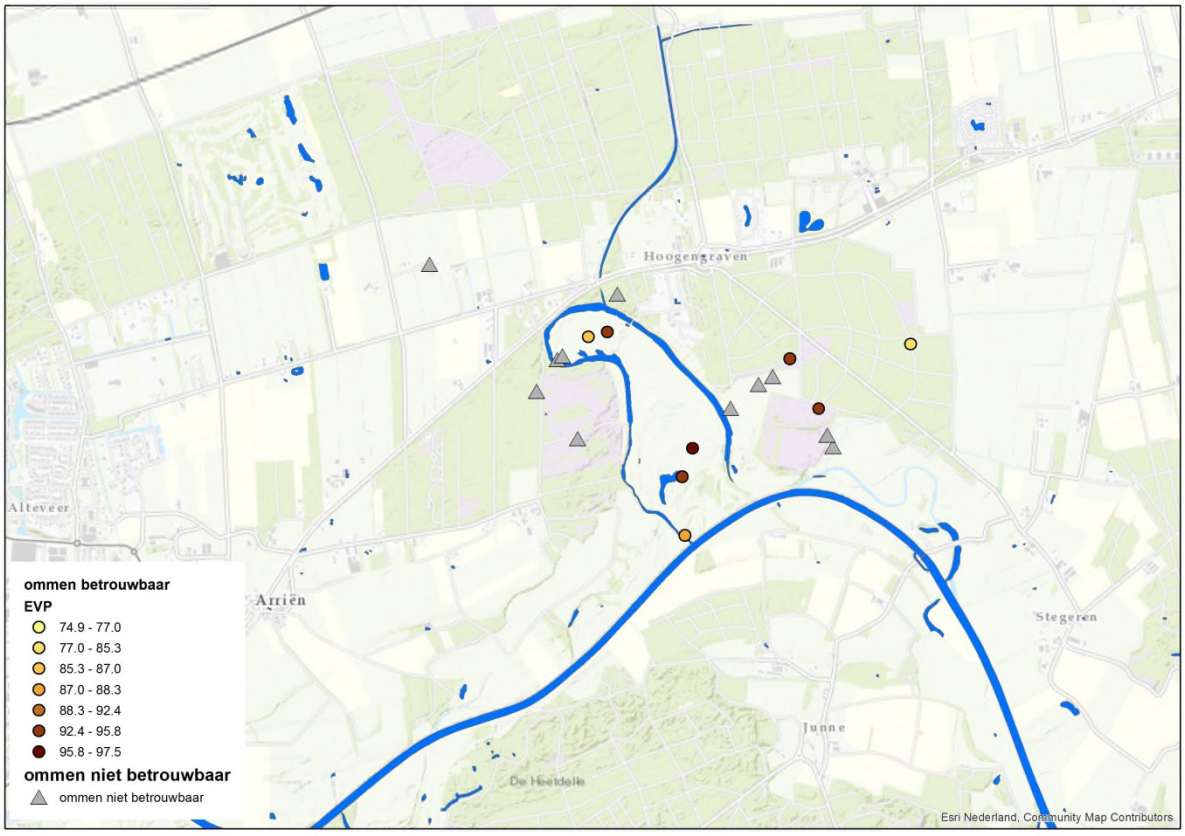
betr zonder t90: beoordeling betrouwbaarheid zonder lengte criterium. 1=betrouwbaar 0=onbetrouwbaar

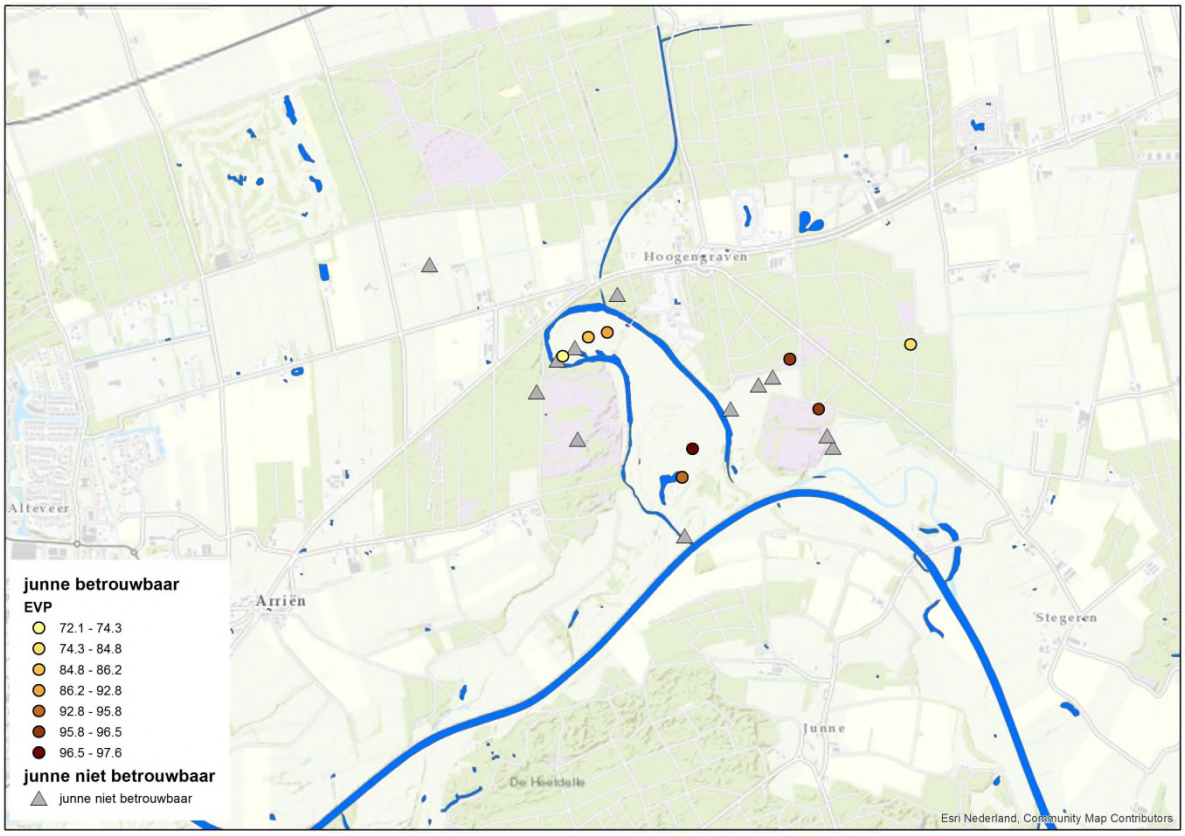
M0 river; is maat voor de invloed van het rivierpeil op de grondwaterstanden.

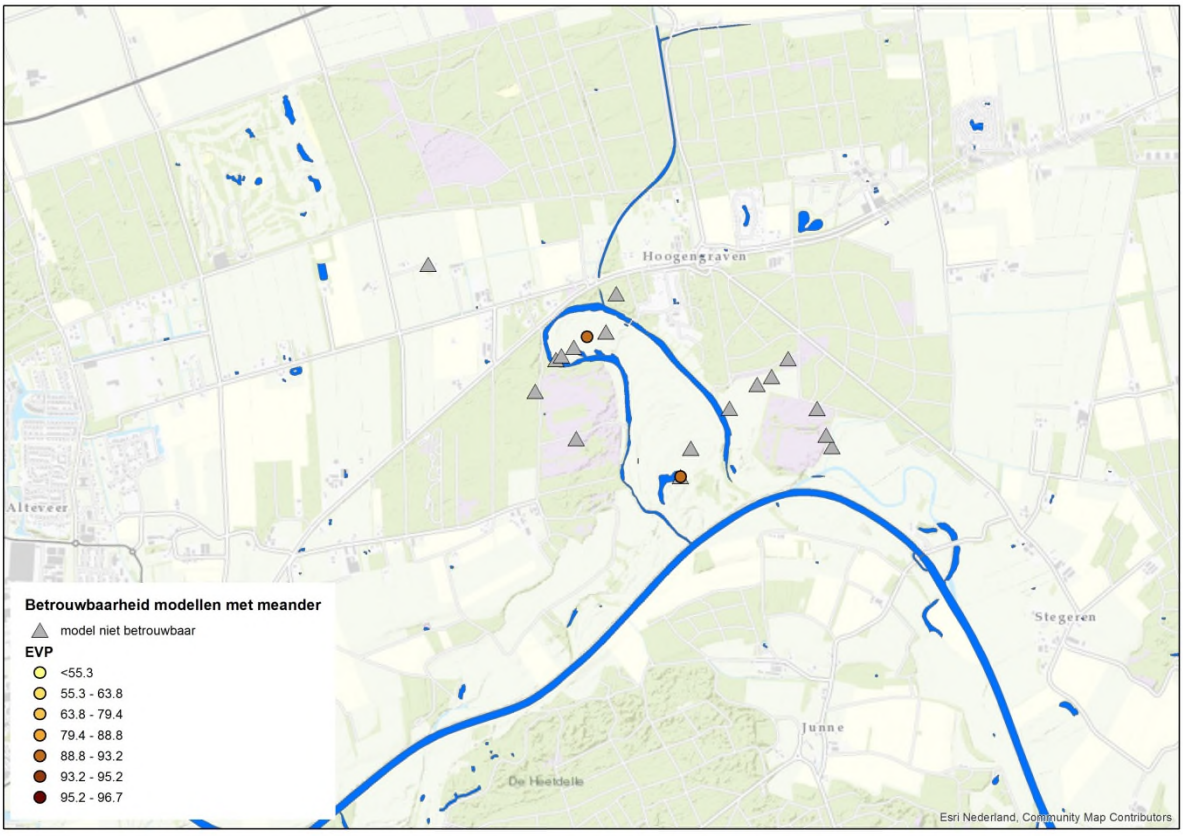
Name	EVP	XCoordinate	YCoordinate	ZCoordinate	IsNonLinear	SampleFrequency	IsHeadSampled	IsInterpolated	EVP	MAE	RMSE	RMSI	DrainageBase	M0_river	betrouwbaar	betr zonde
B22D0074_kort_2_2_ommenb (2)	85.07	230345	506157	-52.4	FALSE	daily	TRUE	TRUE	85.07	0.057	0.072	0.02	4.724	0.293	1	1
B22D0074_kort_2_2_Junne_ben(2)	85.95	230345	506157	-52.4	FALSE	daily	TRUE	TRUE	85.95	0.054	0.07	0.019	4.805	0.249	1	1
B22D0074_kort_2_2(2)	77.65	230345	506157	-52.4	FALSE	daily	TRUE	TRUE	77.65	0.069	0.088	0.023	5.459	NA	1	1
B22D0074_kort_1_ommenb(2)	85.15	230345	506157	-0.973	FALSE	daily	TRUE	TRUE	85.15	0.083	0.109	0.032	4.84	0.359	1	1
B22D0074_kort_1_Junne_ben(2)	84.53	230345	506157	-0.973	FALSE	daily	TRUE	TRUE	84.53	0.083	0.111	0.031	5.196	0.21	1	1
B22D0074_kort_1(2)	80.07	230345	506157	-0.973	FALSE	daily	TRUE	TRUE	80.07	0.098	0.126	0.035	5.737	NA	1	1
B22D0074_2(2)	77.62	230345	506157	-52.4	FALSE	daily	TRUE	TRUE	77.62	0.069	0.088	0.023	5.46	NA	1	1
B22D0074_1(2)	80.09	230345	506157	-0.973	FALSE	daily	TRUE	TRUE	80.09	0.098	0.126	0.036	5.738	NA	1	1
B22C1386_2_ommenb(2)	97.48	229216	505617	-0.27	FALSE	daily	TRUE	TRUE	97.48	0.031	0.042	0.026	4.092	0.053	0	1
B22C1386_2_meander9(2)	95.08	229216	505617	-0.27	FALSE	daily	TRUE	TRUE	95.08	0.043	0.058	0.027	0.335	0.157	0	0
B22C1386_2_meander14(2)	94.79	229216	505617	-0.27	FALSE	daily	TRUE	TRUE	94.79	0.049	0.06	0.026	2.616	0.397	0	0
B22C1386_2_Junne_ben(2)	97.56	229216	505617	-0.27	FALSE	daily	TRUE	TRUE	97.56	0.03	0.041	0.026	4.091	0.045	0	1
B22C1386_2(2)	97.29	229216	505617	-0.27	FALSE	daily	TRUE	TRUE	97.29	0.033	0.043	0.026	4.19	NA	0	1
B22C1386_1_ommenb(2)	97.25	229216	505617	4	FALSE	daily	TRUE	TRUE	97.25	0.032	0.043	0.031	4.13	0.026	0	1
B22C1386_1_meander9(2)	94.8	229216	505617	4	FALSE	daily	TRUE	TRUE	94.8	0.044	0.06	0.031	1.993	0.121	0	0
B22C1386_1_meander14(2)	94.99	229216	505617	4	FALSE	daily	TRUE	TRUE	94.99	0.048	0.059	0.031	2.576	0.414	0	0
B22C1386_1_Junne_ben(2)	97.3	229216	505617	4	FALSE	daily	TRUE	TRUE	97.3	0.031	0.043	0.031	4.121	0.026	0	1
B22C1386_1(2)	97.21	229216	505617	4	FALSE	daily	TRUE	TRUE	97.21	0.033	0.044	0.031	4.179	NA	0	1
B22C1384_1_ommenb(2)	95.73	228623	505667	0.91	FALSE	daily	TRUE	TRUE	95.73	0.046	0.062	0.02	1.267	0.847	0	0
B22C1384_1_meander9(2)	96.93	228623	505667	0.91	FALSE	daily	TRUE	TRUE	96.93	0.038	0.053	0.022	-114.768	0.706	0	0
B22C1384_1_Junne_ben(2)	96.48	228623	505667	0.91	FALSE	daily	TRUE	TRUE	96.48	0.04	0.056	0.02	1.897	0.521	0	0
B22C1384_1(2)	83.2	228623	505667	0.91	FALSE	daily	TRUE	TRUE	83.2	0.099	0.123	0.021	2.903	NA	0	0
B22C1383_1_ommenb(2)	94.35	228411	505912	-0.07	FALSE	daily	TRUE	TRUE	94.35	0.048	0.067	0.023	2.405	0.609	0	0
B22C1383_1_meander9(2)	95.11	228411	505912	-0.07	FALSE	daily	TRUE	TRUE	95.11	0.046	0.064	0.025	-425.557	0.599	0	0
B22C1383_1_Junne_ben(2)	95.5	228411	505912	-0.07	FALSE	daily	TRUE	TRUE	95.5	0.043	0.06	0.023	2.882	0.427	0	0
B22C1383_1(2)	83.68	228411	505912	-0.07	FALSE	daily	TRUE	TRUE	83.68	0.092	0.114	0.026	3.409	NA	0	0
B22C1382_1_ommenb(2)	72.64	228518	506075	3.21	FALSE	daily	TRUE	TRUE	72.64	0.019	0.034	0.029	4.15	0.136	0	0
B22C1382_1_meander5(2)	90.51	228518	506075	3.21	FALSE	daily	TRUE	TRUE	90.51	0.012	0.02	0.024	0.304	0.923	0	0
B22C1382_1_Junne_ben(2)	67.39	228518	506075	3.21	FALSE	daily	TRUE	TRUE	67.39	0.021	0.037	0.03	4.26	0.091	0	0
B22C1382_1(2)	52.41	228518	506075	3.21	FALSE	daily	TRUE	TRUE	52.41	0.021	0.045	0.032	4.471	NA	0	0
B22C1381_1_ommenb(2)	75.44	228546	506096	4.03	FALSE	daily	TRUE	TRUE	75.44	0.021	0.037	0.034	4.192	0.125	0	0
B22C1381_1_meander5(2)	88.28	228546	506096	4.03	FALSE	daily	TRUE	TRUE	88.28	0.016	0.025	0.031	0.687	0.854	0	0
B22C1381_1_Junne_ben(2)	72.55	228546	506096	4.03	FALSE	daily	TRUE	TRUE	72.55	0.022	0.039	0.035	4.288	0.077	1	1
B22C1381_1(2)	62.57	228546	506096	4.03	FALSE	daily	TRUE	TRUE	62.57	0.023	0.046	0.036	4.487	NA	0	0
B22C1380_2_ommenb(2)	77.91	228610	506140	3.35	FALSE	daily	TRUE	TRUE	77.91	0.021	0.035	0.028	4.275	0.092	1	1
B22C1380_2_meander5(2)	89.82	228610	506140	3.35	FALSE	daily	TRUE	TRUE	89.82	0.016	0.024	0.023	1.287	0.723	0	0
B22C1380_2_Junne_ben(2)	75	228610	506140	3.35	FALSE	daily	TRUE	TRUE	75	0.022	0.037	0.029	4.363	0.05	1	1
B22C1380_2(2)	70.71	228610	506140	3.35	FALSE	daily	TRUE	TRUE	70.71	0.021	0.04	0.03	4.489	NA	1	1
B22C1380_1_ommenb(2)	71.22	228610	506140	4.45	FALSE	daily	TRUE	TRUE	71.22	0.024	0.039	0.03	4.3	0.08	1	1
B22C1380_1_meander5(2)	84.67	228610	506140	4.45	FALSE	daily	TRUE	TRUE	84.67	0.021	0.028	0.024	1.088	0.77	0	0
B22C1380_1_Junne_ben(2)	68.25	228610	506140	4.45	FALSE	daily	TRUE	TRUE	68.25	0.024	0.04	0.031	4.393	0.038	0	0
B22C1380_1(2)	65.56	228610	506140	4.45	FALSE	daily	TRUE	TRUE	65.56	0.023	0.042	0.032	4.491	NA	0	0
B22C1379_2_ommenb(2)	92.22	228776	506219	-0.15	FALSE	daily	TRUE	TRUE	92.22	0.03	0.044	0.036	4.238	0.064	0	1
B22C1379_2_meander7a(2)	93.38	228776	506219	-0.15	FALSE	daily	TRUE	TRUE	93.38	0.026	0.041	0.037	-1.715	1.239	0	0
B22C1379_2_meander5(2)	89.84	228776	506219	-0.15	FALSE	daily	TRUE	TRUE	89.84	0.035	0.05	0.037	-2.104	0.595	0	0
B22C1379_2_Junne_ben(2)	92.1	228776	506219	-0.15	FALSE	daily	TRUE	TRUE	92.1	0.031	0.044	0.036	4.182	0.042	0	1
B22C1379_2(2)	91.45	228776	506219	-0.15	FALSE	daily	TRUE	TRUE	91.45	0.032	0.046	0.036	4.313	NA	0	1
B22C1379_1_ommenb(2)	92.51	228776	506219	4.24	FALSE	daily	TRUE	TRUE	92.51	0.03	0.043	0.036	4.235	0.068	0	1
B22C1379_1_meander7a(2)	93.53	228776	506219	4.24	FALSE	daily	TRUE	TRUE	93.53	0.026	0.04	0.037	-1.699	1.237	0	0
B22C1379_1_meander5(2)	89.8	228776	506219	4.24	FALSE	daily	TRUE	TRUE	89.8	0.036	0.051	0.038	2.111	0.471	0	0
B22C1379_1_Junne_ben(2)	92.43	228776	506219	4.24	FALSE	daily	TRUE	TRUE	92.43	0.03	0.044	0.036	4.184	0.046	0	1
B22C1379_1(2)	91.65	228776	506219	4.24	FALSE	daily	TRUE	TRUE	91.65	0.032	0.046	0.036	4.323	NA	0	1
B22C1377_2_ommenb(2)	93.6	228830	506416	1.22	FALSE	daily	TRUE	TRUE	93.6	0.03	0.04	0.019	4.322	0.145	0	0
B22C1377_2_meander7a(2)	94.41	228830	506416	1.22	FALSE	daily	TRUE	TRUE	94.41	0.027	0.038	0.021	-3.972	1.645	0	0
B22C1377_2_Junne_ben(2)	93.86	228830	506416	1.22	FALSE	daily	TRUE	TRUE	93.86	0.03	0.04	0.019	4.315	0.097	0	0
B22C1377_2(2)	90.17	228830	506416	1.22	FALSE	daily	TRUE	TRUE	90.17	0.037	0.05	0.022	4.479	NA	0	0
B22C1377_1_ommenb(2)	93.75	228830	506416	4.96	FALSE	daily	TRUE	TRUE	93.75	0.031	0.04	0.02	4.164	0.143	0	0
B22C1377_1_meander7a(2)	94.49	228830	506416	4.96	FALSE	daily	TRUE	TRUE	94.49	0.027	0.039	0.021	-4.086	1.641	0	0
B22C1377_1_Junne_ben(2)	93.79	228830	506416	4.96	FALSE	daily	TRUE	TRUE	93.79	0.031	0.04	0.019	4.247	0.103	0	0
B22C1377_1(2)	90.13	228830	506416	4.96	FALSE	daily	TRUE	TRUE	90.13	0.038	0.051	0.022	4.409	NA	0	0

Name	EVP	XCoordinate	YCoordinate	ZCoordinate	IsNonLinear	SampleFrequency	IsHeadSampled	IsInterpolated	EVP	MAE	RMSE	RMSI	DrainageBase	M0_river	betrouwbaar	betr zonde
B22C1376_1_ommenb(2)	84.41	229946	505625	3.43	FALSE	daily	TRUE	TRUE	84.41	0.088	0.107	0.046	1.998	0.779	0	0
B22C1376_1_meander14(2)	53.73	229946	505625	3.43	FALSE	daily	TRUE	TRUE	53.73	0.137	0.184	0.066	3.948	0	0	0
B22C1376_1_Junne_ben(2)	87.23	229946	505625	3.43	FALSE	daily	TRUE	TRUE	87.23	0.08	0.097	0.046	1.148	0.503	0	0
B22C1376_1(2)	60.22	229946	505625	3.43	FALSE	daily	TRUE	TRUE	60.22	0.124	0.171	0.062	3.544	NA	0	0
B22C1375_2_ommenb(2)	86.44	229915	505685	-0.73	FALSE	daily	TRUE	TRUE	86.44	0.084	0.104	0.03	1.943	0.869	0	0
B22C1375_2_meander14(2)	61.86	229915	505685	-0.73	FALSE	daily	TRUE	TRUE	61.86	0.142	0.175	0.04	4.396	0	0	0
B22C1375_2_Junne_ben(2)	91.01	229915	505685	-0.73	FALSE	daily	TRUE	TRUE	91.01	0.069	0.085	0.028	1.154	0.556	0	0
B22C1375_2(2)	68.68	229915	505685	-0.73	FALSE	daily	TRUE	TRUE	68.68	0.123	0.159	0.034	3.577	NA	0	0
B22C1375_1_ommenb(2)	87.04	229915	505685	3.68	FALSE	daily	TRUE	TRUE	87.04	0.082	0.102	0.028	1.851	0.882	0	0
B22C1375_1_meander14(2)	62.18	229915	505685	3.68	FALSE	daily	TRUE	TRUE	62.18	0.141	0.174	0.038	4.362	0	0	0
B22C1375_1_Junne_ben(2)	91.28	229915	505685	3.68	FALSE	daily	TRUE	TRUE	91.28	0.067	0.084	0.027	1.157	0.56	0	0
B22C1375_1(2)	70.39	229915	505685	3.68	FALSE	daily	TRUE	TRUE	70.39	0.121	0.154	0.032	3.407	NA	0	0
B22C1374_1_ommenb(2)	94.49	229870	505822	0.19	FALSE	daily	TRUE	TRUE	94.49	0.06	0.075	0.024	2.454	0.707	0	1
B22C1374_1_meander14(2)	81.61	229870	505822	0.19	FALSE	daily	TRUE	TRUE	81.61	0.109	0.138	0.023	-7864.3	0	0	0
B22C1374_1_Junne_ben(2)	96.04	229870	505822	0.19	FALSE	daily	TRUE	TRUE	96.04	0.049	0.064	0.023	2.61	0.489	0	1
B22C1374_1(2)	86.13	229870	505822	0.19	FALSE	daily	TRUE	TRUE	86.13	0.096	0.119	0.024	3.841	NA	0	1
B22C1372_2_ommenb(2)	97.01	229415	505824	-0.58	FALSE	daily	TRUE	TRUE	97.01	0.027	0.034	0.019	4.455	0.025	0	1
B22C1372_2_meander14(2)	96.31	229415	505824	-0.58	FALSE	daily	TRUE	TRUE	96.31	0.031	0.038	0.018	1.413	0.537	0	0
B22C1372_2_Junne_ben(2)	97	229415	505824	-0.58	FALSE	daily	TRUE	TRUE	97	0.027	0.034	0.019	4.444	0.016	0	1
B22C1372_2(2)	96.95	229415	505824	-0.58	FALSE	daily	TRUE	TRUE	96.95	0.027	0.034	0.02	4.504	NA	0	1
B22C1372_1_ommenb(2)	96.94	229415	505824	4.16	FALSE	daily	TRUE	TRUE	96.94	0.027	0.034	0.019	4.445	0.017	0	0
B22C1372_1_meander14(2)	96.59	229415	505824	4.16	FALSE	daily	TRUE	TRUE	96.59	0.03	0.036	0.018	1.336	0.554	0	0
B22C1372_1_Junne_ben(2)	96.93	229415	505824	4.16	FALSE	daily	TRUE	TRUE	96.93	0.027	0.034	0.019	4.438	0.01	0	0
B22C1372_1(2)	96.91	229415	505824	4.16	FALSE	daily	TRUE	TRUE	96.91	0.027	0.034	0.019	4.484	NA	0	1
B22C1371_1_ommenb(2)	93.57	229559	505947	4.43	FALSE	daily	TRUE	TRUE	93.57	0.052	0.068	0.047	3.748	0	0	0
B22C1371_1_meander14(2)	93.32	229559	505947	4.43	FALSE	daily	TRUE	TRUE	93.32	0.053	0.069	0.047	1.807	0.688	0	0
B22C1371_1_Junne_ben(2)	93.57	229559	505947	4.43	FALSE	daily	TRUE	TRUE	93.57	0.052	0.068	0.047	3.757	0	0	0
B22C1371_1(2)	93.57	229559	505947	4.43	FALSE	daily	TRUE	TRUE	93.57	0.052	0.068	0.047	3.656	NA	0	0
B22C1370_2_ommenb(2)	96.78	229633	505988	0.26	FALSE	daily	TRUE	TRUE	96.78	0.042	0.053	0.029	4.462	0.148	0	1
B22C1370_2_meander14(2)	91.77	229633	505988	0.26	FALSE	daily	TRUE	TRUE	91.77	0.071	0.085	0.03	3.02	0.204	0	0
B22C1370_2_Junne_ben(2)	97.03	229633	505988	0.26	FALSE	daily	TRUE	TRUE	97.03	0.039	0.051	0.029	4.508	0.1	0	1
B22C1370_2(2)	95.81	229633	505988	0.26	FALSE	daily	TRUE	TRUE	95.81	0.049	0.061	0.029	4.728	NA	0	1
B22C1370_1_ommenb(2)	94.74	229633	505988	4.68	FALSE	daily	TRUE	TRUE	94.74	0.057	0.074	0.052	4.854	0.002	0	0
B22C1370_1_meander14(2)	92.21	229633	505988	4.68	FALSE	daily	TRUE	TRUE	92.21	0.071	0.09	0.052	3.375	0.363	0	0
B22C1370_1_Junne_ben(2)	94.76	229633	505988	4.68	FALSE	daily	TRUE	TRUE	94.76	0.057	0.074	0.052	4.844	0.007	0	0
B22C1370_1(2)	94.75	229633	505988	4.68	FALSE	daily	TRUE	TRUE	94.75	0.057	0.074	0.052	4.861	NA	0	1
B22C1369_1_ommenb(2)	95.65	229720	506082	4.94	FALSE	daily	TRUE	TRUE	95.65	0.053	0.069	0.035	4.217	0.245	0	1
B22C1369_1_meander14(2)	88.65	229720	506082	4.94	FALSE	daily	TRUE	TRUE	88.65	0.095	0.115	0.039	-9.355	0.002	0	0
B22C1369_1_Junne_ben(2)	96.48	229720	506082	4.94	FALSE	daily	TRUE	TRUE	96.48	0.045	0.062	0.035	4.276	0.204	0	1
B22C1369_1(2)	92.97	229720	506082	4.94	FALSE	daily	TRUE	TRUE	92.97	0.07	0.087	0.035	4.711	NA	0	1
B22C0686_1_ommenb(2)	85.34	228678.2	506194	3.49	FALSE	daily	TRUE	TRUE	85.34	0.021	0.029	0.021	4.606	0.025	0	1
B22C0686_1_meander7a(2)	91.95	228678.2	506194	3.49	FALSE	daily	TRUE	TRUE	91.95	0.02	0.028	0.022	2.458	0.457	1	1
B22C0686_1_meander5(2)	91.65	228678.2	506194	3.49	FALSE	daily	TRUE	TRUE	91.65	0.021	0.028	0.021	3.27	0.314	1	1
B22C0686_1_Junne_ben(2)	85.36	228678.2	506194	3.49	FALSE	daily	TRUE	TRUE	85.36	0.021	0.029	0.021	4.615	0.017	0	1
B22C0686_1(2)	84.92	228678.2	506194	3.49	FALSE	daily	TRUE	TRUE	84.92	0.021	0.029	0.021	4.61	NA	0	0
B22C0685_1_ommenb(2)	92.67	229162.8	505471	3.027	FALSE	daily	TRUE	TRUE	92.67	0.046	0.06	0.018	2.977	0.396	1	1
B22C0685_1_meander9(2)	89.25	229162.8	505471	3.027	FALSE	daily	TRUE	TRUE	89.25	0.025	0.032	0.028	3.457	0.041	0	0
B22C0685_1_meander14(2)	91.35	229162.8	505471	3.027	FALSE	daily	TRUE	TRUE	91.35	0.021	0.028	0.028	1.225	0.573	1	1
B22C0685_1_Junne_ben(2)	92.89	229162.8	505471	3.027	FALSE	daily	TRUE	TRUE	92.89	0.047	0.059	0.018	3.102	0.323	1	1
B22C0685_1(2)	89.34	229162.8	505471	3.027	FALSE	daily	TRUE	TRUE	89.34	0.055	0.072	0.019	3.924	NA	1	1
B22C0682_1_ommenb(2)	88.18	229178.4	505166	2.5	FALSE	daily	TRUE	TRUE	88.18	0.067	0.098	0.061	0.441	0.94	1	1
B22C0682_1_Junne_ben(2)	93.4	229178.4	505166	2.5	FALSE	daily	TRUE	TRUE	93.4	0.051	0.074	0.051	1.039	0.689	0	0
B22C0682_1(2)	47.77	229178.4	505166	2.5	FALSE	daily	TRUE	TRUE	47.77	0.145	0.207	0.087	2.704	NA	0	0
B22C0509_kort_1_ommenb(2)	68.9	227856.8	506569	4.075	FALSE	daily	TRUE	TRUE	68.9	0.071	0.093	0.045	5.081	0.15	0	0
B22C0509_kort_1_meander5(2)	71.28	227856.8	506569	4.075	FALSE	daily	TRUE	TRUE	71.28	0.069	0.09	0.051	-1.009	0.882	0	0
B22C0509_kort_1_Junne_ben(2)	71.95	227856.8	506569	4.075	FALSE	daily	TRUE	TRUE	71.95	0.066	0.088	0.045	5.095	0.139	0	0
B22C0509_kort_1(2)	65.49	227856.8	506569	4.075	FALSE	daily	TRUE	TRUE	65.49	0.074	0.098	0.045	5.472	NA	0	0
B22C0509_1(2)	65.04	227856.8	506569	4.075	FALSE	daily	TRUE	TRUE	65.04	0.074	0.099	0.046	5.472	NA	0	0

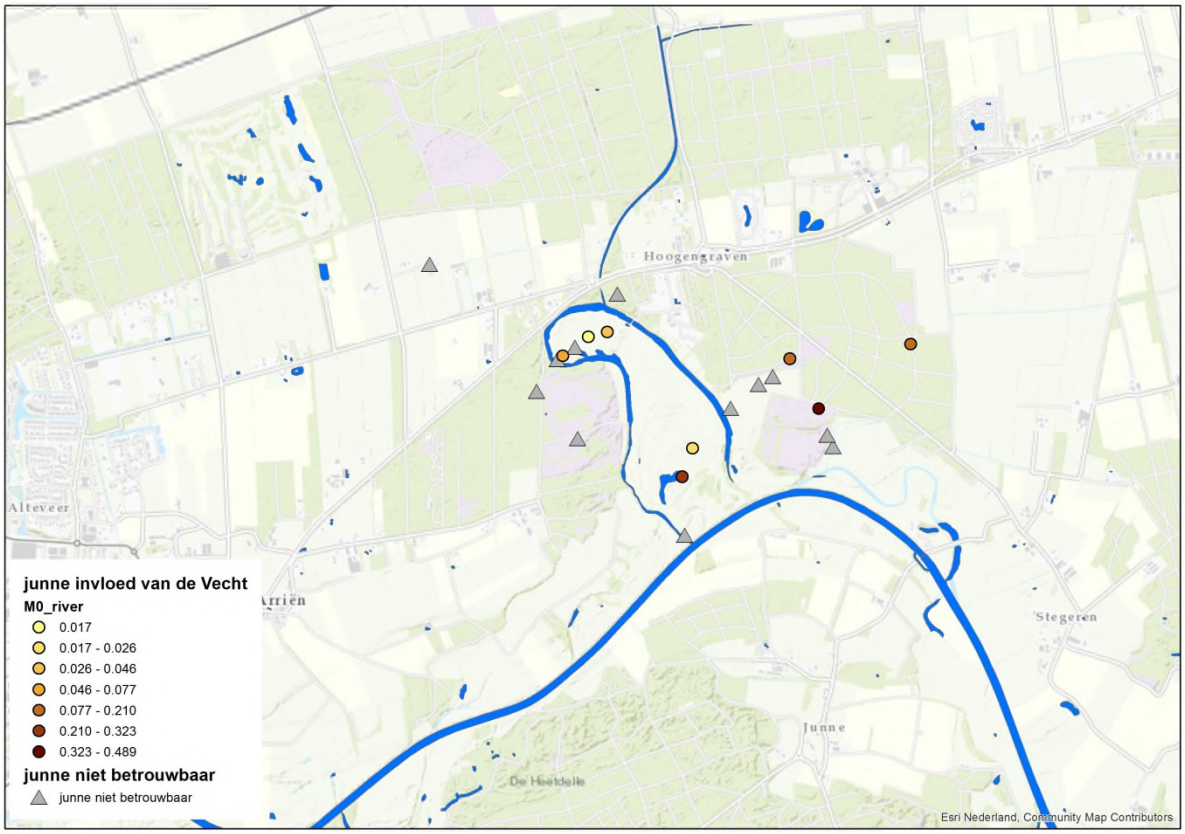

Hoogengraven
Alteveer
Stegeren
Junne
De Heetdelle
precip+evap betrouwbaar
EVP
70.6 - 71.1
71.1 - 80.7
80.7 - 86.7
86.7 - 91.8
91.8 - 93.4
93.4 - 94.8
94.8 - 97.4
precip+evap niet betrouwbaar
precip+evap niet betrouwbaar
Esri Nederland, Community Map Contributors

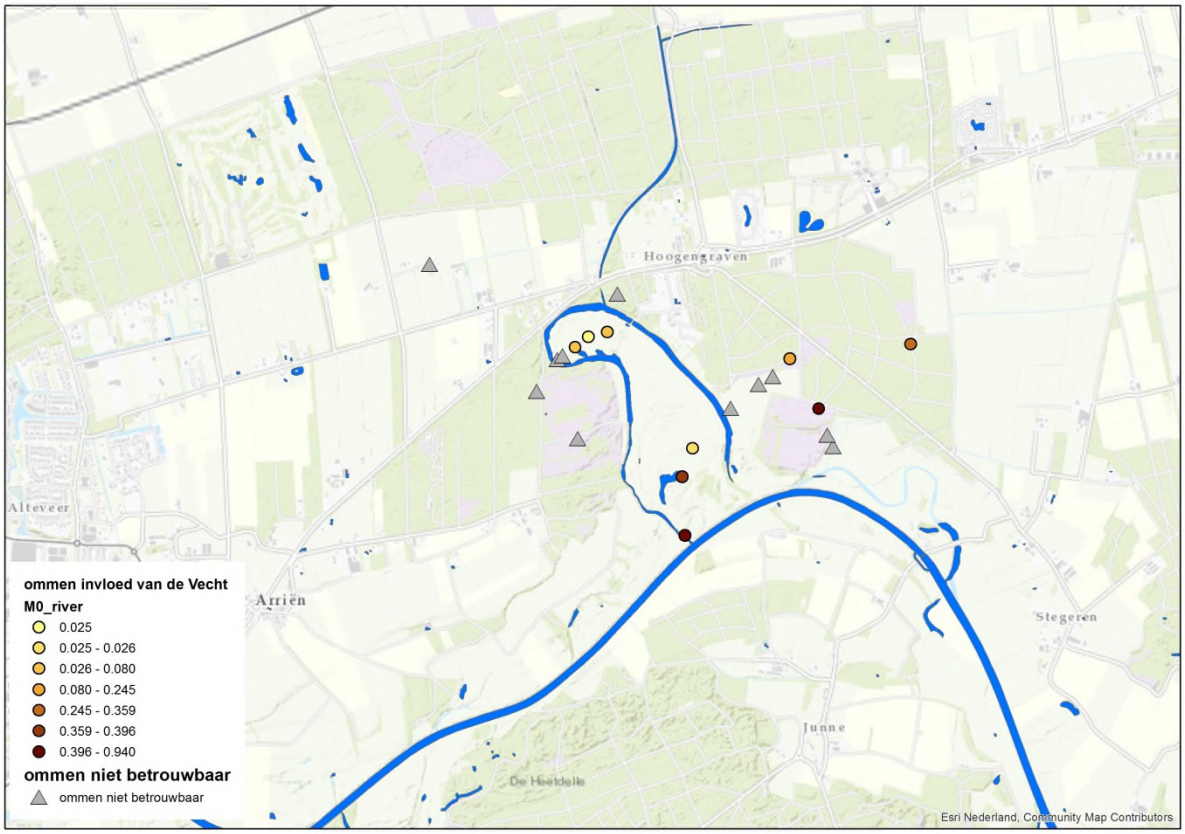

Hoogengraven
Alteveer
Arrien
Stegeren
Junne
De Heetdelle
ommen betrouwbaar
EVP
74.9 - 77.0
77.0 - 85.3
85.3 - 87.0
87.0 - 88.3
88.3 - 92.4
92.4 - 95.8
95.8 - 97.5
ommen niet betrouwbaar
ommen niet betrouwbaar
Esri Nederland, Community Map Contributors

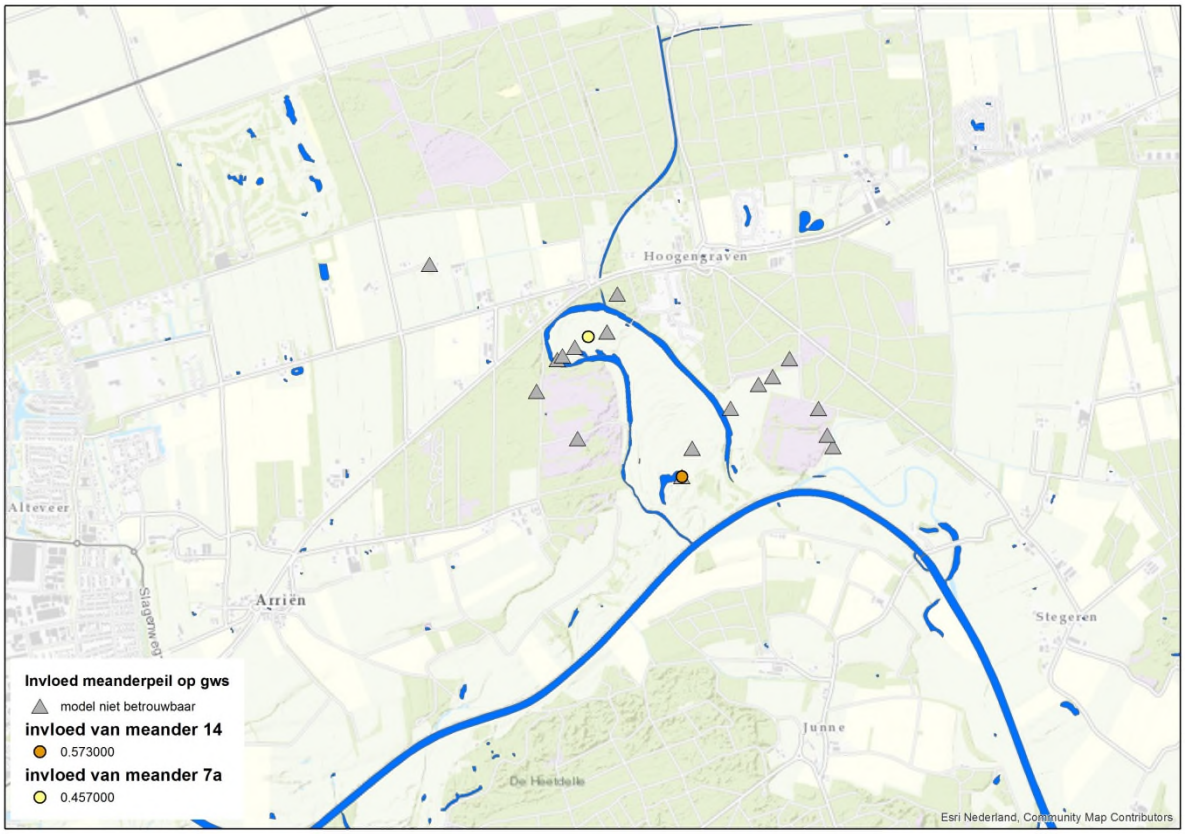

junne betrouwbaar
EVP
72.1 - 74.3
74.3 - 84.8
84.8 - 86.2
86.2 - 92.8
92.8 - 95.8
95.8 - 96.5
96.5 - 97.6
junne niet betrouwbaar
junne niet betrouwbaar
Hoogengraven
Alteveer
Arriën
Stegeren
Junne
De Heetdelle
Esri Nederland, Community Map Contributors


Betrouwbaarheid modellen met meander
model niet betrouwbaar
EVP
<55.3
55.3 - 63.8
63.8 - 79.4
79.4 - 88.8
88.8 - 93.2
93.2 - 95.2
95.2 - 96.7
Hoogengraven
Alteveer
Stegeren
Junne
De Heetdelle
Esri Nederland, Community Map Contributors

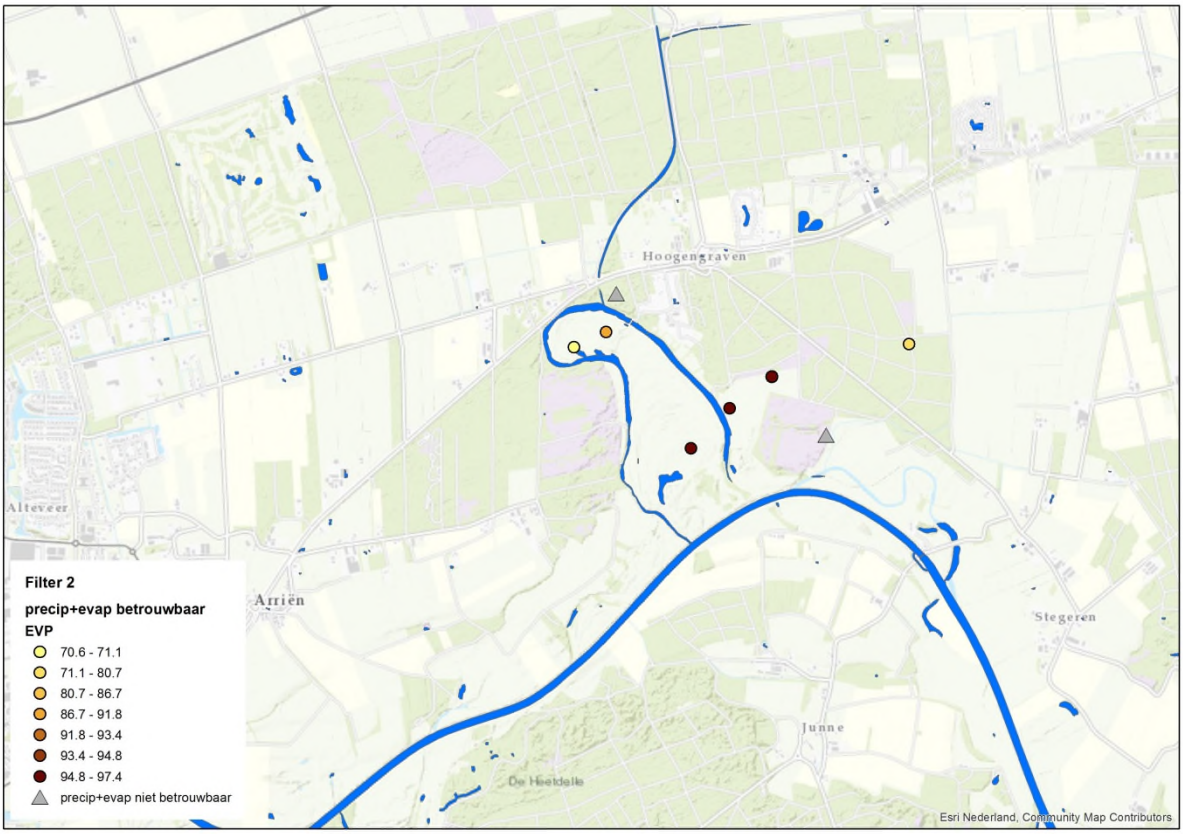
Invloed van Meander en rivier

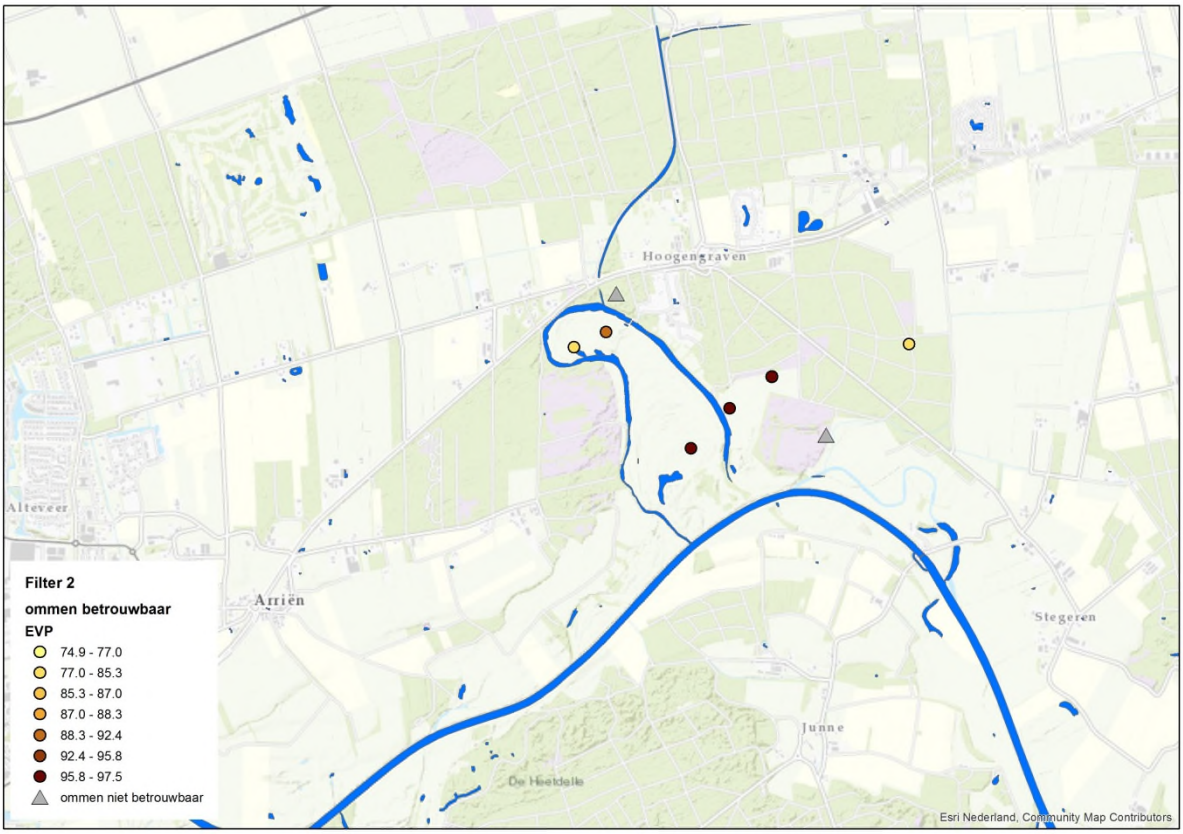


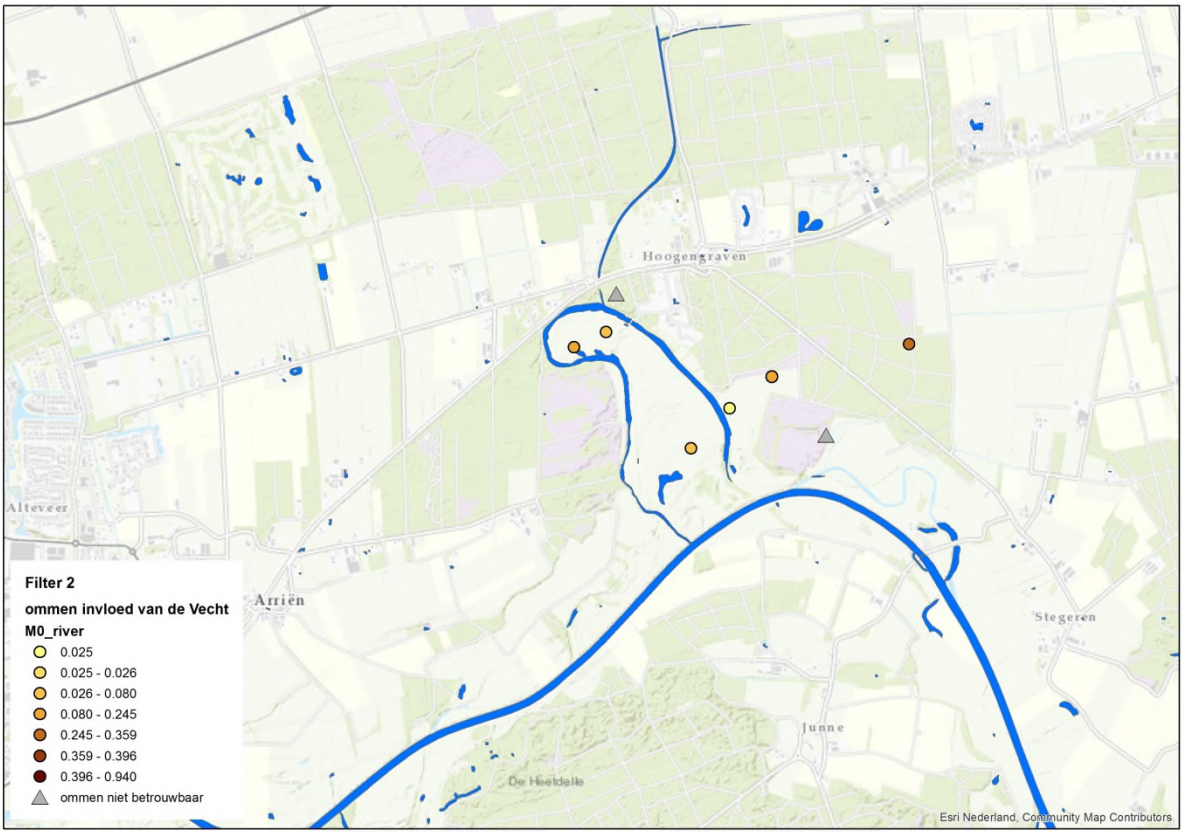



Hoogengraven
Alteveer
Arrien
Stegeren
Junne
De Heidelle
Invloed meanderpeil op gws
model niet betrouwbaar
invloed van meander 14
0.573000
invloed van meander 7a
0.457000
Esri Nederland, Community Map Contributors

Figuren voor filter 2






Hoogengraven
Alteveer
Arriën
Stegeren
Junne
De Heetdalle
Filter 2
ommen invloed van de Vecht
M0_river
0.025
0.025 - 0.026
0.026 - 0.080
0.080 - 0.245
0.245 - 0.359
0.359 - 0.396
0.396 - 0.940
ommen niet betrouwbaar
Esri Nederland, Community Map Contributors

Bijlage III Waterkwaliteitsgegevens Junner Koeland

Lokaal	NITG	X	Y	MV	Filter	Filter	Filter	Filter	Monster	Watertype	EGV	pH	TH	Mg/TH	SI-C	HCO3/TH	NO3+SO4	Na	K	Ca	Mg	Cl	SO4	HCO3	NO3	oPO4	NH4	Fe	Mn	Al	DOC	Ion	ΔEGV
				Surface	Top	Base	Top	Base	datum	Stuifzand	Lab	Lab	Ca+Mg		calcite	meq/meq																balans	
		m	m	m NAP	m-mv	m-mv	m NAP	m NAP		-	uS/cm	-	mmol/L	%	-	-	meq/l	mmol/L	mmol/L	mmol/L	mmol/L	mmol/L	mmol/L	mmol/L	mmol/L	mmol/L	mmol/L	mmol/L	mmol/L	umol/L	mmol/L	%	%
Raai Muts																																	
WVS26-1	B22C1377-1	228830	506416	7.04	2.1	3.1	4.9	3.9	6/6/2018	g*AlNO3o	251	4.2	0.10	66	-8.29	0.01	1.50	0.79	0.02	0.03	0.06	0.80	0.18	0.00	1.15	0.00	0.00	0.001	0.001	426.2	0.44	0	-3
WVS26-2	B22C1377-2	228830	506416	7.04	6.0	7.0	1.0	0.0	6/6/2018	g3CaHCO3	591	7.2	3.04	12	-0.06	1.38	1.52	0.97	0.05	2.67	0.37	0.83	0.76	4.20	0.00	0.00	0.11	0.001	0.009	0.6	0.85	5	4
JK1-1	B22C1379-1	228776	506220	5.82	1.6	2.6	4.2	3.2	6/5/2018	g1CaHCO3o	104	6.8	0.35	18	-2.07	1.97	0.09	0.14	0.08	0.29	0.06	0.17	0.04	0.69	0.00	0.01	0.03	0.101	0.051	0.6	0.67	14	7
JK1-2	B22C1379-2	228777	506220	5.82	6.0	6.5	-0.2	-0.7	6/5/2018	g2CaMixo	504	7.1	2.47	8	-0.44	1.05	2.04	0.77	0.03	2.28	0.19	0.83	1.02	2.59	0.00	0.01	0.07	0.001	0.008	0.6	0.35	3	2
B22C0686	B22C0686-1	228678	506194	4.69	1.2	2.2	3.5	2.5	6/5/2018	F2CaMix	457	7.0	1.70	9	-0.76	1.21	0.97	1.42	0.03	1.56	0.15	1.53	0.49	2.07	0.00	0.01	0.10	0.076	0.007	0.6	0.73	6	5
JK3-1	B22C1380-1	228611	506141	4.46	0.0	0.6	4.5	3.9	6/5/2018	F2CaHCO3o	511	6.7	2.02	7	-0.66	1.95	0.02	1.12	0.01	1.87	0.15	0.99	0.01	3.94	0.00	0.01	0.01	0.001	0.043	0.6	0.51	3	18
JK3-2	B22C1380-2	228611	506141	4.46	1.1	1.6	3.4	2.9	6/5/2018	F2CaHCO3-	512	7.2	2.52	6	-0.21	1.22	0.83	0.68	0.02	2.36	0.16	1.51	0.41	3.09	0.00	0.00	0.02	0.016	0.020	0.6	0.54	4	5
JK3-3	B22C1380-3	228611	506141	4.46	5.3	5.8	-0.8	-1.3	6/5/2018	F2CaHCO3	413	7.5	2.19	6	-0.07	1.25	0.80	0.34	0.02	2.05	0.14	0.93	0.40	2.73	0.00	0.00	0.01	0.001	0.004	0.6	0.29	3	3
JK4	B22C1381-1	228546	506097	5.27	1.2	2.2	4.0	3.0	6/5/2018	g1CaHCO3o	255	6.6	0.55	11	-1.58	3.49	0.01	0.14	0.01	0.49	0.06	0.21	0.00	1.93	0.00	0.01	0.03	0.211	0.074	0.6	0.70	-7	35
JK5	B22C1382-1	228518	506075	4.42	1.2	1.7	3.2	2.7	6/5/2018	F2CaHCO3-	533	7.4	2.81	7	0.01	1.15	1.11	0.54	0.02	2.62	0.19	1.44	0.55	3.23	0.00	0.01	0.02	0.000	0.007	0.6	0.40	4	3
JK6	B22C1383-1	228411	505912	6.81	6.9	7.9	-0.1	-1.1	6/6/2018	F2CaMixo	666	7.5	2.20	12	0.01	1.54	0.53	2.97	0.08	1.95	0.25	3.10	0.26	3.38	0.00	0.00	0.02	0.005	0.008	0.6	1.02	3	4
WVS24	B22C1384-1	228624	505667	6.77	6.0	7.0	0.8	-0.2	6/5/2018	g1CaHCO3o	273	7.8	1.30	17	-0.14	1.42	0.65	0.47	0.02	1.08	0.22	0.47	0.32	1.84	0.00	0.00	0.00	0.013	0.002	1.5	0.18	3	3
JK zuid																																	
JK10-1	B22C1386-1	229217	505617	5.03	1.0	1.5	4.0	3.5	6/5/2018	g1CaHCO3o	81	6.5	0.25	24	-2.56	2.52	0.05	0.19	0.04	0.19	0.06	0.20	0.03	0.63	0.00	0.00	0.00	0.015	0.004	0.6	0.19	-7	9
JK10-2	B22C1386-2	229217	505618	5.03	5.5	6.5	-0.5	-1.5	6/5/2018	F2CaHCO3	409	7.1	2.07	6	-0.30	1.60	0.08	0.51	0.03	1.94	0.13	0.86	0.04	3.32	0.00	0.01	0.07	0.001	0.007	0.6	0.54	6	8
B22C0685	B22C0685-1	229163	505471	4.11	1.1	2.1	3.0	2.0	6/5/2018	g2CaHCO3	320	6.6	1.49	11	-1.08	1.58	0.02	0.27	0.03	1.32	0.17	0.40	0.01	2.35	0.00	0.01	0.03	0.220	0.015	0.6	1.90	15	17
JK9-Opp	OW 1	229074	505265		-0.5	-0.6			10/10/2018	F2CaHCO3o	381	7.4	1.87	9	-0.16	1.73	0.19	0.62	0.08	1.70	0.17	0.91	0.10	3.25	0.00	0.00	0.01	0.004	0.009	0.0	0.48	2	2
B22C0682	B22C0682-1	229178	505166	3.72	1.2	2.2	2.5	1.5	6/5/2018	g1CaHCO3o	143	6.8	0.58	12	-1.80	1.28	0.15	0.30	0.03	0.51	0.07	0.32	0.08	0.74	0.00	0.00	0.01	0.041	0.007	0.6	0.28	14	13
Calsum oost																																	
WVS25	B22C1369-1	229721	506083	6.44	1.5	2.5	4.9	3.9	6/6/2018	g*AlNO3o	68	4.6	0.02	74	-8.40	0.11	0.34	0.28	0.01	0.00	0.01	0.22	0.03	0.00	0.28	0.00	0.00	0.001	0.000	74.1	0.09	0	1
JK12	B22C1374-1	229870	505823	6.36	6.2	7.2	0.2	-0.8	6/6/2018	g2CaHCO3	411	7.2	2.11	8	-0.41	1.16	1.03	0.39	0.02	1.95	0.16	0.75	0.52	2.45	0.00	0.01	0.04	0.000	0.005	0.6	0.27	5	6
JK11-1	B22C1375-1	229915	505685	5.18	1.5	2.5	3.7	2.7	6/6/2018	g*CaMixo	90	6.4	0.18	26	-3.15	1.51	0.22	0.27	0.02	0.13	0.05	0.21	0.11	0.27	0.00	0.00	0.01	0.080	0.003	2.2	0.31	9	21
JK11-2	B22C1375-2	229915	505685	5.18	6.0	7.0	-0.8	-1.8	6/6/2018	g2CaHCO3o	328	7.1	1.51	17	-0.71	1.36	0.62	0.62	0.04	1.26	0.25	0.64	0.31	2.06	0.00	0.00	0.00	0.000	0.006	0.6	0.04	5	7
JK13	B22C1376-1	229946	505626	4.43	1.0	2.0	3.4	2.4	6/6/2018	F2CaHCO3	383	6.7	1.44	26	-1.17	1.42	0.31	0.88	0.29	1.06	0.38	0.96	0.16	2.05	0.00	0.01	0.04	0.244	0.015	0.6	1.33	16	12
De Mars																																	
WVS25	B22C1369-1	229721	506083	6.44	1.5	2.5	4.9	3.9	6/6/2018	g*AlNO3o	68	4.6	0.02	74	-8.40	0.11	0.34	0.28	0.01	0.00	0.01	0.22	0.03	0.00	0.28	0.00	0.00	0.001	0.000	74.1	0.09	0	1
JK17-2	B22C1370-2	229634	505989	5.68	5.6	6.6	0.1	-0.9	6/6/2018	g2CaHCO3+	360	7.4	1.80	15	-0.30	1.43	0.77	0.53	0.06	1.52	0.28	0.51	0.39	2.58	0.00	0.01	0.00	0.001	0.008	0.6	0.08	4	5
JK17-1	B22C1370-1	229634	505989	5.68	1.0	2.0	4.7	3.7	6/6/2018	g*AlCl0	165	4.6	0.15	61	-7.02	0.04	0.67	0.78	0.02	0.06	0.09	0.82	0.27	0.01	0.13	0.00	0.00	0.045	0.005	140.5	0.89	1	-3
JK16	B22C1371-1	229559	505948	5.41	1.0	2.0	4.4	3.4	6/6/2018	g*CaCl0	99	5.0	0.19	15	-5.45	0.15	0.33	0.45	0.02	0.16	0.03	0.50	0.14	0.03	0.06	0.00	0.00	0.006	0.003	29.3	0.48	2	2
JK15-1	B22C1372-1	229416	505824	5.14	1.0	2.0	4.1	3.1	6/6/2018	g1CaHCO3o	342	7.4	1.65	8	-0.43	1.16	1.04	0.55	0.01	1.52	0.14	0.67	0.52	1.92	0.01	0.00	0.01	0.025	0.005	0.6	0.24	4	2
JK15-2	B22C1372-2	229416	505824	5.14	5.9	6.9	-0.7	-1.7	6/6/2018	g1CaSO4o	293	6.7	1.20	9	-1.66	0.58	1.48	0.55	0.01	1.09	0.11	0.56	0.74	0.70	0.00	0.00	0.03	0.010	0.014	0.6	0.15	5	6
JK14-Opp	OW 8	229376	505811		-0.5	-0.6			10/10/2018	F2CaHCO3o	412	7.7	1.71	10	0.08	1.47	0.69	1.23	0.04	1.55	0.16	1.37	0.34	2.51	0.00	0.00	0.00	0.007	0.000	0.0	0.73	2	1
Oppervlaktewater																																	
JK14-Opp	OW 8	229376	505811						10/10/2018	F2CaHCO3o	412	7.7	1.71	10	0.08	1.47	0.69	1.23	0.04	1.55	0.16	1.37	0.34	2.51	0.00	0.00	0.00	0.007	0.000	0.0	0.73	2	1
Mea-voorinl	OW 7	228837	506325						10/10/2018	F1CaMixo	476	7.0	1.36	9	-0.79	1.44	0.83	2.29	0.06	1.25	0.12	2.07	0.41	1.97	0.00	0.00	0.09	0.003	0.009	0.4	0.53	3	3
Mea-achteri	OW 6	228696	506366						10/10/2018	F2CaHCO3	434	7.0	1.14	13	-0.91	1.87	0.22	1.96	0.18	0.99	0.15	1.73	0.11	2.13	0.00	0.00	0.03	0.179	0.017	0.0	1.53	8	9
JK5-Opp	OW 4	228520	506044						10/10/2018	F3CaHCO3+	550	7.3	2.40	12	0.01	1.83	0.24	1.43	0.31	2.11	0.29	1.52	0.12	4.40	0.01	0.00	0.00	0.008	0.011	0.4	1.05	3	4
JK9-Opp	OW 1	229074	505265						10/10/2018	F2CaHCO3o	381	7.4	1.87	9	-0.16	1.73	0.19	0.62	0.08	1.70	0.17	0.91	0.10	3.25	0.00	0.00	0.01	0.004	0.009	0.0	0.48	2	2
JK7B-Opp	OW 5	228754	506569						10/10/2018	F2NaMix+	660	7.7	1.77	19	0.00	1.53	1.60	3.57	0.31	1.43	0.34	2.96	0.78	2.71	0.05	0.00	0.00	0.010	0.000	1.5	0.65	1	-1
Vecht	OW 2	229226	505134						10/10/2018	F2CaMix+	628	7.7	1.95	18	0.13	1.54	1.28	2.94	0.25	1.59	0.35	2.74	0.62	3.00	0.05	0.00	0.00	0.007	0.002	0.0	0.56	1	-1
Plas-2	OW 3	229096	505441						10/10/2018	g*NaMixo	113	7.2	0.14	24	-3.45	0.15	0.26	0.41	0.20	0.11	0.03	0.62	0.13	0.02	0.01	0.00	0.15	0.015	0.000	0.4	3.02	-8	5

Bijlage IV Waterkwaliteitgegevens omgeving Junner Koeland

Lokaal	NITG	X	Y	MV	Filter	Filter	Filter	Filter	Monster	Watertype	EGV	pH	TH	Mg/TH	SI-C	HCO3/TH	NO3+SO4	Na	K	Ca	Mg	Cl	SO4	HCO3	NO3	oPO4	NH4	Fe	Mn	Al	DOC	Ion balans	ΔEGV
		m	m	Surface m NAP	Top m-mv	Base m-mv	Top m NAP	Base m NAP	datum	Stuifzand -	Lab uS/cm	Lab -	Ca+Mg mmol/l	%	calcite -	meq/meq -	meq/l	mmol/	mmol/	mmol/	mmol/	mmol/	mmol/	mmol/	mmol/	mmol/	mmol/	mmol/	umol/l	mmol/	%	%
22CP0078..22CP0078.1	225982	506242	6.40	3.0	4.0	3.4	2.4	9/2/1975		3540	6.9			-1.51			1.07		1.34		1.69		0.46			0.19	0.140				33	92
22CP0078..22CP0078.2	225982	506242	6.40	23.0	25.0	-16.6	-18.6	9/2/1975		3469	7.3			-0.98			0.80		1.82		0.62		0.44			0.00	0.034				62	93
22CP0078..22CP0078.3	225982	506242	6.40	33.0	35.0	-26.6	-28.6	9/2/1975		3726	6.9			-1.03			0.50		2.42		0.45		0.85			0.09	0.018				62	93
22CP0078..22CP0078.4	225982	506242	6.40	46.0	48.0	-39.6	-41.6	9/2/1975		1947	6.9			-1.05			0.39		0.98		0.48		1.84			0.02	0.050				3	90
22CP0078..22CP0078.5	225982	506242	6.40	66.0	68.0	-59.6	-61.6	9/2/1975		4204	6.4			-0.68			0.44		2.64		0.37		5.98			0.10	0.063				-3	89
22CP0111..22CP0111.1	225003	508833	6.00	5.0	6.0	1.0	0.0	9/8/2014	F2CaMix+	443	6.5	1.67	20	-1.22	1.55	1.05	2.43	0.26	1.33	0.34	1.95	0.52	2.59	0.01	0.00	0.03	0.027	0.001		2.33	5	-17
22CP0111..22CP0111.1	225003	508833	6.00	5.0	6.0	1.0	0.0	11/11/2012	F2CaHCO3+	325	6.8	1.23	22	-1.10	1.79	0.40	1.59	0.21	0.96	0.27	1.41	0.19	2.21	0.03	0.00	0.02	0.035	0.001	4.3	2.17	4	-15
22CP0111..22CP0111.1	225003	508833	6.00	5.0	6.0	1.0	0.0	9/7/2010	F1CaMix+	420	6.3	1.25	34	-1.79	1.56	0.88	2.25	0.22	0.82	0.43	2.26	0.44	1.95	0.01	0.00	0.04	0.065	0.001		1.83	1	-12
22CP0111..22CP0111.1	225003	508833	6.00	5.0	6.0	1.0	0.0	6/15/2008		212	5.9	0.64	38	-2.49	2.27	0.11	0.91	0.20	0.40	0.24	0.50	0.05	1.46	0.01		0.03	0.093	0.002			12	5
22CP0111..22CP0111.2	225003	508833	6.00	7.9	9.9	-1.9	-3.9	9/8/2014	F3CaHCO3+	584	6.6	2.98	13	-0.49	2.14	0.65	1.38	0.45	2.59	0.38	1.10	0.32	6.37	0.01	0.01	0.09	0.442	0.014		5.75	4	-15
22CP0111..22CP0111.2	225003	508833	6.00	7.9	9.9	-1.9	-3.9	11/11/2012	F3CaHCO3	564	6.7	2.85	12	-0.45	1.95	0.63	1.07	0.38	2.52	0.33	1.21	0.31	5.54	0.01	0.01	0.11	0.475	0.013	2.7	3.75	5	-11
22CP0111..22CP0111.2	225003	508833	6.00	7.9	9.9	-1.9	-3.9	9/7/2010	g3CaHCO3	573	6.5	2.95	11	-0.55	2.25	0.03	0.85	0.42	2.62	0.33	0.79	0.01	6.65	0.01	0.01	0.11	0.518	0.014		4.92	6	-7
22CP0111..22CP0111.2	225003	508833	6.00	7.9	9.9	-1.9	-3.9	4/17/2005	g3CaHCO3+	522	6.8		13	-0.43		0.11	0.91	0.54	2.47	0.36	0.76	0.05	6.85	0.01		0.06	0.483	0.012			3	-4
22CP0111..22CP0111.2	225003	508833	6.00	7.9	9.9	-1.9	-3.9	3/3/1980		515	6.7	2.78	9	-0.43	2.05	0.24	1.12	0.03	2.52	0.26	1.10	0.11	5.70	0.01	0.01	0.10	0.285	0.010			13	-1
22CP0111..22CP0111.3	225003	508833	6.00	37.9	39.9	-31.9	-33.9	9/8/2014	F3CaHCO3o	502	6.8	2.62	9	-0.39	1.97	0.28	1.24	0.03	2.39	0.23	1.04	0.14	5.16	0.01	0.01	0.10	0.274	0.009	0.3	1.50	2	-11
22CP0111..22CP0111.3	225003	508833	6.00	37.9	39.9	-31.9	-33.9	11/11/2012	F3CaHCO3	521	6.7	2.63	9	-0.55	1.75	0.72	1.27	0.03	2.40	0.23	1.44	0.35	4.59	0.01	0.01	0.09	0.295	0.009		1.33	5	-9
22CP0111..22CP0111.3	225003	508833	6.00	37.9	39.9	-31.9	-33.9	9/7/2010	F3CaHCO3	443	6.8	2.08	9	-0.52	2.19	0.11	0.65	0.02	1.90	0.19	0.91	0.05	4.56	0.01		0.08	0.322	0.008		1.25	4	-11
22CP0111..22CP0111.3	225003	508833	6.00	37.9	39.9	-31.9	-33.9	4/17/2005	F3CaHCO3o	398	7.0		9	-0.28			0.77		2.24		0.62		4.70			0.14	0.124				0	-2
22CP0111..22CP0111.3	225003	508833	6.00	37.9	39.9	-31.9	-33.9	3/3/1980		161	5.5	0.60	26	-3.45	0.60	1.22	0.63	0.12	0.45	0.15	0.34	0.41	0.36	0.41	0.00	0.00	0.001	0.004	10.7	0.77	3	-10
22CP0128..22CP0128.1	225361	509281	7.81	7.0	9.0	0.8	-1.2	10/13/2015	g*CaSO4+	195	6.8	0.75	17	-1.55	1.49	0.61	0.61	0.10	0.62	0.12	0.54	0.26	1.11	0.09		0.00	0.091	0.005			3	-9
22CP0128..22CP0128.1	225361	509281	7.81	7.0	9.0	0.8	-1.2	6/14/1987	g1CaMixo	381	7.5	1.75	10	-0.10	1.65	0.77	0.91	0.03	1.57	0.18	0.96	0.39	2.88	0.00		0.04	0.102	0.005			1	-5
22CP0128..22CP0128.2	225361	509281	7.81	34.0	36.0	-26.2	-28.2	6/14/1987	F2CaHCO3o	301	7.2	1.51	11	-0.49	1.70	0.52	0.74	0.07	1.35	0.16	0.59	0.23	2.57	0.06		0.03	0.075	0.006			4	-9
22CP0128..22CP0128.3	225361	509281	7.81	77.1	79.1	-69.3	-71.3	6/14/1987	g2CaHCO3o	469	7.2	2.53	9	0.04	2.21	0.15	0.61	0.06	2.30	0.24	0.39	0.07	5.60	0.00		0.08	0.165	0.007			0	-3
22CP0128..22CP0128.4	225361	509281	7.81	105.0	107.0	-97.2	-99.2	6/14/1987	g3CaHCO3+	681	7.9	1.87	45	0.41	3.80	0.27	4.35	0.41	1.04	0.84	1.55	0.14	7.11	0.00		0.05	0.079	0.004			-1	-3
22CP0128..22CP0128.5	225361	509281	7.81	141.1	143.1	-133.3	-135.3	6/14/1987	F3NaHCO3+	1505	8.4	0.96	57	0.44	7.34	0.29	15.22	0.43	0.41	0.55	11.14	0.15	7.01	0.00		0.04	0.016	0.002			-2	-9
22CP0128..22CP0128.6	225361	509281	7.81	151.0	153.0	-143.2	-145.2	6/14/1987	B3NaCl+	4160	8.4	2.53	60	0.65	2.32	0.42	45.67	0.92	1.02	1.51	45.98	0.21	5.87	0.00		0.12	0.001	0.005			0	-15
22CP0128..22CP0128.7	225361	509281	7.81	166.1	168.1	-158.3	-160.3	6/14/1987	b3NaCl0	443	6.6	0.97	23	-1.31	3.31	2.63		2.38	0.75	0.22	0.79	1.31	3.20	0.00		0.19	0.175	0.005			-15	-30
22CP0136..22CP0136.1	227250	509004	6.25	6.0	8.0	0.3	-1.8	7/18/1987		513	6.9	2.72	10	-0.22	2.20	0.74		0.03	2.46	0.27	0.85	0.36	5.98	0.01		0.30	0.226	0.011			-9	-21
22CP0136..22CP0136.2	227250	509004	6.25	34.0	36.0	-27.8	-29.8	7/18/1987	g3CaHCO3	434	6.8	2.39	7	-0.46	2.13	0.13		0.04	2.22	0.17	0.45	0.06	5.08	0.00		0.31	0.251	0.009			0	-4
22CP0136..22CP0136.3	227250	509004	6.25	55.0	57.0	-48.8	-50.8	7/18/1987	g3CaHCO3	460	6.7	2.52	7	-0.46	2.15	0.15	0.62	0.04	2.33	0.19	0.48	0.07	5.42	0.00		0.27	0.269	0.012			-1	-3
22CP0136..22CP0136.4	227250	509004	6.25	82.0	84.0	-75.8	-77.8	7/18/1987	g3CaHCO3	487	4.6		-5.52				1.62				1.72		0.01			0.00	0.004	0.011			35	47
22DP0135..22DP0135.1	232772	503244	8.59	11.6	12.6	-3.0	-4.0	7/2/1987		283	7.5		-0.30			1.02			1.02		0.42		2.34			0.02	0.020	0.003			6	14
22DP0135..22DP0135.2	232772	503244	8.59	25.6	26.6	-17.0	-18.0	7/2/1987		301	7.0		-0.71			0.74			1.22		0.51		2.33			0.03	0.134	0.009			10	13
22DP0135..22DP0135.3	232772	503244	8.59	52.6	53.6	-44.0	-45.0	7/2/1987		257	7.2		-0.67			0.47			1.21		0.51		1.88			0.02	0.056	0.007			12	11
22DP0137..22DP0137.1	233055	502541	8.00	10.0	11.0	-2.0	-3.0	7/2/1987		248	7.5		-0.45			0.61			1.06		0.42		1.80			0.02	0.032	0.003			12	15
22DP0137..22DP0137.2	233055	502541	8.00	21.0	22.0	-13.0	-14.0	7/2/1987		266	7.3		-0.48			0.42			1.23		0.37		2.06			0.03	0.054	0.003			11	15
22DP0137..22DP0137.3	233055	502541	8.00	25.5	26.5	-17.5	-18.5	7/2/1987		451	7.2	0.63	16	-0.94	4.05	1.59	4.35	0.06	0.52	0.10	1.21	0.74	2.54	0.11	0.02	0.07	0.149	0.011			6	-10
22DP0155..22DP0155.1	233830	502530	8.80	1.0	2.0	7.8	6.8	2/20/1989	F2Na5O4+	478	7.2	2.13	14	-0.20	1.96	1.02	1.30	0.07	1.82	0.31	0.71	0.51	4.18	0.00	0.01	0.26	0.022	0.008			0	-4
22DP0155..22DP0155.2	233830	502530	8.80	8.0	10.0	0.8	-1.2	2/20/1989	g3CaHCO3+																							

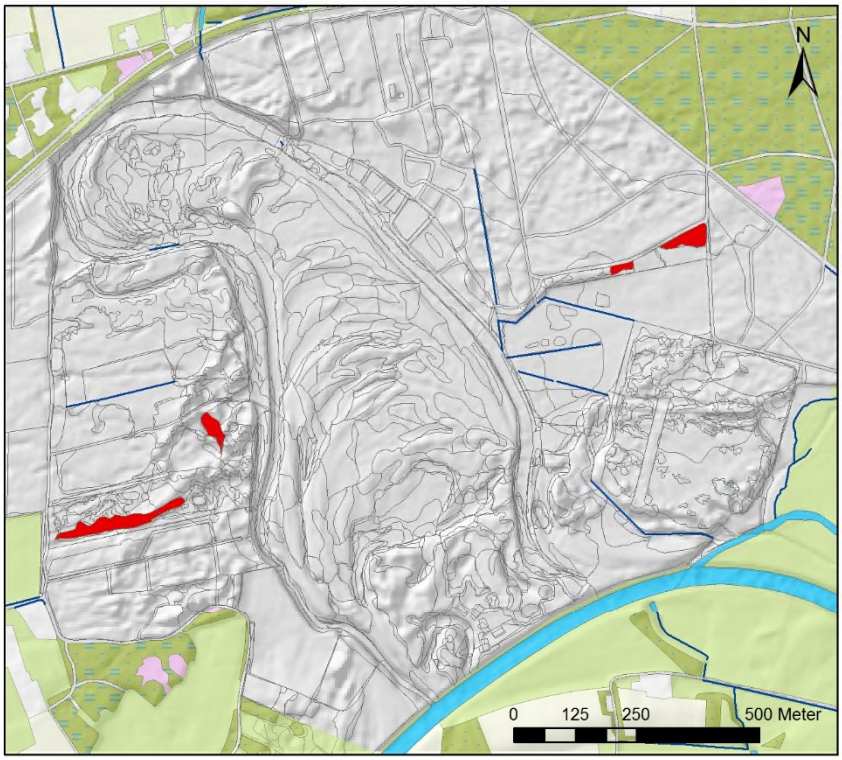
Bijlage V Locatiegegevens peilbuizen en peilschalen

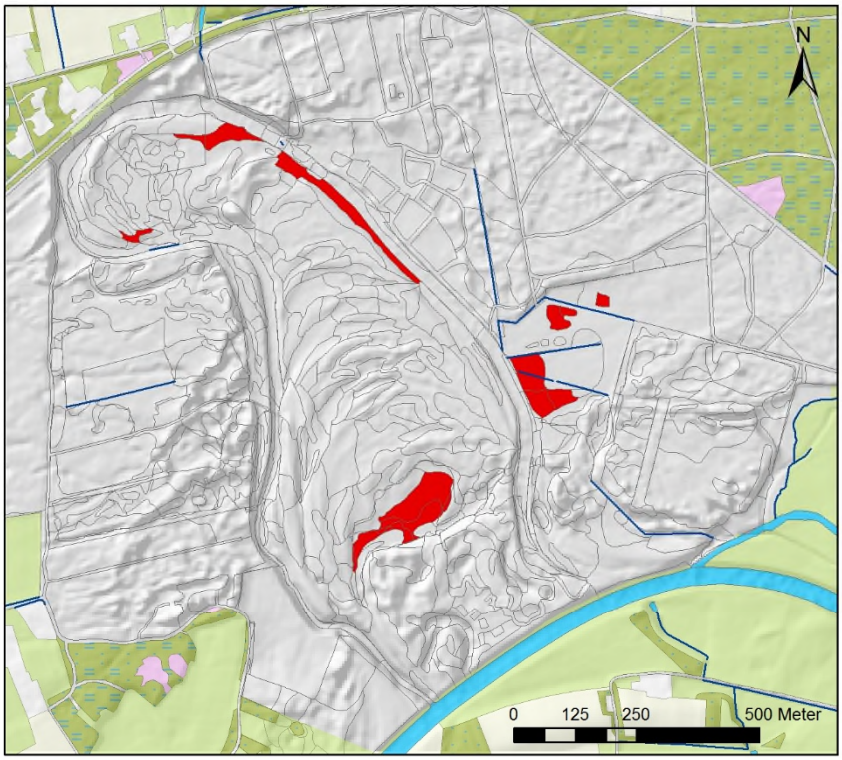
Locale code	NITG code	X-coord m	Y-coord m	Land Surface m NAP	Depth Top m-mv	Depth' Base m-mv	Top of screen m NAP	Base of screen m NAP
Muts								
WVS26-1	B22C1377-1	228830	506416	7.04	2.1	3.1	4.9	3.9
WVS26-2	B22C1377-2	228830	506416	7.04	6.0	7.0	1.0	0.0
JK1-1	B22C1379-1	228776	506220	5.82	1.6	2.6	4.2	3.2
JK1-2	B22C1379-2	228777	506220	5.82	6.0	6.5	-0.2	-0.7
B22C0686	B22C0686-1	228678	506194	4.69	1.2	2.2	3.5	2.5
JK3-1	B22C1380-1	228611	506141	4.46	0.0	0.6	4.5	3.9
JK3-2	B22C1380-2	228611	506141	4.46	1.1	1.6	3.4	2.9
JK3-3	B22C1380-3	228611	506141	4.46	5.3	5.8	-0.8	-1.3
JK4	B22C1381-1	228546	506097	5.27	1.2	2.2	4.0	3.0
JK5	B22C1382-1	228518	506075	4.42	1.2	1.7	3.2	2.7
JK6	B22C1383-1	228411	505912	6.81	6.9	7.9	-0.1	-1.1
WVS24	B22C1384-1	228624	505667	6.77	6.0	7.0	0.8	-0.2
Raai Zuid								
JK10-1	B22C1386-1	229217	505617	5.03	1.0	1.5	4.0	3.5
JK10-2	B22C1386-2	229217	505618	5.03	5.5	6.5	-0.5	-1.5
B22C0685	B22C0685-1	229163	505471	4.11	1.1	2.1	3.0	2.0
JK9-Opp	OW 1	229074	505265		-0.5	-0.6		
B22C0682	B22C0682-1	229178	505166	3.72	1.2	2.2	2.5	1.5
Calsum-oost								
WVS25	B22C1369-1	229721	506083	6.44	1.5	2.5	4.9	3.9
JK12	B22C1374-1	229870	505823	6.36	6.2	7.2	0.2	-0.8
JK11-1	B22C1375-1	229915	505685	5.18	1.5	2.5	3.7	2.7
JK11-2	B22C1375-2	229915	505685	5.18	6.0	7.0	-0.8	-1.8
JK13	B22C1376-1	229946	505626	4.43	1.0	2.0	3.4	2.4
De Mars								
WVS25	B22C1369-1	229721	506083	6.44	1.5	2.5	4.9	3.9
JK17-2	B22C1370-2	229634	505989	5.68	5.6	6.6	0.1	-0.9
JK17-1	B22C1370-1	229634	505989	5.68	1.0	2.0	4.7	3.7
JK16	B22C1371-1	229559	505948	5.41	1.0	2.0	4.4	3.4
JK15-1	B22C1372-1	229416	505824	5.14	1.0	2.0	4.1	3.1
JK15-2	B22C1372-2	229416	505824	5.14	5.8	6.8	-0.7	-1.7
JK14-Opp	OW 8	229376	505811		-0.5	-0.6		
Oppervlaktewater								
JK14-Opp	OW 8	229376	505811					
Mea-voorinla	OW 7	228837	506325					
Mea-achterin	OW 6	228696	506366					
JK5-Opp	OW 4	228520	506044					
JK9-Opp	OW 1	229074	505265					
JK7B-Opp	OW 5	228754	506569					
Vecht	OW 2	229226	505134					
Plas-Z	OW 3	229096	505441					

Externe buizen								
22CP0078.1	22CP0078.1	225982	506242	6.40	3.0	4.0	3.4	2.4
22CP0078.2	22CP0078.2	225982	506242	6.40	23.0	25.0	-16.6	-18.6
22CP0078.3	22CP0078.3	225982	506242	6.40	33.0	35.0	-26.6	-28.6
22CP0078.4	22CP0078.4	225982	506242	6.40	46.0	48.0	-39.6	-41.6
22CP0078.5	22CP0078.5	225982	506242	6.40	66.0	68.0	-59.6	-61.6
22CP0111.1	22CP0111.1	225003	508833	6.00	5.0	6.0	1.0	0.0
22CP0111.2	22CP0111.2	225003	508833	6.00	7.9	9.9	-1.9	-3.9
22CP0111.3	22CP0111.3	225003	508833	6.00	37.9	39.9	-31.9	-33.9
22CP0128.1	22CP0128.1	225361	509281	7.81	7.0	9.0	0.8	-1.2
22CP0128.2	22CP0128.2	225361	509281	7.81	34.0	36.0	-26.2	-28.2
22CP0128.3	22CP0128.3	225361	509281	7.81	77.1	79.1	-69.3	-71.3
22CP0128.4	22CP0128.4	225361	509281	7.81	105.0	107.0	-97.2	-99.2
22CP0128.5	22CP0128.5	225361	509281	7.81	141.1	143.1	-133.3	-135.3
22CP0128.6	22CP0128.6	225361	509281	7.81	151.0	153.0	-143.2	-145.2
22CP0128.7	22CP0128.7	225361	509281	7.81	166.1	168.1	-158.3	-160.3
22CP0136.1	22CP0136.1	227250	509004	6.25	6.0	8.0	0.3	-1.8
22CP0136.2	22CP0136.2	227250	509004	6.25	34.0	36.0	-27.8	-29.8
22CP0136.3	22CP0136.3	227250	509004	6.25	55.0	57.0	-48.8	-50.8
22CP0136.4	22CP0136.4	227250	509004	6.25	82.0	84.0	-75.8	-77.8
22DP0135.1	22DP0135.1	232772	503244	8.59	11.6	12.6	-3.0	-4.0
22DP0135.2	22DP0135.2	232772	503244	8.59	25.6	26.6	-17.0	-18.0
22DP0135.3	22DP0135.3	232772	503244	8.59	52.6	53.6	-44.0	-45.0
22DP0137.1	22DP0137.1	233055	502541	8.00	10.0	11.0	-2.0	-3.0
22DP0137.2	22DP0137.2	233055	502541	8.00	21.0	22.0	-13.0	-14.0
22DP0137.3	22DP0137.3	233055	502541	8.00	25.5	26.5	-17.5	-18.5
22DP0155.1	22DP0155.1	233830	502530	8.80	1.0	2.0	7.8	6.8
22DP0155.2	22DP0155.2	233830	502530	8.80	8.0	10.0	0.8	-1.2

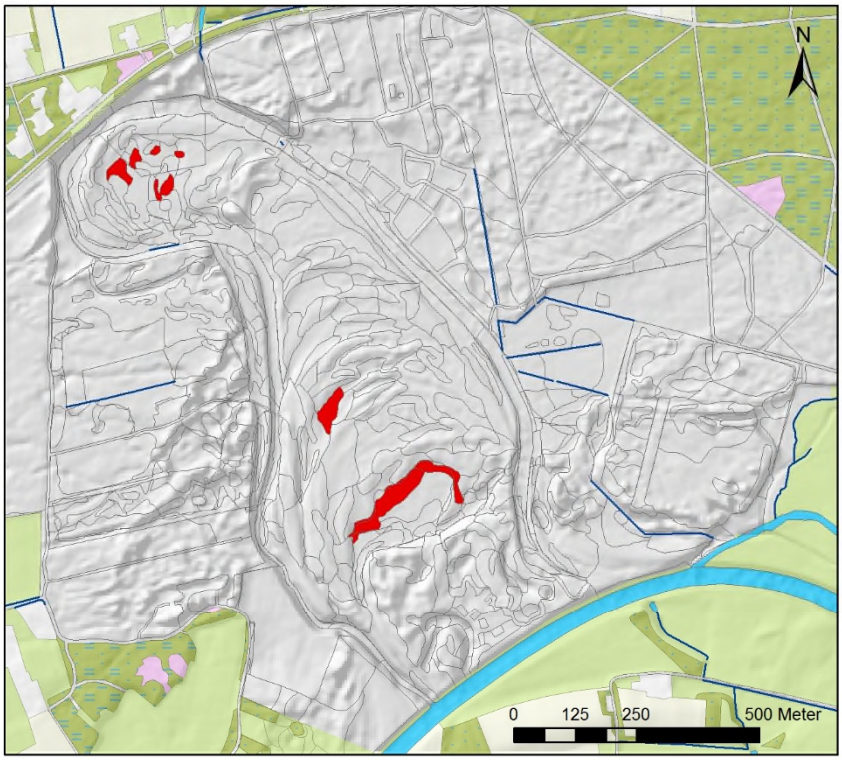
Bijlage VI Verspreidingskaarten grondwaterafhankelijke vegetatietypen (niet N2000)

Uit de vegetatiegegevens in de habitatkaart is de verspreiding van een aantal (grond)waterafhankelijke vegetatietypen in beeld gebracht. Een deel daarvan is onderdeel van de habitattypen die in het gebied zijn vastgesteld. Een deel kwalificeert niet voor een habitattype, maar is vanuit oogpunt van biodiversiteit en kenmerkendheid voor gradiënten beschermenswaard. Daarnaast is de verspreiding van RG met dominantie van Pitrus in beeld gebracht. Op de kaart is steeds de gehele polygoon gemarkeerd, ook als het vegetatietype slechts een deel daarvan bedekt.

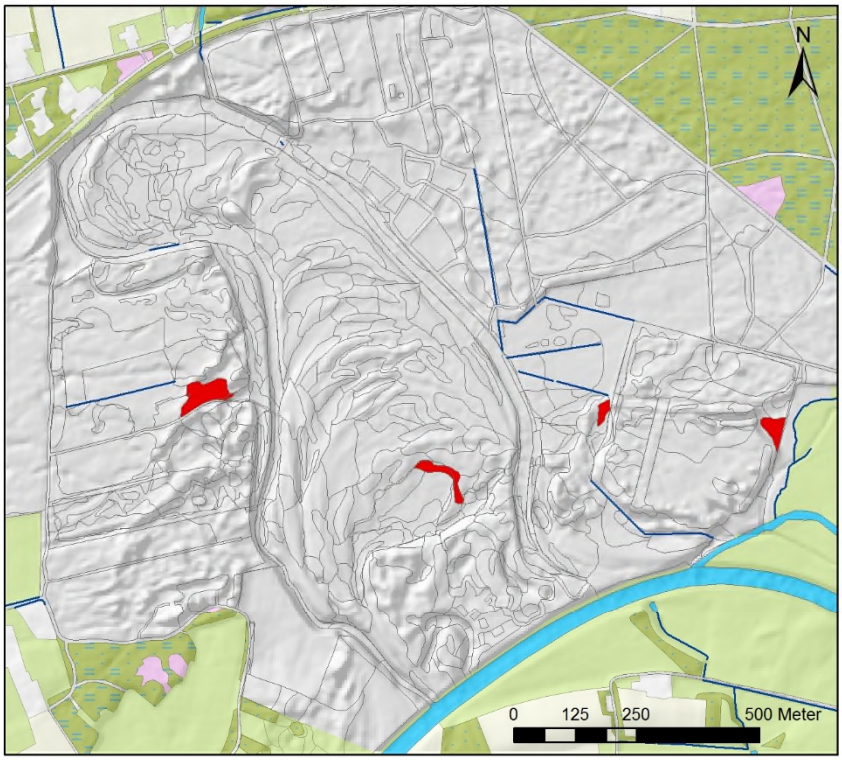




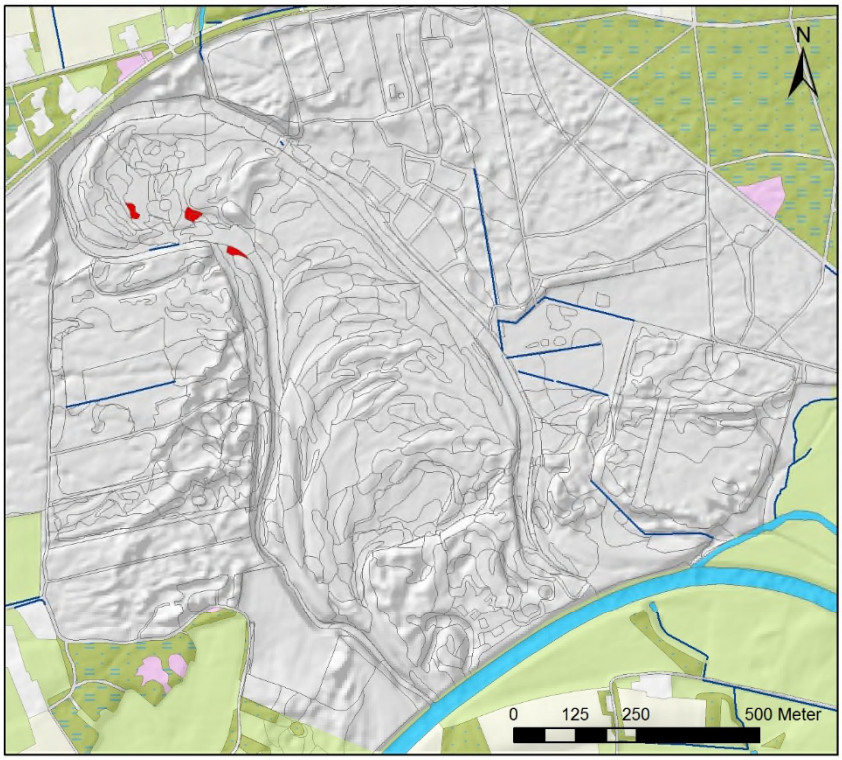
RG Zwarte zegge en Moerasstruisgras



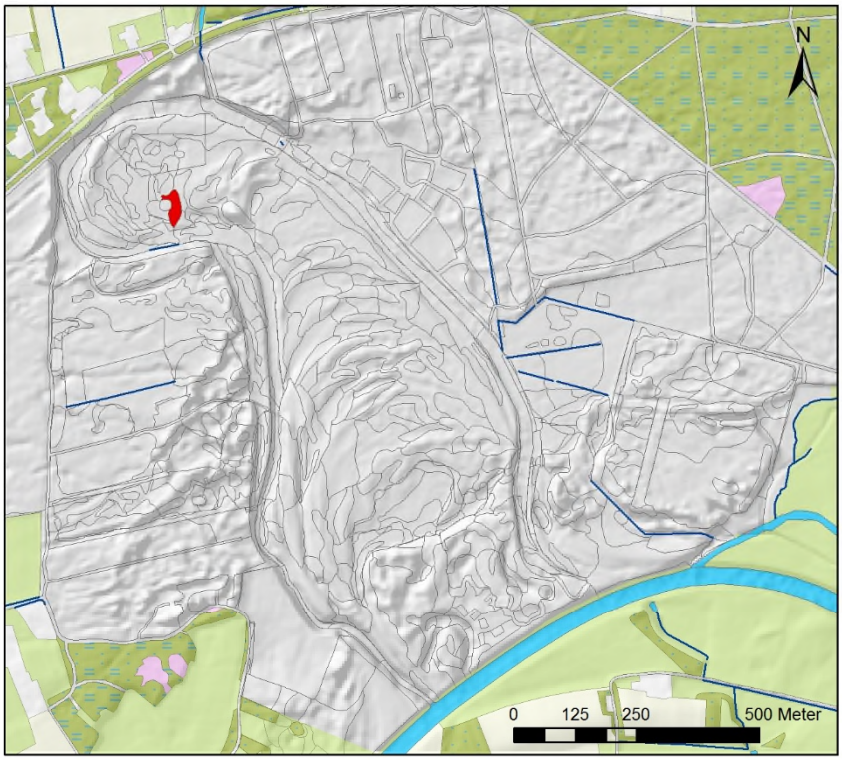
Veldrus-ass.



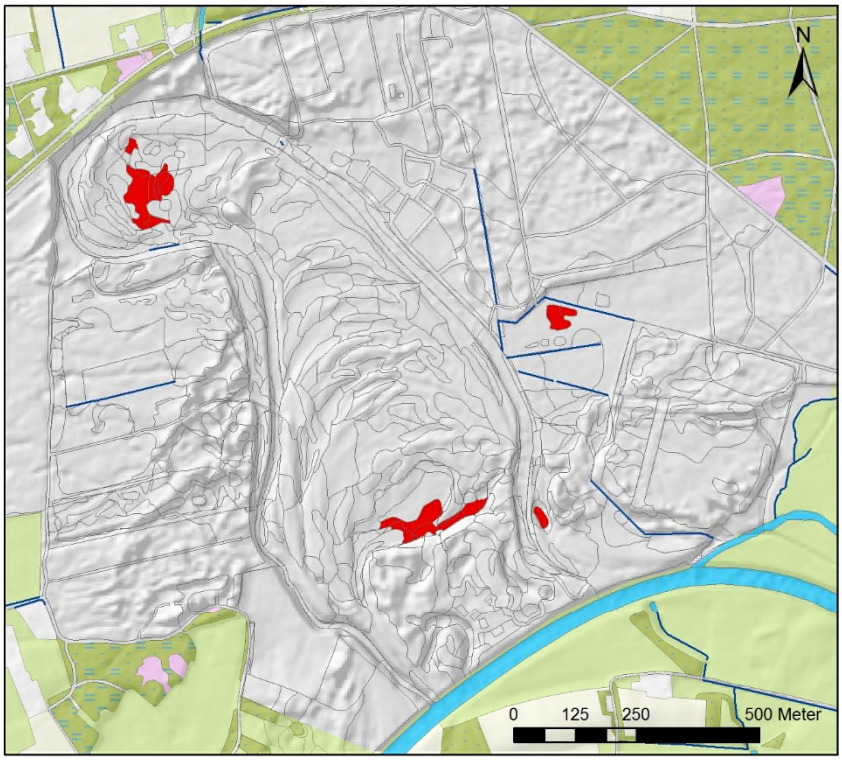
RG Blauwe knoop en Blauwe zegge



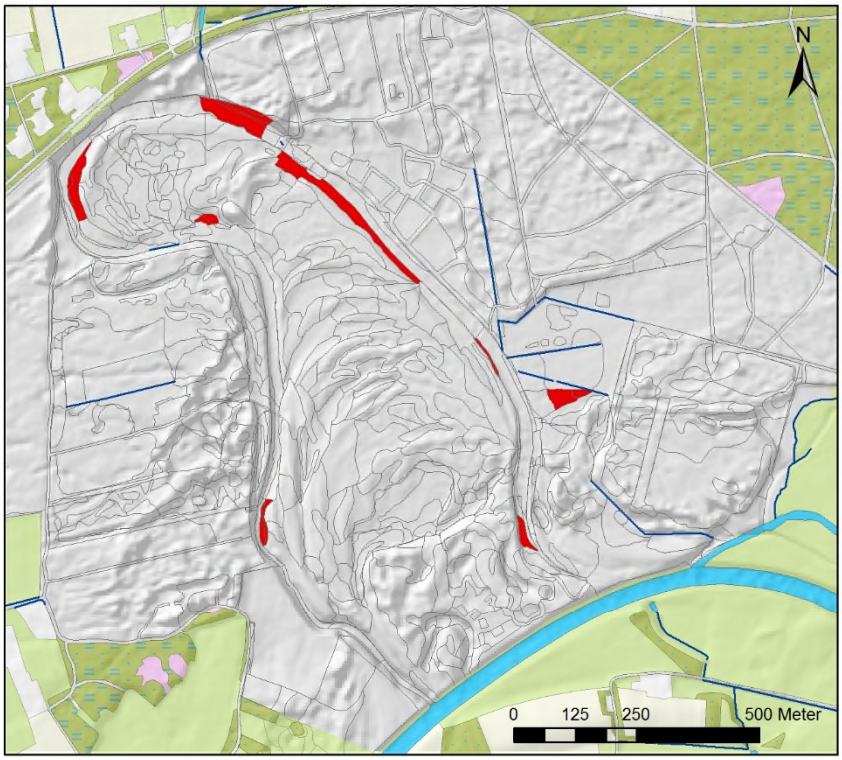
RG Snavelzegge



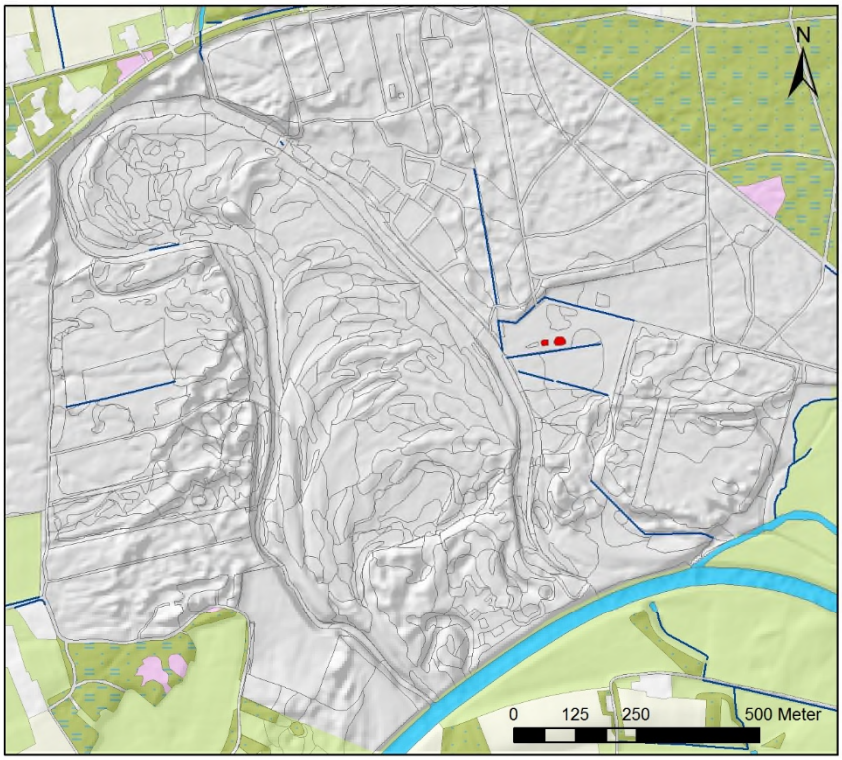
RG Holpijp



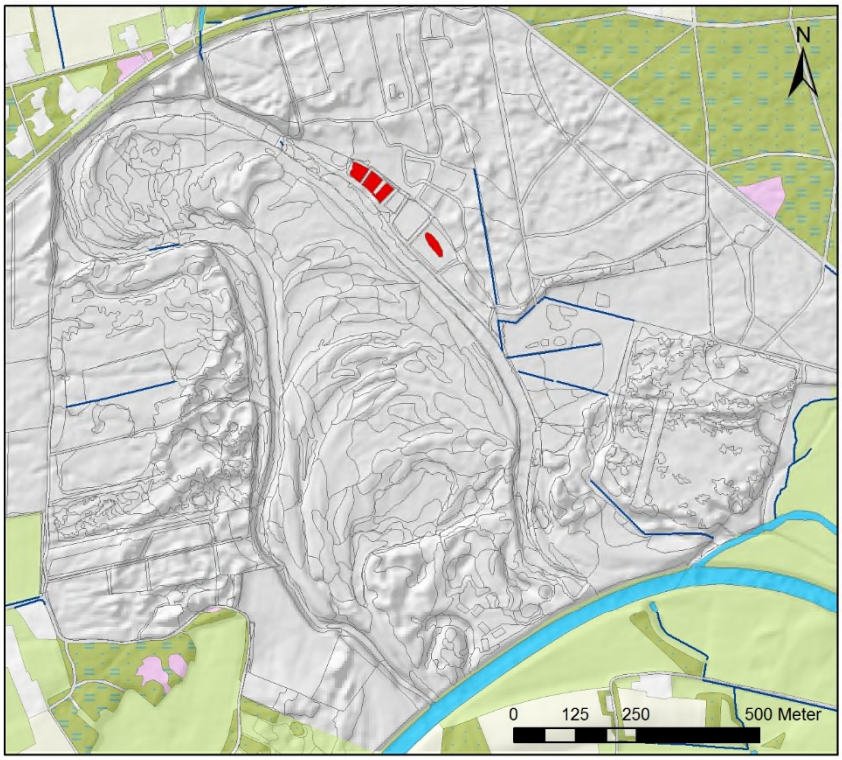
Ass. Scherpe of Noordse zegge



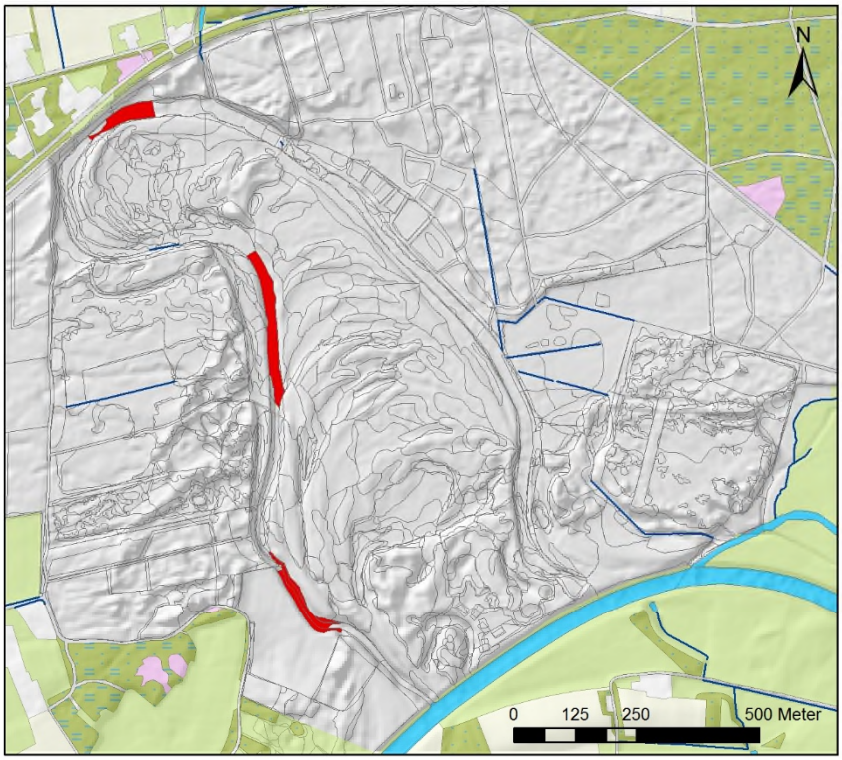
Bosbies-ass.



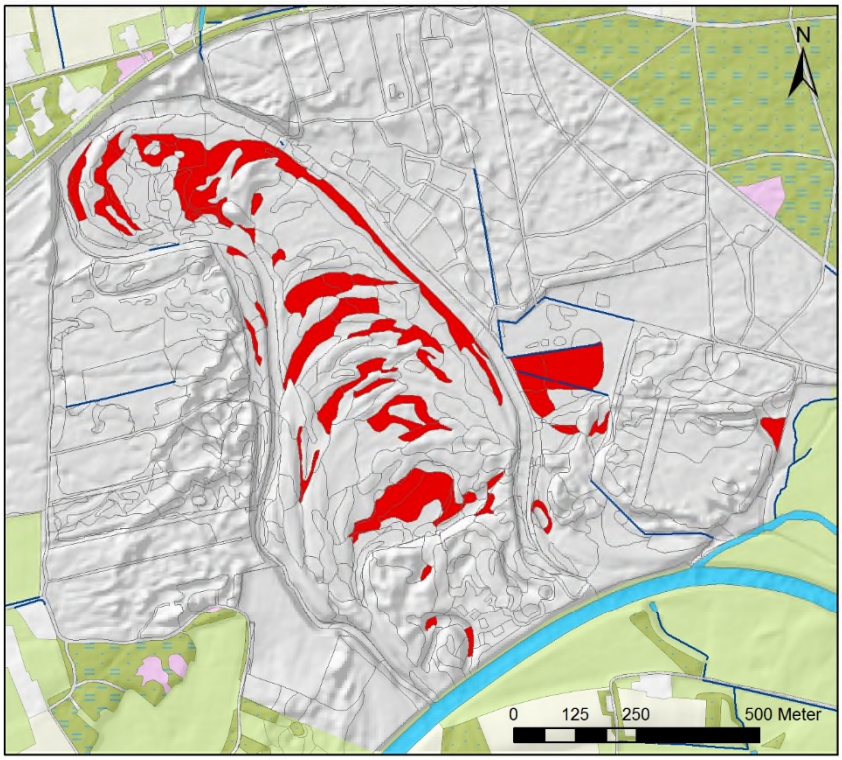
Ass. van Boterbloemen en Waterkruiskruid



Dotterbloemverbond



Moerasspirea-ruigten (incl RG Harig wilgenroosje)



RG Pitrus (diverse)

Bijlage VII Methode bepaling realisatiekansen doeltypen

Bepaling affiniteit habitattypen

In de Landschapsleutel (Kemmers et al., 2011) is per fysisch-geografisch type (Primaire standplaats) een aantal plantengemeenschappen genoemd dat daarbij potentieel kan voorkomen: potentiële vegetaties. In Bijlage VII is aangegeven welke gemeenschappen dat zijn. De gemeenschappen zijn geordend per structuurtype/successiefase (1 = Pionier, 2 = Grasland/heide, 3 = Struweel en 4 = Bos), hetgeen vooral bepaald wordt door het beheer. Het daadwerkelijk voorkomen van deze plantengemeenschappen hangt af van de mate waarin de actuele abiotische condities overeenkomen met de abiotische randvoorwaarden van deze gemeenschappen.

Voor het bepalen van de realisatiekansen voor habitattypen is in deze kartering allereerst een vergelijking gemaakt van de potentiële vegetaties, horend bij de fysisch-geografische eenheden (zie § 3.7.2 en Bijlage VII) met de kenmerkende plantengemeenschappen die horen bij de doeltypen die relevant zijn voor het studiegebied. Hiermee kunnen wij beoordelen hoe goed het doeltype past bij de landschapsecologische positie (FG-eenheid). Daarvoor is recentelijk de term 'affiniteit' van het doeltype (beheertype of habitattype) met de fysisch-geografische eenheid geïntroduceerd (Van Delft et al., 2017, Van Delft 2018). Per doeltype is volgens onderstaande formule een affiniteitsindex bepaald, die aangeeft welk deel van de potentiële plantengemeenschappen (volgens de Landschapsleutel) overeenkomt met de plantengemeenschappen voor dat doeltype.

$$Af = (\frac{NOG}{NPOT} + \frac{NOG}{NKBT})/2$$

Waarin: Af = Affiniteit doeltype met FG-eenheid; NOG = Aantal overeenkomstige gemeenschappen; NPOT = Aantal potentiële gemeenschappen in FG-eenheid; NKBT = Aantal kenmerkende gemeenschappen in doeltype.

In deze formule wordt dus het aandeel overeenkomstige plantengemeenschappen beoordeeld ten opzichte van het aantal potentiële gemeenschappen in de fysisch-geografische eenheid én ten opzichte van het aantal kenmerkende gemeenschappen binnen het doeltype.

De maximale waarde van deze affiniteitsindex (theoretisch tussen 0 en 1, kan tussen doeltypen sterk verschillen. In een aantal gevallen klopt dat ook, voor een deel komt het ook door onevenwichtigheid in het aantal potentiële plantengemeenschappen per FG-eenheid en het aantal kenmerkende plantengemeenschappen per doeltype. Zo worden in de Landschapsleutel bij sommige fysisch-geografische eenheden veel subassociaties genoemd en wordt bij sommige doeltypen een groot aantal kenmerkende plantengemeenschappen genoemd waarvan er in de FG-eenheid slechts een klein deel voorkomt als potentiële vegetatie. Dit levert een relatief geringe overlap en daarmee lagere index op, terwijl de affiniteit van het doeltype met de FG-eenheid niet per se geringer is. De index moet daarom vooral indicatief geïnterpreteerd worden om de verschillende affiniteit van een doeltype met meerdere FG-eenheden te vergelijken. Om die reden rapporteren wij hier de affiniteitsindex

niet rechtstreeks, maar wordt deze wel gebruikt bij het beoordelen van de abiotische randvoorwaarden en de analyse van de meest waarschijnlijke doeltypen.

Vergelijking met abiotische randvoorwaarden binnen fysiotopen

Voor de vergelijking van de huidige abiotische condities met de abiotische randvoorwaarden voor de doeltypen hebben wij de FG-eenheden verder onderverdeeld in fysiotopen. Deze onderverdeling is gebaseerd op:

- Vochtklassen (vijf klassen) op basis van de grondwatertrappenkaart (FIGUUR 3-12)
- Overstromingsfrequentie op basis van de verwacht inundatiefrequentie, afhankelijk van de maaiveldhoogte (§ 5.2). Om aan te sluiten bij de indeling van Waternood (Runhaar & Hennekens 2014) zijn we uitgegaan van drie hoofdklassen (nooit, incidenteel en regelmatig) met twee tussenklassen voor overgangssituaties.

In totaal zijn in Bijlage IX 75 fysiotopen onderscheiden met een unieke combinatie van:

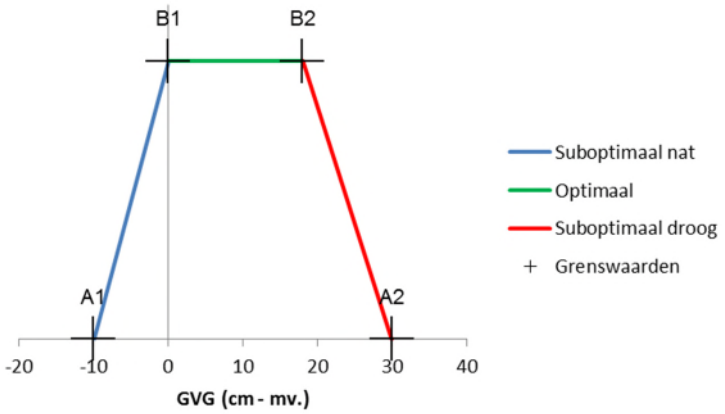
- Fysisch-Geografische serie
- Fysisch-Geografisch type
- Vochtklasse
- Overstromingsklasse

Voor zover binnen de kaartvlakken van van deze fysiotopen boringen liggen zijn de abiotische eigenschappen gekarakteriseerd op basis van informatie uit deze boringen, bij de overige fysiotopen is hiervoor een vergelijking gemaakt met de eigenschappen van overeenkomstige fysiotopen.

- Omdat als gevolg van het reliëf in het terrein de maaiveldhoogte en daarmee de grondwaterstanden en overstromingsfrequentie zullen variëren is de maaiveldvariatie per kaartvlak beoordeeld op basis van AHN;
- De spreiding van GXG-waarden (GVG, GLG) binnen elk fysiotoop zijn afgeleid van de GXG-waarden in de boorpunten, de relatieve hoogteligging van het boorpunt en de maaiveldspreiding binnen het vlak. Wanneer in een fysiotoop geen boorpunt voorkomt zijn waarden van vergelijkbare fysiotopen of de grenswaarden van de grondwatertrap gehanteerd;
- De variatie in droogtestress is berekend uit de variatie in GLG binnen het fysiotoop en de kenmerken van de FG-eenheid volgens de methode van Jansen & Runhaar (2001);
- De variatie in overstromingsfrequentie is afgeleid van de variatie in maaiveldhoogte en de grenswaarden voor overstromingsfrequentie volgens § 5.2.
- Voor de variatie in zuurgraad zijn de veldbepalingen van de pH uit de pH-profielen gehanteerd, waarbij het gemiddelde genomen is van de pH op 5 en 15 cm.

De onderscheiden fysiotopen en hun abiotische kenmerken zijn opgenomen in Bijlage IX. Om de huidige abiotische condities binnen de fysiotopen te kunnen vergelijken met de abiotische randvoorwaarden voor een doeltype, hebben we vooral gebruikgemaakt van de abiotische randvoorwaarden zoals deze zijn geformuleerd in Waternood (Runhaar & Hennekens, 2014). Voor elk doeltype is voor een aantal standplaatskenmerken grenswaarden aangegeven waarmee de optimale condities bepaald zijn (de groene lijn in Figuur 9-3); de grenswaarden worden dan aangeduid met B1 en B2. Daarnaast zijn er ook nog bereiken aangegeven waarbij het type wel kan voorkomen, maar waarbij de condities suboptimaal zijn (A1 – B1, blauwe lijn; B2 – A2, rode lijn). Buiten dit bereik (A1 – A2) zijn de

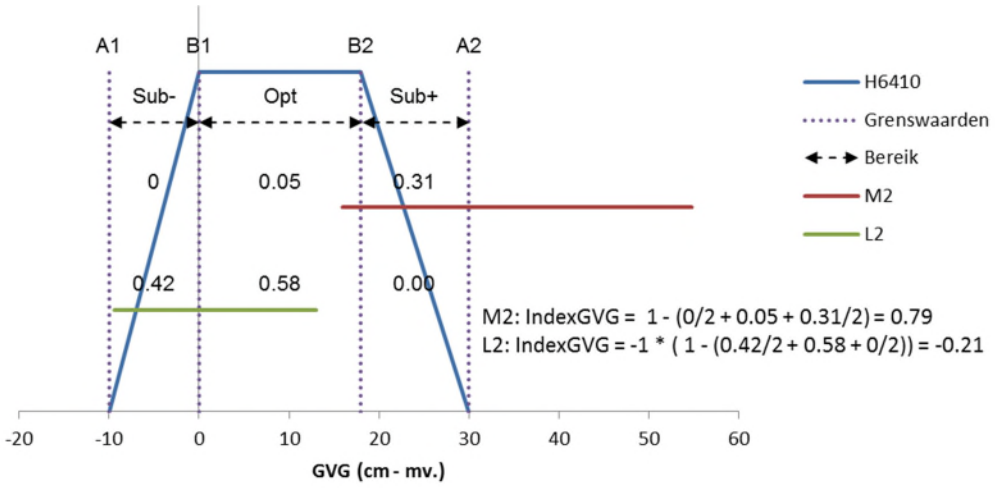
omstandigheden ongunstig en is het voorkomen van een type onwaarschijnlijk. Naast de abiotische randvoorwaarden uit Waternood hebben wij gebruikgemaakt van referentiewaarden uit eigen onderzoek (Beets et al., 2000/2005; Van Delft, 2013; Kemmers et al., 2011; De Waal & Van Delft, 2014).



FIGUUR 9-3 SCHEMATISCH VOORBEELD VAN DE REALISATIEKANSEN VOOR EEN DOELTYPE (H6410) BIJ DE RANDVOORWAARDEN VOOR DAT TYPE (GVG).

Berekening realisatiekansen gegeven huidige abiotiek

Voor de vergelijking van de actuele situatie met de gewenste situatie voor de doeltypen hebben wij de abiotische randvoorwaarden overgenomen uit Waternood, versie 3 (Runhaar & Hennekens 2014) waarin de referentiewaarden uit de KWR database voor Habitattypen (Runhaar et al. 2009) zijn geïntegreerd. Een voorbeeld is gegeven in Figuur 9-4, waar het bereik voor de GVG in twee fysiotopen (met een andere codering dan in dit rapport) is uitgezet tegen de abiotische randvoorwaarde voor doeltype H6410 (Blauwgraslanden). Het horizontale deel van de grafiek voor H6410 stelt het optimale bereik voor ('Opt' tussen B1 en B2), in de beide schuine delen wordt het suboptimale bereik aan de natte kant (links: 'Sub-' tussen A1 en B1) en de droge kant (rechts: 'Sub+' tussen B2 en A2) voorgesteld. Bij M2 overlapt het bereik voor de GVG met het suboptimale bereik van H6410 aan de droge kant en een klein stukje met het optimale bereik, het grootste deel van het bereik van M2 is te droog (IndexGVG = 0.79). Daardoor wordt de GVG in deze fysiotoop als minder geschikt beoordeeld voor dit doeltype. Fysiotoop L2 blijkt qua GVG beter geschikt te zijn. Het grootste deel van het bereik voor GVG valt samen met het optimaal bereik voor het doeltype, de rest valt binnen het suboptimale deel aan de natte kant (IndexGVG = -0.21).



FIGUUR 9-4 SCHEMATISCH VOORBEELD VAN DE VERGELIJKING VAN HET BEREIK VOOR DE GVG IN DE FYSIOTOPEN M2 EN L2 MET DE ABIOTISCHE RANDVOORWAARDEN VAN HABITATTYPE H6410 (BLAUWGRASLANDEN). DE FRACTIE VAN HET BEREIK IN EEN FYSIOTOOP DAT SAMENVALT MET ELK DEELBEREIK VAN DE RANDVOORWAARDEN IS AANGEGEVEN BOVEN HET BEREIK VOOR DE FYSIOTOPEN (SUB- = SUBOPTIMAAL LINKS, OPT= OPTIMAAL EN SUB+ = SUBOPTIMAAL RECHTS). DE TOTALE OVERLAP IS BEREKEND UIT DE SOM VAN DEZE FRACTIES, WAAR DE WAARDEN IN DE SUBOPTIMALE BEREIKEN GEHALVEERD IS. BIJ M2 IS DAT 0 VOOR SUB-, 0.05 VOOR OPT EN 0.31 VOOR SUB+. DE WAARDEN VOOR SUB+/- WORDEN GEHALVEERD, DUS: DE OVERLAP IS 0/2 + 0.05 + 0.31/2 = 0.21. DE INDEX VOOR GVG IS BEREKEND UIT 1 – DE TOTALE OVERLAP. BIJ L2 LIGT HET ZWAARTEPUNT VAN HET BEREIK LINKS (NATTER) VAN HET BEREIK VAN HET HABITATTYPE, DAAROM IS DE INDEX NEGATIEF GEMAAKT. DE INDEX GEEFT DUS DE MATE VAN BEPERKING AAN DIE VOLGT UIT HET BEREIK IN DE FYSIOTOOP: 0 = GEEN BEPERKING; 1 = ONGESCHIKT, TE DROOG; -1 = ONGESCHIKT, TE NAT; TUSSENLIGGENDE WAARDEN GEVEN EEN MEER OF MINDER GROTE BEPERKING AAN.

Volgens dit principe hebben we alle combinaties voor fysiotoop en habitattype beoordeeld voor GVG, GLG óf droogtestress, overstromingsfrequentie en zuurgraad. Hierbij zijn de waarden van de standplaatsfactoren per fysiotoop volgens Bijlage IX vergeleken met de abiotische randvoorwaarden van de habitattypen. Voor elke standplaatsfactor is de mate van beperking bepaald door de fracties overlap in het optimale bereik en de beide suboptimale bereiken samen te nemen, waarbij het optimale bereik een zwaarder gewicht heeft gekregen (Figuur 9-4). De fractie overlap (0 = geen, 1 = volledig) is omgerekend naar een index voor de mate van beperking: index = 1 – overlap (overlap 1 = index 0; overlap 0 = index 1). Bij overlap < 1 (index voor beperking > 0) is aangegeven in welke richting de beperking werkt: een positieve index wil zeggen ‘te droog’ of ‘te basisch’, een negatieve index betekent ‘te nat’ of ‘te zuur’.

Per fysiotoop zijn de realisatiekansen voor de meest waarschijnlijke habitattypen in korte vegetaties en bos berekend. Daarvoor zijn per FG-eenheid voor alle doeltypen met een affiniteit > 0 de realisatiekansen berekend met de formule:

$$DR = (1 - abs(IndGVG)) * (1 - abs(IndGLG\ of\ IndDSTRESS)) * (1 - abs(IndOV)) * (1 - abs(IndZG))$$

Waarbij DR = doelrealisatie, abs = absolute waarde en IndGVG etc. = de hiervóór berekende indexen voor GVG, GLG of Droogtestress, Overstromingsfrequentie en Zuurgraad. Omdat steeds 1 – de absolute waarde van de index genomen wordt varieert de realisatiekans (doelrealisatie) van 1 (geen beperkingen, alle indexen = 0) tot 0 (minimaal één van de indexen = -1 of 1. In alle andere gevallen worden dan waarden tussen 0 en 1 gevonden.

Vervolgens worden de realisatiekansen gecorrigeerd voor de affiniteit van het doeltype met de FG-eenheid. Dat wil zeggen dat een doeltype met een hoge realisatiekans bij een FG-eenheid met een lage affiniteit een lagere gecorrigeerde realisatiekans krijgt dan dezelfde realisatiekans bij een hogere affiniteit. Hiermee wordt voorkomen dat een doeltype als meest waarschijnlijk geselecteerd wordt dat eigenlijk minder goed past bij de groeiplaats.

De gecorrigeerde realisatiekans wordt bepaald door de realisatiekans te vermenigvuldigen met de (genormaliseerde) affiniteitsindex van dat doeltype. De genormaliseerde affiniteitsindex volgt uit:

$$AffNorm_n = Aff_n \times \max(Aff_{FG-eenheid})$$

Waarin: $AffNorm_n$ = De genormaliseerde Affiniteisindex voor doeltype n, Aff_n = Affiniteitsindex voor doeltype n en $max(Aff_{FG\text{-}eenheid})$ de maximale affiniteitsindex van alle doeltypen binnen de FG-eenheid. Hierbij krijgt het doeltype met de hoogste affiniteitsindex een genormaliseerde index = 1.

De gecorrigeerde realisatiekans voor elk doeltype wordt dan:

$$CDR_n = DR_n \times Affnorm_n$$

Waarin: CDR_n = Gecorrigeerde realisatiekans voor doeltype n, DR_n = Doelrealisatie voor doeltype n en $AffNorm_n$ = De genormaliseerde Affiniteisindex voor doeltype n.

Per FG-eenheid hebben we de gecorrigeerde realisatiekansen gesorteerd van groot (1) naar klein (0) en de twee doeltypen met de hoogste kans voor grasland/heide of bos weergegeven. Om weinig realistische voorspellingen te doen over geschikte groeiplaatsen zijn alleen doeltypen met een gecorrigeerde realisatiekans groter dan 0.1 opgenomen in deze kaarten.

Bijlage VIII Lijst van potentiële vegetaties bij FG-eenheden

In de Landschapsleutel (Kemmers et al., 2011) is per fysisch-geografisch type (Primaire standplaats) een aantal plantengemeenschappen genoemd dat daarbij potentieel kan voorkomen: potentiële vegetaties. Het daadwerkelijk voorkomen van deze plantengemeenschappen hangt af van de mate waarin de actuele abiotische condities overeenkomen met de abiotische randvoorwaarden van deze gemeenschappen. De gemeenschappen zijn geordend per structuurtype/successiefase (1 = Pionier, 2 = Grasland/heide, 3 = Struweel en 4 = Bos), hetgeen vooral bepaald wordt door het beheer.

Ten opzichte van de oorspronkelijke versie van de Landschapsleutel is hier het aantal potentiële vegetaties per FG-eenheid uitgebreid, omdat in eerste instantie vooral de plantengemeenschappen waren opgenomen die het beste pasten bij de eenheid. Daarmee ontbrak een aantal meer algemene plantengemeenschappen, waardoor bijvoorbeeld beheertype N12.02 ‘Kruiden- en faunarijk grasland’ bij FG-eenheden ontbrak, terwijl dit soms het meest logische doeltype is op voormalige landbouwgronden. In een aantal gevallen wordt in deze nieuwe versie onderscheid gemaakt tussen FG-typen binnen verschillende FG-series. In die gevallen zijn de betreffende FG-series vernoemd vóór het FG-type. Het potentiële voorkomen van een plantengemeenschap bij een FG-eenheid is aangegeven met het cijfer ‘1’.

Fase	Gemeenschap	Naam	HzBN_PS001	HzBN_PS002	HzBN_PS013	HzDA_PS004	HzDA_PS011	HzSD_PS001	HzSL_PS001	RiZD_PS001	RiZD_PS031C	RiZL_PS002	RiZL_PS013	RiZL_PS014	RiZL_PS016	RiZL_PS017	RiZL_PS031C	RiZN_PS002	RiZN_PS012	RiZN_PS013	RiZN_PS014	RiZN_PS016	RiZN_PS031C	RiZV_PS014	RiZV_PS016	RiZV_PS017	RiZW_PS001	RiZW_PS012	RiZW_PS013	RiZW_PS014	RiZW_PS031C
1	05BC05	Associatie van Watervliolier en Kransvederkruid													1											1					
1	07AA01	Bronkruid-associatie											1		1					1		1			1				1		
1	07AA02	Associatie van Paarbladig goudveil											1							1									1		
1	08BA01	Associatie van Slangewortel en Waterscheerling													1											1					
1	09RG_A														1	1						1			1	1					
1	11AA01	Associatie van Moeraswolfsklauw en Snavelbies		1			1					1						1	1									1			
1	14A		1					1	1	1																	1				
1	14AA01	Associatie van Buntgras en Heidespurrie	1					1	1	1																	1				
1	14AA02	Duin-Buntgras-associatie	1					1	1	1																	1				
1	20AA01	Associatie van Struikhei en Stekelbrem				1																									
1	28AA				1								1	1	1					1	1	1		1	1				1	1	
1	28AA01	Draadgentiaan-associatie			1								1	1	1					1	1	1		1	1				1	1	
1	28AA02	Associatie van Borstelbies en Moerasmuur			1								1	1	1					1	1	1		1	1				1	1	
1	28AA03	Associatie van Dwergbloem en Hauwmos			1								1	1	1					1	1	1		1	1				1	1	
1	29AA													1							1			1						1	
1	29AA01	Associatie van Waterpeper en Tandzaad												1							1			1						1	
1	29AA02	Associatie van Goudzuring en Moerasandijvie												1							1			1						1	
1	29AA03	Associatie van Ganzevoet en Beklierde duizendknoop												1							1			1						1	
1	29AA04	Slijkgroen-associatie												1							1			1						1	
2	08BC														1											1					
2	08BC02	Associatie van Scherpe zegge												1	1	1					1	1		1	1	1				1	
2	08BC02A	Ass. van Scherpe zegge; typische subass.													1	1						1			1	1					
2	08BC02B	Ass. van Scherpe zegge; subass. met Wateraardbei													1	1						1			1	1					
2	08BC03	Blaaszegge-associatie													1	1						1			1	1					
2	08BC04	Associatie van Noordse zegge													1	1						1			1	1					
2	08BD01	Galigaan-associatie													1	1						1			1	1					

Fase	Gemeenschap	Naam	HzBN_PS001	HzBN_PS002	HzBN_PS013	HzDA_PS004	HzDA_PS011	HzSD_PS001	HzSL_PS001	RiZD_PS001	RiZD_PS031C	RiZL_PS002	RiZL_PS013	RiZL_PS014	RiZL_PS016	RiZL_PS017	RiZL_PS031C	RiZN_PS002	RiZN_PS012	RiZN_PS013	RiZN_PS014	RiZN_PS016	RiZN_PS031C	RiZV_PS014	RiZV_PS016	RiZV_PS017	RiZW_PS001	RiZW_PS012	RiZW_PS013	RiZW_PS014	RiZW_PS031C
2	08BD02	Pluimzegge-associatie													1	1						1			1	1					
2	08RG08	Rompgemeenschap van Moeraszegge												1	1	1					1	1		1	1	1				1	
2	09															1										1					
2	09AA03	Associatie van Moerasstruisgras en Zompzegge													1	1						1			1	1					
2	09AA03A	Ass. van Moerasstruisgras en Zompzegge; typische subass.													1	1						1			1	1					
2	09AA03B	Ass. van Moerasstruisgras en Zompzegge; subass. met Ronde zegge													1	1						1			1	1					
2	09BA01	Associatie van Schorpioenmos en Ronde zegge														1										1					
2	09BA02	Associatie van Vetblad en Vlozegge													1	1						1			1	1					
2	09RG02	Rompgemeenschap van Zwarte zegge en Moerasstruisgras			1								1	1	1				1	1	1	1		1	1			1	1	1	
2	11AA02	Associatie van Gewone dophei		1			1					1						1	1								1				
2	11AA02A	Ass. van Gewone dophei; subass. met Veenmos		1			1					1						1	1								1				
2	11AA02B	Ass. van Gewone dophei; subass. met Bosbes		1			1					1						1	1								1				
2	11AA02C	Ass. van Gewone dophei; typische subass.		1			1					1						1	1								1				
2	11AA02D	Ass. van Gewone dophei; subass. met korstmossen		1			1					1						1													
2	11AA02E	Ass. van Gewone dophei; subass. met Gevlekte orchis		1			1					1						1	1								1				
2	11RG02	Rompgemeenschap van Pijpestrootje		1		1	1					1						1	1								1				
2	12BA01	Associatie van Geknikte vossestaart			1								1	1						1	1			1					1	1	
2	14BB01	Associatie van Schapegras en Tijm	1	1						1	1	1					1	1					1				1				1
2	14BC01	Associatie van Vetkruid en Tijm	1	1						1	1	1					1	1					1				1				1
2	14RG03	Rompgemeenschap van Gewoon gaffeltandmos	1	1				1	1	1	1	1					1	1					1				1				1
2	14RG06	Rompgemeenschap van Gewoon struisgras en Gewoon biggekruid	1	1		1		1	1	1	1	1					1	1					1				1				1
2	16															1										1					
2	16AA														1							1			1						
2	16AA01	Blauwgrasland			1								1	1	1	1				1	1	1		1	1	1			1	1	
2	16AA01A	Blauwgrasland; subass. met Borstelgras			1								1	1	1	1				1	1	1		1	1	1			1	1	
2	16AA01B	Blauwgrasland; typische subass.			1								1	1	1	1				1	1	1		1	1	1			1	1	

Fase	Gemeenschap	Naam	HzBN_PS001	HzBN_PS002	HzBN_PS013	HzDA_PS004	HzDA_PS011	HzSD_PS001	HzSL_PS001	RiZD_PS001	RiZD_PS031C	RiZL_PS002	RiZL_PS013	RiZL_PS014	RiZL_PS016	RiZL_PS017	RiZL_PS031C	RiZN_PS002	RiZN_PS012	RiZN_PS013	RiZN_PS014	RiZN_PS016	RiZN_PS031C	RiZV_PS014	RiZV_PS016	RiZV_PS017	RiZW_PS001	RiZW_PS012	RiZW_PS013	RiZW_PS014	RiZW_PS031C
2	16AA01C	Blauwgrasland; subass. met Melkeppe		1									1	1	1	1			1	1	1			1	1	1			1	1	
2	16AA01D	Blauwgrasland; subass. met Parnassia		1									1	1	1	1			1	1	1			1	1	1			1	1	
2	16AB01	Veldrus-associatie		1									1	1	1	1		1	1	1	1			1	1	1		1	1	1	
2	16AB03	Associatie van Echte koekoeksbloem en Gevleugeld hertshooi													1	1					1				1	1					
2	16AB04	Associatie van Boterbloemen en Waterkruiskruid		1									1	1	1	1			1	1	1			1	1	1			1	1	
2	16AB04A	Ass. van Boterbloemen en Waterkruiskruid; subass. met Zomprus		1									1	1	1				1	1	1			1	1				1	1	
2	16AB04B	Ass. van Boterbloemen en Waterkruiskruid; subass. met Blauwe zegge		1									1	1	1				1	1	1			1	1				1	1	
2	16AB05	Bosbies-associatie		1									1	1	1	1			1	1	1			1	1	1			1	1	
2	16AB06	Associatie van Gewone engelwortel en Moeraszegge		1									1	1	1	1			1	1	1			1	1	1			1	1	
2	16BA02	Associatie van Grote pimpernel en Weidekervel												1							1			1						1	
2	16BB01	Glanshaver-associatie									1										1		1							1	1
2	16BB01A	Glanshaver-ass.; typische subass.																			1									1	
2	16BB01B	Glanshaver-ass.; subass. met Rietzwenkgras																			1									1	
2	16BB01C	Glanshaver-ass.; subass. met Gewone veldbies									1												1								1
2	16BC01	Kamgrasweide		1									1	1	1	1			1	1	1	1		1	1	1		1	1	1	
2	16BC01A	Kamgrasweide; typische subass.		1															1	1	1			1		1		1	1	1	
2	16BC01B	Kamgrasweide; subass. met Moerasrolklaver		1									1	1		1			1	1	1			1		1		1	1	1	
2	16RG01			1									1		1	1			1	1		1			1	1		1	1		
2	16RG02	Rompgemeenschap van Gestreepte witbol en Echte koekoeksbloem		1									1		1	1				1		1			1	1			1		
2	16RG03	Rompgemeenschap van Rood zwenkgras en Moerasrolklaver		1		1							1		1				1	1		1			1			1	1		
2	16RG05	Rompgemeenschap van Blauwe zegge en Blauwe knoop		1									1	1					1	1	1			1				1	1	1	
2	16RG06	Rompgemeenschap van Tweerijige zegge		1									1	1	1	1				1	1	1		1	1	1			1	1	
2	16RG08	Rompgemeenschap van Grote vossestaart en Echte koekoeksbloem												1							1			1						1	
2	16RG10	Rompgemeenschap van Grote vossestaart en Veldgerst												1							1			1						1	
2	19AA01	Associatie van Liggend walstro en Schapegras					1																								
2	19AA02	Associatie van Klokjesgentiaan en Borstelgras																	1									1			

Fase	Gemeenschap	Naam	HzBN_PS001	HzBN_PS002	HzBN_PS013	HzDA_PS004	HzDA_PS011	HzSD_PS001	HzSL_PS001	RiZD_PS001	RiZD_PS031C	RiZL_PS002	RiZL_PS013	RiZL_PS014	RiZL_PS016	RiZL_PS017	RiZL_PS031C	RiZN_PS002	RiZN_PS012	RiZN_PS013	RiZN_PS014	RiZN_PS016	RiZN_PS031C	RiZV_PS014	RiZV_PS016	RiZV_PS017	RiZW_PS001	RiZW_PS012	RiZW_PS013	RiZW_PS014	RiZW_PS031C
2	19RG01	Rompgemeenschap van Borstelgras	1	1		1	1			1	1	1					1	1	1				1				1	1			1
2	19RG02	Rompgemeenschap van Bochtige smele	1	1		1		1	1	1	1	1					1	1					1				1				1
2	20AA01	Associatie van Struikhei en Stekelbrem	1	1			1	1	1	1	1	1					1	1					1				1				1
2	20AA02	Associatie van Struikhei en Bosbes				1	1																								
2	32AA01	Associatie van Moerasspirea en Echte Valeriaan			1								1	1	1	1				1	1	1		1	1	1					
2	SBB-09-e	RG Holpijp [Klasse Der Kleine Zeggen]													1	1						1			1	1					
2	SBB-09-f	RG Snavelzegge/Wateraardbei [Klasse Der Kleine Zeg													1	1						1			1	1					
2	SBB-14D-d	RG Geel walstro en Fijn schapegras [Verbond van Ge	1	1						1	1	1					1	1					1				1				1
3	31Ca03	Wormkruid-associatie									1						1						1								1
3	33Aa03	Kruisbladwalstro-associatie									1						1						1								1
3	33Aa04	Associatie van Look-zonder-look en Dolle kervel									1						1						1								1
3	35AA01	Associatie van Bronskleurige bosbraam									1						1						1								1
3	35AA02	Associatie van Witte bosbraam			1								1						1	1								1	1		
3	35AA03	Associatie van Sierlijke woudbraam			1		1						1						1	1								1	1		
3	36AA				1								1		1	1				1		1			1	1			1		
3	36AA01	Associatie van Geoorde wilg			1								1		1	1				1		1			1	1			1		
3	36AA02	Associatie van Grauwe wilg			1								1		1	1				1		1			1	1			1		
3	36RG02	Rompgemeenschap van Wilde gagel																	1									1			
3	37AB01	Associatie van Sleedoorn en Eenstijlige meidoorn									1			1			1				1		1	1						1	1
3	40RG01	Rompgemeenschap van Gagelstruwelen																	1									1			
3	41AA01	Gaffeltandmos-Jeneverbestruweel	1	1		1		1	1	1		1					1										1				
3	42AA01	Berken-Eikenbos				1																									
3	42AA01A	Berken-Eikenbos; subass. met Cladonia-soorten				1																									
3	42AA01B	Berken-Eikenbos; subass. met Bochtige smele				1																									
3	42AA01C	Berken-Eikenbos; subass. met Bosbessen				1																									
3	42AA01D	Berken-Eikenbos; subass. met Pijpestrootje		1		1	1					1					1														

Fase	Gemeenschap	Naam	HzBN_PS001	HzBN_PS002	HzBN_PS013	HzDA_PS004	HzDA_PS011	HzSD_PS001	HzSL_PS001	RiZD_PS001	RiZD_PS031C	RiZL_PS002	RiZL_PS013	RiZL_PS014	RiZL_PS016	RiZL_PS017	RiZL_PS031C	RiZN_PS002	RiZN_PS012	RiZN_PS013	RiZN_PS014	RiZN_PS016	RiZN_PS031C	RiZV_PS014	RiZV_PS016	RiZV_PS017	RiZW_PS001	RiZW_PS012	RiZW_PS013	RiZW_PS014	RiZW_PS031C
3	42AA01E	Berken-Eikenbos; subass. met Brede stekelvaren				1																								
4	39AA				1							1			1	1			1		1				1	1		1		
4	39AA01	Moerasvaren-Elzenbroek										1				1			1							1		1		
4	39AA01A	Moerasvaren-elzenbroek; typische subass.										1				1			1							1		1		
4	39AA01B	Moerasvaren-elzenbroek; subass. met Veenmossen										1				1			1							1		1		
4	39AA01C	Moerasvaren-elzenbroek; subass. met Oeverzegge										1				1			1							1		1		
4	39AA02	Elzenzegge-Elzenbroek			1							1	1	1	1	1			1	1	1		1	1	1			1	1	
4	39AA02A	Elzenzegge-Elzenbroek; typische subass.			1							1			1	1			1		1				1	1		1		
4	39AA02B	Elzenzegge-Elzenbroek; subass. met Bittere veldkers			1							1	1	1	1	1			1	1	1		1	1	1			1	1	
4	39AA02C	Elzenzegge-Elzenbroek; subass. met Zwarte bes			1							1			1	1			1		1				1	1		1		
4	39AA02D	Elzenzegge-Elzenbroek; subass. met Framboos			1							1			1	1			1		1				1	1		1		
4	39AA02E	Elzenzegge-Elzenbroek; subass. met Zompzegge			1							1			1	1			1		1				1	1		1		
4	39RG03	Rompgemeenschap van Moeraszegge			1							1	1	1	1	1			1	1	1		1	1	1			1	1	
4	40AA																	1									1			
4	40AA01	Dophei-Berkenbroek																1									1			
4	40AA01A	Dophei-Berkenbroek; subass. met Eenarig wollegras																1									1			
4	40AA01B	Dophei-Berkenbroek; subass. met Struikhei																1									1			
4	40AA01C	Dophei-Berkenbroek; arme subass.																1									1			
4	40AA02	Zompzegge-Berkenbroek																1									1			
4	40AA02A	Zompzegge-Berkenbroek; subass. met Melkeppe																1									1			
4	40AA02B	Zompzegge-Berkenbroek; typische subass.																1									1			
4	40RG02	Rompgemeenschap van Pijpestrootje					1											1									1			
4	41AA02	Korstmossen-Dennenbos	1	1		1	1	1	1	1	1	1					1	1				1				1				1
4	41AA02A	Korstmossen-dennenbos; subass. met Cladonia-soorten	1	1		1	1	1	1	1	1	1					1	1				1				1				1
4	41AA02B	Korstmossen-dennenbos; subass. met Gerimpeld gaffeltandmos	1	1		1	1	1	1	1	1	1					1	1				1				1				1
4	41AA03	Kussentjesmos-Dennenbos	1	1		1	1	1	1	1	1	1					1	1				1				1				1

Fase	Gemeenschap	Naam	HzBN_PS001	HzBN_PS002	HzBN_PS013	HzDA_PS004	HzDA_PS011	HzSD_PS001	HzSL_PS001	RiZD_PS001	RiZD_PS031C	RiZL_PS002	RiZL_PS013	RiZL_PS014	RiZL_PS016	RiZL_PS017	RiZL_PS031C	RiZN_PS002	RiZN_PS012	RiZN_PS013	RiZN_PS014	RiZN_PS016	RiZN_PS031C	RiZV_PS014	RiZV_PS016	RiZV_PS017	RiZW_PS001	RiZW_PS012	RiZW_PS013	RiZW_PS014	RiZW_PS031C
4	41AA03A	Kussentjesmos-dennenbos; subass. met Bochtige smele	1	1		1	1	1	1	1	1	1					1	1					1				1				1
4	41AA03B	Kussentjesmos-dennenbos; subass. met Bosbessen	1	1		1	1	1	1	1	1	1					1	1					1				1				1
4	41AA03C	Kussentjesmos-dennenbos; subass. met Kraaiheide	1	1		1	1	1	1	1	1	1					1	1					1				1				1
4	41AA03D	Kussentjesmos-dennenbos; subass. met Pijpestrootje		1			1					1						1													
4	42AA01	Berken-Eikenbos	1	1		1	1	1	1	1	1	1					1	1	1				1				1	1			1
4	42AA01A	Berken-Eikenbos; subass. met Cladonia-soorten	1	1		1		1	1	1	1	1					1	1					1				1				1
4	42AA01B	Berken-Eikenbos; subass. met Bochtige smele	1	1		1		1	1	1	1	1					1	1					1				1				1
4	42AA01C	Berken-Eikenbos; subass. met Bosbessen	1	1		1		1	1	1	1	1					1	1					1				1				1
4	42AA01D	Berken-Eikenbos; subass. met Pijpestrootje		1			1					1						1	1									1			
4	42AA01E	Berken-Eikenbos; subass. met Brede stekelvaren	1	1		1		1	1	1	1	1					1	1					1				1				1
4	42AA02	Beuken-Zomereikenbos		1								1						1													
4	42AA02A	Beuken-Zomereikenbos; subass. met Blauwe bosbes		1								1						1	1									1			
4	42AA02B	Beuken-Zomereikenbos; subass. met Adelaarsvaren		1								1						1	1									1			
4	42AA02D	Beuken-Zomereikenbos; subass. met Pijpestrootje																	1									1			
4	42AA02E	Beuken-Zomereikenbos; subass. met Gladde witbol		1								1						1	1									1			
4	42AA03A	Bochtige smele-Beukenbos; subass. met Kussentjesmos				1	1																								
4	43AA				1								1	1	1					1	1	1		1	1				1	1	
4	43AA01	Abelen-Iepenbos			1								1	1	1					1	1	1		1	1				1	1	
4	43AA01A	Abelen-Iepenbos; subass. met Slangelook			1								1	1	1					1	1	1		1	1				1	1	
4	43AA01B	Abelen-Iepenbos; Soortenarme subass.			1								1	1	1					1	1	1		1	1				1	1	
4	43AA01C	Abelen-Iepenbos; subass. met Wilde hyacint			1								1	1	1					1	1	1		1	1				1	1	
4	43AA02	Essen- Iepenbos			1						1		1	1	1		1			1	1	1	1	1	1				1	1	1
4	43AA02A	Essen- Iepenbos; typische subass.			1						1		1	1	1		1			1	1	1	1	1	1				1	1	1
4	43AA02B	Essen- Iepenbos; subass. met Gewoon sneeuwklokje			1						1		1	1	1		1			1	1	1	1	1	1				1	1	1
4	43AA04	Goudveil-Essenbos											1	1	1					1	1	1		1	1				1	1	
4	43AA05	Vogelkers-Essenbos			1								1	1	1					1	1	1		1	1				1	1	

Fase	Gemeenschap	Naam	HzBN_PS001	HzBN_PS002	HzBN_PS013	HzDA_PS004	HzDA_PS011	HzSD_PS001	HzSL_PS001	RiZD_PS001	RiZD_PS031C	RiZL_PS002	RiZL_PS013	RiZL_PS014	RiZL_PS016	RiZL_PS017	RiZL_PS031C	RiZN_PS002	RiZN_PS012	RiZN_PS013	RiZN_PS014	RiZN_PS016	RiZN_PS031C	RiZV_PS014	RiZV_PS016	RiZV_PS017	RiZW_PS001	RiZW_PS012	RiZW_PS013	RiZW_PS014	RiZW_PS031C
4	43AB01C	Eiken-Haagbeukenbos; typische subass.											1							1			1						1		
4	43AB01F	Eiken-Haagbeukenbos; subass. met Witte klaverzuring			1																										

Bijlage IX Fysiotopen

Fysiotoop	Opp	Boringen	GHG_Min	GLG_Min	GVG_Min	DSTRESS_Min	H_Min	pH10_Min	GHG_Max	GLG_Max	GVG_Max	DSTRESS_Max	H_Max	pH10_Max
HzBN_PS001_DR_OV1	0.325	2002 3026	40.0	120.0	54.8	0.2	5.37	3.5	80.0	236.0	105.0	34.2	6.67	4.1
HzBN_PS002_DR_OV0	0.389	3014 3015 3019 3027 3028	40.0	120.0	54.8	0.5	5.80	4.2	218.3	318.3	230.8	50.7	6.90	4.6
HzBN_PS002_NA_OV1	0.052	3025	0.0	89.8	17.5	0	5.25	4.2	18.6	120.0	37.3	2.5	6.21	4.6
HzBN_PS002_VO_OV0	0.366	3001	25.0	120.0	42.5	1.5	5.68	4.2	23.7	164.6	48.1	9.8	6.75	4.6
HzBN_PS013_ZN_OV1	0.07	3030	0.0	56.8	12.5	0	4.99	4.3	22.3	80.0	34.3	0	6.21	4.3
HzDA_PS004_DR_OV0	16.156	3014	140.0	218.3	151.5	40.6	6.36	3.5	218.3	318.3	230.8	48.6	7.13	3.5
HzDA_PS011_DR_OV0	38.662	3015 3019	80.0	124.5	88.3	3.9	6.27	3.1	109.9	241.4	130.3	49.4	7.08	3.1
HzSD_PS001_DR_OV0	40.076	3027 3028	40.0	120.0	54.8	0.5	5.63	3.5	140.0	263.7	158.4	50.7	6.29	4.1
HzSD_PS001_DR_OV1	16.689	2002 3026	40.0	120.0	54.8	0.2	4.82	3.5	80.0	236.0	105.0	34.2	7.84	4.1
HzSD_PS001_VO_OV0	0.02	3001	25.0	120.0	42.5	1.5	5.65	3.5	23.7	164.6	48.1	9.8	6.25	4.1
HzSL_PS001_DR_OV0	3.047	3027 3028	40.0	120.0	54.8	0.5	6.25	3.5	140.0	263.7	158.4	50.7	7.40	4.1
RiZD_PS001_DR_OV0	1.753	3027 3028	40.0	120.0	54.8	0.5	5.37	3.5	140.0	263.7	158.4	50.7	7.28	4.1
RiZD_PS001_DR_OV1	8.289	2002 3026	40.0	120.0	54.8	0.2	4.71	3.5	80.0	236.0	105.0	34.2	6.59	4.1
RiZD_PS031C_DR_OV1	1.977	3021	40.0	120.0	54.8	2.5	5.26	3.6	74.5	136.7	85.6	9.2	6.10	3.6
RiZL_PS002_DR_OV0	0.289	3014 3015 3019 3027 3028	40.0	120.0	54.8	0.5	5.58	4.2	218.3	318.3	230.8	50.7	5.91	4.6
RiZL_PS002_DR_OV1	0.35	3026	40.0	120.0	54.8	2.5	4.95	4.2	79.3	178.9	95.9	34.2	5.73	4.2
RiZL_PS002_DR_OV2	0.147	2001	40.0	120.0	54.8	0	5.01	4.6	36.4	149.6	56.3	0	5.54	4.6
RiZL_PS013_DR_OV1	0.792	2002	58.4	180.0	78.9	0.2	4.82	3.1	80.0	236.0	105.0	9.1	5.71	4.6
RiZL_PS013_NA_OV3	0.266	3025	0.0	89.8	17.5	0	4.17	4.1	18.6	120.0	37.3	2.5	5.09	4.9
RiZL_PS013_VO_OV3	0.095	3001	25.0	120.0	42.5	1.5	4.23	4.1	23.7	164.6	48.1	9.8	5.49	4.9
RiZL_PS013_ZN_OV4	0.153	3004	-9.9	88.0	9.1	0	3.05	4.9	25.0	120.0	42.5	0	4.48	4.9
RiZL_PS014_NA_OV3	0.485	3025	0.0	89.8	17.5	0	2.90	5.2	18.6	120.0	37.3	2.5	5.17	5.2
RiZL_PS014_wZN_OV2	1.06	3011	-59.7	20.2	-41.9	0	4.84	5.1	25.0	50.0	32.0	0	5.38	5.1
RiZL_PS014_wZN_OV3	0.989	3006	-30.0	30.0	-16.1	0	4.33	5.1	25.0	50.0	32.0	0	5.05	5.1
RiZL_PS014_wZN_OV4	0.179	3005 3022	-63.3	0.0	-47.9	0	3.42	4.0	25.0	80.0	36.5	0	4.68	5.2
RiZL_PS014_ZN_OV4	0.173	3004	-9.9	88.0	9.1	0	3.86	4.0	25.0	120.0	42.5	0	4.68	5.2
RiZL_PS016_wZN_OV1	0.124	3018	-59.0	25.5	-40.6	0	5.00	4.4	25.0	50.0	32.0	0	5.68	4.4
RiZL_PS016_wZN_OV2	0.541	3010	-18.2	40.9	-4.8	0	4.76	4.5	25.0	50.0	32.0	0	5.32	4.5
RiZL_PS016_wZN_OV3	0.547	3016	-88.9	50.0	-61.4	0	4.40	4.0	11.1	22.3	16.4	0	5.36	5.0
RiZL_PS016_wZN_OV4	0.562	3005 3022	-63.3	0.0	-47.9	0	3.21	4.0	25.0	80.0	36.5	0	4.63	5.7
RiZL_PS017_wZN_OV2	0.669	3010 3011 3031	-59.7	20.2	-41.9	0	4.82	4.5	25.0	50.0	32.0	0	5.37	7.5
RiZL_PS017_wZN_OV3	6.164	3002 3003 3020 3024	-100.8	0.0	-78.7	0	3.11	4.5	25.0	50.0	32.0	0	5.75	7.5
RiZL_PS017_wZN_OV4	0.345	3005	-20.0	60.0	-3.4	0	2.76	5.4	25.0	80.0	36.5	0	3.75	5.4
RiZL_PS031C_VO_OV2	0.126	3009 3023	40.0	80.0	48.8	0	4.75	4.2	65.1	120.0	73.1	0.5	5.53	4.5
RiZL_PS031C_VO_OV3	0.462	3009	40.0	108.8	53.1	0.1	4.54	4.5	58.8	120.0	70.2	0.5	5.45	4.5
RiZN_PS002_NA_OV1	0.266	3025	0.0	89.8	17.5	0	4.96	4.2	18.6	120.0	37.3	2.5	6.20	4.6
RiZN_PS002_VO_OV0	0.835	3001	25.0	120.0	42.5	1.5	5.61	3.5	23.7	164.6	48.1	9.8	6.12	4.6
RiZN_PS012_VO_OV0	0.992	3001	25.0	120.0	42.5	1.5	5.85	4.2	23.7	164.6	48.1	9.8	6.21	4.6
RiZN_PS013_NA_OV3	0.625	3025	0.0	89.8	17.5	0	4.65	4.1	18.6	120.0	37.3	2.5	5.34	4.9
RiZN_PS013_wZN_OV1	0.351	3032	-31.8	63.4	-12.6	0	4.84	4.1	25.0	80.0	36.5	0	5.71	4.1
RiZN_PS013_wZN_OV3	0.03	3017	-10.0	60.0	4.8	0	4.50	4.5	25.0	80.0	36.5	0	5.10	4.5
RiZN_PS013_ZN_OV0	0.999	3029	0.0	63.8	13.6	0	5.56	4.4	19.8	80.0	32.2	0	6.00	4.4

Fysiotoop	Opp	Boringen	GHG_Min	GLG_Min	GVG_Min	DSTRESS_Min	H_Min	pH10_Min	GHG_Max	GLG_Max	GVG_Max	DSTRESS_Max	H_Max	pH10_Max
RiZN_PS013_ZN_OV1	2.704	3030	0.0	56.8	12.5	0	5.08	4.3	22.3	80.0	34.3	0	5.75	4.3
RiZN_PS014_NA_OV1	0.078	3025	0.0	89.8	17.5	0	5.39	5.2	18.6	120.0	37.3	2.5	5.82	5.2
RiZN_PS014_wZN_OV3	2.034	3012 3013	-69.1	22.6	-45.0	0	3.98	4.0	25.0	80.0	36.5	0	5.15	5.1
RiZN_PS014_wZN_OV4	0.333	3005 3022	-63.3	0.0	-47.9	0	3.62	4.0	25.0	80.0	36.5	0	4.93	5.2
RiZN_PS014_ZN_OV1	1.309	3030	0.0	56.8	12.5	0	4.95	4.0	22.3	80.0	34.3	0	5.66	5.2
RiZN_PS014_ZN_OV3	2.551	3004 3029 3030	-9.9	56.8	9.1	0	4.67	4.0	25.0	120.0	42.5	0	5.40	5.2
RiZN_PS016_wZN_OV3	0.389	3016	-88.9	50.0	-61.4	0	4.46	4.0	11.1	22.3	16.4	0	5.40	5.0
RiZN_PS031C_DR_OV1	9.025	3008	40.0	141.4	58.0	0	4.70	4.2	79.3	180.0	96.0	0.2	5.69	4.2
RiZN_PS031C_DR_OV3	0.098	3008 3021	40.0	120.0	54.8	0	4.68	3.6	79.3	180.0	96.0	9.2	5.48	4.2
RiZN_PS031C_VO_OV1	1.565	3023	40.0	80.0	48.8	0	5.45	4.2	65.1	105.1	73.1	0.4	5.89	4.2
RiZN_PS031C_VO_OV3	0.416	3009	40.0	108.8	53.1	0.1	4.33	4.5	58.8	120.0	70.2	0.5	5.11	4.5
RiZV_PS014_VO_OV3	0.634	3001	25.0	120.0	42.5	1.5	4.69	4.6	23.7	164.6	48.1	9.8	5.44	4.6
RiZV_PS014_wZN_OV1	1.561	3007	-7.9	68.1	7.7	0	5.09	4.0	25.0	80.0	36.5	0	5.73	5.1
RiZV_PS014_wZN_OV2	5.568	3031	-27.9	28.6	-14.6	0	4.88	5.1	25.0	50.0	32.0	0	5.47	5.1
RiZV_PS014_wZN_OV3	1.798	3006 3012 3013	-69.1	22.6	-45.0	0	4.33	4.0	25.0	80.0	36.5	0	5.11	5.1
RiZV_PS016_wZN_OV3	1.392	3016	-88.9	50.0	-61.4	0	4.57	4.0	11.1	22.3	16.4	0	5.10	5.0
RiZV_PS017_wZN_OV4	1.062	3022	-63.3	0.0	-47.9	0	4.40	5.7	25.0	38.4	30.3	0	4.84	5.7
RiZW_PS001_DR_OV1	0.196	2002 3026	40.0	120.0	54.8	0.2	5.31	3.5	80.0	236.0	105.0	34.2	5.72	4.1
RiZW_PS012_DR_OV1	0.477	2002 3026	40.0	120.0	54.8	0.2	5.08	4.2	80.0	236.0	105.0	34.2	6.27	4.6
RiZW_PS013_NA_OV1	0.07	3025	0.0	89.8	17.5	0	4.84	4.1	18.6	120.0	37.3	2.5	5.73	4.9
RiZW_PS013_VO_OV1	0.293	3001	25.0	120.0	42.5	1.5	5.17	4.1	23.7	164.6	48.1	9.8	6.04	4.9
RiZW_PS013_ZN_OV3	0.039	3004 3029 3030	-9.9	56.8	9.1	0	3.46	4.3	25.0	120.0	42.5	0	5.06	4.9
RiZW_PS014_wZN_OV1	0.966	3007	-7.9	68.1	7.7	0	4.84	4.0	25.0	80.0	36.5	0	5.68	5.1
RiZW_PS014_ZN_OV1	0.186	3030	0.0	56.8	12.5	0	5.19	4.0	22.3	80.0	34.3	0	5.62	5.2
RiZW_PS014_ZN_OV2	0.237	3004 3029 3030	-9.9	56.8	9.1	0	5.00	4.0	25.0	120.0	42.5	0	5.51	5.2
RiZW_PS014_ZN_OV3	1.123	3004 3029 3030	-9.9	56.8	9.1	0	4.58	4.0	25.0	120.0	42.5	0	5.51	5.2
RiZW_PS031C_DR_OV0	1.145	3008 3021	40.0	120.0	54.8	0	5.51	3.6	79.3	180.0	96.0	9.2	6.01	4.2
RiZW_PS031C_DR_OV1	12.984	3008 3021	40.0	120.0	54.8	0	4.75	3.6	79.3	180.0	96.0	9.2	5.70	4.2
RiZW_PS031C_DR_OV3	0.846	3008 3021	40.0	120.0	54.8	0	4.40	3.6	79.3	180.0	96.0	9.2	5.45	4.2
RiZW_PS031C_VO_OV0	0.063	3009 3023	40.0	80.0	48.8	0	5.51	4.2	65.1	120.0	73.1	0.5	5.94	4.5
RiZW_PS031C_VO_OV1	3.992	3023	40.0	80.0	48.8	0	4.93	4.2	65.1	105.1	73.1	0.4	5.72	4.2
RiZW_PS031C_VO_OV2	0.126	3009 3023	40.0	80.0	48.8	0	4.82	4.2	65.1	120.0	73.1	0.5	5.31	4.5
RiZW_PS031C_VO_OV3	0.159	3009	40.0	108.8	53.1	0.1	4.38	4.5	58.8	120.0	70.2	0.5	5.26	4.5

Tweede beoordeling LESA Junner Koeland

Fons Smolders 18 november 2020 CONCEPT

Recentelijk is er door KWR een Ecohydrologische systeemanalyse uitgevoerd voor het Junner Koeland (Jalink e.a, 2020; Van Loon e.a., 2020). Deze systeemanalyse heeft veel inzicht opgeleverd in het functioneren van het gebied. Niet te min heerst er bij het onderzoeksteam (Staatsbosbeheer, Waterschap Vechtstromen en provincie Overijssel), verantwoordelijk voor het uitvoeren van de onderzoeken in Natura 2000 gebied Arriën, nog onduidelijkheid over het moerasgebied, in het bijzonder het trilveen, in de Muts. Het gaat hierbij vooral om:

- De rol van inundaties/slibafzetting vanuit de Vecht op het aanwezige trilveen
- De invloed van de watergang afkomstig uit het landbouwgebied Ariër Vlier

Volgens de Ecohydrologische systeemanalyse Junner Koeland is slechts een klein deel van het areaal, het deel dat is benoemd als RG Snavelzegge en Wateraardbei (Klasse der Kleine zeggen), toegekend aan H7140A Trilveen. Dit 'trilveen' ligt in het deelgebied 'de Muts'. Een belangrijk deel van dit deelgebied staat onder invloed van kwelwater en is nagenoeg permanent (zeer) nat met water op of nabij maaiveld. Het overgrote deel van de vegetatie is benoemd als Verbond Grote zeggen of Rg uit de Rietklasse. In de laagte komen kwel indicerende soorten als Holpijp en Snavelzegge uitgebreid voor en verder is het moeras opvallend soortenrijk.

De vraag is in hoeverre dit veenmoeras negatief beïnvloed kan worden door water uit de vecht en door de aanvoer van water uit de watergang uit het landbouwgebied. Tevens is het de vraag of er mogelijkheden liggen voor de uitbreiding van de kwalificerende rompgemeenschap van H7140A Trilveen.

Over de invloed van de Vecht wordt in de Ecohydrologische systeemanalyse gesteld dat de invloed in de Muts beperkt is. Weliswaar is de kans op overstroming eens in de één a twee jaar maar vanwege de kweldruk zou het hier vooral gaan om inundatie met opgestuwd neerslag- en kwelwater van het bovenstroomse deel van de meander en niet met water van de vecht. In de gepresenteerde figuur met de oppervlaktewaterstanden (figuur 2.4 in de Ecohydrologische systeemanalyse) zien we wel dat de pieken van de waterstanden in de Vecht veel hoger liggen dan de gemiddelde oppervlaktewaterpeilen nabij locatie JK5 (aan de westrand van de Muts). Dit suggereert dat bij een plotselinge stijging van het water in de Vecht er toch wel water kan toestromen naar dit deel van de meander. Metingen van de oppervlaktewaterkwaliteit in het gebied tijdens piekafvoeren zouden uitsluitsel kunnen geven over de daadwerkelijke invloed van vechtwater in de Muts. Dit soort metingen ontbreken, voor zover bekend, tot nu toe. De kans dit er een negatieve beïnvloeding plaatsvindt, sec door inundatie met Vechtwater, is in dit permanent natte grondwaterwater gevoede gebied echter niet groot, zoals ook wordt geconcludeerd in de Ecohydrologische Systeemanalyse.

Belangrijker dan een overstroming met Vechtwater sec, is de eventuele aanvoer van voedselrijk slib. Er is slib geanalyseerd uit de meander nabij de muts. Het gaat hier om materiaal dat rijk is aan organisch materiaal en ook rijk aan fosfor en tevens arsenicum. Het is onduidelijk of dit slib is aangevoerd vanuit de Vecht of dat het om materiaal gaat dat is aangevoerd via de aanvoersloot uit het landbouwgebied dan wel via erosie van het omringende veenmoeras in de meander terecht is gekomen. Het valt op dat op de locatie waar een bodemmonster is genomen in het trilveen zowel fosfor als arsenicum verhoogd zijn, net als in het slib in de meander. Al met al is er weinig empirisch bewijs voor de al dan niet beïnvloeding van de Muts vanuit de Vecht via inundatie dan wel afzetting van slib. Potentieel kan de afzetting van slib, gelet op de overstromingsfrequentie, wel degelijk invloed hebben op de voedselrijkdom van de bodems in het moeras. Alleen goede metingen waarbij de afzetting van (fijn) slib wordt gemonitord en de herkomst wordt afgeleid door het karakteriseren van de samenstelling van het slib zou hier uitsluitsel over kunnen geven.

De Muts wordt gevoed door kwel waarbij het uitredende grondwater deels infiltreert in het natuurgebied maar deels ook in het landbouwgebied Arriër Vlier. In de zomer wordt via de aanvoerslot Hooge Graaven water aangevoerd om de grondwaterstanden in het gebied Arriër Vlier voldoende hoog te houden. Met deze extra grondwateraanvulling wordt grondwaterstroming gegenereerd, waardoor ook in de zomerperiode sprake is van kwel in het Junner Koeland. Een stuw voorkomt dat het water via deze aanvoersloot ter hoogte van de Muts in de Meander terecht kan komen. Alleen bij extreme piekafvoeren zou er sprake zijn van overstorten over de stuw, maar betrouwbare gegevens hieromtrent ontbreken. Omdat aanvoer van voedselrijk water en slib vanuit de aanvoersloot ongewenst is het sowieso verstandig om de connectie tussen de sloot en de meander te dempen, zoals ook wordt voorgesteld in de aanbevelingen in de Ecohydrologische systeemanalyse.

De analyses uit de Ecohydrologische systeemanalyse suggereren dat er geen fosfaat en stikstof dat (eventueel) uitspoelt uit het landbouwgebied de Muts kan bereiken. Dit komt omdat nitraat dat uitspoelt door denitrificatie verdwijnt, waarbij overigens wel sulfaat vrijkomt. Fosfaat wordt in de ijzerrijke bodem gebonden en bereikt niet of nauwelijks het kwelgebied in de Muts. Hiermee lijken de eventuele potentiele negatieve effecten van het landbouwgebied op de Muts beperkt.

Hoewel de invloed vanuit Arriër Vlier vooral positief lijkt, vanwege de aanvoer van oppervlaktewater in de zomer dat, na infiltratie, uittreedt in de Muts; kan er wel degelijke ook een negatieve beïnvloeding zijn vanuit het landbouwgebied op het moerasgebied met trilveenvegetatie. Zo is er als gevolg van drainage in het gebied sprake van een verlaagde grondwaterstand en hiermee grondwateraanvoer naar de Muts, in de winter.

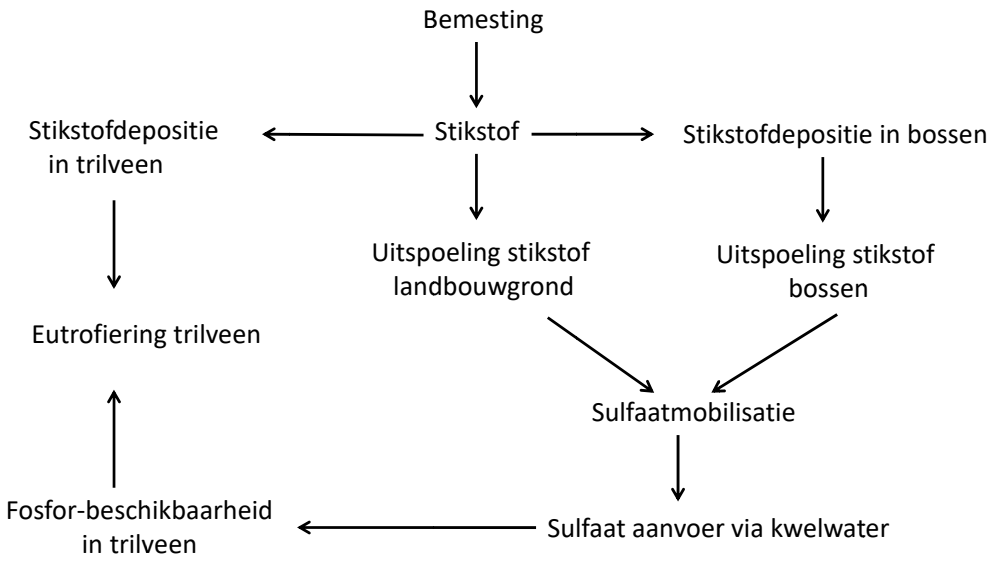
Een belangrijke constatering is ook dat het aantal grondwateranalyses waarop de conclusies van de Ecohydrologische Systeemanalyse zijn gebaseerd beperkt is. Op 5 en 6 juni 2018 zijn de bestaande grondwaterbuizen, eenmalig, bemonsterd. De grondwatermonsters in het trilveen laten hierbij een afname zien van sulfaat tussen het diepe filter en het ondiepe filter, die gepaard gaat met een toename van de bicarbonaatconcentratie. Dit kan, zoals terecht geconcludeerd in de systeemanalyse, duiden op sulfaatreductie. Opvallend is ook dat in het bovenste filter 0,01 mmol/l oPO4 wordt gemeten. Dit komt overeen met 10 µmol/l. Dit is voor een voedselarm trilveen al een relatief hoge waarde. Er kan dus niet uitgesloten worden dat er sprake is van een mobilisatie van voedingstoffen (met name P) als gevolg van de reductie van sulfaat dat via het grondwater wordt aangevoerd. Wanneer dit laatste het geval is, dan kan er wel degelijk een beïnvloeding zijn vanuit het landbouwgebied wanneer nitraatuitspoeling hier leidt tot de mobilisatie van sulfaat. In de Ecohydrologisch Systeemanalyses wordt verondersteld dat vanwege de hoge ijzerbeschikbaarheid en de relatief lage PSI waardes (lage P verzadiging van de bodem) de P beschikbaarheid beperkt is. Omdat we echter te maken hebben met bodems die nagenoeg permanent nat zijn kan de P beschikbaarheid voor vegetaties met een zeer lage P behoefte toch te hoog worden, zeker in de toplaag van de bodems. Inhet veen gevormd ijzersulfide kan ook de ijzer(hydroxides) bedekken waardoor de P binding afneemt zonder dat dit terug wordt gemeten in de PSI. Soorten met een relatief lage P behoefte kunnen ook zeer efficiënt zijn in het opnemen van P bij een lage beschikbaarheid.

De uitgevoerde analyses in de Muts zijn te beperkt in ruimte en tijd, om hierover een goede uitspraak te kunnen doen. Het bovenste grondwaterfilter bemonstert de toplaag van 0-60 cm diepte. Een bemonstering van de toplaag van de bodems waar de planten wortelen en de laag direct hieronder, met behulp van poreuze cups, zou meer inzicht kunnen bieden in de beschikbaarheid van nutriënten voor de vegetatie. De P(w) metingen die in de bodem zijn uitgevoerd geven onvoldoende inzicht in de beschikbaarheid van P onder natte omstandigheden. Poriewateranalyses waarbij tevens de beschikbaarheid van stikstof wordt meegenomen zouden een beter beeld geven

Overigens blijkt uit de analyses van het grondwater van de buizen B22C1377 dat ook in het naaldbos veel nitraat kan uitspoelen. Bossen en met name naaldbossen, kunnen veel stikstof

invangen. In het diepere filter wordt hier geen nitraat maar wel sulfaat gemeten. Dit duidt op denitrificatie door reactie met pyriethoudende afzettingen, waarbij sulfaat wordt gemobiliseerd. Het omvormen van naaldbos naar loofbos, zoals voorgesteld in de Ecosysteemanalyse kan de invang van stikstof verminderen alsmede de grondwateraanvulling (minder interceptie van regenwater) vergroten.

Daarnaast kan er ook sprake zijn van een directe beïnvloeding van de Muts als gevolg van een verhoogde stikstofdepositie vanuit de agrarische omgeving. Uit recent onderzoek is gebleken dat stikstofdepositie tot verruiging kan leiden wanneer trilveenvegetaties stikstof gelimiteerd zijn (van Diggelen e.a. 2018). Metingen aan de stikstofdepositie en analyses van de vegetatie kunnen hier inzicht in verschaffen. Analyses aan vegetatiemonsters kunnen inzicht geven in de limitatie van nutriënten en hiermee ook in de gevoeligheid van de vegetatie voor stikstofdepositie uit de omgeving.



Conclusie: op basis van de ecohydrologische systeemanalyse kan onvoldoende worden vastgesteld in hoeverre de moerasvegetaties in de Muts worden beïnvloed door de Vecht en het noordelijk gelegen infiltratiegebied. De resultaten laten wel zien dat deze invloed significant kan zijn. Aandachtpunten hierbij zijn: mobilisatie van sulfaat door uitspoeling van nitraat uit het landbouwgebied en de bossen die stikstof invangen. Daarnaast kan de stikstofdepositie in de muts de vegetatie beïnvloeden.

Om het functioneren van het moeras inclusief het kwalificerende H7140A Trilveen en de beïnvloeding vanuit het landbouwgebied Ariër Vlier beter te begrijpen zou een, in ruimte en tijd, uitgebreider biogeochemisch en ecohydrologisch onderzoek moeten plaatvinden. Een dergelijk onderzoek zou ook meer inzicht kunnen verschaffen in de mogelijkheden voor de uitbreiding van het huidige ‘trilveen’ en eventuele beheersmaatregelen die hiervoor adequaat zijn.

Literatuur

Jalink Mark, van Delft Bas, Maas Gilbert, Clevers Sharon & Van Loon Arnaut (2020) *Achtergrondrapport bij "KWR 2020.022 Ecohydrologische Systeemanalyse Junner Koeland".* KWR rapport 2019.124.

Van Loon Arnaut, van Delft Bas, Jalink Mark, Maas Gilbert & Clevers Sharon (2020) *Ecohydrologische Systeemanalyse Junner Koeland. Synthese en maatregelen.* KWR rapport 2020.022.

Diggelen, J.M.H. van, Dijk, G., Cusell, C., Belle, J. van, Kooijman, A., Broek, T. van den, Bobbink, R., Mettrop, I.S., Lamers, L.P.M. & Smolders, A.J.P. (2018). *Onderzoek naar de effecten van stikstof in overgangs- en trilvenen : ten behoeve van het behoud en herstel van habitattype H7140 (Natura 2000)*. 2018/OBN220-LZ.

Prof. dr. A.J.P. (Fons) Smolders
Onderzoekcentrum B-WARE
Postbus 6558
6503 GB Nijmegen
a.smolders@science.ru.nl

Memo

Datum: 2-11-2020
Van: Rob van Dongen
Aan: Onderzoeksteam Vecht
Onderwerp: Detaillering hydrologische maatregelen Junner Koeland

---

Inleiding

Voor de gebieden met grondwaterafhankelijk habitattypen in het Vechtdal, onderdeel van het Natura 2000 Vecht en Beneden Regge, zijn in het afgelopen jaar LESA's uitgevoerd om knelpunten en maatregelen in beeld te brengen. Het Junner Koeland is het laatste gebied waarvoor de LESA moet worden afgerond. Op basis van deze LESA moeten concrete maatregelen worden geformuleerd die noodzakelijk zijn voor het behalen van de instandhoudingsdoelen in deze gebieden.

De LESA voor het Junner Koeland is uitgevoerd door KWR. Hoewel er een lijvig rapport ligt en knelpunten worden benoemd ontbreekt het aan een set met concreet uitvoerbare maatregelen. Het onderzoeksteam is gevraagd om op basis van de LESA en de in het kader van die LESA verzamelde gegevens, een concrete set met maatregelen op te stellen.

Deze notitie gaat alleen in op hydrologische maatregelen in en direct om het Junner Koeland. De maatregelen richten zich dus primair op het vergroten van de grondwaterinvloed op locaties met grondwaterafhankelijke habitattypen of potenties voor ontwikkeling van habitattypen (verhogen grondwaterstanden, vergroten kwelinvloed). Overige noodzakelijke maatregelen op het gebied van waterkwaliteit, depositie en beheer maken dus nadrukkelijk geen onderdeel uit van deze notitie.

Werkwijze

Om te komen tot een concrete set aan maatregelen is gebruikt gemaakt van de volgende gegevens:

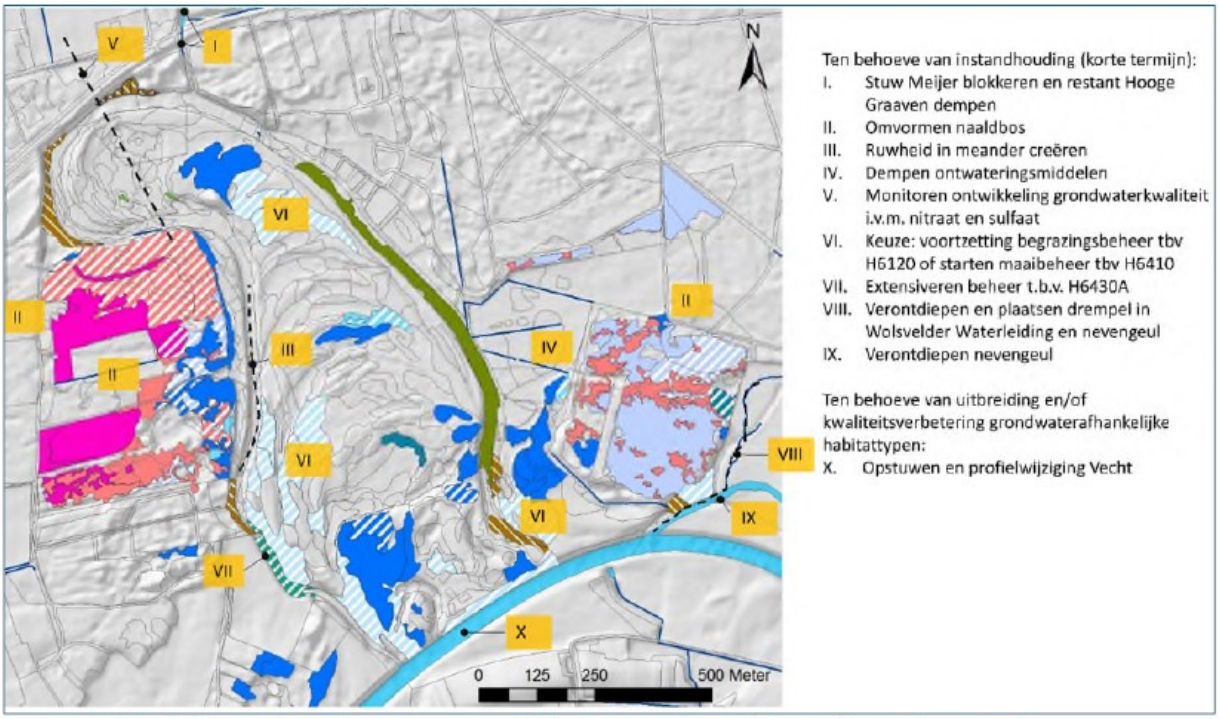
- Meetreeksen (grond- en oppervlaktewater) uit het LESA meetnet Junner Koeland en overige meetnetten (WVS, Provincie Overijssel. Gegevens zijn aangeleverd door Waterschap Vechtstromen in een Menyanthes database. (Vecht_dec2019_Gesimuleerde_reeks.men)
- Ingemeten bodemhoogtes van sloten, greppels in en direct buiten het gebied (aangeleverd door Waterschap Vechtstromen)
- Ecohydrologische Systeemanalyse Junner Koeland, synthese en maatregelen (KWR, juli 2020) en Achtergrondrapport Ecohydrologische Systeemanalyse Junner Koeland (KWR, maart 2020)
- Vegetatiekartering Junner Koeland en de daaruit afgeleide habitattypenkaart (Provincie Overijssel)
- Veldbezoek Junner Koeland

Om te bepalen in hoeverre de huidige interne waterlopen het grondwater draineren zijn de ingemeten bodemhoogtes van sloten en gemeten oppervlaktewaterpeil in de meander vergeleken met de in het gebied aanwezige grondwaterstandsmetingen. Daarnaast is gekeken in hoeverre het huidig grondwaterregime voldoet aan de hydrologische vereisten die de habitattypen stellen. Daarvoor is gebruik gemaakt van gegevens uit het hydrologisch meetnet en afgeleide abiotiek uit vegetatiegegevens (KWR, juli 2020).

De maatregelen en de onderbouwing daarvan worden per deelgebied binnen het Junner Koeland behandeld. Basis vormt het overzicht van maatregelen zoals opgenomen in het KWR rapport (KWR, juli 2020). In deze notitie worden dezelfde toponiemen gebruikt als in de LESA van KWR.

Om iets te zeggen over het kwantitatieve effect van maatregelen en de onderlinge verhoudingen tussen maatregelen is naast de gemeten grondwaterstanden gebruikt gemaakt van de door Waterschap Vechtstromen uitgevoerde tijdreeksanalyses (notitie Tijdreeksanalyse meetreeksen rondom de Vecht, maart 2020) en enkele verkennende analytische berekeningen voor de locaties waar door KWR boskap voorgesteld wordt.

Figuur 1 geeft de maatregelenkaart uit het KWR rapport weer.



Figuur 4-1: Maatregelenkaart voor het realiseren van Natura 2000-doelen en Provinciale natuurdoelen op de korte en lange termijn.

Figuur 1: voorgestelde maatregelen KWR (KWR, juli 2020)

Beoordeling maatregelen

Stuw Meijer blokkeren en restant Hooge Graaven dempen (maatregel I)

<u>Deze maatregelen overnemen en uitvoeren</u>

Naast het feit dat deze maatregel de instroom van landbouwwater via stuw Meijer onmogelijk maakt zorgt deze maatregel er ook voor dat de diepe doorsnijding van de rug (stuifzand en dekzand) die onderdeel uitmaakt van het infiltratiegebied van het Junner Koeland hersteld wordt. Hoewel op deze locatie geen grondwaterstandsmetingen beschikbaar zijn laten metingen op andere vergelijkbare locaties (oa in de Dennehoek, Calsum, het Junner Koeland zelf en ten noorden van de Mars) zien dat ook in smalle ruggen met vergelijkbare fijnzandige afzettingen in de winter forse opbolling van de grondwaterstand plaats vindt doordat de afzettingen bestaan uit fijn zand met een vrij lage doorlatendheid en de ruggen hoog ten

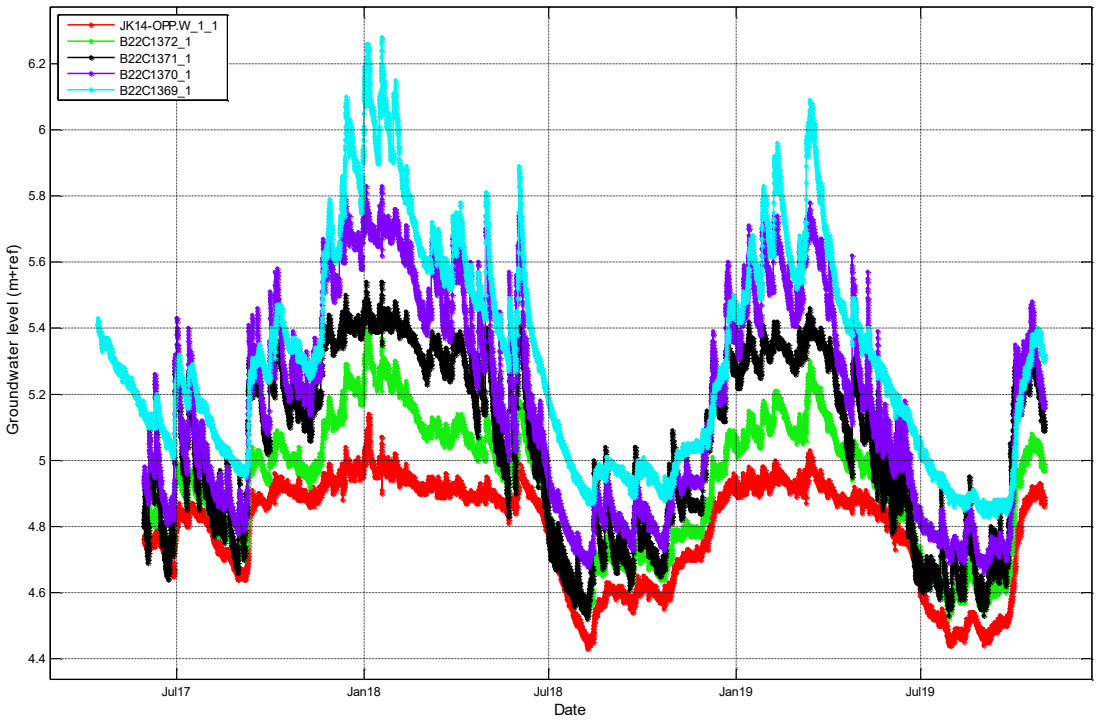
opzichte van de direct omgeving liggen. De waterloop vangt hier dus in de winter grondwater af. Om de functie als infiltratiegebied volledige te herstellen dient het originele reliëf volledig te worden hersteld. Dat betekent dus dat niet alleen de waterloop zelf gedempt wordt maar dat de hele doorsnijding tot het aangrenzend maaiveld moet worden aangevuld.

Omvormen naaldbos (Maatregel II)

Deze maatregel schrappen omdat in de huidige situatie reeds sprake is van permanente toestroom van grondwater vanuit de infiltratiegebieden naar de aangrenzende laagte en deze maatregel in verhouding tot andere maatregelen nauwelijks effect heeft

In het rapport van KWR staat voor de Dennenhoek en de bossen Noordoost het omvormen van naaldbos als maatregelen aangegeven. Om een indruk te krijgen van het effect van deze maatregelen voor de aangrenzende locaties (westelijke meander en de Mars) zijn enkele verkennende analytische berekeningen uitgevoerd op basis waarvan een inschatting is gemaakt van het maximaal hydrologisch effect van deze maatregel. Op basis van de reeds aanwezige opbolling in deze infiltratiegebieden, het verschil in freatisch grondwaterstand tussen infiltratie en kwelgebieden en het effect van andere hydrologische maatregelen zoals sloten dempen, peilverhoging in meander en verhogen van het Vechtpeil is vervolgens de nut en noodzaak van deze maatregel afgewogen.

Op de stuif en dekzandruggen ten noorden van de Mars is in de huidige situatie al sprake van een continu hogere grondwaterstand in het infiltratiegebied ten opzichte van de grondwaterstand in de Mars en het peil van de meander (zie figuur 2). Het verschil is groot in het winterhalfjaar omdat onder invloed van het neerslagoverschot sprake is van opbolling in het infiltratiegebied. Het verschil tussen de grondwaterstand tussen infiltratiegebied en de Mars is dan maximaal 80 centimeter en ten opzicht van het peil in de meander en interne sloten 110 centimeter. In de zomer is de grondwaterstand in het infiltratiegebied nog altijd circa



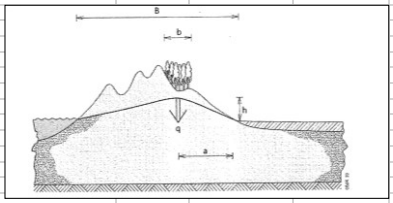
Figuur 2: Gemeten grondwaterstanden in de Mars in een raai vanaf het infiltratiegebied tot aan de meander

30 centimeter hoger dan in de Mars. Er is dus sprake van continue stroming van grondwater vanuit het infiltratiegebied waar zich het bos bevindt naar de graslanden en de meander in de Mars.

Het bos ten noorden van de Mars is slechts gedeeltelijk eigendom van Staatbosbeheer. Het overgrote deel is particulier eigendom. Om te bepalen in hoeverre boskap een positieve invloed heeft op de grondwaterstand in het infiltratiegebied is het maximale effect van boskap en omvorming van naald- naar loofbos analytisch berekend. De resultaten van de berekening en de gebruikte invoergegevens staan weergegeven in figuur 3.

Berekening grondwateraanvulling agv verlovering / ontbossing

gew as	gew asfactor	verdamping (mm/jr)	verdamping (m/d)
kaal duinzand	0,4	200	0,00055
laagveen	1	500	0,00137
hoogveen	1,2	600	0,00164
schraalgrasland	1	500	0,00137
duinvegetatie (droog)	0,7	350	0,00096
heide	0,8	400	0,00110
naaldbos	1,2	600	0,00164
donker naaldbos	1,3	650	0,00178
loofbos	1,1	550	0,00151



grootste stijging grondwater
donker naaldbos naar heide

delta E	0,0007	m/d	afname van de verdamping	
kD	165	m2/d	doorlaatvermogen van het w atervoerende pakket	
b	400	m	breedte van de bosstrook	
B	650	m	breedte van het natuurgebied	
a	400	m	afstand van (het centrum van) de bosstrook tot de drainagebasis	
h	0,3	m	grootste stijging van de grondw aterspiegel	

gew ogen kd w aarde w vp	
D	k
4,3	5 tot 25
3,3	25 tot 50
4,4	250 tot 500
11	
KD som	165,15909

grootste stijging grondwater
donker naaldbos naar loofbos

delta E	0,0003	m/d	afname van de verdamping	
kD	165	m2/d	doorlaatvermogen van het w atervoerende pakket	
b	400	m	breedte van de bosstrook	
B	650	m	breedte van het natuurgebied	7,7
a	400	m	afstand van (het centrum van) de bosstrook tot de drainagebasis	
h	0,1	m	grootste stijging van de grondw aterspiegel	

Effect bosstrook ten noorden van calsum	
donker naaldbos naar heide	0,3
donker naaldbos naar loofbos	0,1

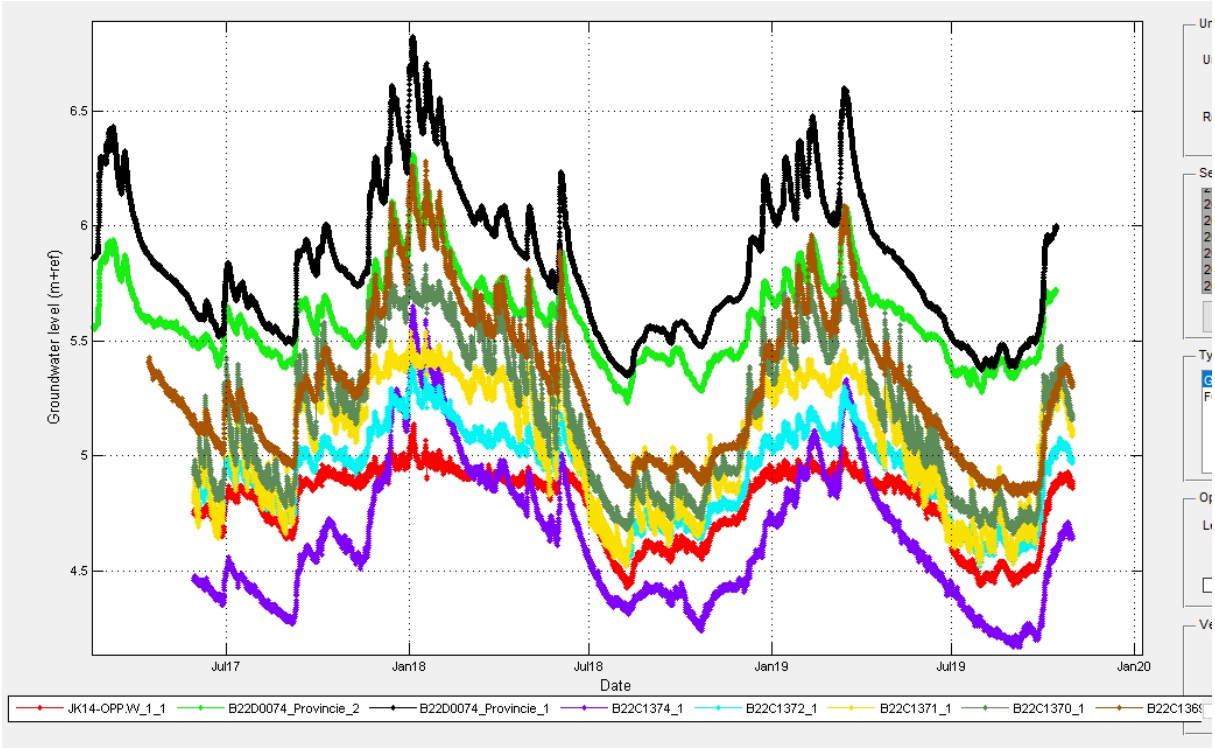
Opmerkingen

1) Voor een eerste indruk van het effect op de stijghoogte kan deze schijnbare aanvulling geconcentreerd genomen w orden in het centrum van de bosstrook
2) De grootste stijging h van de grondw aterspiegel is dan te berekenen met bovenstaande formule.
3) Vanaf het centrum richting drainagebasis verloopt het effect op de grondw aterspiegel lineair naar nul.
4) Door de aanvulling in het centrum van de strook geconcentreerd te denken w ordt het effect onder het bos overschat, maar buiten het bos w ordt het nagenoeg correct berekend.
5) De grootste overschatting treedt precies in het centrm van het bos op, en bedraagt maximaal een factor 2 (nl. Als het gehele natuurgebied bebost zou zijn met donker naaldhout en verloverd zou w orden

Figuur 3: Analytische berekening effect kappen of omvormen naaldbos ten noorden van de Mars

Het maximale effect van de volledige omvorming van naaldbos naar loofbos zou in het centrum van de bosstrook ca 0,1 m bedragen. Het volledig kappen van het bos zou maximaal resulteren in een verhoging van ca 0,3 meter. Bedacht moet worden dat deze verhoging een overschatting van het werkelijk effect zal zijn omdat in de berekening is uitgegaan van dicht, donker naaldbos en dat de verhoging lineair afneemt naar de rand van de te kappen bosstrook. Dit effect zal alleen in het winterhalfjaar optreden omdat juist dan boskap zal leiden tot extra grondwateraanvulling. Ten opzichte van de reeds aanwezige opbolling (> 1 meter) is het effect dus beperkt. Bovendien zal het effect op de Mars (voornamelijk extra toestroom van basenarm grondwater) minder groot zijn dan het effect van het dempen van interne sloten en of het verhogen van het Vechtpeil (zie uitwerking verderop in deze notitie).

Voor de Dennenhoek geldt dat het grootste deel van het infiltratiegebied, grenzend aan de meander met het daar aanwezige alluviaal bos, reeds uit heide bestaat. De huidige opbolling van de grondwaterstand is daar nu al 1,5 meter ten opzichte van het peil in de meander (zie figuur 4). Boskap zal hier maximaal resulteren in een verhoging van de grondwaterstand van 0,1-0,3 meter (zie figuur 5) waarbij het effect onder de heide nagenoeg 0 zal zijn. Ook voor deze locatie is het effect vrij beperkt ten opzicht van het effect van een verhoging van het meanderpeil en/of een peilverhoging van de Vecht (zie verderop).

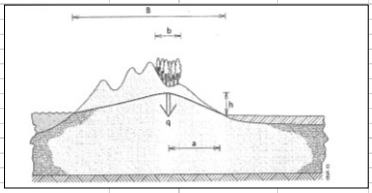


Figuur 4: Opbolling van de grondwaterstand in de Dennenhoek

Omdat het hydrologische effect van het kappen of omvormen van naaldbos beperkt is wordt voorgesteld om deze maatregelen, in ieder geval voor de korte termijn, te schrappen, tenzij er andere overwegingen zijn die het omvormen of verwijderen van bos noodzakelijk maken, zoals de wens om heidegebieden uit te bereiden of de kwaliteit van het bos zelf te verbeteren.

Berekening grondwateraanvulling agv verlovering / ontbossing

gew as	gew asfactor	verdamping (mm/jr)	verdamping (m/d)
kaal duinzand	0,4	200	0,00055
laagveen	1	500	0,00137
hoogveen	1,2	600	0,00164
schraalgrasland	1	500	0,00137
duinvegetatie (droog)	0,7	350	0,00096
heide	0,8	400	0,00110
naaldbos	1,2	600	0,00164
donker naaldbos	1,3	650	0,00178
loofbos	1,1	550	0,00151



grootste stijging grondwater
donker naaldbos naar heide

				gew ogen kd w aarde w vp 1		
delta E	0,0007	m/d	afname van de verdamping	D	k	rekenw aarde
kD	223	m2/d	doorlaatvermogen van het w atervoerende pakket	4	5 tot 25	10
b	500	m	breedte van de bosstrook	1,5	5 tot 10	10
B	915	m	breedte van het natuurgebied	7,7	250 tot 500	375
a	650	m	afstand van (het centrum van) de bosstrook tot de drainagebasis	13,2		
h	0,3	m	grootste stijging van de grondw aterspiegel			
				KD som	222,91667	

grootste stijging grondwater
donker naaldbos naar loofbos

delta E	0,0003	m/d	afname van de verdamping
kD	223	m2/d	doorlaatvermogen van het w atervoerende pakket
b	500	m	breedte van de bosstrook
B	915	m	breedte van het natuurgebied
a	650	m	afstand van (het centrum van) de bosstrook tot de drainagebasis
h	0,1	m	grootste stijging van de grondw aterspiegel

Effect bosstrook ten w esten meander	
donker naaldbos naar heide	0,3
donker naaldbos naar loofbos	0,1

Opmerkingen

1) Voor een eerste indruk van het effect op de stijghoogte kan deze schijnbare aanvulling geconcentreerd genomen w orden in het centrum van de bosstrook
2) De grootste stijging h van de grondw aterspiegel is dan te berekenen met bovenstaande formule.
3) Vanaf het centrum richting drainagebasis verloopt het effect op de grondw aterspiegel lineair naar nul.
4) Door de aanvulling in het centrum van de strook geconcentreerd te denken w ordt het effect onder het bos overschat, maar buiten het bos w ordt het nagenoeg correct berekend.
5) De grootste overschatting treedt precies in het centrm van het bos op, en bedraagt maximaal een factor 2 (nl. Als het gehele natuurgebied bebost zou zijn met donker naaldhout en verloverd zou w orden

Figuur 5 : Analytische berekening effect kappen of omvormen naaldbos Dennenhoek

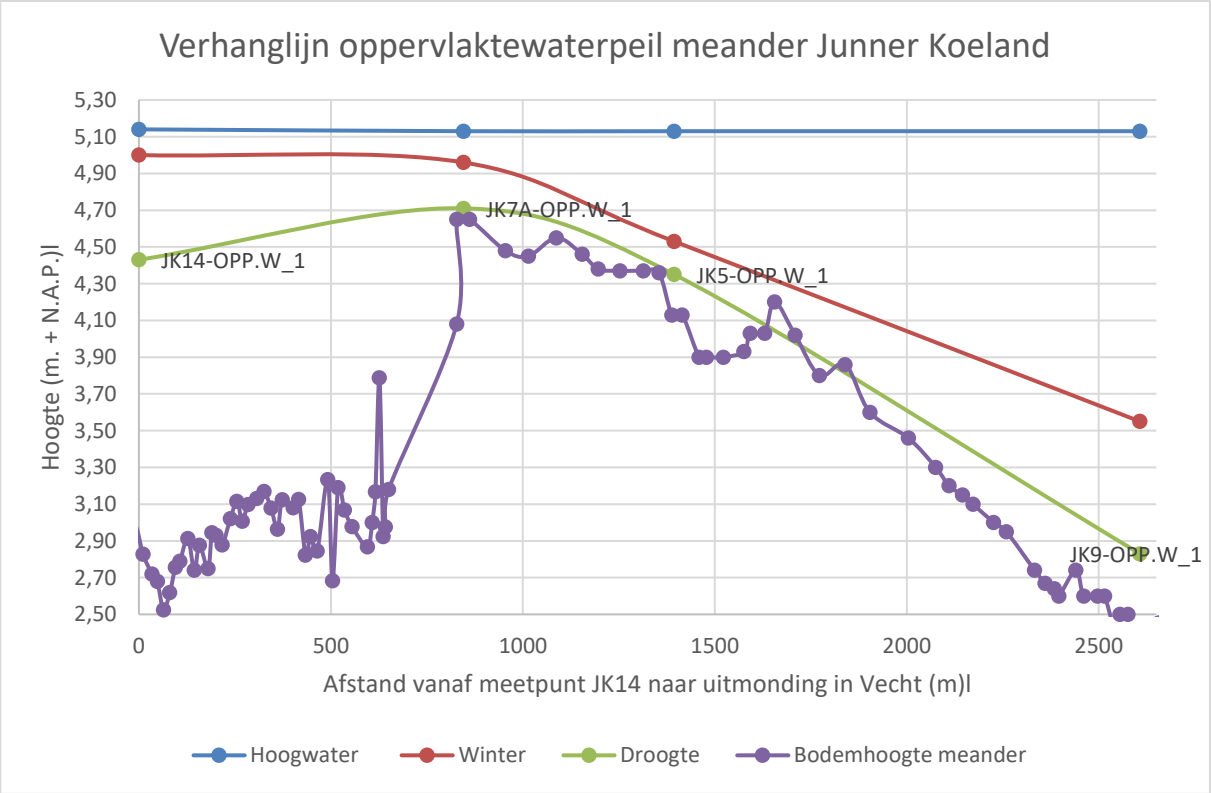
Verruwing meander (Maatregel III)

<u>Maatregel aanpassen. Verhogen meanderpeil westelijke meander door bodemverhoging en/of aanbrengen (drijf)stuw</u>

Het laten verlandden van de meander is een logische maatregel maar werkt alleen in het meest bovenstroomse deel. Hier is het verhang gering waardoor weinig stroming en daardoor ook niet of nauwelijks erosie optreedt. Het deel van de meander dat het meest draineert heeft te maken met een fors lager bodemhoogte dan het deel van de meander bovenstrooms van het trilveen. Dat de bodem hier fors lager ligt heeft te maken het feit dat na hoogwaterperiodes, onder invloed van de automatische stuwen in de Vecht, het gebied snel leegloopt wanneer de Vecht weer binnen de boorden komt na een hoogwaterperiode. Het peil in de Vecht zakt zeer snel waardoor het Junner Koeland snel leegloopt. Daardoor treden in het benedenstroomse deel van de meander hoge stroomsnelheden op waardoor de bodem in de meander fors lager is komen te liggen en bij de uitstroom vrijwel gelijk ligt aan de bodemhoogte in de Vecht zelf. Het verhang in de meander tijdens verschillende situatie is weergegeven in figuur 6. In figuur 7 staan de gemeten oppervlaktewaterpeilen in de meander en de Vecht.

Het verhang is in het waterpeil in de meander is weergegeven tijdens:

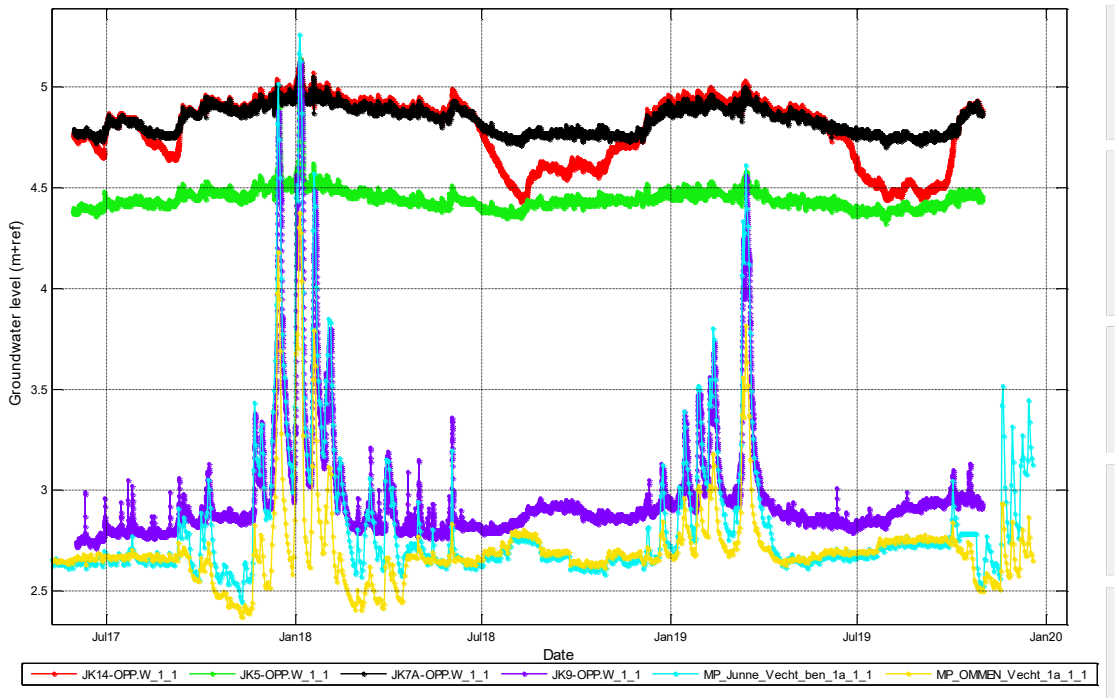
- Hoogwaterperiode: 5 januari 2018
- Wintersituatie, systeem op druk, geen hoogwater: 8 februari 2019
- Zomer extreem droog: 8 augustus 2018



Figuur 6: verhang in het meanderpeil en bodem vanaf meetpunt JK14 naar de Vecht in verschillende periodes

Tijdens een hoogwater op de Vecht ligt de waterspiegel vlak. De laag gelegen delen van het gebied zijn geïnundeerd. In winterperiode is het systeem volledig op druk. In het bovenstroomse deel van de meander is er sprake van een bijna vlakke waterspiegel als gevolg van de aanwezige bodemdrempel in de meander. Het verhang neemt in benedenstroomse richting sterk toe door verhang in bodemlijn. Het benedenstroomse deel staat direct onder invloed van het Vechtpeil doordat de bodemhoogte lager ligt dan het Vechtpeil. In het bovenstroomse deel wordt het peil bepaald door bodemdrempel, afvoer (kwel),en wellicht weerstand door begroeiing. In zomer zakt het peil in afgesloten deel meander weg. De verdamping is dan groter dan de

aanvoer van kwel. Benedenstrooms blijft de waterstand constant door de sterke aanvoer van kwel vanuit hoger gelegen delen zoals het trilveen. Het verhang neemt vanaf de uitstroom van het trilveen richting de Vecht sterk toe.



Figuur 7: Verloop oppervlaktewaterstand in de meander en de Vecht

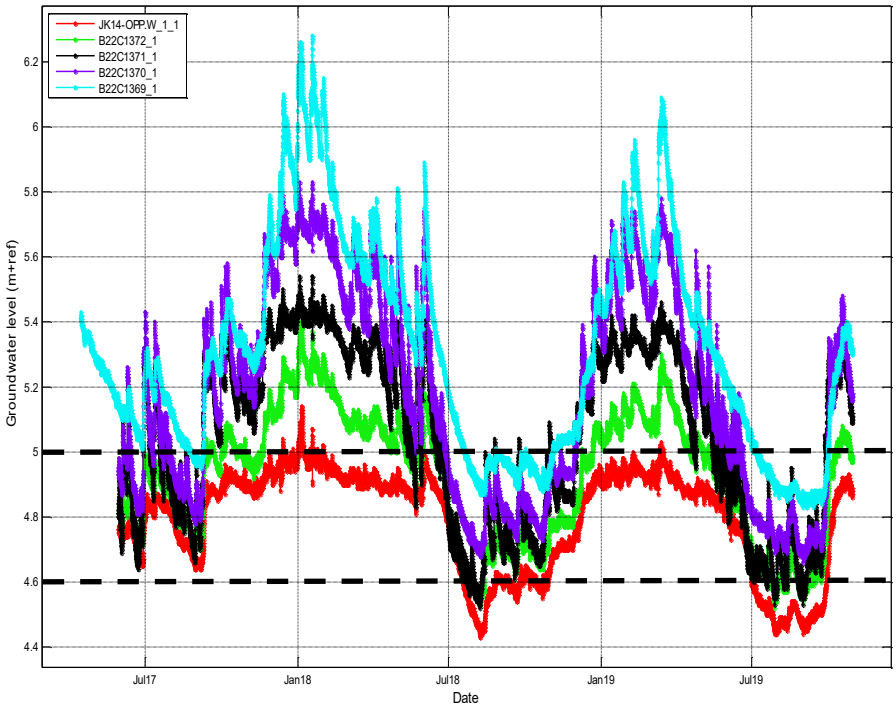
Een peilverhoging met een bodemval/stuw waarbij geborgd is dat de nieuwe bodemhoogte ook intact kan blijven is derhalve effectiever en logischer. Verlanding zal hier slecht beperkt van nature optreden omdat na hoogwater, wanneer de Vecht zich weer terugtrekt binnen haar profiel, als gevolg van de aanwezige automatische stuwen in de Vecht, het peil na inundaties zeer snel daalt. Door die daling loopt het Junner Koeland snel leeg en treedt in het meest benedenstroomse deel een sterk verhang in de waterspiegel op. Dat gaat samen met hoge stroomsnelheden waardoor bodemerosie optreedt. Bij periodiek hoger stroomsnelheden in combinatie met een forse waterdiepte (>1 m) zal verlanding niet of zeer traag optreden. Het huidige beeld, met veel open water op de diepere delen, verlanding vanaf de randen in minder diepe delen en forse verlanding in de ondiepe, vrij afstromende delen en delen met veelal stilstaand water bovenstrooms in de meander bevestigen dit. Verlanding kan dus pas een bijdrage leveren indien stroomsnelheden na hoogwater minder hoog worden. Dat kan door de bodem te verhogen en/of water na inundaties trager te laten afstromen naar de Vecht.

Voorstel: maatregel verlandden vervangen voor een peilverhoging of bodemverhoging in de westelijke meander waarbij het peil fors (van 0 tot maximaal 1,5 meter bij de uitstroom van de Vecht) hoger wordt dan in de huidige situatie. Het peil ter hoogte van de uitstroom van het trilveen mag daarbij niet gewijzigd worden. Het trilveen moet over maaiveld kunnen blijven afwateren.

Dempen waterlopen de Mars/Calsum (Maatregel IV)

Maatregel uitvoeren en uitbereiden met sloot ten zuiden van Calsum

De beschikbare metingen (grondwaterstanden en oppervlaktewaterpeil in de meander) laten zien dat de bodemhoogte van de sloten in de Mars zich grote delen van het jaar onder het niveau van het peil in de meander bevindt. Het ontwateringsniveau van de sloten wordt dus bepaald door het peil in de meander tot het moment dat het meanderpeil wegzakt tot onder het niveau van de slootbodem. De grondwaterstandsmetingen laten zien dat de sloten, zeker in het winterhalfjaar, de grondwaterstand sterk draineren. Het dempen van deze waterlopen is dus een nuttige en zinvolle maatregelen. Gezien de diepte van de sloten en het ontwateringsniveau door het meanderpeil is de inschatting dat het effect van deze maatregelen voor in winter en voorjaar zal optreden (in de zomer vallen de sloten veelal droog) en ongeveer 20-40 cm zal bedragen. Naast een verhoging van de grondwaterstand zal het lateraal toestromende grondwater, dat veelal een basenarm karakter heeft, meer en langer kunnen uittreden aan de randen van de laagtes en in de meander.



Figuur 8: Gemeten grondwaterstanden, meanderpeil en bereik ingemeten bodemhoogtes sloten in een raai dwars op de gradiënt

De waterlopen dienen gedempt te worden tot aan maaiveld met schoon zand dat qua korrelgrootte vergelijkbaar is met de afzettingen in de Mars. De laagste delen zullen door het dempen van de sloten ondiepe inunderen in natte periodes. Daarom is het van belang dat water over maaiveld kan afstromen richting de meander op de locaties (uitstroom sloten) waar dit nu ook gebeurt.

Op de maatregelenkaart van KWR staan nu alleen de sloten in de Mars weergegeven. Direct ten zuiden van Calsum bevindt zich echter ook nog een sloot, greppel, die ter hoogte van de Wolfsvelder waterleiding een zandrug doorsnijdt. De waterloop watert een stukje particulier eigendom af. Voorstel is om deze waterloop,

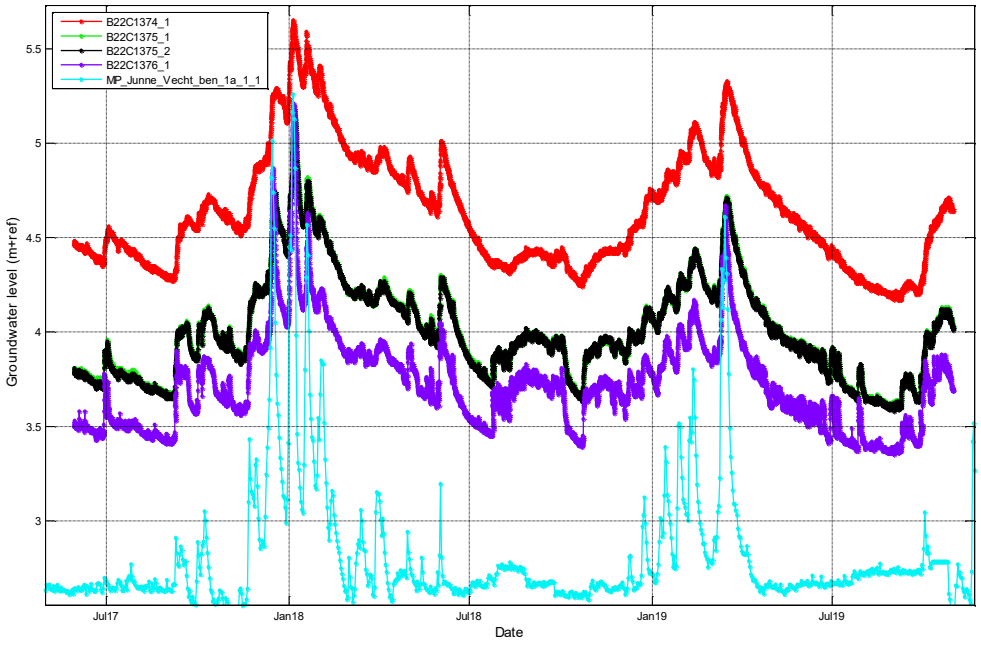
ook op de maatregelenkaart op te nemen als te dempen zodat alle onnatuurlijke afwateringsmiddelen in het gebied gedempt worden.

Verondiepen en plaatsen drempel in wolfsvelder waterleiding en nevengeul (Maatregel VIII)

Maatregel aanpassen, Plaatsen drempel om erosie te voorkomen, herstel bodemhoogte in geerodeerd deel en mogelijk peilverhoging binnen natuurgebied bezien. Verondiepen nevengeul schrappen en koppelen aan noodzakelijke peilverhoging Vecht (externe maatregel)

Het meest bovenstroomse deel van de Wolfsvelder waterleiding ligt, binnen SBB eigendom al vrijwel aan maaiveld als gevolg van een eerder inrichtingproject. Bovendien is de weerstand als gevolg van verlanding hoog. Bovenstrooms SBB eigendom bepaalt een stuw het peil maar deze is in de praktijk al vaak verdronken. Het peil kan hier mogelijk nog licht verhoogd worden (peil of bodemverhoging) waarbij de bovenstrooms gelegen stuw aan de Stegerdijk maatgevend is voor het bovenstrooms gelegen landbouwgebied. Het is aan het waterschap om te bepalen in hoeverre een peilverhoging in dit stuwpand mogelijk is. Het peil in het landbouwgebied zelf werkt, vanwege de hoge ligging ten opzichte van het Junner Koeland, niet of nauwelijks drainerend op het natuurgebied. Het stuwpand tussen beide stuwen zal, gezien de doorsnijding van een hoger gelegen rug, het grondwater wel draineren.
Het peil in dit stuwpand kan tot aan de bovenstrooms gelegen stuw verhoogd worden zonder dat het landbouwgebied hier hinder van ondervindt. Bodemverhoging is ook een optie maar dient hydraulisch nader te worden uitgewerkt. (huidig stuwpeil stuw stegerdijk en stuw op eigendom sbb). De maatregel kan de opbolling van de grondwaterstand in de hoger gelegen infiltratiegebieden versterken. Effect op aangrenzend particulier bos (geen eigendom SBB) dient echter wel afgewogen te worden.

Kwantitatief is dit voor het Junner Koeland niet de meest belangrijke maatregel. Ten opzichte van het natuurgebied is dit peil niet dusdanig dat de waterloop het natuurgebied sterk draineert. Het grondwaterstandsverloop in een raai dwars op de Wolfsvelderwaterleiding illustreert dit. Als gevolg van de weerstand (fijnzandige afzetting) is op zeer korte afstand van de waterleiding de grondwaterstand al fors hoger dan het drainageniveau van de waterleiding. Het bodemniveau van de waterleiding ter hoogte van peilbuis B22C1376 is ca 3,50 + N.A.P. Bovenstrooms van het meetpunt ligt de waterleiding ondiep ten opzichte van het maaiveld. Verder bovenstrooms ligt een stuw.
De doorsnijding van de hoge stuifzandrug is ongewenst maar kan dus beperkt worden aangepakt en is voor de instandhoudingsdoelen niet direct noodzakelijk. Aan de uitstroomkant van de Wolfsvelderwaterleiding treedt forse terugschreidende erosie op vanuit de bypass in bovenstroomse richting. Deze erosie moet gestopt worden om negatief effect in de toekomst te voorkomen door het aanbrengen van een bodemdrempel. Ook hier speelt erosie door snel leeglopen naar hoogwater (oa door effect automatische stuwen) een belangrijke rol. Daarnaast is het van belang dat er geen onderhoud wordt uitgevoerd aan de WVWL op SBB eigendom omdat de vegetatie zorgt voor weerstand en daarmee een tragere afstroming van water zonder negatief effect op het bovenstrooms gelegen landbouwgebied waar het maaiveld en peil veel hoger liggen. Het is van belang dat het niet uitvoeren van onderhoud wordt vastgelegd als maatregel.



Figuur 9: Grondwaterstandsverloop en peil van de Vecht in een raai dwars op de Wolfsvelder waterleiding

Verondiepen nevengeul

Er is sprake van een sterk verhang in de grondwaterstand direct naast de Wolfsvelderwaterleiding en de nevengeul. Het fijnzandige karakter van de afzettingen zorgt voor een geringe doorlatendheid en snelle opbolling. Gezien de afstand tot het schraalgrasland in de Mars zijn geen extra maatregelen nodig.

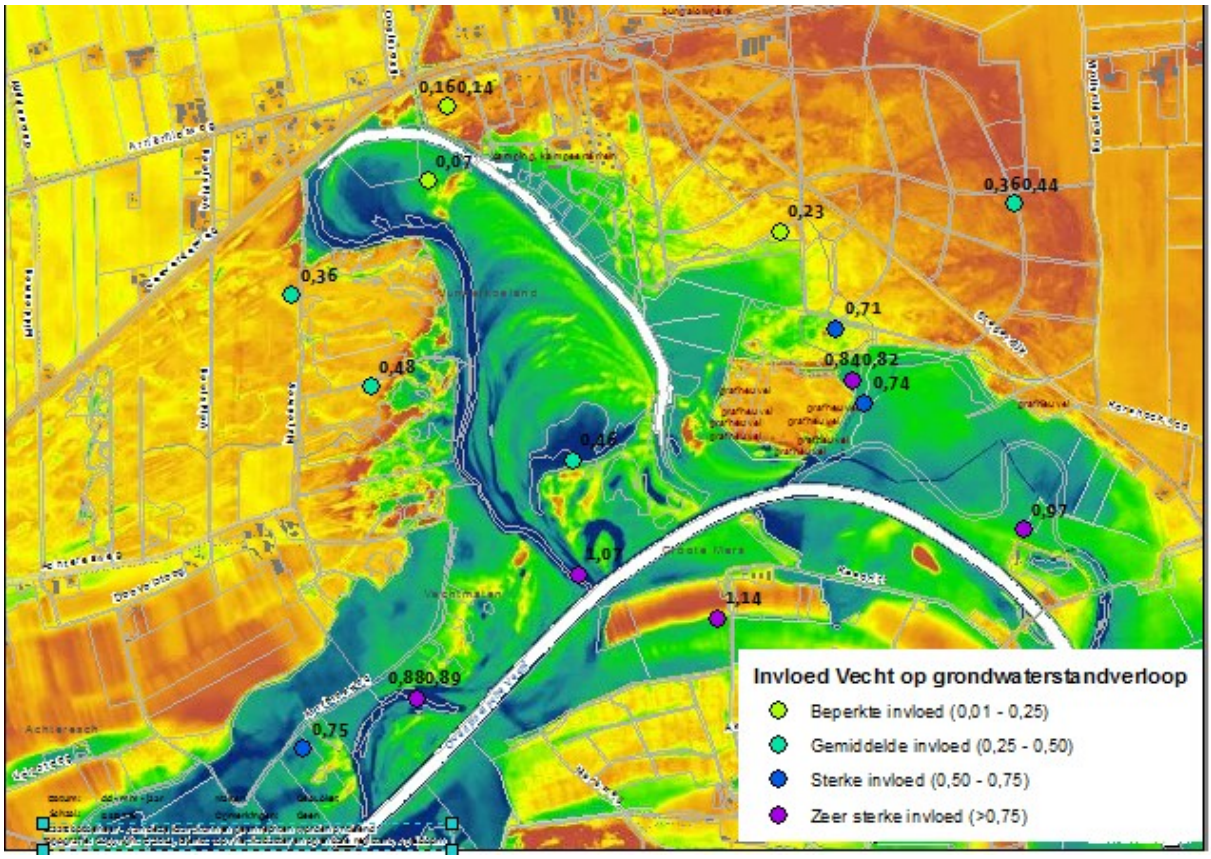
Wel ligt er nog een stuk alluviaal bos dat direct oiv staat van het Vechtpeil en dus het peil in de bypass. Maatregelen aan de bypass zelf zijn hier niet logisch. Deze locatie staat direct onder invloed van de Vecht en alleen maatregelen aan het Vechtpeil, de ligging van de Vecht etc kunnen de hydrologische situatie hier verbeteren. Dat geldt ook voor de andere twee locaties met alluviaal bos op korte afstand van de Vecht rondom de westelijke meander.

Opstuwen en profielwijziging Vecht (Maatregel X)

Ten aanzien van het Junner Koeland heeft de Vecht vooral invloed buiten de Kronkelwaardafzettingen op grotere afstand van de Vecht. Binnen de Kronkelwaarden is de invloed beperkt tot enkele honderden meters. Dit is te verklaren door het feit dat binnen de Kronkelwaarden sprake is van gelaagde afzettingen die zorgen voor een hoge weerstand. Buiten de kronkelwaarden is dat niet het geval. Daardoor is in de uitgevoerde tijdreeksanalyse een verschil in ruimtelijk effect waarneembaar als het effect van de Vecht op de grondwaterstand wordt beschouwd. Buiten de Kronkelwaarden is het ruimtelijk effect van de Vecht groot en van invloed op de grondwaterstand in zowel de hogere gelegen infiltratiegebieden als de lager gelegen delen. Het effect van een peilverhoging in de Vecht is in deze delen fors groter dan het effect van bijvoorbeeld boskap. Binnen de Kronkelwaarden staat vooral de zuidzijde van het Junner Koeland onder direct invloed van de Vecht. Voor de aanwezige grondwaterafhankelijke habitattypen betekent dit dat de Vecht vooral van invloed op de locaties met alluviaal bos aan de oostzijde van het Junner Koeland (oostelijke

meander en bypass), het benedenstrooms deel van de westelijke meander, de vochtige heide (Dennenhoeken het schraalgrasland in de Mars. Daarbij dient opgemerkt te worden dat vooral voor de locaties met alluviaal bos in de oostelijke meander en rondom de bypass geen andere (interne en externe) maatregelen voorhanden zijn om de hydrologische situatie te verbeteren.

Het effect van een peilverhoging van de Vecht is weergegeven in figuur 10.

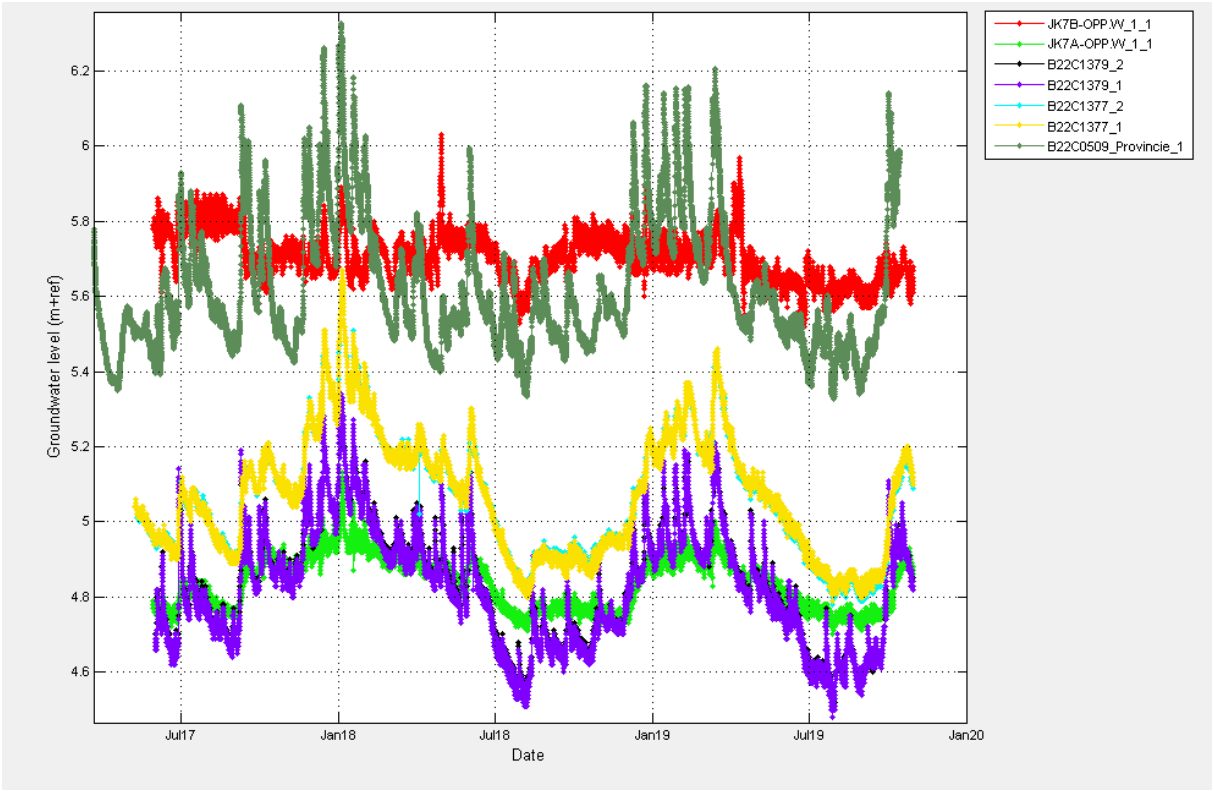


Figuur 10: Invloed van het Vechtpeil op het grondwaterstandverloop op basis van tijdreeksanalyse (Waterschap Vechtstromen)

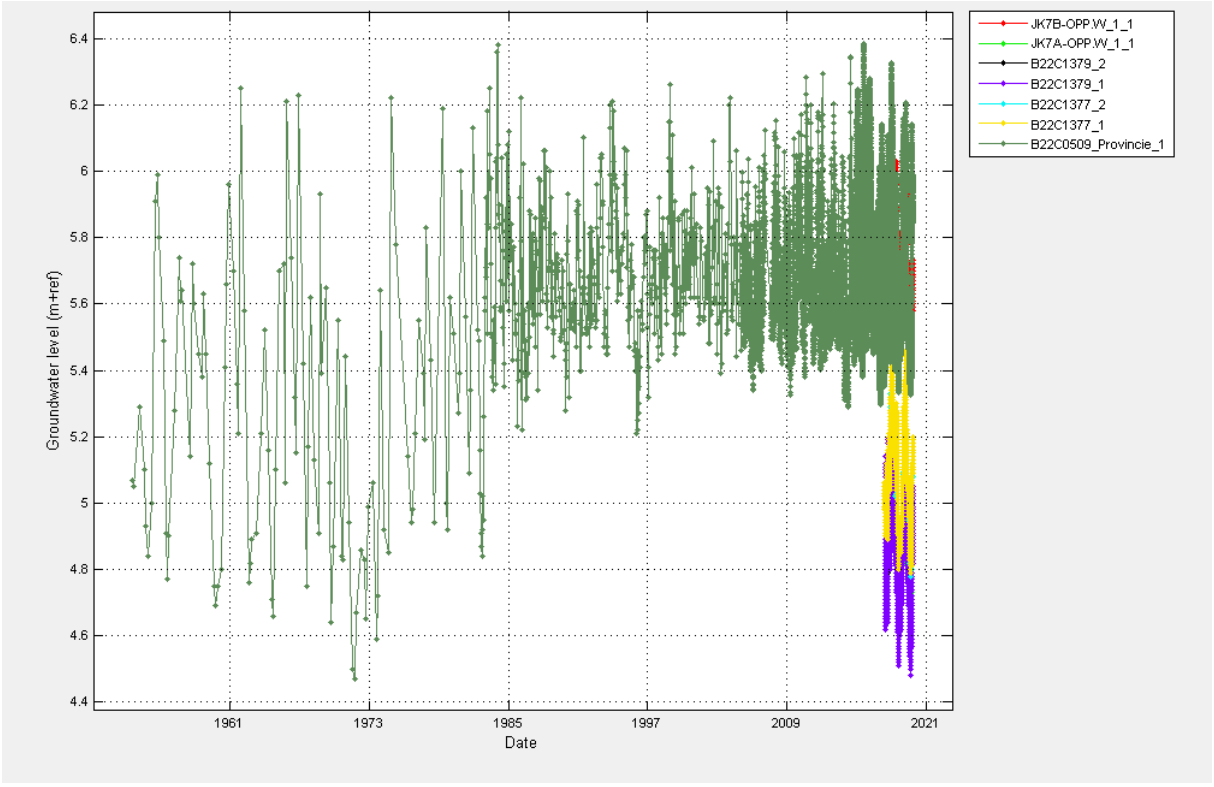
<u>Rol van het Arriervlier als intrekgebied van het Junner Koeland</u>

Het Arrier vlier maakt onderdeel uit van het infiltratiegebied van het Junner Koeland. Zowel het oppervlaktewaterpeil in de waterlopen als de grondwaterstand zijn aanzienlijk hoger dan de grondwaterstanden in het Junner Koeland en het oppervlaktewaterpeil in de meander. In het Arrier vlier zelf draineren de aanwezige sloten het grondwater in de winter, in de zomer treedt infiltratie op (zie figuur 11).

In het Arrier vlier staat een grondwaterstandsmeetpunt met een lange meetreeks (figuur 12). Uit die reeks blijkt dat de realisatie van de wateraanvoer heeft gezorgd voor een verhoging van de grondwaterstand in het infiltratiegebied. De dynamiek is duidelijk afgenomen omdat de grondwaterstand in droge perioden circa 40 centimeter is gestegen midden jaren ‘80. Als gevolg van de wateraanvoer zal de toestroom van grondwater vanuit het Arrier vlier naar het Junner Koeland in het zomerhalfjaar zijn toegenomen.



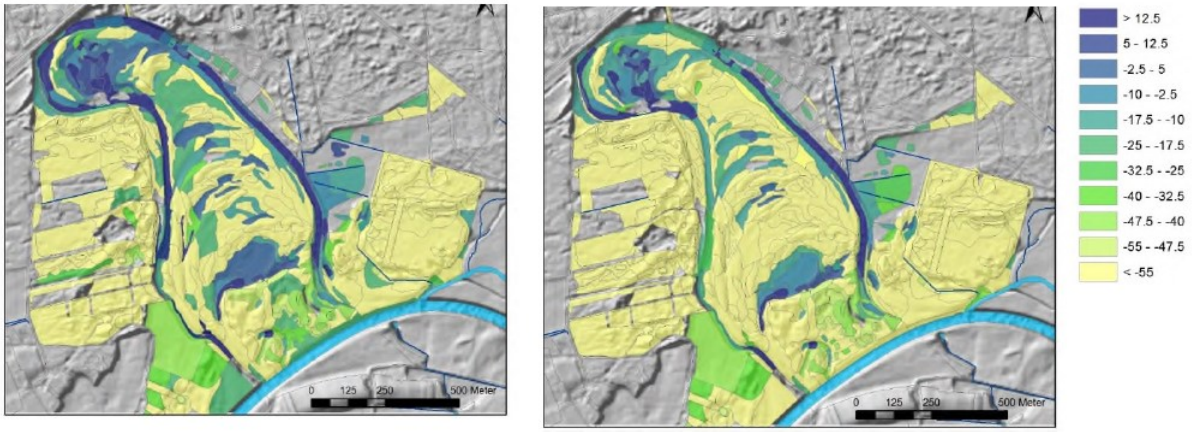
Figuur 11: Grond- en oppervlaktewaterstanden in het Arriervlier en Junner Koeland



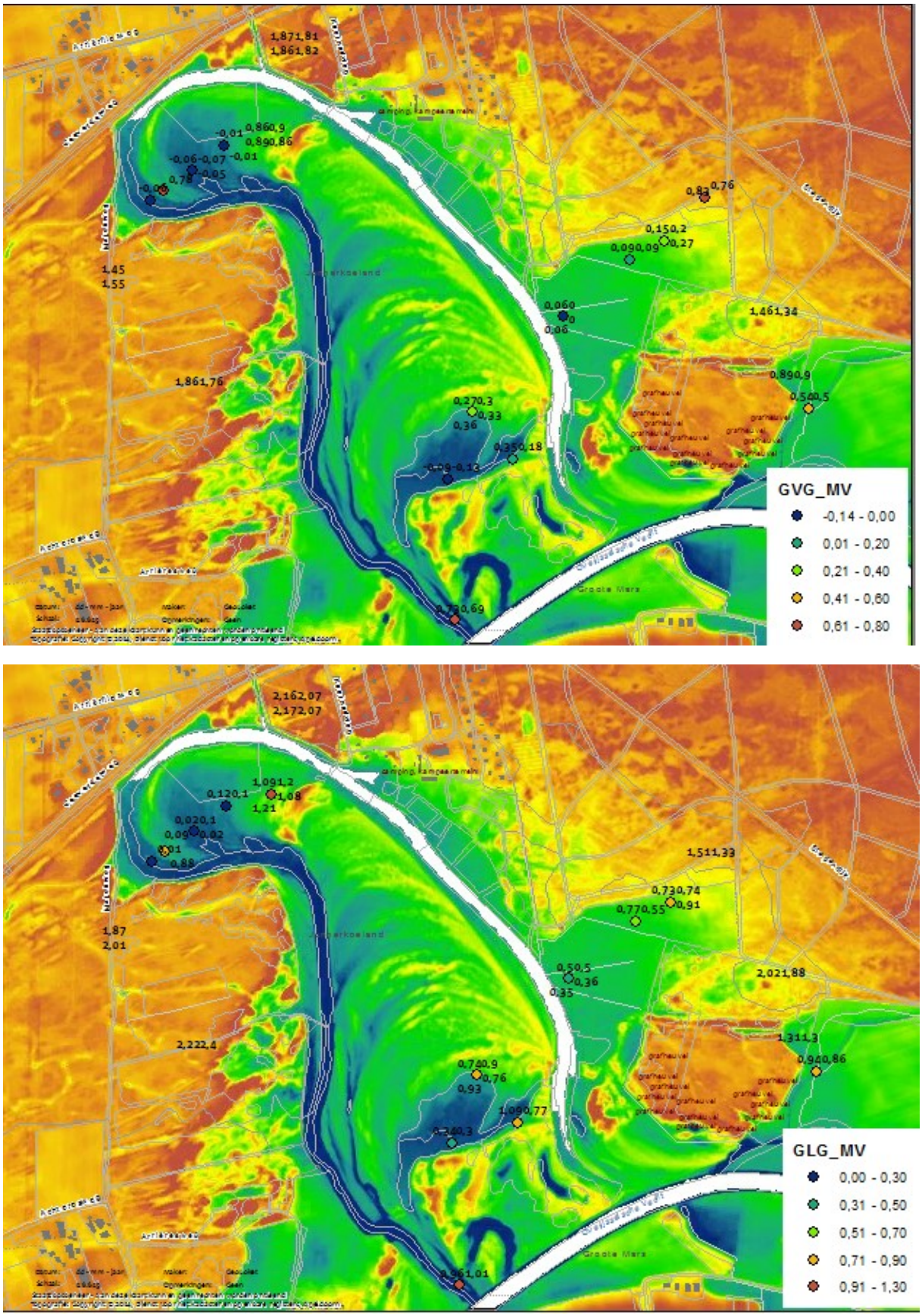
Figuur 12: Meetreeks in het Arrier vlier, infiltratiegebied van het Junner Koeland

Inschatting doelgat op niveau vegetatietypen op basis van grondwaterstandsmetingen en ESTAR

Op basis van de gemeten grondwaterstanden en de daaruit afgeleidde gxg's zijn, samen met de analyses die met het programma ESTAR (bepalen abiotische condities) een inschatting gemaakt van het doelgat voor de in het Junner Koeland aanwezige (grond)waterafhankelijke habitattypen. Voor de randvoorwaarden is gebruikt gemaakt van de ecologische randvoorwaarden zoals die zijn opgenomen in Waternood. Dit is gedaan op vegetatietypenniveau omdat de habitattypen als geheel in enkele gevallen een brede range aan randvoorwaarden kennen vanwege de diversiteit in vegetatietypen die onder de betreffende habitattypen vallen. De kaarten met de uitkomsten van ESTAR voor de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstanden zijn weergegeven in figuur 13. De gvg en glg bepaald op basis van meetreeksen zijn weergegeven in figuur 14.

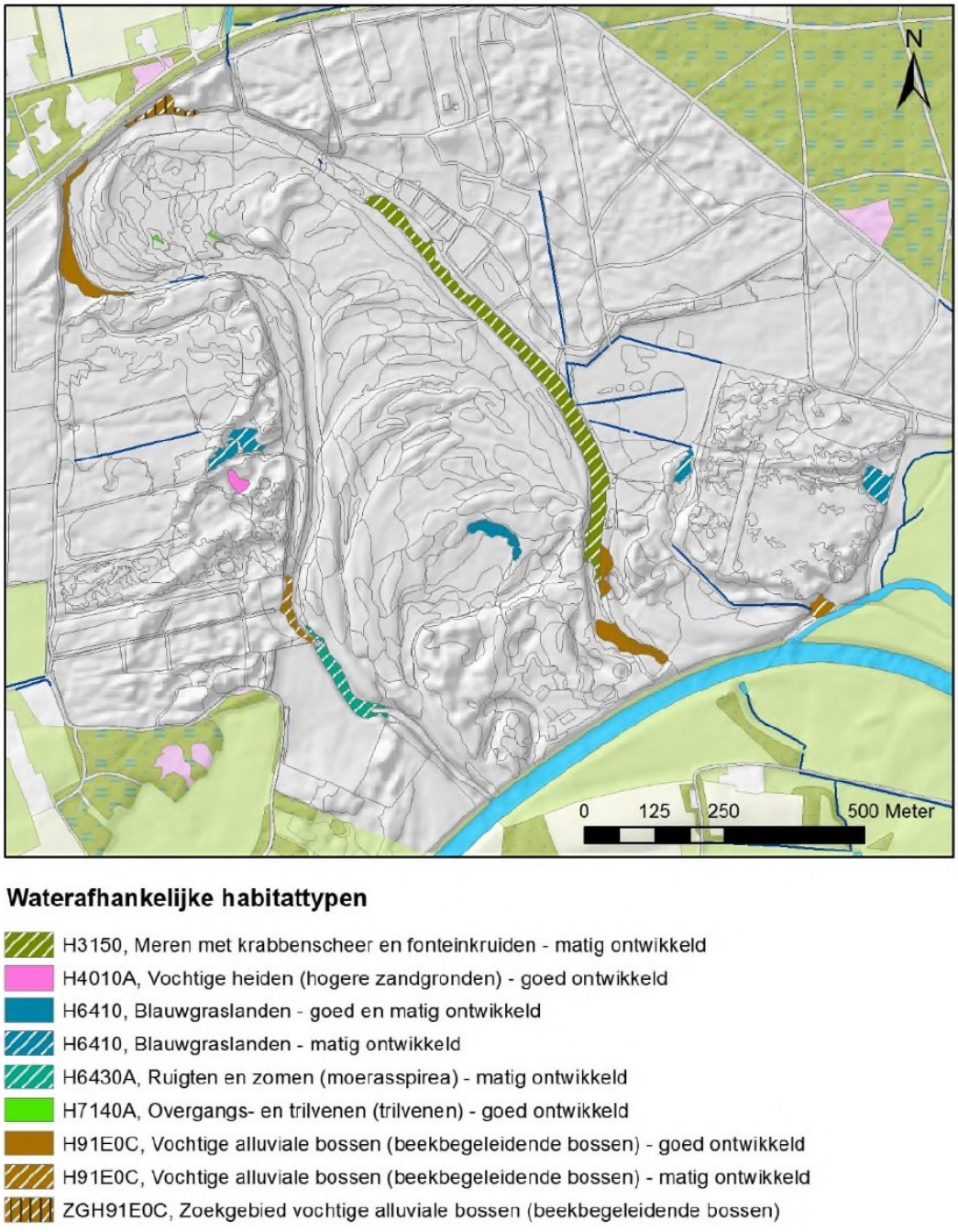


Figuur 13: GVG indicatie op basis van Estar. Links: natste inschatting vegetatietype. Rechts: droogste inschatting



Figuur 14: Gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (gvg) en gemiddelde zomergrondwaterstand (glg) afgeleid uit meetreeksen

Hierna worden per (grond)waterafhankelijke habitatype het doelgat beschreven. In figuur 15 staan de grondwaterafhankelijke habitattypen weergegeven.



Figuur 15: Waterafhankelijke habitattypen op basis van de habitattypenkaart (Provincie Overijssel, maart 2018)

Meren met Krabbescheer en Fonteinkruiden (H3150)

Voor H3150 wordt door KWR de conclusie getrokken dat er in de oostelijke meander geen knelpunt is. Dat klopt maar het rapport gaat niet in op de vraag waarom er in het deel tot aan de muts, waar een nog stabieler peil voorkomt dan in het oostelijke deel van de meander, met lage stroomsnelheden geen H3150 voorkomt. De vegetatieontwikkeling in het oostelijk deel laat een positieve ontwikkeling zien van matig naar goed ontwikkelde vegetatie met oa Krabbescheer. Dit is ongetwijfeld te wijten aan de vermindering van invloed van bemesting na ingebruikneming van de graslanden in de Mars in hooilandbeheer waardoor duidelijk verschraling is opgetreden. Opvallend is dat in het oostelijke deel van de meander, bovenstrooms van de drempel (die gezien de metingen nog steeds het peil beïnvloed) de waterstand in droge perioden dieper wegzakt dan benedenstrooms het geval is (zie figuur 7: peil JK9 en JK5). Dat betekent dat in de oostelijke meander de aanvoer van kwel in droge perioden kleiner is dan de verdamping maar ook de waterdiepte speelt hierin waarschijnlijk een rol. In de westelijke meander zakt het peil nauwelijks uit doordat de aanvoer van kwel hier de verdamping met uitzondering van langdurige perioden van droogte vrijwel altijd overtreft. Het peil is hier dus stabieler dan bovenstrooms ter hoogte van de Mars.

De westelijke meander benedenstrooms van de dam is of te ondiep, kent te hoge stroomsnelheden na inundatie maar zal waarschijnlijk gezien de begroeiing en gemeten grondwaterkwaliteit onder het trilveen vooral te voedselrijk zijn. Daarbij speelt zowel de aanvoer van vermest grondwater uit het Arrier vlier als de invloed van Vechtinundaties mogelijk een rol. Voor de meander geldt dat de stroombanen vanuit het Arrier vlier veel korter en ondieper zullen zijn dan in het trilveen waardoor de invloed van vermest water waarschijnlijk groter is dan in het trilveen zelf. Er zijn echter geen meetgegevens op basis waarvan dit met voldoende zekerheid kan worden ingeschat. Bij verbetering van de waterkwaliteit is uitbereiding van H3150, net als in de oostelijk meander in de afgelopen jaren is opgetreden waarschijnlijk. Waterdiepte en te voedselrijk water vormen naast te grote stroomsnelheden bij leeglopen naast inundatie, dus vermoedelijke een knelpunt voor verdere uitbereiding van dit habitattype. Bij vermindering van het verhang in de westelijke meander zal een te hoge stroomsnelheid, indien dit al een probleem zou zijn, ook verholpen worden.

Alluviaal bos

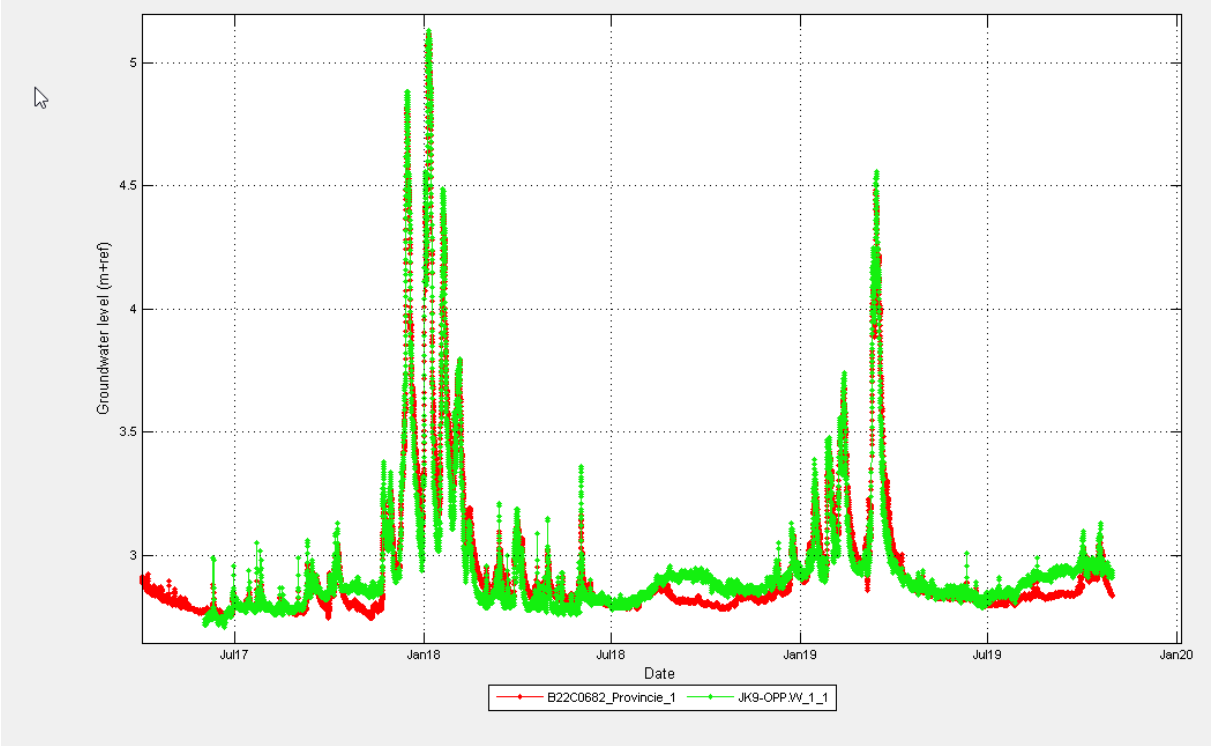
<u>Westelijke meander</u>

Rondom de westelijke meander liggen meerdere locaties met alluviaal bos. De twee locaties rondom de muts liggen net wat hoger dan de meander zelf. Het grondwaterstandsverloop zal hier vrijwel overeenkomen met het meanderpeil dat hier niet of nauwelijks fluctuaties vertoont door de constante aanvoer van kwelwater. Op basis van de hoogteligging is ingeschat dat in de laagste delen van het broekbos de glg zich binnen een halve meter beneden maaiveld bevindt en op de hoger delen 10-20 centimeter dieper onder maaiveld ligt. De gvg ligt als gevolg van de wat hogere ligging wat aan de lage kant. Peilverhoging is op deze locatie echter niet wenselijk omdat daarmee het trilveen permanent zou inunderen. Er worden voor deze locaties dan ook geen hydrologische maatregelen voorgesteld.

De locatie met alluviaal bos op de linkeroever westelijke meander staat sterk onder invloed van het meanderpeil. Ter hoogte van de aanwezige meetpunten (oppervlaktewatermeetpunt JK 9 en B22C0682, zie figuur 16) is de gvg hier 0,73 m –mv en de glg 0,96m. De grondwaterstand is dus zowel in het voorjaar als in de zomer veel te diep voor alluviaal bos.

Het maaiveld van het broekbos ligt lager dan het maaiveld ter hoogte van de meetpunten (ca 3,35 tegenover peilbuis 3,71 + N.A.P.) dus bij broekbos is de grondwaterstand tov maaiveld hoger dan bij het meetpunt en het peil ligt zal ook wat hoger door verhang in de waterspiegel in de meander. Inschatting is dat de gvg op

ongeveer 35-40 cm – mv ligt en glg op ca 60 cm – mv. Dat betekent dat zowel gvg en glg te laag zijn voor het habitattype alluviaal bos maar vooral dat de invloed grondwater (kwel) en voorjaarsgrondwaterstand te laag te laag zijn. Verhoging van het meanderpeil en/of Vechtpeil kan dit knelpunt oplossen.



Figuur 16: Verloop grond- en oppervlaktewaterstand in de westelijke meander nabij de uitstroom in de Vecht

Oostelijke meander

Rondom de oostelijke meander liggen 3 vlakken met alluviaal bos. Alle drie de locaties staan onder sterke invloed van het Vechtpeil blijkt uit de uitgevoerde tijdreeksanalyse van het Waterschap. Alleen een verhoging van het Vechtpeil kan de hydrologische situatie hier echt verbeteren. Voor het stukje alluviaal bos bij de bypass/Wolfsvelder waterleiding kan het beperken van erosie en het dempen van een aangrenzende sloot nog een licht bijdrage leveren aan de grondwaterstand in het winterhalfjaar.

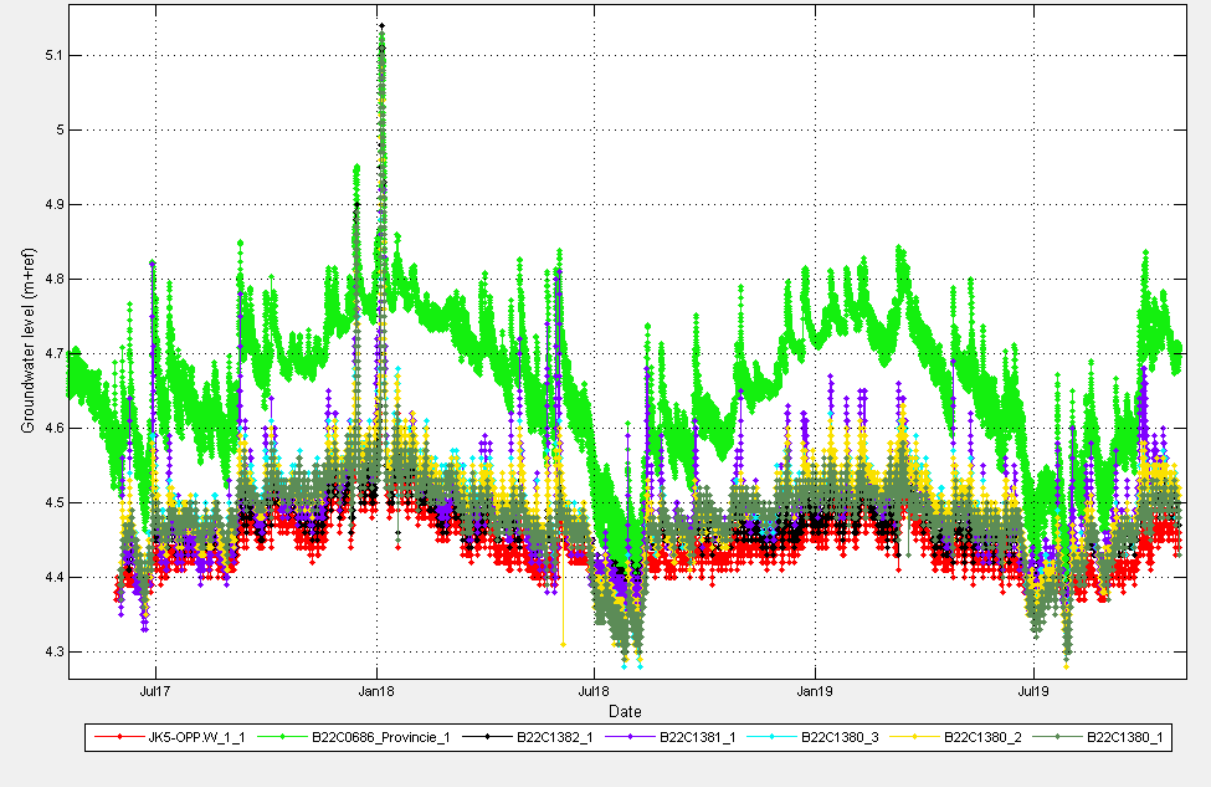
Een kwantitatieve inschatting van het doelgat is hier niet of nauwelijks mogelijk omdat de dichtstbijzijnde meetpunten te ver af liggen van de locaties met alluviaal bos. De enige peilbuis die op een verglijkbare plek in de gradiënt ligt laat zien dat de grondwaterstand sterk onder invloed staat van het Vechtpeil en in de zomer diep (0,77 cm glg) wegzakt ten opzichte van het maaiveld.
De inschatting van de gvg op basis van de vegetatiekartering met ESTAR laat eveneens zien dat voor deze locaties de gvg dieper wordt ingeschat dan op de beter ontwikkelde locaties met alluviaal bos (30-40 cm – mv).

De conclusie in het KWR rapport dat er geen knelpunten zijn voor alluviaal bos in het Junner Koeland is op basis van de metingen en indicatiewaarden berekend met ESTART onjuist voor een viertal vlakken waar alluviaal bos op de habitattypekaart voorkomt. Dit is 1 locatie in de westelijke meander en 3 aan de oostzijde van het JK rondom Calsum en de oostelijke meander. Hier voldoet de huidige hydrologische situatie niet zowel in het voorjaar als de zomer als gevolg van de directe of indirecte (via de westelijke meander) invloed van een te laag Vechtpeil.

Trilveen in de muts

De gemeten grondwaterstanden in het trilveen laten niet of nauwelijks fluctuaties zien. Zelfs in tijdens de extreem droge zomers in de afgelopen jaren ligt de fluctuatie ruim binnen de 30 cm die voor goed ontwikkeld trilveen als randvoorwaarde is gesteld. De glg ligt gemiddeld op ca 10 centimeter en er is jaarrond sprake van kwel. Kwantitatief is er dus geen doelgat voor het habitattype trilveen.

In figuur 17 staan de gemeten grondwaterstanden weergegeven vanaf de rand van de laagte waarin zich het trilveen bevindt naar de meander. Aan de randen van de laagte en centraal in de laagte is sprake van een constante overdruk waardoor kwel aan maaiveld kan uittreden.



Figuur 17: Gemeten grondwaterstanden en stijghoogte in een raai over het trilveen

Vochtige heide (Dennenhoek)

Binnen het vlak dat ten dele (15%) bestaat uit het habitattype vochtige heide ligt geen meetpunt en de dichtsbijzijnde meetpunten liggen veel hoger of lager in de gradiënt. Er kan dus derhalve geen doelgat bepaald worden. De grondwaterstanden zal hier vooral worden beïnvloed door het opbollen van de grondwaterstand in het winterhalfjaar en het peil in de meander dat de drainagebasis voor deze locaties vormt.

Omdat voor andere habitattypen reeds maatregelen worden voorgesteld in de westelijke meander zijn geen aparte maatregelen onderscheiden voor vochtige heide.

Op basis van de hoogtekaart liggen vooral in het bos dat grens aan de Dennenhoek nog enkele sloten en greppels. Deze zijn niet ingemeten. Checken op basis van veldbezoek of hier nog ontwatering ligt die negatief effect heeft op de opbolling in het infiltratiegebied

Ruigten en zomen (Westelijke meander)

Deze locatie grens aan een locatie met alluviaal bos waar al maatregelen voor zijn opgenomen. Omdat dit habitattype minder kritisch is wat betreft grondwaterstanden zijn hier geen aanvullende maatregelen voor opgenomen en is hier niet apart een doelgat voor bepaald.

Onderlinge verhouding effect hydrologische maatregelen

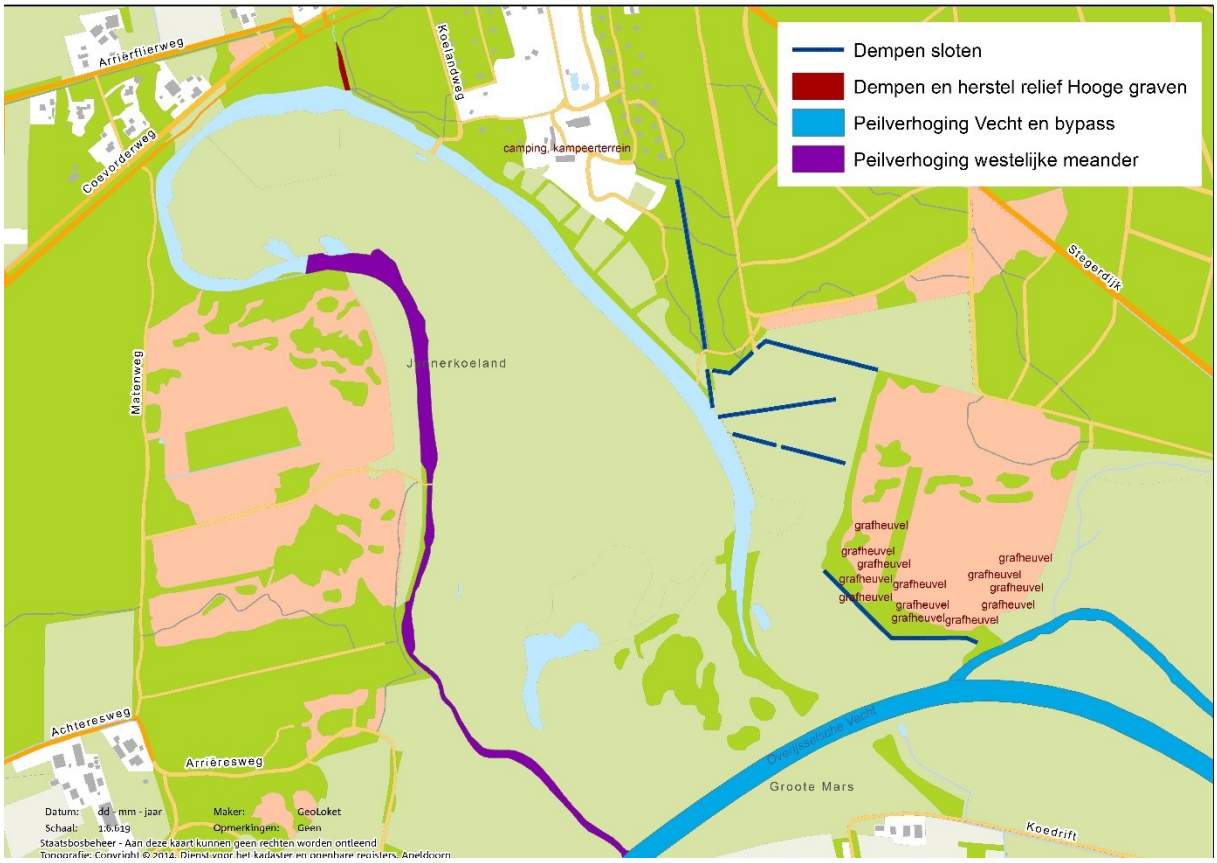
- Naaldbos kappen infiltratiegebieden Dennenhoek en bossen Noord-oost: 10-30 cm winterhalfjaar (berekening maximaal stationair effect in centrum bosstrook)
- Dempen sloten de Mars: 20-40 cm winterhalfjaar (inschatting op basis van mogelijke peilverhoging door dempen sloten in relatie tot huidig afwateringsniveau sloten/meanderpeil)
- Verhogen meanderpeil westelijke meander: 40-100 cm winter, 35-190cm zomer (direct rondom meander in lage delen) Bepaald op basis van relatie peil meander en grondwaterstand in meetpunten.
- Vechtpeil: Mate waarin een stationaire verhoging Vechtpeil van 1 m doorwerkt in de grondwaterstanden op basis van uitgevoerde tijdreekanalyse Waterschap Vechtstromen (zie figuur 10):
    - Infiltratiegebied ten noorden van de Mars (14-23%)
    - Infiltratiegebied Dennenhoek (36-48%)
    - Dichtbij de Vecht buiten kronkelwaarden (>75%),
    - Binnen kronkelwaarden:
        - geen of beperkte invloed aan noordzijde (trilveen 0-7%)
        - zuidzijde dicht bij Vecht (0-46%)

Uit de bovenstaande inschatting blijkt dat het verhogen van het meanderpeil en het dempen van de sloten in de Mars de meest effectieve interne maatregelen zijn. Voor een deel van het gebied (buiten de Kronkelwaarden tot op grote afstand van de Vecht, binnen de Kronkelwaarden tot op circa 300 meter afstand van de Vecht) is alleen het verhogen van het Vechtpeil een effectieve maatregel. Het kappen van naaldbos is weinig effectief in verhouding tot de andere maatregelen. Het verhogen van het Vechtpeil heeft aanzienlijk meer effect op de grondwaterstand in de infilratiegebieden dan het kappen van naaldbos.

Maatregelenkaart

In figuur 18 zijn de in deze notitie voorgestelde maatregelen op kaart weergegeven:

- Dempen sloten de Muts en Calsum
- Dempen en herstel relief doorsnijding Hooge graven
- Peilverhoging westelijke meander door aanbrengen drijfstuw en/of bodemval aan uiteinde meander
- Peilverhoging Vecht



Figuur 18: Voorgestelde hydrologische maatregelen Junner Koeland