

Inrichtingsplan Witte Veen

Uitwerkingsgebieden extern

in het kader van Natura 2000



Colofon

Titel Inrichtingsplan Witte Veen
*Uitwerkingsgebieden extern
in het kader van Natura 2000*

Opdrachtgever Gemeente Haaksbergen, namens Projectgroep Natura 2000 Haaksbergen



Opgesteld door Pratensis
Einsteinstraat 12a
7601 PR Almelo
www.pratensis.nl
info@pratensis.nl



Status Definitief
Versie 1.1
Datum 2 september 2020

De projectgroep Natura 2000 Haaksbergen heeft op 12 februari 2019 ingestemd met Inrichtingsplan Witte Veen versie 1.0.

De bestuurlijke adviesgroep Natura 2000 Haaksbergen heeft op 11 maart 2019 ingestemd met Inrichtingsplan Witte Veen versie 1.0 met inachtneming van het volgende:

De gebiedspartijen hebben aangegeven dat een nadere uitwerking nodig was voor maatregel M2, het verondiepen van de Hegebeek. Deze nadere uitwerking is uitgevoerd en verwerkt in dit inrichtingsplan, versie 1.1.

De bestuurlijke adviesgroep heeft mandaat gegeven aan de projectgroep om het geactualiseerde inrichtingsplan te behandelen.

De projectgroep heeft op 24 juli 2020 ingestemd met Inrichtingsplan Witte Veen versie 1.1.

Disclaimer

De uitgewerkte maatregelen in dit inrichtingsplan worden waar nodig in de realisatiefase nader gedetailleerd. Voordat de maatregelen kunnen worden uitgevoerd moet er overeenstemming zijn met de grondeigenaren/eindbeheerders en moeten de benodigde vergunningen zijn verleend. Dit kan, binnen de kaders van Natura 2000, nog tot (kleine) wijzigingen leiden.

Voorwoord

Inrichtingsplannen klaar voor de volgende stap richting uitvoering!

Met het Witte Veen, Buurserzand en Haaksbergerveen hebben we in Haaksbergen een paar natuurparels in huis waar ruimte is voor bijzondere flora en fauna zoals de jeneverbes en de kamsalamander. Deze prachtige natuurgebieden hebben ook een grote aantrekkingskracht op recreanten, die genieten van de vogels, dieren en bijzondere planten die in het gebied voorkomen. Het is dankzij deze bijzondere, maar ook kwetsbare natuur dat het Witte Veen, Buurserzand en Haaksbergerveen de status Natura 2000-gebied hebben. Iets om trots op te zijn en om te bewaren! Dat gaat natuurlijk niet vanzelf. Hoe we het Witte Veen klaar willen stomen voor de toekomst hebben we weergegeven in dit inrichtingsplan Witte Veen. Ik ben blij dat ik u dit inrichtingsplan kan presenteren.

Omdat de drie gebieden zo bijzonder zijn verdienen ze ook bijzondere aandacht. De kwetsbare natuur moet worden beschermd tegen negatieve invloeden, zoals verdroging, stikstof en verzuring. We gaan daarom samen met onze gebiedspartners aan de slag om de gebieden veerkrachtiger te maken tegen de invloeden van buitenaf. Zo behouden we deze gebieden voor de toekomst én kunnen economische ontwikkelingen blijven plaatsvinden. Want dat is belangrijk bij Natura 2000-gebieden: een goede balans tussen natuur en de omliggende economie.

Vanuit onze rol als trekker van dit project hebben wij nadrukkelijk gekeken naar de behoeften en belangen van alle partijen en naar de impact van de maatregelen. In dit inrichtingsplan staat beschreven met welke maatregelen we de komende periode aan de slag gaan. Dit inrichtingsplan is het resultaat van een intensief gebiedsproces in de periode 2015-2020 met de gebiedspartners LTO Noord, Provincie Overijssel, Waterschap Rijn & IJssel, Waterschap Vechtstromen, Natuurmonumenten, Staatsbosbeheer en de gemeente Haaksbergen.

We hebben geprobeerd om met oog en respect voor ieders belang en in overleg met alle partijen een plan op te stellen, waar natuur en economie baat bij hebben. We hebben geluisterd, onderzocht, gewikt en gewogen en zijn trots op dit inrichtingsplan dat wij nu aan u kunnen voorleggen. We spreken onze waardering uit voor de grondeigenaren en -gebruikers die lang onzekerheid hebben gehad over de maatregelen en effecten. Nu het inrichtingsplan Witte Veen klaar is wordt de uitvoering van de maatregelen verder voorbereid. Daarbij blijven we in contact met de omgeving om zoveel mogelijk rekening te houden met de belangen van gebruikers van het gebied en omwonenden.

Jan Herman Scholten

Wethouder gemeente Haaksbergen

Bestuurlijk trekker Gebiedsproces Natura 2000 Ontwikkelopgave Haaksbergen

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	5
1.1	Kenschets Witte Veen	5
1.2	Natura 2000	7
1.3	Natura 2000-beheerplan Witte Veen	7
1.4	Status en afbakening inrichtingsplan.....	8
1.5	Leeswijzer	8
2	Gebiedsopgave	9
2.1	Instandhoudingsdoelstellingen Natura 2000-beheerplan	9
2.2	Maatregelen Natura 2000-beheerplan	11
2.3	Overige opgaven en/of kansen.....	12
3	Werkwijze gebiedsproces	13
3.1	Akkoord ‘Samen Werkt Beter’ in Overijssel.....	13
3.2	Uitkomst Verkenningfase	13
3.3	Planvormingsfase	13
3.4	Communicatie	15
4	Onderzoeken	16
4.1	Ecohydrologische systeemanalyse Witte Veen.....	16
4.2	Hydrologisch onderzoek randzone Witte Veen	16
4.3	Onderzoek randsloot Natuurdriehoek	17
4.4	Nadere uitwerking Hegebeek.....	17
5	Uitwerking maatregelen uitwerkingsgebieden	18
6	Effecten van maatregelen.....	21
6.1	Hydrologische effecten op natuur	21
6.2	Hydrologische effecten op gronden in de omgeving	23
6.3	Hydrologische effecten op bebouwing en infrastructuur	24
7	Voorstel toekomstige bestemming.....	26
8	Doorkijk naar realisatiefase.....	28
8.1	Borging en vergunningen	28
8.2	Uitvoering	28
8.3	Schadeafhandeling	28
8.4	Monitoring	29
9	Bronnen	30

1 Inleiding

Voorliggend inrichtingsplan betreft de maatregelen in de uitwerkingsgebieden rondom het Natura 2000-gebied Witte Veen. Allereerst wordt in dit hoofdstuk een indruk van het Witte Veen gegeven om vervolgens in te gaan op Natura 2000 en de status en afbakening van het plan. Tot slot geeft de leeswijzer de opbouw van dit inrichtingsplan.

1.1 Kenschets Witte Veen

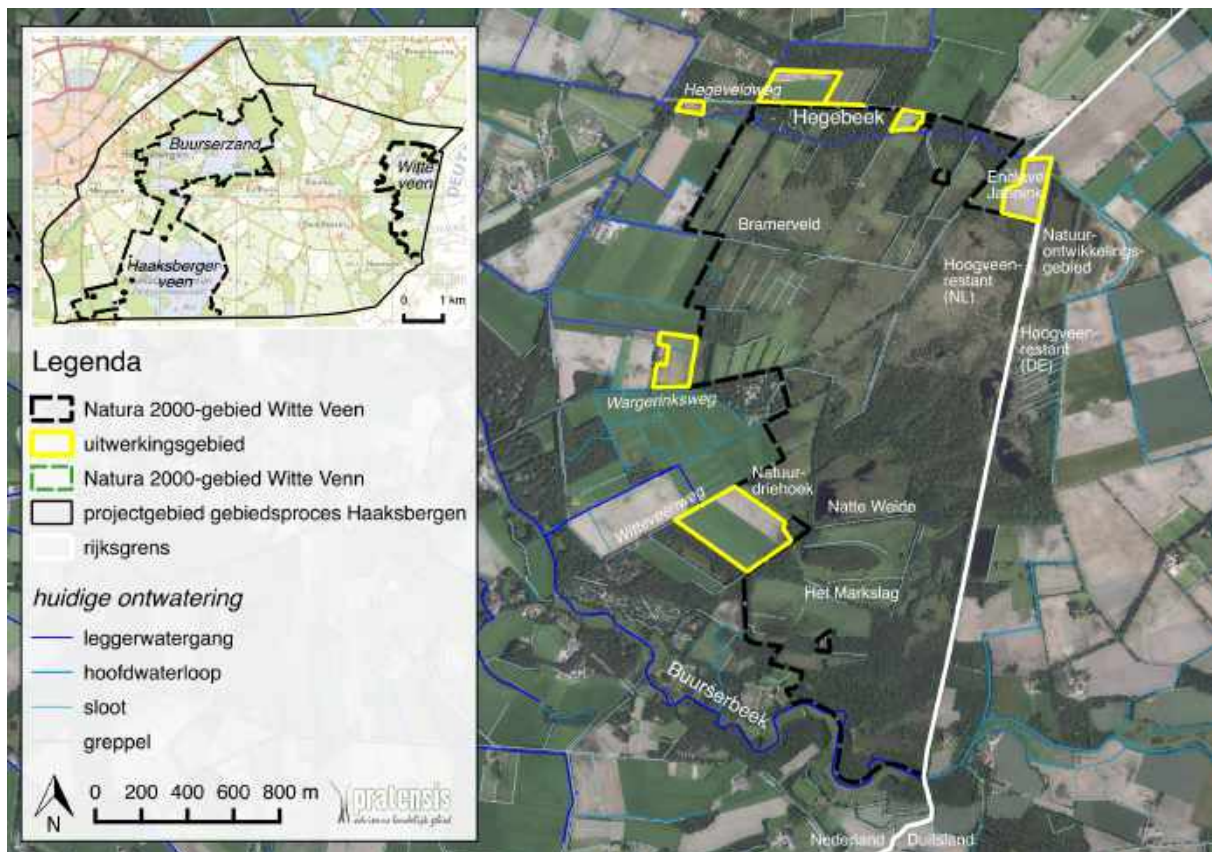
Het Witte Veen is een hoogveen- en heidegebied met vennen. Het Witte Veen vormt samen met het Duitse Witte Venn een aaneengesloten grensoverschrijdend natuurgebied. Het gebied heeft een variëteit aan habitattypen en is volop in ontwikkeling. Veel voormalige landbouwgronden zijn afgegraven en er zijn dammen aangelegd om water vast te houden. In figuur 1.1 is de ligging van de verschillende deelgebieden van het Witte Veen weergegeven (Provincie Overijssel, 2016).

Hegebeek

De Hegebeek stroomt in het noorden van het Witte Veen (figuur 1.2 midden). In het Bramerveld, liggen enkele oude heidekernen, veel voormalige landbouwgronden en enkele bosjes. Voor de realisatie van een boomkikkerbiotoop is in een slenk de toplaag afgegraven en zijn drie kleine vennetjes ontstaan door de aanleg van dammen. Ook is er een ontwikkeling richting heischraal grasland / schraalgrasland gaande.

Hoogveenrestant

In het noordoosten, tegen de Duitse grens, ligt een hoogveenrestant, waar in 2007 (damwand)kaden zijn aangelegd om het water langer vast te houden (figuur 1.2 rechts). Ten zuiden van het hoogveenrestant ligt een bosgebied met een combinatie van naald- en loofhout. Op de grens met Duitsland liggen twee vennen in een heidegebied en venige laagten. De slenken bij de Wargerinksweg bestaat uit heide, met een klein hoogveenvennetje en enkele bosjes.



Figuur 1.1 Kaart met toponiemen in en rondom het Witte Veen en de huidige ontwatering.



Figuur 1.2 Indruk van het natuurgebied Witte Veen: rug met struikheide en op de voorgrond een zuur ven (links), de Hegebeek (midden) en herstellend hoogveen (rechts).

Heischraal grasland

De Natte Weide is voormalig landbouwgebied en door de aanleg van een dam is in het westelijk deel een plas ontstaan. Langs de Witteveenweg ligt de Natuurdriehoek welke in 2003 is afgegraven en waar o.a. droog en vochtig heischraal grasland tot ontwikkeling komen.

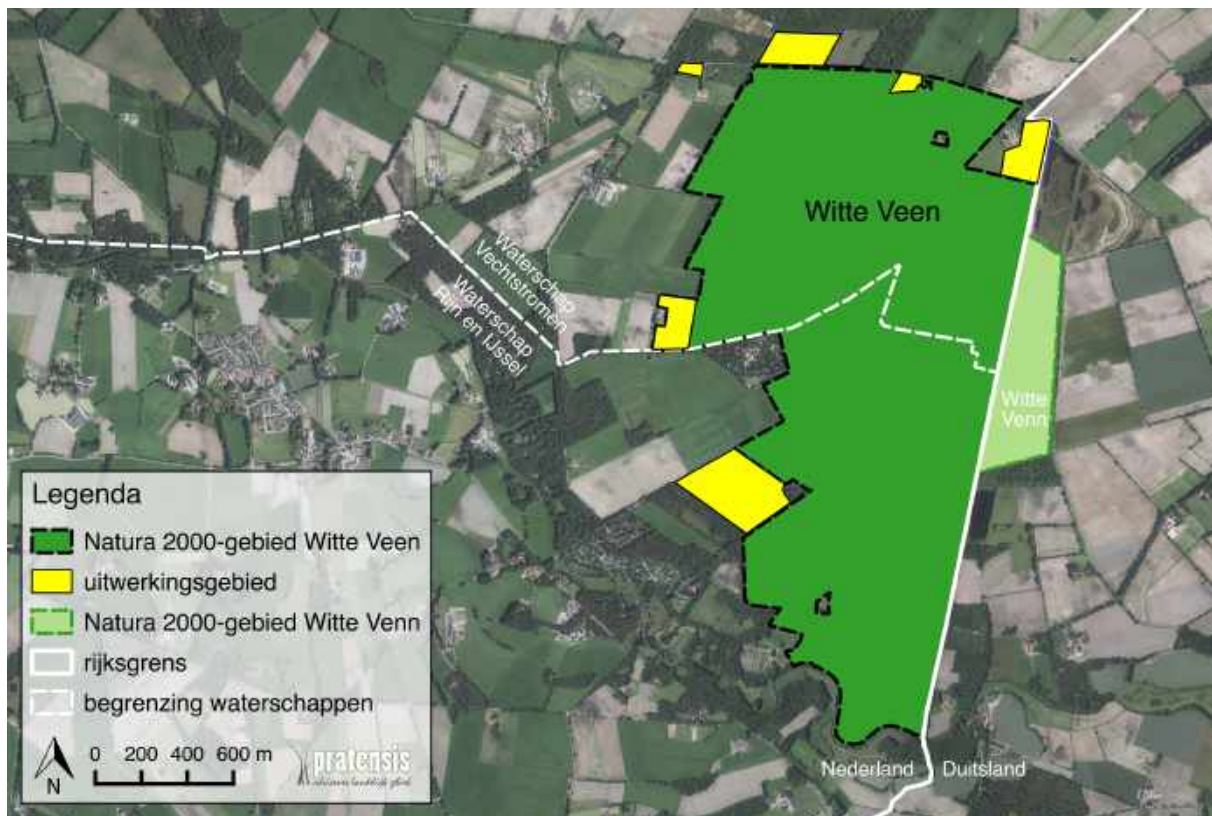
Boomkikkers

In het Markslag in het zuidelijk deel van het gebied is een basisbiotoop voor de boomkikker aangelegd in 1990. De boomkikkers die zich hier aanvankelijk vestigden zijn inmiddels verdwenen. In 2000 is een nieuw basisbiotoop aangelegd en hier is een populatie boomkikkers aanwezig. Aan de zuidzijde van het Witte Veen is veel bos aanwezig. Bij de Buurserbeek ligt een heideterrein en twee vochtige slenken, zie figuur 1.2 links (Bell Hullenaar, 2018).

Omgeving

Het Witte Veen en het Duitse Witte Venn vormen samen met onder andere het Haaksbergerveen, het Aamsveen, het Gelderse Wooldse Veen (GLD) en het Drentse Bargerveen een keten van hoogvenen op de Nederlands/Duitse grens. De ecologische samenhang met de omringende natuurgebieden is van nationaal en internationaal belang. In het gebied is oude, tertiaire klei dicht onder het aardoppervlak gelegen met daaronder een stugge, sterk kleiige keileem. Hierdoor vindt alleen laterale waterafvoer plaats omdat grondwater nauwelijks infiltreert in de klei en keileem. Door vervening is het hoogveen grotendeels verdwenen, waarbij in de huidige situatie alleen in het Witte Veen nog een veenpakket aanwezig is (Provincie Overijssel, 2016).

Het Witte Veen is bijna 300 ha groot en ligt in het zuidoosten van Twente, in de gemeente Haaksbergen. Natuurmonumenten is eigenaar en beheerder van het Witte Veen. Het noordelijk deel ligt in het beheergebied van Waterschap Vechtstromen en het zuidelijk deel is het beheergebied van Waterschap Rijn en IJssel (figuur 1.3).



Figuur 1.3 Ligging en begrenzing Natura 2000-gebied Witte Veen (groen) met daaromheen het uitwerkingsgebied (geel) en het Duitse Natura 2000-gebied Witte Venn.

1.2 Natura 2000

Natura 2000 is een samenhangend netwerk van beschermde natuurgebieden dat zich richt op het behoud en de ontwikkeling van natuurgebieden in Europa. Het omvat alle natuurgebieden die zijn beschermd op grond van de Vogelrichtlijn en Habitatrichtlijn. Deze Europese richtlijnen bepalen dat lidstaten bepaalde planten-, diersoorten en hun natuurlijke leefomgeving (habitat) moeten beschermen om de biodiversiteit te behouden en om verdere teruggang te voorkomen. Deze richtlijnen zijn per Natura 2000-gebied vertaald in een aanwijzingsbesluit en een Natura 2000-beheerplan. In Nederland zijn ruim 160 gebieden aangemeld als Natura 2000-gebied, waarvan 24 in de provincie Overijssel.

1.3 Natura 2000-beheerplan Witte Veen

Het Witte Veen is in mei 2013 door de staatssecretaris van het ministerie van Economische Zaken aangewezen als Natura 2000-gebied (Ministerie van EZ, 2013). In het Natura 2000-beheerplan voor het Witte Veen (Provincie Overijssel, 2016; vastgesteld op 29 maart 2016) zijn onder meer de instandhoudingsdoelstellingen, bestaande activiteiten en instandhoudingsmaatregelen uitgewerkt. In het Natura 2000-gebied moeten aanwezige habitattypen worden behouden of verder ontwikkeld. Voor bestaande activiteiten geeft het beheerplan duidelijkheid over wat wel of niet vergunningplichtig is. In het maatregelpakket zijn ook maatregelen opgenomen die in het uitwerkingsgebied moeten worden uitgevoerd (gebiedsmaatregelen) ten behoeve van de aanwezige habitats in het gebied. Voor de aanwezige habitatsoorten zijn geen aanvullende maatregelen nodig.

1.4 Status en afbakening inrichtingsplan

Dit inrichtingsplan richt zich op de nadere uitwerking en onderbouwing van de uit te voeren maatregelen uit het Natura 2000-beheerplan Witte Veen in de uitwerkingsgebieden bij het Witte Veen aan Nederlandse zijde.

De uitwerkingsgebieden (zie figuur 1.3) zijn gelegen bij de Hegebeek in het noorden van het Witte Veen en aan de westkant bij de Natuurdriehoek. Ten noorden van de Wargerinkweg ligt een perceel in het Natura 2000-gebied, welke ook bij het uitwerkingsgebied hoort. Het laatstgenoemde perceel is in eigendom van Natuurmonumenten. De maatregelen die hier nodig zijn worden meegenomen in het interne inrichtingsplan dat door Natuurmonumenten is opgesteld. In het interne inrichtingsplan zijn diverse natuurherstelmaatregelen opgenomen die bijdragen aan het in stand houden van de aangewezen habitattypen.

Direct grenzend aan het Witte Veen ligt op Duits grondgebied het Witte Venn, welke gedeeltelijk een Natura 2000-gebied is. De nadere uitwerking door Natuurmonumenten en maatregelen ten behoeve van het Duitse Witte Venn maken geen onderdeel uit van dit inrichtingsplan.

De maatregelen voor de Hegebeek op Duits grondgebied worden in overleg door de Duitse partners uitgevoerd in afstemming met het gebiedsproces aan Nederlandse zijde.

Het voorliggende inrichtingsplan heeft instemming van de projectgroep en bestuurlijke adviesgroep Natura 2000 Haaksbergen en vormt de basis voor:

- het op te stellen Provinciaal Inpassingsplan (PIP);
- het aanvragen van benodigde vergunningen/ontheffingen ten behoeve van de uitvoering;
- het uitvoeren van schadetaxaties door rentmeesters van de provincie Overijssel;
- de realisatiefase waarin het inrichtingsplan verder in detail wordt uitgewerkt.

De informatie in dit inrichtingsplan is afkomstig uit verschillende documenten, waaronder het Natura 2000-beheerplan Witte Veen en onderzoeksrapporten die zijn opgesteld gedurende het gebiedsproces. In hoofdstuk 9 Bronnen zijn de documenten waarnaar in dit inrichtingsplan wordt verwezen weergegeven.

De in het beheerplan benoemde onderzoek naar kleine grondwateronttrekkingen valt buiten de scope van het gebiedsproces en dit inrichtingsplan. Provincie Overijssel heeft deze onderzoeken in samenhang met andere Natura 2000-gebieden uitgevoerd. Dat geldt ook voor de (monitorings)onderzoeken van de effecten van de maatregelen op typische soorten van de habitattypen.

Om de hydrologische effecten van de inrichtingsmaatregelen in de praktijk te toetsen aan de theoretische effectberekeningen, wordt een apart monitoringsplan opgesteld en uitgevoerd (paragraaf 8.4).

1.5 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 is de gebiedsopgave beschreven met de doelen, knelpunten en gebiedsmaatregelen, uit het beheerplan, die betrekking hebben op de uitwerkingsgebieden. De werkwijze van het gebiedsproces in de planvormingsfase is in hoofdstuk 3 beschreven. Diverse onderzoeken zijn uitgevoerd om de maatregelen nader uit te werken. Een beschrijving van de onderzoeken is te lezen in hoofdstuk 4. De onderzoeken vormen de onderbouwing voor de nader uitgewerkte gebiedsmaatregelen in hoofdstuk 5. De verwachte hydrologische effecten van de gebiedsmaatregelen op de habitats, gronden in de omgeving, bebouwing en infrastructuur zijn in hoofdstuk 6 beschreven. Hoofdstuk 7 geeft een voorstel voor de toekomstige bestemming van percelen waar maatregelen worden uitgevoerd en/of effecten worden verwacht. In hoofdstuk 8 is een doorkijk naar de volgende fase beschreven. Tot slot zijn in hoofdstuk 9 de bronnen vermeld.

2 Gebiedsopgave

In het Natura 2000-beheerplan Witte Veen zijn voor de aanwezige habitattypen en -soorten instandhoudingsdoelstellingen vastgelegd. Om deze doelstellingen te behalen zijn aanvullend op de reeds uitgevoerde hydrologische maatregelen aanvullende (hydrologische) maatregelen nodig in het Witte Veen en een aantal uitwerkingsgebieden rondom het Witte Veen. In dit inrichtingsplan zijn de maatregelen in de uitwerkingsgebieden nader uitgewerkt en onderbouwd. Alle maatregelen zijn terug te vinden in het Natura 2000-beheerplan Witte Veen (Provincie Overijssel, 2016).

2.1 Instandhoudingsdoelstellingen Natura 2000-beheerplan

Onderstaande tabel 2.1 geeft een overzicht van de aangewezen instandhoudingsdoelstellingen voor het Witte Veen. De opgave betreft behoud- of uitbreidingsdoelstellingen voor de oppervlakte en de kwaliteit van het habitatype en -soort. De habitattypen zijn in figuur 2.1 weergegeven.

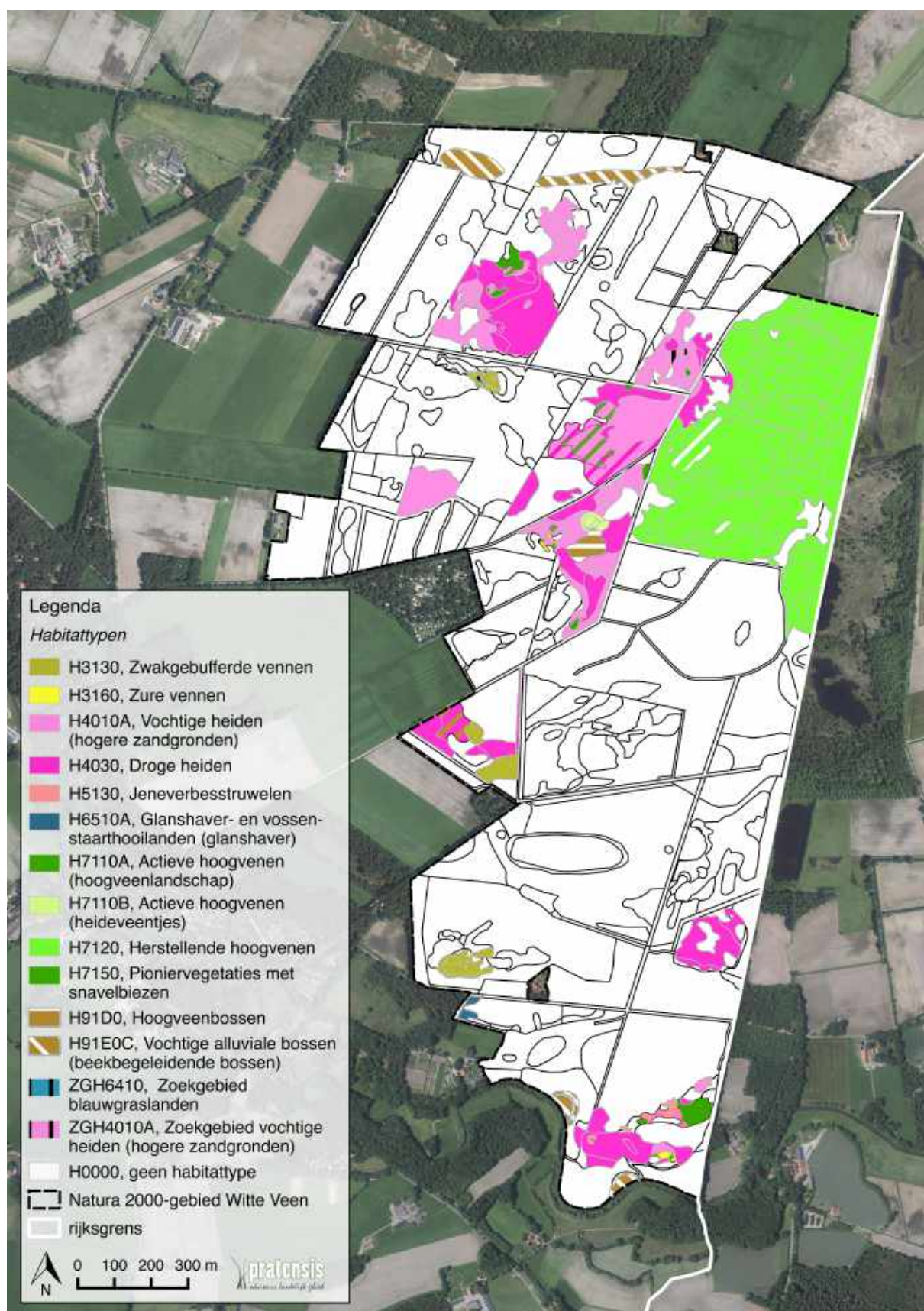
Tabel 2.1 Instandhoudingsdoelstellingen voor het Witte Veen (Provincie Overijssel, 2016).

Habitattypen		Doel	
		Oppervlakte	Kwaliteit
H3130	Zwakgebufferde vennen	=	>
H3160	Zure vennen	=	=
H4010A	Vochtige heiden (hogere zandgronden)	=	>
H4030	Droge heiden	=	=
H7110B	*Actieve hoogvenen (heideveentjes)	>	>
H91D0	*Hoogveenbossen	=	=
Habitatsoorten			
H1166	Kamsalamander (verbonden aan H3130)	=	>

- = Behoudsdoelstelling
- > Uitbreidingsdoelstelling
- * Prioritair habitatype

De habitattypen H5130 Jeneverbesstruwelen, H6510A Glanshaver- en vossenstaarthooilanden (glanshaver), H7120 Herstellende hoogvenen, H7150 Pioniervegetaties met snavelbiezen en H91E0C Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen) worden vermeld op de habitattypenkaart van dit gebied. Deze habitattypen komen niet voor in het aanwijzingsbesluit. Bij het beheer en de uitvoering van de maatregelen moet wel rekening worden gehouden met de aanwezigheid van deze habitattypen.

Toevoegingen op het aanwijzingsbesluit zijn de habitattypen H5130 Jeneverbesstruwelen, H6410 Blauwgraslanden, H7120 Herstellende hoogvenen, H7150 Pioniervegetaties met snavelbiezen en H91E0 *Vochtige alluviale bossen. In het Ontwerp-wijzigingsbesluit Habitatrichtlijngebieden zijn vanwege aanwezige waarden deze habitattypen opgenomen als instandhoudingsdoel (Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, 2018). Naar aanleiding van het Ontwerp-wijzigingsbesluit is, in overleg met provincie Overijssel, rekening gehouden met de toevoeging van het habitatype H91E0 *Vochtige alluviale bossen bij de uitwerking van maatregel M2 (verondiepen Hegebeek; zie tabel 2.2).



Figuur 2.1 *Habitattypenkaart Witte Veen, waarbij combinaties van habitattypen met arcering zijn aangegeven op de betreffende locatie (Provincie Overijssel, 2016).*

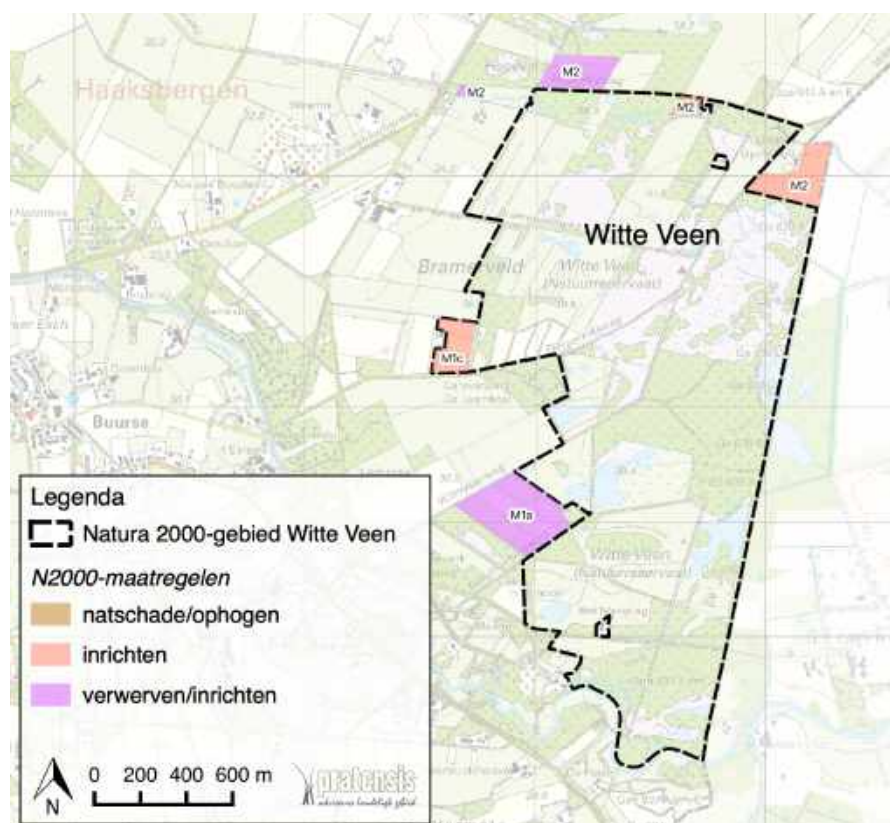
2.2 Maatregelen Natura 2000-beheerplan

In het Witte Veen zijn vanaf de jaren '90 veel maatregelen uitgevoerd ten behoeve van de waterhuishouding. Er zijn damwanden aangelegd om oppervlakkige afstroming tegen te gaan, het waterpeil wordt gefaseerd verhoogd en afvoergreppels en sloten in en rondom het Witte Veen zijn gedempt. Hierdoor is het gebied natter geworden, maar de effecten zijn pas na enkele jaren zichtbaar (Provincie Overijssel, 2016).

In het kader van Natura 2000 zijn aanvullende maatregelen nodig voor het herstel van de waterhuishouding. De maatregelen in tabel 2.2 zijn gericht op het verminderen van het drainerende effect van de directe omgeving van het Witte Veen. Op de maatregelenkaart in figuur 2.2 staan de uitwerkingsgebieden voor de maatregelen aan Nederlandse zijde voor de 1^e beheerplanperiode. De begrenzing van het in te richten perceel M2 (noordoostelijk van het Witte Veen) is aangepast t.o.v. de kaart uit het beheerplan (2016) omdat het perceel al gedeeltelijk is omgevormd naar natuur. Zie figuur 5.1 voor de huidige begrenzing van het uitwerkingsgebied. Maatregel M1c wordt nader uitgewerkt door Natuurmonumenten. De maatregelen aan Duitse zijde kunnen alleen op basis van vrijwilligheid worden uitgevoerd en staan gepland na de 1^e beheerplanperiode. Voor het merendeel van de maatregelen geldt dat er nader onderzoek nodig is in de vorm van een hydro-ecologische systeemanalyse (M22).

Tabel 2.2 Instandhoudingsmaatregelen op gebiedsniveau, waarbij M1 en M2 maatregelen zijn gericht op het herstellen van de hydrologie en M22 is een onderzoeksmaatregel (Provincie Overijssel, 2016).

Maatregel	Omschrijving	Periode
M1a	Verminderen ontwatering door sloten ten westen begrenzing te verondiepen c.q. dempen.	1
M1b	Verminderen ontwatering door sloten ten oosten (dus in Duitsland) te verondiepen c.q. dempen.	2 - 3
M1c	Vermindering ontwatering door dempen sloten westkant.	1
M2	Verondiepen van de Hegebeek en inrichten percelen Jannink.	1
M22	Onderzoek naar nut en noodzaak i.r.t. M1.	1



Figuur 2.2 De maatregelenkaart voor de uitwerkingsgebieden in en rondom het Witte Veen uit het Natura 2000-beheerplan Witte Veen (Provincie Overijssel, 2016).

2.3 Overige opgaven en/of kansen

Opgaven en/of kansen die spelen rondom het Witte Veen zijn, voor zover mogelijk en passend, meegenomen in dit inrichtingsplan.

Kaderrichtlijn Water

De Hegebeek is onderdeel van de KRW-opgave van waterlichaam Azelerbeek. Bij de uitwerking is rekening gehouden met de KRW-opgave. Voor de Hegebeek zijn de belangrijkste aspecten:

- Vispasseerbaarheid;
- Beken tweezijdig in het hout i.v.m. stabiele watertemperatuur en de wortels bieden schuil- en paaigelegenheden voor vissen en macrofauna;
- Gunstige omstandigheden qua watervoerendheid (waterdiepte bij basisafvoer) en stroomsnelheid (te grote stroomsnelheden bij afvoerpieken zijn ongunstig voor beekfauna).

Gebiedsscan ruimtelijke kwaliteit

Er is bij de uitwerking van de verschillende maatregelen rekening gehouden met de ruimtelijke kwaliteit zoals verwoord in de Gebiedsscan ruimtelijke kwaliteit (Provincie Overijssel, 2015). De hydrologische maatregelen hebben niet direct invloed op het bestaande landschappelijke beeld van kleinschalige kamptongingen en veldontginningen. Door functieverandering van agrarisch naar natuur passend binnen het ecohydrologisch systeem zal het landschap binnen de uitwerkingsgebieden aan de rand van het Witte Veen het karakter behouden van een afwisselend agrarisch cultuurlandschap.

3 Werkwijze gebiedsproces

Het gebiedsproces ‘Gebiedsontwikkeling Natura 2000 Haaksbergen’ omvat de twee Natura 2000-gebieden binnen de gemeente Haaksbergen: Witte Veen en Buurserzand & Haaksbergerveen.

3.1 Akkoord ‘Samen Werkt Beter’ in Overijssel

In mei 2013 is door de gezamenlijke overheden en diverse organisaties in Overijssel het akkoord “Samen werkt Beter” voor een economisch en ecologisch vitale toekomst ondertekend. Er zijn afspraken gemaakt over de begrenzing van de Ecologische Hoofdstructuur (huidig Natuurnetwerk Nederland (NNN)), waaronder de zones rond de natuurgebieden. Ook is uitgesproken dat ambities en middelen met elkaar in balans moeten zijn. Na het akkoord is een bestuurlijk overleg ingericht dat nader invulling geeft aan de gemaakte afspraken en de gebiedsprocessen rond de Natura 2000-gebieden.

In dit kader is in november 2013 de Uitvoeringsagenda Samen Werkt Beter (Partners van het Akkoord Samen werkt beter, 2013) opgesteld. Eén van de speerpunten van de Uitvoeringsagenda is de uitvoering van de zogenaamde ontwikkelopgave Natura 2000 via een gebiedsgerichte aanpak. De ontwikkelopgave wordt uitgevoerd in een gefaseerd gebiedsproces (figuur 3.1). Dit inrichtingsplan is het resultaat van de planvormingsfase.



Figuur 3.1 Fasering gebiedsprocessen Natura 2000.

3.2 Uitkomst Verkenningfase

In opdracht van Samen Werkt Beter is voor het Witte Veen een verkenningrapportage opgesteld (Aequator, 2015), welke is vastgesteld op 1 mei 2015. In de verkenningfase is gesproken met de vertegenwoordigers van de gebiedspartijen. Er is niet gesproken met de grondeigenaren met percelen in het uitwerkingsgebied. In de verkenning lag de nadruk op het in beeld krijgen van de belangen en de opgaven in het gebied en de werkwijze. Inhoudelijke randvoorwaarden zijn de uitvoering van de Natura 2000-opgaven en de Hegebeek inrichten en beheren.

De opgaven kunnen middels een aantal afzonderlijke deelprojecten gerealiseerd worden. Deze zijn het uitvoeren van (eco)hydrologisch onderzoek, het uitvoeren van interne maatregelen en het uitvoeren van hydrologische maatregelen bij de Hegebeek en de uitwerkingsgebieden. Kansrijk is het gezamenlijk oppakken van waterschapsopgaven en Natura 2000-opgaven bij de Hegebeek. Aandachtspunt is de samenwerking met de Duitse overheden voor uitvoering van het hydrologisch onderzoek en de maatregelen bij de Hegebeek. Een belangrijk knelpunt voor de uitvoering van de inrichtingsmaatregelen zijn de gevolgen voor het grondgebruik. Daarom was het advies uit de verkenningfase om de planvormingsfase te starten met gesprekken met de grondeigenaren.

De gebiedspartijen gaven een aantal procesmatige randvoorwaarden mee voor de planvormingsfase, zoals eenduidige regie, het benutten van lokale gebiedskennis, communicatie over het Natura 2000-beleid en aandacht voor samenhang met Buurserzand & Haaksbergerveen, met name voor de verwerving van grond (Aequator, 2015).

3.3 Planvormingsfase

Als start van de planvormingsfase is een Plan van Aanpak Natura 2000 Haaksbergen (Pratensis, 2016) opgesteld voor de gebiedsontwikkeling van Natura 2000 gebieden Witte Veen en Buurserzand & Haaksbergerveen. De opzet van de organisatie van dit gebiedsproces en de gevolgde stappen worden hieronder uitgelegd. Tijdens de planvormingsfase is in samenwerking met gebiedspartners dit inrichtingsplan opgesteld. De grondeigenaren zijn geïnformeerd via nieuwsflitsen en/of gesprekken.

Organisatie

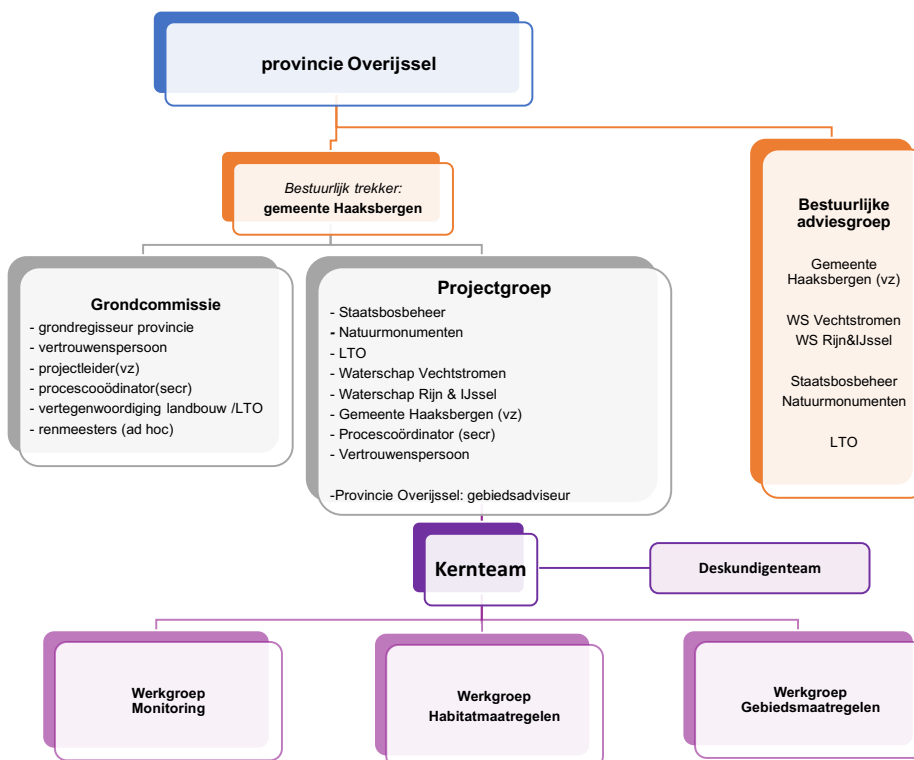
De gemeente Haaksbergen is bestuurlijk trekker van het gebiedsproces. In figuur 3.2 staat het organisatiemodel weergegeven. In de projectorganisatie staat de projectgroep, met vertegenwoordiging van de gebiedspartners, centraal. Daarnaast is een bestuurlijke adviesgroep ingesteld, die waar nodig besluiten neemt. De grondcommissie is ingesteld om alle grondzaken te faciliteren. De dagelijkse gang van zaken is in handen van het kernteam. Daarnaast is een vertrouwenspersoon aangesteld waar grondeigenaren met vragen terecht kunnen.

Er zijn drie werkgroepen waarin inhoudelijke zaken worden voorbereid door specialisten van de gebiedspartijen. De werkgroepen geven advies aan de projectgroep.

De werkgroep monitoring levert een inhoudelijke bijdrage aan het op te stellen monitoringsplan. Het belangrijkste onderdeel hiervan is een schademeetnet grondwaterstanden en een bijbehorend meetplan. De specialisten van de gebiedspartijen leveren o.a. informatie over bestaande peilbuizen en locaties voor nieuw te plaatsen peilbuizen.

In de werkgroep habitatmaatregelen vindt afstemming plaats tussen terreinbeherende organisaties over maatregelen binnen de natuurgebieden (habitatmaatregelen). Naast uitwisseling van informatie vindt afstemming plaats over maatregelen binnen- en buiten de natuurgebieden die elkaar soms raken, waardoor samen moet worden opgetrokken. Door samenwerking kan efficiënter en effectiever worden gewerkt.

De werkgroep gebiedsmaatregelen bestaat uit deskundigen van de betrokken gebiedspartners. De werkgroep vormt een klankbord voor deskundigen die onderzoeken uitvoeren en beoordeelt de (tussentijdse) resultaten. Daarnaast geeft de werkgroep gebiedsmaatregelen advies aan de projectgroep over de uitkomsten van de onderzoeken.



Figuur 3.2 Organisatiemodel Gebiedsproces Natura 2000 Haaksbergen.

Inzet deskundigen

Voor het uitvoeren van (voor)onderzoeken en het beoordelen van maatregelen en effecten is onafhankelijke deskundigheid ingezet. Voor het Witte Veen is een systeemanalyse uitgevoerd door Bell Hullenaar (2018). En er is een bodemchemisch onderzoek uitgevoerd (B-ware, 2018).

Vervolgens heeft het Deskundigenteam Haaksbergen de maatregelen in het uitwerkingsgebied nader uitgewerkt en bepaald wat de hydrologische, ecologische en landbouwkundige effecten zijn. De deskundigen hebben de resultaten besproken met het kernteam en de werkgroep gebiedsmaatregelen. Voor de nadere uitwerking van maatregel M2, het verondiepen van de Hegebeek, heeft Antea (2020) de hydrologische, ecologische en landbouwkundige effecten bepaald, in afstemming met de betrokken gebiedspartijen.

Stappenplan

In het Natura 2000-beheerplan zijn de maatregelen in algemene bewoording beschreven en op kaart aangegeven. Dit vraagt om een nadere uitwerking en onderbouwing tijdens de planvormingsfase. Het stappenplan in figuur 3.3 geeft weer welke stappen zijn gevolgd om tot een (op perceelsniveau) uitgewerkt en onderbouwd maatregelpakket te komen. Bij stap 6 worden ook effecten op bebouwing en infrastructuur en zo nodig mitigerende maatregelen meegenomen. In de volgende fase worden de maatregelen gerealiseerd.



Figuur 3.3 Aanpak nadere uitwerking Natura 2000 maatregelen tijdens de planvormingsfase.

3.4 Communicatie

Agrarische- en particuliere grondeigenaren en bewoners die te maken krijgen met Natura 2000-maatregelen en/of effecten daarvan, zijn gedurende het planvormingsproces geïnformeerd over de voortgang, behaalde resultaten, te nemen maatregelen en verwachte effecten. Via nieuwsflitsen, de website van de gemeente Haaksbergen, informatieavonden, excursies, keukentafelgesprekken met de vertrouwenspersoon, deskundigen en rentmeester/taxateur zijn zij op de hoogte gehouden en konden zij vragen stellen en zorgen uiten.

Daarnaast zijn andere belangstellenden zoals belangsgemeenschappen, IVN en Natuur en Milieu Haaksbergen geïnformeerd via nieuwsflitsen en gesprekken. Ook hebben de gebiedspartners, zoals LTO en Natuurmonumenten, hun achterban op verschillende momenten geïnformeerd. In de realisatiefase zal de communicatie breder vorm krijgen omdat de maatregelen dan uitgevoerd worden en daarmee zichtbaarder zijn voor een groter publiek.

4 Onderzoeken

Naast het beheerplan Witte Veen liggen een aantal onderzoeken ten grondslag aan dit inrichtingsplan. In dit hoofdstuk volgen korte beschrijvingen van de onderzoeken die zijn gebruikt voor de nadere uitwerking en onderbouwing van de maatregelen zoals in hoofdstuk 5 beschreven.

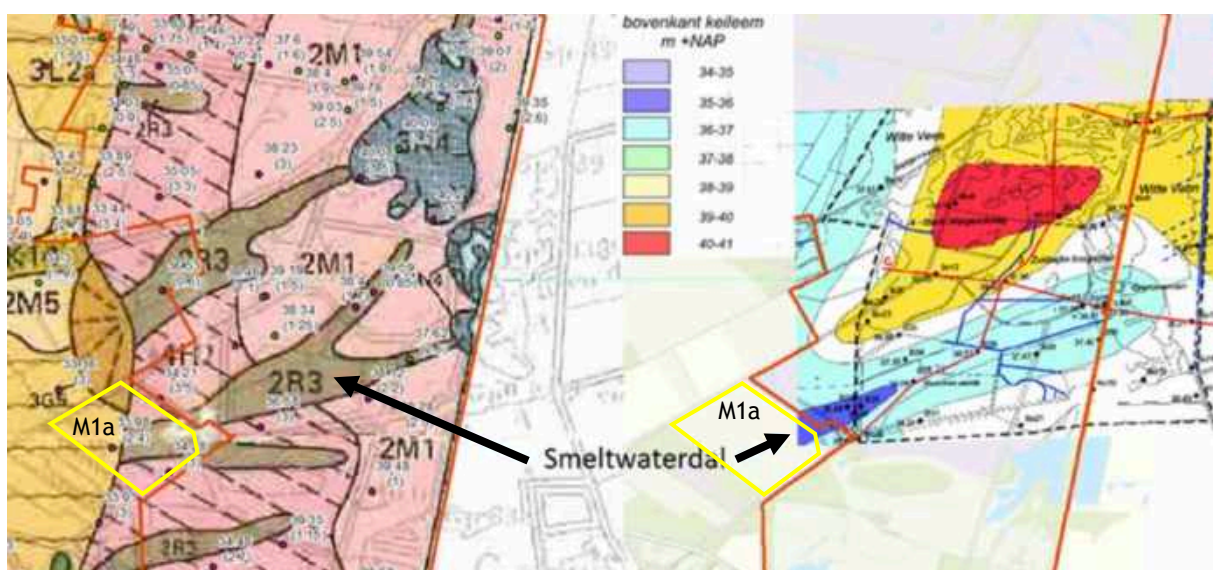
4.1 Ecohydrologische systeemanalyse Witte Veen

In het Natura 2000-beheerplan is maatregel M22 opgenomen om een aanvullende systeemanalyse Witte Veen uit te voeren. Bell Hullenaar heeft in 2004 onderzoek gedaan naar de hydrologie van het hoogveen en heeft in 2018 dit onderzoek uitgebreid voor het gehele Witte Veen (Bell Hullenaar, 2018). De systeemanalyse richtte zich op de samenhang van het hoogveen met zijn omgeving, zowel in Nederland als op Duits grondgebied, en was voornamelijk gericht op de processen in de waterhuishouding. In het onderzoek is de huidige situatie van het gebied uitgebreid beschreven en is veldonderzoek uitgevoerd. Het veldonderzoek bestond uit metingen in het oppervlaktewatersysteem, bodemchemisch onderzoek (uitgevoerd door B-ware, 2018) en ecohydrologische dwarsprofielen die de waterhuishouding op landschapsschaal in beeld brengen.

Naar aanleiding van de uitkomsten is een maatregelenplan opgesteld met interne maatregelen ten behoeve van het hoogveen, de randzone van het hoogveen en de beekdalen. Op een aantal plekken overlappen de interne maatregelen met de maatregelen in het uitwerkingsgebied, bijv. de Hegebeek en enclave Jannink (M2). In het onderzoek zijn maatregelen aangegeven die nodig zijn voor systeemherstel of die het systeem versterken. Onderdeel van de systeemanalyse was het beoordelen van de effecten van reeds uitgevoerde herstelmaatregelen in Duitsland. Ook zijn er aanvullende maatregelen aan Duitse zijde in beeld gebracht. Deze maatregelen zullen met name zorgen voor een verbetering van het hoogveen. Het Duitse ontwateringssysteem heeft een drainerende werking en heeft een verdrogende invloed op zowel het Duitse als Nederlandse natuurgebied. Uitvoering van deze maatregelen wordt vanaf de tweede beheerplanperiode voorbereid.

4.2 Hydrologisch onderzoek randzone Witte Veen

In dit onderzoek is door hydrologen van het Deskundigenteam Natura 2000 Haaksbergen onderzocht wat de invloedsafstand van ontwateringssloten in de landbouwpercelen op de grondwaterstanden in de randzones van het Witte Veen is (Tauw, 2017). Uit een analytische rekenmethode blijkt dat de invloedsafstand ca. 150 m is bij een watervoerend pakket van veelal minder dan 2 m. Ter plaatse van het aanwezige smeltwaterdal (omgeving van M1a, Natuurdriehoek en Natte Weide) is de invloedsafstand ca. 235 m door een dikker watervoerend pakket (circa 3 à 3,5 m). De ondergrond van het Witte Veen kent een grote variatie in bodemopbouw en een sterk grondwaterverhang. Hierdoor varieert de doorlatendheid en daarmee de invloedsafstand.



Figuur 4.1 Het smeltwaterdal aangegeven op de geomorfologische kaart (links) en de kaart die de bovenkant van het keileem aangeeft (rechts; Bell Hullenaar, 2004) met uitwerkingsgebied M1a.

4.3 Onderzoek randsloot Natuurdriehoek

Volgens het beheerplan moet de sloot tussen de Natuurdriehoek van het Witte Veen en het landbouwperceel in het uitwerkingsgebied WV3 worden gedempt (M1a). De Natuurdriehoek is een gebied waar - in natuurontwikkelingstermijnen - relatief kortgeleden de hydrologie is aangepast om water van goede samenstelling langer vast te houden. Het gebied wordt gevoed met water vanuit de Natte Weide. Ondanks dat volgens de uitgevoerde systeemanalyse dit water licht verrijkt is (zie paragraaf 4.1), heeft het geresulteerd in de ontwikkeling van bijzondere natuurwaarden die kwalificeren als Natura 2000 habitats.

In het onderzoek is de bijdrage van de te dempen sloot aan de Natura 2000 doelen nader bekeken door het Deskundigenteam Natura 2000 Haaksbergen. Na de eerste analyse bleek aanvullende informatie nodig, die in de zomer van 2018 is verzameld (actuele vegetatiekartering en waterkwaliteitsmetingen). De vegetatiekartering (Bremer, 2018) bevestigt dat het gebied nog volop in ontwikkeling is.

De aanvullende informatie geeft een beter beeld van de situatie in de natuurdriehoek. Echter, deze informatie is nog niet compleet genoeg om een eenduidige conclusie te trekken ten aanzien van het dempen van de randsloot. Er kan niet onderbouwd worden dat het nodig is om de sloot te dempen, maar ook niet dat hij zonder meer open kan blijven.

De projectgroep Natura 2000 Haaksbergen heeft op advies van de werkgroep gebiedsmaatregelen op 8 januari 2019 besloten om:

- maatregel M1a niet uit te voeren in de 1^e beheerplanperiode en de Natte Weide deze periode niet af te koppelen;
- de begrenzing van het uitwerkingsgebied de 1^e beheerplanperiode te handhaven en met de aanliggende grondeigenaar hierover in gesprek te gaan;
- monitoring uit te voeren naar de ontwikkeling van de Natuurdriehoek (vegetatiekartering, waterkwaliteit (oppervlakte en grondwater) en grondwaterstanden);
- in de loop van de 2^e beheerplanperiode op basis van de evaluatie van de monitoringsresultaten te besluiten of uitvoering van maatregel M1a nodig is. De verwachting is dat dan voldoende informatie beschikbaar is voor een onderbouwd besluit.

4.4 Nadere uitwerking Hegebeek

In de nadere uitwerking Hegebeek heeft Antea (2020) de waterhuishoudkundige maatregelen in en rond de Hegebeek (M2) bepaald. In de huidige situatie is de Hegebeek uitgesleten door afvoerpieken. De afvoerpieken zijn vergroot doordat het stroomgebied met een factor 3 is vergroot en er steeds vaker piekbuien voorkomen. Daarnaast ligt de Hegebeek op een kleine watervoerende zandlaag. De ingesleten beekbodem verslechtert de groeiomstandigheden van de habitats Vochtige Alluviale bossen (H91E0) en Vochtige heide (H4010A).

Verhoging grondwaterstand

Het lagere beekpeil leidt tot verdroging. Hierdoor is het nodig om de beekbodem te verhogen tot 50 cm onder maaiveld, gebaseerd op de ecologische vereisten van de habitattypen. De verondieping leidt tot verhoging van de grondwaterstanden rond de beek. Dat heeft een positieve uitwerking op de habitats, maar ook ongewenste effecten voor landbouw, infrastructuur en bebouwing.

Inundaties

Daarnaast leidt het verhogen van het beekpeil tot extra inundaties. Dat kan leiden tot aanvoer van nutriënten in de beekbegeleidende bossen. In de rapportage staat daarover: 'Gezien de slechte kwaliteit van het beekwater is frequente inundatie van het dal met dit voedselrijke water niet wenselijk, maar het risico op achteruitgang door verdroging is groter en derhalve wordt aanbevolen in te zetten op vernattingsmaatregelen.' Het risico op inundatie met nutriëntenrijk beekwater kan verminderd worden door realisatie van voldoende retentiecapaciteit in Duitsland en door maatregelen te treffen om de nutriënten in het beekwater te verminderen. Het advies is om de waterkwaliteit (nutriënten) te monitoren en bij negatieve effecten op Vochtige Alluviale bossen nadere maatregelen te verkennen.

De door Antea onderzochte waterhuishoudkundige maatregelen en de effecten op de habitats en de omgeving zijn opgenomen in de volgende hoofdstukken.

5 Uitwerking maatregelen uitwerkingsgebieden

In dit hoofdstuk is de nadere uitwerking van de maatregelen in de uitwerkingsgebieden rondom het Witte Veen beschreven. Uitgangspunt bij de uitwerking van de gebiedsmaatregelen is het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen zoals vastgelegd in het Natura 2000-beheerplan Witte Veen (2016). Daarbij is geprobeerd om schade op aangrenzende percelen waar mogelijk te voorkomen of te verkleinen zonder dat dit ten koste gaat van het effect op de habitats in de natuurgebieden. Er zijn een aantal onderzoeken uitgevoerd om de maatregelen nader te onderbouwen (hoofdstuk 4). De onderzoeken zijn in samenspraak met de gebiedspartijen in de werkgroep en de projectgroep uitgevoerd.

De gebiedsmaatregelen zijn te omschrijven als maatregelen waarvoor fysieke en niet-fysieke ingrepen nodig zijn. Het verondiepen van sloten is bijvoorbeeld een fysieke maatregel. Bij niet-fysieke ingrepen kan gedacht worden aan het handhaven van watergangen op de huidige diepte. Deze niet-fysieke maatregelen zijn opgenomen om de betreffende voorziening te kunnen borgen en hierop actief beheer uit te kunnen voeren.

De omkaderde teksten hieronder geven de maatregelen uit het beheerplan weer. De nadere uitwerking en onderbouwing voor de te nemen maatregelen staat daaronder. De nummering in de tekst komt overeen met de maatregelnummers op de inrichtingskaart (figuur 5.1).

M1a Verminderen ontwatering door sloten ten westen begrenzing te verondiepen c.q. dempen.
--

Uit het onderzoek naar de randsloot tussen de Natuurdriehoek van het Witte Veen (zie paragraaf 4.3) is gebleken dat op basis van de beschikbare informatie geen conclusie kan worden getrokken over het uitvoeren van deze maatregel. Besloten is om de sloot in de huidige toestand te handhaven (M1a.1) en de Natte Weide niet af te koppelen totdat meetgegevens zijn verzameld op basis waarvan definitief kan worden geconcludeerd of de sloot gedempt moet worden of open kan blijven.

M2 Verondiepen Hegebeek (2a), deels nog verwerven en inrichten alle percelen Jannink (2b).

Deze maatregel betreft de Hegebeek in het noorden van het Witte Veen en enclave Jannink in het noordoosten, grenzend aan Duitsland.

M2a Verondiepen Hegebeek

Het verondiepen van de Hegebeek (M2a.1) heeft een positief effect op het habitatype H91E0 *Bossen op alluviale grond en in mindere mate voor H4010A Vochtige heide. In de ecohydrologische systeemanalyse (Bell Hullenaar, 2018) is een globaal voorstel gedaan voor de inrichting gebaseerd op systeemherstel. Antea (2020) heeft de maatregelen en effecten op de aanwezige habitats en omgeving nader uitgewerkt in afstemming met de gebiedspartijen.

Gebaseerd op de ecologische vereisten van de habitattypen is het nodig om de beekbodem te verhogen tot 50 cm onder maaiveld (M2a.1). Op sommige trajecten betekent dit een beekbodemverhoging tot maximaal 1,5 m. De gekozen methode is building with nature door geleidelijke zandsuppletie. Tijdens een veldbezoek met Natuurmonumenten, Waterschap Vechtstromen en provincie Overijssel gekeken op welke locaties vaste drempels kunnen worden aangebracht en waar zand in de beek kan worden ingebracht (Antea, Veldbezoek uitvoeringsmethode Hegebeek, 23 juni 2020). Op vijf locaties wordt zand aangebracht, verspreid over een periode van 2 tot 3 jaar, tot het doel van de maatregel is gerealiseerd (M2a.2 t/m M2a.6). Verondieping via zandsuppletie op een aantal locaties heeft, ten opzichte van mechanische verondieping over het gehele beekbodembracé, het voordeel dat de aanwezige natuurwaarden, zoals beekorganismen, minder aangetast worden tijdens de uitvoering.

Op vijf locaties worden vaste drempels aangelegd (M2a.7 t/m M2a.11) en op één locatie wordt de aanwezige knijpvoorziening dichtgezet (M2a.12), zodat deze als drempel fungeert. Op één locatie wordt een bodemval aangebracht om uitspoeling van zand te voorkomen (M2a.13). Aan het eind van het traject is reeds een bodemval aanwezig.

De projectgroep Natura 2000 Haaksbergen heeft op 7 juli 2020 ingestemd met de nadere uitwerking.

Concreet gaat het in deze fase om de volgende maatregelen (figuur 5.1):

- verondiepen van de Hegebeek tot 50 cm onder maaiveld door geleidelijke zandsuppletie (M2a.1);
- locaties voor zandsuppletie (M2a.2 t/m M2a.6);
- locaties met vaste drempels (M2a.7 t/m M2a.11);
- aanwezige knijpvoorziening dichtzetten (M2a.12);
- locatie bodemval (M2a.13).

Relatie met waterberging Duitsland

De herinrichting van de Hegebeek is alleen zinvol als de stroomsnelheden omlaag worden gebracht door voldoende waterretentie in Duitsland. Daarmee wordt voorkomen dat de beek opnieuw uitslijt en drainerend werkt op het natuurgebied. Er is daarom afstemming met de Duitse partners om vooruitlopend op de herinrichting van de beek de waterbergingsopgave te realiseren. In de winter 2019/2020 zijn daarvoor werkzaamheden aan het Rückhaltenbecken uitgevoerd. Er zal monitoring plaatsvinden of de werkelijke wateraanvoer naar de Hegebeek gelijk is aan de verwachte wateraanvoer.

M2b Verwerven en inrichten van percelen Jannink

De huidige inrichting van de enclave Jannink heeft een negatief effect op het herstellend hoogveen in het Witte Veen. Uit de ecohydrologische systeemanalyse (Bell Hullenaar, 2018) blijkt dat het sterk laterale waterverlies kan worden weggenomen door het uitvoeren van een aantal herstelmaatregelen. Er treedt, in de huidige situatie, waterverlies op vanuit het hoogveenrestant via de zandlaag onder het veenpakket in noordelijke richting. De herstelmaatregelen leiden tot een afname van de waterstandsdynamiek in het hoogveen. Dat is nodig voor vestiging van bultenvormende veenmossen.

Bell Hullenaar (2018) stelt voor om sterk drainerende watergangen te dempen. Ook zijn er mogelijkheden om de oorspronkelijke geomorfologie en natuurlijke waterhuishouding van het gebied te herstellen. Dit kan door het afgraven van de teelaarde laag, ophogen van de bodem met arme grond tot ca. 70 cm boven het huidige maaiveld en herstel van een venachtige situatie in de aanwezige laagte. Hierdoor ontstaat een goede hydrologische buffer voor het hoogveenrestant en kan tevens herstel van de lagg gerealiseerd worden in het betreffende gebied zelf.

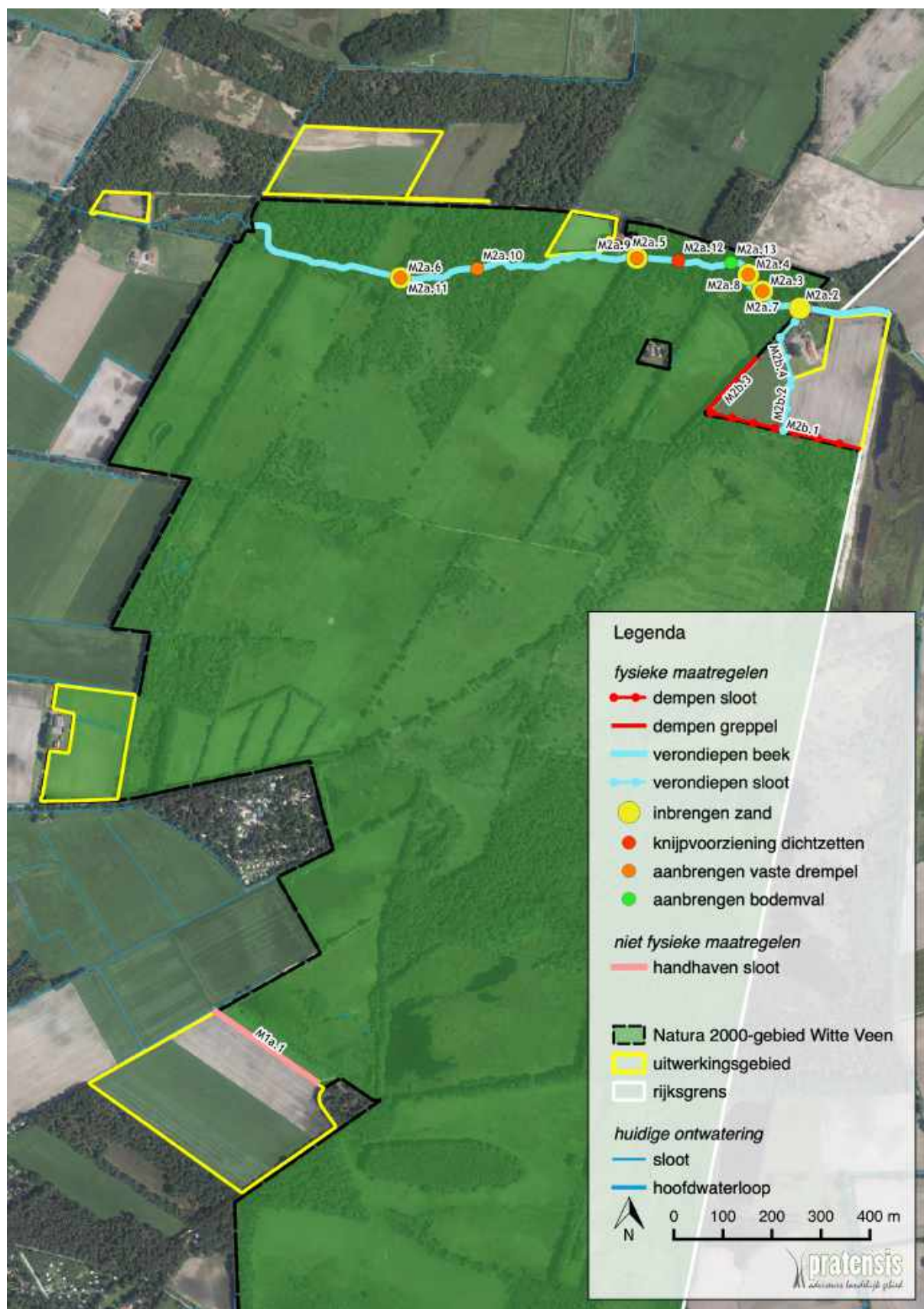
Op basis van het advies van Bell Hullenaar (2018) heeft de projectgroep Natura 2000 Haaksbergen op 12 februari 2019 gekozen om het voorgestelde pakket aan maatregelen gefaseerd uit te voeren. Er is gekozen om in de eerste uitvoeringsperiode de watergangen rond het perceel te dempen (M2b.1 en M2b.3). Hiermee wordt naar verwachting de grootste winst behaald voor de habitats. Het afgraven van de bouwvoor en het herstellen van dekzandruggen wordt nog niet uitgevoerd. Aangezien het zeer kostbaar is en een beperktere bijdrage levert aan de Natura 2000 doelen. De effecten van het dempen van de watergangen op de habitats worden gemeten en geëvalueerd. Naar aanleiding daarvan wordt besloten of aanvullende maatregelen nodig zijn.

Op 7 juli 2020 heeft de projectgroep ingestemd met een aangepast voorstel voor maatregel M2b, opgesteld door Antea (2020). Aanvullend is dat watergang M2b.2 verondiept wordt tot maximaal 50 cm t.o.v. maaiveld i.p.v. gedempt. De verondiepte watergang geeft de mogelijkheid voor afvoer van overtollig water vanuit het natuurgebied door middel van de aanwezige overstort. De afvoerrichting is naar het noorden, waarbij het verhang is afgestemd op de overstort en de droogleggingsnorm van de bebouwing in de enclave (figuur 6.4 locatie W1). Ter plaatse van de te dempen watergang (M2b.1) wordt het maaiveld opgehoogd tot de hoogte van de aanwezige wal op de grens van het hoogveen en landbouwpercelen waardoor er een geleidelijke overgang van het hoogveengebied naar het landbouwperceel ontstaat. De enclave is verrijkt met fosfaat. Gezien het lager liggende maaiveld t.o.v. het omliggende natuurgebied en de geleidelijke overgang is de verwachting dat oppervlakkige afvoer van nutriëntenrijk water niet direct het hoogveengebied in kan stromen.

Tot slot wordt de watergang bij het erf dat in het perceel ligt verondiept tot 50 cm t.o.v. maaiveld (M2b.4) om voldoende ontwatering van het erf te garanderen. Overige mitigerende maatregelen ten behoeve van bebouwing zijn in hoofdstuk 6 beschreven.

Concreet gaat het in deze fase om de volgende maatregelen (figuur 5.1):

- dempen drainerende watergang (M2b.1) en aanleg geleidelijke overgang van natuurgebied naar perceel;
- verondiepen van drainerende watergang tot maximaal 50 cm t.o.v. maaiveld (M2b.2);
- dempen van greppel (M2b.3);
- verondiepen watergang tot 50 cm t.o.v. maaiveld aan de westzijde van bebouwing (M2b.4).



Figuur 5.1 Inrichtingskaart met nader uitgewerkte maatregelen in de uitwerkingsgebieden rondom het Witte Veen.

6 Effecten van maatregelen

In dit hoofdstuk zijn de verwachte hydrologische effecten, na uitvoering van de N2000-maatregelen, op de habitats in het natuurgebied, op (landbouw)percelen om het natuurgebied en op bebouwing en infrastructuur beschreven. Het bepalen van de totale effecten van interne en externe maatregelen op de habitats in relatie tot de instandhoudings- en uitbreidingsopgave (oppervlakte en kwaliteit van de habitats) ligt buiten de scope van het gebiedsproces. De verwachte effecten worden gemonitord (zie paragraaf 8.4).

6.1 Hydrologische effecten op natuur

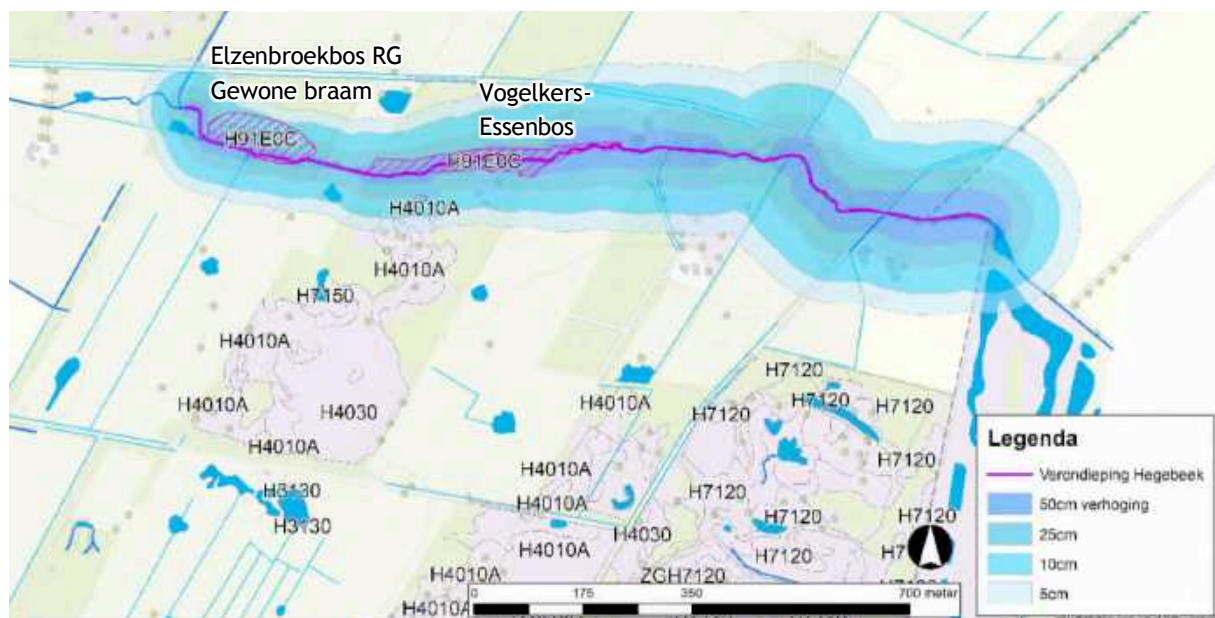
Het verondiepen van de Hegebeek (M2a) zal met name een positief effect hebben op kwaliteitsverbetering van de bossen op alluviale grond (habitattype H91E0) en potentieel voor uitbreiding van het habitattype. Daarnaast heeft het verondiepen een licht positief effect op het habitattype Vochtige heide (H4010A).

Alluviale bossen

Uit vernattingsberekeningen (figuur 6.1) blijkt het verondiepen van de Hegebeek een positief effect heeft op het grondwater voor Vochtige Alluviale bossen (H91E0). Het bostype Vogelkers-Essenbos (oostelijk deel H91E0) komt binnen de hydrologische bandbreedte van de landelijke vereisten van de GVG en GLG, respectievelijk gemiddelde voorjaars en laagste grondwaterstand. Voor het bostype Elzenbroekbos RG Gewone braam (westelijk deel H91E0) zijn geen ecologische vereisten gedefinieerd. Het westelijk deel ligt op een hoge flank van het oorspronkelijke dal van de Hegebeek en daar zal successie naar droger Vogelkers-Essenbos optreden. Hierdoor blijft het onzeker of in de toekomstige situatie de achteruitgang van het huidige Elzenbroekbos RG Gewone braam gestopt kan worden (Antea, 2020).

Vochtige heide

De effecten van de beekverondieping reiken tot een klein deel van de Vochtige heide (H4010A), waarbij de GVG niet gaat voldoen aan de ecologische vereisten, maar wel bijdragen aan het verkleinen van het doelgat van Vochtige heide. De GLG komt wel ruimer boven de ondergrens van de ecologische vereisten te liggen. De invloed van de beekverondieping is zeer beperkt voor het habitattype Vochtige heide (Antea, 2020). Echter, de maatregel vermindert wel het knelpunt verdroging op deze locatie.



Figuur 6.1 Effect van de bodemophoging van de Hegebeek op het grondwater in de omgeving voor de wintersituatie (Q25), habitattypen in roze en met code aangegeven (Antea, 2020).

Potenties Vochtige Alluviale bossen

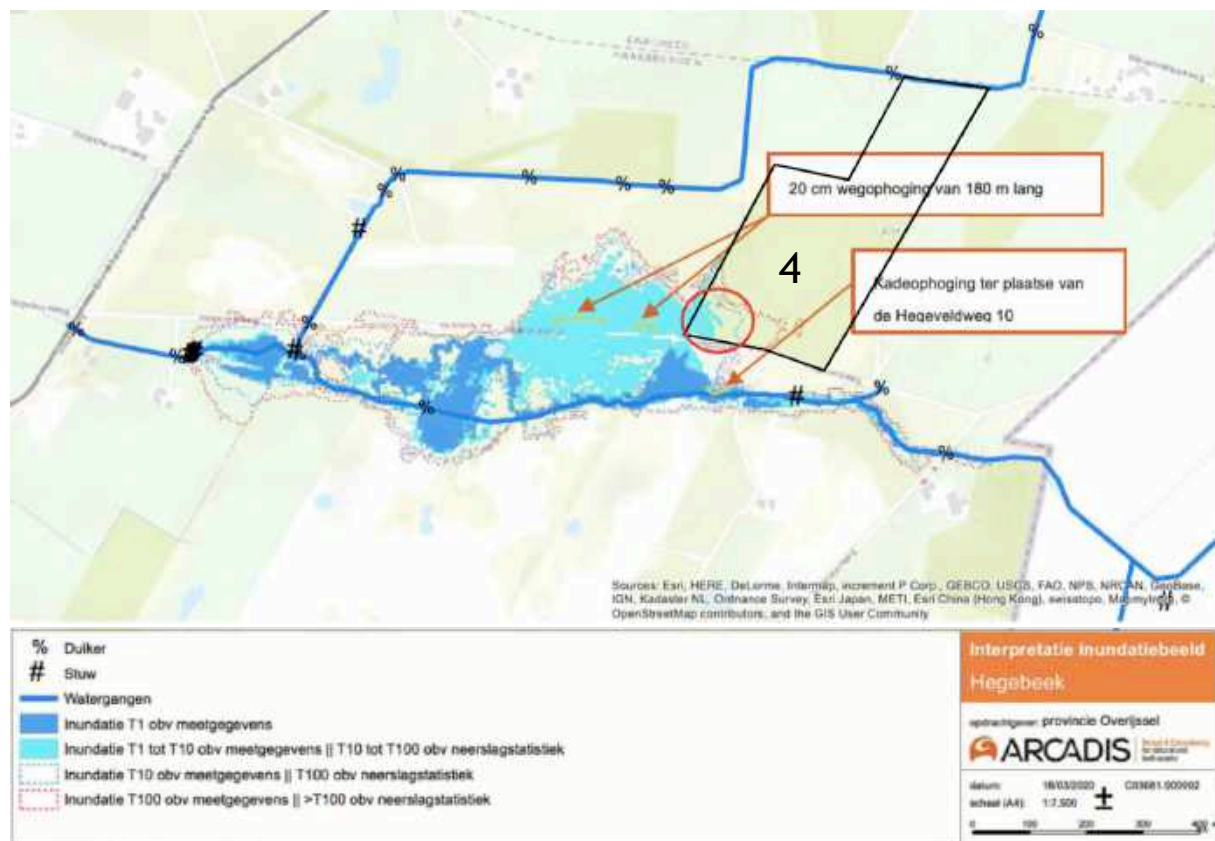
In het dal van de Hegebeek zijn mogelijk potenties aanwezig voor uitbreiding van het habitattype Vochtige Alluviale bossen (H91E0). Ten noorden van het bostype Elzenbroekbos RG Gewone Braam ligt het bostype Elzenzegge-Elzenbroek subassociatie met Framboos in het oorspronkelijke dal van de Hegebeek. De verondieping

van de Hegebeek tot 50 cm onder maaiveld levert een verbetering ten opzichte van de huidige situatie. Echter, voor de toekomstige GVG is de vernatting niet toereikend om aan de ecologische vereisten te voldoen voor deze locatie (Antea, 2020).

Effecten inundatie op natuur

Het verhogen van het beekpeil (M2a) resulteert in extra inundaties in de omgeving van de Hegebeek. De inundatie zoals weergegeven op de kaart betreft echter een worst case. In werkelijkheid zal de inundatie minder zijn. De inundatie is berekend op basis van afvoerstatistiek en neerslagstatistiek. In de meetreeks van de afvoerstatistiek blijkt de extreme neerslaggebeurtenis van augustus 2010 meegenomen. Hierdoor wordt de inundatie overschat in de berekeningen. De jaarlijkse inundatie (T1) is goed in beeld gebracht, maar de onzekerheid van de berekening neemt toe bij herhalingstijden T10 en T00 (Antea, 2020).

Gezien de verhoogde nutriëntengehaltes in het beekwater is frequente inundatie van het dal met dit voedselrijke water niet wenselijk, met name voor Vogelkers-Essenbos (oostelijk deel H91E0). Echter, verdroging van het alluviale bos leidt tot achteruitgang en is een urgenter probleem. De keuze van de projectgroep (7 juli 2020) is om de vernattingsmaatregelen uit te voeren en de kwaliteit van het beekwater en de ontwikkeling van het bos goed te volgen. Als uit de monitoring blijkt dat de waterkwaliteit negatieve effecten heeft op het alluviale bos worden nadere maatregelen verkend (Antea, 2020).



Figuur 6.2 Indicatie inundatiebeeld langs de Hegebeek bij verschillende herhalingstijden, uitgaande van de afvoerstatistiek en de neerslagstatistiek. Inundaties bij T1 (donkerblauw) worden als betrouwbaar beschouwd en vind veelal plaats op natuurpercelen. Het lichtblauwe gebied zal naar verwachting inunderen bij een maatgevende bui met een herhalingstijd tussen T10 en T100, dit heeft o.a. gevolgen voor landbouwperceel 4 (Antea, 2020).

Herstellende hoogvenen

Inrichting van de enclave Jannink (M2b) vindt primair plaats voor instandhouding / verbetering van de kwaliteit van habitatype H7120 Herstellende hoogvenen in de richting van habitatype H7110 Actieve hoogvenen (Bell Hullenaar, 2018). Het habitatype Herstellende hoogvenen is opgenomen in het Ontwerp-wijzigingsbesluit (zie paragraaf 2.1). Het dempen van de watergang aan de zuidkant van de enclave Jannink heeft een uitstralings effect van circa 130 meter (Antea, 2020).

6.2 Hydrologische effecten op gronden in de omgeving

Om habitats de juiste standplaatsfactoren te bieden wordt de Hegebeek verondiept (M2). Hierdoor wordt effect verwacht op enkele (landbouw)percelen nabij de beek (zie figuur 6.3).

Het perceel (3), gelegen tussen de Hegeveldweg en de Hegebeek, zal te maken krijgen met forse natschade en risico op inundatie. Het perceel is daarom niet meer geschikt voor landbouw en zal worden omgezet naar natuur (Antea, 2020).

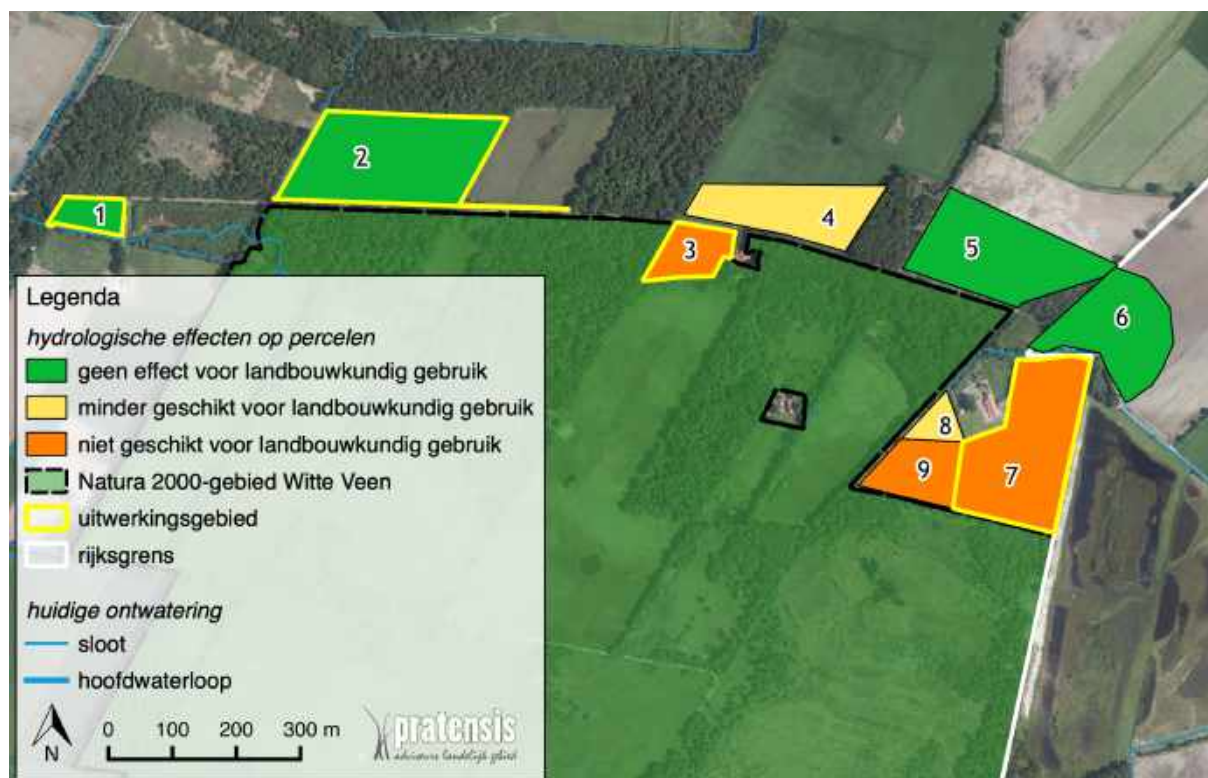
Op perceel 4, buiten het uitwerkingsgebied, worden negatieve effecten verwacht bij het verondiepen van de Hegebeek. Het verondiepen van de Hegebeek heeft gevolgen voor het grondwater bij perceel 4. De verwachting is een toename in natschade, afname van droogteschade, verslechtering van bereikbaarheid en bewerkbaarheid in het voorjaar (drie tot vier weken later) en najaar.

Naast effecten door grondwater kan perceel 4 te maken krijgen met inundatie (overstroming door oppervlakte water) vanuit de Hegebeek. Dit geldt met name voor het zuidwestelijke deel van perceel 4 bij een T10 situatie (figuur 6.2). De inundatie is berekend op basis van afvoerstatistiek en neerslagstatistiek. In de meetreeks van de afvoerstatistiek blijkt de extreme neerslaggebeurtenis van augustus 2010 meegenomen. Hierdoor wordt de inundatie overschat in de berekeningen (Antea, 2020). De jaarlijkse inundatie (T1) is goed in beeld gebracht. Echter, de onzekerheid van de berekening neemt toe bij herhalingstijden T10 en T00. In het rapport van Antea (2020) wordt op perceel 4 een geringe inundatie verwacht (20 cm bij T10 situatie). Het risico op schade door inundatie is klein. In het monitoringsplan uitwerkingsgebied Witte Veen (Pratensis, 2019) is het monitoren van de verwachte effecten opgenomen.

Samenvattend, perceel 4 krijgt te maken met negatieve effecten door verhoging van het grondwater en worden de effecten van inundatie gemonitord.

Percelen 1 en 2 uit het uitwerkingsgebied ondervinden geen nadelige gevolgen van de vernatting voor de gebruiksmogelijkheden (Antea, 2020).

De nader onderzochte percelen 5 en 6 ondervinden op basis van de beschikbare informatie geen nadelige gevolgen van de vernatting voor de gebruiksmogelijkheden (Antea, 2020).



Figuur 6.3 Effecten van de hydrologische maatregelen (M2) voor (landbouw)percelen in het uitwerkingsgebied of nader onderzocht.

De percelen in Enclave Jannink worden gekenmerkt door grote verschillen.

Het oostelijk gelegen perceel (7) is in regulier agrarisch gebruik en grenst aan de noordzijde aan de Hegebeek. Aan de zuidzijde worden watergangen gedempt/verondiept (M2b). Hier zal forse natschade optreden. De percelen (9 en 7) zullen na uitvoering van de maatregelen voor het grootste deel niet meer geschikt zijn voor landbouwkundig gebruik. Het westelijk gelegen perceel in de enclave Jannink heeft deels al een natuurbestemming (9). Naast de natschade aan de zuidzijde van de percelen is er risico op uit- en afspoeling van nutriënten naar de beek. Verder liggen de percelen omsloten door natuur is het aan te raden om perceel 7 ook te onttrekken aan de landbouw.

Het noordelijk deel van het perceel (8) wordt als paardenweide gebruikt en ondervindt weinig tot geen effect van de maatregelen. Door de ligging en het vrij extensieve gebruik is er weinig tot geen risico op uit- of afspoeling van nutriënten. Perceel 8 kan daarom in agrarisch gebruik blijven.

Op de overige percelen in het (uitwerkings)gebied worden geen negatieve effecten verwacht. Deze kunnen hun huidige functie behouden.

In het vervolgproces worden de exacte beperkingen voor de gebruiksmogelijkheden nader bepaald. Waar nodig worden afspraken gemaakt over de schade die ontstaat als gevolg van de maatregelen.

6.3 Hydrologische effecten op bebouwing en infrastructuur

Waar ongewenste vernattingseffecten op bebouwing en/of infrastructuur optreden door vernattingsmaatregelen bij de Hegebeek (M2) worden mitigerende maatregelen getroffen.

Voor woningen geldt een minimale ontwatering van 70 cm onder maaiveld. Er is een nul-situatie opgenomen bij de bebouwing om eventuele onvoorziene schade in de toekomst te kunnen beoordelen. Deze bouwkundige opname wordt uitgevoerd bij een vijftal woningen aan de noordkant van het Witte Veen (figuur 6.4).

Het betreft de volgende woningen:

- | | |
|----------------------|--------------------------|
| • W1 Witteveenweg 10 | • W4 Hegeveldweg 4 |
| • W2 Hegeveldweg 14 | • W5 Broekheurnerweg 120 |
| • W3 Hegeveldweg 10 | |



Figuur 6.4 Bebouwing en wegen aan de noordkant van het Witte Veen waar mogelijk ongewenste vernattingseffecten kunnen optreden.

Effecten op bebouwing

Op twee locaties (W1 en W3) worden vernattingseffecten verwacht n.a.v. het verondiepen van de Hegebeek. Dit kan leiden tot schade door bijvoorbeeld optrekkend vocht. Het daadwerkelijk ontstaan van grondwateroverlast hangt mede af van de hoogte van de bebouwing ten opzichte van de hoogte van het erf en de bouwkundige staat. Voor de twee locaties worden zo nodig mitigerende maatregelen uitgevoerd om voldoende drooglegging te creëren. Door de watergang M2b.4 te verondiepen tot 50 cm onder maaiveld blijft afwatering van de locatie W1 mogelijk.

De locatie W3 is vlak bij de Hegebeek gelegen. Door de verondieping van de Hegebeek is er kans op inundatie op deze locatie. Hiervoor zal een kade aangelegd worden aan de zuidkant van de bebouwing.

De uitwerking van mitigerende maatregelen wordt gedaan in de uitvoeringsfase (Antea 2020).

Effecten op infrastructuur

De maatregelen, zoals in hoofdstuk 5 beschreven, leiden enkel in het noorden van het Witte Veen tot een risico voor de infrastructuur. Antea (2020) heeft de effecten op de Hegeveldweg en de Witteveenweg onderzocht.

De Hegeveldweg ligt ten noorden van de Hegebeek. Langs de geasfalteerde weg is voor een groot deel ontwatering aanwezig. Deze greppels en sloten moeten goed onderhouden worden om grondwateroverlast te voorkomen. Volgens de inundatieberekeningen is er een kans op inundatie van een klein deel van de Hegeveldweg (180 m). Echter, de berekeningen zijn voor de T10 situatie overschat (zie paragraaf 6.2, perceel 4). Door de overschatting komt inundatie waarschijnlijk minder vaak voor dan eens in de tien jaar. De projectgroep heeft op 7 juli 2020 ingestemd met het voorstel om de Hegeveldweg niet op te hogen met 20 cm. Met de toevoeging dat in afstemming met de wegbeheerder (gemeente Haaksbergen) de situatie gemonitord wordt. Dit wordt opgenomen in het monitoringsplan uitwerkingsgebied Witte Veen (Pratensis, 2019).

De Witteveenweg ligt aan de oostzijde van het gebied. De vernatting door het verondiepen van de Hegebeek (M2a) heeft geen effect de Witteveenweg. Het verondiepen van de aanwezige watergang (M2b.4) tussen locatie W1 en de Hegebeek voorkomt overlast aan de geasfalteerde weg. Het aandachtspunt ligt ten zuiden van locatie W1 waar de Witteveenweg overgaat in halfverharding. Deze situatie wordt in overleg met Natuurmonumenten gevolgd om de toegankelijkheid van het natuurgebied te waarborgen.

7 Voorstel toekomstige bestemming

De verwachte effecten van de maatregelen (hoofdstuk 6) hebben gevolgen voor de toekomstige gebruiksmogelijkheden en toekomstige bestemming. Dit geldt voor zowel percelen in het uitwerkingsgebieden Ontwikkelopgave Natura 2000 Witte Veen als enkele percelen daarbuiten, die effect ondervinden van de maatregelen. In figuur 7.1 staat een voorstel voor de toekomstige bestemming van deze percelen.

Agrarische bestemming

Een deel van de uitwerkingsgebieden kan de agrarische bestemming behouden. Hier blijft de huidige bestemming ongewijzigd. Het gaat hierbij om de twee westelijk gelegen percelen bij de Hegebeek (1 en 2).

Het perceel bij de Natuurdriehoek (10) behoudt de agrarische bestemming. Uit het verdere onderzoek bij de Natuurdriehoek zal blijken of het dempen van de sloot nodig is en wat dat betekent voor het gebruik en bestemming van perceel 10.

Buiten het uitwerkingsgebied worden op perceel 4 effecten verwacht door verhoging van het grondwater, maar dit perceel kan haar agrarische bestemming behouden. Het landbouwkundig gebruik aan de zuidzijde zal beperkt worden door verslechtering van de bereikbaarheid en bewerkbaarheid in het voor- en najaar vanwege de verwachte natschade.

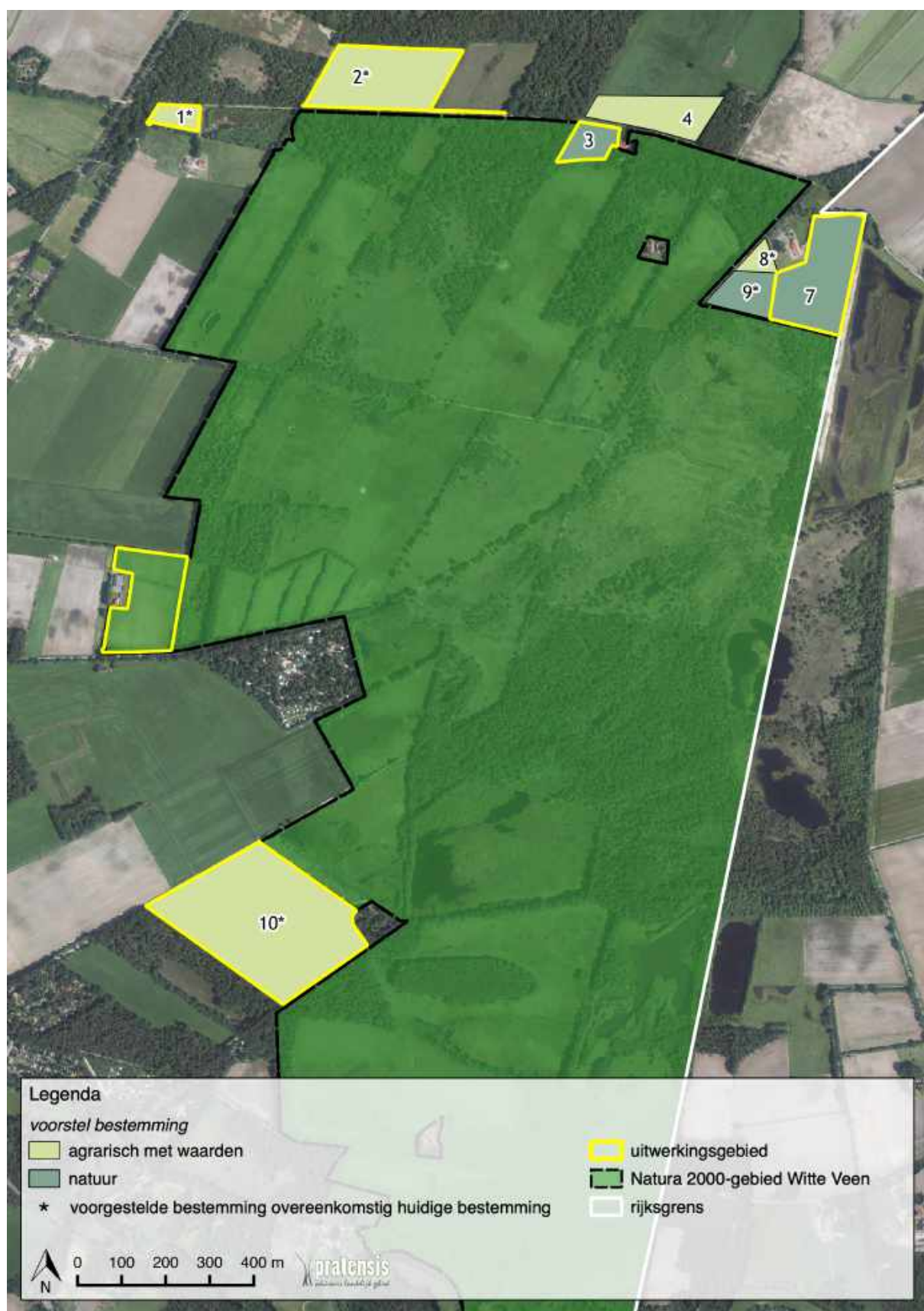
Natuur

Perceel 3, gelegen aan de Hegebeek, en perceel 7 in de enclave Jannink, zijn in de toekomstige situatie niet meer geschikt voor landbouwkundig gebruik. Het voorstel is om deze percelen te bestemmen als natuur.

Het westelijk deel van de enclave Jannink (perceel 8 en 9) heeft nu een agrarische bestemming met landschapswaarden. Deze wordt opgesplitst in een noordelijk deel dat de agrarische bestemming behoudt en een zuidelijk deel krijgt de bestemming natuur vanwege de verwachte natschade. Dit deel (perceel 9) is reeds omgevormd maar natuur.

Op de overige gronden in het (uitwerkings)gebied worden geen negatieve effecten verwacht. Deze kunnen hun huidige bestemming behouden.

De definitieve bestemming wordt opgenomen in het Provinciaal Inpassingsplan, waarin ook de nader uitgewerkte maatregelen uit dit inrichtingsplan en het toegestane gebruik worden geborgd.



Figuur 7.1 Voorstel toekomstige bestemming uitwerkingsgebied en percelen waar hydrologische effecten worden verwacht n.a.v. maatregel M2.

8 Doorkijk naar realisatiefase

8.1 Borging en vergunningen

De maatregelen uit het inrichtingsplan moet worden verankerd in een ruimtelijk plan. Dit geldt zowel voor inrichtingsmaatregelen in het veld waarvoor het geldende bestemmingsplan moet worden aangepast als voor het borgen van beheermaatregelen. Er is gekozen om een Provinciaal Inpassingsplan (PIP) op te stellen voor het Witte Veen. Na goedkeuring van het inrichtingsplan door de projectgroep Natura 2000 Haaksbergen wordt het PIP opgesteld. Het PIP en inrichtingsplan worden door Gedeputeerde Staten van Overijssel vastgesteld. Tegen het PIP kan een zienswijze worden ingediend en is beroep mogelijk.

Voor uitvoering van de inrichtingsmaatregelen zijn diverse vergunningen en ontheffingen nodig, zoals een ontgrondingsvergunning en een watervergunning. In de planvormingsfase wordt een vergunningenscan uitgevoerd en overleg gevoerd met de bevoegde gezagen. In de realisatiefase worden de benodigde vergunningaanvragen nader uitgewerkt en ingediend.

8.2 Uitvoering

Een volgende stap is het uitwerken van alle maatregelen tot een definitief ontwerp (DO) en vervolgens een uitvoeringsontwerp (UO). In het DO wordt de exacte maatvoering bepaald van bijvoorbeeld te verondiepen watergangen. Bij het opstellen van het DO wordt ook het beheer en onderhoud van o.a. het watersysteem besproken met betrokken partijen en grondeigenaren. Voldoende ruimte en goede bereikbaarheid zijn belangrijk voor het uitvoeren van onderhoud. Medewerkers van waterschap Vechtstromen, waterschap Rijn en IJssel, gemeente Haaksbergen, Natuurmonumenten en betreffende particulieren (alle eindbeheerders) worden hierbij tijdig betrokken.

De inzet van de projectgroep Natura 2000 Haaksbergen, waarin de betrokken gebiedspartijen zitting hebben, is om dit inrichtingsplan in goed overleg met de grondeigenaren uit te voeren. Het gebiedsproces is erop gericht om met alle partijen tot minnelijke overeenstemming te komen. Mocht dit niet lukken dan zal een gedoogplicht- of onteigeningsprocedure worden gestart.

In de realisatiefase wordt de organisatie van het proces waar nodig aangepast. De gebiedspartijen blijven actief betrokken in een projectgroep en ook personen met onmisbare gebieds- en proceskennis blijven waar mogelijk betrokken. Aanvullende expertise, bijvoorbeeld op het vlak van aanbesteding en het begeleiden van de uitvoering, zal worden ingezet.

8.3 Schadeafhandeling

Grondeigenaren met percelen en/of bebouwing binnen het uitwerkingsgebied die schade ondervinden als gevolg van de maatregelen worden hiervoor gecompenseerd. Waar mogelijk worden mitigerende maatregelen genomen. De rentmeesters van provincie Overijssel zijn hierover in gesprek met de betreffende eigenaren. Als alternatief voor financiële compensatie wordt gekeken of er compensatie in grond mogelijk is als een grondeigenaar dit wenst. Daarvoor zijn de afgelopen periode diverse percelen aangekocht. Deze worden in overleg met de grondcommissie ingezet in het proces. Garantie op compensatie in grond kan echter niet worden gegeven.

Grondeigenaren buiten het uitwerkingsgebied worden alleen benaderd als uit de uitgevoerde onderzoeken is gebleken dat er schade optreedt. In dat geval gaat de rentmeester van de provincie Overijssel in overleg met de grondeigenaar over de natschade en compensatie.

Voor schade op onverwachte plekken of grotere schade dan was voorzien als gevolg van de maatregelen uit het inrichtingsplan kan men zich melden bij het schadeloket van de provincie Overijssel. Om eventuele schade te kunnen verifiëren vindt monitoring plaats.

8.4 Monitoring

De effecten van de voorgestelde maatregelen op de instandhouding van de habitattypen (intern) en op de omgeving (extern) zijn in het inrichtingsplan bepaald op basis van berekeningen en expert kennis. Om tijdens en na realisatie van de maatregelen de daadwerkelijke effecten in de praktijk te toetsen aan de theoretische effectberekeningen, wordt een monitoringsplan opgesteld en uitgevoerd.

De interne en externe monitoring hebben een ander doel en daarom worden twee aparte monitoringsplannen opgesteld. Het effect op de habitattypen wordt bepaald met behulp van zogenaamde procesindicatoren. Dit kunnen grondwaterstandsmetingen zijn, maar ook vegetatieopnamen of bodemonderzoek. Aan dit plan worden de benodigde metingen bij de Natuurdriehoek toegevoegd (paragraaf 4.3).

Voor de externe monitoring is een peilbuizenmeetnet ingericht en worden al meetgegevens verzameld. In het meetnet zijn naast bestaande peilbuizen (met meerjarige meetreeksen) ook nieuwe buizen opgenomen. In overleg met de grondeigenaren zijn op verschillende strategische punten, bij bebouwing en in percelen, in en rond het uitwerkingsgebied extra peilbuizen geplaatst. De peilbuisdata worden aan de eigenaren beschikbaar gesteld (via internet). Op deze manier ontstaat er volledige transparantie voor wat betreft de effecten van de maatregelen op de grondwaterstanden en worden eventuele afwijkingen vroegtijdig gesignaleerd. Ook wordt bestaande monitoring vanuit KRW door waterschap Vechtstromen gebruikt voor de waterkwaliteit en aanwezige fauna in de Hegebeek. In het monitoringsplan uitwerkingsgebied Witte Veen (Pratensis, 2019) is de externe monitoring beschreven en op kaart aangegeven. Provincie Overijssel is (eind)verantwoordelijk voor de monitoring in het kader van Natura 2000.

9 Bronnen

Aequator Groen & Ruimte bv (2015). Verkenning voor de ontwikkelopgave EHS, Natura 2000 en PAS voor het gebied het Witte Veen. In opdracht van Partners van Samen werkt beter.

Antea (2020). Nadere uitwerking Hegebeek. Waterhuishoudkundige maatregelen in en rond de Hegebeek (M2). In opdracht van Provincie Overijssel.

Antea (2020). Veldbezoek uitvoeringsmethode Hegebeek, besprekingsverslag, 23 juni 2020.

Bell Hullenaar (2004). Herstel van Hoogveen, Hoogveenbos, vennen en natte heide in grensoverschrijdend natuurgebied Witte Veen / Witte Venn. Uitwerking van een herstelplan op basis van ecohydrologisch onderzoek.

Bell Hullenaar (2018). Ecohydrologische systeemanalyse en uitwerking maatregelenplan Natura 2000-gebied Witte Veen, in het kader van de uitwerking van PAS-maatregelen (definitief). In opdracht van Gemeente Haaksbergen.

B-ware (2018). Bodem- & hydrochemisch onderzoek in het Witte Veen. In opdracht voor Bell Hullenaar & Gemeente Haaksbergen.

Ministerie van EZ (2013). *Aanwijzingsbesluit* Natura 2000-gebied Witte Veen. Programmadirectie Natura 2000.

Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (2018). Ontwerp-wijzigingsbesluit Habitatrichtlijngebieden vanwege aanwezige waarden.

Pratensis (2016). Plan van Aanpak. Planfase Natura 2000 Buurserzand & Haaksbergerveen en Witte Veen. In opdracht van Gemeente Haaksbergen.

Pratensis (2019). Monitoringsplan uitwerkingsgebied Witte Veen. In opdracht van Gemeente Haaksbergen.

Provincie Overijssel (2015). Gebiedsscan ruimtelijke kwaliteit. Randvoorwaarden en inspiratie voor de ontwikkelopgave EHS / Natura 2000 Buurserzand, Haaksbergerveen en Witte Veen.

Provincie Overijssel (2016). Natura 2000 Beheerplan Witte Veen (definitief).

Tauw (2017). Hydrologisch onderzoek randzone Witte Veen. In opdracht van Gemeente Haaksbergen.

Hydrologisch onderzoek randzone Witte Veen

25 juli 2017

Hydrologisch onderzoek randzone Witte Veen

Verantwoording

Titel	Hydrologisch onderzoek randzone Witte Veen
Opdrachtgever	Gemeente Haaksbergen
Projectleider	Willem Capel
Auteur(s)	Gerben Willems
Projectnummer	1240705
Aantal pagina's	34 (exclusief bijlagen)
Datum	25 juli 2017
Handtekening	Ontbreekt in verband met digitale verwerking. Dit rapport is aantoonbaar vrijgegeven.

Colofon

Tauw bv
BU Water & Ruimtelijke Kwaliteit
Handelskade 37
Postbus 133
7400 AC Deventer
Telefoon +31 57 06 99 91 1

Dit document is eigendom van de opdrachtgever en mag door hem worden gebruikt voor het doel waarvoor het is vervaardigd met inachtneming van de rechten die voortvloeien uit de wetgeving op het gebied van het intellectuele eigendom. De auteursrechten van dit document blijven berusten bij Tauw. Kwaliteit en verbetering van product en proces hebben bij Tauw hoge prioriteit. Tauw hanteert daartoe een managementsysteem dat is gecertificeerd dan wel geaccrediteerd volgens:

- NEN-EN-ISO 9001

Inhoud

Verantwoording en colofon	5
1 Inleiding.....	9
2 Hydrologisch Systeem.....	11
2.1 Maaiveldhoogte	11
2.2 Geohydrologische opbouw	11
2.3 Smeltwatergeulen.....	13
2.4 Beheer- en herstelmaatregelen.....	15
2.5 Grondwater.....	15
2.6 Bodem	17
2.7 Drainage en sloten	18
3 Effecten demping landbouwkundige sloten	20
3.1 Onderzoek perceel	20
3.2 Veldwerk.....	20
3.3 Analytische benadering	22
3.4 Invloed ontwatering randzone Witte Veen.....	24
4 Invloed Buurserbeek	27
4.1 Aanleiding.....	27
4.2 Schijngrondwatersysteem	28
4.3 Gemeten grondwaterstanden	28
4.4 Invloed stijghoogte op watervoerendheid van	30
4.5 Invloed Buurserbeek	30
5 Conclusie	32
6 Literatuur.....	34

Bijlage(n)

- 1 Peilbuizen Dinoloket
- 2 Boringen Dinoloket
- 3 Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand
- 4 Gemiddeld Laagste Grondwaterstand
- 5 Bodem
- 6 Diepte klei, leem of gyttja t.o.v. NAP
- 7 Geomorfologische kaart
- 8 Bodemkaart
- 9 Ligging en diepte watergangen

1 Inleiding

Het Witte Veen is gelegen ten oosten van Haaksbergen. Het is in eigendom van Natuurmonumenten en aangewezen als Natura 2000-gebied. Het gebied is grensoverschrijdend en gaat over in het Duitse Natura 2000-gebied Witte Venn. Voor het gebied is het doel om het (grond)watersysteem te optimaliseren om de beoogde natuurdoelen te halen.

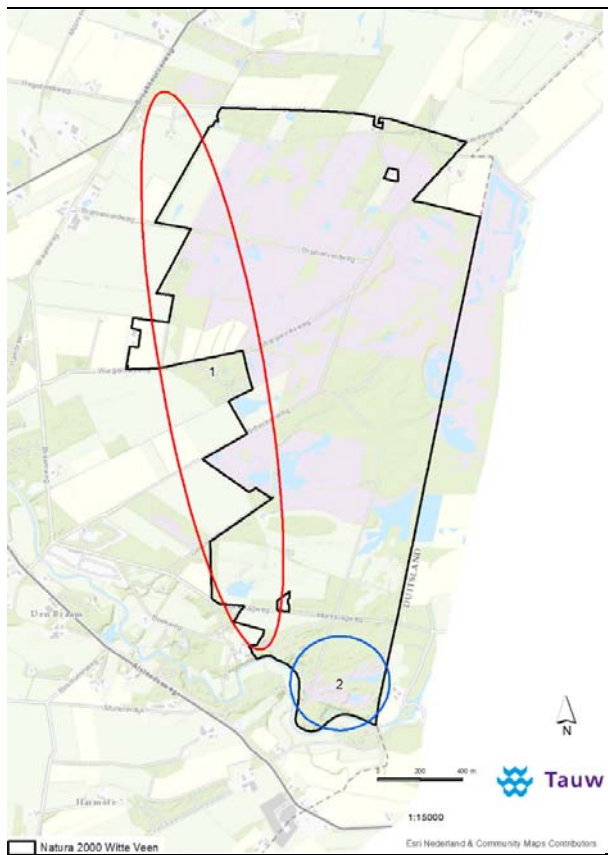
Voor het Witte Veen zijn een aantal aandachtspunten met betrekking tot de hydrologie nog onvoldoende in beeld gebracht. Een aandachtspunt hierbij is de drainerende werking van de ontwatering in de landbouwpercelen aan de westzijde van het Witte Veen. Een ander aandachtspunt is de drainerende werking van de Buurserbeek en de invloed hiervan op nabijgelegen pioniervegetaties met snavelbiezen H7150, vochtige heiden H4010A, vochtige alluviale bossen H91E0C en zure vennen (H3160).

In deze notitie wordt ingegaan op de volgende twee vraagstukken:

1. Wat is de invloedsafstand van de ontwateringssloten in de landbouwpercelen op de grondwaterstanden in de randzone van het Natura 2000 gebied het Witte Veen? Dit onderzoek maakt deel uit van de PAS maatregel M22 en heeft betrekking op het nut en noodzaak van het herstel van de hydrologie M1a en M1c (provincie Overijssel, 2015). Er wordt hierbij niet ingegaan op het effect van de ontwatering op de habitattypen in de westelijke randzone van het Witte Veen
2. Heeft de Buurserbeek invloed op de aangewezen vochtige natuurdoeltypen? Is er een ondiepe kleilaag aanwezig in de omgeving van de Buurserbeek (zuidzijde van Het Witteveen) die resulteert in een schijngrondwaterspiegel. Deze kennislacune volgt uit de eerder uitgevoerde GGOR studie en is opgenomen in de gebiedsanalyse om te onderzoeken in de eerste beheerplanperiode (provincie Overijssel, 2015)

De locaties waarop de vraagstukken betrekking hebben zijn weergegeven in figuur 1.1.

Op basis van een beknopte bureaustudie en veldonderzoek is meer inzicht verkregen in bovenstaande vraagstukken.



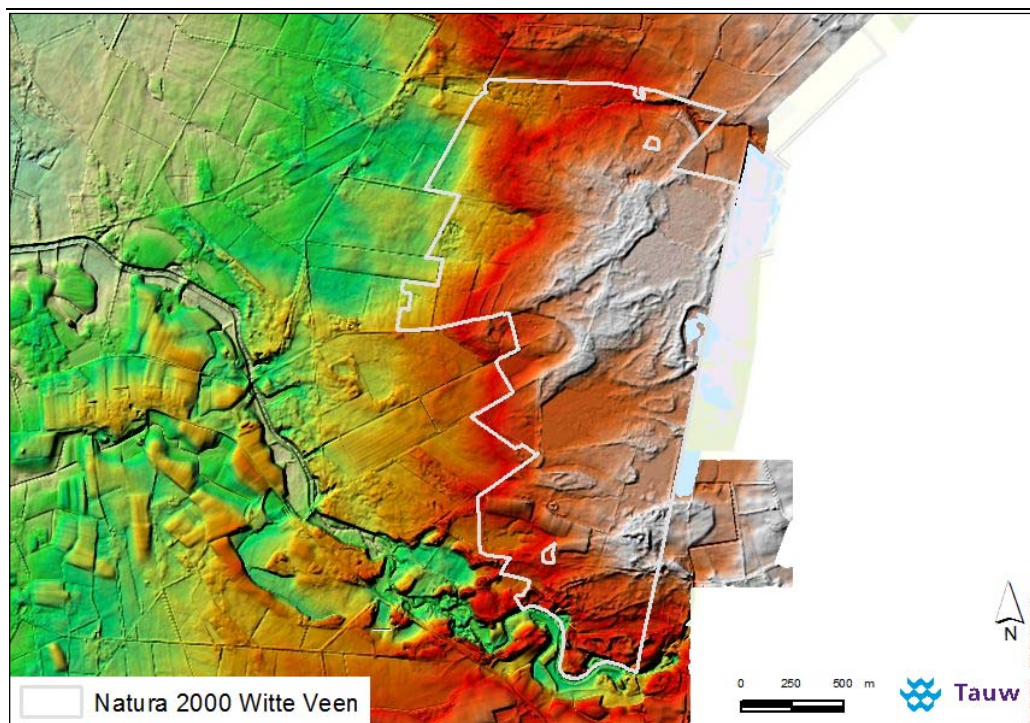
Figuur 1.1 Rood weergegeven de westelijke randzone waarop vraag 1 betrekking heeft, blauw weergegeven de zuidelijke randzone waarop vraag 2 betrekking heeft

In hoofdstuk 2 is eerst een korte hydrologische systeembeschrijving opgenomen. Vervolgens wordt in hoofdstuk 3 en 4 ingegaan op de twee onderzoeksvragen. Hoofdstuk 5 bevat tot slot de conclusies en aanbevelingen.

2 Hydrologisch Systeem

2.1 Maaiveldhoogte

In figuur 2.1 is de maaiveldhoogte weergegeven ter plaatse van het Witte Veen en de omgeving hiervan. Het maaiveldniveau verschilt sterk in het gebied en kent steile gradiënten. De maaiveldhoogte varieert van circa NAP +34 m tot NAP +43 m. Duidelijk zichtbaar in de figuur zijn de richting het noordoosten georiënteerde dekzandruggen (grijs weergegeven ruggen).



Figuur 2.1 Maaiveldhoogte (bron: AHN2)

2.2 Geohydrologische opbouw

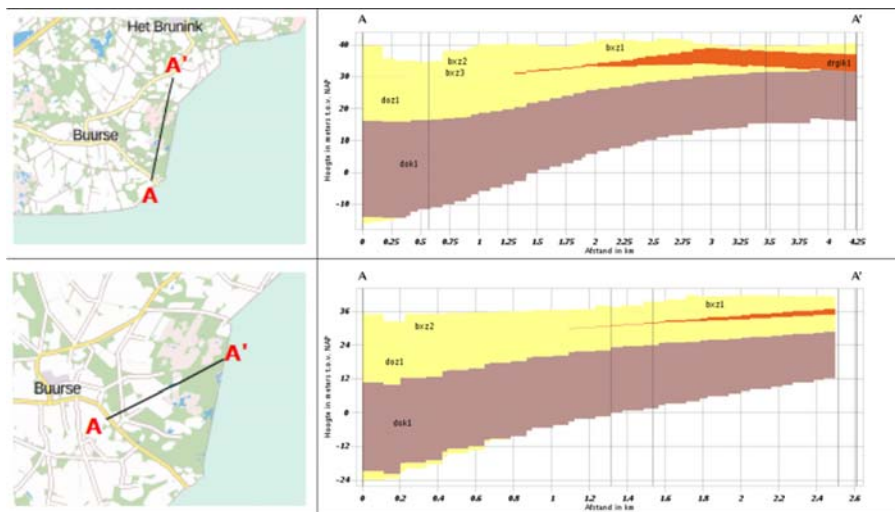
De beschrijving van de geohydrologische opbouw is gebaseerd op boringen uit het Dinoloket van TNO, eerder uitgevoerde onderzoeken Hullenaar (2004), Geujen (2014) en het landelijk geohydrologisch model REGIS II van TNO.

Het freatisch pakket bestaat uit matig fijn dekzand en meer grofzandige fluvioperiglaciale afzettingen. De dikte van de zandlaag varieert tussen de 0,4 tot circa 5,2 m.

Tussen de dekzandruggen in het Witte Veen is hoogveen aanwezig. De veenlaag is tussen de 0,4 en 0,9 m dik. Onder de veenlaag is een groot deel van het gebied een gliedelaag aanwezig. In het centrale deel van het hoogveengebied is deze laag goed ontwikkeld (5 tot 10 cm dik). Langs de randen van het veengebied is deze laag matig ontwikkeld (< 5 cm dik) en aan de noordzijde van het veengebied is deze laag plaatselijk afwezig (Hullenaar, 2004). Onder de gliedelaag is een zandlaag aanwezig zoals ook in de rest van het gebied wordt aangetroffen. Deze zandlaag heeft onder de gliedelaag een dikte tussen de 0,8 en 1,0 m (Geujen, 2014).

De zandlaag wordt aan de onderzijde begrensd door een keileemlaag. De keileemlaag heeft ter plaatse van het hoogveen een maximale dikte van 1,1 m. Onder deze keileemlaag is vervolgens wederom een zandlaag aangetroffen. De tussenzandlaag is aangetroffen in boringen uitgevoerde in het hoogveen (Geujen, 2014). De tussenzandlaag is niet aanwezig buiten het hoogveen op basis de beschikbare boringen uit het Dinoloket.

In figuur 3.2 zijn geologische dwarsprofielen weergegeven gebaseerd op Regis. De hydrologische basis wordt gevormd door de onder de zandlaag aanwezige tertiaire kleilaag. Uit de doorsneden volgt de aanwezigheid van een tussenzandlaag tussen de keileemlaag en de tertiaire kleien. Deze tussenzandlaag volgt niet uit de beschikbare boringen uit het Dinoloket in de directe omgeving van het Witte Veen.



Figuur 2.2 Geologische doorsnede. Bron: Landelijk model Regis II.1 -2008

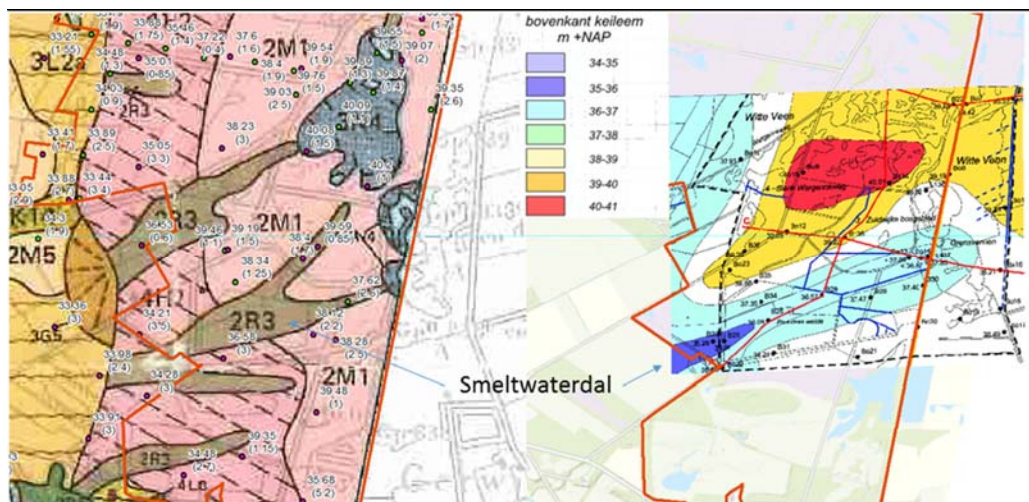
Om een beter beeld te krijgen van de diepteligging van de weerstandslagen zijn de aanwezige boringen uit het Dinoloket nader geïnterpreteerd. In bijlage 2 zijn de gebruikte boringen uit Dinoloket weergegeven.

In [bijlage 5](#) zijn de boringen gepresenteerd waarbij klei, leem of gyttja is aangetroffen. Indien geen klei, leem of gyttja is aangetroffen is aangegeven wat het aangetroffen hoofdbodemtype is. Daarnaast is aangegeven tot welke diepte de boringen zijn uitgevoerd. Uit de boringen volgt dat de er ter plaatse van een groot aantal locaties klei of leem is aangetroffen in het boorprofiel. Aangenomen wordt dat de aangetroffen klei- en leemlagen onderdeel uitmaken van de aanwezig keileem- en tertiaire kleilaag. Op enkele locaties is enkel zand aangetroffen in het boorprofiel, verwacht wordt dat de keileem- en tertiaire kleilaag hier op grotere diepte aanwezig zijn.

In [bijlage 6](#) is de diepteligging van de klei- en leemlaag gepresenteerd op basis van de beschikbare boringen uit het Dinoloket. Uit de kaart volgt op welke diepte de eerste scheidende laag aanwezig is. Het pakket hierboven betreft het eerste watervoerende pakket. Op basis van de boorbeschrijvingen kan geen onderscheid worden gemaakt in het voorkomen van keileem of tertiaire klei. Uit Regis en eerdere onderzoeken volgt dat de keileemlaag in het gebied overal ondieper is gelegen dan de tertiaire kleilaag (Geujen, 2014; Hullenaar, 2004). Dit betekent dat de gepresenteerde klei- en leemlaag de bovenkant van de keileemlaag betreft. De klei- en leemlaag helt richting de randen van het gebied. Centraal in het gebied heeft de klei- en leemlaag een niveau van circa NAP +40,2 m aflopend naar de westrand tot NAP +30,3 m. Aan de noordkant helt de klei-leemlaag richting de enclave Jannink. Aan de zuidkant van het gebied helt de klei- en leemlaag richting de Buurserbeek en aan de westkant richting de aanwezige landbouwpercelen. Ten noorden van de enclave Jannink bevindt de leem- en kleilaag zich op een grotere diepte (6 m -mv), mogelijk helt deze klei- en leemlaag richting de Duitse grens. Het verloop van de klei- en leemlagen aan de Duitse kant van dit gebied zijn niet bekend.

2.3 Smeltwatergeulen

In het zuidelijke deel van het Witte Veen is een dal in de keileemondergrond aanwezig. Dit dal is uitgesleten als gevolg van smeltwater en later opgevuld is met zandige afzettingen (Bell&Hullenaar, 2004). Onduidelijk is in hoeverre dit dal doorloopt richting de landbouwpercelen. In figuur 2.3 is de ligging van het smeltwaterdal gepresenteerd en vergeleken met de geomorfologische kaart.



Figuur 2.3 Links: geomorfologische kaart, rechts: Bovenkant keileem (Hullenaar 2004)

Op basis van de geomorfologische kaart zijn er naast die hierboven beschreven smeltwatergeul meer smeltwatergeulen (code 2R3) aanwezig in de omgeving van het Witte Veen die doorlopen tot buiten de N2000 begrenzing. In de hellingen van de stuwwal ontstonden door het afstromende water (smeltwater)dalen en lager gelegen daluitspoelingswaaiers (code 3G5). De smeltwaterdalen zijn later opgevuld met zandig materiaal.

In bijlage 7 is de geomorfologische kaart gepresenteerd in combinatie met de diepteligging van de klei- en leemlaag. Op basis van deze kaart wordt een inzichtelijk wat de hoogteligging is van de bovenkant van de keileemlaag. Daarnaast wordt inzichtelijk hoe dik het freatische pakket is aanwezig boven de keileemlaag. Uit de diepte van de aangetroffen klei- en leemlaag volgt dat het watervoerend pakket in het Witte Veen een beperkte dikte heeft met een dikte van veelal minder dan 2 m. Een uitzondering hierop vormt het in figuur 2.3 aangegeven smeltwaterdal, waar de dikte van het watervoerend pakket groter is met circa 3 á 3,5 m, zie hiervoor ook bijlage 5. Ter plaatse van de overige smeltwaterdalen, weergegeven in figuur 2.3, zijn een beperkt aantal boringen aanwezig uit het Dinoloket. Op basis van deze boringen zijn de smeltwaterdalen niet te onderscheiden.

Conclusies

- Het Witte Veen wordt gekenmerkt door een dun watervoerend pakket
- De hydrologische basis wordt gevormd door de onder de zandlaag aanwezige tertiaire kleilaag
- Onder het hoogveen is een zandlaag aanwezig tussen de keileemlaag en de tertiaire kleilaag. Deze tussenzandlaag is buiten de hoogveenkern niet aangetroffen
- Er zijn smeltwaterdalen aanwezig in de keileemondergrond welke zijn opgevuld met zand resulterend in een dikker watervoerend pakket dan de omgeving

2.4 Beheer- en herstelmaatregelen

In het Witte Veen zijn de volgende herstel- en beheermaatregelen toegepast (Altenburg en Wymenga, 2013; Natuurmonumenten, 2014 en Geujen, 2014):

- Aanleg leemkade, tegengaan laterale wegzijging naar (landbouw)gronden ten noorden en oosten van de hoogveenkern (2000)
- Aanleg twee houten damwanden met afvoerstuw (2007)
- Dempens sloten en greppels binnen het natuurgebied, met name zuidelijke bosgebied en zuidwestelijke natte heide/veengebied (2007)
- Natuurontwikkeling in voedselrijke graslanden, het graven van vennen (omstreeks 2004)
- De afvoersloot van het Witte Venn in Duitsland is gedempt en omgeleid
- In de Hegebeek zijn in 1996 drempels aangelegd vanaf de grens. Tien jaar daarna zijn stroomafwaarts ook drempels gelegd en is een zandvang opgeheven
- Van de Buurserbeek is het traject van de grens tot de Braambrug in 2005 heringericht. Oude bochten zijn weer aangesloten, gekanaliseerde stukken zijn gedempt en het schouwpad is afgegraven. Een betonnen stuw is vervangen door een beter door vis passeerbare cascdestuw

2.5 Grondwater

Het gebied wordt gekenmerkt door ondiepe grondwaterstanden. Van de peilbuizen uit het Dinoloket zijn de grondwaterkarakteristieken bepaald en gepresenteerd in bijlage 1, bijlage 3 en bijlage 4. De GHG varieert in het gebied tussen de NAP +32,8 m tot NAP +41,4 m. De GLG varieert in het gebied tussen de NAP +32,4 m tot NAP +41,1 m. Hierbij worden de hoogste grondwaterstanden (GHG) gemeten centraal in het gebied en lagere grondwaterstanden aan de randen van het gebied.

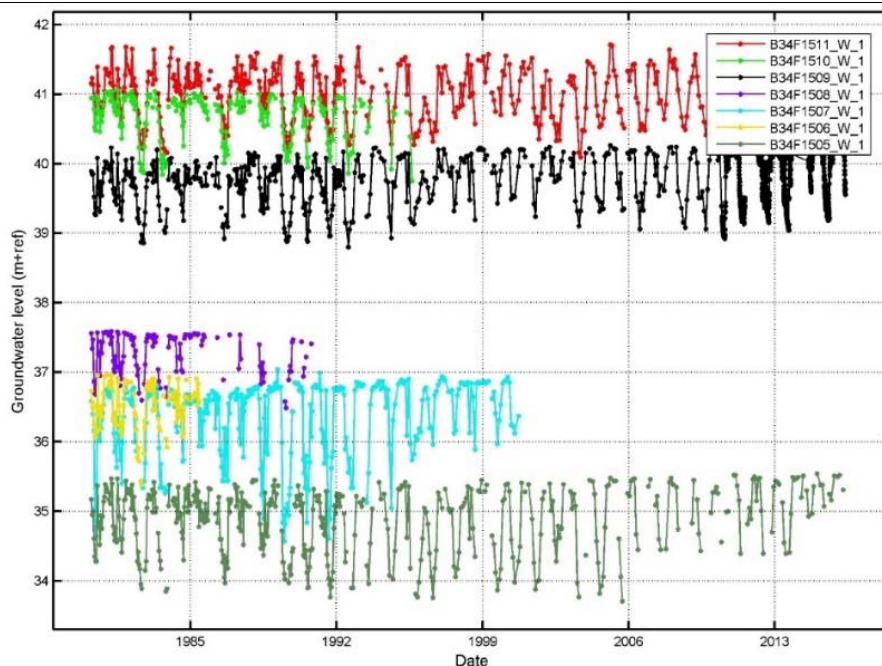
Opgemerkt wordt dat de meetreeksen een verschillende lengte en meetfrequentie hebben en dat een deel van de peilbuizen niet meer wordt bemeten. Daarnaast zijn in het gebied maatregelen uitgevoerd die hebben geresulteerd in een stijging van de grondwaterstanden (Geujen, 2014). De bepaalde grondwaterkarakteristieken zijn bepaald over de volledige lengte van de meetreeksen en geven daardoor enkel een indicatie van de grondwaterkarakteristieken.

In de aangrenzende landbouwpercelen zijn nauwelijks peilbuizen aanwezig zodat hier de grondwaterkarakteristieken niet inzichtelijk kunnen worden gemaakt op basis van metingen. Voor de ruilverkaveling Haaksbergen is de bodem gekarteerd waarbij ook een inschatting is gemaakt van de grondwatertrappen. Op basis van deze grondwatertrappenkaart kan een beeld worden verkregen van de optredende grondwaterstanden in de randzone. De kartering is uitgevoerd voor 1972 waardoor de grondwatertrappenkaart kan afwijken van de huidige situatie. In bijlage 8 is de bodemkaart gecombineerd met de grondwatertrappenkaart gepresenteerd. In paragraaf 2.5 is een toelichting gegeven op deze kaart.

Uit bijlage 3 en 4 volgt dat ter plaatse van de dekzandruggen en het hoogveen de hoogste grondwaterstanden aanwezig zijn. Vanuit deze zones stroomt het grondwater alzijdig af. Uit de grondwaterkarakteristieken volgt dat het gebied wordt gekenmerkt door zeer natte omstandigheden. De hoge grondwaterstanden worden veroorzaakt doordat het grondwater moeilijk kan afstromen door het dunne watervoerende pakket (beperkt doorlaatvermogen) en doordat het grondwater nauwelijks kan infiltreren in de ondergrond als gevolg van de slecht doorlatende keileem en tertiaire kleien.

Het Witte Veen wordt gekenmerkt door een sterk verhang in het grondwater richting de randen van het gebied. Door het grote verhang, in combinatie met verdamping zakt het grondwater, mede door het dunne watervoerende pakket relatief snel uit in droge perioden. In natte perioden reikt het grondwater op sommige locaties tot aan maaiveld waarbij grondwater tot afvoer komt via oppervlakkige afstroming.

In figuur 2.4. zijn de gemeten grondwaterstanden gepresenteerd in een raai die west oost is georiënteerd. Voor de peilbuislocaties zie bijlage 1.



Figuur 2.4 Gemeten grondwaterstanden

De grondwaterstandsmetingen laten een vergelijkbare reactie op neerslag zien onderaan de helling en hoger in het gebied. De winter- en zomerdynamiek is in alle peilbuizen duidelijk zichtbaar. In de lager gelegen delen rijken de grondwaterstanden afhankelijk van het seizoen tot aan maaiveld. Uit de grafieken volgt dat ter plaatse van de peilbuizen B34F1507 en B34F1509 de grondwaterstand sinds 1995 minder ver uitzakt in het zomerseizoen. Onduidelijk is waardoor deze verandering is veroorzaakt, mogelijk hangt de verandering samen met de uitvoering van maatregelen. Op topografische kaarten is het gebied sinds 2005 als heide aangeduid terwijl en de periode voorafgaand als grasland. Mogelijk heeft de omvorming eerder plaatsgevonden waarbij watergangen zijn gedempt. Ter plaatse van peilbuis B34F1505 lijken de grondwaterstanden ook minder ver uit te zakken sinds 2006. Onduidelijk is of dit werkelijk het geval is aangezien hier de grondwaterstanden zeer laag frequent zijn gemeten en in het zomerseizoen nauwelijks zijn bemeten.

Conclusies

- Vanaf de hoger gelegen dekzandruggen stroomt het grondwater alzijdig af. Vanaf het hoogveen kan het grondwater in noordelijke en oostelijke richting afstromen
- Het gebied wordt omringd door agrarische percelen waarin nauwelijks peilbuizen aanwezig zijn
- In het gebied komen hoge grondwaterstanden voor als gevolg van het dunne watervoerende pakket (beperkt doorlaatvermogen) en de slecht doorlatende keileem en tertiaire kleilaag (weinig infiltratie)
- In natte perioden rijkt het grondwater op sommige locaties tot aan maaiveld waarbij grondwater tot afvoer komt via oppervlakkige afstroming
- Door het grote verhang in het grondwater zakken de grondwaterstanden, ondanks het dunne watervoerende pakket, relatief snel uit in droge perioden. Verdamping speelt hierin ook een belangrijke rol

2.6 Bodem

In bijlage 8 is de bodemkaart 1:10.000 gepresenteerd. De bodem is gekarteerd ten behoeve van de ruilverkaveling Haaksbergen (Stiboka, 1972).

Op basis van de bodemkaart laat de bodem zich aan de westkant van het Witte Veen hoofdzakelijk classificeren als veldpodzolgronden, gooreerdgronden en beekeerdgronden. De grondwatertrap wisselt hierbij tussen de IIIa t/m VI. Aan de westrand van het Haaksbergerveen komen de gooreerdgronden voor op de laag gelegen delen omzoomd door veldpodzolgronden.

- Gooreerdgronden ontstaan in gebieden gevoed met een laterale toestroming van (basenrijk) grondwater en door regenwater. Gooreerdgronden worden gekenmerkt door een minerale eerdlaag en komen voor in de lagere gedeelten van het landschap
- Veldpodzolen komen voor waar regenwater inzijgt. Veldpodzolen zijn gevormd in gebieden met hoge grondwaterstanden tijdens de bodemvorming
- Beekeerdgronden ontstaan ter plaatse van periodiek sterk kwelgevoede en ijzerhoudende bodems. In het plangebied zijn in het zuidwesten beekeerdgronden aanwezig uitgaande van de bodemkaart

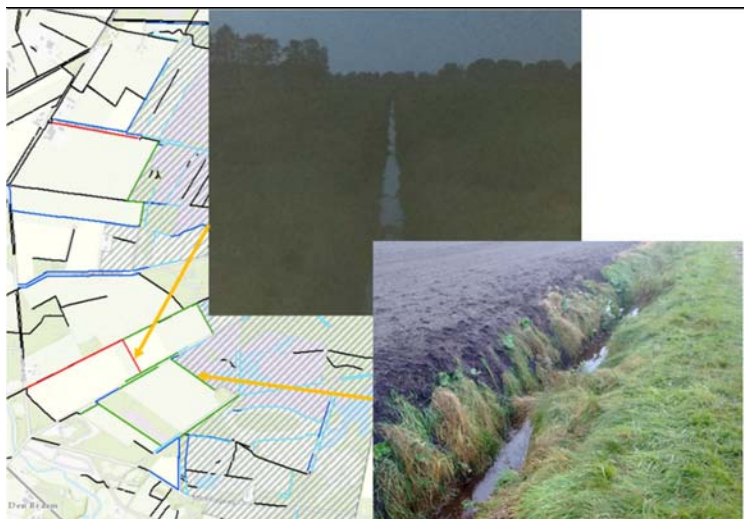
Tabel 2.1 Voorkomende bodemtypen op basis van de bodemkaart uit 1971 (1:10 000)

Code	Grondwatertrap	Omschrijving	Grondwaterstand (m -mv)
tHna52		Veldpodzolgrond	Va: GHG <25, GLG >120
nHna52			Vb: GHG 25-40, GLG >120
nHn52			VI: GHG 40-80, GLG >120
tZna52		Gooreerdgrond	IIIa: GHG <25, GLG 80-120 Va: GHG <25, GLG >120
tZga44		Beekeerdgrond	IIIa: GHG <25, GLG 80-120
aWp		Moerige podzolgrond	IIIa: GHG <25, GLG 80-120
aWz		Moerige eerdgrond	IIIa: GHG <25, GLG 80-120

2.7 Drainage en sloten

De agrarische percelen aan de westkant van Witte Veen zijn gedeeltelijk gedraineerd. Onbekend is wat het draingeniveau is en of de drainage actief wordt beheerd (doorspuiten). De drainage is met name aanwezig in de lager gelegen percelen waar de klei- en leemlaag ondiep aanwezig is. In bijlage 1 is de ligging van de drainage gepresenteerd. De ligging van de drainage is aangeleverd door het waterschap Vechtstromen. Verwacht wordt dat de drainage binnen de Natura 2000 begrenzing niet meer functioneert.

Op 27 oktober 2016 zijn de sloten geïnventreerd aan de westkant van het Witteveen. De inventarisatie binnen de Natura 2000 begrenzing en aan de directe randen hiervan is uitgevoerd door Natuurmonumenten. In bijlage bij 9 is de ligging en de diepte van de waterlopen gepresenteerd. Tijdens het veldbezoek is geconstateerd dat een groot deel van de sloten droogvalt. De jaarlijkse afvoer uit het gebied is niet bekend. In onderstaand figuur zijn de sloten weergegeven aan de westkant van het Witte Veen die wel watervoerend waren op 27 oktober 2016.



**Figuur 2.5 Watervoerende sloten aan de westkant van het Witte Veen
(27 oktober 2016)**

3 Effecten demping landbouwkundige sloten

3.1 Onderzoek perceel

Onduidelijk is wat de invloedsafstand is van de sloten aan de westkant van het Witte Veen op de grondwaterstanden in de randzone van het Natura 2000 gebied het Witte Veen.

Om het onderzoek af te kunnen bakenen is gekozen te focussen op één perceel grenzend aan het Witte Veen. Gekozen is voor dit perceel omdat:

- Het perceel is gelegen grenzend aan het Witte Veen
- Het perceel wordt omzoomd door sloten
- Er geen andere ontwateringsmiddelen aanwezig zijn in dit perceel (drainage)
- Dit perceel is gelegen in de directe omgeving van vastgestelde habitattypen maar niet als gebiedsmaatregel opgenomen in de gebiedsanalyse

In figuur 3.1 is het perceel weergegeven. Het perceel is omsloten door sloten met diepte variërend van 0,5 tot >1,5 m. Deze sloten zijn blauw weergegeven in de figuur en vallen samen met de begrenzing van het onderzoek perceel.

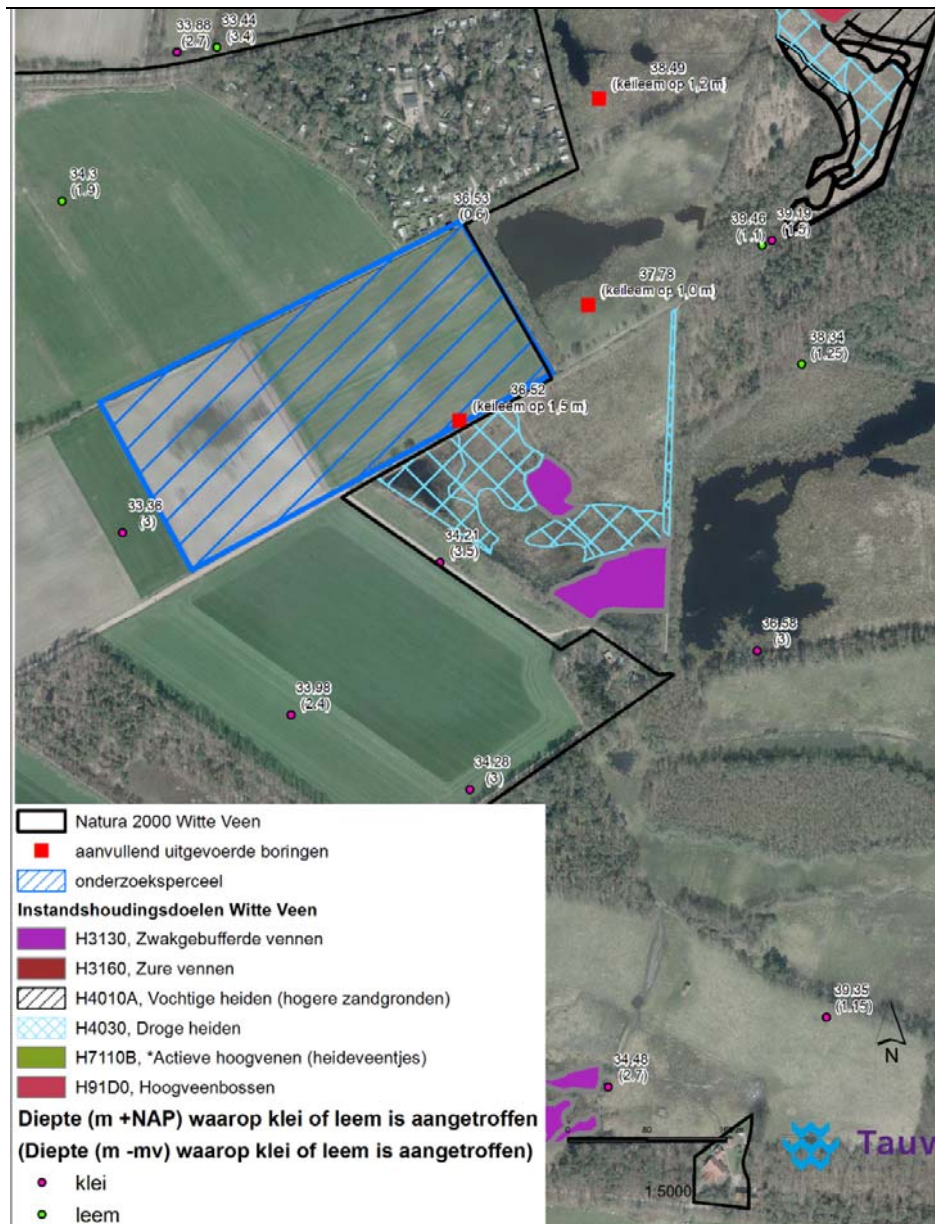
Ter plaatse van het onderzoek perceel helt het maaiveldniveau richting het westen van het gebied evenals de keileemlaag en de grondwaterspiegel. Aan de randen van het Witte Veen zijn in de omgeving van het onderzoek perceel verschillende vennen aanwezig, sommige van deze vennen zijn aangewezen als zwakgebufferde vennen. De vennen worden naast neerslag gevoed door lateraal toestromend grondwater uit het hoger gelegen gedeelte van het Witte Veen. De ondiep aanwezige keileemlaag zorgt ervoor dat er weinig wegzijging plaatsvindt.

De conclusies gebaseerd op dit perceel zijn gebruikt om een inschatting te maken van de invloed van overige ontwateringsloten op de grondwaterstanden in de randzone van het Natura 2000-gebied het Witte Veen, zie hiervoor paragraaf 3.4.

3.2 Veldwerk

Op 27 oktober 2016 is veldwerk uitgevoerd waarbij zijn drie boringen geplaatst waarbij de diepte van de keileemlaag in beeld is gebracht. In de figuur 3.1 is de diepte waarop keileem is aangetroffen weergegeven. In de figuur is daarnaast de diepte waarop klei of leem is aangetroffen op basis van de boringen uit Dinoloket gepresenteerd.

Op basis van de uitgevoerde boringen bestaat de ondiepe bodem uit matig fijn zand tot circa 0,5 á 1 m -mv. Boven de keileemlaag bestaat de bodem uit matig grof zand. De keileemlaag is aangetroffen aan de oostkant van het perceel op 1,5 m -mv. Op basis van de boringen uit het dinoloket volgt dat de keileemlaag helt richting het westen waarbij de dikte van het watervoerend pakket toeneemt.



Figuur 3.1 Diepte waarop klei of leem is aangetroffen. De bovenste waarde geeft de diepte weer ten opzichte van NAP en de onderste waarde ten opzichte van maaiveld. Op de luchtfoto is in het onderzoeksperceel ook nog een watergang aanwezig. Deze is inmiddels niet meer aanwezig

3.3 Analytische benadering

Hooghoudt

Om inzicht te krijgen in realistische waarden betreffende doorlatendheid is getracht op basis van Hooghoudt de slootafstanden ter plaatse van het onderzoeksperceel te verklaren. De formule van Hooghoudt wordt gebruikt om de benodigde afstand tussen sloten of drains te bepalen.

Voor de berekening is uitgegaan van een neerslagoverschot van 300 mm/jaar, een dikte van het watervoerende pakket (D) variërend tussen de 1,5 en 3 m, een opbolling van de grondwaterstand van 0,5 m, een doorlatendheid (k) van 1 tot 9 m/dag en een slootdiepte van 1 m.

Enkel in natte perioden is sprake van water op maaiveld ter plaatse van de lokale laagten (gebaseerd op luchtfoto's). Op basis van historische kaarten is geen water op maaiveld weergegeven (www.topotijdreis.nl). Als uitgangspunt voor de Hooghoudt benadering is gekozen voor een drooglegging van 0,5 m.

In tabel 3.1 zijn de berekende slootafstanden weergegeven bij verschillende doorlatendheden en dikten van het watervoerend pakket.

Tabel 3.1 Berekende slootafstanden (m) op basis van Hooghoudt

	K=1 m/d	K=3 m/d	K=9 m/d
D =1.5 m	60	105	185*
D= 3 m	105	180*	310

*Meest reële waarden

Op basis van een analytische benadering met Hooghoudt wordt een slootafstand berekend tussen de 60 en 310 m afhankelijk van de doorlatendheid en de dikte van het watervoerend pakket.

Uit de boringen volgt dat het watervoerend pakket ter plaatse van het onderzoeksperceel toeneemt in dikte in westelijke richting. Het watervoerend pakket heeft grenzend aan het Witte Veen een dikte van circa 1,5 m en neemt toe richting het westen tot circa 3 m. De diktes zijn gebaseerd op twee boringen zodat enkel een indruk is verkregen van de dikte. Uit de boorbeschrijvingen (boring B34F1662, B34F1670 en B34F1667) volgt dat de ondiepe bodem bestaat uit matig fijn zand tot circa 0,5 m -mv. Hieronder wordt matig grof zand aangetroffen.

De werkelijke slootafstand bedraagt circa 180 m. Bij een doorlatendheid van 3 m/d en een dikte van het watervoerend pakket van 3 m wordt een slootafstand berekend van circa 180 m. Ook bij een doorlatendheid van 9 m/d en een dikte van het watervoerend pakket van 1,5 wordt een slootafstand van 180 m berekend.

Uit deze benadering volgt dat de doorlatendheid naar verwachting een waarde heeft tussen de 3 en 9 m/dag en de dikte van het watervoerend pakket tussen de 1,5 en 3 m. Een doorlatendheid tussen de 3 en 9 m/dag past bij een bodem bestaande uit matig fijn zand (Bot, A.P. 2011)

Perrochet en Musy

Het dempen van de sloten zal resulteren in een verhoging van de grondwaterstand. Met de analytische rekenmethode van Perrochet en Musy, 1992, kan de maximale theoretische invloedsafstand van een waterloop worden berekend. De formules zijn gebaseerd op een situatie waarbij de grondwaterstand in het natuurgebied aan maaiveld komt. In een dergelijke situatie stroomt het neerslagoverschot af over het maaiveld richting de sloten. Doordat de grondwaterstand tot aan maaiveld rijkt is er geen verhang meer in de grondwaterspiegel waardoor een waterscheiding ontstaat. De afstand tussen de sloot en de waterscheiding betreft de invloedsafstand van de watergang.

Op basis van een analytische benadering met Hooghoudt volgt dat de doorlatendheid maximaal 9 m/dag is bij een dikte van het watervoerend pakket van 1,5 m of dat de doorlatendheid kleiner is met circa 3 m/dag waarbij het watervoerend pakket een dikte heeft van circa 3 m. Wanneer deze combinaties als uitgangspunt worden genomen voor de rekenmethode van Perrochet en Musy wordt een maximale theoretische invloedsafstand van 150 m berekend bij een slootdiepte van 1 m. Hierbij is uitgegaan van een neerslagoverschot van 300 mm/jaar en een freatische bergingscoëfficiënt van 0,3.

Tabel 3.2 Berekende maximale theoretische invloedsafstand (m) waterlopen op basis van Perrochet en Musy, bij verschillende slootdiepten

Slootdiepte (m)	Berekende invloedsafstand (m)
0,5	100-120
1,0	135-150
1,5	160

Met de methode wordt de maximale theoretische invloedsafstand van een waterloop berekend. Indien de grondwaterstanden verder uitzakken neemt de invloedsafstand van de sloten af. Tijdens het veldbezoek is geconstateerd dat een groot deel van de sloten droogvalt in de zomer. Op het moment dat de watergangen droogvallen hebben deze geen drainerende werking op de grondwaterstanden.

3.4 Invloed ontwatering randzone Witte Veen

De conclusies uit voorgaande stap kunnen ons helpen om voor de rest van de bufferzone een inschatting te maken of de aanwezige habitattypen binnen het invloedsgebied van de watergangen vallen. Op basis van ligging sloten, hoogteligging perceel, dikte zandlaag/geulen kan een inschatting van de invloedsafstand van de overige sloten worden gemaakt. Duidelijk wordt welke habitattypen binnen het beïnvloedingsgebied vallen.

In paragraaf 3.3 is een maximale theoretische invloedsafstand van 150 m berekend bij een slootdiepte van 1 m. Hierbij is uitgegaan van een neerslagoverschot van 300 mm/jaar en een freatische bergingscoëfficiënt van 0,3. Deze invloedsafstanden zijn gebaseerd op twee combinaties van doorlatendheid en dikte van het watervoerend pakket namelijk:

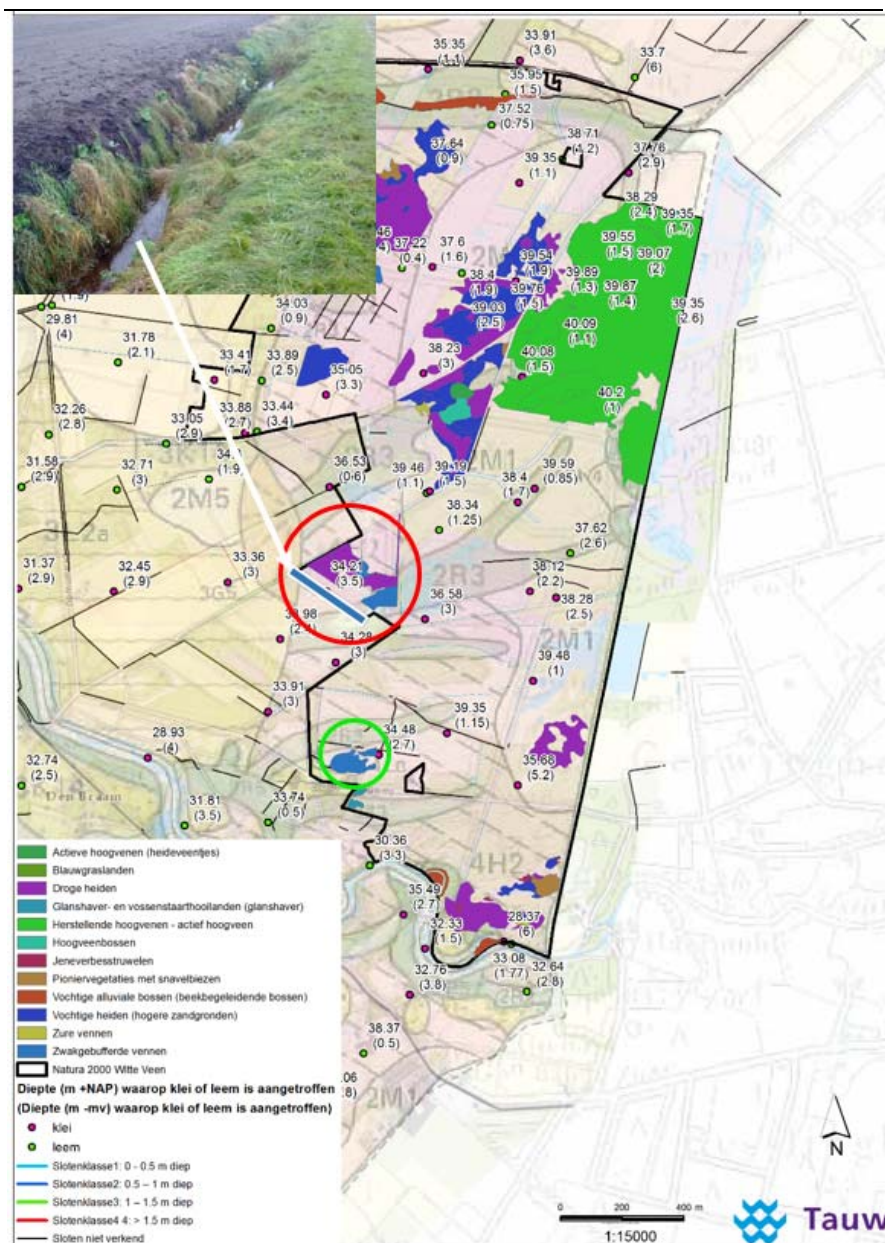
- Een doorlatendheid van 9 m/dag en een dikte van het watervoerend pakket van 1,5 m
- Een doorlatendheid van 3 m/dag en een dikte van het watervoerend pakket van 3 m

Ter plaatsen van het aanwezige smeltwaterdal, weergegeven in figuur 2.3, heeft de ontwatering mogelijk een grotere invloedsafstand dan hierboven is berekend. In de figuur is zichtbaar dat de keileem hier op grotere diepte aanwezig is. Het smeltwaterdal is opgevuld met zandige afzettingen resulterend in een dikker watervoerend pakket van circa 3 á 3,5 m. In boring B34F1513 is een afwisseling van matig fijn, zwak siltig zand en zeer fijn zand aangetroffen. In boring B34F1667 is hoofdzakelijk matig grof zand aangetroffen. Op basis van de boringen wordt geen eenduidig beeld verkregen van de doorlatendheid van het zandpakket. Voor de locaties van de boringen zie bijlage 2.

Voor het smeltwaterdal is een aanvullende berekening uitgevoerd met een doorlatendheid van 9 m/dag en een dikte van het watervoerend pakket van 3 m. In tabel 3.3 zijn de berekende invloedsafstanden gepresenteerd. Opgemerkt wordt dat de doorlatendheid van de zandige afzettingen ter plaatse van het smeltwaterdal onbekend is.

Tabel 3.3 Berekende maximale theoretische invloedsafstand (m) waterlopen op basis van Perrochet en Musy, bij verschillende slootdiepten een doorlatendheid van 9 m/dag en een dikte van het watervoerend pakket van 3 m

K=9 m/d	Slootdiepte (m)	Berekende invloedsafstand (m)
9	0,5	175
9	1,0	235
9	1,5	275



Figuur 3.2 Habitattypen binnen het beïnvloedingsgebied van de watergangen. De watergang gelegen ter hoogte van de smelwatergeul is opgenomen in de figuur

In bijlage 9 is de ligging en diepte van watergangen gepresenteerd. In figuur 3.2 zijn de habitattypen gepresenteerd binnen het Natura 2000-gebied Witte Veen. Op basis van de ligging sloten, hoogteligging perceel, dikte zandlaag / geulen is een inschatting gemaakt welke habitattypen binnen de invloedsafstand van de watergangen aanwezig zijn.

Met de rekenmethode van Perrochet en Musy wordt een maximale theoretische invloedsafstand van circa 235 m berekend voor de watergang gelegen ter hoogte van het smelwaterdal. In figuur 3.2 is de locatie van de watergang gepresenteerd. Voor de berekening is uitgegaan van een slootdiepte van 1.0 m, een neerslagoverschot van 300 mm/jaar en een freatische bergingscoëfficiënt van 0,3. Binnen het beïnvloedingsgebied zijn zwakgebufferde vennen aanwezig. Deze vennen zijn in de figuur rood omcirkeld. Noordelijk van deze vennen heeft het watervoerend pakket een dikte hoofdzakelijk van minder dan 2 m. In deze zone reikt het effect niet tot de gepresenteerde habitattypen.

Groen omcirkeld zijn de zwakgebufferde vennen en de glanshaver- en vossenstaarthooilanden. Deze habitattypen bevinden zich binnen de berekende invloedsafstand van de aanwezige ontwateringssloten. De sloten in deze omgeving, met een diepte van 0,5 tot 1 m, zijn slecht onderhouden waardoor verwacht wordt dat de werkelijke invloed beperkt is.

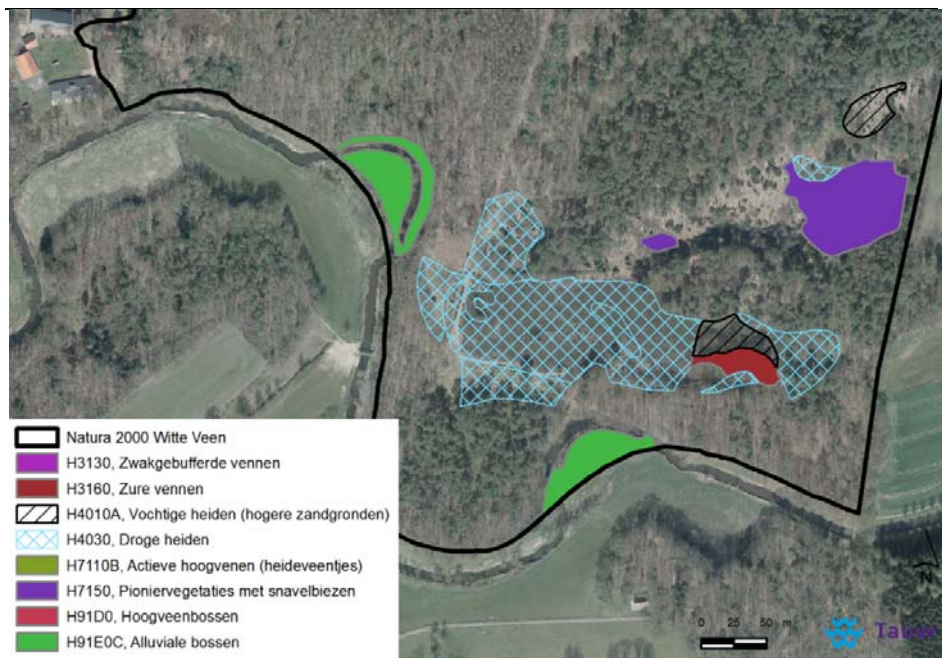
4 Invloed Buurserbeek

4.1 Aanleiding

Onduidelijk is wat de invloed is van de Buurserbeek op de vochtige natuurdoeltypen. Dit betreft in de omgeving van de Buurserbeek pioniervegetaties met snavelbiezen H7150, vochtige heiden H4010A, vochtige alluviale bossen H91E0C en zure vennen (H3160). Dit vraagstuk volgt uit de eerder uitgevoerde GGOR studie en is opgenomen in de gebiedsanalyse om te onderzoeken in de eerste beheerplanperiode (provincie Overijssel, 2015).

Opvallend is het voorkomen van de vochtige doeltypen in de directe omgeving van de diep ingesneden Buurserbeek. Mogelijk is er sprake van een schijngrondwatersysteem die het voorkomen van de vochtige natuurdoeltypen verklaart.

In onderstaand figuur is een overzicht gegeven van de habitattypen in de omgeving van de Buurserbeek. De habitattypen Alluviale bossen (H91E0C) en pioniervegetaties met snavelbiezen (H7150) zijn niet opgenomen in de gebiedsanalyse als instandhoudingsdoel. In het beheerplan wordt ingegaan op het behoud van deze habitattypen.



Figuur 4.1 Vochtige natuurdoeltypen in de omgeving van de Buurserbeek

4.2 Schijngrondwatersysteem

Op 27 oktober 2016 is een veldbezoek uitgevoerd. Hierbij zijn vier boringen geplaatst waarbij de focus uitging naar het voorkomen van ondiepe scheidende lagen. Tevens is de grondwaterstand in de open boorgaten gemeten.

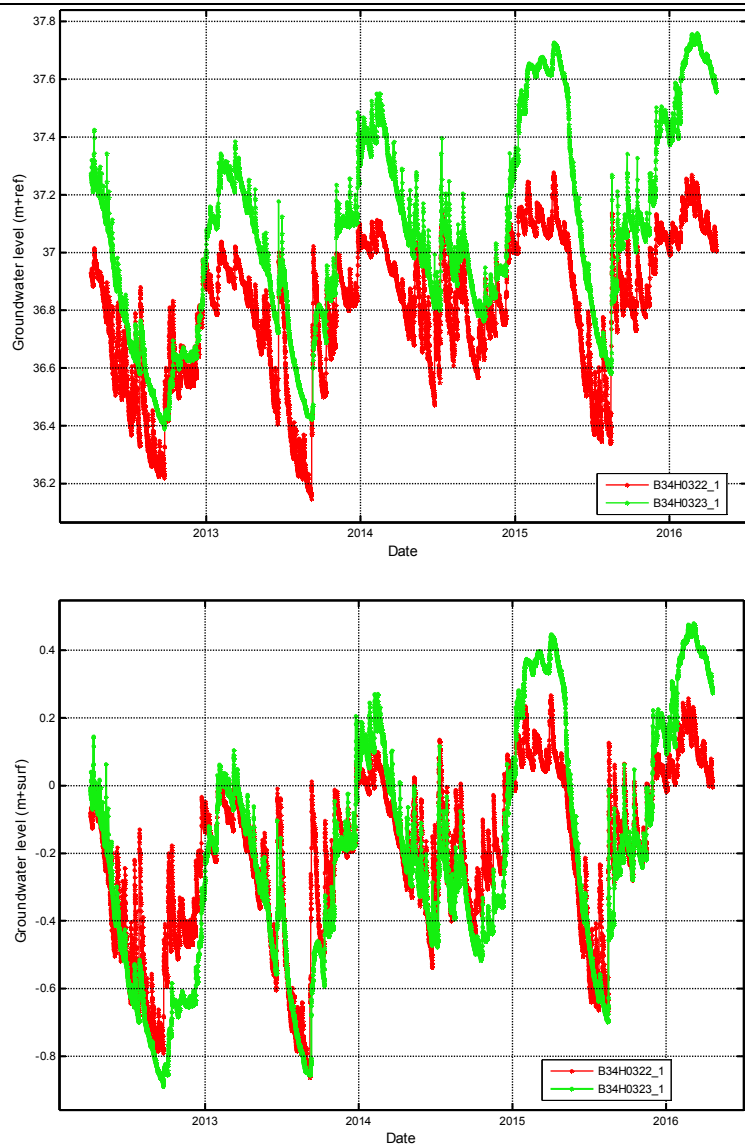
In het gebied zijn vier boringen uitgevoerd. Deze boringen zijn uitgevoerd tot maximaal 2,5 m. Hierbij is geen klei of leem aangetroffen. Ter plaatse van het ven is een slecht doorlatende laag afgezet (afgestorven vegetatie) waarop water stagneert, dit resulteert in een schijngrondwaterspiegel. Direct onder de venbodem is een onverzadigde bodem aangetroffen. In de omgeving van het ven is in de open boorgaten een grondwaterstand gemeten van circa 1,2 m -mv. Op 27 oktober 2016 was circa 30 cm water aanwezig in het ven. Grenzend aan het zure ven is vochtige heide aanwezig. Ook hier is aan maaiveld (20 à 30 cm dik) een slecht doorlatende humusrijke laag aangetroffen. Het betreft een lokale laagte die op basis van veldwaarnemingen periodiek onder water staat en daarmee onderdeel uitmaakt van het ven.

4.3 Gemeten grondwaterstanden

In de omgeving van het ven zijn twee peilbuizen van de provincie aanwezig beheerd door Vitens. De peilbuislocaties zijn gepresenteerd in figuur 4.2 en de kenmerken van de peilbuizen zijn gepresenteerd in tabel 4.1.



Figuur 4.2 Locaties peilbuizen in de omgeving van het zuidelijk gelegen ven (blauw omcirkeld). gemeten grondwaterstanden



Figuur 4.3 Gemeten grondwaterstanden. Positieve waarden betekenen dat de grondwaterstand boven het maaiveld uitkomt

Tabel 4.1 Peilbuis karakteristieken

	Maaiveld (m NAP)	Bovenkant filter m NAP (m -mv)	Onderkant filter m NAP (m -mv)
B34H0322	37	35.8 (1.2)	35.3 (1.7)
B34H0323	37.3	36.2 (1.1)	35.7 (1.6)

In figuur 4.3 zijn de meetreeksen gepresenteerd. Opvallend is dat het gemiddelde niveau van de grondwaterstanden geleidelijk is gestegen gedurende de meetperiode. Dit kan niet worden verklaard op basis van de uitgevoerde beheer- en herstelmaatregelen. Onduidelijk is waardoor de stijging is veroorzaakt en of de stijging doorzet.

De hoogst gemeten grondwaterstanden hebben een niveau van circa NAP +37,8 m (0,5 m +mv) en de laagst gemeten grondwaterstanden rond de NAP +36,4 m (0,9 m -mv). De omgeving van het ven heeft een niveau van circa NAP +37,3 m. De grondwaterstand bevindt zich in de winterperiode boven de venbodem en zakt in de zomer uit tot onder de venbodem. De periode dat de grondwaterstand reikt tot boven de venbodem is toegenomen op basis van de gepresenteerde meetperiode.

4.4 Invloed stijghoogte op watervoerendheid ven

De waterstand in het ven wordt bepaald door het neerslagoverschot, horizontale toestroming vanuit de hoger gelegen omgeving, wegzijging door de venbodem en de horizontale afstroming over de slecht doorlatende bodem naar het diepere grondwater. Onduidelijk is wat de bijdrage is van de afzonderlijke fluxen. Onbekend is in hoeverre toevoer is van grondwater naar het ven. De wegzijgingsflux wordt beïnvloed door de bodemweerstand van het ven en de onderliggende grondwaterstand. Afhankelijk van de bodemweerstand resulteert een verhoging van de grondwaterstand in een afname van de wegzijgingsflux.

Op basis van eerdere onderzoeken, naar de invloed van de stijghoogte op de wegzijging vanuit een ven met een schijngrondwaterspiegel, volgt dat een grondwaterstand vanaf een diepte van meer dan 1,5 á 2 m beneden de venbodem geen significant effect meer heeft op de wegzijging (Dorland et al 2014 in prep.; Cirkel et al, 2016). In dit geval bevindt de grondwaterstand zich een groot deel van het jaar binnen deze invloedsafstand.

4.5 Invloed Buurserbeek

De Buurserbeek beïnvloedt de stijghoogte in de zandlaag in de omgeving van het ven (H7150), de vochtige heiden (H4010A) en de vochtige alluviale bossen (H91E0C). De invloed van de diep ingesneden Buurserbeek op de grondwaterstand ter plaatse van de vochtige habitattypen is afhankelijk van de afstand tot de Buurserbeek, de doorlatendheid en dikte van het watervoerend pakket en het voorkomen van scheidende lagen.

De oevers van de Buurserbeek hebben ter hoogte van het ven op basis van het AHN2 een niveau van circa NAP +33,4 m. De laagst gemeten grondwaterstanden ter hoogte van het ven bevinden zich circa 3 m boven dit niveau. De grondwaterstand is gemeten op circa 100 m van het ven (peilbuis B34H0323). Hieruit volgt dat de grondwaterstand een sterke opbolling laat zien richting de Buurserbeek. De invloed van de diep ingesneden Buurserbeek op de grondwaterstand ter plaatse van het ven en de nabij gelegen vochtige heide is beperkt gezien de grote opbolling. De steile opbolling duidt op een kleine Kd-waarde.

In de directe omgeving van de Buurserbeek bevinden zich alluviale bossen. Op basis van de grote opbolling heeft de Buurserbeek een sterke ontwaterende werking op de direct omgeving van de beek. Een verhoging van het beekpeil/bodemhoogte zal resulteren in een sterke toename van de grondwaterstanden in de omgeving van de beek en daarmee ter plaatse van de alluviale bossen. Een verhoging van het beekpeil/bodemhoogte van de Buurserbeek resulteert hooguit in een geringe grondwaterstijging ter plaatse van het ven en de vochtige heide. Bij een geringe grondwaterstijging is niet te verwachten dat de infiltratiesnelheid en de watervoerendheid van het ven wezenlijk veranderen.



**Figuur 4.4 Buurserbeek in de omgeving van de zuidelijke gelegen vennen.
De Buurserbeek is diep ingesneden**

5 Conclusie

Wat is de invloedsafstand van de ontwateringssloten in de landbouwpercelen op de grondwaterstanden in de randzone van het Natura 2000 gebied het Witte Veen?

- Met de analytische rekenmethode van Perrochet en Musy bedraagt de maximale theoretische invloedsafstand van de watergangen aan de randen van het Witte Veen circa 150 m. Ter plaatse van het aanwezige smelwaterdal is de invloedsafstand groter met circa 235 m. Dit is het gevolg van het dikkere watervoerend pakket
- In het Witte Veen zijn zwakgebufferde vennen en glanshaver- en vossenstaartheooilanden aanwezig binnen de maximale invloedsafstand van de ontwateringssloten
- In de zomer valt een groot deel van de sloten droog wat betekent dat de sloten de grondwaterstanden niet beïnvloeden in drogere perioden
- De ondergrond van het Witte Veen kent een grote variatie in bodemopbouw en een sterk grondwaterverhang. Onduidelijk is wat de doorlatendheid van de ondergrond is

Heeft de Buurserbeek invloed op de aangewezen vochtige natuurdoeltypen? Is er een ondiepe kleilaag aanwezig in de omgeving van de Buurserbeek (zuidzijde van Het Witteveen) die resulteert in een schijngrondwaterspiegel.

- In de ondiepe ondergrond in de omgeving van de Buurserbeek zijn geen scheidende lagen aangetroffen. Ter plaatse van het zure ven is als gevolg van de slecht doorlatende venbodem een schijngrondwaterspiegel aanwezig. Grenzend aan het zure ven is vochtige heide aanwezig. Ook hier is aan maaiveld een slecht doorlatende laag aangetroffen. Het betreft een lokale laagte die op basis van veldwaarnemingen periodiek onder water staat
- Het uitzakken van de waterstand in het zure ven wordt bepaald door de weerstand van de venbodem en de grondwaterstand onder de venbodem. De Buurserbeek heeft een drainerende werking op de grondwaterstanden en beïnvloedt daarmee de grondwaterstand onder het ven en ter plaatse van de vochtige heide. De grondwaterstand wordt bepaald door het doorlaatvermogen van de betreffende zandlaag, het voorkomen van slecht doorlatende lagen en het voorkomen van ontwateringsmiddelen (Buurserbeek)
- De invloed van de diep ingesneden Buurserbeek op de grondwaterstand ter plaatse van het ven en de nabij gelegen vochtige heide is beperkt gezien de grote opbolling. Een verhoging van de bodemhoogte van de Buurserbeek resulteert naar verwachting hooguit in een geringe grondwaterstijging. Bij een geringe grondwaterstijging is niet te verwachten dat de infiltratiesnelheid en de watervoerendheid van het ven wezenlijk veranderen
- In de directe omgeving van de Buurserbeek bevinden zich alluviale bossen. Op basis van de grote opbolling heeft de Buurserbeek een sterke ontwaterende werking op de direct omgeving van de beek. Een verhoging van het beekpeil/bodemhoogte zal resulteren in een sterke toename van de grondwaterstanden in de omgeving van de beek en daarmee ter plaatse van de alluviale bossen

Aanbevelingen

De doorlatendheid van de ondergrond is sturend voor de invloedsafstand van de ontwateringssloten in de landbouwpercelen op de grondwaterstanden in de randzone van het Natura 2000 gebied het Witte Veen. De doorlatendheid is onbekend. Geadviseerd wordt de doorlatendheid in de randzone in beeld te brengen door middel van doorlatendheidsproeven.

6 Literatuur

Voor dit onderzoek is gebruik gemaakt van de volgende gegevens:

- Bell, J.S. en J.W. van 't Hullenaar, 2004. Herstel van Hoogveen, Hoogveenbos, vennen en natte heide in grensoverschrijdend natuurgebied Witte Veen / Witte Venn. Uitwerking van een herstelplan op basis van ecohydrologisch onderzoek. Bell Hullenaar Ecohydrologisch Adviesbureau, Zwolle
- Bot, A.P., 2011, Grondwaterzakboekje
- Cirkel G., Dorland E., Witte J., 2016. Schijnspiegeldynamiek van heideveentjes: over de complexe relatie tussen stijghoogte en schijnspiegel; in: Stromingen 26 (2016) nr. 2
- Geujen, C., Natuurmonumenten, 2014, Analyse Hydrologisch meetnet t.b.v. natuurvisie Witteveen, Versie: 25 februari 2014
- Kleinsman, W.B. & J.A.M. ten Cate, 1979. Geomorfologische kaart van Nederland, schaal 1:50.000. blad 34/35. Stichting Bodemkartering/Rijks Geologische Dienst
- Natuurmonumenten, 2014, Gaaf grensoverschrijdend hoogveenlandschap, Natuurvisie Witte Veen/Witte Venn 2014-2031
- Perrochet, P. en A. Musy, 1992. A simple formula to calculate the width of hydrological buffer zones between drained agricultural plots and nature reserve areas. Irrigation and Drainage Systems 6: 69-81
- Plantinga, J. E. en K. van der Veen, Altenburg en Wymenga ecologisch onderzoek, 2013, De vegetatie van het Buurserzand en het Witte Veen in 2012, kenmerk 9125buv
- Provincie Overijssel, 2015, Natura 2000 Gebiedsanalyse voor de Programmatistische Aanpak Stikstof (PAS) Witte Veen
- Stiboka, Stichting voor bodemkartering Wageningen, 1972, De bodemgesteldheid van het ruilverkavelingsgebied Haaksbergen
- Waterschap Regge en Dinkel, 2010, Achtergronddocument GGOR Witte Veen. Achtergronddocument, behorende bij het Gewenste Grond en Oppervlaktewater Regime-Besluit voor het Natura 2000-gebied Witte Veen en directe omgeving

Bijlage

1

Peilbuizen Dinoloket

Bijlage

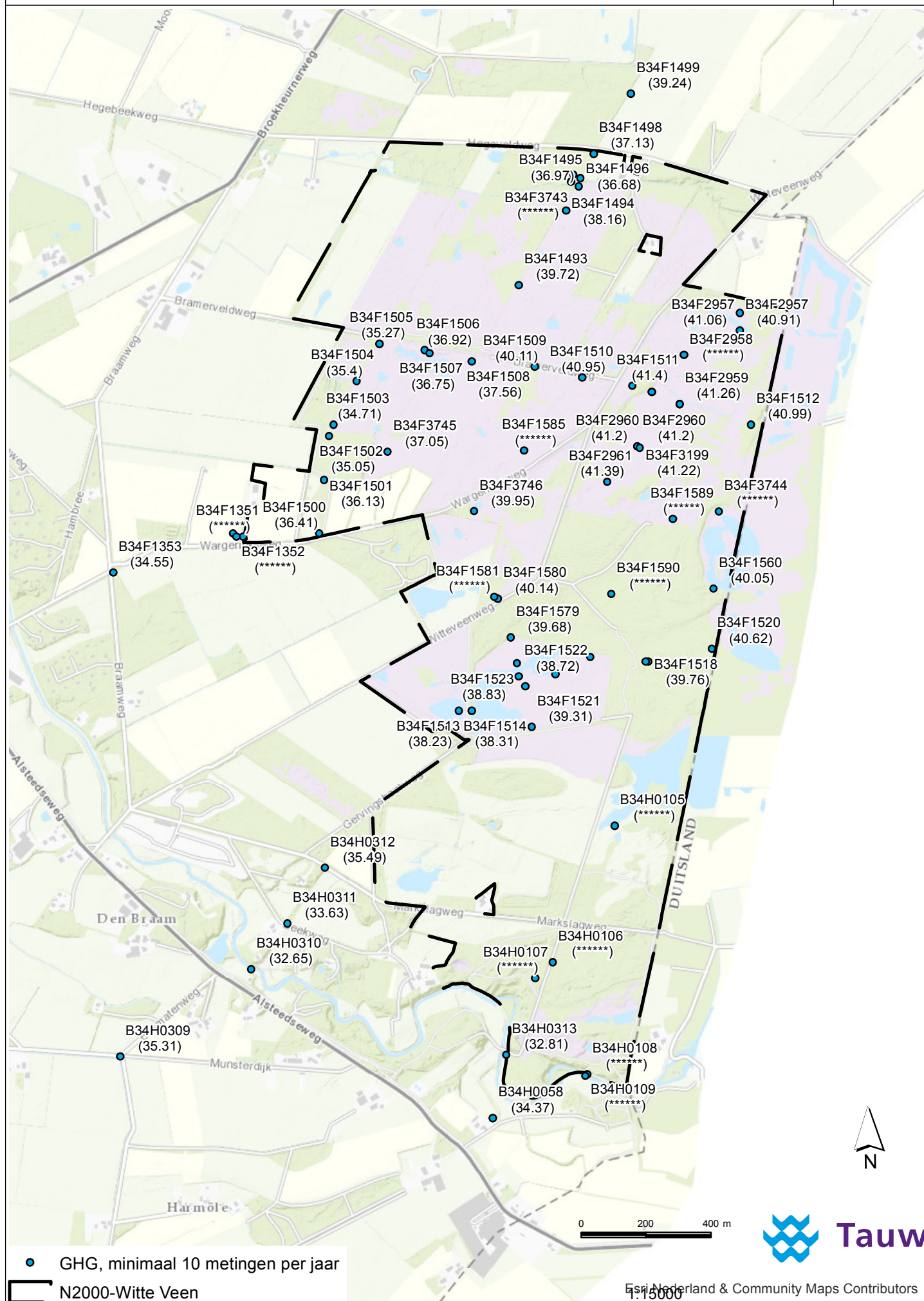
2

Boringen Dinoloket

Bijlage

3

Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand



Bijlage

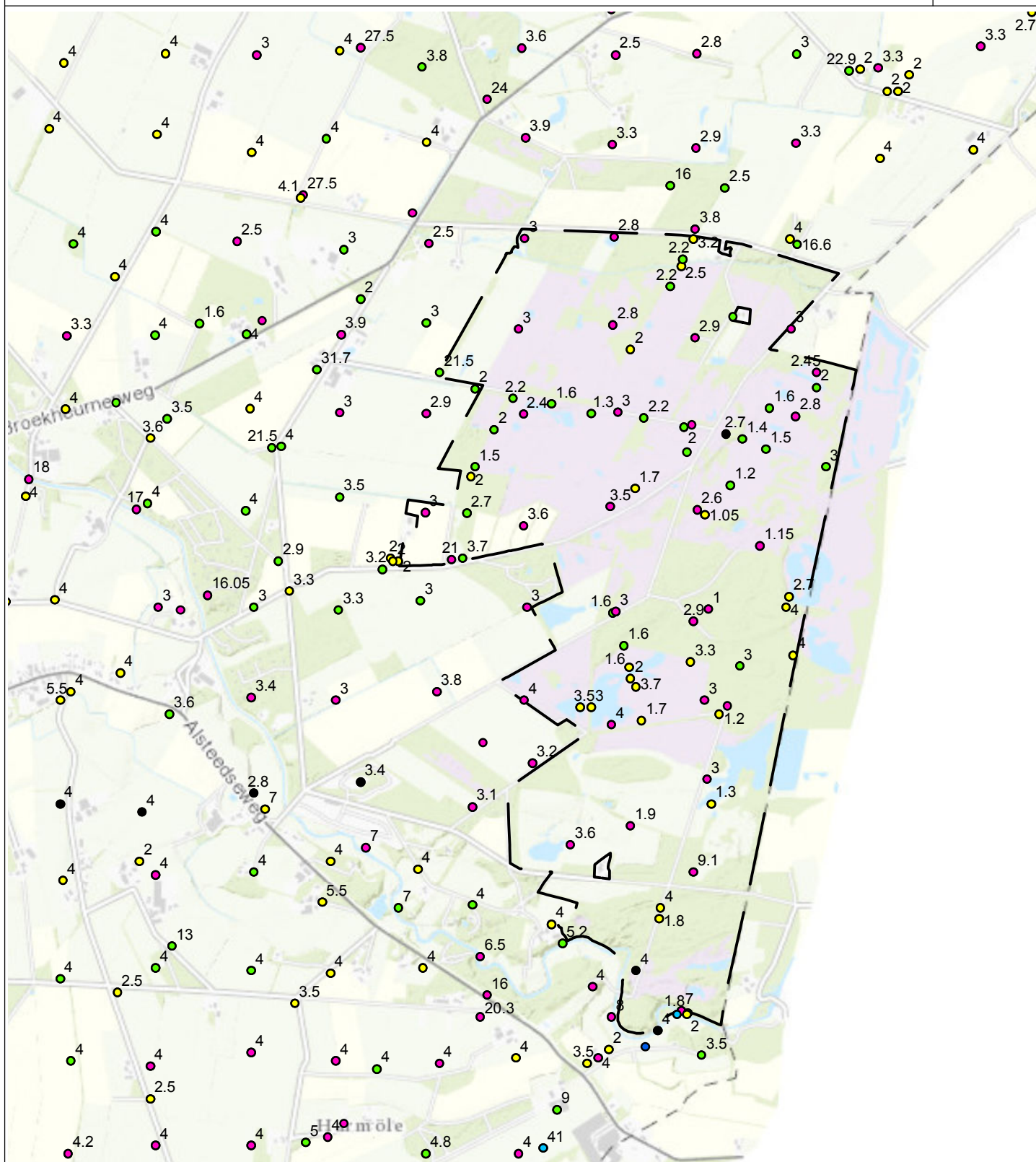
4

Gemiddeld Laagste Grondwaterstand

Bijlage

5

Bodem



Diepte van de boringen (m). Klei, leem of gyttja zijn benoemd indien aangetroffen in het boorprofiel

- gyttja
- kalksteen
- klei
- leem
- zand
- zand/kalksteen
- zand/veen

— Natura 2000 Witte Veen



0 260 520 m

1:20000



lors

Bijlage

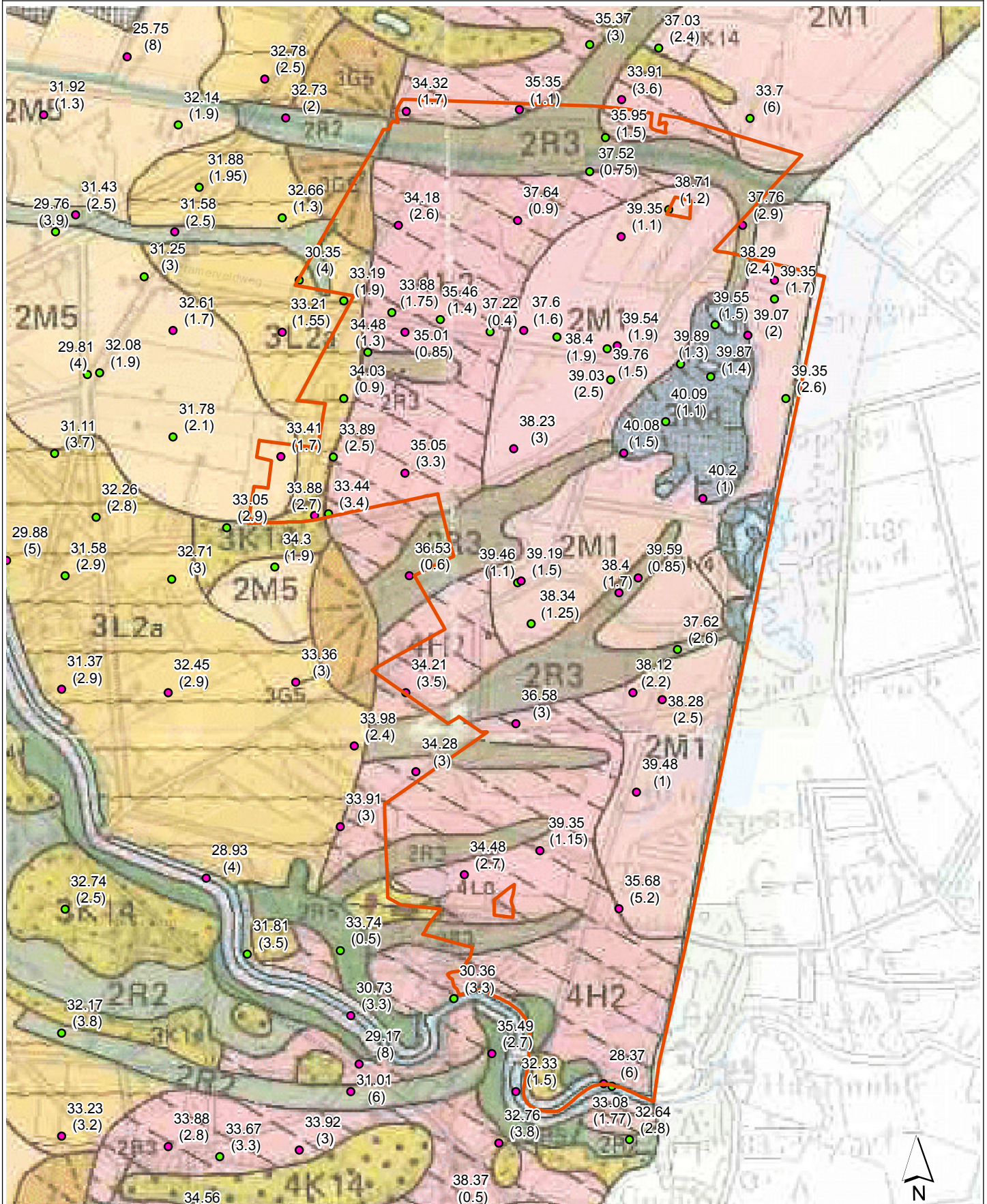
6

Diepte klei, leem of gyttja t.o.v. NAP

Bijlage

7

Geomorfologische kaart



Natura 2000 Witte Veen

Diepte (m +NAP) waarop klei of leem is aangetroffen
(Diepte (m -mv) waarop klei of leem is aangetroffen)

- klei
- leem

0 250 500 m

1:15000

Esri Nederland & Community Maps Contributors



Bijlage

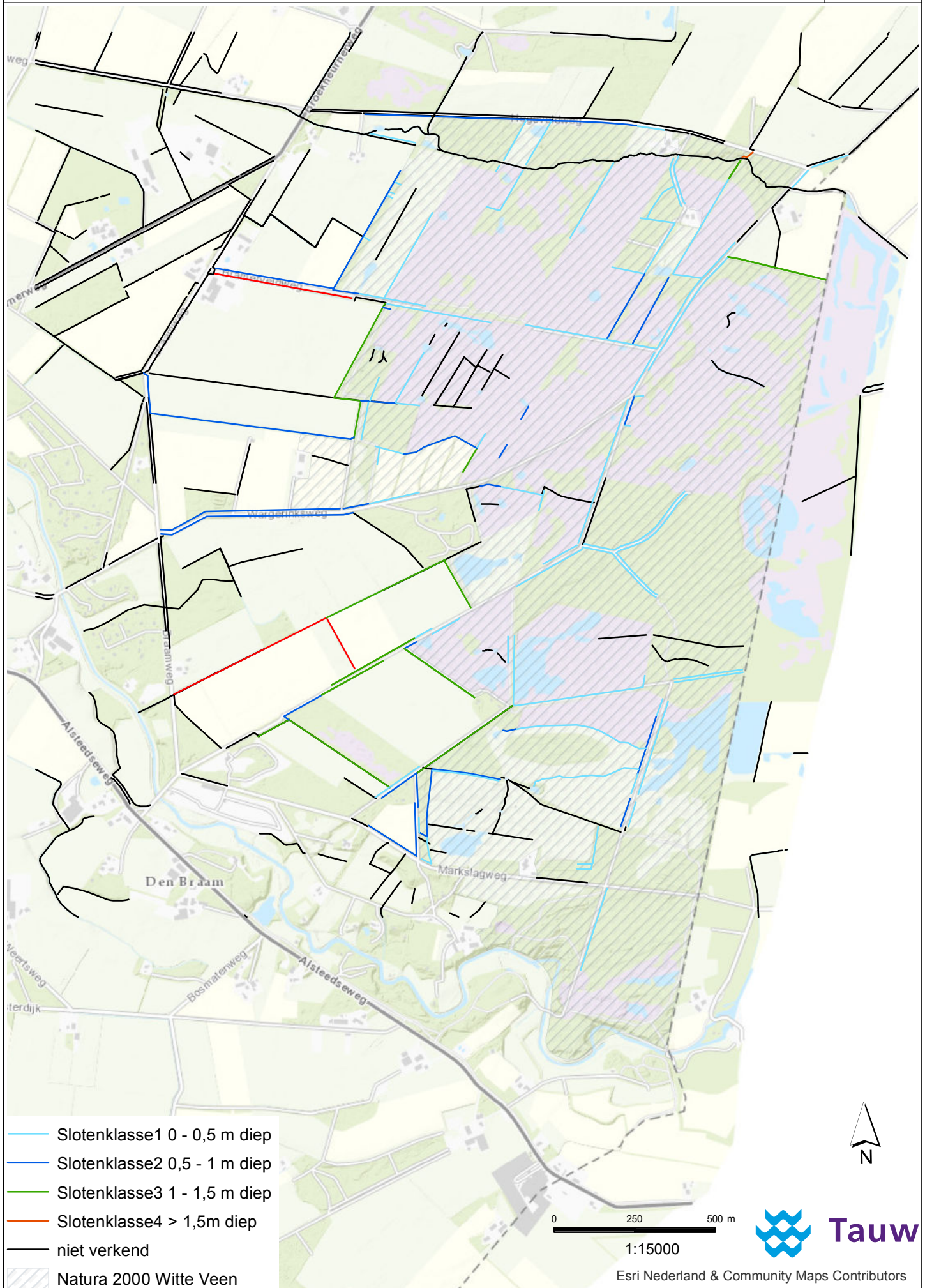
8

Bodemkaart

Bijlage

9

Ligging en diepte watergangen



Ecohydrologische systeemanalyse en uitwerking maatregelenplan Natura 2000-gebied Witte Veen

In het kader van de uitwerking van PAS-maatregelen

Definitief rapport

Zwolle, april 2018



Bell Hullenaar

Ecohydrologisch
Adviesbureau

in opdracht van:



Bell Hullenaar Ecohydrologisch Adviesbureau

Schellerweg 112

8017 AK Zwolle

Telefoon: 038-4774559

E-mail: hullenaar@live.com

Projecttitel: Ecohydrologische systeemanalyse en maatregelenplan Natura 2000-gebied Witte Veen

Opdrachtgever: Gemeente Haaksbergen

Auteurs: J.S. Bell en J.W. van 't 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	1
2	Gebiedsbeschrijving	7
2.1	Oriëntatie en huidige topografische situatie	7
2.2	Historische ontwikkeling	9
2.3	Geologie en geohydrologische opbouw	15
2.4	Hoogteligging	17
2.5	Hoofd-oppervlaktewatersysteem	18
2.6	Vegetatie	20
3	Analyse grondwaterstandsverloop	24
3.1	Inleiding	24
3.2	Resultaten per meetpunt	27
3.3	Totaalbeeld	34
4	Veldonderzoek	37
4.1	Methode	37
4.2	Resultaten inventarisatie oppervlaktewatersysteem	39
4.3	Resultaten onderzoek ecohydrologische dwarsprofielen	44
4.3.1	Hoogveenrestant	44
4.3.2	Grensvennen	46
4.3.3	Bosgebied ten zuiden van het hoogveenrestant	47
4.3.4	Bramerveld	48
4.3.5	Slenk langs Wargerinkweg	49
4.3.6	Natte weide en driehoekig natuurontwikkelingsgebied	50
4.3.7	Het Markslag	52
4.3.8	Hegebeek en omgeving	53
4.3.9	Buurserbeek en omgeving	54
4.4	Belangrijkste resultaten van het bodemchemisch onderzoek	55
5	Synthese, conclusies en herstelmogelijkheden	57
5.1	Ontstaansgeschiedenis, verval en eerste herstel	57
5.2	Huidig ecohydrologisch functioneren en knelpunten	59
5.3	Herstelmogelijkheden	65
6	Maatregelenplan	67
6.1	Inleiding	67
6.2	Maatregelen ten behoeve van het hoogveen	68
6.2.1	Overzicht maatregelen	68
6.2.2	Toelichting maatregelen Nederlandse deel	69
6.2.3	Toelichting maatregelen Duitse deel	73
6.3	Maatregelen ten behoeve van de randzone van het hoogveen	75
6.3.1	Overzicht en algemene toelichting maatregelen	75
6.3.2	Toelichting maatregelen Bramerveld	78
6.3.3	Toelichting maatregelen Slenken Wargerinkweg	82
6.3.4	Toelichting maatregelen Natte Weide en omgeving	82
6.3.5	Toelichting maatregelen Oude Basisbiotoop en Het Markslag	84
6.3.6	Toelichting maatregelen aan de Duitse zijde	86
6.4	Maatregelen ten behoeve van de beekdalen	88
6.4.1	Toelichting maatregelen dal van de Hegebeek	88
6.4.2	Toelichting maatregelen dal van de Buurserbeek	90

Literatuur

Bijlagen

1 Inleiding

Het Natura 2000-gebied Witte Veen betreft een bijna 300 ha groot, ecologisch waardevol hoogveen- en heidegebied met vennen in de gemeente Haaksbergen aan de grens met Duitsland. Het Witte Veen vormt samen met het Duitse Witte Venn een aaneengesloten, grensoverschrijdend natuurgebied (zie figuur 1.1). Met name vanwege knelpunten in de waterhuishouding en een te hoge stikstofdepositie staan de ecologische waarden van het Natura 2000-gebied onder druk.

De gemeente Haaksbergen heeft bureau Bell Hullenaar in het kader van de PAS-regeling verzocht om een ecohydrologische systeemanalyse voor het Natura 2000-gebied Witte Veen uit te voeren en op basis hiervan een maatregelenplan op te stellen voor duurzaam behoud en herstel van grondwaterafhankelijke habitattypen. Het betreft hierbij maatregel M22 uit de PAS-gebiedsanalyse voor het Witte Veen. De systeemanalyse moet aansluiten op het al eerder door Bell Hullenaar voor dit gebied uitgevoerde ecohydrologisch onderzoek (Bell Hullenaar, 2005), dat met name gericht was op het hoogveenrestant. Als invulling van de Natura 2000-opgaven dient de systeemanalyse een bredere opzet te hebben, zodat ook duidelijk wordt op welke wijze de standplaatsomstandigheden van andere habitattypen tot stand komen door processen in de waterhuishouding op landschapsschaal. Op basis van de systeemanalyse dient te worden bepaald of en welke aanvullende hydrologische maatregelen in en nabij het Natura2000-gebied nodig en haalbaar zijn.

Doelstelling en onderzoeksvragen

Doelstelling van het project is het opstellen van een maatregelenplan voor het Natura 2000-gebied Witte Veen op basis van een ecohydrologische systeemanalyse. Op basis van de systeemanalyse dient in zijn algemeenheid een compleet beeld gevormd te worden van de verdroging van het Witte Veen door interne en externe ontwatering en de beste wijze voor aanpak van dit probleem ten behoeve van behoud, herstel en uitbreiding van ecologisch waardevolle grondwaterafhankelijke natuurwaarden, met daarbij specifieke aandacht voor de belangrijkste Natura 2000-doelstellingen:

- Verbetering van de kwaliteit van habitatype H7120 Herstellende hoogvenen met het oog op ontwikkeling van Actieve hoogvenen (hoogveenlandschap) H7110 (N2000-kernopgave 7.05).
- Herstel van randzones van herstellende hoogvenen H7120 met onder andere hoogveenbossen H91D0 en zure vennen H3160 (N2000-kernopgave 7.06).
- Instandhouding en kwaliteitsverbetering van habitattypen H3130 Zwak gebufferde vennen en H4010A Vochtige heiden.

In de systeemanalyse dient specifiek te worden ingegaan op:

- Het ecohydrologisch functioneren van het herstellende hoogveen: in hoeverre zijn met de eerder uitgevoerde herstelmaatregelen de juiste hydrologische condities gerealiseerd voor verbetering van de kwaliteit van het habitatype H7120 Herstellende hoogvenen / ontwikkeling van habitatype H7110 Actieve hoogvenen, welke lekverliezen zijn nog aanwezig en welke aanvullende maatregelen zijn nodig om de lekverliezen tegen te gaan. Deelvragen hierbij zijn:
 - Is er een probleem met wegzijging naar de diepere ondergrond?
 - Treden er nog lekverliezen op via de veendijken met (in de kernen) houten damwanden die zijn aangelegd voor de conservering van water in het hoogveenrestant?
 - Treden er verliezen op naar de landbouwgrond ten noorden van het hoogveenrestant (enclave Jannink)?
 - Is de inrichting van het natuurontwikkelingsgebied aan de Duitse zijde voldoende voor het tegengaan van lekverliezen in oostelijke richting?

- Zijn er nog andere knelpunten die een ontwikkeling in de richting van H7110 Actieve hoogvenen in de weg staan?
- Het ecohydrologisch functioneren van de randzone en het afleiden van de mogelijkheden om tot verbetering hiervan te komen om zo tot een completer, gradiëntenrijk heide- en hoogveenlandschap te komen en daarmee ook tot een kwaliteitsverbetering van de reeds aanwezige habitattypen. Specifiek aandachtspunt hierbij vormt de aanwezigheid van een grote oppervlakte voormalige landbouwgronden in de randzone waarvan de fosfaatrijke bovengrond niet is verwijderd en waar ook op andere wijze geen verschraving van de bodem heeft plaatsgevonden: in hoeverre belemmert dit de beoogde ontwikkeling van het completere gradiëntenrijke heide- en hoogveenlandschap?
- Het ecohydrologisch functioneren van de vennen en met name habitatype H3130 Zwak gebufferde vennen en een hoogveenvennetje met habitatype H7110 Actieve hoogvenen, met daarbij specifieke aandacht voor:
 - Het inzichtelijk maken van de wijze van voeding van de vennen en de wijze waarop de vennen water verliezen naar de omgeving.
 - De oorsprong van het zwak gebufferde water waarmee de vennen en mogelijk ook het hoogveenvennetje gevoed worden.
 - Het risico op eutrofiëring van de vennen door uitspoeling van fosfaat vanuit de voormalige landbouwgronden die op grote schaal in het Natura 2000-gebied aanwezig zijn.
- De invloed van de diepe Hegebeek en de Buurserbeek op het ecohydrologisch functioneren van het Natura 2000-gebied Witte Veen, met daarbij specifieke aandacht voor:
 - Het effect van de beken op het ecohydrologisch functioneren van de zones met habitatype H91E0C Vochtige alluviale bossen in beide beekdalen.
 - Het effect van de Buurserbeek op de ontwikkeling van twee slenkjes met onder andere habitatype H4010A Vochtige heide in het heidegebied aan de noordzijde van de beek.
 - Het effect van de Hegebeek op het gebied met habitatype H4010A Vochtige heide ten zuiden van de beek.

Afstemming met andere projecten

De diepe insnijding van de Hegebeek wordt veroorzaakt door de hoge afvoerpieken die de beek vanuit het Duitse achterland ontvangt: hierdoor is de beekbodem in de loop der jaren steeds verder geërodeerd en is zodoende diep ingesneden, waardoor de beek een sterk drainerende werking heeft op het grondwater. In het kader van de N2000/PAS-processen wordt momenteel door Waterschap Vechtstromen (in samenwerking met Wasserverbund Kreis Borken) een project uitgevoerd om tot effectieve aanpak van het knelpunt van de diepe insnijding van de Hegebeek te komen. De eerste fase omvat de aanleg van een retentiebekken op Duits grondgebied om tot een afvlakking van de piekafvoeren te komen. In de tweede fase is het de bedoeling om tot een verondieping van de beek te komen, om zo de drainerende werking ervan te reduceren. De mate waarin dit dient te gebeuren wordt in het kader van de ecohydrologische systeemanalyse onderzocht.

Al eerder is in het kader van het PAS-programma het 'Hydrologisch onderzoek randzone Witte Veen' uitgevoerd (TAUW, 2017). In dat kader wordt met de term randzone het overgangsgebied van het Natura-2000 gebied naar de externe gronden in de omgeving bedoeld. In het kader hiervan zijn twee zaken onderzocht:

- Wat is de invloedsafstand van de ontwateringssloten in de landbouwpercelen aan de westzijde op de grondwaterstanden in de randzone van het Natura 2000 gebied Witte Veen. Ook dit onderzoek maakt deel uit van de PAS maatregel M22 en heeft betrekking op het nut en noodzaak van het herstel van de hydrologie M1a en M1c (provincie Overijssel, 2015). Hierbij wordt echter niet ingegaan op

het effect van de ontwatering op de habitattypen, want dit wordt gedaan in het kader van deze ecohydrologische systeemanalyse.

- Heeft de Buurserbeek invloed op de grondwaterafhankelijke habitattypen in de twee heideslenkjes in het heideterrein aan de noordzijde van de beek? Deze vraag komt voort uit een kennislacune die isesignaleerd in het kader van het GGOR-proces. Deze vraag wordt in het kader van de studie van TAUW op oriënterende wijze beantwoord. In het kader van deze ecohydrologische systeemanalyse wordt dieper op dit onderwerp ingegaan.

Aanpak

Het project is opgebouwd uit de volgende hoofdonderdelen:

- Bureaustudie.
- Veldonderzoek.
- Synthese en conclusies.
- Uitwerking maatregelenplan.

Bureaustudie

In het kader van het eerdere onderzoek (Bell Hullenaar, 2005) is reeds een bureaustudie uitgevoerd, maar deze was beknopt en had met name betrekking op het herstellende hoogveen en de directe omgeving hiervan. Daarom is een nieuwe bureaustudie uitgevoerd waarin de verschillende onderdelen van de systeemanalyse zijn geactualiseerd en verbreed ten behoeve van een analyse op landschapsschaal.

Deze bureaustudie is opgebouwd uit twee onderdelen:

- Gebiedsbeschrijving (hoofdstuk 2):
 - Oriëntatie en beschrijving huidige topografische situatie.
 - Opstellen van een brede, grensoverschrijdende beschrijving van de historische ontwikkeling van het veencomplex en de omgeving hiervan, met name op basis van historische kaarten.
 - Actualiseren en verbreden van de beschrijving van de geologie en vooral de geohydrologische opbouw op basis van beschikbare (boor)gegevens.
 - Vervaardiging van een grensoverschrijdende hoogtekaart met toelichting.
 - Actualiseren en verbreden van de beschrijving van het hoofdoppervlaktewatersysteem op basis van beschikbare gegevens.
 - Opstellen van een geactualiseerde beschrijving van de vegetatie op basis van beschikbare gegevens.
- Analyse en interpretatie van het grondwaterstandsverloop op basis van de beschikbare meetreeksen van alle peilbuizen in het Natura 2000-gebied (hoofdstuk 3). Met behulp van tijdreeksanalyse-programma Menyanthes wordt afgeleid wat de effecten zijn geweest van eerder uitgevoerde herstelmaatregelen en worden de GXG-waarden afgeleid waarmee karakterisering van het grondwaterstandsverloop kan plaatsvinden.

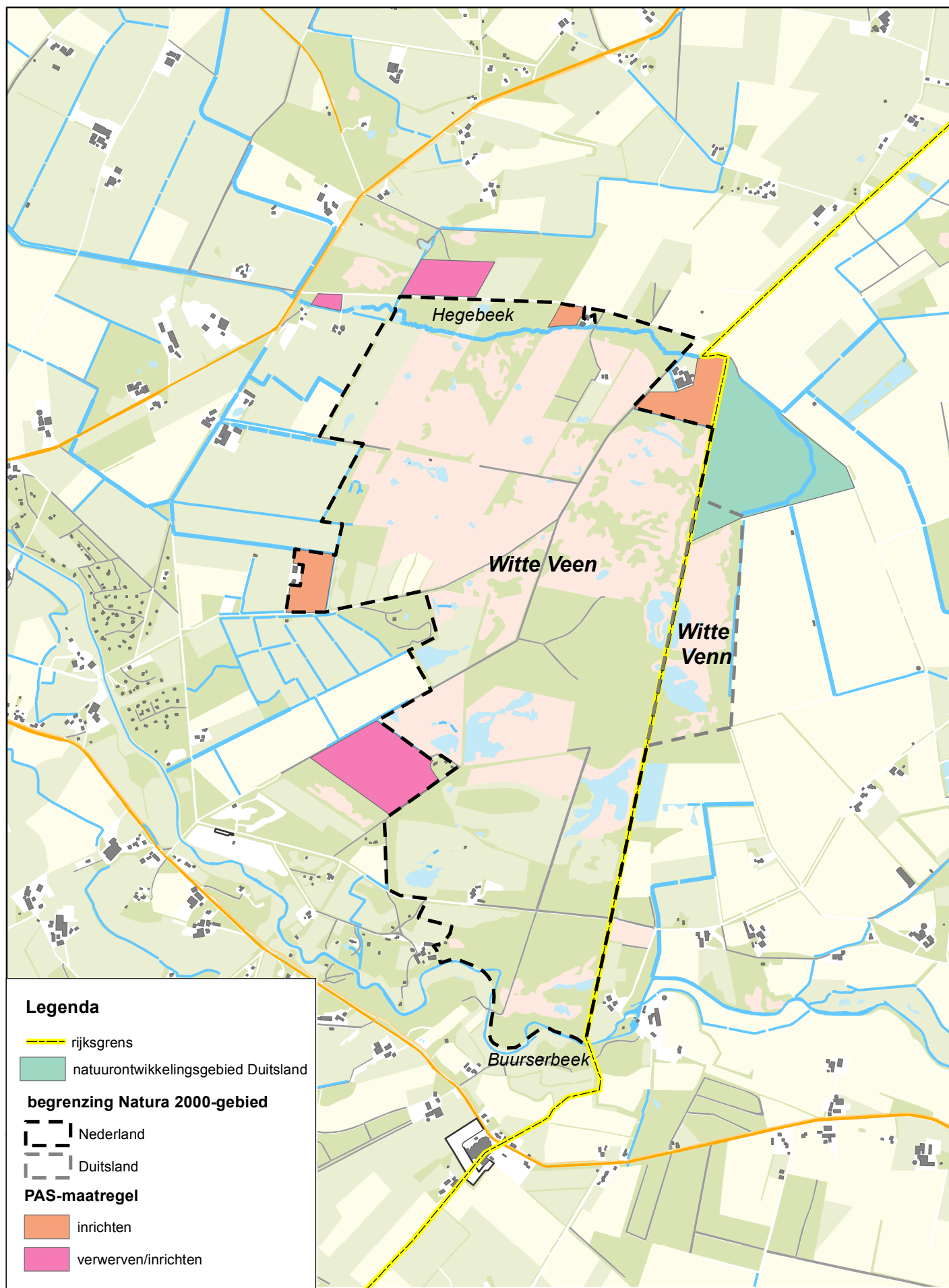
Veldonderzoek

Het veldonderzoek bestaat uit de volgende onderdelen:

- Inventarisatie van het lokale oppervlaktewatersysteem: kartering van sloten, slootrestanten en greppels in het complete projectgebied, de compartimentering van het hoogveengebied met bijbehorende stuwen vastleggen, visuele inspectie van eventuele lekverliezen en het karteren van de oppervlakkige afvoer van het herstellend hoogveen, de vennen en veentjes.
- Vervaardigen van elf ecohydrologische dwarsprofielen, zowel van het complete systeem op landschapsschaal als van inzoomgebieden, daarbij zoveel mogelijk gebruik makend van bestaande peilbuizen en daar waar nodig middels (bij)plaatsing van aanvullende tijdelijke peilbuizen en uitvoering van aanvullende boringen.
- Uitvoeren van hydrochemisch onderzoek, vooral om de mate van buffering van het (grond)water te bepalen en om eventuele antropogene beïnvloeding af te leiden, met name in relatie tot de eventuele aanwezigheid van voedingsstoffen. Hiertoe zijn alle tijdelijke peilbuizen en een selectie van de permanente peilbuizen eenmalig bemonsterd en zijn een aantal monsters van het oppervlaktewater (in de vennen) verzameld. Dit deelonderzoek is uitgevoerd door B-WARE.
- Het uitvoeren van bodemchemisch onderzoek, om te bepalen in hoeverre de aanwezigheid van een fosfaatrijke toplaag ter plaatse van de voormalige landbouwgronden de ontwikkeling van een completer hoogveen- en heidelandschap in de weg staat, uitspoeling van fosfaat kan leiden tot eutrofiëring van de vennetjes in de randzone en het (zo nodig) afleiden van de juiste maatregelen voor het tegengaan van deze mogelijke problemen. Ook het bodemchemisch onderzoek is uitgevoerd door B-WARE.

Synthese en conclusies & opstellen van het maatregelenplan

- Op basis van de resultaten van de systeemanalyse worden de synthese en de conclusies weergegeven, en wordt beschreven welke herstelmogelijkheden er zijn. Deze beschrijving vormt de basis van het maatregelenplan. Voordat het maatregelenplan is opgesteld zijn eerst de resultaten van de systeemanalyse met de projectgroep besproken.
- Vervolgens is het maatregelenplan opgesteld (hoofdstuk 6). De opzet hiervan wordt toegelicht in paragraaf 6.1 (inleiding). Het maatregelenplan is in conceptvorm op 6 februari 2017 besproken met de projectgroep en is vervolgens definitief gemaakt.



2 Gebiedsbeschrijving

2.1 Oriëntatie en huidige topografische situatie

Het Witte Veen ligt in het zuidoosten van Twente, zuidelijk van Enschede en tegen de Duitse grens aan. Het Natura 2000-gebied heeft een oppervlakte van 293 ha en bestaat behalve een hoogveenrestant ook uit natte heide, vennen, graslanden en loof- en naaldbossen. Natuurmonumenten is eigenaar en beheerder. De eerste grondverwerving heeft plaatsgevonden in 1981. Het Witte Veen vormt samen met het circa 42 ha grote Duitse Witte Venn een aaneensluitend, grensoverschrijdend natuurgebied. Van het Duitse deel is 23 ha aangewezen als Natura 2000-gebied (voor ligging: zie figuur 1.1).

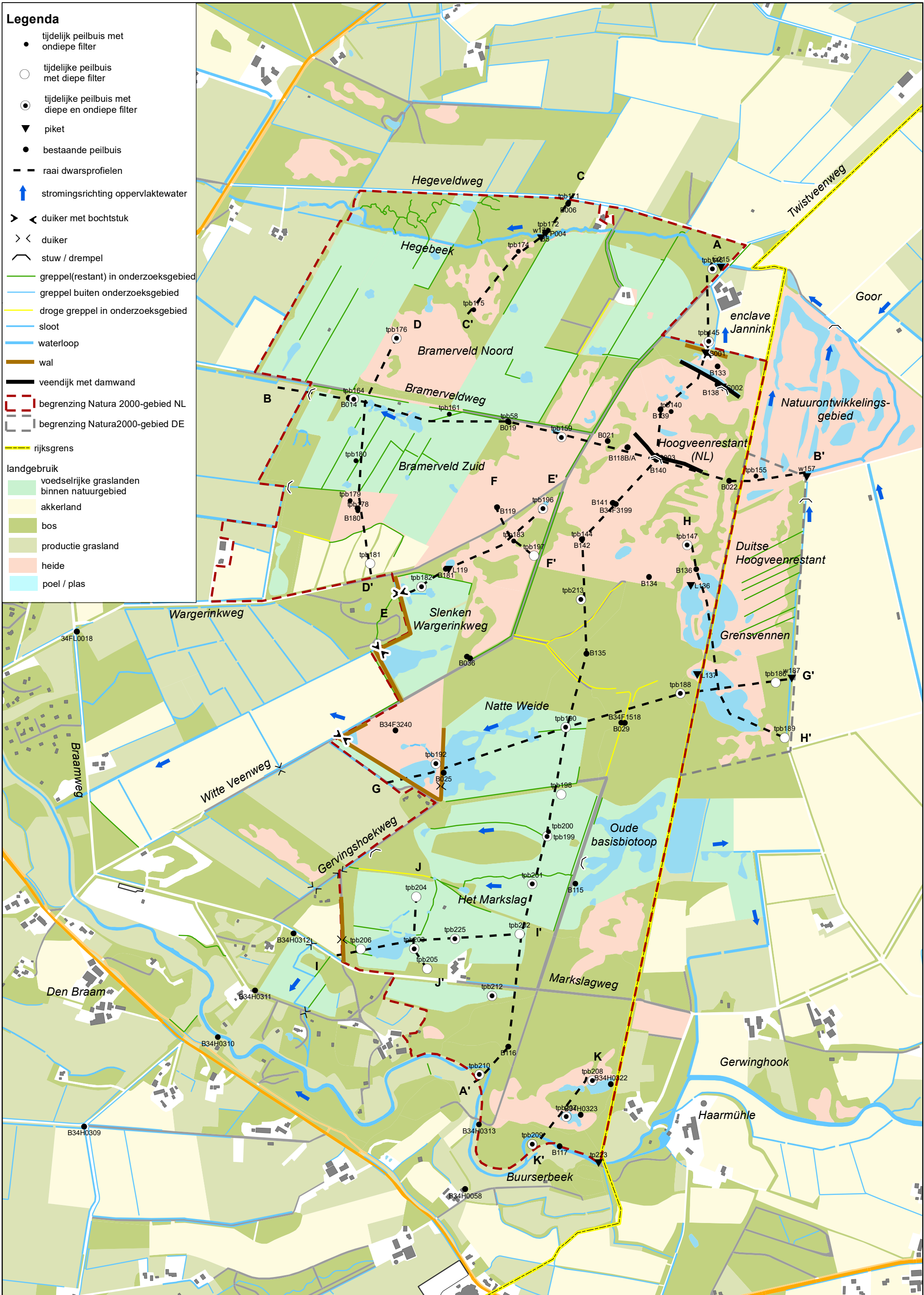
Binnen het grensoverschrijdende natuurgebied kunnen de volgende deelgebieden worden onderscheiden (zie figuur 2.1):

- Het Nederlandse hoogveenrestant: dit is een veenputtencomplex waar vooral sinds de aanleg van (damwand)kaden in 2007 hoogveenregeneratie plaatsvindt. Indien in het vervolg van het rapport gesproken wordt van 'het hoogveenrestant', dan wordt hiermee het Nederlandse hoogveenrestant bedoeld. Indien het Duitse hoogveenrestant wordt bedoeld, dan wordt dat ook als zodanig aangegeven.
- Ten westen van het Nederlandse hoogveenrestant, aan weerszijden van de Bramerveldweg, ligt het Bramerveld. Het betreft een gebied met enkele oude heidekernen, veel voormalige landbouwgronden en enkele bosjes, die deels op voormalige landbouwgrond liggen. Ter plaatse van de voormalige landbouwgronden is bijna overal een voedselrijke vegetatie met veel *Pitrus* aanwezig. In een slenk ten zuiden van de Bramerveldweg is ten behoeve van de realisatie van een boomkikkerbiotoop de fosfaatrijke toplaag afgegraven en zijn in de slenk enkele dammen aangelegd: zo zijn drie kleine vennetjes ontstaan. In 2002 is in een verder naar het zuiden gelegen zone (met peilbuis B180) de fosfaatrijke toplaag afgegraven. Hier is een ontwikkeling richting vochtig heischraal grasland / schraalgrasland gaande. Met de vrijgekomen grond zijn walletjes aangelegd rond de akkertjes ten zuiden van het schraalland.
- Ten oosten van het Nederlandse hoogveenrestant ligt een Duits natuurontwikkelingsgebied. Het deel direct ten oosten van het hoogveenrestant is in 2002 ingericht en in de hierop volgende jaren ook de verder noordelijk en oostelijk gelegen delen. Voorheen was hier een diep gedraineerde akker aanwezig. In het kader van de herinrichting tot natuurgebied is de buisdrainage verwijderd, de bovengrond afgegraven en zijn diverse slenken uitgegraven.
- Ten noorden van het Bramerveld ligt de Hegebeek. Vanaf de plek waar de beek Nederland binnenstroomt ligt de beek grotendeels in natuurgebied. Aan de noordzijde ligt echter een landbouwkundig beheerd graslandperceel en langs de beek is hier ook bebouwing aanwezig. Een nadere beschrijving van de beek(processen) wordt gegeven bij de behandeling van het hoofd-oppevlaktewatersysteem (paragraaf 2.5).
- Tussen de Hegebeek en het Nederlandse hoogveenrestant ligt een kleine landbouwenclave (enclave Jannink) en ook hier is bebouwing aanwezig.
- Ten zuiden van het Nederlandse hoogveenrestant ligt een bosgebied. Het bos bestaat uit een combinatie van naald- en loofhout.
- Ten oosten van dit bosgebied liggen, op de grens met Duitsland, twee vennen: de Grensvennen. Ten oosten van het Noordelijke Grensven ligt een heidegebied met hierin enkele laagten met hoogveenachtige vegetaties. Voor zover gelegen aan de Duitse zijde van de grens betreft het gebied van de Grensvennen en het heidegebied met hierin de venige laagten het Duitse hoogveenrestant.

- Ten westen van het bosgebied, tussen de Wargerinksweg en de Witteveenweg, liggen twee slenken die worden aangeduid als de 'Slenken Wargerinkweg'. Het oostelijke deel van dit deelgebied bestaat uit heide, met hierin een klein hoogveenvennentie, en enkele bosjes. Het westelijke deel bestaat uit voormalige landbouwgronden. In de zuidelijke slenk is door het aanbrengen van een dam op de buitengrens van het natuurgebied een plas ontstaan. In het bosgebied ter plaatse van de externe voortzetting van de noordelijke slenk ligt camping De Leemkoel.
- Ten zuiden van het bosgebied ligt de zogenaamde 'Natte Weide'. Ook dit is een voormalig landbouwgebied. Vanwege de aanleg van een dam is in het westelijke deel van de Natte Weide een plas ontstaan.
- Ten westen van de Natte Weide en langs de Witteveenweg ligt een driehoekig natuurontwikkelingsgebied: de fosfaatrijke toplaag is hier in 1993 afgegraven en er is een ecologisch waardevolle gradiënt van droog heischraal grasland, via vochtig heischraal grasland (met onder meer Heidekartelblad) naar zwak gebufferde vennen tot ontwikkeling gekomen. In het centrale deel is ook een poel uitgegraven.
- Ten zuiden van de Natte Weide ligt Het Markslag. Dit deelgebied bestaat grotendeels uit voormalige landbouwgronden. Het zuidelijke deel betreft een oude ontginning die al aan het einde van de 18^e eeuw aanwezig was (zie Hottingerkaart, figuur 2.1b). In het oostelijke deel van het deelgebied is in 1990 middels afgraving van de bovengrond een omvangrijk basisbiotoop voor de boomkikker aangelegd: het oude basisbiotoop. De populatie Boomkikker die zich hier aanvankelijk vestigde is inmiddels echter verdwenen. In 2000 is in de zuidwesthoek van het deelgebied een nieuw basisbiotoop voor de Boomkikker aangelegd, eveneens door afgraving van de bovengrond. Hier is in de huidige situatie wel een populatie Boomkikker aanwezig.
- Ten zuiden van Het Markslag is vooral bos aanwezig. In het zuidelijke deel van dit bosgebied (en nabij de Buurserbeek) ligt een heideterrein met hierin twee vochtige slenken.
- Ten zuiden van het bosgebied en het heideterrein ligt de Buurserbeek. Een nader beschrijving van de beek en de hier uitgevoerde maatregelen wordt gegeven bij behandeling van het hoofd-oppervlaktewatersysteem (paragraaf 2.5).

Beheer

Sinds 1989 wordt ongeveer 200 ha jaarrond begraasd met Schotse Hooglanders (In 't Veld & De Bruijn, 2004). Naast grasland worden ook heide, bos en het hoogveenrestant begraasd. De begrazing heeft geleid tot meer structuur in de graslanden en meer geleidelijke overgangen tussen open en gesloten terreindelen. De begrazing beperkt ook de groei van berken (*Betula spec.*). De resterende bosopslag wordt handmatig verwijderd. Plaatselijk is door de begrazing een gevarieerd mozaïek ontstaan van heide, braamstruweel en grazige stukken. Veel dieren profiteren hiervan.



2.2 Historische ontwikkeling

De historische ontwikkeling van het Witte Veen en omgeving wordt toegelicht aan de hand van een aantal historische kaarten (zie figuur 2.2).

Kaart van 1820

Op deze kaart is te zien dat er begin 19^e eeuw ten zuiden van de Hegebeek een grensoverschrijdend veengebied aanwezig was: het hoogveencomplex Witte Veen - Witte Venn. Dit complex vormde bovendien een samenhangend geheel met het ten noorden van de Hegebeek gelegen Wussing Veen (dat later in de tijd en ook elders in dit rapport) wordt aangeduid als het Weussink-Broekheurneveen). De Hegebeek ontspringt in het veengebied, op de naden van de veenkoepels van het Witte Veen / Witte Venn in het zuiden en het Weussink-Broekheurneveen in het noorden. Zodoende was waarschijnlijk met name hier, op het snijvlak van de twee veenkoepels, een waardevolle lagg aanwezig.



Figuur 2.2a Topografische kaart van 1820

Hottingerkaart (eind 18^e eeuw)

De Hottingerkaart is nog iets ouder dan de eerder behandelde kaart, maar deze kaart biedt bijna geen informatie over het Duitse deel en wordt zodoende pas als tweede behandeld. Ook uit deze kaart volgt de samenhang met het Wussingveen en de kaart levert met name een scherper beeld van het Witte Veen aan het einde van de 18^e eeuw: tussen de Hegebeek en de Buurserbeek is een uitgestrekt en ogenschijnlijk ongeschonden drassig gebied aanwezig. Alleen een zone langs de Buurserbeek is niet drassig.



Figuur 2.2b Hottingerkaart

Kaart van 1850

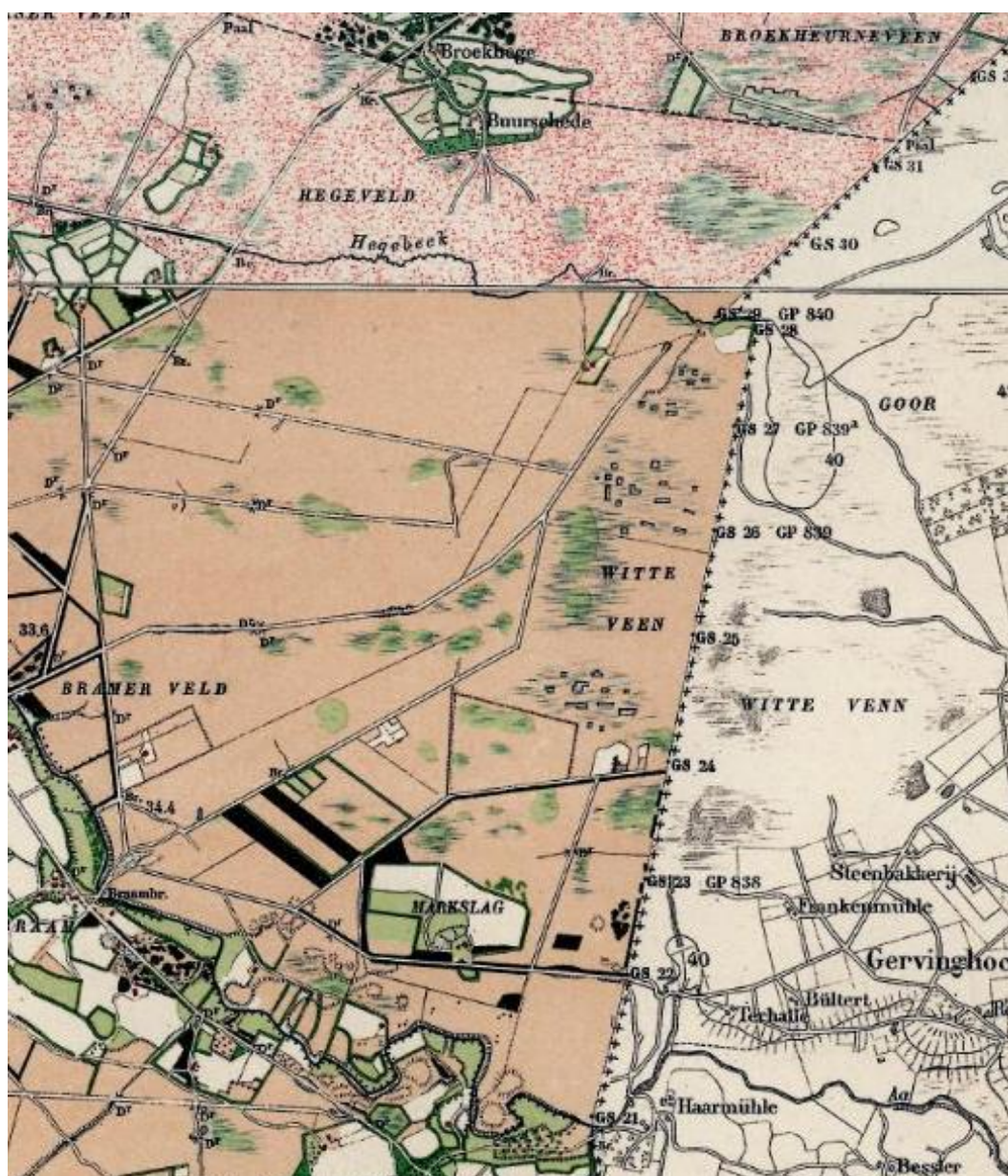
Ook deze kaart geeft een behoorlijk scherp beeld. Bij de interpretatie ervan moet beseft worden dat het Duitse deel echter niet correct is ingetekend (zoals straks zal blijken bij de behandeling van de wel correcte kaart van 1915). Belangrijk aspect van de kaart is dat het hoogveengebied van het Witte Veen hierop duidelijk zichtbaar is (in de situatie van 1850). Aan de westzijde loopt het veengebied door tot aan de Witte Veenweg en aan de zuidzijde tot en met Natte Weide en het gebied van het oude basisbiotoop.



Figuur 2.2c Topografische kaart van 1850

Kaart van 1915

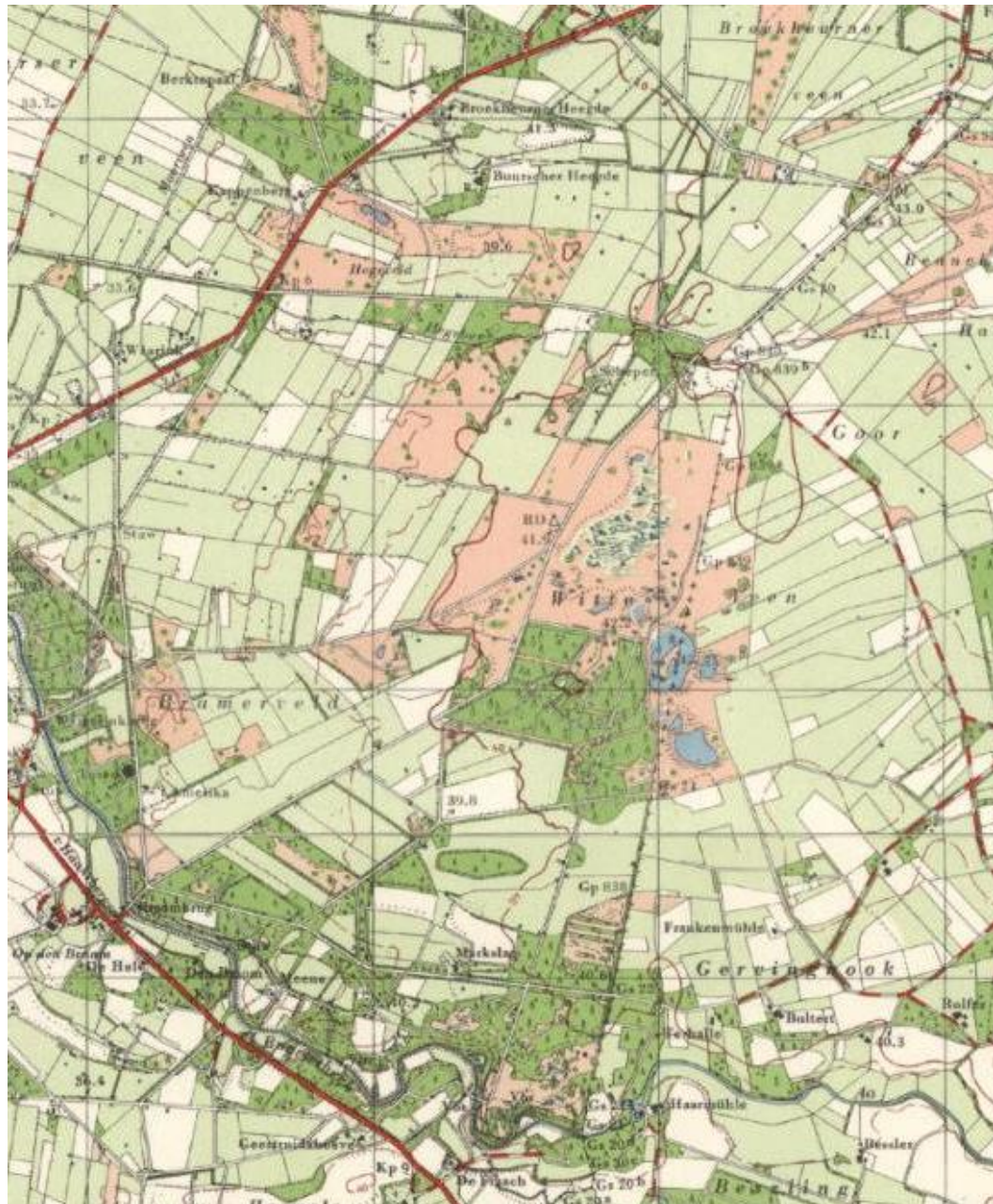
De grensoverschrijdende topografische kaart van 1915 geeft een fraai beeld van het toen aan weerszijden van de rijksgrens nog aanwezige honderden hectaren groot heidegebied met venige laagten. Behalve ter plaatse van het huidige hoogveenrestant zijn in het Nederlandse deel venige laagten aanwezig in het huidige bosgebied ten zuiden van het hoogveenrestant, de Natte Weide, ter plaatse van de laagte van het oude basisbiotoop, in de slenk langs de Wargerinkweg en plaatselijk in het Bramerveld. Aan de Duitse zijde is vanaf de huidige Grensvennen tot en met het natuurontwikkelingsgebied een uitgestrekt veengebied aanwezig. Ten zuiden van de Grensvennen ligt nog een venige laagte en deze laagte vormt één geheel met de laagte ter plaatse van het oude basisbiotoop. In sommige venige laagten zijn op de kaart veenputjes ingetekend, wat aangeeft dat er kleinschalige turfwinning heeft plaatsgevonden. In de heidegebieden zijn dan ook al sloten / greppels aangelegd. Dus het heide- en hoogveenlandschap was niet ongeschonden: ook toen was al sprake van verdroging.



Figuur 2.2d Topografische kaart van 1915

Kaart 1960

Vooral in de periode 1925 - 1950 vindt grootschalige ontginning plaats. In het Nederlandse deel worden grote delen van het heidegebied ontgonnen tot landbouwgebied en het bos ten zuiden van het huidige hoogveenrestant wordt aangeplant. In Duitsland wordt bijna het complete hoogveengebied tot aan de rijksgrens ontgonnen tot landbouwgebied. In 1960 zijn aan de Duitse zijde alleen de Grensvennen en enkele kleine stukjes strook heide nog aanwezig en aan de Nederlandse zijde resteren alleen het hoogveenrestant en enkele kleine heidevelden.



Figuur 2.2e Topografische kaart van 1960

Verwerving en herstelbeheer

Circa 90 ha heide en hoogveen blijft van ontginning gespaard en wordt in 1981 door Natuurmonumenten aangekocht. Vooral in de jaren 1990 wordt het natuurgebied door verwerving van landbouwgronden flink uitgebreid, niet alleen in het Bramerveld, maar ook in het gebied tussen het hoogveenrestant en de Buurserbeek. Na verwerving worden hier sloten gedempt of afgedamd en zo is een beschermende hydrologische buffer om het resterende heide- en hoogveengebied gerealiseerd. In 2000 wordt op de noordgrens van het hoogveenrestant een leemkade aangelegd om het waterverlies naar het noordelijk gelegen landbouwgebied (enclave Jannink) te verminderen. Bovendien verwerft Kreis Borken een akker die aan het hoogveenrestant grenst, en in de periode 2001/2002 wordt de drainage uit de akker verwijderd, de voedselrijke bovengrond afgegraven en worden enkele slenken uitgegraven.

Hoewel deze maatregelen zorgden voor een verbetering van de waterhuishouding van het hoogveenrestant, volgde uit ecohydrologisch onderzoek in 2004 dat het hoogveenrestant nog altijd veel water verloor (Bell Hullenaar, 2005). Daar waar mogelijk zijn deze lekkages middels uitvoering van maatregelen in 2007 tegengegaan. Bij behandeling van de resultaten van het veldonderzoek (in hoofdstuk 4) volgt meer informatie hierover.

2.3 Geologie en geohydrologische opbouw

Geologie

Het grensoverschrijdend natuurgebied Witte Veen / Witte Venn ligt op het Oost-Nederlandse plateau, een rijzingsgebied. Oude, tertiaire klei ligt hierdoor dicht onder het aardoppervlak. In het Saalien is de kleiondergrond door het landijs gemodelleerd en is een stugge, sterk kleiige keileem als grondmorene achtergebleven. Door smeltwater van het landijs zijn in de keileem dalen uitgesleten. In het Weichselien werd op de keileem en in de smeltwaterdalen een dun pakket fluvioperiglaciale zanden en dekzanden afgezet (Formatie van Boxtel). Plaatselijk is dit zand weer door de wind verstoven of door sneeuwsmelwater weggespoeld waardoor vele laagten en slenken zijn ontstaan. In de laagten trad in het Holoceen hoogveengroei op. Door vervening is het hoogveen grotendeels verdwenen: in de huidige situatie is vrijwel alleen in het hoogveenrestant nog veen aanwezig. Ook hier resteert echter slechts een netwerk van dijkes met hoogveenputjes waarin secundaire hoogveengroei plaatsvindt.

Geohydrologische opbouw

Overall waar in het grensoverschrijdende natuurgebied diepe boringen zijn uitgevoerd is een dikke leem- en kleilaag aangetroffen. Al deze boorlocaties en de hier aangetroffen dikte van de leem- / kleilaag zijn specifiek op de kaart van figuur 2.3 aangegeven. De aangetroffen dikte van de leem- / kleilaag loopt uiteen van veelal circa 4 tot 17 meter. Ter plaatse van een diepe boring op de westgrens van het hoogveenrestant bedraagt de dikte van de leem- en kleilaag 14 meter en verder naar het westen (in het Bramerveld) neemt de dikte nog verder toe: via 17 meter langs de Bramerveldweg naar 27 meter buiten het Natura 2000-gebied langs de Braamweg. In het Duitse deel is de kleilaag dunner, maar nog altijd minimaal ruim 5 meter op de oostgrens van het huidige natuurgebied. Naar het noordoosten toe wordt de leem- en kleilaag nog dunner, maar ook in het ten noordoosten is nog altijd een leem- en kleilaag van enkele meters aanwezig. In het zuidelijke deel van het projectgebied is ter hoogte van de zuidoosthoek van de Natte Weide een kleidikte van > 7,8 meter aangetroffen en ter hoogte van de Markslagweg van 3,8 meter.

Deze dikke leem- en kleilaag vormt de hydrologische basis van het grensoverschrijdende natuurgebied. Op basis van de diepe boorgegevens, het zeer snel optreden van oppervlakkige afvoer bij een neerslagoverschot (zie paragraaf 4.2) en het niet of slechts in beperkte mate wegzakken van de grondwaterstand in de zandondergrond beneden de waterstand in het veenpakket van het hoogveenrestant (zie hoofdstukken 3 en 4) volgt dat de hydrologische basis als praktisch ondoorlatend kan worden beschouwd en dat hierin dus ook geen gaten aanwezig zijn. Wel volgt zowel uit de beschikbare boorgegevens in Dino als uit de boorbeschrijvingen van het hydrologisch meetnet dat in het Witte Veen op sommige plekken na het aanboren van de keileem zandlagen zijn aangetroffen. Deze zandlagen moeten (gezien het bovenstaande) worden beschouwd als lokale zandnesten in de keileem of tussen de keileem en de tertiaire klei in de ondergrond en hebben dus geen grote betekenis voor het functioneren van het hydrologische systeem.

De hydrologische basis ligt in het Witte Veen / Witte Venn over het algemeen slechts één tot hooguit circa vier meter onder de oppervlakte. Het zandpakket van de Formatie van Boxtel vormt het (zeer) dunne en enige watervoerende pakket. Het watervoerende pakket bestaat hoofdzakelijk uit matig fijn tot (vooral onderin) matig grof zand.

In het hoogveenrestant ligt op de zandlaag een dun veenpakket met (in het centrale deel) aan de basis hiervan een kleiige gyttja, ofwel een meerbodemafzetting. De gyttja heeft een weerstandsbiedende werking. Het veenpakket bestaat uit een dunne laag restveen

(van hooguit een halve meter) en secundair gevormd veen in veenputten (eveneens van hooguit een halve meter). Vooral het secundair gevormde veen is zeer goed doorlatend.

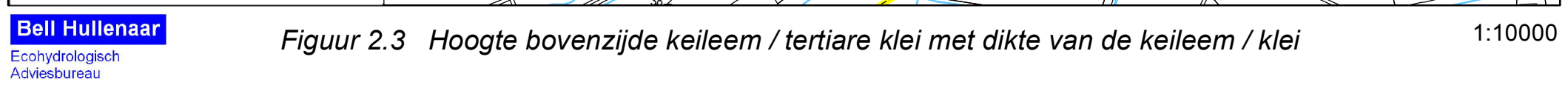
Hoogteligging van de bovenzijde van de leem- en kleilaag

In het zeer ondiepe hydrologische systeem van het Witte Veen / Witte Venn is de hoogteligging van de bovenzijde van de leem- en kleilaag sterk bepalend voor de werking ervan. Zodoende is op basis van alle beschikbare boorgegevens (zowel diepe als ondiepe) en aangevuld met de boringen uit het eigen veldonderzoek (van zowel het onderzoek in 2005 als in 2017), een kaart vervaardigd van de bovenzijde van de leem- en kleilaag (zie figuur 2.3).

Het beeld van de hoogteligging is als volgt:

- In het zuidelijke deel van het hoogveenrestant ligt de bovenzijde van de leem- en kleilaag, ofwel de hydrologische basis, het hoogst, namelijk op circa 40 mNAP.
- Ter plaatse van het hoogveenrestant loopt de hydrologische basis geleidelijk in noordoostelijke richting af, naar circa 37 mNAP.
- Ter plaatse van het Bramerveld is een veel steilere helling aanwezig in de hydrologische basis, vanaf circa 40 mNAP ter plaatse van de Witte Veenweg naar circa 33,5 mNAP op de westgrens van het Natura 2000-gebied.
- Er zijn drie hoofdgeulen aanwezig in de leem- en kleiondergrond, namelijk ter plaatse van de Hegebeek, ter plaatse van de Buurserbeek en ook vanaf het Zuidelijke Grensveen naar de Natte Weide en het driehoekig natuurontwikkelingsgebied ten westen hiervan.
- Uit vergelijking met de hoogtekkaart (figuur 2.4) volgt dat de geul van de Buurserbeek met name aan de noordzijde veel breder is dan het huidige dal. De geul van de Natte Weide is vanwege de opvulling met zand nog slechts deels herkenbaar in de huidige hoogteligging. Ook is opvallend dat de Hegebeek ter plaatse van de zuidflank van de hier aanwezige geul ligt.

Bij de behandeling van de resultaten van het veldonderzoek wordt aan de hand van ecohydrologische dwarsprofielen (paragraaf 4.3) per deelgebied in meer detail ingegaan op de betekenis van de hoogteligging van de hydrologische basis op het hydrologisch functioneren.



1:10000

2.4 Hoogteligging

Het reliëf van het projectgebied wordt vooral bepaald door de aanwezigheid van de grondmorene, de hierin uitgesleten smeltwatergeulen, de dunne laag fluvioperiglaciale afzettingen en/of dekzand die hierop in afgezet en plaatselijk weer door de wind verstoven of door sneeuwsmeltwater weggespoeld, waardoor een fijnmazige afwisseling van laagten / slenken en ruggen is ontstaan.

Op basis van AHN2-hoogtebestand van het Nederlandse deel en een DGM-bestand van het Duitse deel is een grensoverschrijdende maaivelds-hoogtekaart vervaardigd (zie figuur 2.4). Deze hoogtekaart geeft een gedetailleerd beeld van dit fijnmazige reliëf:

- Het hoogveenrestant ligt in een langgerekte laagte die in noordelijke richting via de enclave Jannink doorloopt naar de Hegebeek. De laagte is aan de west-, zuid- en oostzijde omgeven door dekzandruggen. De dekzandruggen lopen door in de enclave Jannink, maar zijn hier vervlakt.
- Ten noorden van enclave Jannink ligt ook de Hegebeek zelf in een laagte. Deze laagte wordt aan weerszijden omsloten door dekzandruggen en ten noordwesten van het uiteinde van de raai van dwarsprofiel A-A' snijdt de Hegebeek hier doorheen. Pas verder benedenstrooms is sprake van een doorlopende dal.
- Het Bramerveld ligt vooral in het relatief sterk hellende westelijke deel van het natuurgebied en op de overgang naar het dal van de Hegebeek. Ten zuiden van de Bramerveldweg ligt een slenk met hierin de drie eerder genoemde vennetjes. Ook tussen de Wargerinkweg en de Witte Veenweg liggen twee slenken.
- In het Duitse deel is vanaf het Noordelijke Grensven tot en met het natuurontwikkelingsgebied een omvangrijke laagte aanwezig en deze laagte omvat ook een groot deel van de huidige akker ten oosten van het natuurgebied. Dit is de enige laagte waar in het verleden het grootste deel van het Duitse hoogveengebied was gesitueerd (zie topografische kaart van 1915, figuur 2.2d). In het natuurontwikkelingsgebied is door het afgraven van de bovengrond en het uitgraven het maaiveld sterk verlaagd, waardoor het niet meer goed aansluit op het niet afgegraven zuidelijke deel en er ook een aanzienlijk hoogteverschil is ontstaan met het maaiveld in het hoogveenrestant.
- Een dekzandrug scheidt het Noordelijke Grensven van het Zuidelijke Grensven. De laagte van het Zuidelijke Grensven sluit via een slenkje in het bosgebied aan op de hoofdslenk ter plaatse van de Natte Weide. Aansluitend op de hoofdslenk van de Natte Weide liggen in het bosgebied nog diverse andere kleine slenken. Één van deze zijslenken loopt door tot in het hoogveenrestant. Ter plaatse van het oude basisbiotoop, de plas ten oosten hiervan en de akker die hier weer aan grenst is een aanzienlijke grensoverschrijdende laagte aanwezig. De hoogteligging van het Nederlandse deel van deze laagte wordt vanwege de dichte (Pitrus)begroeiing. Het maaiveld van deze laagte is mogelijk iets te hoog aangegeven op de AHN2-hoogtekaart. Ook in deze slenken en laagten was in het verleden hoogveen aanwezig (zie figuren 2.2c en 2.2d).
- Ook in het deelgebied Het Markslag is een fijnmazig slenkenstelsel aanwezig, met in het westelijke deel van de zuidelijke slenk het nieuwe basisbiotoop. Tenslotte liggen ook in het heideterrein langs de Buurserbeek twee kleine slenken en ten zuiden hiervan ligt het dal van de Buurserbeek.

2.5 Hoofd-oppervlaktewatersysteem

In deze paragraaf wordt alleen het hoofdstelsel behandeld: de Hegebeek in het noorden, de Buurserbeek in het zuiden en (in hoofdlijnen) de landbouwkundige stelsels aan de westzijde (in Nederland) en aan de oostzijde (in Duitsland). Het lokale systeem van het grensoverschrijdende natuurgebied zelf wordt behandeld in hoofdstuk 4.

Hegebeek

De Hegebeek ziet er vanwege het optreden van natuurlijke beekprocessen aantrekkelijk uit, maar vanwege de hoge afvoerpieken die de beek vanuit het Duitse achterland ontvangt, is de beekbodem in de loop der jaren steeds verder geërodeerd en zodoende diep ingesneden, waardoor de beek een sterk drainerende werking heeft op het grondwater. In het verleden is getracht om middels het aanbrengen van drempels de erosie te beteugelen. De meeste drempels zijn echter weggespoeld. Alleen de stevige keiendrempel ter plaatse van de brug over de beek tussen raaien A-A' en C-C' heeft stand gehouden. In het kader van de N2000/PAS-processen wordt momenteel door Waterschap Vechtstromen een project uitgevoerd om tot effectieve aanpak van dit knelpunt te komen. Het project is opgesplitst in twee fasen. De eerste fase omvat de aanleg van een retentie / retenties op Duits grondgebied om tot een afvlakking van de piekafvoeren te komen. In de tweede fase is het de bedoeling om tot een verondieping van de beek te komen, om zo de drainerende werking ervan te reduceren. De mate waarin dit dient te gebeuren is in het kader van deze ecohydrologische systeemanalyse (aan de hand van dwarsprofielen A-A' en C-C') onderzocht.

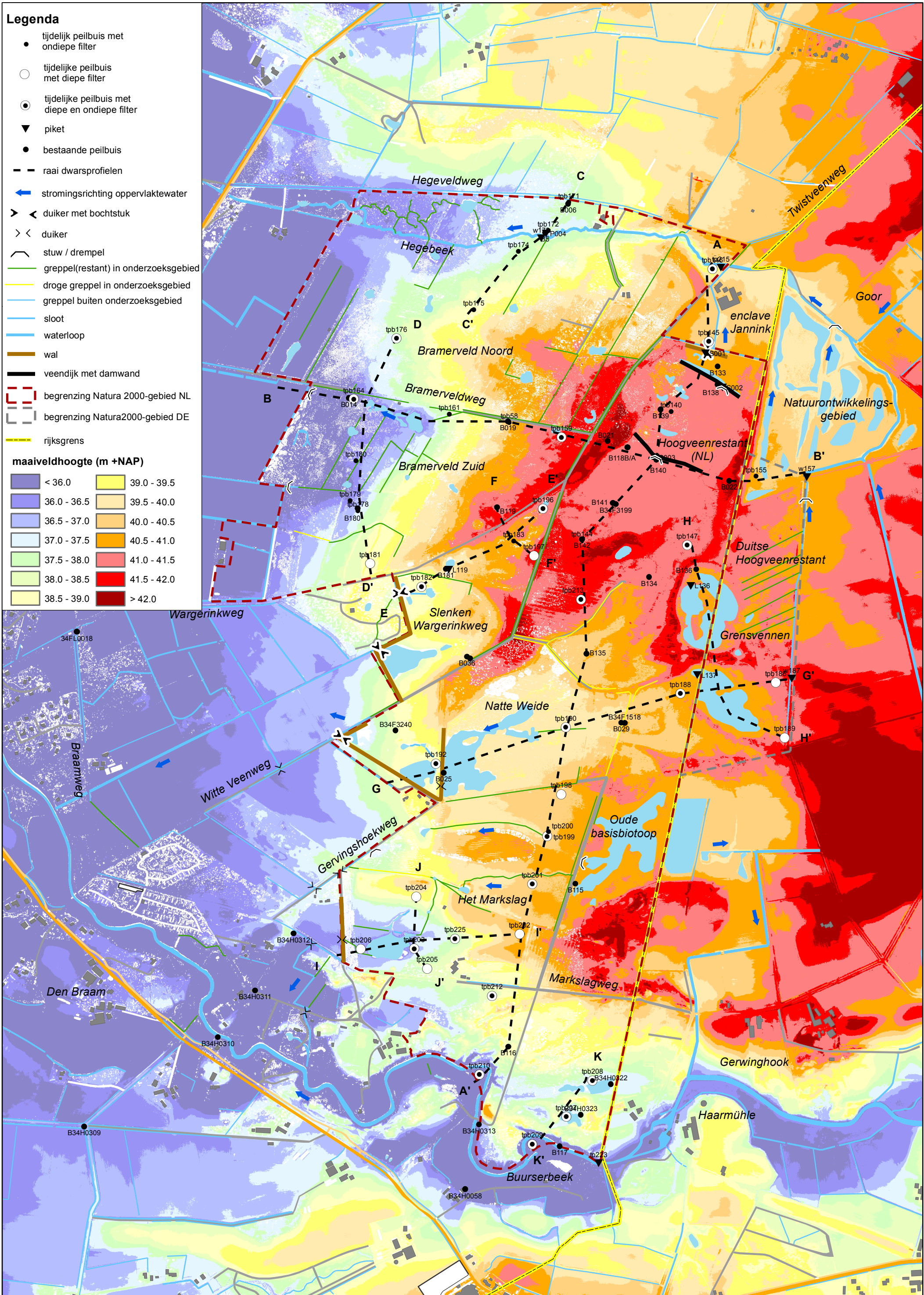
In de uiterste noordwesthoek van het Natura 2000-gebied en in het beektraject direct ten westen hiervan is al eerder een beekherstelproject uitgevoerd: ten noorden van de hier voorheen gekanaliseerde beekloop is de meanderende beekloop hersteld. De gekanaliseerde beekloop wordt nog wel gebruikt als extra afvoerweg bij afvoerpieken.

Buurserbeek

Ook de Buurserbeek is diep. Voorheen waren in de beek veel stuwen aanwezig. In 2005 zijn in het kader van een beekherstelproject stuwen verwijderd of vervangen voor cascades, zijn oude meanders weer aangesloten, en gekanaliseerde trajecten gedempt. Deze maatregelen zijn gunstig geweest voor het optreden van natuurlijke beekprocessen. De beek is echter nog altijd diep. Het effect hiervan op het ecohydrologisch functioneren van het Natura 2000-gebied is aan de hand van ecohydrologische dwarsprofielen A-A' en K-K' inzichtelijk gemaakt (zie paragraaf 4.3).

Landbouwkundige stelsels aan de west- en oostzijde

Aan de Nederlandse zijde, ofwel ten westen van het Natura 2000-gebied, zijn van noord naar zuid over de gehele lengte van het Natura 2000-gebied diepe landbouwkundige ontwaterings- en afwateringsstelsels aanwezig, die een sterk drainerende werking hebben op het grondwater. Ook de effecten hiervan op het ecohydrologisch functioneren van het Natura 2000-gebied zijn aan de hand van de enkele dwarsprofielen inzichtelijk gemaakt (zie paragraaf 4.3) en door TAUW is middels analytische berekeningen de invloedsafstand van de stelsels bepaald. De resultaten hiervan worden behandeld in samenhang met de behandeling van de ecohydrologische dwarsprofielen. Aan de westzijde van het Natura 2000-gebied zijn ook twee deelgebieden specifiek als 'inrichten' begrensd, om de negatieve invloed weg te nemen.



Aan de Duitse zijde, ten noordoosten en oosten van het natuurgebied, is een diep landbouwkundige ontwaterings- en afwateringsstelsel aanwezig van het ontgonnen gebied het 'Goor'. Dit stelsel watert af op Hegebeek en is de veroorzaker van de piekafvoeren met de bijbehorende erosie in de Hegebeek. Vooral aan de hand van dwarsprofiel B-B' wordt het effect van dit stelsel op het ecohydrologisch functioneren van het grensoverschrijdende natuurgebied inzichtelijk gemaakt (zie paragraaf 4.3). Aan de zuidoostzijde ligt een diepe afvoersloot die de zuidoosthoek van de grensoverschrijdende laagte van het oude basisbiotoop doorsnijdt.

2.6 Vegetatie

Inleiding

De vegetatie is beschreven aan de hand van een vegetatiekaart uit 2012 (Altenburg & Wymenga, 2013), waarnemingen die door de ecoloog R. Ketelaar van Natuurmonumenten de laatste jaren zijn gedaan en waarnemingen van A. Jansen (van de Unie van Bosgroepen) en J.W. van 't Hullenaar (van Bell Hullenaar) bij een gezamenlijk veldbezoek op 29 maart 2017. Bij de beschrijving wordt ook vermeld welke grondwaterafhankelijke vegetaties begrensd zijn als habitattypen. De habitattypenkaart is als figuur 2.5 in deze paragraaf opgenomen.

Hoogveenrestant

De veenputten compartimenten van het hoogveenrestant bestaan voor een belangrijk deel uit hoogveenslenkvegetaties van het type van Veenpluis en in mindere mate het type van Witte Snavelbies. In de slenken komt plaatselijk Klein blaasjeskruid voor. Naast de slenkvegetaties komen ook vegetaties voor die verwant zijn aan hoogveenbultvegetaties. Dit betreft het type van Waterveenmos, de vorm van Eenarig wollegras. Plaatselijk komt het type van Wrattig veenmos voor. Met name in het noordelijke deel zijn drijvende kraggen met Witte snavelbies en Ronde zonnedauw aanwezig. In het gehele hoogveenrestant komt Eenarig wollegras over grote oppervlakten frequent tot dominant voor. Aan de westkant van de kern, tegen de dekzandrug aan, is Wrattig veenmos plaatselijk aan te treffen.

Er is sinds de aanleg van de veendijkje met damwanden in 2007 sprake van een duidelijke vernatting, getuige de vele dode en stervende berken en de sterke toename van Eenarig wollegras ten koste van Pijpenstrootje en het weer goed op gang komen van de groei van veenmossen. Het voormalige Berkenbroek in het zuidelijke deel heeft zich ontwikkeld tot een aan hoogveen verwante vegetatie met veel Eenarig wollegras. Plaatselijk komen vegetaties met Fraai veenmos voor. Dit is een stadium verder dan de echte slenkvegetaties met voornamelijk Waterveenmos. Bij voortschrijdende ontwikkeling kunnen zich in deze vegetaties ook hoogveensoorten vestigen.

Het gehele hoogveenrestant en de directe omgeving hiervan is begrensd als habitatype H7120 Herstellende hoogvenen.

Bramerveld

De oude heidekernen bestaan voornamelijk uit natte heidevegetaties, type van snavelbiezen en Kleine zonnedauw, vorm van Bruine snavelbies en type van Gewone dophei, typische vorm. Soms is ook het type van snavelbiezen en Kleine zonnedauw, vorm van Moeraswolfsklauw aanwezig. Vooral op de overgang naar het dal van de Hegebeek zijn plaatselijk typen / vormen aanwezig die duiden op een lichte grondwaterinvloed: vorm met Blauwe zegge, type van Geelgroene zegge en vorm met Beenbreek. Op één plek hogerop de helling (en direct ten westen van de Witte Veenweg) komt type van Gewone dophei, vorm met hoogveensoorten voor. Hier groeit behalve Wrattig veenmos ook Hoogveenveenmos. Het betreft een overgang tussen natte heide en hoogveenbultvegetaties. De hoger gelegen delen zijn begroeid met het type van Struikhei en Gewone dophei, veelal in verarmde vorm. In recentelijk geplagde delen groeit vaak Bruine snavelbies en Kleine zonnedauw. De natte heidevegetaties zijn begrensd als habitatype H4010A Vochtige heide, met hierin kleine zones H7150 Pioniervegetaties met snavelbiezen.

In de (als Boomkikkerbiotoop aangelegde) twee oostelijke vennetjes in de slenk langs de Bramerveldweg zijn twee typen vegetaties van zwak gebufferde vennen aanwezig: type van Duizendknoopfonteinkruid en type van Pilvaren. Zodoende zijn deze vennetjes begrensd als habitatype H3130 Zwakgebufferde vennen. In het westelijke vennetje groeit Gewone waterbies. Hogerop de oevers van de drie vennetjes wordt de vegetatie echter gedomineerd door Pitrus en in de diepe delen ervan groeit Grote lisdodde. Dit geeft aan dat de vennen in de huidige situatie vanwege eutrofiëring niet goed ontwikkeld zijn.

Slenken langs de Wargerinkweg

In de noordelijke slenk is een hoogveenvennetje aanwezig, met de vormen van Witte snavelbies en van Geoord veenmos van het type van Waterveenmos. In de laatste vorm komt ook veel Wateraardbei voor. De randzone rond dit verlandende watertje betreft het type van Lavendelheide en Hoogveenmos, vorm van Witte snavelbies. Dit is de best ontwikkelde hoogveenbultvegetatie in het Witte Veen. Het hoogveenvennetje is begrensd als habitatype H7110B Actieve hoogvenen.

In combinatie hiermee zijn in de niet ontgonnen delen van de slenken vooral natte heidevegetaties aanwezig. Op twee plekken komt het type van Gewone dophei, vorm met hoogveensoorten voor (met zowel Wrattig veenmos als Hoogveenveenmos), ofwel een overgang tussen natte heide en hoogveenbultvegetaties. Verder zijn ook hier delen aanwezig waar een meer grondwaterafhankelijke natte heidevegetatie met Blauwe zegge en Geelgroene zegge voorkomt. Ook dit natte heidegebiedje is begrensd als habitatype H4010A Vochtige heide, soms in combinatie met habitatype H7150 Pioniervegatatie met snavelbiezen. Bovendien is er een klein deel met habitatype H91D0 Hoogveenbossen aanwezig.

Grensvennen

In de oeverzone van het Noordelijke Grensven is een hoogveenslenkvegetatie aanwezig, (type van Waterveenmos, vorm van Veenpluis), in combinatie met een natte heidevegetatie (type van Gewone dophei, vorm met Waterveenmos en typische vorm). Deze vegetaties behoren tot het gebied dat is begrensd als habitatype H7120 Herstellende hoogvenen.

In een kleine laagte ten oosten van het noordelijke Grensven (dus in het Duitse deel) komt een voor hoogveen kenmerkend bulten- en slenkencomplexen voor met de associatie *Erico-Spagnetum magellanici* (Denker, 1994). Soorten die hier groeien betreffen Witte snavelbies, Dopheide, Wrattig veenmos, Fraai veenmos, Veenpluis en Pijpenstrootje. Hoogveensoorten als Hoogveenveenmos, Lavendelheide en Kleine veenbes ontbreken echter. De associatie is daarom slechts fragmentarisch aanwezig.

In het Zuidelijke Grensven was in het verleden (tot 1972) de Pilvaren-associatie aanwezig. Deze associatie komt voor onder zwak gebufferde, zwak zure tot neutrale omstandigheden (Schaminée, Weeda & Westhoff, 1995). Behalve Pilvaren kwam van deze associatie ook Oeverkruid voor. Deze twee soorten zijn sinds het uitbaggeren van het ven in 1972 verdwenen. In de huidige situatie is in het Zuidelijke Grensven nog wel de associatie van Veelstengelige waterbies aanwezig. Naast Veelstengelige waterbies bestaat de vegetatie grotendeels uit Waterveenmos. Deze associatie komt voor onder (zwak) zure omstandigheden.

Natte weide en driehoekig natuurontwikkelingsgebied

De Natte Weide bestaat uit een Pitrusruigte met plaatselijk Veldrus en een vrijwel vegetatieloze plas.

In het driehoekig natuurontwikkelingsgebied is na het afgraven van de fosfaatrijke bovengrond in ruim 20 jaar tijd een ecologisch waardevolle vegetatie tot ontwikkeling gekomen, met hierin een zone die zich ontwikkelt tot vochtig heischraal grasland. Hierin groeien soorten als Veldrus, Heidekartelblad, Gewoon puntmos, Blauwe zegge, Geoord veenmos, Kale jonker en Zwarte zegge. Hogerop de helling is een ontwikkeling richting heide gaande. In de laagste delen liggen vennetjes. In het vennetje in de westpunt groeien soorten als Haaksterrenmos, Schildereprijs, Egelsboterbloem en Moeraswalstro. In het water is echter ook flab aanwezig. Deze situatie duidt op een fosfaatarme bodem met hierboven fosfaatrijk water. In het kader van het veldonderzoek, en met name het bodem- en hydrochemisch onderzoek, is deze situatie nader onderzocht (zie paragraaf 4.3). De zone met het heischraal grasland is begrensd als combinatie van habitattypen H3130 Zwak gebufferde vennen en H4030 Droge heiden. Een centraal gelegen poel en het vennetje in het zuidelijk deel van het natuurontwikkelingsgebied zijn begrensd als habitatype H3130 Zwak gebufferde vennen. Het vennetje in de westpunt is niet begrensd als habitatype H3130 Zwak gebufferde vennen (maar als H4030 Droge heiden).

Markslag

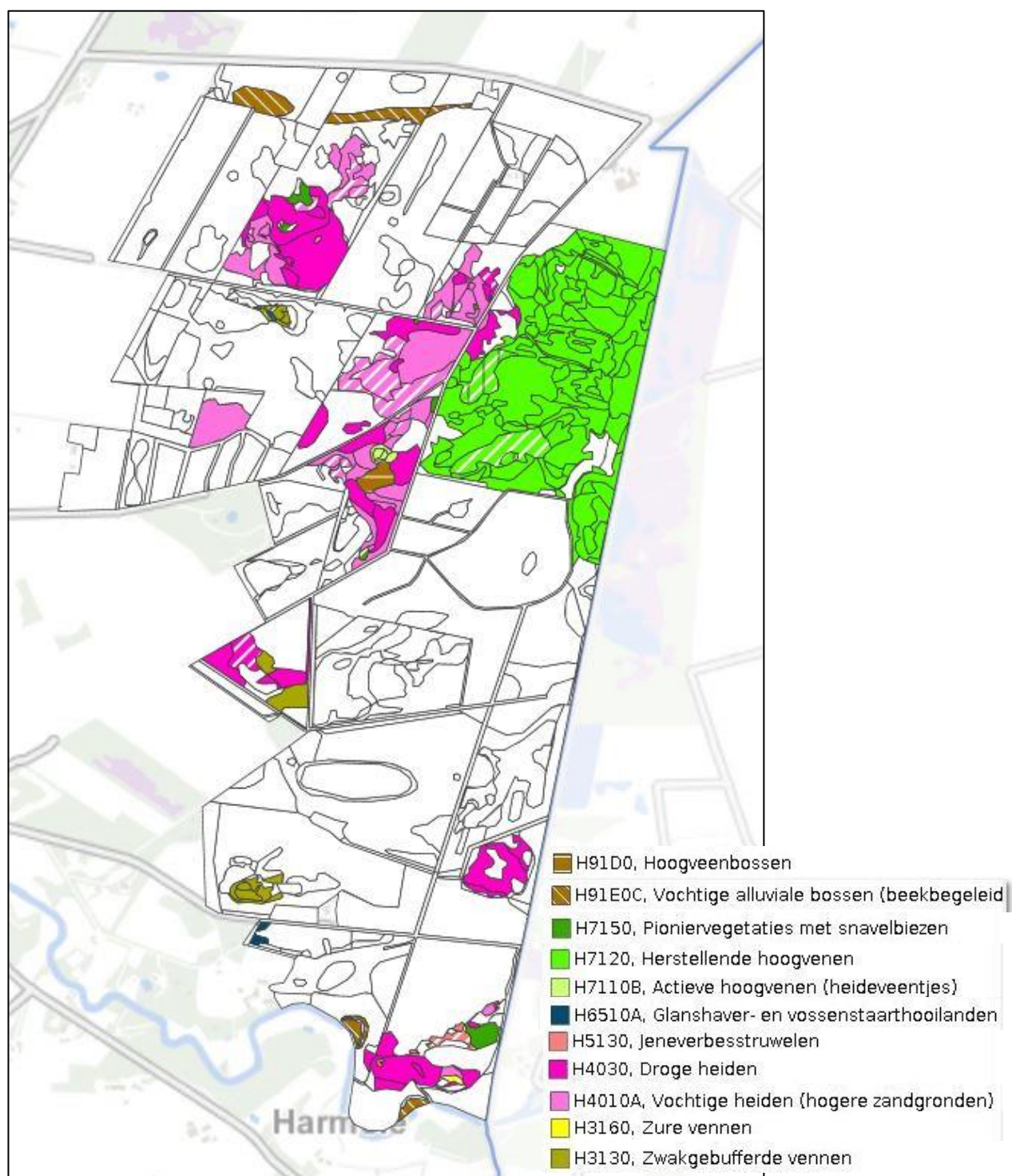
In het nieuwe Boomkikkerbiotoop in de zuidelijke slenk van deelgebied Het Markslag is een vegetatie van zwak gebufferde vennen tot ontwikkeling gekomen. Het betreft hierbij een venvegetatie van het type van Pilvaren. Hiervan zijn drie vormen aanwezig: dominantievorm van Pilvaren, soortenrijke vorm en een vorm met eutrafente soorten. In het centrale deel van het ven groeit Holpijp massaal. Ook dit ven is begrensd als habitatype H3130 Zwak gebufferde vennen. In de rest van het slenkenstelsel zijn productieve graslandvegetaties met hierin veel Pitrus aanwezig. In sommige delen van de slenken groeit ook Veldrus.

Heideslenkjes nabij de Buurserbeek

In de oostelijke delen van de slenken zijn grondwaterafhankelijke vegetaties aanwezig. In de noordelijke slenk van het heideterrein is een natte heidevegetatie aanwezig, vooral van het type van snavelbiezen en Kleine zonnedaauw, vorm van Bruine snavelbies. Deze zone is zodoende begrensd als habitatype H7150 Pioniervegetaties van snavelbiezen. In de zuidelijke slenk is een combinatie aanwezig van een hoogveenslenkvegetatie (type van Waterveenmos, vorm van Veenpluis), met hierin onder meer Veenpluis, Waterveenmos en Witte snavelbies en een natte heidevegetatie (type van Pijpenstrootje, vorm met Waterveenmos) met hierin onder meer Dophei en Bruine snavelbies. Op de habitatypenkaart is voor deze slenk zodoende een combinatie van habitatypen H3160 Zure vennen, H7150 Pioniervegetaties van snavelbiezen en H4010A Vochtige heiden aangegeven.

Dalen van de Hegebeek en de Buurserbeek

Twee langgerekte zones langs de noordoever van de Hegebeek en twee kleine zones ter plaatse van de binnenbochten van meanders van de Buurserbeek zijn begrensd als habitatype H91E0C Vochtige alluviale bossen. De bossen zijn echter slecht ontwikkeld: zo groeit in de bosjes langs de Buurserbeek massaal Grote Brandnetel en is in de zones langs de Hegebeek veel Braam aanwezig.



Figuur 2.5 Habitattypenkaart

3 Analyse grondwaterstandsverloop

3.1 Inleiding

Met behulp van tijdreeksanalyse-programma Menyanthes wordt in de eerste plaats afgeleid wat de effecten zijn geweest van de eerder uitgevoerde herstelmaatregelen, en vooral de aanleg van twee veendijken met (in de kernen) houten damwanden in het hoogveenrestant in 2007. In de tweede plaats wordt het grondwaterstandsverloop gekarakteriseerd. Ten behoeve hiervan zijn voor alle reeksen van voldoende kwaliteit de GXG's bepaald, ofwel de Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG), Gemiddelde Voorjaars Grondwaterstand (GVG) en de Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG). In hoofdstuk 3 worden de resultaten van de analyse alleen beknopt weergegeven. In hoofdstuk 4 geschiedt dit in samenhang met de interpretatie van de resultaten van het veldonderzoek op meer uitgebreide wijze, met daarbij de nadruk op het hoogveenrestant.

Deze GXG-waarden worden in hoofdstuk 4 ook vergeleken met de meetwaarden van de uitgevoerde winter- en zomermetingen ter plaatse van de betreffende meetpunten in het kader van het veldonderzoek dat in 2017 is uitgevoerd. Aan de hand hiervan is de representativiteit van de metingen in 2017 afgeleid (zie paragraaf 4.1).

In het vervolg van deze inleiding wordt ingegaan op de opbouw van het meetnet, de kwaliteit van de meetreeksen en wordt een korte uitleg gegeven over tijdreeksmodellering met behulp van het programma Menyanthes. In paragraaf 3.2 worden de resultaten per meetpunt besproken (waarbij ook telkens eerst technische informatie wordt gegeven van het betreffende meetpunt) en in paragraaf 3.3 wordt het op basis van de tijdreeksanalyse gevormde totaalbeeld van het grondwaterstandsverloop beschreven.

Opbouw van het meetnet

Het huidige hydrologische meetnet in het Witte Veen bestaat uit 23 peilbuizen verspreid over het gebied. Waar er een veenbodem aanwezig is hebben de peilbuizen dubbele filters: een filter in het veenpakket en een filter in de zandondergrond. Peilbuis B141 heeft zelfs een derde filter dat geplaatst is in een zandig laagje in de keileemondergrond. Acht peilbuizen worden al vanaf 1980 opgenomen (B5, B6, B14, B19, B21, B22, B25, B36). Drie peilbuizen zijn geplaatst in 1993 (B115, B116, B118). De resterende peilbuizen zijn later geplaatst en de nieuwste buizen (B180 en B181) zijn pas in 2014 geplaatst. Naast de grondwaterstanden worden op een aantal plekken oppervlaktewaterstanden waargenomen (P4, L119, L136, L137, S1, S2 en S3).

Als onderdeel van het verdrogingsmeetnet Provincie Overijssel zijn in 2012 drie peilbuizen bijgeplaatst: B34F3240, B34F0322 en B34H0323. Hier vindt automatische peilregistratie plaats met behulp van dataloggers. De Provincie Overijssel heeft ten behoeve van het verdrogingsmeetnet ook meetpunten overgenomen van Natuurmonumenten en ook deze peilbuizen zijn voorzien van dataloggers. De locaties van alle nog in gebruik zijnde meetpunten zijn aangegeven op de topografische kaart (figuur 2.1) en de hoogtekaart (figuur 2.4).

Kwaliteit van de meetreeksen

Bij de vervaardiging van de grafieken van het (grond)waterstandsverloop bleken er bij een aantal meetpunten meetfouten aanwezig, zowel in de meetreeksen als in de technische gegevens van de meetpunten. Voor de belangrijkste peilbuizen zijn de fouten voor zover mogelijk gecorrigeerd. Bij de behandeling van de resultaten per meetpunt (paragraaf 3.2) wordt ook aangegeven waar fouten zijn geconstateerd en (indien bekend) wat de fouten zijn / hoe deze gecorrigeerd zijn.

Methode

In bijlage 1 zijn de grafieken opgenomen van de meetreeksen. De reeksen zijn geanalyseerd met behulp van het programma Menyanthes:

- Voor een selectie van de reeksen is in de eerste plaats door middel van tijdreeksmodelleringen bepaald of de reeksen goed verklaarbaar zijn op grond van het verloop van de neerslag en de verdamping. Ook is berekend of er een vernattingseffect van de in het jaar 2007 uitgevoerde maatregelen in het hoogveengedeelte aanwezig is.
- In de tweede plaats zijn voor voldoende lange / goede meetreeksen met behulp van het programma Menyanthes ook de GXG-waarden bepaald: de Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG), de Gemiddelde Voorjaars Grondwaterstand (GVG) en de Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG). De GXG-waarden zijn bepaald voor de periode na het uitvoeren van de vernattingsmaatregelen in 2007, dus voor de reeksen vanaf 2008 tot en met 2016 (dus in principe 9 meetjaren). Dit is dus ook gedaan voor de reeksen waar geen veranderingen zijn opgetreden als gevolg van de maatregelen in 2007, om zo de resultaten van de meetpunten op eerlijke wijze onderling te kunnen vergelijken.

Uitleg tijdreeksmodelleringen m.b.v. Menyanthes

Een tijdreeksanalyse is uitgevoerd met behulp van het programma Menyanthes. Menyanthes is een door KIWA, Artesia en TU Delft ontwikkeld programma voor het uitvoeren van tijdreeksanalyses op grondwaterstanden. Met het programma zijn tijdreeksmodellen vervaardigd, aan de hand waarvan (op basis van een statistische methode) de invloed van verklarende factoren (zoals onder andere neerslag en verdamping) op het grondwaterstandsverloop bepaald kan worden. Elk model heeft een aantal kentallen. Een daarvan is de verklaarde variantie (ofwel *Exp Var*). Hiermee wordt aangegeven in welke mate een tijdreeksmodel een bepaalde meetreeks kan verklaren. Een algemene vuistregel is dat een goed model een verklaarde variantie van minstens 70% moet hebben. Daarnaast moeten ook de andere berekende statistieken aanneembaar zijn. Het betreft hierbij onder andere:

MO prec. Dit is de gain van de respons van de grondwaterstand op de neerslag. Hoe hoger de respons hoe meer de grondwaterstand reageert op de neerslag. Een lage respons wordt gevonden in gebieden met een beperkte grondwaterstandsfluctuatie. Dit kan bijvoorbeeld het geval zijn in gebieden met drainage of kwel.

Evap F. Dit is de verdampingsreductiefactor. De KNMI-verdampingsreeks komt min of meer overeen met de verdamping van kort gras dat optimaal van vocht wordt voorzien. Menyanthes kent zelf aan de verdampingsreeks een schaafactor toe: de verdampingsfactor. Voor kort gras bedraagt de Evap F in principe dus 1,0.

Dbase. Dit is het niveau waarop de grondwaterspiegel zou instellen zonder neerslag of andere invloed.

Elke parameter heeft een standaarddeviatie. Dit is een maat voor de betrouwbaarheid van de parameters en dus ook van hoe goed het tijdreeksmodel is. Hoe kleiner de standaarddeviatie hoe betrouwbaarder de waarde. Nog een controle van het model is de residureeks: de reeks van de verschillen tussen de gemeten en berekende grondwaterstanden. Uit deze reeks blijkt ook de eventuele aanwezigheid van trends.

Met Menyanthes is het mogelijk om zowel een lineair model als een niet-lineair model te maken. Niet-lineariteit kan veroorzaakt worden door de aanwezigheid van een onverzadigde zone maar ook doordat een beek, sloot of andere drainagemiddel droog valt of doordat het grondwater het maaiveld bereikt en al dan niet oppervlakkig wegstroomt. Dit soort niet-lineariteit is bekend als drempel niet-lineariteit. Als de grondwaterstand boven een bepaalde drempelhoogte (threshold) komt (zoals het maaiveld) dan heeft het systeem een andere respons op de neerslag (*M02 prec*).

Voor deze tijdreeksmodellering zijn neerslag- en verdampingsgegevens gebruikt van weerstation Twente. Omdat de verdampingsgegevens beschikbaar zijn vanaf april 1987 zijn ook de tijdreeksanalyses vanaf april 1987 uitgevoerd.

Voor alle behandelde meetpunten zijn in eerste instantie lineaire tijdreeksmodellen vervaardigd en voor een selectie van meetpunten zijn vervolgens ook niet lineaire modellen gemaakt. Op basis van de grafische weergaven van de modelleringsresultaten (en meer specifiek de verschillen tussen berekende waarden en de gemeten waarden, ofwel de residuals) is per meetreeks visueel beoordeeld of er sprake is van een trend en zijn zo nodig stap-trends aan de analyse toegevoegd om zo eventuele veranderingen die hebben voorgedaan als gevolg van ingrepen in het systeem te kwantificeren.

3.2 Resultaten per meetpunt

De resultaten van de tijdreeksmodelleringen zijn opgenomen in bijlage 2: in de tabel zijn de resultaten samengevat en voor een selectie van meetpunten zijn de resultaten van de modelberekeningen ook grafisch weergegeven. In de onderstaande tekst worden de resultaten per meetpunt toegelicht, waarbij telkens eerst wat technische informatie van het betreffende meetpunt wordt gegeven.

Peilbuizen met zeer lange reeksen

B5 (B34F1496, B34F1497, B34F3743)

- Deze peilbuis staat vlak bij de Hegebeek.
- De peilbuis heeft opnames vanaf eind maart 1980. De peilbuis is vervangen in 1996. Vervolgens is er gemeten tot 2002 en hierna is er een lange onderbreking in de reeks totdat herplaatsing van de peilbuis plaatsvindt in 2015.
- In de grafiek is ook het verloop van P4 (P34F0011) weergegeven: een piketmeetpunt waarmee het verloop van het oppervlaktewaterpeil in de Hegebeek wordt geregistreerd. P4 heeft een meetfout op 14 mei 2016.
- Vanwege de grote onderbreking zijn de GXG's niet berekend en is geen tijdreeksanalyse uitgevoerd.

B6 (B34F1498)

- Deze peilbuis staat ten noorden van de Hegebeek, langs de Hegeveldweg.
- Het betreft een peilbuis met één filter, met de onderkant van het filter op 220 cm onder maaiveld.
- De peilbuis heeft opnames vanaf eind maart 1980. Er is een lange reeks beschikbaar met weinig onderbrekingen en geen mutaties in Dino
- De meetwaarde op 15-8-2014 is onwaarschijnlijk hoog.
- De reeks is voor 72,6% verklaarbaar op grond van alleen het verloop van de neerslag en verdamping en er zijn geen trends in de residuals.
- Een niet-lineair model geeft een hogere verklaarde variantie (79,4%). Ook in het niet-lineair model is er geen duidelijk trend aanwezig.

B14 (B34F1505)

- Peilbuis B14 staat in het westen van het Bramerveld.
- De metingen zijn hier begonnen in 1980. Vanaf de zomer 2006 wordt het wegzakken van de grondwaterstand onder het niveau van 34,4 mNAP niet meer geregistreerd, vanwege de aanwezigheid van rommel onderin de buis. De opname van de peilbuis is daarom vanaf eind juni 2016 beëindigd.
- Vanwege dit technische mankement zijn geen GXG's berekend en is geen tijdreeksanalyse gedaan.

B19 (B34F1509)

- Peilbuis B19 staat langs de Bramerveldweg in het Bramerveld
- De peilbuis heeft 1 filter, met de onderkant van het filter op 208 cm onder maaiveld.
- De peilbuis heeft opnames vanaf eind maart 1980. Er is een lange reeks beschikbaar met weinig onderbrekingen
- In juni 2010 is de peilbuis overgenomen door de Provincie. De peilbuis is daarbij voorzien van een metalen beschermkoker, de buis is verlengd en is een datalogger geplaatst.
- De reeks is voor slechts 67,7% verklaarbaar op grond van alleen het verloop van de neerslag en verdamping. Er is een trendbreuk zichtbaar in de residuals omstreeks 1999 (zie bovenste grafiek van B19 in bijlage 2).

- Een niet-lineair model geeft een hogere verklaarde variantie (77,8%). Ook in het niet-lineair model is er duidelijk trendbreuk aanwezig omstreeks 1999.
- Het toevoegen van een step trend op 1 november 1999 aan het linear model (zie onderste grafiek van B19 in bijlage 2) geeft een verklaarde variantie van 77,7% met een step van 25,6 cm. Deze waarde moet echter als indicatief worden opgevat, want het verloop is waarschijnlijk niet lineair, maar met de niet lineaire benadering kan geen step worden berekend. Wel is duidelijk dat eind 1999 een vernatting heeft plaatsgevonden. Het betreft hierbij waarschijnlijk het effect van de reductie van de drainerende werking van het slotenstelsel in het aangrenzende voormalige landbouwgebied / de sloten langs de Bramereidweg, vanwege het afdammen en laten verlanden van de sloten.

B21 (B34F1511)

- Peilbuis B21 staat in de dekzandrug ten westen van het hoogveenrestant.
- De peilbuis heeft één filter en de onderkant van het filter bevindt zich op 225 cm onder maaiveld.
- De peilbuis heeft opnames vanaf eind maart 1980. Er is een lange reeks met weinig onderbrekingen beschikbaar en er zijn geen mutaties in Dino.
- De reeks is voor slechts 69,7% verklaarbaar op grond van alleen het verloop van de neerslag en verdamping (zie bovenste grafiek in bijlage 2).
- Een niet-lineair model geeft een hogere verklaarde variantie (77,6%). Er is een duidelijke trend aanwezig in het niet-lineair model en deze begint eind 2007.
- Het toevoegen van een step trend op 1 november 2007 aan het linear model (zie onderste grafiek in bijlage 2) geeft een verklaarde variantie van 75,1% met een step van 19,5 cm: dit is het effect van de waterconservering in hoogveenrestant. Het effect hiervan heeft dus ook doorgewerkt in de dekzandrug ten westen van het hoogveenrestant. De afgeleide waarde voor de step moet echter wel als indicatief worden beschouwd, want het verloop is waarschijnlijk niet lineair, maar met de niet lineaire benadering kan geen step worden berekend.

B22 (B34F1512)

- Peilbuis B22 staat in de dekzandrug ten oosten van het hoogveengebied
- De peilbuis heeft één filter en de onderkant van het filter bevindt zich op 229 cm onder maaiveld.
- De peilbuis heeft opnames vanaf eind maart 1980. Er is een lange reeks met weinig onderbrekingen en geen mutaties in Dino.
- Rare meting op 14 januari 2015. Waarschijnlijk een meter fout.
- De reeks is voor slechts 59,7% verklaarbaar op grond van alleen het verloop van de neerslag en verdamping (zie bovenste grafiek in bijlage 2).
- Trendbreuk in de residuals omstreeks 2001
- Een niet-lineair model geeft een hogere verklaarde variantie (65,2%). Ook in het niet-lineair model is er duidelijk trend aanwezig omstreeks 2001.
- Het toevoegen van een step trend op 1 november 2001 aan het linear model (zie onderste grafiek in bijlage 2) geeft een verklaarde variantie van 74,1% met een step van 26,6 cm. Dit is het effect van het verwijderen van de drainage uit de voormalige akker bij de omvorming tot het huidige Duitse natuurontwikkelingsgebied. De afgeleide waarde voor de step moet echter wel als indicatief worden beschouwd, want het verloop is waarschijnlijk niet lineair, maar met de niet lineaire benadering kan geen step worden berekend.

B25 (B34F1514)

- Deze peilbuis staat aan de westzijde van de Natte Weide, aan de voet van de wal die hier is aangelegd voor het vasthouden van water in de (plas van de) Natte Weide. Het betreft een peilbuis die al voor de aanleg van de wal aanwezig is, en sinds de aanleg van de wal in feite niet meer op een goede plek staat: enerzijds wordt niet het verloop in de plas van de Natte Weide geregistreerd en anderzijds ook niet het verloop in het gebied ten westen van de Natte Weide.

- Toch kan aan het verloop wel worden afgeleid dat er hier in twee fasen een sterke vernatting is opgetreden, de eerste keer in 1992 en de tweede keer vanaf 2000. Verder is er een schijnbare verandering vanaf 2011: vanaf 2011 wordt de peilbuis ook opgenomen als de bovenzijde ervan onder water staat (namelijk met een negatieve waarde) en tot die tijd werd de buis dan gewoon niet opgenomen en werd op het opnameformulier een W (= code voor onder water) genoteerd.
- Er zijn van deze reeks geen GXG's berekend en er is geen tijdreeksanalyse gedaan.

B29 (B34F1518, B34F1519)

- Peilbuis B29 stond in een slenk in het bosgebied tussen het Zuidelijke Grensven en de Natte Weide. De opname van de peilbuis is vanaf eind maart 2012 beëindigd.
- De metingen zijn begonnen vanaf eind maart 1980. Er zijn twee mutaties in de databank, in 1989 en 1995. Bij (in ieder geval) de eerste mutatie zit een sprong in de grondwaterstanden.
- Vanwege de verdachte sprong (in relatie tot de mutatie in de databank) en het ontbreken van recente meetgegevens is geen tijdreeksanalyse gemaakt.
- De GXG-waarden zijn wel afgeleid, maar voor een (ten opzichte van de overige peilbuizen) afwijkende periode, aangezien er geen recente meetgegevens bekend zijn.

B36 (B34F1580, B34F1581)

- De peilbuis staat langs de Witte Veenweg. De peilbuis heeft één filter, met de onderkant van het filter op 149 cm onder maaiveld.
- De peilbuis heeft opnames vanaf eind maart 1980. Er is een mutatie in Dino op 13 september 1995. De buis is herplaatst.
- De reeks is voor slechts 67,7% verklaarbaar op grond van alleen het verloop van de neerslag en verdamping. Er is geen trendbreuk in de residuals.
- Een niet-lineair model geeft een hogere verklaarde variantie (79,6%). Ook in het niet-lineair model is er geen trend aanwezig.

Peilbuizen geplaatst in 1993

B115 (B34H0105)

- Deze peilbuis staat nabij de oever van het oude basisbiotoop van de Boomkikker. De peilbuis heeft één filter, met de onderkant van het filter op 118 cm onder maaiveld.
- De coördinaten van de peilbuis staan niet goed in Dino. De juiste coördinaten zijn X=256652 Y=462291. De locatie van de peilbuis is wel goed op de kaarten in dit rapport aangegeven.
- De peilbuis heeft opnames vanaf juni 1993. Er zijn geen mutaties in Dino. De buis staat vaak onder water waardoor het niet altijd mogelijk is om hem op te nemen. Door alle gaten in de metingen zijn er maar 2 jaren die voldoen aan de criteria van Menyanthes om de GXG's te berekenen.
- Door overstroming is de buis niet geschikt voor een analyse.

B116 (B34H0106, B34H0107)

- Deze peilbuis staat in het bosgebied tussen de Markslagweg en de Buurserbeek. De peilbuis heeft één filter, en de onderkant van het filter bevindt zich op 367 cm onder maaiveld.
- De peilbuis heeft opnames vanaf juni 1993. In de databank is tot 13 september 1995 een filterdiepte van 175 cm onder maaiveld, maar dat klopt waarschijnlijk niet, want er worden in die periode ook waarnemingen gedaan onder die waarde.
- De reeks is voor 80,5% verklaarbaar op grond van alleen het verloop van de neerslag en verdamping en er is geen trendbreuk in de residuals

B117 (B34H0108, B34H0109)

- Deze buis stond in het zuiden van het natuurgebied, vlakbij de Buurserbeek.
- Laatste meting in Dinoloket is 14-10-2005.
- Dus geen GXG's afgeleid en geen tijdreeksanalyse uitgevoerd.

B118 (B34F1575)

- Deze peilbuis staat in het westelijke deel van het hoogveenrestant. De peilbuis heeft twee filters: een ondiep filter (B118B) in het veenpakket en een diep filter (B118A) in de zandondergrond (dus de filteraanduiding van dit oude meetpunt is omgekeerd aan de filteraanduiding van meer recentelijk geplaatste meetpunten!).
- De peilbuis heeft opnames vanaf juni 1993. Tot juli 2000 stond het ondiepe filter 43 cm hoger. Deze filter is toen blijkbaar vervangen met een filter dat onderin de veenlaag staat.
- Vermoedelijk zijn de opnames van beide filters gewisseld vanaf 15 oktober 1993 tot en met 19 april 1995.
- Beide filters zijn verlengd en voorzien van divers in 2014.
- Vanaf de aanleg van de veendijken (met in de kernen houten damwanden) eind 2007 is duidelijk sprake van vernatting. Voordat (begin 2014) verlenging van de peilbuizen plaatsvond kwamen ze vanwege de vernatting in de winter regelmatig onder water te staan. Hierdoor zijn er gaten in de reeksen aanwezig.
- De reeksen vanaf juli 2000 zijn gebruikt voor de berekeningen van de GXG's en de tijdreeksanalyse.
- De ondiepe reeks (B118B) is voor slechts 19,9% verklaarbaar op grond van alleen het verloop van de neerslag en verdamping en de diepe reeks (B118A) voor 37,8%. Beide reeksen hebben een duidelijk trend breuk in de residuals rondom november 2007.
- Het toevoegen van een steptrend op 1 november 2007 aan het linear model van B118B levert een verklaarde variantie van 86,8% met een step van 37,0 cm. Bij B118A is de verklaarde variantie met een steptrend 86,8% met een step van 32,0 cm. Dit is het vernattingseffect van de compartimentering van het hoogveenrestant met behulp van aanleg van veendijken met in de kernen houten damwanden.
- Uit vergelijking van het verschil tussen de GHG en GLG voor de realisatie van de compartimentering ($GHG - GLG = 32$ cm) en het verschil hierna ($GHG - GLG = 24$ cm) volgt dat door de compartimentering ook de waterstandsdynamiek is afgenomen.

Peilbuizen geplaatst na 2000

B119 (B34F1585)

- Deze peilbuis staat in de dekzandrug ten noorden van de slenk langs de Wargerinkweg. De peilbuis heeft één filter en de onderkant van het filter bevindt zich op 166 cm onder maaiveld.
- De peilbuis heeft opnames vanaf 15 oktober 2001. Er zijn geen mutaties in dino.
- De reeks is voor 78,8% verklaarbaar op grond van alleen het verloop van de neerslag en verdamping. Er zijn geen trends.

B133 (B34F1588)

- Deze peilbuis staat in het noordelijke deel van het hoogveenrestant, in de zone tussen de leemkade en de noordelijke veendijk met houten damwand, en nabij de enclave Jannink. De peilbuis heeft opnames vanaf 14 april 2004.
- In de grafiek is ook het verloop van het oppervlaktewaterpeil van S001 (ter plaatse van de afvoerstuw in de leemkade) weergegeven.
- Uit vergelijking van de grafiek van S1 en B133 volgt dat er in dit noordelijke deel van het hoogveenrestant sprake is van wegzijging vanuit het veen naar de

ondergrond. De oorzaak hiervan wordt inzichtelijk gemaakt aan de hand van ecohydrologisch dwarsprofiel A-A' (zie hoofdstuk 4).

B134 (B34F1589)

- Peilbuizen B134 en B135 staan in een slenk tussen het hoogveenrestant en de Natte Weide. B134 staat in het bovenstroomse uiteinde van deze slenk in een gebied met natte heide.
- Ook deze peilbuis heeft opnames vanaf 14 april 2004.
- Het niet-lineair model heeft een goede fit zonder trends.

B135 (B341590)

- Peilbuis B135 staat in bosgebied en halverwege de slenk tussen het hoogveenrestant en de Natte Weide.
- De peilbuis heeft één filter en de onderkant van het filter bevindt zich op 93 cm onder maaiveld.
- De peilbuis heeft opnames vanaf 14 april 2004 en er zijn geen mutaties in dino.
- De reeks is voor slechts 40,9% verklaarbaar op grond van alleen het verloop van de neerslag en verdamping.
- Een niet-lineair model geeft een iets hogere verklaarde variantie (45,9%) maar is nog steeds slecht.
- De fit is waarschijnlijk slecht doordat de buis in de zomer vaak droog valt: hierdoor zijn er veel gaten in de reeks.
- Het toevoegen van een step eind 2007 (moment van demping van de sloot in de slenk) levert een verklaarde variantie van 58,6%. Dit is wel duidelijk hoger dan zonder step, maar nog altijd niet bevredigend, waarschijnlijk met name vanwege het droogvallen van de peilbuis in de zomer. De berekende step bedraagt 25 cm, maar moet dus met enige terughoudendheid worden geïnterpreteerd.

B136 (B34F3744)

- Deze peilbuis staat in de noordelijke oever van het Noordelijke Grensven.
- De peilbuis is geplaatst in 2014 en de eerste opname is in februari 2015 gedaan.
- In de grafiek is ook het oppervlaktewaterstandsverloop van peillat L136 weergegeven. Dit meetpunt is al vanaf 2004 opgenomen.
- L136 tijdreeksmodel niet-lineair beste fit met verklaarde variantie 74,5%. Geen trends.

L137 (P34F0035)

- L137 betreft een peillat in het Zuidelijke Grensven en heeft opnames vanaf 2004.
- Er zitten veel gaten in de reeksen door droogval van de peillat in droge zomerperiodes. Hierdoor is het niet mogelijk om de GXG's af te leiden.

B138 (B34F2957)

- Deze buis staat net bovenstrooms van de noordelijke veendijk met damwand in het hoogveenrestant. De peilbuis is geplaatst in november 2007, dus na het plaatsen van de damwanden.
- De peilbuis heeft twee filters. Het ondiepe filter (B138A) is 50 cm lang en staat in het veenpakket. Het diepe filter (B138B) is 50 cm lang en staat in het zandpakket onder de veenlaag.
- Er is een mutatie in de databank op 25 augustus 2014 wanneer beide filters zijn verlengd en voorzien van divers
- Bij de mutatie treedt een sprong op in de reeksen. Dit is vermoedelijk een schijn sprong doordat de oude referentiehoogte niet klopte. Als de buis alleen verlengd is moeten de filterdieptes hetzelfde zijn maar in dino staan ze 7cm hoger na het verlengen. Daarom hebben wij de referentiehoogtes van beide filters voor 25 augustus 2014 met 7 cm verhoogd. Hierdoor gaan de grondwaterstanden ook met 7 cm omhoog waardoor de sprong in de reeksen verdwijnt.

- In de grafiek is ook het verloop van de oppervlaktewaterstanden van S2 (ter plaatse van de afvoerstuw van het compartiment) weergegeven.
- Er is een lineair tijdreeksmodel gemaakt voor de reeks van het ondiepe filter. De ondiepe (gecorrigeerde) reeks (B138A) is voor slechts 62,6% verklaarbaar op grond van alleen het verloop van de neerslag en verdamping. Er zijn geen trends in de residuals.
- Een niet-lineair tijdreeksmodel van de ondiepe reeks levert een hogere verklaarbare variantie, namelijk 77,7% (zonder trends).
- Het verschil tussen de GHG en de GLG bedraagt hier slechts 20 cm.

B139 (B34F2958)

- Deze peilbuis staat in het noordelijke deel van het hoogveenrestant, ongeveer halverwege de twee veendijken met houten damwanden. De peilbuis is geplaatst in november 2007, dus na het plaatsen van de damwanden.
- De peilbuis heeft twee filters. Het ondiepe filter (B139A) is 50 cm lang en staat in het veenpakket. Het diepe filter (B139B) is 50 cm lang en staat in het zandpakket onder de veenlaag.
- Er zijn geen mutaties in de databank
- Opname op 14 september 2016: filterwisseling. Dit is gecorrigeerd in de grafiek.
- Vergelijking van referentiehoogtes in Dino en eigen veldwerk: de ondiepe peilbuis (filter A) is los en dus onbetrouwbaar. Wij meten 11 cm lager bij de ondiepe buis. Bij de diepe buis (filter B) meten wij 5 cm hoger. De verhoging die in de grafiek te zien is komt dus door de losse buis en niet door een echte grondwaterstandsverhoging.
- De GXG's zijn berekend met gebruik van de reeks van het diepe filter (want ondiep filter is onbetrouwbaar). Er is geen tijdreeksanalyse gedaan.

B140 (B34F2959)

- Deze buis staat net bovenstrooms van het zuidelijkste veendijk met damwand in het hoogveengebied. De peilbuis is geplaatst in april 2008 en opgenomen vanaf april 2009 dus na het plaatsen van de damwanden.
- De peilbuis heeft 2 filters. Het ondiepe filter (B140A) is 50 cm lang en staat in het veenpakket. Het diepe filter (B140B) is 50 cm lang en staat in het zandpakket onder de veenlaag.
- De buizen zijn verlengd in augustus 2014 en voorzien van dataloggers.
- In de grafiek is ook het verloop van de oppervlaktewaterstand van S3 (ter plaatse van de afvoerstuw van het compartiment) weergegeven.
- De GXG's zijn berekend met gebruik van de reeks van de ondiepe peilbuis en er is geen tijdreeksanalyse gedaan.
- Het verschil tussen de GHG en de GLG bedraagt hier slechts 21 cm.

B141 (B34F2960 en B34F3199)

- Deze peilbuis staat aan de zuidwestrand van het hoogveenrestant. Filters A en B zijn geplaatst in november 2007 en opgenomen vanaf april 2009, dus na het plaatsen van de damwanden.
- Er zijn in totaal drie filters. Het ondiepe filter (B141A) is 50 cm lang en staat in het veenpakket. De middeldiepe filter (B141B) is 50 cm lang en staat in het zandpakket onder de veenlaag. Het diepste filter (B141C) staat in een lemig zandlaagje in de keileemondergrond. Deze filter is later bijgeplaatst in 2011 en opname is begonnen op 14 juni 2012. Op hetzelfde moment zijn de A- en B-filters verlengd en voorzien van divers.
- De oudere delen van de reeksen van de A- en B-filters zien er raar uit in vergelijking met de nieuwere reeksen, vermoedelijk vanwege foutieve referentiehoogten voor de oude reeksen. Dus alleen de nieuwe reeksen zijn betrouwbaar. In de nieuwe reeksen zit echter een gat in de metingen.
- Er zijn zodoende geen GXG's berekend en er is geen tijdreeksanalyse gedaan.

B142 (B34F2961)

- Deze peilbuis staat in een natte heidevegetatie ten zuidwesten van het hoogveenrestant en is geplaatst in 2007. De onderkant van het filter bevindt zich 100 cm onder maaiveld. Het filter staat in de zandlaag onder een dun oppervlakkig veenlaagje.
- De buis is verlengd en voorzien van een datalogger in juni 2012.
- GXG's berekend.

B180 (B34F3745)

- Deze peilbuis staat in het nieuwe schraalland in het zuiden van Bramerveld Zuid. De peilbuis is geplaatst in augustus 2014 en heeft een onderkant filter op 162 cm onder maaiveld in de keileem.
- Vanaf het plaatsen is de peilbuis voorzien van een datalogger.
- GXG's bepaald op basis van 2 meetjaren.

B181 (B34F3746)

- Deze peilbuis staat aan de oever van een klein vennetje in de slenk langs de Wargerinkweg. De peilbuis is geplaatst in augustus 2014 en meteen voorzien van een datalogger. De onderkant van het filter bevindt zich op 256 cm onder maaiveld in de zandlaag.
- In de grafiek is ook het verloop van peillat L119 (P34F0031) weergegeven. Hiermee wordt het peilverloop in het vennetje zelf gemeten. Deze peillat wordt vanaf 2001 opgenomen. Rare waarde op 14 december 2016.
- Voor de reeks van B181 zijn de GXG's bepaald op basis van 2 meetjaren.

Korte meetreeksen van de nieuwe peilbuizen van het provinciale meetnet

B34F3240

- Peilbuis heeft een filter van 100 cm met de onderkant op 211 cm onder maaiveld.
- Er zijn opnames vanaf 5 april 2012. Opname vindt plaats met een datalogger.
- De peilbuis staat in het driehoekige natuurontwikkelingsgebied ten westen van de Natte Weide.
- De reeks is voor 71,9% verklaarbaar op grond van alleen het verloop van de neerslag en verdamping. Een niet-linear model geeft een betere fit (expvar = 85,5%). Er zijn geen trends in de residuals.

B34H0322

- Peilbuis B34H0322 heeft een filter van 100 cm met de onderkant op 169 cm onder maaiveld.
- Er zijn opnames vanaf 5 april 2012. Opname vindt plaats met een datalogger.
- De peilbuis staat in de zuidelijke slenk van het heideterrein nabij de Buurserbeek.
- De reeks is met een linear model voor 86,1% verklaarbaar op grond van alleen het verloop van de neerslag en verdamping.

B34H0323

- Peilbuis B34H0323 heeft een filter van 100 cm met de onderkant op 158 cm onder maaiveld.
- Er zijn opnames vanaf 5 april 2012. Opname vindt plaats met een datalogger.
- De peilbuis staat in de noordelijke slenk van het heideterrein nabij de Buurserbeek.
- De reeks is met een linear model 91,9% verklaarbaar op grond van alleen het verloop van de neerslag en verdamping.

3.3 Totaalbeeld grondwaterstandsverloop

Herstellende hoogveen

- Uit de tijdreeksanalyse volgt dat ter plaatse van B118 (in het zuidelijke compartiment en in het uiterste westen van het hoogveenrestant) sinds de aanleg van de veendijken met houten damwanden (in 2007) een grondwaterstandsstijging is opgetreden van circa 35 cm. In het noordelijke compartiment was voor de aanleg van de compartimenten nog geen meetpunt aanwezig, maar op basis van de metingen in dwarsprofiel A-A' in het kader van het veldonderzoek zal in paragraaf 4.3 worden afgeleid in welke mate hier de grondwaterstand is gestegen.
- Bovendien is dankzij de compartimentering de waterstandsfluctuaties afgenomen, van een GHG-GLG van 32 cm ter plaatse van B118 in de oude situatie naar een GHG-GLG van 24 cm in de nieuwe situatie. In het centrale en noordelijke deel van het gecompartmenteerde hoogveenrestant is de fluctuaties met een GHG-GLG van slechts 21 cm ter plaatse van B140 en een GHG-GLG van slechts 20 cm ter plaatse van B138 nog geringer. Op grond van onderlinge vergelijking van de grafieken van B141 met B140 en B138 volgt dat ter plaatse van B141, dus in het zuidelijke deel van het hoogveenrestant, een overeenkomstig verschil tussen GHG en GLG aanwezig moet zijn, maar vanwege technische complicaties in het functioneren van het meetpunt is een onvoldoende lange betrouwbare meetreeks van dit meetpunt beschikbaar om dit op de standaardmethode te kunnen bepalen. Met deze verschillen tussen de GHG en GLG wordt voldaan aan een belangrijke randvoorwaarde voor hoogveenontwikkeling: hiervoor geldt een verschil van maximaal 30 cm tussen de GHG en GLG voor intacte hoogvenen en van 20 à 25 cm voor herstellende hoogvenen. Dit neemt niet weg dat met een nog geringer fluctuatiesbereik de condities voor hoogveenherstel nog beter worden en zo dus ook een betere verlichting van het negatieve effect van de stikstofdepositie kan worden gerealiseerd. Met een nog geringer fluctuatiesbereik kunnen de meer kritische bultenvormende veenmossen zich namelijk veel beter vestigen en over grote oppervlakten uitbreiden, waardoor herstel op kan treden van het voor habitattype H7110 Actieve hoogvenen kenmerkende hoogveenbulten- en slenkenpatroon.
- Vooral in het centrale en zuidelijke deel van het hoogveenrestant (B140 en B141) zijn vrijwel geen verschillen aanwezig tussen het grondwaterstandsverloop in het veenpakket en het grondwaterstandsverloop in de zandondergrond en ook elders (B118 en B138) zijn de verschillen beperkt. Dit vormt een belangrijke aanwijzing dat er (praktisch) geen wegzijging optreedt naar de diepere ondergrond. Er is overigens wel sprake van een lateraal waterverlies via de zandlaag (zoals bij de behandeling van de resultaten van het veldonderzoek zal blijken).
- Als gevolg van de compartimentering in 2007 is ter plaatse van B21 in de dekzandrug aan de westzijde de grondwaterstand met circa 20 cm gestegen. Ter plaatse van B22 in de dekzandrug ten oosten van het hoogveenrestant treedt dan geen verhoging op. Hier is echter al eerder, in 2001, een grondwaterstandsstijging opgetreden als gevolg van het verwijderen van de buisdrainage bij omvorming van de hier voorheen aanwezige akker in het huidige natuurontwikkelingsgebied. Dit wil overigens nog niet zeggen dat dit gebied geen invloed meer heeft op het hoogveenrestant: hierop wordt in paragraaf 4.3 aan de hand van dwarsprofiel B-B' ingegaan.

Bosgebied ten zuiden van het hoogveenrestant

- Op basis van de meetreeks van B135 volgt dat de slenk in het bosgebied tussen het hoogveenrestant en de Natte Weide sinds het hier dempen van de afvoersloot in 2007 met name in het winterhalfjaar natter is geworden: de wintergrondwaterstand is hier met 1 à 2 dm gestegen. In de zomer blijft de grondwaterstand echter snel en ver wegzakken. In paragraaf 4.3 zal aan de hand van dwarsprofiel A-A' ingegaan worden op de oorzaak hiervan.
- Waarschijnlijk is vanwege het in 2007 dempen van sloten ook in het slenkstelsel tussen het Zuidelijke Grensven en de Natte Weide een vernatting opgetreden, maar dat kan vanwege technische complicaties in het functioneren van peilbuis B29 niet goed op basis van de meetreeks worden onderbouwd. Wat wel te zien is, is dat ook hier de grondwaterstand in de zomer na de maatregelen in 2007 nog in aanzienlijke mate blijft wegzakken.

Overige zaken

- Op basis van de meetreeks van B25 volgt dat hier in twee fasen, namelijk in 1992 en in 2000, een sterke vernatting is opgetreden. De vernatting hangt samen met de aanpak van de drainerende werking van de sloten bij de omvorming van landbouw naar natuur, en de aanleg van de wal op de westzijde van de Natte Weide (waarover straks meer bij de behandeling van dwarsprofiel G-G' in paragraaf 4.3). Omdat de peilbuis aan de voet van de wal staat (aan de benedenstroomse kant) is het verloop ervan echter niet representatief voor het grondwaterstandsverloop in de Natte Weide zelf en ook niet voor het gebied ten westen hiervan: de peilbuis staat sinds de aanleg van de wal niet heel handig.
- Op basis van de meetreeks van B19, in het uiterste westen van het heiderestant in het Bramerveld, kan worden afgeleid dat hier rond 1999 een vernatting is opgetreden van circa 25 cm. Het betreft hierbij waarschijnlijk het effect van de reductie van de drainerende werking van het slotenstelsel in het aangrenzende voormalige landbouwgebied / de sloten langs de Bramereidweg, vanwege het afdammen en laten verlanden van de sloten.
- Elders zijn gedurende de meetperiodes geen structurele veranderingen gedetecteerd.
- Voor alle meetpunten met meetreeksen van voldoende kwaliteit zijn de GXG-waarden bepaald (zie tabel 3.1) en deze waarden worden bij de behandeling van de dwarsprofielen (in paragraaf 4.3) mede gebruikt voor de beschrijving van het ecohydrologisch functioneren van de verschillende deelgebieden.

Tabel 3.1 GXG-waarden peilbuizen Witte Veen

peilbuis			GHG	GVG	GLG	MV	GHG-GLG	GHG	GVG	GLG
code	filter	periode	(mNAP)	(mNAP)	(mNAP)		(m)	(m -mv)	(m -mv)	(m -mv)
B6	1	2008-2016	37,14	36,93	36,24	37,43	0,90	0,29	0,50	1,19
B19	1	2008-2016	40,24	40,15	39,17	40,33	1,07	0,09	0,18	1,16
B21	1	2008-2016	41,53	41,37	40,61	41,74	0,92	0,21	0,37	1,13
B22	1	2008-2016	41,25	41,07	40,32	41,79	0,93	0,54	0,72	1,47
B29	1	2009 en 2011	39,99	39,91	39,04	40,09	0,95	0,10	0,18	1,05
B29	1	1997-2011	39,91	39,88	39,14	40,09	0,77	0,18	0,21	0,95
B115	1	2008-2016	40,65	40,58	39,90	40,50	0,75	-0,15	-0,08	0,60
B116	1	2008-2016	37,37	37,16	36,37	38,46	1,00	1,09	1,30	2,09
B118B	1	2001-2007	40,89	40,86	40,57	40,90	0,32	0,01	0,04	0,33
B118B	1	2015-2016	41,28	41,25	41,04	40,90	0,24	-0,38	-0,35	-0,14
B118A	2	2015-2016	41,32	41,26	40,84	40,90	0,48	-0,42	-0,36	0,06
B36	1	2008-2016	40,12	39,96	39,37	40,43	0,75	0,31	0,47	1,06
B119	1	2008-2016	41,05	40,80	39,99	41,28	1,06	0,23	0,48	1,29
B134	1	2008-2016	41,03	41,01	40,32	41,01	0,71	-0,02	0,00	0,69
B135	1	2008-2016	40,08	40,06	39,64	40,07	0,44	-0,01	0,01	0,43
L136	1	2008-2016	40,93	40,90	40,69	40,92	0,24	-0,01	0,02	0,23
B138A	1	2010-2016	41,06	41,02	40,86	40,69	0,20	-0,37	-0,33	-0,17
B139B	2	2010-2016	40,98	40,95	40,67	40,83	0,31	-0,15	-0,12	0,16
B140A	1	2010-2016	41,19	41,15	40,98	40,84	0,21	-0,35	-0,31	-0,14
B141A	1	2010-2016	41,22	41,16	40,94	41,00	0,28	-0,22	-0,16	0,06
B141C	1	2015-2016	41,23	41,20	40,95	40,98	0,28	-0,25	-0,22	0,03
B142	1	2010-2016	41,38	41,32	40,59	41,32	0,79	-0,06	0,00	0,73
B180	1	2015-2016	37,07	37,05	36,39	37,04	0,68	-0,03	-0,01	0,65
B181	1	2015-2016	39,90	39,81	38,95	39,92	0,95	0,02	0,11	0,97

4 Veldonderzoek

4.1 Methode

Het veldonderzoek is opgebouwd uit de volgende onderdelen:

- Kartering oppervlaktewatersysteem.
- Onderzoek ecohydrologische dwarsprofielen.
- Hydrochemisch veldonderzoek.
- Bodemchemisch onderzoek.

Kartering oppervlaktewatersysteem

Deze kartering is uitgevoerd op 12 en 23 januari 2017 en op 19 december 2017 is een aanvullende kartering uitgevoerd van het Duitse deel. De resultaten zijn verwerkt in de verscheidene thematische kaarten die in dit rapport zijn opgenomen en worden toegelicht in paragraaf 4.2.

Onderzoek ecohydrologische dwarsprofielen

Het functioneren van het grondwatersysteem is inzichtelijk gemaakt door middel van de vervaardiging van elf ecohydrologische dwarsprofielen.

Hiertoe zijn de volgende werkzaamheden uitgevoerd:

- Op de hoofdmeetpunten en/of de plekken waar ook inzicht nodig is in de hydrochemische situatie zijn tijdelijke peilbuizen geplaatst. De tijdelijke peilbuizen zijn met Edelman- en zuigerboor geplaatst. Op de hoofdmeetpunten is telkens getracht de keileem aan te boren, zodat ook inzicht ontstaat in de dikte van het watervoerende pakket en de hoogteligging van de hydrologische basis. De boorbeschrijvingen van de bijgeplaatste tijdelijke peilbuizen zijn opgenomen in bijlage 3.
- Op locaties met een voldoende dikke zandlaag (> 1,5 meter) zijn per peilbuislocatie twee filters aangebracht, om zo ook de hydrochemische zonering van het grondwater op oriënterende wijze inzichtelijk te maken.
- In de tijdelijke peilbuizen is de grondwaterstand twee keer gemeten: één keer aan het einde van de winter (op 16-2-2017) en één keer in een droge zomersituatie (op 11-7-2017).
- Er zijn ook aanvullende ondiepe grondboringen uitgevoerd, om het inzicht in zowel horizontale als verticale zin te verfijnen.
- Alle tijdelijke peilbuizen en boorgaten zijn ingemeten ten opzichte van NAP.
- Daar waar mogelijk zijn ook de permanente peilbuizen opgenomen in de dwarsprofielen en ook hier zijn de grondwaterstanden gemeten. Ook de boorbeschrijvingen van deze peilbuizen zijn geraadpleegd.
- Op basis van de verzamelde gegevens zijn de elf ecohydrologische dwarsprofielen vervaardigd. De resultaten worden toegelicht in paragraaf 4.3.

Uit vergelijking van de meetwaarden van de uitgevoerde (zeer) vroege voorjaars- en zomermetingen en de GXG-waarden die voor de meetreeksen van de betreffende peilbuizen zijn afgeleid (zie tabel 4.1) volgt de representativiteit van de metingen die in het kader van het veldonderzoek zijn uitgevoerd.

Tabel 4.1 *Vergelijking van de op 3-3-2017 en 18-7-2017 gemeten grondwaterstanden in de permanente peilbuizen met de voor deze peilbuizen afgeleide GXG-waarden*

peilbuis code	GHG	GVG	GLG	refh	meetwaarde		verschil (m)		
	(mNAP)	(mNAP)	(mNAP)	dino	(m+NAP)		GHG met	GVG met	GLG met
					16-feb-17	11-jul-17	meting 16-2-17	meting 16-2-17	meting 11-7-2017
B6	37,14	36,93	36,24	37,43	36,94	36,16	0,20	-0,01	0,08
B19	40,24	40,15	39,17	40,70	40,14	39,22	0,10	0,01	-0,05
B21	41,53	41,37	40,61	41,69	41,33	40,58	0,20	0,04	0,03
B22	41,25	41,07	40,32	41,70	41,03	40,60	0,22	0,04	-0,28
B116	37,37	37,16	36,37	38,69	36,86	36,39	0,51	0,30	-0,02
B118B	41,28	41,25	41,04	41,81	41,21	41,00	0,07	0,04	0,04
B118A	41,32	41,26	40,84	41,77	41,23	40,86	0,09	0,03	-0,02
B119	41,05	40,80	39,99	41,52	40,74	39,90	0,31	0,06	0,09
B135	40,08	40,06	39,64	40,55	40,02	39,27	0,06	0,04	0,37
L136	40,93	40,90	40,69	40,22	40,92	40,71	0,01	-0,02	-0,02
B138A	41,06	41,02	40,86	41,75	41,04	40,91	0,02	-0,02	-0,05
B139B	40,98	40,95	40,67	41,30	40,96	40,71	0,02	-0,01	-0,04
B140A	41,19	41,15	40,98	41,88	41,21	40,99	-0,02	-0,06	-0,01
B141A	41,22	41,16	40,94	41,73	41,18	40,98	0,04	-0,02	-0,04
B34F3199	41,23	41,20	40,95	41,66	41,16	40,91	0,07	0,04	0,04
B142	41,38	41,32	40,59	41,85	41,34	40,47	0,04	-0,02	0,12

Uit de vergelijking volgt dat:

- Op 16-2-2017 op de meeste locaties bij benadering GVG-omstandigheden aanwezig waren. Dus hoewel aan het einde van de winter werd gemeten (en bij de behandeling van de resultaten de metingen van 16-2-2017 ook worden aangeduid als de 'wintersituatie'), waren (vanwege de relatief droge winter van 2016-2017) op 16-2-2017 bij benadering al GVG-omstandigheden aanwezig.
- Op 11-7-2017 bij benadering GLG-omstandigheden aanwezig waren.

Hydrochemisch onderzoek

Het hydrochemisch onderzoek is vooral bedoeld om de mate van buffering van het grond- en oppervlaktewater vast te stellen. In combinatie hiermee zijn ook de overige standaardparameters geanalyseerd (onder andere sulfaat, nitraat, chloride, ammonium). De watermonsters zijn door B-WARE genomen. Ook de analyse van de watermonsters is gedaan door B-WARE (standaardpakket voor hydrochemisch onderzoek). De bemonstering heeft plaatsgevonden op 21, 22 en 23 februari 2017. In totaal zijn 104 watermonsters genomen. Interpretatie van de resultaten is in eerste instantie door B-WARE gedaan (zie rapportage in bijlage 4). De parameters EGV, Alkaliniteit en pH zijn per meetpunt ook in de ecohydrologische dwarsprofielen weergegeven en in de hoofdtekst (paragraaf 4.4) van interpretatie voorzien.

Bodemchemisch onderzoek

Het bodemchemisch onderzoek is uitgevoerd om de fosfaattoestand van de bodem vast te stellen, en op grond hiervan te bepalen of ontgraving van de toplaag een goede optie is, en zo ja, tot op welke diepte er dan ontgraven moet worden. Het al dan niet afgraven van de toplaag hangt echter niet alleen af van de fosfaattoestand maar ook van de inpasbaarheid van de maatregel in het te herstellen hydrologische systeem. Dus de uiteindelijke keuze ten aanzien hiervan volgt pas na de behandeling van de synthese en de conclusies, bij bespreking van de herstelmogelijkheden (aan het einde van hoofdstuk 5).

In het kader van het bodemchemisch onderzoek zijn in de periode van 26 t/m 29 juni 2017 ter plaatse van de (voormalige) landbouwgronden op 50 locaties bodemonsters genomen. Per locatie is op 4 dieptes een monster genomen. In combinatie hiermee zijn 36 aanvullende boringen uitgevoerd. Ook zijn op een aantal plekken met goed ontwikkelde vegetatie referentiemonsters genomen. Het bodemchemisch onderzoek is uitgevoerd door B-WARE en hiervan is ook een afzonderlijke rapportage opgesteld (zie bijlage 4).

4.2 Resultaten kartering lokale oppervlaktewatersysteem

Hoogveenrestant en omgeving

Op de noordgrens van het hoogveenrestant is in 2000 een leemkade aangelegd om het waterverlies naar de enclave Jannink tegen te gaan. In de kade is een duiker met bochtstuk aangebracht, waarmee de afvoer van overtollig water plaatsvindt en een zekere regulatie van het waterpeil mogelijk is.

In 2007 is het waterverlies in sterke mate verder gereduceerd door de aanleg van twee veendijken met houten damwanden als kern. Hiermee zijn twee grote compartimenten gecreëerd. Beide compartimenten zijn voorzien van een afvoerstuw. Om een zo diffuus mogelijke afvoer vanuit het zuidelijke naar het noordelijke compartiment te realiseren is de zuidelijke veendijk voorzien van vier extra (vaste) overlopen. Deze overlopen maken de constructie kwetsbaar: doordat de houten damwanden hier niet zijn afgedekt met veenplaggen rotten ze vanaf de bovenzijde sneller weg. Hierdoor zijn op sommige plekken nu al kieren aanwezig waarlangs water beneden het beoogde stuwpeil weglekt. Dit gebeurt nu nog slechts in lichte mate, maar zal zonder het doorvoeren van aanpassingen in de loop der tijd vanwege het voortschrijdende rottingsproces toenemen. Bovendien belemmeren de vaste overlopen een eventuele verdere peilverhoging in het compartiment. Daarbij hebben de extra overlopen in feite ook geen duidelijke functie, aangezien het water zich vanwege de aanwezigheid van het puttencomplex en de gecreëerde plagstrook aan de benedenstroomse zijde van de veendijk met damwand goed kan verspreiden over het benedenstroomse compartiment. Er kan dus ook bij dit zuidelijke compartiment volstaan worden met één afvoerstuw.

Op de grens van het hoogveenrestant en de enclave Jannink ligt een diepe sloot en deze sloot watert in noordelijke richting via een diepe sloot af op de Hegebeek. In beide sloten zijn sterke kwelverschijnselen waargenomen. Aan de hand van ecohydrologisch dwarsprofiel A-A' wordt het effect van het slotenstelsel op het ecohydrologisch functioneren van het hoogveengebied inzichtelijk gemaakt (zie paragraaf 4.3).

Langs de Witte Veenweg liggen greppels met hierin onderbrekingen. Er is via deze greppels geen oppervlakkige afvoer waargenomen. Met name greppeltrajecten die dekzandruggen aansnijden kunnen echter de opbolling van de grondwaterspiegel in de ruggen reduceren.

Duitse natuurontwikkelingsgebied

In het direct aangrenzende Duitse natuurontwikkelingsgebied zijn diverse slenken uitgegraven. In het slenkenstelsel zijn op diverse plekken overlooptrempels aanwezig. Zowel bij de inventarisatie van 23-1-2017 als van 19-12-2017 trad oppervlakkige afvoer op over deze drempels heen. Ter plaatse van de drempel waarmee afwatering van het vrijwel het gehele natuurontwikkelingsgebied op de bovenloop van de Hegebeek plaatsvindt was de afvoer ook zeer sterk.

De meeste overloophdempels zijn niet verhard en zodoende gevoelig voor erosie. Ter plaatse van de overloophdempel van de slenk die het meest nabij het Nederlandse hoogveenrestant ligt is ook aan het eroderen. De erosie wordt hier bevorderd door het aanzienlijke peilverschil met de slenk aan de benedenstroomse zijde. Als de erosie verder voortschrijdt, zal het afvoerniveau van deze slenk gaan dalen. De overloophdempel waarmee het gebied als geheel afwatert op de bovenloop van de Hegebeek is wel verhard (met in beton vastgelegde keien).

Voor de afwatering van het zuidelijk gelegen landbouwgebied is in het oostelijke deel van het natuurontwikkelingsgebied een diepe kronkelende watergang uitgegraven.

Bramerveld

Ter plaatse van de voormalige landbouwgronden in het Bramerveld zijn veel slootrestanten aangetroffen. In Bramerveld Noord liggen vooral in het oostelijke deel nog veel slootrestanten en in Bramerveld Zuid liggen vooral in het westelijke deel nog veel slootrestanten. Ook langs de Bramerveldweg liggen nog slootrestanten. Veel van deze slootrestanten hebben (in het winterhalfjaar) nog een licht drainerende werking: hoewel de sloten zijn afgedamd / delen van de sloten zijn gedempt vindt via de slootrestanten (over de dammen heen) in natte perioden (zoals tijdens de veldinventarisatie op 12 en 13 januari 2017) oppervlakkige afvoer plaats en de waterpeilen in de slootrestanten liggen daarbij veelal ook één tot enkele decimeters beneden maaiveld. Dit is vanwege het aanwezige maaiveldsverhang ook het geval bij slootrestanten waar de dammen zijn aangebracht tot op het lokale maaiveldsniveau. Ofwel: vanwege de aanwezige algemene terreinhelling en lokale ruggen snijden de slootrestanten ondanks de aanwezigheid van dammen / gedempte trajecten vaak het grondwatersysteem nog enigszins aan.

In de slenk ten zuiden van de Bramerveldweg treedt in de winter over het maaiveld en over de dwarsdammetjes tussen de vennetjes heen oppervlakkige afvoer op. Via een klein loopje en een sterk vervallen houten schot watert de slenk af op de sloot op de grens van het natuurgebied.

Het kleine slenkje ten noorden van B180 watert af via een slootrestant en onder een vervallen houten schotbalkstuw door op het slotenstelsel ten westen van het natuurgebied.

Slenken Wargerinkweg

Ten zuiden van B181 (ofwel op de noordgrens van de voormalige landbouwgrond) is een drainerend slootrestant aangetroffen, want hier is tijdens de veldinventarisatie op 12 januari 2017 bij een waterpeil van enkele decimeters beneden maaiveld oppervlakkige afvoer geconstateerd en in dit slootrestant zijn tijdens een veldbezoek op 29-3-n017 (samen met A. Jansen van de Bosgroepen) zelfs kwelverschijnselen (in de vorm van oliefilm) waargenomen. Ook in dit deelgebied liggen langs de Witte Veenweg greppels met onderbrekingen.

Op de buitengrens van het natuurgebied zijn in beide slenken dwarswallen aangebracht. Hiermee vindt opstuwing van water plaats in de twee slenken. In de noordelijke slenk ligt het waterpeil iets boven maaiveld en er is een kleine poel uitgegraven. In de zuidelijke slenk ligt het waterpeil ver boven maaiveld waardoor hier (in combinatie met het achterwege laten van afgraven van de fosfaatrijke bovengrond) een voedselrijke plas tot ontwikkeling is gekomen. Beide slenken wateren via duikers met bochtstukken (die in de wal zijn aangebracht) af op het externe stelsel. De afwatering van de noordelijke slenk verloopt via een klein loopje op camping de Leemkoel.

Grensvennen en Duitse hoogveenrestant

Het Noordelijke en Zuidelijk Grensven zijn van elkaar gescheiden door een dekzandrug. Het Noordelijke Grensven en het laagtenstelsel van het Duitse hoogveenrestant wateren af op de sloot die op de oostgrens van het natuurgebied ligt en via deze sloot verloopt de afwatering in noordelijke richting, naar (uiteindelijk) de Hegebeek. In de afvoersloot op de oostgrens is een houten schot / damwand aangebracht, waarmee het water tot enkele decimeters beneden maaiveld wordt opgestuwd.

In het Duitse hoogveenrestant zijn greppelrestanten aanwezig. Langs de sloot op de oostgrens ligt een kleine wal, met hierin een aantal gaten: via deze gaten staan de greppelrestanten in verbinding met de afvoersloot. Via twee van de greppels werd op 19-12-2017 oppervlakkige afvoer geconstateerd. Op één van de locaties was de afvoer ook sterk en kon het water ook tot op laag niveau afstromen.

Het Zuidelijke Grensven watert middels overstroming van een klein walletje af op de smalle slenk in het bosgebied ten westen van het ven, en deze smalle slenk sluit aan op de hoofdslenk ter plaatse van de Natte Weide.

Bosgebied ten zuiden van het hoogveenrestant

In 2007 zijn in het kader van de uitvoering van het eerste herstelplan de relatief diepe afvoersloten die voorheen in het slenken- en laagtenstelsel van het bosgebied aanwezig waren gedempt, zo ook in de afvoerslenk van het Zuidelijke Grensven en de slenk die vanaf het hoogveenrestant naar de Natte Weide loopt. Zodoende vindt de waterafvoer hier nu op diffuse wijze via de slenkbodems plaats.

Bij de inventarisatie zijn nog wel zeer ondiepe greppelrestanten langs de paden aangetroffen en in enkele delen van het bosgebied zijn nog (vervallen) intensieve greppelstelsels aanwezig (het betreft hier dus geen rabatten). De intensieve greppelstelsels zijn niet afzonderlijk ingetekend op de kaarten maar zijn wel goed herkenbaar op de hoogtekaart (zie figuur 2.4). Gezien de slechte toegankelijkheid van sommige delen van het bosgebied (vanwege de aanwezigheid van omgewaaide bomen en dicht struweel) bestaat de mogelijkheid dat in 2007 niet alle slootjes en greppels in het slenken- en laagtenstelsel (goed) zijn gedempt. Om dezelfde reden konden deze delen nu ook niet goed geïnventariseerd worden.

Natte weide en driehoekig natuurontwikkelingsgebied

Ter plaatse van de Natte Weide stromen de verscheidene kleine slenken van het bosgebied samen tot één hoofdslenk. In de Natte weide zijn nog enkele slootrestanten aanwezig.

Vanwege de aanleg van een wal is in het westelijke deel van de Natte Weide een grote plas ontstaan. De plas heeft een uitloper in noordoostelijke richting. De waterafvoer vindt over maaiveld heen en via de plas plaats. Via een duiker (in de vorm van een plastic pijpje) die in de wal is aangebracht wordt het overtollig water afgevoerd naar het ven in de zuidhoek van het driehoekig natuurontwikkelingsgebied.

Aan de zuidwestzijde en in het laagste deel ook aan de noordwestzijde van het driehoekige natuurontwikkelingsgebied is (op de buitengrens van het natuurgebied) een wal aangelegd. Bovenlangs deze wal vindt over maaiveld heen de waterafvoer vanuit dit zuidelijke ven naar de lage westhoek van het natuurontwikkelingsgebied plaats, waar ook een klein vennetje aanwezig is. In de lage westhoek is een duiker met bochtstuk aangebracht in de wal, waarlangs de waterafvoer plaatsvindt naar het externe slotenstelsel.

Langs de zuidwestgrens van het driehoekig natuurontwikkelingsgebied is een diepe sloot aanwezig. Het effect van deze sloot op het ecohydrologisch functioneren van het natuurgebied wordt aan de hand van dwarsprofiel G-G' inzichtelijk gemaakt (zie paragraaf 4.3).

Duitse gebied ten oosten van het Oude Basisbiotoop

In het oostelijke deel van de grensoverschrijdende laagte waarin het Oude Basisbiotoop ligt (zie figuur 2.4) is een intensief beheerd landbouwgebied aanwezig. Het landbouwperceel wordt ontwatert met een diepe sloot aan de zuidzijde en een drain aan de westzijde. De sloot watert in zuidelijke richting af op de Buurserbeek. De gronden ten westen van dit landbouwgebied zijn inmiddels omgevormd tot natuurgebied. In het westelijke deel hiervan, dus tegen het basisbiotoop aan, is in een afgraving uitgevoerd, waardoor hier nu een rechthoekige plas is ontstaan. In de zone tussen de plas en het intensief beheerde landbouwgebied is nu een extensief beheerd grasland aanwezig en de voormalige afvoersloot is omgevormd in een kunstmatig afvoerslenkje met poeltjes, waarin de Boomkikker zich heeft gevestigd. Niet alleen het ontwateringssysteem van het landbouwgebied maar ook het afvoerslenkje heeft een drainerende werking op het grondwater. Bovendien vindt vanuit de plas over het maaiveld van de laagte heen in natte winterperioden oppervlakkige afvoer plaats.

Oude Basisbiotoop en Het Markslag

In het kader van de inrichting van het Oude Basisbiotoop is voor de waterafvoer vanuit de plas een stuw geplaatst en een kronkelend afvoerloopje gegraven. In de praktijk vindt echter nooit afvoer via de stuw plaats (mondelinge mededeling R. Meulenbroek, Natuurmonumenten). Vermoedelijk hangt dit samen met de diepe ontwatering / afwatering van het oostelijke deel van de laagte: de afvoer vindt blijkbaar (ondergronds) in oostelijke richting plaats. Mogelijk vindt in extreem natte perioden wel oppervlakkige afvoer over het pad heen plaats in westelijke richting.

Behalve het kronkelende loopje zijn ook elders in het fijnmazige slenkenstelsel van deelgebied Het Markslag nog slootrestanten aanwezig. Vooral het slootrestant in het noordelijke slenkje heeft getuige de hier geconstateerde kwelverschijnselen nog een drainerende werking op het grondwater (zie voor verdere analyse: paragraaf 4.3). Dit slootrestant doorsnijdt aan de westzijde ook een dekzandruggetje. Het slootrestant mondt uit in een kleine poel in een kleine laagte. Ten westen hiervan is geen duidelijke loop meer aanwezig, maar vindt de afvoer op diffuse wijze over maaiveld heen af: de kleine laagte stroomt over naar een klein slenkje en op de buitengrens van het natuurgebied is in het slenkje recentelijk een stuwte geplaatst waarmee de afvoer plaatsvindt naar het externe stelsel.

De (slootrestanten in de) verder zuidelijk gelegen slenkjes wateren via een (slootrestant in) een dwarsslenk af op het ven in de zuidwesthoek van deelgebied Het Markslag (ofwel het nieuwe Boomkikkerbiotoop). Vanuit het ven wordt via een slootrestant het water in westelijke richting afgevoerd naar het externe stelsel, en dit stelsel watert af op de Buurserbeek. In dit slootrestant is een gronddrempel aanwezig, die ervoor zorgt dat het afvoerniveau aan maaiveld ligt. Op de buitengrens van het natuurgebied ligt een verhoogd pad, ofwel een wal. Deze wal heeft echter geen stuwende werking. Via een oude betonnen duiker wordt de afvoer onder het pad doorgeleid.

Langs de paden zijn over het algemeen nog hooguit zeer ondiepe greppelrestanten aanwezig, die geen drainerende werking meer hebben (en zodoende ook niet op de kaarten zijn weergegeven). Enige uitzondering hierop is een diepe greppel ten westen van het pad ter hoogte van de stuw van het oude basisbiotoop (dit traject is wel op de

kaarten aangegeven). In de bosgebieden van deelgebied Het Markslag zijn in drie delen vervallen greppelstelsels aanwezig.

Bosgebied en heideterrein ten zuiden van de Markslagweg

In het (droge) bosgebied zijn geen sloot- en greppelrestanten aangetroffen. In de oostelijke delen van beide slenkjes in het heideterrein langs de Buurserbeek zijn 's-winters natte omstandigheden aanwezig, en op de allerlaagste plekken kan het waterpeil in de winter tot iets boven maaiveld oplopen. Er is hier echter (ook in natte winterperioden) geen sprake van oppervlakkige afvoer via de slenken en er zijn ook hier geen sloot- of greppelrestanten aangetroffen. De noordelijke slenk loopt in oostelijke richting door tot over de rijksgrens heen en hier ligt een intensief beheerd graslandperceel. Dit perceel wordt ontwaterd met een buisdrainagesysteem (mondelinge mededeling J. in 't Veld, Natuurmonumenten).

4.3 Resultaten ecohydrologische dwarsprofielen

4.3.1 Hoogveenrestant (dwarsprofielen A-A' en B-B')

Het hoogveenrestant bestaat uit een restveenlaagje (ofwel een laagje vast veen) van doorgaans 10 à 40 cm dik en veenputten waarin secundaire veenvorming plaatsvindt. Aan de basis van het veen is over het algemeen een 5 tot 15 cm dikke gyttja aanwezig. Gytja is een meerbodemaafzetting. De gyttja is kleiig ontwikkeld, is bovenin sterk humeus en wordt naar beneden toe zandiger.

Op basis van een gezamenlijk veldbezoek met A. Jansen van de Unie van Bosgroepen (op 29-3-2017) is een beeld gevormd van de veenvorming in het Witte Veen. Gezien de aanwezigheid van de gyttja is de veenvorming in open water begonnen. Een verlandingsveen vormt dus de basis van het huidige hoogveen. In dat verlandingsveen zijn, toen de kragge dik genoeg was, delen begroeid geweest met bos, getuige de houtresten in de boringen. Dat bos is overgroeid geraakt door veenmossen. Er was aanvankelijk vermoedelijk nog geen sprake van een volledig van het grond- en oppervlaktewater onafhankelijk door veenmossen gedomineerd veen, zoals de resten van Riet en Veenbloembies aantonen in een (tijdens het gezamenlijke veldbezoek uitgevoerde) boring in het centrum van het huidige hoogveen. De voortgaande uitbreiding van veenmossen zorgde voor vernatting van zijn hogere omgeving en vervolgens voor de geleidelijke vorming van slecht doorlatende lagen in de daar aanwezige podzolbodems. Zulke slecht doorlatende lagen kunnen bestaan uit gliede en/of zogenoemde verkitten of kazige B-horizonten. Een dergelijke verkitten B-horizont is aangetroffen op locatie Bo139 (nabij peilbuis B138) aan de noordzijde van het hoogveenrestant.

Totdat in 2007 de veendijken met (in de kernen) houten damwanden werden aangelegd (zie dwarsprofiel A-A'), verloor het enigszins hellende hoogveenrestant veel water middels laterale afvoer via de veenputjes / doorlatende veendijkjes en middels oppervlakkige afvoer over de toen nog lage dijkjes heen. Sinds 2007 is dit waterverlies door de aanleg van de veendijken / houten damwanden sterk gereduceerd. Hierdoor is in het zuidelijke compartiment de (grond)waterstand met circa 35 cm gestegen (zie bijlage 1, grafiek B118B = ondiep filter in veenpakket). Bovendien is de waterstandsdynamiek afgenomen: terwijl in de oude situatie voor B118B het verschil tussen de GHG en GLG 32 cm bedroeg, bedraagt dit verschil in de huidige situatie 24 cm. Dit betekent dus dat ook een demping van de waterstandsdynamiek is gerealiseerd. Aangezien in het noordelijke compartiment voor de aanleg van de veendijken met damwanden geen peilbuis aanwezig was, kan de waterstandsverhoging hier niet op basis van een peilbuismeeetreeks worden vastgesteld. Wel is bekend dat het waterpeil ter plaatse van B138A (= ondiep filter in veenpakket) / S2 in de situatie voor de compartimentering bij benadering gelijk was aan het waterpeil ter plaatse van / S1, terwijl nu het waterpeil ter plaatse van B138A / S2 circa 35 cm hoger is. Uit vergelijking van de grafieken volgt ook dat de verhoging niet alleen voor de winter maar ook voor de zomer geldt en dus over de gehele linie doorwerkt. Daarbij is het verschil tussen de GHG en GLG ter plaatse van B138A nog geringer dan ter plaatse van B118B, namelijk 20 cm. Deze waarde geldt bij benadering ook voor B140A, in het centrale deel van het hoogveenrestant (GHG-GLG = 21 cm).

Al eerder (in 2000) is langs de buitengrens de leemkade aangelegd, maar (zoals in dwarsprofiel A-A') is te zien, was de aanleg hiervan onvoldoende voor de vernatting van het hoogveenrestant als geheel. In feite leverde de aanleg hiervan alleen een effectieve vernatting op van het allerlaagste deel van het hoogveenrestant ten noorden van de in 2007 aangelegde noordelijke veendijk met houten damwand.

De kleiige gyttja / verkitte B-horizont al dan niet met gliede vormt een weerstandsbiedende laag. Dit is de reden dat de (grond)waterstand in het veenpakket kan afwijken van de grondwaterstand in de zandondergrond (zie dwarsprofielen). Het is daarbij opvallend dat de verschillen nooit heel groot zijn en dat in het centrale deel en zuidelijke deel zelfs helemaal geen verschil aanwezig is. Ook het grondwater in de zandondergrond blijft het gehele jaar door dus zeer goed op druk. Bij de aanleg van de veendijken met de houten damwanden is de grondwaterstand in de zandlaag en zelfs in de dekzandrug aan de westzijde van het hoogveenrestant ook meegestegen. Deze zaken vormen tezamen met de zeer beperkte waterstandsdynamiek in het hoogveenrestant belangrijke aanwijzingen dat er geen of nauwelijks wegzijging optreedt naar de diepe ondergrond. Dit is te danken aan de meters dikke, praktisch ondoorlatende laag leem-/klei in de ondergrond. Blijkbaar bevinden zich hierin dus ook geen gaten, want anders zou dit zichtbaar zijn in het grondwaterstandsverloop.

Onder invloed van de opbollende grondwaterspiegel in de dekzandrug ten westen van het hoogveenrestant (zie B21 in dwarsprofiel B-B') is de stijghoogte van het grondwater in de zandlaag onder het veen in de winter hoger dan de (grond)waterstand in het veen, en wordt het hoogveen dus in lichte mate gevoed met kwelwater vanuit de zandlaag. Zoals gezegd betreft de in het profiel weergegeven situatie bij benadering een GVG-situatie. Dus onder GHG-omstandigheden is deze aanvoer nog een stuk sterker. Vanwege de nabijheid van de keileem-/kleiondergrond is het grondwater in de zandlaag zwak gebufferd (B118A: alkaliniteit = 0,6 meq/l). In verdunde vorm bereikt dit gebufferde grondwater ook het veenpakket (B118B: alkaliniteit = 0,4 meq/l). Dergelijke zwak gebufferde omstandigheden zijn (met een alkaliniteit van 0,4 à 0,8 meq/l onderin het veenpakket ter plaatse van B139, B140 en B141) ook elders onderin het veenpakket van het hoogveenrestant aangetroffen. Onder deze zwak gebufferde omstandigheden wordt de veenafbraak gestimuleerd waardoor extra veel methaan en kooldioxide vrijkomt. Deze omstandigheden zijn (tezamen met de hoge waterstand en het gedempte waterstandsverloop) zeer gunstig voor de hoogveenontwikkeling. Onder invloed van de voeding met zwak gebufferd grondwater groeien aan de westzijde van het hoogveenrestant ook soorten als Veldrus en Grauwe wilg in het hoogveengebied en zijn omvangrijke drijftillen van de grondwaterafhankelijke *Sphagnum palustre* tot ontwikkeling gekomen.

Ter plaatse van de dekzandrug ten oosten van het hoogveenrestant treedt op 16-2-2017 (dus bij benadering in de GVG-situatie) geen opbolling van de grondwaterspiegel boven het niveau van de (grond)waterstand in het hoogveenrestant op (zie dwarsprofiel B-B'). Dus vanaf deze zijde treedt in de huidige situatie veel minder / vrijwel geen grondwatervoeding op. In het dwarsprofiel is te zien dat de opbolling van de grondwaterspiegel in de oostelijke dekzandrug wordt verstoord door de afgraving van de bovengrond en het uitgraven van slenken in het kader van het Duitse natuurontwikkelingsproject dat hier is uitgevoerd. Dit negatieve effect geldt in nog sterkere mate voor het gedeelte van het natuurontwikkelingsgebied ten noordoosten van het hoogveenrestant, vanwege het aflopen van het maaiveld in het natuurontwikkelingsgebied in noordelijke richting en het overeenkomstig hiermee ook lager worden van de afvoerniveaus van de slenken (zie figuur 2.4: hoogtekaart). Op zijn beurt heeft de diepe afvoersloot op de oostgrens van het Witte Venn / in het oostelijke deel van het natuurontwikkelingsgebied weer een drainerende werking op het natuurontwikkelingsgebied.

In het noordelijke deel van het hoogveenrestant is de grondwaterstand in de zandondergrond wel het gehele jaar door lager dan de waterstand in het veenpakket (zie dwarsprofiel A-A'). Dit leidt ertoe dat hier wel een versterkte wegzijging optreedt van water vanuit het veenpakket naar de zandondergrond. De lage stijghoogte wordt vooral veroorzaakt door de sterk drainerende werking van de sloten in de enclave Jannink op het grondwater in de zandlaag.

Verder is in de dwarsprofielen te zien dat het hoogveenrestant in de zomer ook aan de west-, oost en zuidzijde water verliest naar de dekzandgronden in de omgeving. Dit waterverlies heeft tot op zekere hoogte te maken met de geringere bergingscoëfficiënt van een zandbodem ten opzichte van de veenputten, waardoor in de zandbodem de grondwaterstand onder invloed van een verdampingsoverschot veel sneller wegzakt dan in de het veengebied. De geringe omvang van het hoogveenrestant maakt het kwetsbaar voor dergelijke verliezen. Het wegzakken van de grondwaterstand wordt echter ook versterkt door de aanwezigheid van bos op de dekzandgronden: door het relatief hoge verdampingsverlies van bos ten opzichte van heide zakt de grondwaterstand in de zomer extra ver weg en is dus ook het verlies vanuit het hoogveenrestant extra groot.

4.3.2 Grensvennen (dwarsprofielen G-G' en H-H')

Vanwege de afgraving van het hoogveen zijn hier twee vennen ontstaan. Alleen in het centrale deel van Noordelijke Grensven is een restveenlaag achtergebleven. Met name langs de oevers van het Noordelijke Grensven treedt secundaire veenvorming op. Ook in beide Grensvennen is op de overgang naar de zandondergrond een gyttja (ofwel meerbodem) aangetroffen, van doorgaans circa 15 cm en oplopend tot 40 cm in het noordelijke deel van het Zuidelijke Grensven. Ook hier is de gyttja kleiig ontwikkeld.

In dwarsprofiel H-H' is te zien dat vanaf het hoogveenrestant een getrappt systeem aanwezig is: het hoogveenrestant (met tpb147) ligt het hoogst, dan volgt het Noordelijke Grensven en het Zuidelijke Grensven ligt het laagst, wat ook verklaart waarom de gyttja hier het dikst is. Gezien deze getrapte ligging wordt het Noordelijke Grensven via de zandondergrond gevoed vanuit het hoogveenrestant en wordt het Zuidelijke Grensven op zijn beurt gevoed vanuit het Noordelijke Grensven. De grondwatervoeding van het Zuidelijke Grensven vanuit het hoger gelegen gebied aan de oost- en zuidoostzijde is vrijwel geheel weggevalen door de diepe ontwatering van de hier aanwezige landbouwgronden (zie oostelijke uiteinde dwarsprofiel G-G' en zuidoostelijke uiteinde dwarsprofiel H-H').

Het Zuidelijke Grensven ligt in het bovenstroomse uiteinde van een smeltwatergeul (zie figuur 2.3). In deze geul is de zandlaag dikker en ook grover dan elders in het projectgebied, en zodoende is het doorlaatvermogen hier veel groter dan elders in het projectgebied. Omdat de geul bovendien onder een aanzienlijk verhang ligt, vindt via de geul in sterke mate grondwaterstroming plaats in zuidwestelijke richting. Hierdoor en vanwege het wegvallen van de voeding uit het hoog gelegen gebied aan de (zuid)oostzijde zakt de grondwaterstand in de zandondergrond van het Zuidelijke Grensven in de zomer behoorlijk ver weg. Dit wegzakken wordt bevorderd door de aanwezigheid van veel bos rond het Zuidelijke Grensven, vanwege het relatief grote verdampingsverlies van bos ten opzichte van heide: het bos aan de (zuid)oostzijde gaat ten koste van de aanvoer en het bos aan de (zuid)westzijde versterkt de afvoer.

Vanwege de aanwezigheid van de weerstandsbiedende gyttja zakt de waterstand in het ven zelf veel minder ver weg dan in de zandondergrond. Dit voorkomt echter niet dat de waterstandsdynamiek in het Zuidelijke Grensven vanwege de bovengenoemde oorzaken veel groter is dan in het Noordelijke Grensven: terwijl in het Noordelijke Grensven de waterstand tussen 16-2-2017 en 11-7-2017 met 22 cm is weggezakt bedraagt dit verschil in het Zuidelijke Grensven 39 cm. Het verschil tussen de GHG en GLG voor B136/L136 bedraagt 24 cm. Omdat er bij L137 te veel gaten in de meetreeks zijn kon voor dit meetpunt het verschil tussen de GHG en GLG niet bepaald worden, maar op grond van de metingen in het kader van het veldonderzoek / vergelijking met B136/L136 mag verwacht worden dat dit verschil hier 40 à 45 cm bedraagt.

Ook in dit deelgebied is het grondwater vanwege aanrijking vanuit de keileem- / kleiondergrond zwak gebufferd. Dankzij de eerder genoemde lichte grondwatervoeding van beide vennen is het venwater zeer zwak gebufferd. Onder invloed hiervan treedt met name in de noordelijke oeverzones van beide vennen een voorspoedige veenmosontwikkeling op en is vooral in de oeverzone van het Zuidelijke Grensven veel Veelstengelige waterbies aanwezig.

4.3.3 Bosgebied ten zuiden van het hoogveenrestant (dwarsprofielen A-A' en G-G')

In een aantal slenken in het bosgebied ten zuiden van het hoogveenrestant is sinds het dempen van de restanten van voormalige afvoersloten (in 2007) een lichte zekere vernatting opgetreden. Dit heeft vooral geresulteerd in hogere grondwaterstanden in de slenken in het winterhalfjaar, zoals aan het grondwaterstandsverloop van peilbuis B135 kan worden afgeleid. In de zomer blijft de grondwaterstand in het gebied in aanzienlijke mate beneden maaiveld wegzakken, ter plaatse van B135 tot circa 80 cm -mv en ter plaatse van B29 tot circa 120 cm mv (zie bijlage 1), ofwel tot circa 1 m -mv.

Om af te leiden in hoeverre de aanwezigheid van het bos debet is aan het ver wegzakken van de grondwaterstand in de zomer is een indicatieve berekening uitgevoerd. Hiertoe is op basis van gegevens van weerstation Twente voor de periode 1981 t/m 2010, de interceptiefactoren van loofbos en zwaar naaldbos en de verdampings-gewasfactoren voor loofbos, zwaar naaldbos en heide zoals vermeld in het Grondwaterzakboekje (Bram Bot, 2016) bepaald in welke mate de grondwateraanvulling door de aanwezigheid van bos wordt gereduceerd (zie tabel 4.2). In het betreffende gebied is gemengd bos aanwezig en daar waar naaldbos aanwezig is, is dit niet specifiek als zwaar te bestempelen, dus zodoende kunnen het best de factoren voor loofbos gehanteerd worden. Over een jaar bezien leidt de aanwezigheid van het bos in vergelijking tot heide tot een verminderde grondwateraanvulling van circa 170 mm. In het voorjaar en de zomer bedraagt het verschil circa 140 mm.

Tabel 4.2 Vergelijking grondwateraanvulling loofhout, zwaar naalddhout en heide

Weerstation Twente, gemiddeld 1981-2010 (mm)										
Bron interceptiefactor en gewasfactor: Grondwaterzakboekje, Gwz 2016 (Bram Bot)										
maand	neerslag (mm)	referentie- gewasverdamping volgens Makkink (mm)	interceptiefactor % loofhout	interceptiefactor % zwaar naalddhout	gewasfactor% loofhout	gewasfactor% zwaar naalddhout	heide	grondwateraanvulling		
								loofhout (mm)	zwaar naalddhout (mm)	heide (mm)
jan	71,5	7,7	10	35	80	80	90	58,2	40,3	64,6
feb	51,6	14,1	10	35	80	80	90	35,2	22,3	38,9
mrt	65,1	32,2	10	35	80	80	75	32,8	16,6	41,0
apr	45,2	58,4	25	35	80	80	60	-12,8	-17,3	10,2
mei	62,4	85,7	25	35	80	80	70	-21,8	-28,0	2,4
jun	67,7	90,9	25	35	80	80	80	-21,9	-28,7	-5,0
jul	74,5	95,8	25	35	80	80	80	-20,8	-28,2	-2,1
aug	71	79,5	25	35	80	80	70	-10,4	-17,5	15,4
sep	65,4	49,2	25	35	80	80	70	9,7	3,2	31,0
okt	67,5	27,3	10	35	80	80	75	38,9	22,0	47,0
nov	68,9	10,4	10	35	80	80	90	53,7	36,5	59,5
dec	74,1	5,9	10	35	80	80	90	62,0	43,4	68,8
							totaal jaar	202,8	64,5	371,5
							totaal mrt t/m sept	-45,1	-100,0	92,7

Uitgaande van een bergingscoëfficiënt $\mu = 0,15$ voor de hier aanwezige zandbodem zou dit een verschil in grondwaterstand van ruim 90 cm betekenen, waarmee de grondwaterstand ook in de zomer direct aan maaiveld zou komen te liggen, wat

onwaarschijnlijk is. Verwacht mag namelijk worden dat ook bij aanwezigheid van een heideachtige begroeiing (met venachtige situaties op de laagste plekken) onder invloed van het verdampingsoverschot de grondwaterstand in de zomer minimaal enkele decimeters beneden maaiveld weg zal blijven zakken. Ook zal een deel van de extra aanvulling via de zandlaag lateraal afstromen naar het gebied benedenstrooms van het bos, ofwel de Natte Weide, maar dit is uiteraard ook winst. In de praktijk mag in het gebied ongeveer een situatie verwacht worden zoals nu aanwezig in de vergelijkbare noordelijke slenk langs de Wargerinkweg, met op de laagste plekken veenontwikkeling en op de flanken van de slenken ontwikkeling van natte heide. Dus op grond van deze oriënterende berekening / beschouwing volgt wel dat de bijdrage van het hoge verdampingsverlies (middels interceptie) van het bos aan het wegzakken van de grondwaterstand substantieel is.

In combinatie hiermee hebben ook de nog aanwezige greppelrestanten (en met name de intensieve greppelstelsels in sommige delen van het bosgebied) een negatieve invloed: hierdoor wordt met name de opbolling van de grondwaterspiegel in dekzandruggetjes de GHG-situatie negatief beïnvloed, waardoor de geleidelijke voeding van de laagten / slenken is verminderd. De aanwezigheid van het bos leidt bovendien tot een versterkte invang van verzurende depositie vanuit de lucht.

De aanwezigheid van het bos en de greppels vormen niet alleen een grote belemmering voor herstel van hoogveenslenkvegetaties in de slenken en laagten van het deelgebied zelf, maar veroorzaken vanwege de ver wegzakkende grondwaterstanden in de zomer in het gebied als geheel ook verdroging van het hoogveenrestant, de beide Grensvennen en de Natte Weide. De aanwezigheid van het bos en de greppels staan dus zowel de verbetering van de kwaliteit als de uitbreiding van habitatype H7120 Herstellende hoogvenen in de weg.

4.3.4 Bramerveld (dwarsprofielen B-B', C-C' en D-D')

Het Bramerveld ligt grotendeels in het relatief sterk hellende westelijke deel van het Natura 2000-gebied (zie dwarsprofiel B-B'). Vanwege de geringe dikte van de zandlaag is het doorlaatvermogen ervan laag. In samenhang met het sterke verhang treedt echter wel een duidelijke grondwaterstroming op. Ook hier is het grondwater in de zandlaag vanwege aanrijking vanuit de ondiep gelegen keileem-/kleiondergrond gebufferd, over het algemeen zwak maar ter plaatse van het steilste deel van de helling (met een alkaliniteit van rond de 3 meq/l ter plaatse van B19 en Tpb181) zelfs matig sterk. Onder invloed van het lateraal afstromende grondwater komt in het heidegebied plaatselijk Beenbreek voor en vanwege de combinatie met de enigszins gebufferde omstandigheden groeien op diverse plekken soorten als Blauwe zegge en Geelgroene zegge in het natte heidegebied. Dit maakt de heide extra soortenrijk en dus ecologisch waardevol.

Vanwege het geringe doorlaatvermogen is de invloedafstand van de diepe ont- en afwateringsstelsels in het landbouwgebied ten westen van het Natura 2000-gebied (en dus ook de hoofdwaterloop ter plaatse van het westelijke uiteinde van dwarsprofiel B-B') beperkt, namelijk maximaal 150 meter (TAUW, 2017). Er is in het Bramerveld dus geen negatief effect hiervan op de habitatypen H4010A Vochtige heide en H3130 Zwak gebufferde vennen / de invloed reikt alleen tot in de zone van de voormalige landbouwgrond met productieve vegetatie langs de buitenrand van het Natura 2000-gebied.

De slootrestanten die in het Bramerveld zijn aangetroffen hebben nog wel een licht drainerende werking op het grondwater in het natuurgebied, zoals vooral is te zien ter plaatse van Tpb180 in dwarsprofiel D-D'). Tevens wordt het wegzakken van de grondwaterstand in de zomer in het Bramerveld versterkt door het relatief sterke

verdampingsverlies van de hier op grote schaal aanwezige productieve graslandvegetaties ter plaatse van de voormalige landbouwgronden. De verdrogende werking van de greppelrestanten en de productieve graslanden werkt in lichte mate ook door in de oude heidekernen van het Bramerveld met onder andere habitatype H4010A. De aanwezigheid van de productieve graslanden betekent eveneens dat de hoge potenties die de voormalige landbouwgronden zelf hebben voor herstel / ontwikkeling van grondwaterafhankelijke natuur (en met name vochtige heide en vochtig heischraal grasland) nu niet tot uiting komen. In paragraaf 4.4 wordt beschreven of en in welke mate de fosfaatrijkdom van de toplaag van de bodem hierbij een knelpunt is.

Ter plaatse van de zuidflank van het verder zuidelijk gelegen tweede slenkje is in 2002 in een zone ten zuidoosten van peilbuis B180 de fosfaatrijke bovengrond afgegraven. Dankzij deze maatregel konden hier de potenties die ook elders in het Bramerveld op grote schaal aanwezig zijn wel tot uiting komen: onder invloed van de laterale afstroming van zwak gebufferd grondwater via de dunne zandlaag is hier inmiddels een ecologisch waardevol Veldrusschraalland tot ontwikkeling aan het komen met onder andere Geelgroene zegge, Veldrus en Gevlekte orchis.

In de slenk ten zuiden van de Bramerveldweg is ten behoeve van de realisatie van een Boomkikkerbiotoop de bovengrond (tot in de keileem- / kleiondergrond) afgegraven en in dit afgegraven gedeelte van de slenk zijn enkele dammen aangebracht: zo zijn drie kleine vennetjes ontstaan (zie dwarsprofiel B-B'). De vennen worden via de watervoerende zandlaag vanuit de hoger op de helling gelegen zones aan de noord-, zuid- en oostzijde gevoed met grondwater. Het grondwater dat vanaf het oosten toestroomt is (vanwege de hier zeer ondiepe ligging van de keileem-/kleiondergrond) matig sterk gebufferd (alkaliniteit = 3,3 meq/l). Door bijmenging met neerslagwater is het venwater zelf (met een alkaliniteit van 0,5 meq/l) zwak gebufferd. Dankzij de voeding met het gebufferd grondwater zijn in de 's-zomers net droogvallende oeverzones van de vennen waardevolle Pilvaren-vegetaties tot ontwikkeling gekomen en ook Vlottende bies en Duizendknoopfonteinruid groeit in de vennetjes. De vennetjes zijn daarom begrensd als habitatype H3130 Zwak gebufferde vennen. In de diepe delen groeit echter Grote lisdodde en in de directe omgeving van de vennen is een ruige Pitrusvegetatie aanwezig. Dit betekent dat de venontwikkeling niet optimaal is en ook dat een ecologisch waardevolle gradiënt in het hogere deel van de oeverzone ontbreekt. Op basis van de resultaten van het uitgevoerde bodemchemisch onderzoek wordt in paragraaf 4.4 toegelicht in hoeverre de voedselrijkdom van de toplaag van de voormalige landbouwgronden in het Bramerveld hierbij een rol speelt.

4.3.5 Slenk langs de Wagerinkweg (dwarsprofielen E-E' en F-F')

Van de twee slenken tussen de Wagerinkweg en de Witte Veenweg is in het kader van het dwarsprofielen-onderzoek alleen de noordelijke slenk onderzocht. In de slenk is een aanzienlijk verhang aanwezig, waardoor (ondanks het geringe doorlaatvermogen) ook hier een duidelijke grondwaterstroming optreedt. Vanwege de aanrijking vanuit de ondiep gelegen keileem-/kleiondergrond is ook in deze slenk het grondwater gebufferd. De mate van buffering loopt hier sterk uiteen, namelijk van 0,2 tot tot 3,8 meq/l. In het bovenstroomse deel van de slenk is het grondwater met een alkaliniteit van 0,5 meq/l gelijk al zwak gebufferd. Dit resulteert in de talrijke aanwezigheid van grondwaterafhankelijke soorten als Blauwe zegge, Geelgroene zegge, Veldrus en *Sphagnum fimbriatum* in de natte heide ter plaatse van Tpb196 en de aanwezigheid van een kleine poel in het meest bovenstrooms gelegen deel van de slenk (nabij Tpb196).

Ter plaatse van Bo184 is in de slenk een kleine laagte in de zandondergrond aanwezig. Hierin ligt het hoogveenven. De bodem van het hoogveenven bestaat uit een dunne restveenlaag met hieronder een dunne verkitte B-horizont. Het hoogveenven wordt in de

winter vanaf drie zijden gevoed met grondwater vanuit de watervoerende zandlaag: niet alleen vanuit het bovenstroomse deel van de slenk (zie dwarsprofiel E-E'), maar ook vanuit de dekzandruggen aan weerszijden van de slenk (zie dwarsprofiel F-F'). Het grondwater dat vanuit het bovenstroomse deel van de slenk toestroomt is met een alkaliniteit van 3,2 meq/l ter plaatse van Tpb183 matig sterk gebufferd. De hier relatief sterke buffering hangt samen met de zeer ondiepe ligging van de keileem- / kleiondergrond. De voeding met het gebufferde grondwater zorgt niet alleen voor een voorspoedige hoogveenontwikkeling, maar verklaart ook de aanwezigheid van Wateraarbeï in het ven.

Vanwege het ontbreken van een hydrologisch meetpunt in het hoogveenven is het waterstandsverloop ervan niet bekend. In het kader van het veldonderzoek is aan de bovenstroomse zijde van het ven dus wel Tpb183 geplaatst, maar hiermee is alleen de grondwaterstand in de zandlaag gemeten. Ter plaatse van Tpb183 was de grondwaterstand op 11-7-2017 35 cm lager dan op 16-2-2017. Gezien de aanwezigheid van de verkitte B-horizont onder het ven en getuige de aanwezigheid van de goed ontwikkelde hoogveenvegetatie in (de oeverzone van) mag verwacht worden dat het waterpeil in het ven zelf veel minder ver wegzakt en dus minder sterk fluctueert dan ter plaatse van Tpb181.

Het wegzakken van de grondwaterstand in de zomer ter plaatse van Tpb183 wordt versterkt door de aanwezigheid van bos in de zone direct ten oosten van Tpb183, vanwege het sterke verdampingsverlies van bos ten opzichte van heide. Dit effect werkt waarschijnlijk ook door in het hoogveenven: het ven zal hierdoor meer water verliezen door wegzijging naar de zandondergrond.

Verder benedenstrooms is in de slenk ter plaatse van B181 nog een klein, ondiep vennetje aanwezig in de slenk. In dit vennetje is de waterstandsdynamiek veel groter, waardoor het 's-zomers veelvuldig droogvalt. De sterkere dynamiek heeft te maken met de hier relatief grote dikte van de watervoerende zandlaag en het aanzienlijke hoogteverschil met het direct benedenstrooms gelegen slenkgedeelte, waardoor vanuit deze zone een relatief sterke grondwaterafvoer plaatsvindt. Met behulp van een dammetje wordt getracht om water hier toch zo goed mogelijk vast te houden. Aan de voet van dit dammetje ligt een slootrestant dat nog een drainerende werking heeft op het grondwater. In zijn totaliteit levert dit behalve een aanzienlijke (grond)waterstandsdynamiek ook (relatief) zure omstandigheden in het vennetje op (pH =4,6). Desondanks groeit toch Duizenknoopfonteinkruid in het vennetje.

Het slootrestant ligt op de overgang naar de voormalige landbouwgrond die verder benedenstrooms in de slenk aanwezig is. In dit benedenstroomse gedeelte is al op zeer geringe diepte matig sterk gebufferd grondwater aanwezig (alkaliniteit van 2,2 meq/l in het ondiep filter van Tpb182) en ook de grondwaterstandsdynamiek is hier zeer gering. Hoewel hier ook soorten als Veldrus, Holpijp en Kale Jonker voorkomen, wordt de vegetatie nog altijd gedomineerd door Pitrus. In paragraaf 4.4 wordt aangegeven in hoeverre de aanwezigheid van een fosfaatrijke toplaag hierbij een knelpunt vormt.

4.3.6 Natte weide en driehoekig natuurontwikkelingsgebied (A-A' en G-G')

De Natte Weide en ook het ven in de zuidhoek van het driehoekig natuurontwikkelingsgebied liggen in de smeltwatergeul (zie dwarsprofiel A-A' en figuur 2.3). In deze geul is de zandlaag dikker en (vooral onderin) is het zand ook grover dan elders in het projectgebied. Zodoende is het doorlaatvermogen hier veel groter dan elders in het projectgebied. Omdat de geul bovendien onder een aanzienlijk verhang ligt, vindt hierlangs in sterke mate grondwaterstroming plaats in zuidwestelijke richting.

Het diepere grondwater in de geul is (met een alkaliniteit van 1,6 meq/l ter plaatse van Tpb190-2) matig gebufferd en het ondiepe grondwater is (met een alkaliniteit van 0,9 meq/l) zwak gebufferd. In de winter stijgt de grondwaterstand tot aan / iets boven maaiveld en vindt over maaiveld heen oppervlakkige afvoer plaats. In de zomer zakt de grondwaterstand echter behoorlijk ver beneden maaiveld weg: op 11-7-2017 lag de grondwaterstand ter plaatse van Tpb190 op 112 cm beneden maaiveld. Uit het grondwaterstandsverloop van B29 (zie bijlage 1) is te zien dat de grondwaterstand elke zomer behoorlijk ver wegzakt.

In de Natte Weide zijn bij het gezamenlijke veldbezoek met A. Jansen (op 29-3-2017) resten aangetroffen van een verkitte B-horizont, wat erop wijst dat ook hier in het verleden een hoogveenachtige situatie aanwezig was, zoals ook blijkt uit de historische kaarten van 1850 (figuur 2.2c) en 1915 (figuur 2.2d). De groene inkleuring van de drassige zones op de kaart van 1915 en de huidige aanwezigheid van het zwak gebufferde grondwater doen vermoeden dat het hier om een zwak gebufferde veenontwikkeling ging, kenmerkend voor de lag van een intact hoogveenlandschap. Het veen is echter verdwenen en de verkitte B-laag is verstoord door uitvoering van ploegwerkzaamheden, die tot op een diepte van 35 à 40 cm zijn uitgevoerd. Vanwege de verstoorde en fosfaatrijke toplaag is de Natte Weide grotendeels begroeid met een ruige Pitrusvegetatie. Plaatselijk (zo ook in de omgeving van Tpb190) groeit hierin dankzij de voeding met zwak gebufferd grondwater ook Veldrus.

Het ver wegzakken van de grondwaterstand in de zomer wordt in de eerste plaats veroorzaakt door de aanwezigheid van de minerale bodem (gezien de lage bergingscoëfficiënt ten opzichte van een hoogveenbodem). In de tweede plaats komt dit door de sterk verminderde voeding vanuit het met bos begroeide verder bovenstrooms gelegen gebied: niet alleen de met bos begroeide hoofdgeul / hoofdslenk, maar ook de vele kleine slenkjes die vanuit het bosgebied in de hoofdslenk van de Natte Weide samenstromen. Dit is het gevolg van vanwege het hoge verdampingsverlies (via interceptie) van bos ten opzichte van heide. Verder zorgt ook het sterke verdampingsverlies van de productieve Pitrusvegetatie in het gebied zelf voor het ver wegzakken van de grondwaterstand in de zomer.

Het wegzakken van de grondwaterstand in de Natte Weide wordt waarschijnlijk niet of hooguit slechts in beperkte mate versterkt door de sterk drainerende werking van het diepe ontwateringsstelsel in het landbouwgebied aan de westzijde en meer specifiek de diepe sloot langs de zuidwestzijde van het driehoekige natuurontwikkelingsgebied. Op basis van de indicatieve berekeningen die in het kader van het 'Hydrologisch onderzoek randzone' (TAUW, 2017) zijn uitgevoerd volgt namelijk dat voor deze sloot een invloedaafstand een waarde van circa 200 à 250 meter kan worden aangehouden geldt en ook in ecohydrologisch dwarsprofiel G-G' is geen duidelijk effect van de sloot herkenbaar.

Het water in het ven in de zuidhoek van het driehoekige natuurontwikkelingsgebied is verrijkt met fosfaat (ow8: 1,6 $\mu\text{mol/l}$ ortho-P en 3,8 $\mu\text{mol/l}$ totaal-P). Dit fosfaatrijke water is afkomstig uit de Natte Weide: het fosfaat dat hier in de fosfaatrijke toplaag van de voormalige landbouwgrond in oplossing gaat, belandt middels oppervlakkige afvoer eerst in de plas van de Natte Weide (waardoor dus ook het plaswater is verrijkt met fosfaat) en vervolgens in het ven. De venbodem zelf is vanwege het hier afgraven van de fosfaatrijke bovengrond wel voedselarm (totaal-P 1,9 mmol/l en Olsen-P 357 $\mu\text{mol/l}$). Dankzij de voedselarme bodem en onder invloed van een lichte voeding met zwak gebufferd grondwater is in het ven een vegetatie met onder andere Moerashertshooi en Holpijp tot ontwikkeling gekomen en kwalificeert het ven als habitatype H3130 Zwakgebufferde Vennen. Deze positieve ontwikkeling wordt echter wel bedreigt door de instroming van het fosfaatrijke water vanuit de Natte Weide. Mogelijk vindt in combinatie hiermee ook toevoer van fosfaatrijk water plaats vanuit de Pitruszone direct rond het ven, waar de fosfaatrijke toplaag blijkbaar niet of slechts deels is afgegraven.

Het ecohydrologisch functioneren van het ven wordt wel negatief beïnvloed door de diepe sloot langs de buitenzijde van het Natura 2000-gebied: het ven ligt namelijk ruim binnen de invloedsafstand van de sloot van 200 à 250 meter. De sloot heeft zodoende een drainerende werking op het grondwater en als gevolg hiervan wordt de voeding van het ven met gebufferd grondwater vanuit de geul en de zandgronden aan weerszijden van het ven gereduceerd en valt het ven in de loop van de zomer versneld droog. Het droogvallen van het ven in de zomer is niet zo'n groot probleem / is zelfs wenselijk. De afvang van gebufferd grondwater vormt wel een knelpunt, omdat dit een bedreiging vormt voor de buffering van het venwater: met een alkaliniteit van 0,2 meq/l is de mate van buffering nu (gezien de positie van het ven in het hydrologische systeem) minimaal.

In het vennetje in de uiterste westhoek van het driehoekige natuurontwikkelingsgebied spelen vergelijkbare problemen: ook hier is de bodem dankzij het afgraven van de fosfaatrijke toplaag fosfaatarm waardoor waardevolle soorten als Schildereprijs, Haaksterrenmos en Moeraswalstro zich hebben gevestigd, ook hier wordt de venontwikkeling negatief beïnvloed door de instroming van fosfaatrijk water (waardoor flab in het venwater aanwezig is) en ook hier is sprake van reductie van de voeding van het ven met zwak gebufferd grondwater vanwege de sterk drainerende werking van de diepe sloot. Het iets hogerop de helling gelegen heischraal grasland en ook de vochtige heide lijken getuige de goede ontwikkeling ervan niet te lijden onder de sterk drainerende werking van de diepe sloot.

4.3.7 Het Markslag (dwarsprofielen A-A', I-I' en J-J')

In het hoog gelegen oostelijke deel van deelgebied Het Markslag is onder de dunne oppervlakkige dekzandlaag geen keileem / klei maar een fijnzandige grondmorene aangetroffen (zie zone vanaf Tpb200 t/m Tpb202 in dwarsprofiel A-A'). Het betreft hierbij veelal een afwisseling van zwak en sterk lemig, zeer fijn zand, met hierin ook grind en steentjes. Op basis van de diepe boringen B34F0169 en B34H0019 is echter bekend dat ook hier dieper in de bodem een dikke leem- / kleilaag aanwezig is (namelijk B34H0019 > 7,5 m en B34F0169 3,8 meter). Als gevolg zijn ook in dit relatief hoog gelegen gebied vochtige tot natte omstandigheden aanwezig.

Vanuit de iets hoger gelegen delen worden de slenkjes die in het gebied aanwezig zijn lateraal gevoed met ondiep afstromend grondwater. Daarbij is vanwege de aanrijking vanuit de grondmorene het diepere grondwater matig sterk gebufferd en het ondiepe grondwater over het algemeen zwak gebufferd. In de noordelijke slenk is ter plaatse van Tpb200 ook het ondiepe grondwater zelfs matig sterk gebufferd: blijkbaar is de grondmorene hier op geringe diepte al basenrijk. In samenhang met deze omstandigheden heeft het gebied hoge potenties voor ontwikkeling van (zwak tot matig sterk) gebufferde vegetaties die typerend zijn voor de lagg. Deze potenties komen nu echter niet tot uiting vanwege de afvang van het gebufferde grondwater door de slootrestanten die nog in de slenken aanwezig zijn en door de aanwezigheid van de fosfaatrijke toplaag in dit voormalige landbouwgebied: zodoende zijn nu in de slenken vooral soortenarme Pitrusvegetaties aanwezig.

Het ven (met habitatype H3130) dat in de zuidelijke slenk ligt wordt via de dekzandlaag over de leem- / kleiondergrond heen vanaf drie zijden gevoed met lateraal toestromend grondwater (zie dwarsprofielen I-I' en J-J'). Met name onder invloed van de voeding met het matig sterk gebufferde grondwater vanuit het bovenstroomse deel van de slenk (Tpb203: alkaliniteit = 1,1 meq/l) is ook het venwater in aanzienlijke mate gebufferd (alkaliniteit = 0,8 meq/l). Dankzij het afgraven van de fosfaatrijke bovengrond is de bodem van het ven fosfaatarm (Olsen-P = 158 µmol/l en totaal-P = 1,8 mmol/l). Dankzij de voedselarme bodem en de voeding met gebufferd grondwater is in het ven een

ecologische waardevolle vegetatie tot ontwikkeling gekomen, met onder meer (zeer veel) Holpijp, Pilvaren en Moerashertshooi.

De toplaag van de bodem in het voedingsgebied van het ven is zeer fosfaatrijk (WV37 en WV50: totaal-P circa 27 mmol/l en Olsen-P 1900 à 2550 $\mu\text{mol/l}$) en ook fosfaatverzadigd: zodoende treedt uit- en afspoeling op van labiel gebonden P in de toplaag naar het ven, waardoor het venwater is verrijkt met fosfaat (ow13: ortho-P = 0,7 $\mu\text{mol/l}$). Deze toevoer van fosfaat vanuit de fosfaatrijke toplaag in het voedingsgebied vormt dus een bedreiging voor de venontwikkeling en de aanwezigheid van de fosfaatrijke toplaag betekent eveneens dat er geen goede gradiënt vanuit het ven naar de omgeving tot ontwikkeling kan komen.

4.3.8 Hegebeek en omgeving (dwarsprofielen A-A' en C-C')

Vanwege de hoge afvoerpieken die de beek vanuit het Duitse achterland ontvangt is de bodem van de Hegebeek in de loop der jaren steeds verder geërodeerd en zodoende zeer diep ingesneden: ter plaatse van dwarsprofielen A-A' en C-C' is de beek nu 1,8 meter diep. Als gevolg van de zeer grote diepte heeft de beek een sterk drainerende werking op het grondwater. Dit leidt niet alleen tot sterk verlaagde grondwaterstanden, maar ook tot een sterke afvang van het gebufferde grondwater in het dal. Zodoende kan dit gebufferde grondwater niet in de wortelzone van de (bos)vegetatie in het dal doordringen, waardoor het habitatype H91E0C Vochtige alluviale bossen hier nu in slecht ontwikkelde vorm voorkomt.

Vanwege de aanwezigheid van een zijgeul (zie figuur 2.3), met hierin een relatief dikke zandlaag (zie dwarsprofiel A-A') waarvan het onderste deel matig grof tot zelfs zeer grof is (zie boorbeschrijvingen in bijlage 3), werkt de negatieve invloed van de Hegebeek met name ter plaatse van de enclave Jannink ver in zuidelijke richting door. De sterk drainerende werking van de Hegebeek belemmert zodoende de ontwikkeling van een ecologisch waardevolle lagg aan de noordzijde van het hoogveenrestant. Het hoogveenrestant zelf wordt aan de noordzijde in de huidige situatie sterk negatief beïnvloed door de drainerende werking van het slotenstelsel van de enclave Jannink, maar niet door de Hegebeek, omdat vanwege de geringe dikte van de watervoerende zandlaag op basis van de berekeningen van TAUW (2017) is af te leiden dat de invloedsafstand van de diepe beek beperkt is tot circa 200 à 250 meter en de noordrand van het hoogveenrestant op circa 300 meter van de beek ligt.

Omdat de Hegebeek tegen de zuidrand van de hoofdgeul in de keileem/kleiondergrond aan ligt (zie figuur 2.3), is het negatieve effect ervan in zijn algemeenheid aan de noordzijde (waar de as van de geul ligt) sterker dan aan de zuidzijde (zie dwarsprofiel C-C'). Desalniettemin heeft de zeer diepe beek tot op een afstand van circa 100 meter toch een negatief effect op het gebied aan de zuidzijde en deze invloed reikt ook tot in de zone met habitatype H4010A Vochtige heide. Als gevolg hiervan is de vochtige heide in deze zone minder goed ontwikkeld dan verder van de beek af: meer kritische soorten als Blauwe zegge, Beenbreek en Moeraswolfsklauw ontbreken hier terwijl ze verder van de beek af wel voorkomen.

Ook de bosontwikkeling vormt een bedreiging voor de ontwikkeling van habitatype H4010A Vochtige heide: de oppervlakte van de heide neemt af en het resterende heidegebied wordt negatief beïnvloed door de verdrogende werking van het omringende bos, als gevolg van het relatief hoge verdampingsverlies van bos.

4.3.9 Buurserbeek en omgeving (dwarsprofielen A-A' en K-K')

Het dal van de Buurserbeek is diep (het maaiveld van het dal ligt zo'n 4 meter beneden het maaiveld van de omgeving) en de Buurserbeek is diep in de dalbodem ingesneden: 1,3 meter te plaatse van dwarsprofiel K-K' en 1,7 meter ter plaatse van dwarsprofiel A-A'. Zodoende heeft de Buurserbeek een sterk drainerende werking op het grondwater in het dal. Hierdoor zijn hier niet alleen de grondwaterstanden sterk verlaagd, maar vindt ook afvang plaats van het gebufferde grondwater, waardoor dit grondwater de wortelzone van de vegetatie niet kan bereiken. In combinatie met de overstroming met voedselrijk beekwater bij afvoerpieken is hier beekbegeleidend bos met zeer ruige ondergroei met dominantie van Grote brandnetel aanwezig.

Ondanks de diepe ligging van het dal en de diepe insnijding van de beek in het dal is in het veel hoger gelegen gebied ten noorden van de beek in beide dwarsprofielen een zeer sterke opbolling van de grondwaterspiegel in de zandlaag te zien: op nog geen afstand van 100 meter bolt de grondwaterspiegel 3 à 4 meter op, niet alleen in de winter- maar ook in de zomersituatie. Dit duidt op een gering doorlaatvermogen en dus geringe dikte van de watervoerende zandlaag. Ter plaatse van Tpb207 wordt dit op basis van de hier uitgevoerde boring ook bevestigd: hier is vanaf een diepte van 2,9 m -mv zeer stugge en dus slecht doorlatende tertiaire klei aangetroffen en aangenomen mag worden dat deze klei de bovenzijde van de praktische ondoorlatende basis vormt. Ter plaatse van Tpb208 en B116 is de keileem- / kleiondergrond niet bereikt, maar zal (gezien het sterk opbollen van de grondwater-spiegel) naar verwachting niet veel lager liggen dan de einddiepte van de boringen.

Vanwege het geringe doorlaatvermogen is de invloedafstand van de Buurserbeek dus beperkt. Waarschijnlijk heeft de beek wel enige invloed op de freatische grondwaterstand in de zandlaag ter plaatse van het nabij gelegen zuidelijke heideslenkje en (vrijwel) niet op het op grotere afstand gelegen noordelijke slenkje. In het zuidelijke slenkje is echter een schijn(grond)watersysteempje aanwezig: de (grond)waterspiegel in het hier aanwezige vennetje en ook in een zone hieromheen is vanwege de aanwezigheid van een enigszins weerstandsbiedende slenk-/venbodem gedurende het winterhalfjaar (en dus ook in de GVG-situatie) een stuk hoger dan de freatische grondwaterstand (zie dwarsprofiel K-K'). Een verlaging van de freatische grondwaterstand kan in deze situatie wel leiden tot een versterkte infiltratie vanuit het schijngrondwatersysteem, wat dus ook tot een verlaging kan leiden, maar in nog geringere mate dan de freatische grondwaterstand. In de zomer valt het schijn(grond)watersysteempje droog, dus de GLG wordt wel bepaald door de freatische grondwaterstand. Dus hierop kan de drainerende werking van de beek wel doorwerken. Voor de hier voorkomende habitattypen is echter de GVG-situatie is meest bepalend. Wel betekent het ver wegzakken van de grondwaterstand onder invloed van de sterk drainerende werking van de Buurserbeek dat meer kritische soorten van deze habitattypen hier nu niet kunnen groeien.

Samenvattend heeft de diepe Buurserbeek dus een sterk negatief effect op het ecohydrologisch functioneren van het beekdal zelf (met habitatype H991E0C Alluviale bossen), waarschijnlijk een klein negatief effect op de beide heideslenkjes (met habitattypen H3160 Zure Vennen, H4010A Vochtige heide en H7150 Pioniervegetaties met snavelbiezen) en geen negatief effect op de rest van het Natura 2000-gebied. De diepe Buurserbeek staat hiermee de instandhouding van de basisvarianten van grondwaterafhankelijke habitattypen in de slenkjes niet in de weg.

4.4 Belangrijkste resultaten van het bodemchemisch onderzoek.

Algemene beeld

- De veelal 20 tot 30 cm dikke bouwvoor van de voormalige landbouwgronden is in meerdere of mindere mate verrijkt met fosfaat. De Olsen-P van de bouwvoor bedraagt gemiddeld 1700 $\mu\text{mol/l}$ en de totaal P concentraties gemiddeld circa 13 mmol/l. Er is daarbij geen verschil in het bovenste en het onderste deel van de bouwvoor.
- Met uitzondering van de enclave Jannink en het hoog gelegen deel van het zuidelijke deel van Het Markslag zijn de Olsen-P en totaal P concentraties direct onder de bouwvoor over het algemeen fors lager dan in de bouwvoor. Door middel van het afgraven van de bouwvoor (en eventueel in combinatie met een beperkt aanvullend verschrallingsbeheer) kunnen (met uitzondering van de genoemde gebieden) overal de benodigde fosfaat gelimiteerde omstandigheden worden gecreëerd voor de ontwikkeling van soortenrijke, schrale vegetatietypen. Er zijn in dit gebied met name hoge potenties voor ontwikkeling van heide, heischraal grasland, (plaatselijk) veldrussschraalland / blauwgrasland en (eveneens plaatselijk) zwak gebufferde vennen.
- Dit betekent overigens nog niet automatisch dat afgraving van de bouwvoor ook daadwerkelijk op alle plekken met hoge potenties wenselijk is. Dit is namelijk ook afhankelijk van de inpasbaarheid in het hydrologische systeem en verdere overwegingen ten aanzien van de inrichting en het beheer van het natuurgebied (zie paragraaf 5.3: herstelmogelijkheden).

Enclave Jannink

- Alleen het oostelijke deel van de enclave is bemonsterd. Voor het westelijke deel kon geen toestemming worden verkregen voor de bemonstering.
- De bouwvoor is hier zeer fosfaatrijk en er heeft hier ook een aanzienlijke sterke uitspoeling van fosfaat plaatsgevonden naar de zandbodem onder de bouwvoor, vooral naar de bodemlaag 0-10 cm onder de bouwvoor.
- Uitsluitend afgraving van de fosfaatrijke toplaag voor de ontwikkeling van de lagg is hier niet goed in het systeem inpasbaar, omdat het gebied moet gaan functioneren als een hydrologische buffer voor het hoogveenrestant. Temeer omdat het betreffende gebied enkele decennia geleden is afgegraven is afgraving van de fosfaatrijke toplaag in combinatie met ophoging met schraal zand wel een interessante optie.

Bramerveld

- De bouwvoor van het Bramerveld is over het algemeen licht verrijkt met fosfaat. Toch is zelfs hier wel een periode van vaak 20 à 80 jaar en soms 100 jaar nodig om middels een beheer van maaien en afvoeren een voldoende mate van verschralling te bereiken voor herstel / ontwikkeling van heischrale graslanden en heide. En vervolgens moet voor een goede vegetatieontwikkeling dan ook de zode nog worden verwijderd.
- Door middel van afgraving van de fosfaatrijke bouwvoor van hier veelal slechts 15 à 20 cm (al dan niet in combinatie met een beperkt aanvullend verschrallingsbeheer) kunnen wel op korte termijn fosfaat gelimiteerde omstandigheden worden gecreëerd voor de ontwikkeling van soortenrijke, schrale vegetatietypen. In het Bramerveld liggen vooral kansen voor ontwikkeling van heide en heischraal grasland en soms (lager op de helling) ook blauwgrasland.

Slenken langs de Wargerinkweg

- De 15 tot 35 cm dikke bouwvoor van de voormalige landbouwgronden in de slenken langs de Wargerinkweg is behoorlijk sterk verrijkt met fosfaat.
- Bij het afgraven van de bouwvoor (en al dan niet in combinatie met een beperkt aanvullend verschrallingsbeheer) kan de bodem op effectieve wijze verschralld worden.
- Vooral in de wat sterker gebufferde noordelijke slenk liggen mogelijkheden voor ontwikkeling van blauwgrasland. De zuidelijke slenk heeft potenties voor ontwikkeling van heischraal grasland. De voedselrijke plas in het afgedamde westelijke deel kan bij verwijdering van de bouwvoor (en handhaving van het huidige afvoerniveau) worden omgevormd tot een zwak gebufferd ven.

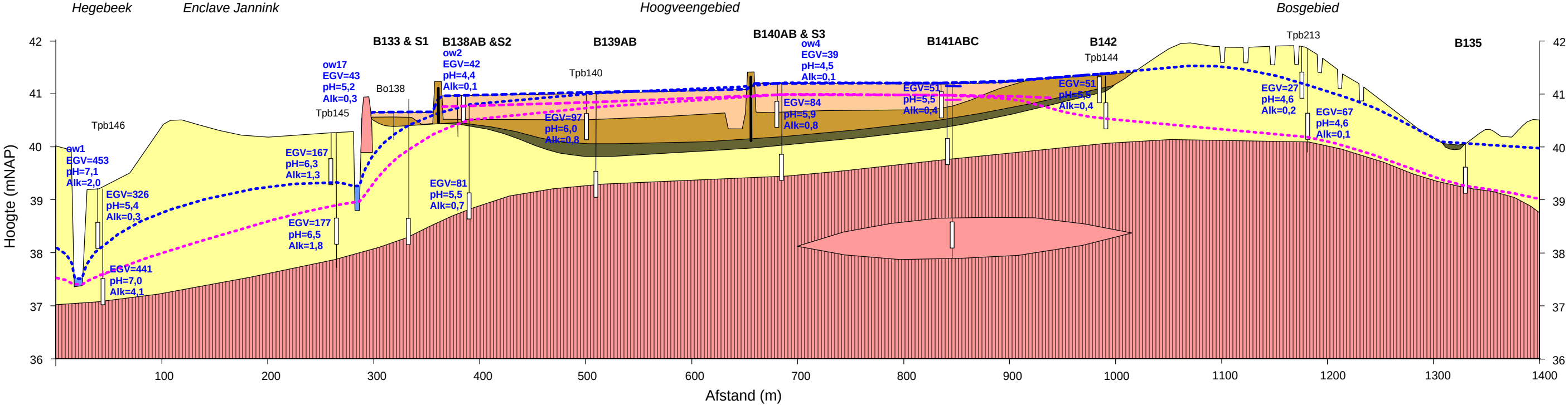
Natte Weide

- In de Natte Weide is op twee van de vijf bemonsterde plekken tot op een diepte van 50 à 55 cm een verstoorde toplaag aangetroffen. Op deze plekken is niet alleen de bouwvoor maar ook de geroerde laag hieronder (licht) verrijkt met fosfaat. Op de overige drie plekken is alleen de bouwvoor van 20 à 30 cm fosfaatrijk.
- Bij het afgraven van de bouwvoor en (daar waar aanwezig) de geroerde laag onder de bouwvoor kan in combinatie met de handhaving van het huidige afvoerniveau van het gebied een omvangrijk zwak gebufferd ven tot ontwikkeling worden gebracht.
- Omdat het hierbij gaat om een grote oppervlakte en omdat de Natte Weide een belangrijke hydrologische buffer vormt voor het slenken- en laagtenstelsel ten noorden en oosten ervan is grootschalige afgraving van de bovengrond echter niet gemakkelijk in het systeem inpasbaar (zie voor verdere overwegingen: paragraaf 6.3.4).

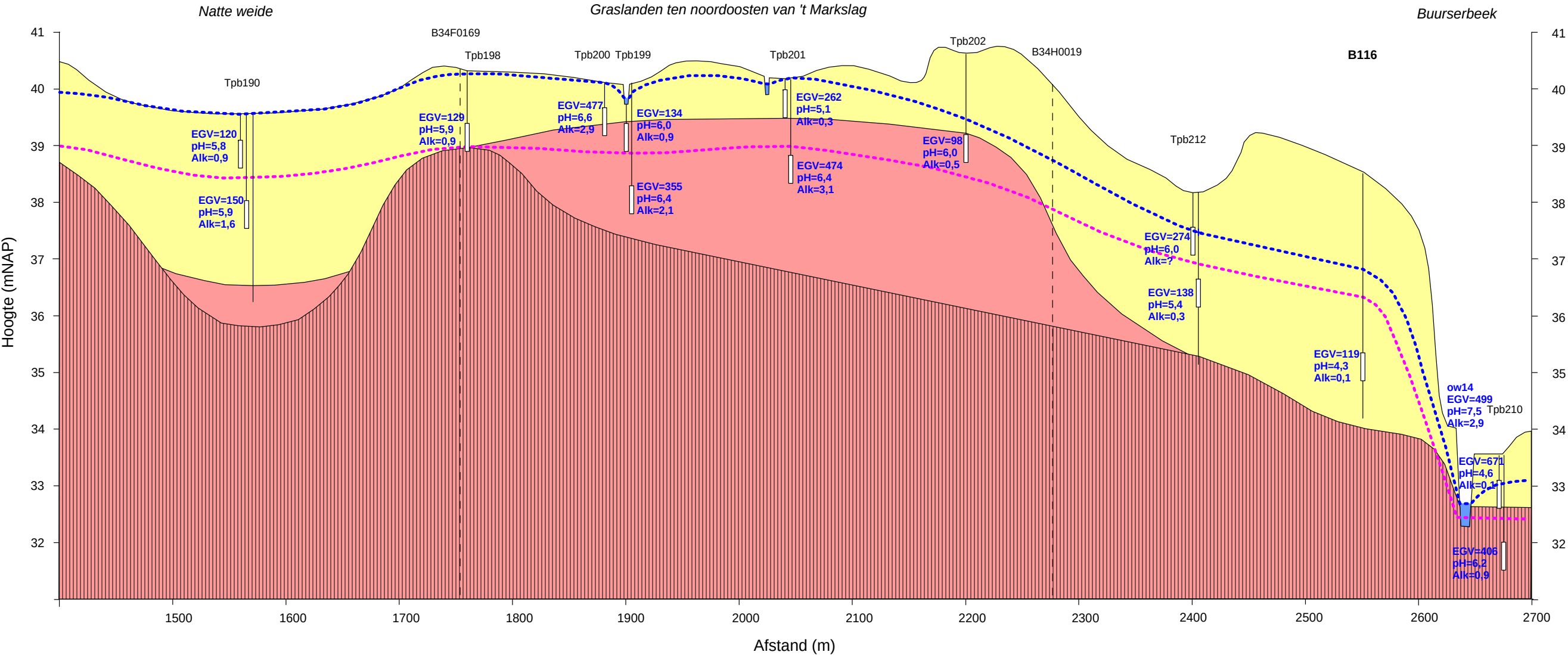
Markslag en omgeving

- In het noordelijke deel van Het Markslag is alleen de bouwvoor van doorgaans 20 à 30 cm fosfaatrijk, en zijn gelijk hieronder fosfaatarme omstandigheden aanwezig. In dit gebied liggen zowel mogelijkheden voor ontwikkeling van heischraal grasland als voor blauwgrasland.
- In het zuidelijke deel van Het Markslag is de bodem ter plaatse van de hoog gelegen gronden tot op grote diepte fosfaatrijk. Zodoende liggen hier geen kansen voor ontwikkeling van voedselarme natuur. In het lage deel, op de overgang naar het zwak gebufferde ven, is echter alleen de bouwvoor fosfaatrijk, en de laag hieronder (matig) fosfaatarm. Hier liggen bij het afgraven van de bouwvoor en het uitvoeren van een beperkt verschrallingsbeheer mogelijkheden voor ontwikkeling van blauwgrasland.
- Ter plaatse van het grasland rond het oude basisbiotoop voor de Boomkikker is de 25 à 30 cm dikke bouwvoor op twee van de drie bemonsterde plekken fosfaatrijk en op één plek is de toplaag van de bodem fosfaatarm. Op de plekken met fosfaatrijke bouwvoor zijn onder de bouwvoor gelijk (matig) fosfaatarme omstandigheden aanwezig.

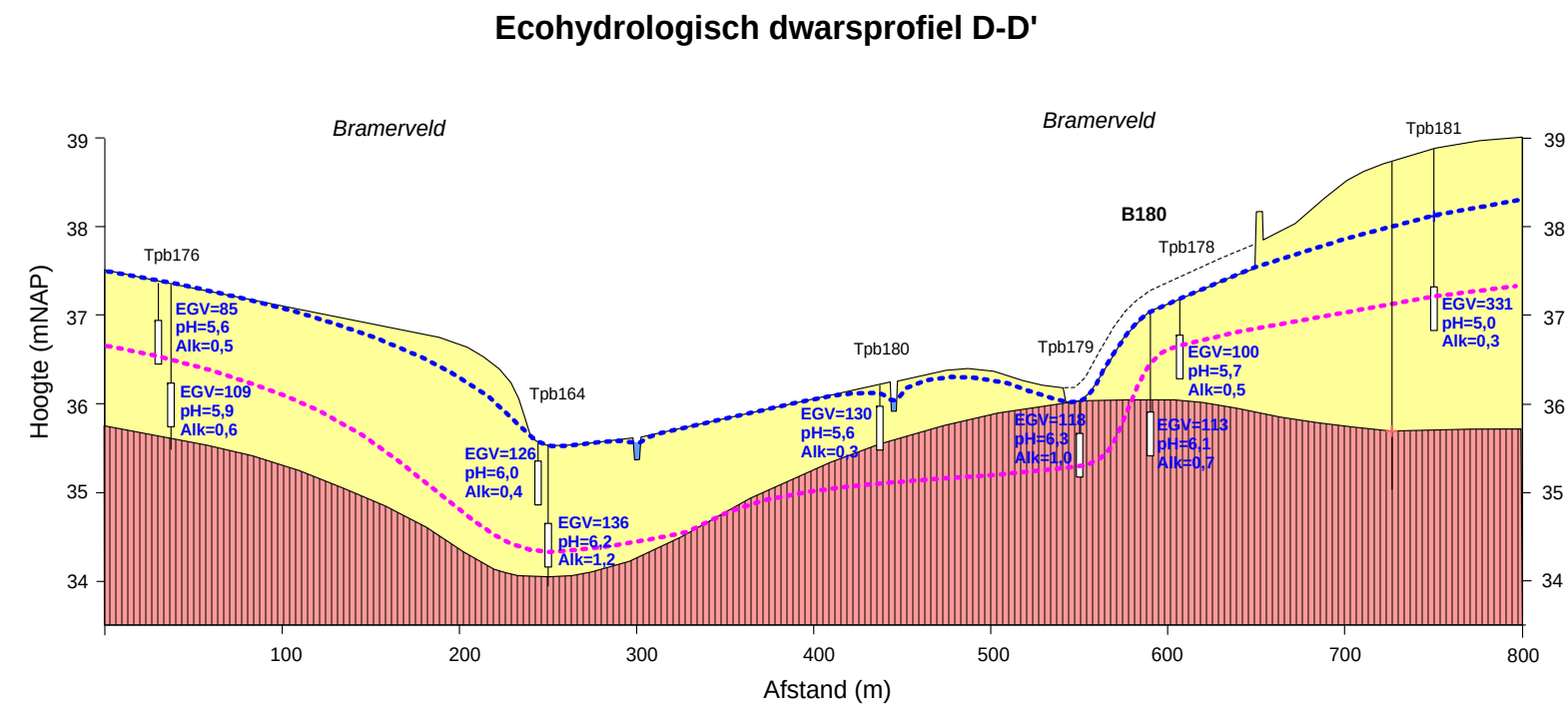
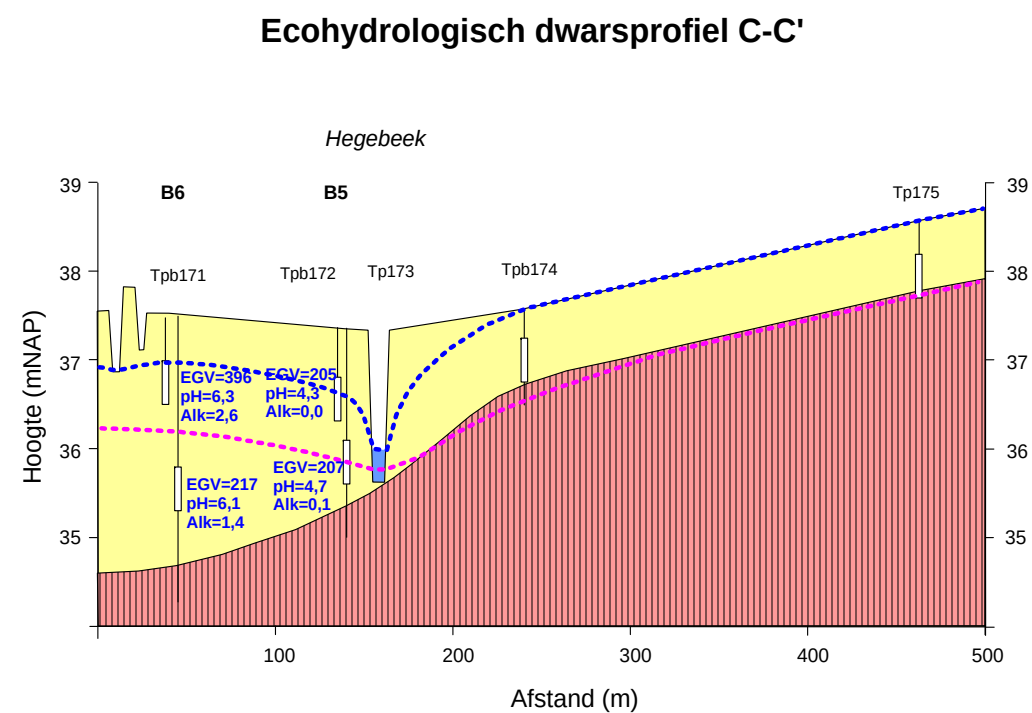
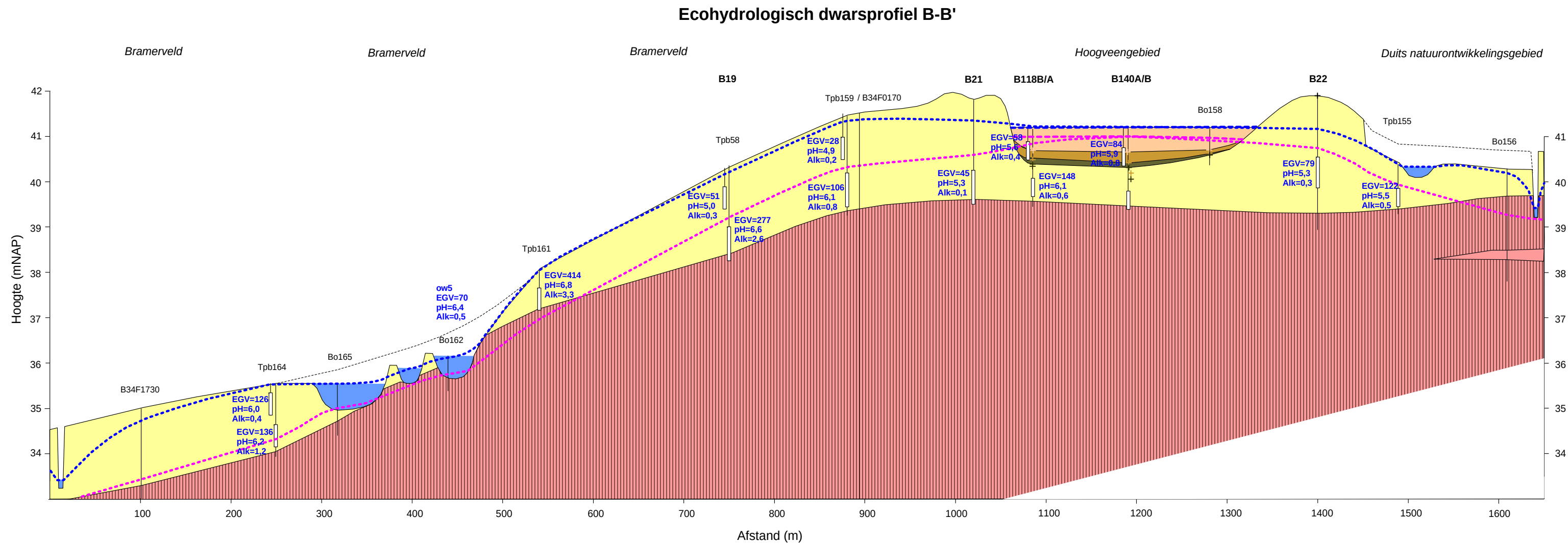
Ecohydrologisch dwarsprofiel A-A' (eerste deel)



Ecohydrologisch dwarsprofiel A-A' (tweede deel)

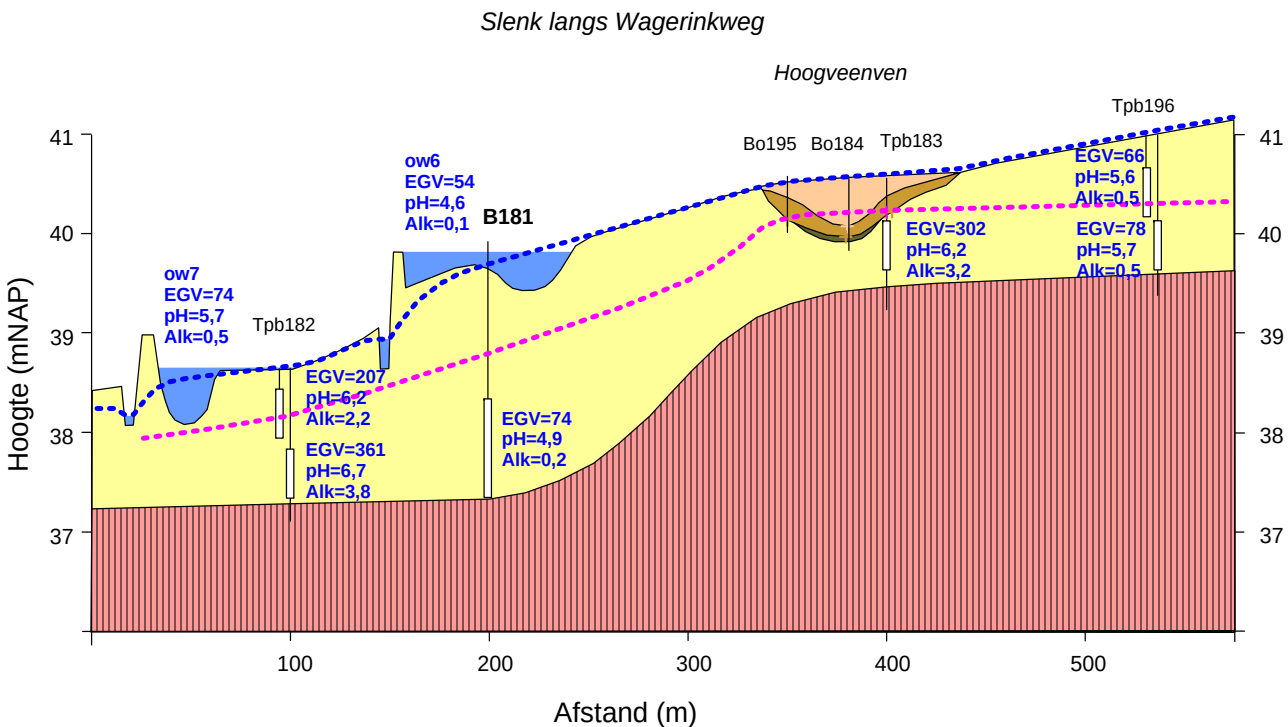


Figuur 4.1a Ecohydrologisch dwarsprofiel A-A' (voor legenda: zie figuur 4.1d)

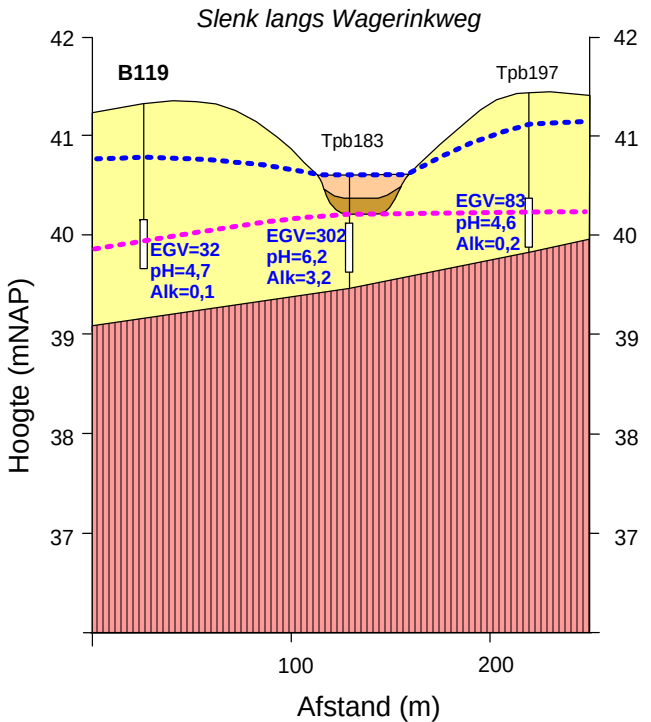


Figuur 4.1b Ecohydrologische dwarsprofielen B-B', C-C'en D-D' (voor legenda: zie figuur 4.1d)

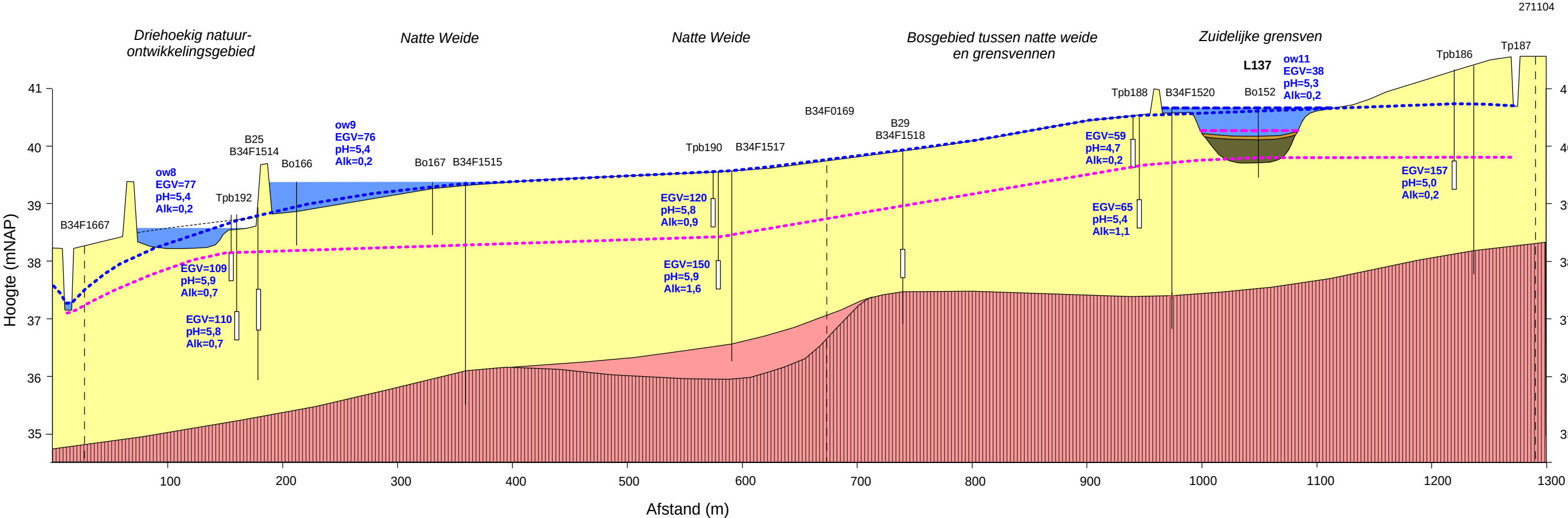
Ecohydrologisch dwarsprofiel E-E'



Ecohydrologisch dwarsprofiel F-F'

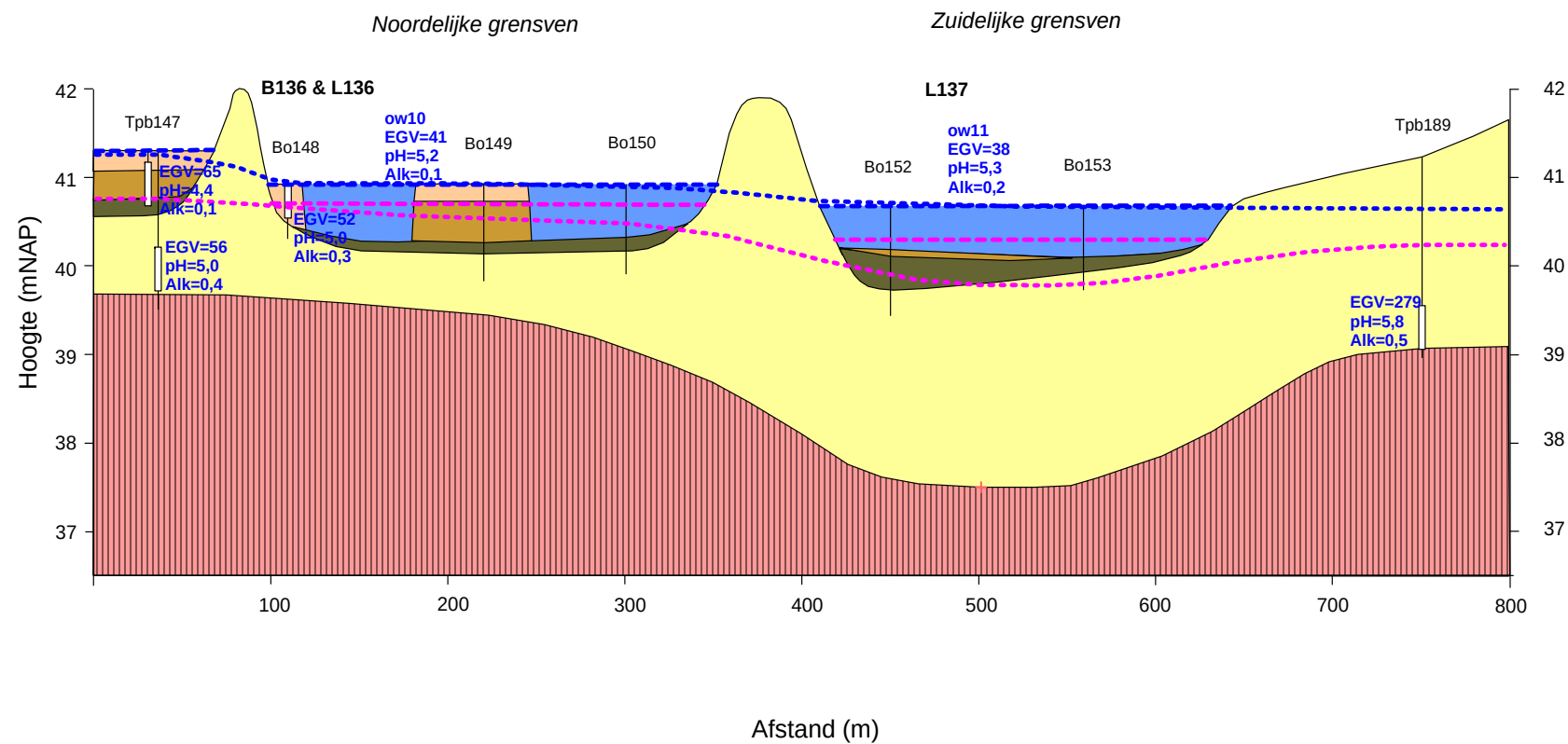


Ecohydrologisch dwarsprofiel G-G'

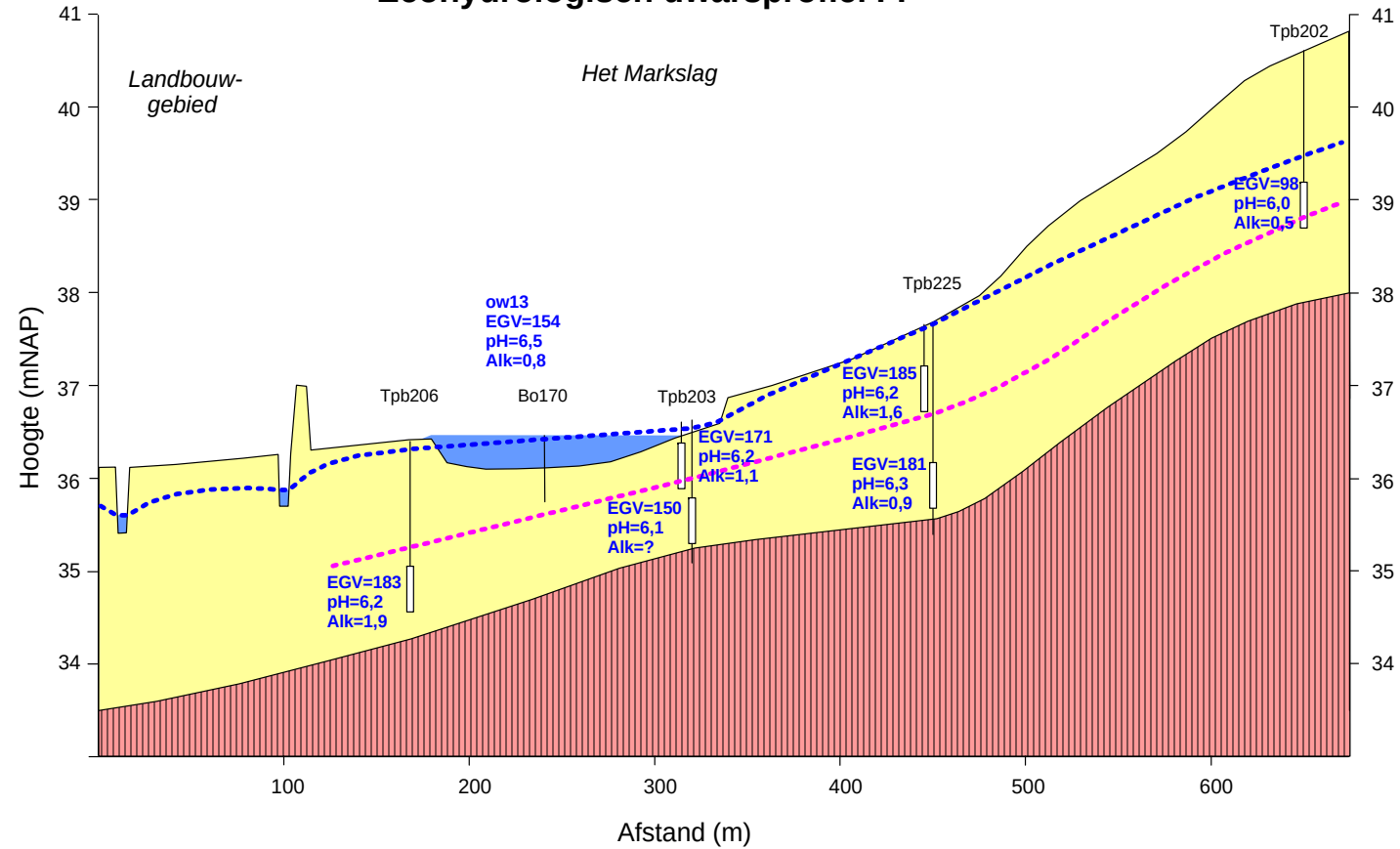


Figuur 4.1c Ecohydrologische dwarsprofielen E-E', F-F' en G-G' (voor legenda: zie figuur 4.1d)

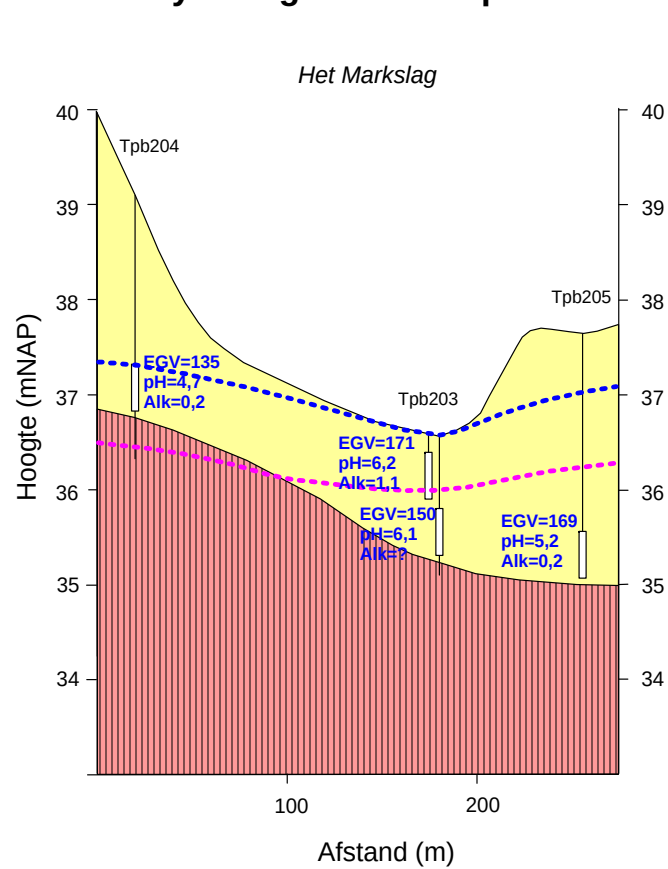
Ecohydrologisch dwarsprofiel H-H'



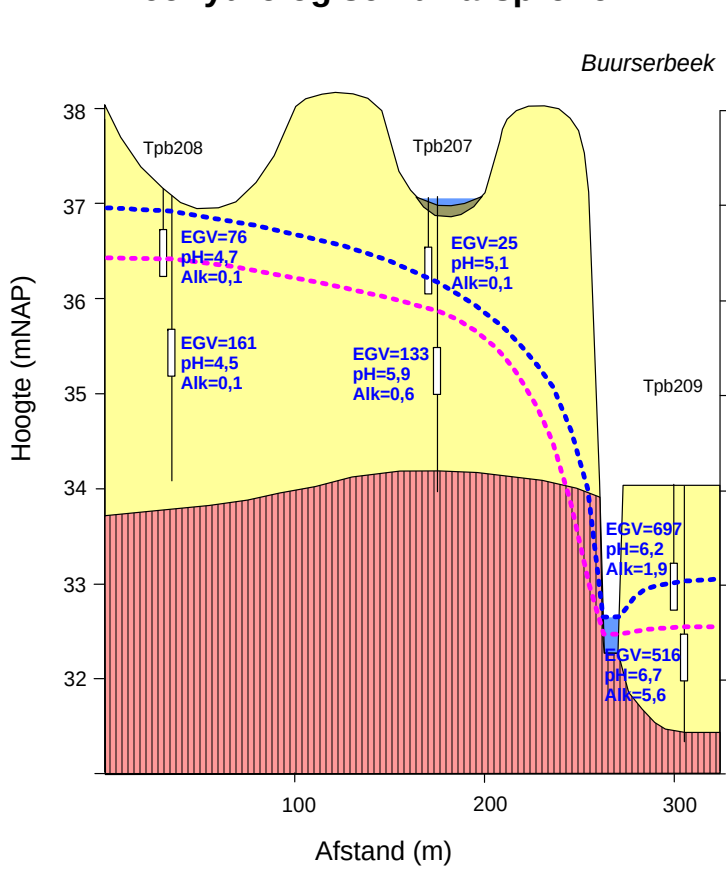
Ecohydrologisch dwarsprofiel I-I'



Ecohydrologisch dwarsprofiel J-J'



Ecohydrologisch dwarsprofiel K-K'



Figuur 4.1d Ecohydrologische dwarsprofielen H-H', I-I', J-J' en K-K'

5 Synthese, conclusies en herstelmogelijkheden

5.1 Ontstaansgeschiedenis, verval en eerste herstel

Ontstaansgeschiedenis

- Het grensoverschrijdende natuurgebied Witte Veen / Witte Venn ligt op het Oost-Nederlandse Plateau, een rijzingsgebied. Oude, tertiaire klei ligt hierdoor dicht onder het aardoppervlak. In het Saalien is de kleiondergrond door het landijs gemodelleerd en is een stugge, sterk kleiige keileem als grondmorene achtergebleven. Door smeltwater van het landijs zijn in de keileem dalen uitgesleten. In het Weichselien werd op de keileem en in de smeltwaterdalen een dun pakket fluvioperiglaciale zanden en dekzanden afgezet (Formatie van Boxtel). Plaatselijk is dit zand weer door de wind verstoven of door sneeuwsmelwater weggespoeld waardoor een fijnmazige afwisseling van laagten / slenken en ruggen is ontstaan.
- Ter plaatse van het Natura 2000-gebied Witte Veen is het keileem- en kleipakket 4 tot 17 dik en dit pakket vormt zodoende de (praktisch) ondoorlatende basis van het hydrologische systeem. In de keileem en op de overgang naar de klei kunnen zich hierin wel zandnesten bevinden, maar deze zijn van ondergeschikt belang in het functioneren van het systeem.
- Buiten de smeltwatergeulen ligt de hydrologische basis zeer dicht (veelal 1 à 2 meter) nabij maaiveld en in de geulen ligt de basis nog steeds niet heel diep (3 à 4 meter). De hierboven gelegen dunne zandlaag vormt het enige en zeer dunne watervoerende pakket.
- Vooral in het grensoverschrijdende laagten- en slenkenstelsel van het relatief hoog en vlak gelegen oostelijke deel van het grensoverschrijdende natuurgebied trad in het Holoceen veenvorming op. Gezien de aanwezigheid van een gyttja (ofwel meerbodemaftzetting) is de veenvorming in de laagste delen als verlandingsveen in open water begonnen. Na een fase met bosveen trad eerst (getuige de aanwezigheid van resten van Riet en Veenbloembies) onder invloed van toestromend grondwater nog veenvorming op onder zwak gebufferde omstandigheden voordat de veenmossen de veengroei gingen domineren. De voortgaande uitbreiding van veenmossen zorgde voor vernatting van de hogere omgevingen vervolgens voor de geleidelijke vorming van slecht doorlatende lagen (verkitte B-horizont, al dan niet met gliede) in de daar aanwezige podzolbodems.
- Zo kwam in het grensgebied een uitgestrekt hoogveengebied tot ontwikkeling en dit vormde bovendien één geheel met het verder noordelijk gelegen Weussink-Broekheurneveen (zie figuur 2.2a). De Hegebeek ontsprong in het hoogveengebied, op de naden van de veenkoepels van het Witte Veen / Witte Venn in het zuiden en het Weussink-Broekheurneveen in het noorden. Het hoogveencomplex van het Witte Veen / Witte Venn omvatte niet alleen het huidige hoogveenrestant, maar liep in zuidelijke richting door tot in de Natte Weide en het oude basisbiotop van de Boomkikker in het zuiden en omvatte dus ook de huidige Grensvennen en het bosgebied ten zuiden van het hoogveenrestant. Aan de Duitse zijde was de omvang van het hoogveen nog groter dan aan de Nederlandse zijde. Hoewel het landschap aan het begin van de 20^e eeuw zeker niet ongeschonden meer was (er was vanwege de aanleg van greppels / sloten al sprake van verdroging), geeft de topografische kaart van 1915 (zie figuur 2.2d) hiervan een beeld.
- Hoewel minder extreem dan in het vlak gelegen oostelijke deel, waren ook in het sterker hellende westelijke deel van het Natura 2000-gebied vochtige omstandigheden aanwezig: hier was in de 19^e eeuw / tot in het begin van de 20^e eeuw een uitgestrekt vochtig heidegebied met hierin natte slenken en kleine

venige laagten aanwezig (zie figuren 2.2b en 2.2d). Vanwege de helling en de aanrijking vanuit de ondiep gelegen keileem-/kleiondergrond werden veel plekken in dit landschap in relatief sterke mate gevoed met zwak gebufferd grondwater, waardoor ook hier natuurtypen aanwezig waren die kenmerkend zijn voor de lagg en er dus een gevarieerde randzone van het hoogveen aanwezig was.

Verval

- Door vervening en ontginning is niet alleen het hoogveen maar ook de randzone van het hoogveen grotendeels verdwenen. De meeste gronden werden ontgonnen tot landbouwgebied en ten zuiden van het Nederlandse hoogveenrestant werd bos aangeplant.
- Van het oorspronkelijke hoogveen bleven zowel aan de Nederlandse als aan de Duitse zijde van de grens alleen restanten gespaard: in het Nederlandse deel een netwerk van dijkjes met hoogveenputjes en in het Duitse deel de beide Grensvennen met ten oosten van het Noordelijke Grensven een kleine venige laagte (in de natte heide). In combinatie hiermee bleven alleen enkele kleine delen van de oorspronkelijke randzone van het hoogveen bewaard: een paar heideveldjes in het Bramerveld en het bovenstroomse deel van de slenk langs de Wargerinkweg.
- Onder invloed van hoge afvoerpieken vanuit het ontgonnen Duitse achterland sneedt de Hegebeek zich steeds dieper in, waardoor de beek een veel sterkere drainerende werking op het grondwater kreeg. Dit leidde met name tot sterke verdroging van het dal zelf en dus het verdwijnen van de waardevolle lagg die hier aanwezig was. Vanwege de zeer geringe dikte van de watervoerende zandlaag dringt het verdrogende effect van de diepe beek echter niet ver in de hogere gronden buiten het dal door (voor nadere specificatie: zie paragraaf 5.2, onder subparagraaf 'Hegebeek en omgeving').
- Ook de Buurserbeek kreeg vanwege verdieping van de beekloop een sterk drainerende werking op het grondwater, maar dat had vanwege de positie van het beek in het landschap als geheel vooral nadelige gevolgen voor de grondwaterafhankelijke natuur in het beekdal zelf en (vrijwel) niet voor het hoogveenlandschap van het Witte Veen / Witte Venn.

Eerste herstel

- De 90 ha van het hoogveenlandschap die van ontginning gespaard blijft, wordt in 1981 door Natuurmonumenten verworven. Vooral begin jaren negentig wordt het natuurgebied door verwerving van landbouwgronden flink uitgebreid. Met name middels afdamming en soms middels demping van sloten worden de gronden vernat en hiermee wordt een hydrologische buffer rond de hoogveen- en heiderestanten gerealiseerd. Ook worden in de randzone poelen gegraven en enkele slenken afgedamd, waardoor plassen ontstaan.
- In 2000 wordt op de noordgrens van het hoogveenrestant een leemkade aangelegd, maar deze maatregel was niet afdoende voor een effectieve waterconservering in het enigszins hellende hoogveenrestant. Sinds de compartimentering van het hoogveenrestant in 2007 met behulp van twee veendijken met in de kernen houten damwanden vindt wel een effectieve waterconservering plaats.
- Door Kreis Borken wordt een akker verworven die direct aan het hoogveenrestant grenst. Door het hier verwijderen van de buisdrainage wordt het waterverlies van het hoogveenrestant in oostelijke richting gereduceerd.
- In 1993 wordt in het driehoekige perceel ten westen van de Natte Weide de fosfaatrijke bovengrond afgegraven, waardoor hier heide, vochtig heischraal grasland en enkele zwak gebufferde vennen tot ontwikkeling kunnen komen.

- In sommige slenken is voor de realisatie van Boomkikkerbiotopen lokaal de fosfaatrijke top laag afgegraven, waardoor ook hier zwak gebufferde vennen tot ontwikkeling zijn gekomen.
- In 2002 is in het zuiden van het Bramerveld in een zone ter plaatse van de flank van een slenk de fosfaatrijke bovengrond afgegraven. Hier is onder invloed van de laterale afstroming van zwak gebufferd grondwater via de dunne zandlaag een ecologisch waardevol Veldrusschraalland tot ontwikkeling aan het komen.

5.2 Huidig ecohydrologisch functioneren en knelpunten

Huidig ecohydrologisch functioneren en knelpunten van het hoogveenrestant

- Het hoogveenrestant bestaat uit een restveenlaagje en veenputten waarin secundaire veenvorming plaatsvindt (zie figuur 4.1a, dwarsprofielen A-A' en B-B'). Aan de basis van het veen is in het centrale deel een 5 tot 15 cm dikke, kleiige gyttja aanwezig en langs de randen een verkitte B-horizont al dan niet met gliede. Onder het hoogveenrestant ligt een dunne zandlaag (van veelal circa 0,5 meter) en het hoogveenrestant wordt aan drie zijden begrensd door dekzandruggen. De ondergrond bestaat uit een meters dikke keileem- / kleilaag met hierin soms zandnesten.
- Dankzij de aanwezigheid van de dikke keileem- / kleilaag verliest het hoogveenrestant praktisch geen water door wegzijging naar de diepere ondergrond.
- Het hoogveenrestant verliest nog wel water via de zandlaag: met name vanwege de sterk drainerende werking van de diepe sloten in de enclave Jannink is de stijghoogte in de watervoerende zandlaag in het noordelijke deel van het hoogveenrestant verlaagd, waardoor hier (ondanks de aanwezigheid van de weerstandsbiedende gyttja / verkitte B-horizont aan de veenbasis) een versterkte wegzijging optreedt van water vanuit het veenpakket naar de zandondergrond.
- Dankzij de verwijdering van de buisdrainage bij de omvorming van de voorheen aanwezige akker ter plaatse van het Duitse natuurontwikkelingsgebied is het waterverlies via de zandlaag in oostelijke richting gereduceerd. In de dekzandrug ten oosten van het hoogveenrestant kan vanwege het fors afgraven van de bovengrond en het uitgraven van diverse slenken in het natuurontwikkelingsgebied echter nog altijd geen goede opbolling van de grondwaterspiegel plaatsvinden.
- Bovendien verliest het hoogveenrestant in de zomer water naar de aangrenzende dekzandruggen. Dit waterverlies heeft tot op zekere hoogte te maken met de geringere bergingscoëfficiënt van een zandbodem ten opzichte van de veenputten, waardoor in de zandbodem de grondwaterstand onder invloed van een verdampingsoverschot veel sneller wegzakt dan in het veengebied. De geringe omvang maakt het hoogveenrestant kwetsbaar voor dergelijke verliezen. Het wegzakken van de grondwaterstand wordt ook versterkt door de aanwezigheid van bos op de dekzandgronden, en met name het omvangrijke bos aan de zuidzijde: door het relatief hoge verdampingsverlies (via interceptie) van bos ten opzichte van heide zakt de grondwaterstand in de zomer extra ver weg en is dus ook het verlies vanuit het hoogveenrestant extra groot.
- Wel wordt nu dankzij de compartimentering van het hoogveenrestant met behulp van de veendijken met (in de kernen) houten damwanden zowel de oppervlakkige afvoer als de laterale afvoer via de veenputten / doorlatende veendijkjes vanuit het enigszins hellende hoogveenrestant op effectieve wijze tegengegaan. Hierdoor is niet alleen de (grond)waterstand met circa 35 cm gestegen, maar is ook een aanzienlijke demping van de (grond)waterstandsdynamiek gerealiseerd: het verschil tussen de GHG en GLG is afgenomen van

30 à 35 cm naar 20 à 25 cm. Met deze verschillen tussen de GHG en GLG wordt voldaan aan een belangrijke randvoorwaarde voor hoogveenontwikkeling: hiervoor geldt een verschil van maximaal 30 cm tussen de GHG en GLG voor intacte hoogvenen en van 20 à 25 cm voor herstellende hoogvenen. Dit neemt niet weg dat met een nog geringer fluctuatiedomein de condities voor hoogveenherstel nog beter worden en zo dus ook een betere verlichting van het negatieve effect van de hoge stikstofdepositie kan worden gerealiseerd. Met een nog geringer fluctuatiedomein kunnen de meer kritische bultenvormende veenmossen zich namelijk veel beter vestigen en over grote oppervlakten uitbreiden, waardoor herstel op kan treden van het voor habitatype H7110 Actieve hoogvenen kenmerkende hoogveenbulten- en slenkenpatroon met alle bijbehorende soorten.

- Dankzij de aanrijking vanuit de ondiep gelegen keileem- / kleiondergrond is het grondwater onderin de veenputten zwak gebufferd, waardoor de afbraaksnelheid van het veen extra groot is en er veel methaan / kooldioxide vrijkomt, wat de omstandigheden voor hoogveengroei extra gunstig maakt.
- De vier extra overlopen in de zuidelijke veendijk met houten damwand maken de constructie kwetsbaar: doordat de houten damwanden hier niet zijn afgedekt met veenplaggen rotten ze vanaf de bovenzijde sneller weg. Hierdoor zijn op sommige plekken nu al kieren aanwezig waarlangs water beneden het beoogde stuwpeil weglekt. Dit gebeurt nu nog slechts in lichte mate, maar zal zonder het doorvoeren van aanpassingen in de loop der tijd vanwege het voortschrijdende rottingsproces toenemen. Bovendien belemmeren de vaste overlopen een eventuele verdere peilverhoging in het compartiment. Daarbij hebben de overlopen in feite ook geen duidelijke functie, aangezien het water zich vanwege de aanwezigheid van het puttencomplex en de gecreëerde plagstrook aan de benedenstroomse zijde van de veendijk met damwand goed kan verspreiden over het benedenstroomse compartiment. Er kan dus ook bij het zuidelijke compartiment volstaan worden met één afvoerstuw: de vier extra overlopen zijn overbodig.
- Vanwege de zeer hoge (grond)waterstanden, het gedempte (grond)waterstandsverloop en de zwak gebufferde omstandigheden onderin de veenputten verloopt het hoogveenherstel al behoorlijk goed: het voorheen in het zuidelijke deel aanwezige Berkenbroekbos is grotendeels afgestorven, er is een sterke toename van Eenarig wollegras ten koste van Pijpenstrootje en de groei van veenmossen is weer goed op gang gekomen. Meer kritische hoogveensoorten, en met name bultenvormende hoogveenmossen, zijn echter nog maar in zeer beperkte mate aanwezig.
- Om de kwaliteit van het habitatype H7120 Herstellend hoogvenen te verbeteren en te laten ontwikkelen in de richting van H7110 Actieve hoogvenen dienen in de eerste plaats de hierboven genoemde knelpunten te worden aangepakt, zodat de waterstandsdynamiek verder wordt gedempt tot het natuurlijke niveau van dit systeem en zodoende ondanks het negatieve effect van de hoge stikstofdepositie een goede vestiging en uitbreiding van kritische hoogveenmossen gerealiseerd kan worden. Om het restant minder kwetsbaar te maken voor verdrogende invloeden van buitenaf dient, middels aanpak van knelpunten in de overige delen van het oorspronkelijke hoogveengebied, ook uitbreiding van het hoogveen-gebied plaats te vinden.

Huidig ecohydrologisch functioneren en knelpunten van de overige delen van het oorspronkelijke hoogveengebied

(bosgebied ten zuiden van het hoogveenrestant, Grensvennen en omgeving)

- De aanwezigheid van het bos ten zuiden van het hoogveenrestant zorgt vanwege het grote verdampingsverlies (via interceptie) voor een sterke vermindering van de grondwateraanvulling in het betreffende gebied. Uit indicatieve berekening (zie tabel 4.2) volgt dat hierdoor de grondwateraanvulling in de huidige situatie met bos in het totale groeiseizoen circa 140 mm geringer is dan in een situatie met heide. Uitgaande van een bergingscoëfficiënt $\mu = 0,15$ voor de hier aanwezige zandbodem zou dit een verschil in grondwaterstand van ruim 90 cm betekenen, waarmee de grondwaterstand ook in de zomer direct aan maaiveld zou komen te liggen, wat onwaarschijnlijk is. Verwacht mag namelijk worden dat ook bij aanwezigheid van een heideachtige begroeiing onder invloed van het verdampingsoverschot de grondwaterstand in de zomer minimaal enkele decimeters beneden maaiveld weg zal blijven zakken. Ook zal een deel van de extra aanvulling via de zandlaag lateraal afstromen naar het gebied benedenstrooms van het bos, ofwel de Natte Weide (maar dit is uiteraard ook winst). In de praktijk mag een situatie verwacht worden zoals nu aanwezig in de vergelijkbare noordelijke slenk langs de Wargerinkweg, dus met in de slenken veenontwikkeling en op de flanken van de slenken ontwikkeling van natte heide. Dus op grond van de oriënterende berekening / beschouwing volgt wel dat de bijdrage van het hoge verdampingsverlies (middels interceptie) van het bos aan het wegzakken van de grondwaterstand substantieel is. De aanwezigheid van het bos leidt bovendien tot een versterkte invang van verzurende depositie vanuit de lucht.
- In combinatie hiermee hebben ook de nog aanwezige greppelrestanten (en met name de intensieve greppelstelsels in sommige delen van het bosgebied) een negatieve invloed: hierdoor wordt met name de opbolling van de grondwaterspiegel in dekzandruggetjes de GHG-situatie negatief beïnvloed, waardoor de geleidelijke voeding van de laagten / slenken is verminderd.
- De aanwezigheid van het bos en de greppels vormen niet alleen een grote belemmering voor herstel van hoogveenslenkvegetaties in de slenken en laagten van het deelgebied zelf, maar veroorzaken vanwege de ver wegzakkende grondwaterstanden in de zomer in het gebied als geheel ook verdroging van het hoogveenrestant, de beide Grensvennen en de Natte Weide. De aanwezigheid van het bos en de greppels staan dus zowel de verbetering van de kwaliteit als de uitbreiding van habitatype H7120 Herstellende hoogvenen in de weg.
- Beide Grensvennen worden vanuit de zandlaag in lichte mate gevoed met zwak gebufferd grondwater. Het Zuidelijke Grensven ligt in het bovenstroomse uiteinde van een smeltwatergeul (zie figuur 2.3). In deze geul is de zandlaag dikker en ook grover dan elders in het projectgebied, en zodoende is het doorlaatvermogen hier veel groter dan elders in het projectgebied. Omdat de geul bovendien onder een aanzienlijk verhang ligt, vindt via de geul in sterke mate grondwaterstroming plaats in zuidwestelijke richting. Hierdoor en vanwege het wegvallen van de voeding uit het hoog gelegen gebied aan de (zuid)oostzijde zakt de grondwaterstand in de zandondergrond van het Zuidelijke Grensven in de zomer behoorlijk ver weg. Dit wegzakken wordt bevorderd door de aanwezigheid van veel bos rond het Zuidelijke Grensven, vanwege het relatief grote verdampingsverlies van bos ten opzichte van heide: het bos aan de (zuid)oostzijde gaat ten koste van de aanvoer en het bos aan de (zuid)westzijde versterkt de afvoer.
- Het ontwaterings- en afwateringsstelsel van het landbouwgebied in het laag gelegen gebied ten oosten van het Witte Venn heeft negatieve invloed op het ecohydrologisch functioneren van het Duitse hoogveenrestant, de beide Grensvennen en het Duitse natuurontwikkelingsgebied: de sterk drainerend werking van het stelsel veroorzaakt verdroging. De verdroging van het Duitse hoogveenrestant / het Noordelijke Grensven werkt op zijn beurt ook weer door in het Nederlandse hoogveenrestant, aangezien hierdoor de wegzijging via de zandlaag wordt gestimuleerd.

Huidig functioneren en knelpunten van de randzone van het hoogveen

- De kenmerkende eigenschappen van de slenkenrijke, enigszins hellende westelijke randzone van het hoogveen, met relatief sterke invloed van lateraal afstromend grondwater en basenaanrijking vanuit de keileem- / kleiondergrond, zijn met name goed bewaard gebleven in de slenk langs de Wargerinkweg: onder invloed hiervan is hier niet alleen een soortenrijke vochtige heidevegetatie aanwezig, maar is in een kleine verveende laagte een ecologisch waardevol hoogveenven tot ontwikkeling gekomen, dat kwalificeert als habitatype H7110 Actieve hoogvenen.
- Ter plaatse van de voormalige landbouwgronden binnen het Natura 2000-gebied kunnen de hoge potenties van de randzone echter niet tot uiting komen, met name vanwege de doorgaans nog altijd hoge fosfaatrijkdom van de toplaag van de bodem en ook door de licht drainerende werking van de hier nog aanwezige slootrestanten. Door de aanwezigheid van de productieve graslandvegetaties is bovendien het verdampingsverlies relatief groot ten opzichte van schrale heidevegetaties, waardoor de grondwaterstand in de zomer in verstrekte mate wegzakt.
- De verdrogende werking van de slootrestanten en de productieve graslanden werkt in lichte mate ook door in de oude heidekernen van het natuurgebied met onder meer habitatype H4010A Vochtige heide.
- Daar waar de fosfaatrijke toplaag wel is afgegraven en ook de slootrestanten zijn gedempt heeft wel een goed herstel plaatsgevonden van waardevolle natuurtypen van de randzone: in het driehoekig natuurontwikkelingsgebied is binnen enkele decennia een waardevolle gradiënt van heide, via soortenrijk vochtig heischraal grasland naar zwak gebufferde vennen tot ontwikkeling gekomen.
- De diepe ontwatering (met behulp van sloten en buisdrainage) van het landbouwgebied ten westen van het Natura 2000-gebied vormt op één plek een bedreiging voor de instandhouding / kwaliteitsverbetering van grondwaterafhankelijk habitatypen in het Natura 2000-gebied en vormt geen bedreiging voor het herstel van de randzone van het hoogveen, eventuele ontwikkeling / uitbreiding van grondwaterafhankelijke habitatypen in de randzone en ook niet voor het de ontwikkeling van het herstellende hoogveen in de richting van actief hoogveen.
- De enige plek waar het diepe ontwateringsstelsel van het landbouwgebied aan de westzijde wel een negatief effect heeft is ter plaatse van het ven in de zuidhoek van het driehoekige natuurontwikkelingsgebied (ten westen van de Natte Weide). Dit ven ligt in een smeltwatergeul (zie figuur 2.3), waardoor de dikte van de watervoerende zandlaag hier relatief groot is (circa 3 m), waardoor het negatieve effect van het diepe ontwateringsstelsel hier relatief ver in het Natura 2000-gebied kan doordringen (200 à 250 m), waardoor hier de grondwatervoeding van het ven vanuit de smeltwatergeul van het ven negatief beïnvloed wordt, wat ten koste gaat van de buffering van het venwater.
- Elders is vanwege de zeer geringe dikte van de watervoerende zandlaag (doorgaans 1 à 2 m) is de invloedafstand van het diepe ontwateringsstelsel zeer beperkt (circa 100 à 150 m op basis van berekeningen TAUW, 2017). Dus de invloed reikt hier alleen tot in de buitenste zone van het Natura 2000-gebied. In deze zone ligt behalve het zojuist behandelde ven alleen een grondwater gebonden habitatype in de zuidwesthoek van Het Markslag, namelijk het ven met habitatype H3130 Zwak gebufferde vennen, maar zelfs dit ven wordt niet negatief beïnvloed. Weliswaar ligt de westelijke helft van het ven binnen de invloedafstand (van 100 à 150 m) van het diepe ontwateringsstelsel ten westen van het Natura 2000-gebied, maar het verder naar het noordoosten, oosten en zuidoosten gelegen voedingsgebied niet, dus de grondwatervoeding van dit ven wordt niet negatief beïnvloed, dus de buffering van het venwater loopt hier geen gevaar.

Huidig functioneren en knelpunten van de vennen

- In het Bramerveld, het driehoekige natuurontwikkelingsgebied en Het Markslag zijn dankzij het in enkele slenken plaatselijk afgraven van de fosfaatrijke toplaag zwak gebufferde vennen tot ontwikkeling gekomen. De vennen worden vanuit hoger op de helling gelegen delen en via de watervoerende zandlaag gevoed met grondwater. Vanwege de aanrijking vanuit de keileem- / kleiondergrond is dit grondwater gebufferd.
- De venontwikkeling van alle zwak gebufferde vennen wordt echter bedreigt door eutrofiëring vanwege uit- en afspoeling van fosfaat vanuit de fosfaatrijke toplaag van de voormalige landbouwgronden in de voedingsgebieden van de slenken. De aanwezigheid van de fosfaatrijke toplaag betekent eveneens dat geen goede ontwikkeling van gradiënten mogelijk is vanuit de vennen naar hun omgeving.
- Het ecohydrologisch functioneren van het zwak gebufferde ven in de zuidhoek van het driehoekige natuurontwikkelingsgebied wordt ook negatief beïnvloed door het diepe ontwateringsstelsel van het aangrenzende landbouwgebied ten westen ervan. Voor nadere toelichting: zie zesde bullet van vorige subparagraaf.
- Het ecohydrologisch functioneren van het ven in de zuidwesthoek van Het Markslag wordt niet negatief beïnvloed door het ontwateringsstelsel van het landbouwgebied ten westen ervan. Voor nadere toelichting: zie zevende (ofwel laatste) bullet van vorige subparagraaf.

Hegebeek en omgeving

- De zeer diep ingesneden Hegebeek heeft een sterk drainerende werking op het grondwater. Dit veroorzaakt met name sterke verdroging van het beekdal zelf, niet alleen vanuit het oogpunt van sterk verlaagde grondwaterstanden, maar vanwege de afvang van het gebufferde grondwater in het dal, waardoor dit in het grootste deel van het dal niet meer in de wortelzone van de vegetatie door kan dringen. Vanwege de verdroging komt het habitatype H91E0C Vochtige alluviale bossen nu maar over beperkte oppervlakte voor, en daar waar dit habitatype wel voorkomt is het vanwege de verdroging slecht ontwikkeld.
- Vanwege de zeer geringe dikte van de watervoerende zandlaag dringt de verdrogende werking van de Hegebeek echter niet ver in de hogere gronden buiten het dal door. Ter plaatse van het Bramerveld, waar de dikte van de watervoerende zandlaag slechts circa 1 meter bedraagt, heeft de beek tot op een afstand van slechts circa 100 meter een negatief effect (zie figuur 4.1b, dwarsprofiel C-C'). Dit negatieve effect werkt zodoende alleen door in het meest noordelijke deel van de zone met habitatype H4010A Vochtige heide. Als gevolg hiervan ontbreken in deze zone meer kritische soorten als Blauwe zegge, Moerawolfsklauw en Beenbreek hier terwijl ze van de beek af wel voorkomen.
- Ter plaatse van de enclave Jannink kan de negatieve invloed van de Hegebeek wel verder dan in het Bramerveld doorwerken (circa 200 à 250 meter conform berekeningen TAUW, 2017), omdat hier een zijgeul aanwezig is, waardoor hier de dikte van de watervoerende zandlaag ook groter is, namelijk circa 2,5 meter. Het hydrologisch functioneren van de deze zijgeul wordt nu echter in veel sterkere mate verstoord door de sterk drainerende werking van het slotenstelsel van de enclave (zie dwarsprofiel A-A'). Indien alleen dit lokale knelpunt opgelost wordt, en de drainerende werking van de diepe beek niet zou worden aangepakt, dan zou dit met name de ontwikkeling van een ecologisch waardevolle lag tussen het hoogveenrestant en het beekdal belemmeren, maar niet de ontwikkeling van het hoogveenrestant zelf: de noordrand van het hoogveenrestant ligt namelijk op circa 300 meter van de beek.

Buurserbeek en omgeving

- Ook de diepe Buurserbeek heeft een sterk drainerende werking op het gebufferde grondwater en ook hier veroorzaakt dit een slechte ontwikkeling van het habitatype H91E0C Alluviale bossen in het dal.
- Op grond van de zeer sterke opbolling van de freatische grondwaterspiegel in het gebied ten noorden van het dal (zie figuur 4.1a, dwarsprofiel A-A') volgt dat het doorlaatvermogen van de zandlaag hier laag is. Zodoende is de invloedafstand van de Buurserbeek beperkt en is er hooguit een licht negatief effect van de Buurserbeek op het ecohydrologisch functioneren van de beide heideslenkjes (met habitattypen H3160 Zure Vennen, H4010A Vochtige heide en H7150 Pioniervegetaties met snavelbiezen) in het heidegebied nabij de beek, temeer omdat in het zuidelijke slenkje in het winterhalfjaar (en dus ook de GVG-situatie) een schijngrondwatersysteempje werkzaam is. In de zomer valt het schijn(grond)watersysteempje droog, dus de GLG wordt wel bepaald door de freatische grondwaterstand. Dus hierop kan de drainerende werking van de beek wel doorwerken. Voor de hier voorkomende habitattypen is echter de GVG-situatie het meest bepalend. Wel betekent het ver wegzakken van de grondwaterstand onder invloed van de sterk drainerende werking van de Buurserbeek dat meer kritische soorten van deze habitattypen hier nu niet kunnen groeien. De diepe Buurserbeek staat hiermee de instandhouding van de basisvarianten van grondwaterafhankelijke habitattypen in de slenkjes niet in de weg.
- De diepe Buurserbeek heeft dus geen negatief effect op het ecohydrologisch functioneren van de rest van het Natura 2000-gebied.

5.3 Herstelmogelijkheden

Het Witte Veen biedt grote kansen voor een verregaand herstel van een betrekkelijk compleet en gradiëntenrijk hoogveenlandschap met laggen en hiermee kunnen de volgende Natura 2000- en PAS-doelstellingen gerealiseerd worden:

- Verbetering van de kwaliteit van habitatype H7120 Herstellende hoogvenen in de richting van habitatype H7110 Actieve hoogvenen (N2000-kernopgave 7.05).
- Instandhouding en kwaliteitsverbetering van habitatypen H3130 Zwak gebufferde vennen en H4010A Vochtige heide (N2000-kernopgave 7.06).
- Herstel van de randzones van Herstellende hoogvenen H7120, met onder meer ontwikkeling / uitbreiding van grondwaterafhankelijke heischrale graslanden, blauwgraslanden, vochtige heide en (zowel zure als zwak gebufferde) vennen.

Door het herstel van een compleet hoogveenlandschap gaan ook de verschillende onderdelen ervan beter functioneren, zowel vanuit hydrologisch als ecologisch oogpunt. Door niet alleen hoogveenherstel na te streven in het bestaande hoogveenrestand, maar dit ook te doen in andere laagten en slenken waar in het verleden hoogveen voorkwam, ontstaat een uitgestreker netwerk van veentjes. Dit stimuleert op zijn beurt weer de vermorsing van de tussenliggende delen, waardoor op termijn weer een uitgestrekt en robuust hoogveensysteem ontstaat, dat minder gevoelig is voor invloeden vanuit de omgeving.

De grote kansen zijn met name te danken aan de gunstige geohydrologische gesteldheid: omdat de hydrologische basis dicht nabij het oppervlak ligt zijn hier uitsluitend lokale systemen werkzaam, die ondanks sterke aantasting van de grondwatersystemen in de bredere omgeving goed zijn te herstellen via maatregelen in het Natura 2000-gebied en de directe omgeving hiervan. In combinatie hiermee biedt de fijnmazige afwisseling van ruggen, laagten en slenken, met de bijbehorende overgangen van droog naar nat en de afwisseling van zure en (zwak) gebufferde milieus grote kansen voor herstel van ecologisch waardevolle gradiënten.

De maatregelen die getroffen moeten worden om de kansen te benutten en zo tot duurzame instandhouding, kwaliteitsverbetering en uitbreiding van de genoemde grondwaterafhankelijke habitatypen te komen zijn in hoofdstuk 6 uitgewerkt.

6 Maatregelenplan

6.1 Inleiding

Op basis van de resultaten van het vooronderzoek is in dit hoofdstuk uitgewerkt met welke maatregelen de in paragraaf 5.3 beschreven mogelijkheden benut kunnen worden en dus uitwerking gegeven kan worden aan de doelstellingen zoals geformuleerd in het Natura 2000-beheerplan en de PAS-analyse. De maatregelen zijn aangegeven op de plankaart (figuur 6.1).

Voor de nadere afstemming en fijnregeling van de maatregelen heeft op 10 januari 2018 een veldbezoek plaatsgevonden met de betrokkenen van Natuurmonumenten. Het maatregelenplan is op 6 februari 2018 ook besproken met de brede projectgroep en is vervolgens definitief gemaakt.

In hoofdlijnen betreft het een plan met alle te treffen maatregelen binnen de begrenzing van het Natura 2000-gebied Witte Veen en het Duitse deel van het grensoverschrijdende natuurgebied, niet alleen het Natura 2000-gebied Witte Venn maar ook het natuurontwikkelingsgebied ten noorden hiervan. In combinatie hiermee zijn in bepaalde deelgebieden ook externe maatregelen nodig. De deelgebieden waar dit het geval is of waar vernatting op kan treden als gevolg van aanpak van de Hegebeek zijn (conform de weergave op de PAS-maatregelenkaart) op de plankaart (figuur 6.1) op abstracte wijze met grijze vlakken aangegeven als 'inrichting omgeving'. De uitwerking van de hier benodigde maatregelen aan de Nederlandse zijde vindt plaats via een ander traject, namelijk door het deskundigenteam dat voor het opstellen van PAS-inrichtingsplannen voor de Natura 2000-gebieden in de gemeente Haaksbergen is geformeerd. Een uitzondering is gemaakt voor de enclave Jannink, gezien de nauwe samenhang van het functioneren van dit deelgebied met het hoogveenrestant en de hoge urgentie die hier geldt voor het treffen van maatregelen. Zodoende heeft voor dit deelgebied wel een concrete uitwerking van maatregelen plaatsgevonden. In de tekst van de planuitwerking wordt ook aandacht besteed aan de uitwerking van benodigde maatregelen in de in te richten gebieden aan de Duitse zijde.

Bij de planuitwerking is de volgende onderverdeling aangehouden:

- Maatregelen ten behoeve van verbetering van de kwaliteit van habitattype H7120 Herstellende hoogvenen in de richting van habitattype H7110 Actieve hoogvenen, waarmee (als tegenwicht voor de hoge stikstofdepositie) tevens een goede instandhouding van de het habitattype H7120 Herstellende hoogvenen wordt gerealiseerd (paragraaf 6.2). Eerst wordt een overzicht van de benodigde maatregelen gegeven (paragraaf 6.2.1), vervolgens wordt ingegaan op maatregelen in het Nederlandse deel (paragraaf 6.2.2) en hierna op de maatregelen in het Duitse deel (paragraaf 6.2.3).
- Maatregelen ten behoeve van herstel van de randzone van het hoogveen, om zo onder meer te komen tot de instandhouding / kwaliteitsverbetering en uitbreiding van habitattypen H3110 Zwak gebufferde vennen en H4010A Vochtige heide. Ook hierbij wordt eerst een overzicht gegeven en daarbij worden gelijk de belangrijkste maatregelen in hoofdlijnen behandeld (paragraaf 6.3.1). Op deze wijze wordt bij de toelichting van de maatregelen per deelgebied (in paragrafen 6.3.2 t/m 6.3.5) herhaling zoveel mogelijk voorkomen.
- Maatregelen ten behoeve van beekdalherstel, met daarbij specifieke aandacht voor maatregelen ten behoeve van de instandhouding / kwaliteitsverbetering van habitattype H91E0C Vochtige alluviale bossen (paragraaf 6.4).

Bij de behandeling van de maatregelen wordt ook telkens aangegeven welke Natura 2000-doelstelling(en) met de betreffende maatregel gerealiseerd kunnen worden. Daarbij wordt ook zo goed mogelijk gespecificeerd of het gaat om de instandhouding / kwaliteitsverbetering van bepaalde grondwaterafhankelijke habitattypen, dan wel de uitbreiding hiervan. Bij de behandeling van de maatregelenoverzichten gebeurt dit op globale wijze en bij de nadere toelichting van de maatregelen wordt dit nader gespecificeerd.

In februari 2018 is door de provincie Overijssel (M. Duineveld) in samenwerking met Bell Hullenaar (J.W. van 't Hullenaar) voor het Witte Veen ook een ontwerp gemaakt voor het meetnet PAS-procesindicatoren. Op deze wijze is gezorgd voor een goede aansluiting van het ontwerp van het PAS-meetnet op de resultaten van de ecohydrologische systeemanalyse, de hierbij gesignaleerde knelpunten en de maatregelen die in hoofdstuk 6 zijn uitgewerkt voor aanpak van deze knelpunten. Het ontwerp is zonder verdere inhoudelijke toelichting opgenomen in bijlage 5 van dit rapport en is ingestoken in het bredere proces dat momenteel gaande is voor het tot stand brengen van PAS-meetnetten in de Natura 2000-gebieden in de provincie Overijssel.

6.2 Maatregelen ten behoeve van het hoogveen

6.2.1 Overzicht maatregelen

Voor instandhouding / verbetering van de kwaliteit van habitatype H7120 Herstellende hoogvenen in de richting van habitatype H7110 Actieve hoogvenen dienen in het Nederlandse deel de volgende maatregelen getroffen te worden:

- Inrichting van de enclave Jannink.
- Dichtmaken van de onnodige overlopen in de zuidelijke damwand.
- Verwijderen van het bos op de dekzandruggen in de omgeving van het hoogveenrestant.
- Nadere afweging maken ten aanzien van wenselijkheid / noodzaak van verwijdering van het bos ten zuiden van het hoogveenrestant. Met deze maatregel kan behalve instandhouding / kwaliteitsverbetering van het bestaande hoogveen ook uitbreiding hiervan plaatsvinden.

Voor instandhouding / verbetering van de kwaliteit van habitatype H7110 Actieve hoogvenen is het van belang om in het Nederlandse deel de volgende maatregel te treffen:

- Verwijderen van bos rondom het hoogveenven met H7110 Actief hoogveen.

Voor instandhouding / verbetering van de kwaliteit van habitatype H7120 Herstellende hoogvenen in de richting van habitatype H7110 Actieve hoogvenen in het Nederlandse deel dienen in het Duitse deel de volgende maatregelen getroffen te worden:

- Aanpak drainerende werking Duits natuurontwikkelingsgebied.
- Verbetering van de waterconservering in het Duitse hoogveenrestant.
- Verwerving en inrichting van de akker ten oosten van het Duitse hoogveenrestant.

6.2.2 Toelichting maatregelen Nederlandse deel

Inrichting van de enclave Jannink

Inrichting van de enclave Jannink vindt primair plaats voor instandhouding / verbetering van de kwaliteit van habitatype H7120 Herstellende hoogvenen in de richting van habitatype H7110 Actieve hoogvenen. In combinatie hiermee wordt gelijk gewerkt aan het herstel van de lagg, ofwel de N2000-kernopgave 'Herstel van de randzone van het herstellend hoogveen'.

Hiertoe dient het huidige sterke laterale waterverlies vanuit het hoogveenrestant via de zandlaag onder het veenpakket in noordelijke richting naar de enclave te worden weggenomen. Zodoende wordt het wegzijgingverlies vanuit het noordelijke deel van het hoogveenrestant verminderd en zo treedt verdere afname van de waterstandsdynamiek op, naar het natuurlijke niveau dat nodig is voor voorspoedige vestiging van bultenvormende veenmossen. Hiertoe dienen in de eerste plaats de nu sterk drainerende sloten in de enclave gedempt te worden en dient in de tweede plaats de oorspronkelijke geomorfologie en natuurlijke waterhuishouding van het gebied weer te worden hersteld middels ophoging van de bodem en herstel van de venachtige situatie in de hier aanwezige laagte. Met de ophoging wordt de afgraving die hier enkele decennia is uitgevoerd weer ongedaan gemaakt. Met het dempen van de sloten, de ophoging en het herstel van de venachtige situatie ontstaat hier een goede hydrologische buffer voor het hoogveenrestant en kan tevens herstel van de lagg gerealiseerd worden in het betreffende gebied zelf.

Om tot een goede ontwikkeling van de lagg te komen dient de ophoging uitgevoerd te worden met schraal zand en heeft het de voorkeur om eerst de fosfaatrijke bovengrond te verwijderen voordat de ophoging plaatsvindt. De verwijdering van de fosfaatrijke bovengrond is niet alleen van belang als garantie voor een goede ecologische ontwikkeling van het betreffende gebied zelf, maar ook om te voorkomen dat het benedenstrooms gelegen gebied (ofwel het dal van de Hegebeek) gevoed blijft worden met fosfaatrijk water uit de enclave. Dit is temeer van belang omdat bij het laten liggen van de fosfaatrijke bovengrond de fosfaatrijkdom van het afstromende water naar verwachting zal toenemen, vanwege de interne eutrofiëring die gaat optreden onder invloed van de vernatting. Gezien de zeer hoge fosfaatconcentraties die hier in de bovengrond zijn gemeten mag ook verwacht worden dat dit proces zonder afgraving nog zeer lang (honderden jaren) zou voortduren, want zelfs met een actief beheer van maaien en afvoeren zou het afvoeren van de fosfaatvoorraad al 175 à 190 jaar in beslag nemen (zie rapport B-WARE in bijlage 4). Weliswaar wordt het dal van de Hegebeek ook (en met name) vanuit de intensief beheerde landbouwgronden (voornamelijk akkers) in het Duitse bovenloopgebied gevoed met fosfaatrijk water, maar dit mag geen reden zijn om bij de herinrichting van de enclave al wel gelijk voor een duurzame inrichting te kiezen.

Uit het bodemchemisch onderzoek dat in het oostelijke deel van de enclave is uitgevoerd volgt dat op de plekken waar onder de bouwvoor geen geroerde bodem is aangetroffen (deze plekken liggen tevens in de zone waar herstel van de lagg moet plaatsvinden) het grootste deel van de fosfaatvoorraad is opgeslagen in de bouwvoor (van 30 à 35 cm) en dat er ook uitspoeling van fosfaat heeft plaatsgevonden naar de laag (van 10 cm dikte) direct onder de bouwvoor. De laag hieronder (vanaf 40 à 45 cm -mv) is fosfaatarm. Dus voor een effectieve verschraving van de bodem dient de bovengrond tot op een diepte van 40 à 45 cm te worden afgegraven.

Met de ophoging dienen vooral de dekzandruggen aan weerszijden hersteld worden, zodat de opbolling van de grondwaterspiegel in de dekzandruggen goed hersteld kan worden: dit levert een belangrijke bijdrage in de realisatie van de hydrologische buffer en resulteert in het herstel van gradiënten in het gebied zelf. De ligging van de

dekzandruggen is goed te traceren aan de hand van de hoogtekaart (zie figuur 2.4). Voor de ophoging dient ten opzichte van de huidige maaiveldshoogte een zandlaag van circa 70 cm te worden aangebracht, ofwel een laag van 110 à 115 cm na afgraving van de fosfaatrijke bovengrond. In de laagte tussen beide dekzandruggen in is in het verleden waarschijnlijk minder of geen zand afgegraven en kan naar verwachting volstaan worden van het compenseren van de afgraving van de fosfaatrijke bovengrond. Wel dient aan de noordzijde (door middel van een ophoging met schraal zand, in combinatie met een keiendrempel) een drempel te worden aangebracht, zodat in de laagte weer een venachtige situatie ontstaat, met dus een waterpeil (van meerdere decimeters) boven maaiveld, waarmee ook in deze zone een goede hydrologische buffer tot stand wordt gebracht. Vanwege de hoge bergingscoëfficiënt van open water ($\mu = 1,0$) ten opzichte van een (zand)bodem ($\mu = 0,1$ à $0,15$) zakt in droge zomerperioden (onder invloed van het verdampingsoverschot) de waterstand bij venherstel bovendien minder snel weg dan zonder venherstel. Zodoende levert het venherstel een belangrijke extra bijdrage aan de realisatie van de hydrologische buffer voor het hoogveenrestant. Naar verwachting zal hier een zuur ven tot ontwikkeling komen.

Van alle planmaatregelen ten behoeve van de invulling van kernopgave 7.05 (instandhouding / verbetering van de kwaliteit van habitatype H7120 Herstellende hoogvenen in de richting van habitatype H7110 Actieve hoogvenen) zijn de maatregelen in de enclave Jannink het meest urgent. Het treffen van deze maatregelen levert namelijk de grootste bijdrage aan de demping van de grondwaterstandsfluctuaties in het hoogveenrestant. Deze demping is van groot belang voor verbetering van de condities voor hoogveenherstel en dus ook voor verlichting van het negatieve effect van de hoge stikstofdepositie. Met een geringer fluctuatiebereik kunnen de meer kritische bultenvormende veenmossen zich namelijk veel beter vestigen en over grote oppervlakten uitbreiden, waardoor herstel op kan treden van het voor habitatype H7110 Actieve hoogvenen kenmerkende hoogveenbulten- en slenkenpatroon met alle bijbehorende soorten. Daarbij kan niet volstaan worden met het alleen dempen van de sloten in de enclave. Ook de ophoging en het herstel van de venachtige situatie zijn essentieel voor realisatie van een goede hydrologische buffer. Bovendien is dit de enige plek waar direct gekoppeld aan het Herstellende hoogveen de lagg hersteld kan worden. Het betreft dus een unieke plek in het streven naar een compleet en gradiëntenrijk hoogveenlandschap, ofwel voor invulling van kernopgave 7.06 (herstel van de randzone van hoogveen).

Bij de inrichting moet rekening gehouden worden met de aanwezigheid van de bebouwing met bijbehorende tuin van Jannink. Hiertoe moet de sloot aan de westzijde van de bebouwing worden gehandhaafd. Wellicht kan deze sloot wel verondiept worden, aangezien de diepte ervan nu is afgestemd op de realisatie van een voldoende landbouwkundige drooglegging van de landbouwgrond in de laagte direct ten noorden van het Herstellende hoogveen en niet specifiek op het bebouwde perceel. In combinatie hiermee kan een sloot aan de zuid- en oostzijde worden toegevoegd. De exacte inrichting kan het best nader worden uitgewerkt door waterschap Vechtstromen, in combinatie met de planuitwerking voor aanpassing van de Hegebeek. Om de risico's goed in te schatten is het raadzaam om de bebouwing ook in te meten.

In de zone van de enclave ten oosten van de bebouwing hoeft na afgraving van de bouwvoor geen ophoging met schraal zand plaats te vinden. Deze zone ligt namelijk buiten de zone die van belang is voor de vorming van een hydrologische buffer voor het hoogveenrestant. Om ook hier een goede uitgangssituatie te creëren voor herstel van de lagg is het wel van belang om de fosfaatrijke bovengrond te verwijderen. Mogelijk kan (een deel van) deze zone ook een bijdrage leveren aan de benodigde waterberging ten behoeve van de demping van de afvoerpieken van de Hegebeek, in combinatie met de realisatie van bergingsgebied(en) verder bovenstrooms in Duitsland. Nader onderzoek dat momenteel ter onderbouwing van de hydrologische herstelmaatregelen voor het Natura 2000-gebied (door Arcadis in de opdracht van de gemeente Haaksbergen) wordt uitgevoerd zal dit uit moeten wijzen.

Van het gedeelte ten oosten van de bebouwing is het gedeelte dat direct langs de beek ligt het meest geschikt voor waterberging (zie figuur 5.1, plankaart). Hier is een wat diepere afgraving van de bodem namelijk inpasbaar zonder dat dit ten koste gaat van het hydrologisch functioneren van het hoogveenrestant. Bovendien is hier in het kader van het bodemchemisch onderzoek tot op grote diepte een sterk verstoorde en fosfaatrijke bodem aangetroffen (zie rapport B-WARE in bijlage 4).

Dichtmaken van overbodige overlopen in zuidelijke veendijk met damwand

Voor instandhouding / verbetering van de kwaliteit van habitatype H7120 Herstellende hoogvenen in de richting van habitatype H7110 Actieve hoogvenen dienen ook de overbodige overlopen in de zuidelijke veendijk met houten damwand te worden dichtgemaakt. Deze overlopen maken de constructie namelijk kwetsbaar: doordat de houten damwanden hier niet zijn afgedekt met veenplaggen rotten ze vanaf de bovenzijde sneller weg. Hierdoor zijn op sommige plekken nu al kieren aanwezig waarlangs water beneden het beoogde stuwpeil weglekt. Dit gebeurt nu nog slechts in lichte mate, maar zal zonder het doorvoeren van aanpassingen in de loop der tijd vanwege het voortschrijdende rottingsproces toenemen. Bovendien belemmeren de vaste overlopen een eventuele verdere peilverhoging in het compartiment. Daarbij hebben de overlopen in feite ook geen duidelijke functie, aangezien het water zich vanwege de aanwezigheid van het puttencomplex en de gecreëerde plagstrook aan de benedenstroomse zijde van de veendijk met damwand goed kan verspreiden over het benedenstroomse compartiment. Er kan dus ook bij het zuidelijke compartiment volstaan worden met één afvoerstuw: de vier extra overlopen zijn overbodig.

Verwijderen van bos op de dekzandruggen

Voor instandhouding / verbetering van de kwaliteit van habitatype H7120 Herstellende hoogvenen in de richting van habitatype H7110 Actieve hoogvenen dient ook het bos op de dekzandruggen rond het hoogveenrestant te worden verwijderd, zodat het huidige sterke verdampingsverlies (via interceptie) van het bos wordt weggenomen, waardoor de grondwaterstanden hier in de zomer minder ver wegzakken en dus ook de wegzijging vanuit het hoogveenrestant zal afnemen.

Nadere afweging maken ten aanzien van wenselijkheid / noodzaak van verwijdering van het bos ten zuiden van het hoogveenrestant

Zowel voor de instandhouding / verbetering van de kwaliteit van het habitatype H7120 Herstellende hoogvenen in de richting van habitatype H7110 Actieve hoogvenen als voor de uitbreiding hiervan wordt overwogen om het bos ten zuiden van het hoogveenrestant te verwijderen, de hier nog aanwezige greppels te dempen en in combinatie hiermee eventueel dammetjes aan te brengen in het hier aanwezige slenkenstelsel om de hoogveengroei hier weer op gang te brengen.

Met het verwijderen van het bos kan het verdampingsverlies (via interceptie) worden tegengegaan waardoor het wegzakken van de grondwaterstand in de zomer wordt tegengegaan (voor nadere toelichting: zie paragraaf 4.3.3 / tabel 4.2). Door het dempen van de greppels kan de opbolling van de grondwaterspiegel in de dekzandruggen weer worden hersteld, waardoor weer een geleidelijke grondwatervoeding vanuit deze ruggen naar de slenken zal gaan plaatsvinden, wat eveneens een bijdrage levert aan het verminderen van het wegzakken van de grondwaterstand in de zomer. Door deze maatregelen te combineren met de aanleg van enkele dwarsdammen kan het waterpeil in de slenken tot iets boven maaiveldsniveau worden opgezet. Mede door de gunstige bergingscondities die hiermee worden gecreëerd wordt ook een bijdrage geleverd aan de

vermindering van het wegzakken van de grondwaterstand in de zomer. Met het totaalpakket aan maatregelen kan naar verwachting de groei van veenmossen in de slenken / laagten weer goed op gang worden gebracht en ontstaan er op de flanken van de slenken goede mogelijkheden voor ontwikkeling van vochtige heide.

In de eerste plaats kan met deze maatregelen herstel optreden van de vroeger aanwezige veentjes in de slenkjes en laagten van het gebied zelf, wat dus zal leiden tot de uitbreiding van het herstellende hoogveen. In de tweede plaats wordt zo ook het waterverlies vanuit het bestaande gebied met H7120 Herstellende hoogvenen (ofwel het hoogveenrestant en het Noordelijke Grensven) tegengegaan. Bovendien neemt zo de omvang en dus robuustheid van het hoogveengebied als geheel toe. In de derde plaats wordt met de verwijdering van het bos de invang van verzurende depositie verminderd. Dit is niet alleen positief voor het betreffende gebied zelf maar ook voor het verder benedenstrooms gelegen gebied (Natte Weide).

Het huidige bos heeft echter ook belangrijke ecologische waarden: het betreft het belangrijkste en ook enige goede rustgebied voor de fauna binnen het grensoverschrijdende natuurgebied en in delen van de slenken is onder invloed van de demping van de sloten in 2007 een ontwikkeling richting hoogveenbos gaande. Door Natuurmonumenten zal daarom een nadere afweging gemaakt worden ten aanzien van het al dan niet uitvoeren van deze maatregelen, zodat goed duidelijk wordt wat de huidige situatie in ecologisch opzicht oplevert en wat hiervoor in de plaats komt bij het uitvoeren van de maatregelen. Ook andere aspecten (kosten, vervolgbeheer, recreatie, cultuurhistorie, etc.) zullen worden meegenomen in de afweging.

Verwijderen van bos in de omgeving van het hoogveenven

Ten behoeve van de instandhouding / kwaliteitsverbetering van habitatype H7110 Actieve hoogvenen in het hoogveenven langs de noordelijke slenk van de Wargerinkweg is het nodig om het (Berken)bos dat op twee plekken in de directe omgeving van het hoogveenven tot ontwikkeling is gekomen te verwijderen. Vanwege het hoge verdampingsverlies (via interceptie) leidt dit bos namelijk tot verdroging. De bosjes veroorzaken bovendien een versterkte invang van verzurende depositie vanuit de lucht. De invang van het bosje aan de bovenstroomse zijde van het hoogveenven veroorzaakt verzuring van het grondwater waarmee het hoogveenven wordt gevoed, waardoor de voeding van de veenbasis met zwak gebufferd grondwater negatief wordt beïnvloed, wat dus ten koste gaat van de hoogveenontwikkeling.

Het bosje ten zuiden van het hoogveenven is begrensd als habitatype H91D0 Hoogveenbossen. Hoewel ook verwijdering van dit bosje nodig wordt geacht voor een goede instandhouding / kwaliteitsverbetering van habitatype H7119 Actieve hoogvenen in het hoogveenven, zal ten aanzien hiervan nog wel een nadere afweging plaats moeten vinden: wat levert de huidige situatie in ecologisch opzicht en wat krijg je ervoor terug bij het treffen van de maatregel?

Bij de verwijdering van het bos dienen eventueel nog aanwezige restanten van greppels volledig gedempt te worden. Er zijn in deze omgeving bij de kartering weliswaar geen greppels aangetroffen, maar het kan niet worden uitgesloten dat zich in de slecht toegankelijke bosjes toch nog greppelrestanten bevinden. Voor de eventuele dempingen kan lokaal aanwezig materiaal gebruikt worden: er zijn voldoende Pijpenstrootjepollen beschikbaar en door het wegplaggen van de pollen ontstaan gelijk goede plekken voor vestiging van veenmossen.

6.2.3 Toelichting maatregelen Duitse deel

De maatregelen die voor het Duitse deel worden aangegeven zijn allen van belang voor een goed hoogveenherstel in het Nederlandse deel: veel van de nog aanwezige verstoringen van het hydrologische systeem van het Nederlandse deel liggen namelijk op Duits grondgebied. Met het uitvoeren van deze maatregelen wordt gelijk ook een belangrijke bijdrage geleverd aan hoogveenherstel in het Duitse deel. Uiteindelijk kunnen met niet al te ingewikkelde inrichtingsmaatregelen en een uitbreiding van het natuurgebied aan de Duitse zijde alle verstoringen grotendeels worden weggenomen, waardoor een goed herstel van het totale hydrologische systeem mogelijk is en dus herstel plaats kan vinden van het complete grensoverschrijdende hoogveenlandschap.

Tegengaan drainerende werking Duits natuurontwikkelingsgebied

Voor instandhouding / verbetering van de kwaliteit van habitatype H7120 Herstellende hoogvenen in de richting van habitatype H7110 Actieve hoogvenen met betrekking tot het Nederlandse hoogveenrestant en ook voor herstel van het Duitse hoogveenrestant dient in de eerste plaats de drainerende werking van het aangrenzende Duitse natuurontwikkelingsgebied te worden tegengegaan (voor toelichting van dit knelpunt: zie paragraaf 4.3.1 en dwarsprofiel B-B'). Aangezien het hierbij gaat om een groot knelpunt voor het Nederlandse hoogveenrestant, is het van groot belang dit knelpunt op effectieve wijze aan te pakken, ook al ligt het knelpunt op Duits grondgebied en ontwikkelt het betreffende gebied zich inmiddels in ecologisch opzicht heel aardig. Met de hieronder beschreven weloverwogen herinrichting van een beperkt deel van het natuurontwikkelingsgebied kan aanpak van het knelpunt ook plaatsvinden zonder het doorvoeren van aanpassingen in de rest van het natuurontwikkelingsgebied.

Voor effectieve aanpak van de drainerende werking dient ophoging plaats te vinden van de die direct tegen het hoogveenrestant aan ligt, inclusief de slenken die in deze zone aanwezig zijn. Op basis van ecohydrologisch dwarsprofiel B-B' (zie figuur 4.1b) wordt geschat dat deze ophogingszone 100 à 150 meter breed dient te zijn. Middels nadere rekenkundige onderbouwing kan worden bepaald of deze breedte inderdaad voldoende is. De benodigde mate van ophoging bedraagt doorgaans circa 50 cm en in de te dempen slenkdelen dient een extra laag aangebracht te worden om de benodigde geleidelijke overgang te creëren. Alleen op deze wijze zal hier namelijk weer een geleidelijk verhang in grondwaterspiegel ontstaan en kan de opbolling van de grondwaterspiegel in de dekzandrug ten oosten van het hoogveenrestant weer hersteld worden. Deze ophoging sluit aan op de beoogde ophoging in enclave Jannink in het Nederlandse deel. Ook in het Duitse deel kan het best schraal zand gebruikt worden, ten behoeve van een goede ecologische ontwikkeling van het betreffende gebied na herinrichting. Voor de benodigde ophoging kan voor een (klein) deel gebruikt gemaakt worden van de wal die langs de rijksgrens is opgeworpen bij het uitgraven van de slenken. Deze hoeveelheid is echter niet toereikend, dus er zal ook zand aangevoerd moeten worden.

Het tegengaan van de drainerende werking van het Duitse natuurontwikkelingsgebied is niet goed mogelijk middels het uitsluitend verhogen van de afvoerniveaus van de slenken, omdat hiermee het geleidelijke verhang (en dus ook de opbolling) van de grondwaterspiegel niet goed herstel kan worden. Overigens is het ook niet goed mogelijk deze afvoerniveaus te verhogen, omdat in de meeste slenken het afvoerniveau nu al op maaiveldsniveau ligt. Alleen bij de slenk die het meest tegen het hoogveenrestant aanligt is zo wel verbetering mogelijk, omdat hier erosie is opgetreden van de afvoerdrempel onder invloed van het afstromende water.

Het tegengaan van de drainerende werking van het Duits natuurontwikkelingsgebied kan beter niet gerealiseerd worden met behulp van de plaatsing van een damwand op de

grens tot op de keileem/ kleiondergrond. Ten eerste is dit een erg kunstmatige oplossing terwijl een natuurlijke oplossing hier goed mogelijk is. Ten tweede zou bij gebruik van hout vanwege fluctuaties van de grondwaterstand in de dekzandrug / minerale bodem het bovenste deel van de damwand vaak bloot staan aan zuurstof, en zodoende snel wegroten. En gebruik van een folie zou nog kunstmatiger / onnatuurlijker zijn. Ten derde zou hiermee de (te herstellen) natuurlijke gradiënt verloren gaan van het hoogveenrestant naar het natuurontwikkelingsgebied met een subtiële, natuurlijke, zeer lichte grondwaterstroming vanuit de dekzandrug naar het Duitse deel (met een daarbij in de loop van de seizoenen enigszins wijzigende positie van de waterscheiding).

Verbetering van de waterconservering in het Duitse Hoogveenrestant

Voor de instandhouding / verbetering van de kwaliteit van habitatype H7120 Herstellende hoogvenen in de richting van habitatype H7110 Actieve hoogvenen in het Nederlandse deel is het ook van belang de waterconservering in het Duitse hoogveenrestant te verbeteren. Momenteel gaat namelijk nog water verloren via de greppelrestanten die hier nog aanwezig zijn en middels oppervlakkige afvoer over maaiveld heen naar de sloot op de oostgrens van het hoogveenrestant. Met een verbetering van de waterconservering wordt niet alleen een bijdrage geleverd aan bestrijding van de verdroging van het Duitse hoogveenrestant en het hieraan gekoppelde Herstellende hoogveen van het Noordelijke Grensven, maar (op indirecte wijze) ook aan het Nederlandse hoogveenrestant, vanwege de hiermee gepaard gaande reductie van de wegzijging vanuit het Nederlandse hoogveenrestant naar het systeem van het Noordelijke Grensven / Duits hoogveenrestant.

Voor verbetering van de waterconservering dienen de nog aanwezige greppelrestanten bij voorkeur te worden gedempt (of anderszins intensief te worden afgedamd) en is het wenselijk om langs de laaggelegen buitengrens van het hoogveenrestant een goede kade aan te leggen. Deels is al wel een walletje aanwezig, maar hierin zitten gaten, het walletje is aan de lage kant en het sluit niet goed aan op de hoger gelegen delen.

Verwerving en inrichting van de akker ten oosten van het Duitse hoogveenrestant

Voor verbetering van de kwaliteit van habitatype H7120 Herstellende hoogvenen in de richting van habitatype H7110 Actieve hoogvenen in het Nederlandse deel en herstel van het Duitse hoogveenrestant is het ook belangrijk de drainerende werking van het ontwateringsstelsel van het zeer laag gelegen landbouwgebied ten oosten van het Duitse hoogveenrestant tegen te gaan. Het ontwateringsstelsel in dit zeer laag gelegen akkergebied heeft namelijk op directe wijze een verdrogende invloed op het Duitse hoogveenrestant en het hieraan gekoppelde Herstellende hoogveen van het Noordelijke Grensven. Bovendien werkt deze verdroging op indirecte wijze ook door op het Nederlandse hoogveenrestant.

De beste wijze van aanpak van de drainerende werking van het ontwateringsstelsel is verwerving van het betreffende landbouwgebied / omvorming tot natuurgebied en opheffing van alle hier aanwezige ontwateringsmiddelen, door middel van het dempen van de sloten en het weghalen van de buisdrainage. Bij de keuze van de verdere inrichting is het raadzaam om het beoogde systeemherstel leidend te laten zijn. Dit betekent dat in het betreffende gebied de (hoogstwaarschijnlijk) fosfaatrijke bovengrond beter niet kan worden afgegraven. Wel goed passend is verhoging van het afvoerniveau tot boven maaiveld zodat voedselrijk moeras tot ontwikkeling kan komen: hiermee wordt de werking van het gebied als hydrologische buffer optimaal en na verloop van tijd kan bij verdere peilverhoging en afvoer van het voedselarme wateroverschot uit het Duitse hoogveenrestant wellicht een ontwikkeling richting mesotroof veen plaatsvinden.

Ook is het wenselijk om het hoger gelegen gedeelte van de akker ten oosten van het Zuidelijke Grensven (ofwel het zuidelijke deel van het grijze vlak op de plankaart) te verwerven en de hier aanwezige ontwateringsmiddelen te verwijderen, omdat dit gebied een belangrijk voedingsgebied vormt voor het Zuidelijke Grensven. Alleen de uiterste noordwesthoek van dit ven ligt echter in Nederland en voor deze hoek zijn vanuit het Natura 2000-proces geen doelstellingen geformuleerd.

6.3 Maatregelen ten behoeve van de randzone van het hoogveen

6.3.1 Overzicht en algemene toelichting van de belangrijkste maatregelen

Voor instandhouding / kwaliteitsverbetering van de habitattypen H3130 Zwak gebufferde vennen en H4010A Vochtige heide en herstel van de randzones van herstellende hoogvenen H7120 (met hierbij een uitbreiding van H3130 Zwak gebufferde vennen, H3160 Zure vennen, H4010A Vochtige heide en ontwikkeling van heischrale graslanden en mogelijk ook blauwgraslanden) dienen in hoofdlijnen de volgende maatregelen getroffen te worden:

- Afgraven fosfaatrijke toplaag.
- Dempen greppels / greppelrestanten.
- Treffen van aanvullende maatregelen voor venherstel.
- Bos verwijderen.
- Maatregelen in de omgeving.

Afgraven fosfaatrijke toplaag

Voor realisatie van de N2000-kernopgave 'Herstel van de randzones van Herstellende hoogvenen én instandhouding / kwaliteitsverbetering van H3130 Zwak gebufferde vennen dient in de eerste plaats de hoge fosfaatrijkdom van de bodem van de voormalige landbouwgronden in sterke mate te worden gereduceerd. Zo kunnen de kenmerkende eigenschappen van het slenkenrijke, enigszins hellende westelijke deel van het Natura 2000-gebied, met relatief sterke invloed van lateraal afstromend grondwater en basenaanrijking vanuit de keileemondergrond weer op grotere schaal tot uitdrukking gaan komen, naar voorbeeld van de slenk langs de Wargerinkweg en de twee deelgebieden waar de fosfaatrijke toplaag al is verwijderd. Met het afgraven van de fosfaatrijke bouwvoor wordt tevens het knelpunt van eutrofiëring van de reeds aanwezige zwak gebufferde vennen weggenomen, omdat op deze wijze de uit- en afspoeling van fosfaat in de voedingsgebieden van de vennen wordt voorkomen. Bovendien kan zo ook herstel van gradiënten plaatsvinden vanuit de vennen naar de omgeving.

Omdat over het algemeen de gehele bouwvoor fosfaatrijk is en de bodemlaag hieronder al gelijk (matig) fosfaatarm, is het afgraven van de bouwvoor van veelal 20 à 30 cm een geschikte maatregel voor effectieve verschraling van de bodem. Extra voordeel hiervan is dat zo gelijk de huidige behoorlijk dichte grasmat verdwijnt, waardoor er goede kiemingsmogelijkheden ontstaan voor doelsoorten. Op deze wijze kunnen de juiste omstandigheden worden gecreëerd voor met name de ontwikkeling van heide, heischraal grasland, (plaatselijk) blauwgrasland en (eveneens plaatselijk) zwak gebufferde vennen.

Het afgraven van de fosfaatrijke toplaag wordt toegepast in de slenken en laagten en de flanken hiervan: hier liggen niet alleen de grootste kansen voor herstel van grondwaterafhankelijke natuur, maar hier is (vanwege de vaak langdurig natte omstandigheden) ook het risico op het vrijkomen van fosfaat vanuit de fosfaatrijke

toplaag (en dus de hiermee gepaard gaande eutrofiëring van de vennen) het grootst. Door de relatief hoog gelegen delen niet af te plaggen kunnen deze delen ook optimaal blijven functioneren als voedingsgebieden voor de slenken en laagten.

Ook in de laagten en de slenken mag het afgraven van de toplaag alleen plaatsvinden als het beoogde herstel van het hydrologische systeem niet wordt belemmerd (zoals nu wel het geval is in het Duitse natuurontwikkelingsgebied). Dit is bijvoorbeeld mogelijk door het handhaven van de huidige overlooptrempels van af te plaggen laagten / slenken, door het hier plaatselijk niet afgraven van de toplaag of door bepaalde zones rond (met name) het te herstellen hoogveen helemaal niet te plaggen. Bij de uitwerking van het maatregelenplan is per deelgebied aangegeven welke aanpak adequaat is.

Voor bevordering van de vestiging van doelsoorten wordt door B-WARE geadviseerd om na afgraving van de fosfaatrijke toplaag maaisel en/of plagsel uit een goed ontwikkelde referentielocatie aan te brengen, en dit eventueel te herhalen in de opeenvolgende jaren na inrichting zolang de zode nog niet is gesloten. Ter plaatse van de zeer zwak gebufferde zandbodems hogerop de flanken van de te herstellen slenken wordt na het afgraven van de toplaag ook een eenmalige bekalking aanbevolen om verzuring te voorkomen en de soortenrijkdom te vergoten (zie paragraaf 6.2 van B-WARE-rapport in bijlage 4).

Onder invloed van de extensieve integrale begrazing met Schotse Hooglanders die sinds 1989 in het Natura 2000-gebied heeft plaatsgevonden (In 't Veld & De Bruijn, 2004) is op veel plakken een gevarieerd mozaïek ontstaan van grazige vegetaties, struweel en kleine bosjes. Veel dieren profiteren van deze structuurrijkdom. Bij het afgraven van de fosfaatrijke bovengrond worden struwelen en bosjes die een belangrijke bijdrage hierin leveren ontzien, door de bovengrond hier plaatselijk niet af te graven.

Dempen greppels / greppelrestanten

Voor benutting van de kansen is ook realisatie van een goed herstel van het hydrologische systeem essentieel. Hiervoor is het noodzakelijk alle (restanten van) greppels in de te herstellen gebiedsdelen te dempen. Door middel van het dempen van de greppels in de hoog gelegen delen en het hier achterwege laten van het afgraven van de toplaag gaan deze delen weer optimaal functioneren als voedingsgebieden voor de (vennen in de) slenken. Door middel van het dempen van de resterende profielen in de slenken waar de toplaag wordt afgegraven wordt voorkomen dat deze resterende profielen het gebufferde grondwater in versterkte mate blijven draineren en dus de diffuse grondwatervoeding van de wortelzone van de vegetatie verstoren.

Aanvullende maatregelen voor venherstel

De belangrijkste maatregelen voor de instandhouding en kwaliteitsverbetering van H3130 Zwak gebufferde vennen betreffen dus het afgraven van de fosfaatrijke bovengrond en het dempen van greppels. Als aanvulling hierop dienen (de delen van) de vennen die onder invloed van de toevoer van fosfaatrijk water zijn geëutrofiëerd te worden opgeschoond. Middels het afgraven van de fosfaatrijke bovengrond en het dempen van greppels vindt eveneens een aanzienlijke uitbreiding van het areaal aan vennen plaats. Het betreft hierbij veelal het herstel van vennen die in het verleden aanwezig waren maar door de voormalige ontginning zijn verdwenen. Zo wordt met name een uitbreiding van H3130 Zwak gebufferde vennen gerealiseerd en in sommige gevallen ligt een ontwikkeling van H3130 Zure vennen meer in de lijn der verwachting. Deze areaalvergroting levert op zijn beurt weer een bijdrage aan de instandhouding / kwaliteitsverbetering van de bestaande vennen, omdat de bestaande vennen met name vanuit faunistisch oogpunt beter gaan functioneren als de totale oppervlakte ervan toeneemt.

Op basis van de inzichten van het hydrologisch en bodemchemisch onderzoek volgt dat veel van de maatregelen voor venherstel die in de PAS-gebiedsanalyse worden genoemd in het Witte Veen niet of slechts in beperkte mate van toepassing zijn:

- De maatregel 'bekalken intrekgebied' (voor instandhouding / kwaliteitsverbetering zwak gebufferde vennen) is niet nodig, aangezien er in het gebied op grote schaal (zwak) gebufferd grondwater aanwezig en veel vennen hiermee tot op zekere hoogte ook al gevoed worden. Het gaat erom deze voeding middels herstel van het hydrologische systeem te optimaliseren en de potenties tot uiting te laten komen door het structureel wegnemen van het eutrofiëringsprobleem.
- Ook de maatregel maaien / kleinschalig plaggen is hier veelal niet van toepassing, omdat voor effectieve verschraling de gehele fosfaatrijke toplaag van doorgaans 20 à 30 cm moet worden afgegraven en in combinatie hiermee de geëutrofiëerde vengedeelten moeten worden opgeschoond.
- Verwijderen van opslag en bos is plaatselijk wel van toepassing. In de volgende subparagraaf en bij de behandeling van de maatregelen per deelgebied wordt hier nader op ingegaan.

Bos verwijderen

De heidegebieden groeien steeds verder dicht met bos. Dit vormt een grote bedreiging voor de bestaande vochtige heide, niet alleen vanwege areaalverkleining maar ook vanwege verdroging door de relatief sterke verdamping (via interceptie) van bos ten opzichte van heide. Dus voor zowel voor de instandhouding / kwaliteitsverbetering als de uitbreiding van vochtige heide wordt een groot deel van het bos verwijderd.

Plaatselijk wordt ook voor de ontwikkeling van H3130 Zwak gebufferde vennen en H3160 Zure vennen bos verwijderd (voor specificatie van de locaties: zie nadere toelichting van de maatregelen per deelgebied). Dit wordt vooral gedaan ter vermindering van de invang van atmosferische depositie en het inwaaien van blad en ten behoeve van ontwikkeling van ecologisch waardevolle gradiënten vanuit de vennen naar de omgeving.

Bosjes en struwelen die een belangrijke bijdrage leveren in de voor de fauna belangrijke structuurrijkdom worden ontzien.

Maatregelen in de omgeving

Voor een goed herstel van bepaalde delen van de randzone van het herstellende hoogveen dienen ook een aantal maatregelen in de omgeving getroffen te worden. De uitwerking van de hier benodigde maatregelen aan de Nederlandse zijde vindt plaats via een ander traject (door Deskundigenteam). In paragraaf 6.3.4 wordt wel ingegaan op de gewenste maatregelen in twee Duitse deelgebieden. In totaal zijn aan de Duitse zijde drie deelgebieden begrenst waar externe maatregelen nodig zijn, maar het noordelijke (omvangrijke) deelgebied is al behandeld in paragraaf 6.2.3, in relatie tot het herstel van het hoogveengebied.

6.3.2 Toelichting maatregelen Bramerveld

Bij de toelichting van de maatregelen is de volgende indeling aangehouden:

- Inrichting slenk en venherstel langs Bramerveldweg
- Inrichting slenk en venherstel Bramerveld Zuid
- Venherstel noordoostelijke deel Bramerveld
- Herstel overgang naar dal Hegebeek.
- Dempen van greppels in intrekgebieden
- Bos verwijderen voor herstel van heidegebieden

Inrichting slenk en venherstel langs Bramerveldweg

Inrichting van de slenk langs de Bramerveldweg vindt plaats voor:

- Instandhouding / kwaliteitsverbetering en uitbreiding van habitatype H3130 Zwak gebufferde vennen in het middendeel en het westelijke deel van de slenk en ontwikkeling van H3160 Zure vennen in het oostelijke deel van de slenk.
- De ontwikkeling van heischraal grasland en plaatselijk mogelijk blauwgrasland.

Hiertoe wordt in de gehele slenk, inclusief de flanken, de fosfaatrijke bovengrond afgegraven en worden de resterende greppels (langs de Bramerveldweg) gedempt. Zo wordt niet alleen de voeding van het huidige (langgerekte) zwak gebufferde ven met fosfaatrijk water bestreden en de voeding met gebufferd grondwater verbeterd, maar wordt gelijk de ecologisch waardevolle gradiënt van vochtige heide via heischraal grasland en mogelijk plaatselijk (vanwege de behoorlijk sterke buffering van het grondwater) ook blauwgrasland naar het zwak gebufferd ven hersteld. Bovendien worden drie vennen hersteld: een zuur ven in het bovenstroomse deel en twee zwak gebufferd vennen in het benedenstroomse deel.

Voor benutting van deze kansen is realisatie van een goed herstel van het hydrologische systeem essentieel. Hiervoor is het noodzakelijk alle greppels, dus ook de greppels langs de Bramerveldweg, volledig te dempen, niet alleen de resterende profielen in de slenk zelf, maar ook in het verder oostelijk gelegen intrekgebied.

De flank van het bovenstroomse deel van de slenk wordt doorkruist door een half-verhard fietspad. Zonder aanpassing hiervan zal het fietspad bij demping van de greppels 's-winters drassig worden. Ophoging van het fietspad is geen goede optie, omdat dan de te herstellen, ecologische waardevolle slenk wordt doorsneden door het fietspad. Het fietspad dient daarom iets in noordelijke richting te worden verplaatst, zodat het in licht gebogen vorm om de slenk heen komt te liggen. De gebogen vorm en de ontwikkeling van de ecologisch waardevolle slenk verhogen ook de recreatieve belevingswaarde van het gebied. In de bosstrook die ten noorden van het huidige ven aanwezig is, is het fietspad al eerder verplaatst (dit is echter niet op de plankaart aangegeven) en heeft het al een licht kronkelend verloop. Dus de nieuwe toevoeging sluit hier ook goed op aan.

Aan de benedenstroomse zijde wordt het bestaande vervallen stuwtje vervangen voor een robuuste keiendrempel: via deze drempel blijft de slenk conform de uitgangssituatie afwateren op het externe stelsel aan de westzijde.

Ter plaatse van het bovenstroomse uiteinde van de slenk wordt een door de voormalige ontginning verstoorde ven hersteld: het bos wordt hier verwijderd, en aansluitend op de zone waar de fosfaatrijke toplaag wordt afgegraven wordt ook dit oostelijke deel van het ven weer uitgeschaapt tot op de oorspronkelijke diepte. Ook voor het herstel van de vennen aan de benedenstroomse zijde dient eerst bos verwijderd te worden. Met de afgraving van de fosfaatrijke bovengrond, handhaving van een tussendrempel en de

plaatsing van een keiendrempel aan het benedenstroomse uiteinde van de te herstellen slenk ontstaan hier weer twee vennen.

Het is hier geen probleem dat het meest westelijke te herstellen ven tegen de buitengrens van het Natura 2000-gebied aan ligt, want:

- Vanwege de zeer geringe dikte van de watervoerende zandlaag is de drainerende werking van het stelsel op het Natura-2000-gebied hier zeer beperkt.
- Het ven wordt bovendien vanuit het verder bovenstrooms gelegen deel van de slenk gevoed.
- Het ven zal in relatie tot deze omstandigheden in de zomer hooguit iets eerder droogvallen, maar dat is geen probleem voor de ecologische ontwikkeling van het ven / droogval in de zomer is juist positief.

Ook de nabijheid van de diepe hoofwaterloop langs de Bramerveldweg, die op een afstand van 100 meter van het meest westelijke te herstellen ven begint, vormt zodoende dus geen probleem.

Inrichting slenk en venherstel Bramerveld Zuid

Inrichting van de slenk in Bramerveld Zuid vindt plaats voor:

- Instandhouding / kwaliteitsverbetering van het kleine, zwak gebufferde ven (met onder andere Vlottende bies) dat hier al aanwezig is, maar (nog) niet als zodanig op de habitattypenkaart is aangegeven.
- Er zal bovendien een areaaluitbreiding plaatsvinden van habitatype H3130 Zwak gebufferde vennen, in de eerste plaats door uitbreiding van het bestaande ven en in de tweede plaats door herstel van een ven in het benedenstroomse deel van de slenk.
- Elders in de slenk zal (naar voorbeeld van het aangrenzende, reeds ingerichte deel aan de zuidzijde) naar verwachting ontwikkeling van een mozaïek / gradiënt van H4010A vochtige heide en heischraal grasland plaatsvinden.

Hiertoe wordt in aansluiting op het reeds ingerichte deel de fosfaatrijke bovengrond in de slenk en ter plaatse van de noordflank ervan afgegraven en worden de resterende greppels gedempt. Zo wordt niet alleen de voeding van het huidige zwak gebufferde ven met fosfaatrijk water bestreden en de voeding met gebufferd grondwater verbeterd, maar wordt gelijk de ecologisch waardevolle gradiënt van vochtige heide via heischraal grasland naar het zwak gebufferd ven hersteld.

In combinatie met de afgraving van de fosfaatrijke bovengrond dient ook de noordelijke helft van het ven te worden opgeschoond: de huidige eutrofe vegetatie van Grote lisdodde dient verwijderd te worden, zodat ook hier (net als nu al aan de zuidzijde van het ven al het geval is) een zwak gebufferde venvegetatie met Vlottende bies tot ontwikkeling kan komen. Door het afgraven van de fosfaatrijke bovengrond zal de omvang van dit ven toenemen en wordt het ven dat in het verleden in het benedenstroomse deel van de slenk aanwezig was weer hersteld. Vanwege de hier zeer geringe dikte van de watervoerende zandlaag is het ook hier geen probleem dat het ven tegen de buitengrens van het Natura 2000-gebied aan ligt.

Aan de benedenstroomse zijde wordt het bestaande vervallen stuwteje vervangen voor een robuuste keiendrempel: via deze drempel blijft de slenk conform de uitgangssituatie afwateren op het externe stelsel aan de westzijde.

Ook hier is het geen probleem dat het meest westelijke te herstellen ven nabij de buitengrens van het Natura 2000-gebied ligt (voor argumentatie: zie vorige subpara-graaf).

Ven- en slenkherstel in het noordoostelijke deel van het Bramerveld

Met de inrichting van dit gedeelte kunnen de volgende doelstellingen worden gerealiseerd:

- Ontwikkeling van een habitattype H3130 Zure vennen of H3160 Zwak gebufferde vennen.
- Leveren van een bijdrage aan hoogveenherstel, door middel van het hier herstellen van het hydrologische systeem.
- Ontwikkeling van H4010A Vochtige heide / heischraal grasland in de te herstellen slenk.

Ten noordwesten van het te herstellen ven is bebouwing aanwezig, met een bijbehorende tuin. De tuin en de bebouwing mogen geen overlast ondervinden van het venherstel of andere herstelmaatregelen. Het is daarentegen wenselijk dat de bebouwing en de tuin in neerslagrijke perioden beter gevrijwaard blijft van water. Omdat nu al het water via enkele smalle greppels moet worden afgevoerd, is de drooglegging van de bebouwing en de tuin in natte perioden namelijk minimaal. Daarom wordt in dit deelgebied een combinatie gemaakt van systeemherstel met het voorkomen / tegengaan van wateroverlast voor de bebouwing. Dit wordt gedaan door middel van herstel van de slenk aan de noordzijde van de bebouwing, door hier de fosfaatrijke bovengrond af te plagen. In combinatie hiermee is het raadzaam om aan de zuidzijde van de tuin een greppel aan te leggen en aan de oostzijde van de tuin een klein deel van de bestaande greppel te handhaven en zo een randgreppel (van hooguit 30 cm diep) te vormen die aansluit op de te herstellen slenk. Deze randgreppel kan eventueel ook worden aangelegd als een klein slenkje (ofwel een brede greppel).

Met deze inrichting wordt de weg vrijgemaakt om de diepe zuid-noord georiënteerde greppel elders te dempen. Hiermee wordt de huidige doorsnijding van twee dekzandruggetjes door de greppel weg genomen: het dekzandruggetje direct ten zuiden van de bebouwing en de dekzandrug tussen de te herstellen slenk en het dal van de Hegebeek.

In combinatie met het afgraven van de fosfaatrijke bovengrond wordt met het dempen van de greppel het ven ten zuiden van de bebouwing hersteld. Gezien de hoge positie van het ven in het hydrologische systeem is het de verwachting dat het ven zuur wordt, maar het is in relatie tot de ondiepe ligging van de keileem niet uitgesloten dat er ook hier een zwak gebufferd ven ontstaat.

Doordat het afgraven van de fosfaatrijke bovengrond goed in het systeem wordt ingepast, heeft deze afgraving geen negatief effect op het nabijgelegen hoogveengebied. Deze goede inpassing wordt gerealiseerd door ter plaatse van de dekzandrug, die de natuurlijke overloop vormt van het te herstellen ven, de toplaag niet af te graven. De natuurlijke afvoerdrempel wordt zodoende dus gerespecteerd. Omdat de huidige drainerende werking van de afvoergreppel wordt weggenomen en doordat door de venontwikkeling ook in de zomer de waterstand minder ver weg zal zakken, wordt juist een bijdrage geleverd aan het herstel van het hydrologische systeem van het hoogveen. Het minder ver wegzakken van de waterstand in de zomer komt doordat bij venontwikkeling de bergingscoëfficiënt in sterke mate wordt vergroot (van 0,1 à 0,15 in de huidige zandbodem naar 1,0 bij open water), waardoor bij een bepaald verdampingsoverschot de grondwaterstand minder ver zal wegzakken.

De rand van het heidegebied ten zuiden van het te herstellen ven is in de loop der jaren dichtgroeid met bos. Dit bos wordt zowel ten behoeve van het venherstel als de instandhouding / kwaliteitverbetering van H4010A grotendeels verwijderd.

Herstel van overgang naar dal Hegebeek

Herstel van de overgang naar de Hegebeek vindt plaats voor:

- Benutting van de hoge potenties van deze zone voor ontwikkeling van H4010A Vochtige heide, mogelijk in combinatie met heischraal grasland.
- Uitbreiding van habitatype H91E0C Vochtige alluviale bossen in de allerlaagste laagste delen van de overgang, langs de Hegebeek, zodat ook goede instandhouding / kwaliteitsverbetering van het bestaande vochtige alluviale bossen plaats kan vinden. De huidige oppervlakte is hiervoor namelijk veel te klein.

Herstel van de overgang naar de Hegebeek wordt gerealiseerd door middel van het hier afgraven van de fosfaatrijke bouwvoor, demping van de greppelrestanten en verondieping van de Hegebeek (zie paragraaf 6.4). Op deze wijze kunnen hogerop de flank de potenties van het lateraal afstromende, (zeer) zwak gebufferde grondwater in dit relatief sterk hellende gebied weer goed tot uiting komen, met grondwaterafhankelijke soorten als Beenbreek, Blauwe zegge, Geelgroene zegge en Klokjesgentiaan in de heide en Gagelstruweel op de overgang naar het beekdalbos. Al deze soorten zijn nu al aanwezig in het heiderestant en kunnen zich dan over veel grotere oppervlakten gaan uitbreiden. In de allerlaagste delen kan met deze maatregelen onder invloed van de voeding met sterker gebufferd grondwater alluviaal bos tot ontwikkeling komen.

Dempen van greppels in de hoge gelegen delen

Deze maatregel is nodig voor:

- Instandhouding / kwaliteitsverbetering van H4010A Vochtige heide.
- Instandhouding / kwaliteitsverbetering en ontwikkeling van H3130 Zwak gebufferde vennen.
- Ontwikkeling van heischraal grasland en mogelijk blauwgrasland in de slenken.

In aanvulling op de demping van alle greppels / greppelrestanten in de eerder behandelde deelgebieden dienen ook in de hoger gelegen gebieden alle greppels gedempt te worden, zodat deze hoog gelegen delen weer optimaal gaan functioneren als voedingsgebieden voor de slenken en de hierin aanwezige vennen en zodat ook de verdrogende werking ervan op de heidegebieden wordt weggenomen.

Het betreft hierbij niet alleen de greppels ter plaatse van de hoger gelegen voormalige landbouwgronden, maar ook de greppels op de grenzen met de heiderestanten, de greppels binnen de heiderestanten zelf en de greppels langs de Witte Veenweg (op de overgang naar het herstellende hoogveen).

Bos verwijderen in heidegebieden

Deze maatregel is nodig voor zowel instandhouding / kwaliteitsverbetering als voor uitbreiding van habitatype H4010A Vochtige heide. Met name in Bramerveld Noord groeien de heidegebieden steeds verder dicht met bos. Dit vormt een grote bedreiging voor de bestaande vochtige heide, niet alleen vanwege areaalverkleining maar ook vanwege verdroging door de relatief sterke verdamping (via interceptie) van bos ten opzichte van heide. Dus voor zowel voor de instandhouding / kwaliteitsverbetering als de uitbreiding van vochtige heide wordt een groot deel van het bos verwijderd.

6.3.3 Toelichting maatregelen slenken Wargerinkweg

Inrichting van de slenken langs de Wargerinkweg vindt plaats voor:

- Uitbreiding en (hiermee gepaarde gaande) instandhouding, kwaliteitsverbetering en uitbreiding van habitatype H3130 Zwak gebufferde vennen.
- Ontwikkeling van heischraal grasland en mogelijk blauwgrasland.
- Uitbreiding van habitatype H4010A Vochtige heide.

Hiertoe wordt in beide slenken inclusief de flanken de fosfaatrijke bovengrond afgegraven. Ook ter plaatse van de huidige voedselrijke plas in de zuidelijke slenk wordt de fosfaatrijke bovengrond afgegraven. Ook hier is deze namelijk nog aanwezig (zie resultaten bodemchemisch onderzoek B-WARE). Om de werkzaamheden goed uit te kunnen voeren en omdat de actuele ecologische waarde van de plas nihil is, kan voor het uitvoeren van de graafwerkzaamheden de plas het best eerst tijdelijk worden droog gelegd door het aflaten van water.

De greppel op de overgang van de noordelijke slenk naar het huidige heidegebied wordt gedempt. Na afgraving van de fosfaatrijke toplaag wordt middels het aanbrengen van schraal zand een geleidelijke overgang gecreëerd naar het heidegebied aan de noordzijde. Hiermee wordt voorkomen dat de afgraving van de toplaag leidt tot verdroging van het heidegebied.

Om een goede verbinding te creëren met het omliggende heidegebied en tot een uitbreiding te komen van vochtige heide wordt het bos op de overgang naar het heidegebied verwijderd. In de noordelijke slenk wordt ook verwijdering van twee verder bovenstrooms (ofwel noordoostelijk) gelegen bosjes overwogen, ten behoeve van de instandhouding / kwaliteitsverbetering H7110B Actieve hoogvenen in het hoogveenven dat hier aanwezig is (zie paragraaf 6.2).

Hoewel de zwak gebufferde vennen tegen de buitengrens van het Natura 2000-gebied aan komen te liggen, zal hier geen knelpunt ontstaan vanwege de drainerende werking van het diepe ontwateringsstelsel van het landbouwgebied aan de westzijde en ook niet van het slootje op camping De Leemkoel. De vennen worden namelijk vanuit de hoger gelegen delen aan de oostzijde gevoed met gebufferd grondwater en deze voedingsgebieden liggen buiten de invloedssfeer van de externe ontwateringsmiddelen. Bovendien geldt ook hier dat vanwege de zeer geringe dikte van de watervoerende zandlaag de drainerende werking van het externe stelsel op het Natura-2000-gebied zeer beperkt is. En mochten de vennen in de zomer als gevolg van deze drainerende werking in iets versnelde mate droogvallen, dan is ook dat geen probleem, want droogval in de zomer is juist positief voor de ecologische ontwikkeling ervan.

6.3.4 Toelichting maatregelen Natte Weide en omgeving

Het is gewenst om in de Natte Weide de oorspronkelijke mesotrofe / zwak gebufferde ven- en (op termijn) veenontwikkeling te herstellen, en daarbij de functie van het gebied als hydrologische buffer voor het slenken- en laagtenstelsel ten noorden en oosten ervan te behouden en de voeding van het bestaande zwak gebufferde ven (ofwel habitatype H3130) ten westen ervan met fosfaatrijk water tegen te gaan. De waterkwaliteit van dit ven wordt in de huidige situatie namelijk negatief beïnvloed door instroming van fosfaatrijk water dat afkomstig is uit de fosfaatrijke toplaag van de voormalige landbouwgrond in de Natte Weide. De aanwezigheid hiervan zorgt ook voor een slechte ecologische situatie in de Natte Weide: hier is nu een combinatie van een Pitrusruigte en een vegetatieloze plas aanwezig.

Het is echter niet eenvoudig om het fosfaatprobleem te verhelpen, want het simpelweg afwachten op afname van de fosfaatrijkdom door het uit- en afspoelen van fosfaat is een zeer langdurig proces en afgraving van de fosfaatrijke bovengrond is hier niet gemakkelijk in het systeem inpasbaar. Ten aanzien van het al dan niet uitvoeren van deze maatregel dient op basis van de onderstaande overwegingen nog een nadere afweging plaats te vinden.

Het afgraven van de toplaag over de gehele oppervlakte zal namelijk leiden tot een waterstandsverlaging (van 1 à 2 dm) langs de noordelijke en oostelijk buitenrand en dit is onwenselijk in relatie tot de hoogveenontwikkeling die hier in het aangrenzende deel van het slenkenstelsel al gaande is en waarvan verdere ontwikkeling belangrijk is.

In relatie tot de functie als hydrologische buffer kan in feite volstaan worden met het handhaven van de huidige situatie in de Natte Weide en het dus accepteren van de voedselrijke omstandigheden. Nadeel hiervan is dat in de eerste plaats de ecologische waarde van de Natte Weide zelf laag zal blijven. In de tweede plaats zal dan ook de aanvoer van fosfaatrijk water naar het zwak gebufferde ven niet aangepakt worden. De belasting van dit ven met fosfaatrijk water zou echter ook weg genomen kunnen worden door het afvoerwater van de Natte Weide van het ven af te koppelen, en naar de sloot langs de Gerwingshoekweg te leiden. Deze afkoppeling is ook eenvoudig realiseerbaar. Nadeel hiervan is dat het ven een belangrijk deel van zijn voeding verliest.

Ook kan gekozen worden voor een tussenvorm: de fosfaatrijke bovengrond wel afgraven, maar hierbij stroken uitsparen waar de toplaag ongemoeid wordt gelaten (en zo nodig iets wordt opgehoogd) om zo van zuidwest naar noordoost een getrapte compartimentering tot stand te brengen en aldus te voorkomen dat de afgraving van de bovengrond een drainerende werking op het slenkenstelsel aan de noord- en oostzijde gaat uitoefenen. Vanwege de afgraving van de bovengrond en de vorming van de compartimenten zal zo ook het wegzakken van de waterstand in de zomer worden gereduceerd vanwege de verbetering van de bergingseigenschappen van het gebied (ofwel de veel hogere bergingscoëfficiënt van open water ten opzichte van een zandbodem). Dus op deze wijze kan de werking van het gebied als hydrologische buffer zelfs verbeterd worden. En er ontstaat zo niet één groot ven maar een aantal kleine vennetjes waarin op termijn ook veenontwikkeling kan gaan plaatsvinden. Het is daarbij raadzaam om de inrichting gefaseerd uit te voeren en te starten in de noordoosthoek van de Natte Weide, om zo proefondervindelijk vast te stellen of het concept in de praktijk goed werkt.

Om de ven- en veenontwikkeling te stimuleren is het gunstig de afgravingsdiepte niet al te groot te maken. Op basis van de resultaten van het bodemchemisch onderzoek volgt dat met een afgravingsdiepte van 20 cm op 3 van de 5 bemonsterde locaties de fosfaatvoorraad ook al grotendeels wordt afgevoerd. Op plekken met geroerde bodem (de 2 overige bemonsterde locaties) heeft de bodem tot op een diepte van 50 cm een aanzienlijke fosfaatconcentratie, maar het is in relatie tot de beoogde subtiele inpassing van de afgravingen in het systeem en de gewenste ven- en veenontwikkeling niet verstandig om de afgravingsdiepte hier geheel op af te stemmen. Een goede tussenweg is het hanteren van een afgravingsdiepte van 20 cm in brede zones langs de buitengrenzen van de compartimenten en toenemend naar 30 à 40 cm in de centrale delen ervan: zo wordt het grootste deel van de fosfaatvoorraad afgevoerd, kunnen de randen van de compartimenten snel begroeid raken en blijven alleen de centrale delen langer open. De ven- en veenvegetatie die daarbij tot ontwikkeling zal komen loopt uiteen van mesotroof tot licht eutroof. Om de vennen open te houden zal naar verwachting aanvullend beheer gevoerd moeten worden om bosopslag tegen te gaan.

Omdat op deze wijze het grootste deel van de fosfaatvoorraad verdwijnt, zal ook de uitspoeling van fosfaat sterk afnemen en zal dus een sterke reductie plaatsvinden van de aanvoer van fosfaatrijk water naar het zwak gebufferde ven aan de westzijde. In combinatie hiermee zal het ven ook moeten worden opgeschoond.

Onduidelijk is of de bodem van de reeds aanwezige plassen in de Natte Weide al dan niet fosfaatrijk is. Er zijn hier in het kader van het bodemchemisch onderzoek namelijk geen bodemonsters genomen. Bij het uitvoeren van enkele boringen in de bodem van de grote westelijke plas is hier geen voormalige bouwvoor aangetroffen, maar uitsluitend humusarm zand. Vanuit Natuurmonumenten wordt echter aangegeven dat bij de eerdere inrichting van de Natte Weide de toplaag van de voormalige landbouwgrond ter plaatse van de plas niet is verwijderd. Door het uitvoeren van aanvullende boringen en het uitvoeren van aanvullend bodemchemisch onderzoek kan hierover duidelijkheid worden verschaft, zodat kan worden vastgesteld of het ook hier nodig is de toplaag af te graven.

6.3.5 Toelichting maatregelen Oude Basisbiotoop en Het Markslag

Bij de toelichting van de maatregelen is de volgende indeling aangehouden:

- Nadere afweging inrichting Oude Basisbiotoop
- Inrichting noordelijke Markslagslenk
- Inrichting zuidelijke Markslagslenk

Nadere afweging herinrichting Oude Basisbiotoop

Met de inrichting van het Oude Basisbiotoop kan in principe de volgende doelstelling gerealiseerd worden: uitbreiding (en hiermee instandhouding / kwaliteitsverbetering) van H3130 Zwak gebufferde vennen. Op basis van de onderstaande overwegingen dient echter eerst een afweging gemaakt te worden of hierop wordt ingezet, en zo ja, op welke wijze.

Na het uitgraven van het oude basisbiotoop begin jaren negentig ontstond hier een zwak gebufferd ven en dit ven vormde tevens het leefgebied van een populatie Boomkikker. Het ven is geëutrofiëerd en de boomkikkers zijn verdwenen. De eutrofiëring wordt veroorzaakt door de voeding met fosfaatrijk water vanuit de voormalige landbouwgrond rond het ven: bij de inrichting destijds is de fosfaatrijke toplaag hier niet verwijderd. In het kader van het bodemchemisch onderzoek zijn hier ook hoge fosfaatconcentraties gemeten. Dit probleem kan in principe worden aangepakt door het alsnog afgraven van de fosfaatrijke bovengrond in de zone met voormalige landbouwgrond rond het ven in combinatie met het opschonen van het ven.

Bij handhaving van het huidige hoge afvoerniveau van de laagte zal er hier dan een omvangrijk ven ontstaan, dat wordt ingeklemd door het bos aan de noord- en zuidzijde en de nieuwe bosstrook op de overgang naar de rechthoekige gegraven plas in het aangrenzende Duitse deel. Ofwel: de landschappelijke inpassing is dan niet ideaal. En bladval kan leiden tot nieuwe waterkwaliteitsproblemen. Dus in combinatie met de eerder genoemde maatregelen zou dan ook het bos rondom de zone van de voormalige landbouwgrond die rond het ven ligt verwijderd moeten worden. In relatie tot de hoge positie van het ven in het hydrologische systeem en de drainerende werking van het ontwateringssysteem in het Duitse deel van de laagte waarin het Oude Basisbiotoop ligt (zie figuur 2.4 hoogtekartaart) is het ook niet zeker dat na het wegnemen van het eutrofiëringsprobleem de zwakke buffering (op termijn) intact blijft.

Ook zou een lager peil ingesteld kunnen worden, zodat ook bij afgraving van de fosfaatrijke toplaag in de omgeving de omvang van het ven beperkt blijft tot de huidige oppervlakte en dit zou ook de voeding van zwak gebufferd grondwater stimuleren. In het algemene streven naar herstel van het hydrologische systeem is dit echter geen goede optie en meer specifiek zou dit tot lichte verdroging van de slenken in het bosgebied ten noorden van het Oude Basisbiotoop kunnen leiden.

Omdat er geen afvoer plaatsvindt via de stuw vindt vanuit het Oude Basisbiotop onder normale omstandigheden (inclusief natte winterperioden) geen oppervlakkige afvoer plaats. Hooguit kan in extreem natte perioden water in lichte mate over het pad heen afstromen. Zodoende kan het fosfaatrijke water van het ven het slenkenstelsel van Het Markslag (praktisch) niet bereiken. Dit maakt de noodzaak van de aanpak van het fosfaatprobleem hier ook minder groot dan in andere deelgebieden. Zodoende kan hier dus ook gemakkelijker worden besloten (vooralsnog) geen grootschalige maatregelen uit te voeren en eerst te werken aan systeemherstel in het Duitse deel van de laagte (zie paragraaf 6.3.6).

De stuw is dus in feite overbodig en dat geldt ook voor het licht kronkelende afvoerloopje dat ten westen van de stuw is gegraven voor de afvoer van overtollig water vanuit het ven. Het kronkelende loopje heeft bovendien een licht drainerende werking op het grondwater. Het kronkelende loopje dient daarom gedempt te worden en de stuw kan verwijderd worden.

Voor een optimaal systeemherstel dienen ook de greppelrestanten langs het wandelpad gedempt te worden. Op de lage plekken zou het (nu al vaak drassige pad) opgehoogd kunnen worden of hier zou (naar voorbeeld van de slenken in het verder noordelijk gelegen bosgebied) een vlonderpad aangelegd kunnen worden. Indien voor ophoging wordt gekozen, dan is het wel raadzaam een plek uit te sparen waar in extreem natte perioden water uit het ven op het natuurlijke afvoerniveau van het systeem oppervlakkig kan worden afgevoerd. Deze natuurlijke afvoer ligt ter plaatse van B115, op de plek waar de zuidwestelijke lob van het ven overgaat in de slenk ten westen van het pad. Dit is in feite dezelfde slenk als waar het licht kronkelende afvoerloopje is gegraven. Het oostelijke deel van het afvoerloopje is echter door de flank van deze slenk heen gegraven en op de verkeerde lob van het ven aangesloten. Ten behoeve van de passage door wandelaars kan op de afvoerplek met keien / stenen / open grasbeton een semi-verharding worden aangebracht.

Inrichting noordelijke Markslagslenk

Inrichting van de noordelijke Markslagslenk vindt plaats voor:

- Uitbreiding en (hiermee gepaarde gaande) instandhouding, kwaliteitsverbetering en uitbreiding van habitatype H3130 Zwak gebufferde vennen.
- Ontwikkeling van heischraal grasland en mogelijk blauwgrasland en uitbreiding van habitatype H4010A Vochtige heide.

Hiertoe wordt in de slenk en ter plaatse van de flanken hiervan de fosfaatrijke bovengrond afgegraven en wordt het resterende profiel van de greppel in de slenk volledig gedempt. Ook op de plek waar de greppel nu een dekzandrug doorsnijdt wordt deze volledig gedempt. Zodoende worden in de slenk twee vennen hersteld: één in de laagte ter plaatse van het westelijke uiteinde van de slenk (waar nu al een poel ligt) en één in het slenkgedeelte direct ten oosten van de dekzandrug.

De zuidflank is grotendeels begroeid met bos en struweel. De buitenste zone hiervan betreft veelal Rododendrons. Deze veelal met Rododendrons begroeide strook wordt ten behoeve van het venherstel verwijderd.

Door het venherstel wordt de oppervlakte aan habitatype H3130 Zwak gebufferde vennen groter en deze areaalvergroting levert een bijdrage aan de instandhouding / kwaliteitsverbetering van H3130 Zwak gebufferde vennen elders in het Natura 2000-gebied, met name vanuit faunistisch oogpunt. Vanwege de aanwezigheid van gebufferd grondwater zijn er in deze slenk niet alleen mogelijkheden voor ontwikkeling van vochtige heide en heischraal grasland, maar plaatselijk mogelijk ook blauwgrasland.

Inrichting zuidelijke Markslagslenk

Inrichting van de zuidelijke Markslagslenk vindt plaats voor:

- Instandhouding / kwaliteitsverbetering van habitatype H3130 Zwak gebufferde vennen.
- Ontwikkeling van heischraal grasland en mogelijk blauwgrasland en uitbreiding van habitatype H4010A Vochtige heide.

Hiertoe wordt in de hoofdslenk en de noordelijke zijslenk inclusief de flanken de fosfaatrijke bovengrond afgegraven. Zo wordt niet alleen de voeding van het huidige zwak gebufferde ven met fosfaatrijk water bestreden, maar wordt gelijk de ecologisch waardevolle gradiënt van vochtige heide via heischraal grasland en mogelijk plaatselijk (vanwege de behoorlijk sterke buffering van het grondwater) ook blauwgrasland naar het zwak gebufferd ven hersteld.

De (resterende) greppels worden gedempt. In de noordelijke zijslenk ligt een door Zwarte elzen omzoomd putje (voormalige eendenkooi) met bovenstrooms hiervan en door Zwarte elzen omzoomd loopje. Dit loopje en het putje worden gehandhaafd: de aanwezigheid hiervan vormt geen belemmering voor het beoogde systeemherstel en het levert variatie in het landschap en is zodoende gunstig voor de fauna.

Onder invloed van de relatief sterke toestroming van fosfaatrijk water vanaf de noord- en noordoostzijde zijn met name deze zijden van het ven sterk aan het eutrofiëren, waardoor hier nu soorten als Mannagras groeien. Dit gedeelte van het ven dient daarom opgeschoond te worden. Bij het opschonen dient rekening gehouden te worden met de aanwezigheid van Boomkikkers in het ven. Omdat alleen de noord- en noordoostzijde van het ven opgeschoond hoeven te worden kunnen deze werkzaamheden wellicht wel in één keer worden uitgevoerd.

6.3.6 Toelichting maatregelen aan Duitse zijde

Inrichting van het Duitse deel van de laagte waarin het Oude Basisbiotoop ligt

In het oostelijke deel van de grensoverschrijdende laagte waarin het Oude Basisbiotoop ligt (zie figuur 2.4) is een intensief beheerd landbouwgebied aanwezig. Het landbouwperceel wordt ontwatert met een diepe sloot aan de zuidzijde en een drain aan de westzijde. De gronden ten westen van dit landbouwgebied zijn inmiddels omgevormd tot natuurgebied. In het westelijke deel hiervan, dus tegen het basisbiotoop aan, is een afgraving uitgevoerd, waardoor hier nu een rechthoekige plas is ontstaan. In de zone tussen de plas en het intensief beheerde landbouwgebied is nu een extensief beheerd grasland aanwezig en de voormalige afvoersloot is omgevormd in een kunstmatig afvoerslenkje met poeltjes, waarin de Boomkikker zich heeft gevestigd. Niet alleen het ontwateringssysteem van het landbouwgebied maar ook het afvoerslenkje heeft een drainerende werking op het grondwater. Bovendien vindt vanuit de plas over maaiveld van de laagte heen in natte winterperioden oppervlakkige afvoer plaats.

Om tot een goed herstel te komen van het hydrologisch functioneren van de zone met het Oude Basisbiotoop en het zuidelijke deel van het slenkenstelsel in het bosgebied ten noorden van de laagte (en wellicht ook het Zuidelijke Grensven) is herstel van het natuurlijke watersysteem van de gehele laagte nodig. Dit betekent verwerving van de landbouwgrond in de laagte en herstel van de afvoer over de natuurlijke afvoerdrempel heen. Deze natuurlijke afvoerdrempel ligt aan de zuidzijde van de laagte en heeft een niveau van circa 40,5 mNAP (ofwel het actuele afvoerniveau van het Oude Basisbiotoop). Dit systeemherstel resulteert in een waterdiepte van circa 50 cm in het laagste deel van de laagte in een afvoersituatie.

Ook in deze laagte is het dus raadzaam om bij inrichting de voedselrijke toplaag van de bodem niet af te graven, maar hier een voedselrijke moerasontwikkeling na te streven, en hiertoe het peil eventueel gefaseerd te verhogen. Voor de Boomkikker kunnen nieuwe poelen worden aangelegd op plekken die goed aansluiten op dit systeemherstel, bijvoorbeeld in het gedeelte van het extensief beheerde grasland dat ter plaatse van de natuurlijke afvoerdrempel ligt of langs de rand van de laagte elders.

Inrichting van het Duitse deel van de (heide)slenk langs de Buurserbeek

Langs de Buurserbeek liggen twee heideslenken. In de noordelijke slenk (ofwel de slenk met peilbuis B34H0322) is een combinatie aanwezig van habitattypen H4010A Vochtige heide en H7150 Pioniervegetaties met snavelbiezen. De noordelijke vochtige heideslenk loopt in oostelijke richting over de rijksgrens door en hier ligt een intensief beheerd graslandperceel dat wordt ontwatert met een buisdrainagesysteem (mondeling mededeling J. in 't Veld, Natuurmonumenten). Het maaiveld van het gedraineerde grasland ligt op dezelfde hoogte als dat van de heideslenk (zie figuur 2.4). Aangenomen mag worden dat het buisdrainagesysteem op enige diepte (tussen de 0,5 en 1,0 m) beneden maaiveld ligt. Het gedraineerde graslandperceel loopt door tot op een afstand van 10 meter van de heideslenk en in dit meest oostelijke gedeelte van de heideslenk is het habitatype H7150 Pioniervegetaties van snavelbiezen aanwezig. Bovendien is verder westelijk in de slenk, vanaf een afstand van circa 70 tot het gedraineerde perceel, het habitatype H4010A Vochtige heide aanwezig. Deze situatie betekent dat door het buisdrainagesysteem in ieder geval grondwater wordt gedraineerd vanuit het oostelijke deel van de heideslenk, dus het gedeelte met habitatype H7150 Pioniervegetaties met snavelbiezen, en mogelijk ook vanuit het gedeelte met habitatype H4010A Vochtige heide verder westelijk in de slenk. Dus in ieder geval voor de instandhouding van habitatype H7150 Pioniervegetaties met snavelbiezen en mogelijk ook voor de instandhouding / kwaliteitsverbetering van habitatype H4010A Vochtige heide is het van belang om deze buisdrainage te verwijderen.

6.4 Maatregelen ten behoeve van de beekdalen

6.4.1 Toelichting maatregelen dal van de Hegebeek

Voor het dal van de Hegebeek en het aangrenzende gebied aan de zuidzijde gelden de volgende doelstellingen:

- Instandhouding / kwaliteitsverbetering en uitbreiding van habitatype H91E0C Alluviale bossen.
- Instandhouding / kwaliteitsverbetering van habitatype H4010A Vochtige heide in het aangrenzende deel van het Bramerveld.
- Ontwikkeling van een gradiënt van H4010A Vochtige heide en heischrale graslanden ter plaatse van de overgang van het Bramerveld naar het beekdal.

Voor realisatie van deze doelstellingen is aanpak van de sterk drainerende werking van de Hegebeek noodzakelijk. Hiertoe dient, in combinatie met de afvlakking van de afvoerpieken middels realisatie van retentie verder bovenstrooms, verregaande verondieping van de Hegebeek plaats te vinden of (daar waar aanwezig) middels heraansluiting van de vroegere natuurlijke, ondiepe beekloop. Om te bepalen hoe en in welke mate de beoogde verondieping gerealiseerd kan worden, in welke mate hierbij retentie bovenstrooms noodzakelijk is en waar deze retentie het best kan worden gerealiseerd, is momenteel (door Arcadis, in opdracht van de gemeente Haaksbergen) onderzoek in uitvoering. De onderstaande overwegingen / maatregelen kunnen als input voor dit onderzoek gebruikt worden.

Voor een goed herstel van habitatype H91E0C Alluviale bossen dient de voeding met gebufferd grondwater tot in de wortelzone van de vegetatie hersteld te worden. Optimaal hiervoor is een diepte waarbij het waterpeil onder normale afvoeromstandigheden naadloos aansluit op de beekdalbodem. Gezien de slechte kwaliteit van het beekwater is frequente inundatie van het dal met dit voedselrijke water ongewenst. Dit betekent dat in ieder geval in een T1-situatie (ofwel een afvoerpiek met een herhalingstijd van gemiddeld eens per jaar) en liefst ook in een T10-situatie inundatie van het beekdal niet mag optreden. Langs de Hegebeek is ook bebouwing aanwezig. Bij de aanpassing van de inrichting moet ook hiermee rekening gehouden worden: de maatregelen mogen niet leiden tot wateroverlast voor de bebouwing. Ook moet het verder bovenstrooms (in Duitsland gelegen) landbouwgebied goed kunnen blijven afwateren.

Uiteindelijk dient een situatie te ontstaan zonder inundatie van de bebouwde delen (dus ook bij hoge afvoerpieken), met minimale inundatiefrequentie van het dal in het natuurgebied (hooguit eens per 10 jaar) en een zo gering mogelijke diepte van de beek (maximaal 0,5 meter / waterdiepte van circa 25 cm bij normale afvoer). De mogelijkheden tot realisatie van deze situatie worden bevorderd door een zo verregaand mogelijke retentie bovenstrooms in Duitsland. Op beperkte schaal kan door het creëren van extra berging in het Nederlandse deel hieraan een bijdrage geleverd worden. Dit is met name mogelijk in de noordoosthoek van de enclave Jannink, door het hier afgraven van de fosfaatrijke bovengrond en (indien nodig) in de zone langs de beek nog een extra laag (zie ook subparagraaf 'Inrichting van de enclave Jannink' in paragraaf 6.2.2). Bij het afgraven van een extra laag dient in de richting van de beek gewerkt worden met een geleidelijk aan toenemende afgravingsdiepte, zodat optimale inpassing in het landschap / systeem plaatsvindt. Deze laagst gelegen zone heeft niet alleen een bergingsfunctie: hier kan naar verwachting ook ontwikkeling van alluviaal bos plaatsvinden.

Ervaringen uit andere projecten (bijvoorbeeld de Springendalse Beek en de Leuvenumse Beek) leren dat dergelijke maatregelen (inbouwen van retentie en verondieping) ook gunstig uitpakken voor de ecologische ontwikkeling van de beek zelf. In de eerste plaats vindt hiermee demping plaats van de nu extreem hoge dynamiek in de beekloop,

waardoor veel beekorganismen bij pieken wegspoelen en in de tweede plaats wordt hiermee de ecologische relatie tussen beek en beekdal hersteld.

Specifieke aandacht is nodig op de plek waar de beek ten noordwesten van de enclave Jannink door een dekzandrug heen snijdt. In de tussenliggende slenk waren vanwege de voeding met gebufferd grondwater en de stagnatie in de oppervlakkige afvoer als gevolg van de dekzandrug zeer drassige, en voor de laggen zeer kenmerkende omstandigheden aanwezig. Bezien zal moeten worden in hoeverre herstel hiervan mogelijk is in relatie tot de aanwezigheid van de bebouwing van Jannink.

De verondieping kan het best op een zo natuurlijk mogelijke wijze worden uitgevoerd. Bij het herstel van het beekstelsel van de Leuvenumse beek zijn goede ervaringen opgedaan met het aanbrengen van omgehakte bomen, takken en het in combinatie hiermee toepassen van zandsuppletie in de beek: met de bomen en takken wordt de stroomsnelheid verminderd en het zand dat op verschillende punten wordt aangebracht wordt verspreid door het beekwater en bezinkt op de beekbodem. Nadat de pieken middels het inbouwen van retentie verder bovenstrooms zijn gedempt kan deze methode ook hier wellicht toegepast worden.

In de noordwesthoek van het Natura 2000-gebied en ook in het gebied ten westen hiervan is de Hegebeek eind jaren 1930 gekanaliseerd en hierbij ook naar het zuiden toe verplaatst. In het gebied ten westen van het Natura 2000-gebied is al eerder een herstelproject uitgevoerd en in het kader hiervan is ten noorden van de gekanaliseerde loop een licht kronkelende loop aangelegd. In het bosgebied in de noordwesthoek van het Natura 2000-gebied is de vroegere natuurlijke beekloop nog altijd aanwezig. Middels het aanbrengen van een dam is getracht deze natuurlijke beekloop gedeeltelijk (namelijk ten westen van het voormalige landbouwperceel ten noorden van de beek) weer aan te sluiten. De beek is echter aan de zuidzijde van de dam weer doorgebroken naar de gekanaliseerde loop. Deze maatregel is dus niet succesvol geweest.

Hoewel in het nog aanwezige gekanaliseerde traject volop beekprocessen plaatsvinden, met sterke erosie van de buitenbochten en hiermee gepaard gaande beginnende meandering, is het wel wenselijk om de natuurlijke beekloop alsnog aan te sluiten. In de eerste plaats meandert de natuurlijke beekloop veel sterker, waardoor het verhang van deze loop geringer is. Dit werkt vertragend op de stroomsnelheid, waardoor het probleem van wegspoelen van beekorganismen en diepe insnijding van de beek wordt verminderd. In de tweede plaats volgt de natuurlijke loop het laagste deel van het beekdal en in dit gedeelte is ook de grootste kern aan habitatype H91E0C vochtige alluviale bossen aanwezig. Dus met het herstel van de natuurlijke loop wordt de koppeling van beek en beekdal met het hier kenmerkende bostype optimaal hersteld.

Het herstel van de aansluiting kan op twee plekken gerealiseerd worden: op de plek waar dit met behulp van de dam al eerder is geprobeerd of verder oostelijk, zoals nu aangegeven op de plankaart. Bij aansluiting op de oostelijke plek wordt de natuurlijke loop over grotere lengte hersteld en deze optie verdient daarom de voorkeur. In dit traject is een poel gegraven. De beek zal hier dan doorheen gaan stromen. Ten westen van de poel, dus ter plaatse van de voormalige landbouwgrond, is geen duidelijke beekloop meer aanwezig. Hier zal daarom een nieuw loopje uitgegraven moeten worden.

De kanaliseerde beekloop kan het best worden gedempt en op de plek waar de aansluiting plaatsvindt dient een solide dam aangebracht te worden, bijvoorbeeld door middel van het aanbrengen van een geraamte van dikke boomstammen, afgedekt met klei / kleiige keileem.

6.4.2 Toelichting maatregelen dal van de Buurserbeek

Omdat de diepe Buurserbeek de instandhouding van de grondwaterafhankelijke habitattypen in het heideterrein nabij de beek niet in de weg staat, en het zelfs bij een verregaande verondieping van de beek geen noemenswaardig effect optreedt in dit heideterrein, is vanuit dit oogpunt aanpak van de drainerende werking van de beek weinig zinvol.

Met name voor de kwaliteitsverbetering van het habitatype H91E0C Alluviale bossen en daarnaast ook voor een goede ecologische ontwikkeling van het beekdal in het algemeen is het wel nodig de drainerende werking van de Buurserbeek middels verondieping van de beekloop te reduceren. Deze maatregel is gezien de wateroverlastproblemen die in de huidige situatie bij piekafvoeren optreden bij de (zomer)huisjes die direct langs en soms in het beekdal aanwezig zijn echter lastig realiseerbaar.

Figuur 6.1 Plankaart (definitief)

Literatuur

AELMANS, 1974. Grondwaterkaart van Nederland, blad 34 oost. Dienst grondwaterverkenning TNO, Delft.

BELL J.S. & J.W. VAN 'T HULLENAAR, 2005. Herstel van hoogveen, hoogveenbos, vennen en natte heide in grensoverschrijdend natuurgebied Witte Veen / Witte venn.

BERG, M.W. VAN DEN, C.J. VAN HOUTEN EN C. DEN OTTER, 2000. Geologische kaart van Nederland, blad 34-oost. Nederland instituut voor toegepaste geowetenschappen TNO, Utrecht.

BOT, B., 2016. Grondwaterzakboekje 2016. Bot Raadgevend Ingenieur, Rotterdam (met ondersteuning van de Nederlandse Hydrologische Vereniging).

DENKER, N., 1994. Vegetationsökologische Untersuchungen der Nass- und Feuchtbereiche des NSG Witte Venn, Kreis Borken. Westfälische Wilhelms-Universität, Munster (Duitsland).

HENDRIKS, C.M.A. & R. LENSINK, 1986. Beheersplan Witte Veen 1987 t/m 1996. Vereniging Natuurmonumenten, 's-Graveland.

HULLENAAR, J.W. VAN 'T & J.S. BELL, 2002. Evaluatie van het hydrologisch meetnet Witte Veen. Bell Hullenaar, Zwolle.

KWR, WITTEVEEN & BOS, ROYAL HASKONING DHV, 2016. Natura 2000 gebiedsanalyse voor de Programmatische Aanpak Stikstof (PAS) Witte Veen. In opdracht van Provincie Overijssel.

NATUUR & MILIEU, 2015. Natura 2000 ontwerp-beheerplan Witte Veen. In opdracht van Provincie Overijssel.

PLANTINGA, J.E. & K. VAN DER VEEN, 2013. De vegetatie van het Buurserzand en het Witte Veen in 2012. Inclusief Natura 2000-habitattypenkaarten. A&W-rapport 1859. Alteburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.

RIJNTJEN, J. & N. VAN DER PLOEG, 1997. Beheerplan 1997 – Beheervisie en documentatie. Vereniging Natuurmonumenten, 's-Graveland.

SCHAMINEE, J.H.J, H. ESSELINK, L.P.M. LAMERS& P.C. VAN DER MOLEN, 2002. De vegetatie van Nederland, deel 2 - Wateren, moerassen en natte heiden.

STIBOKA, 1972. De bodemgesteldheid van het ruilverkavelingsgebied Haaksbergen. Schaal 1 : 10.000. Rapportnr. 958, Stiboka, Wageningen.

STIBOKA, 1979. Bodemkaart van Nederland, blad 34 oost, Enschede. Stiboka, Wageningen.

STIBOKA, 1979. Geomorfologische kaart van Nederland, blad 34. Stiboka, Wageningen.

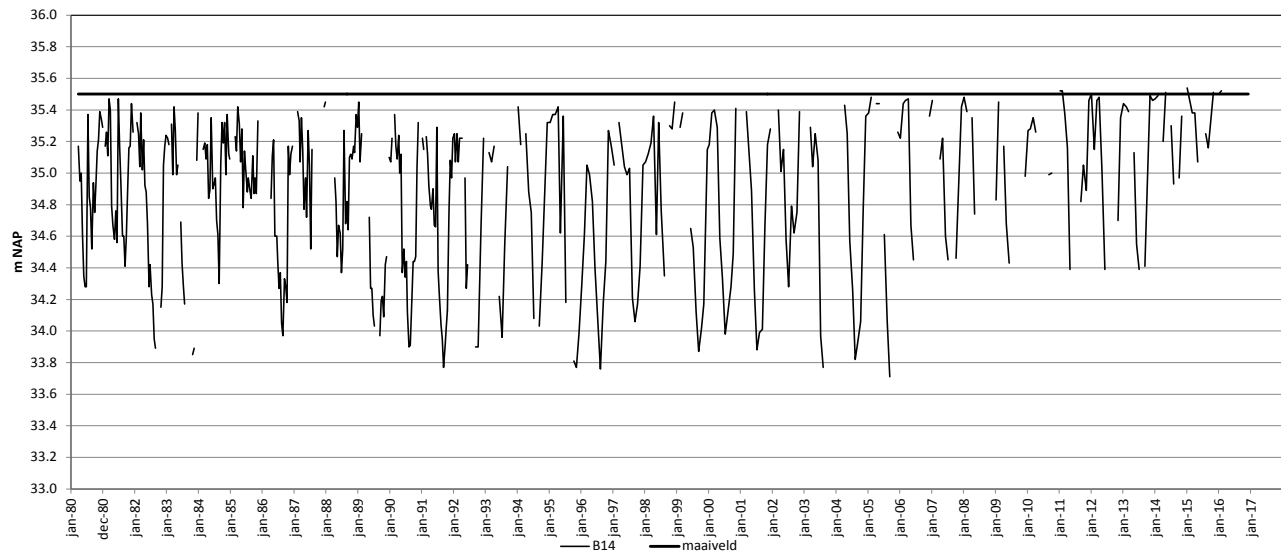
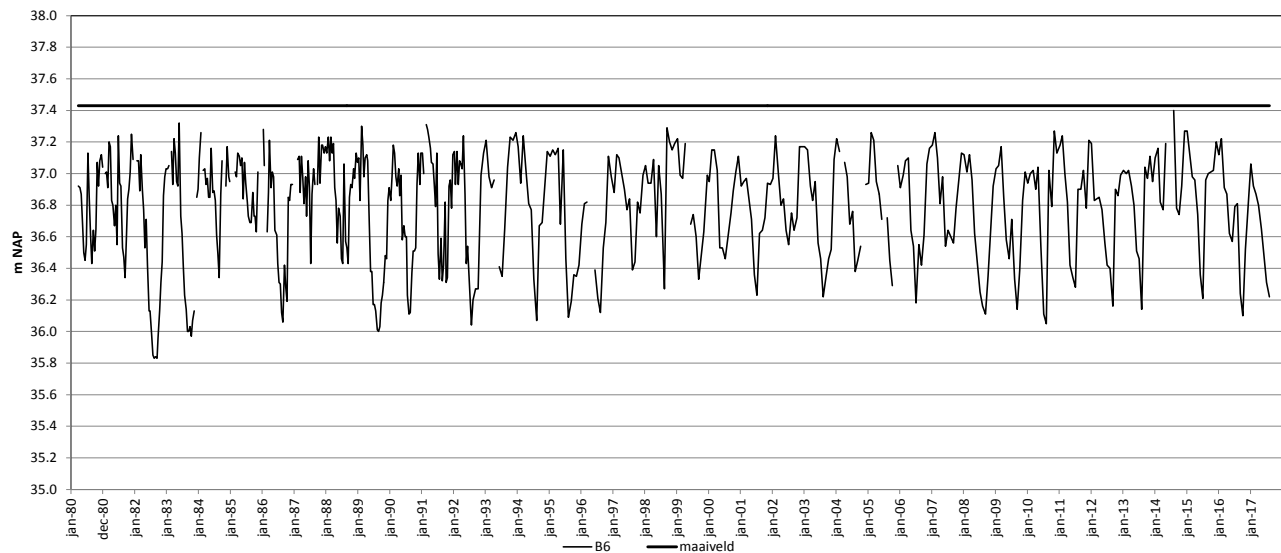
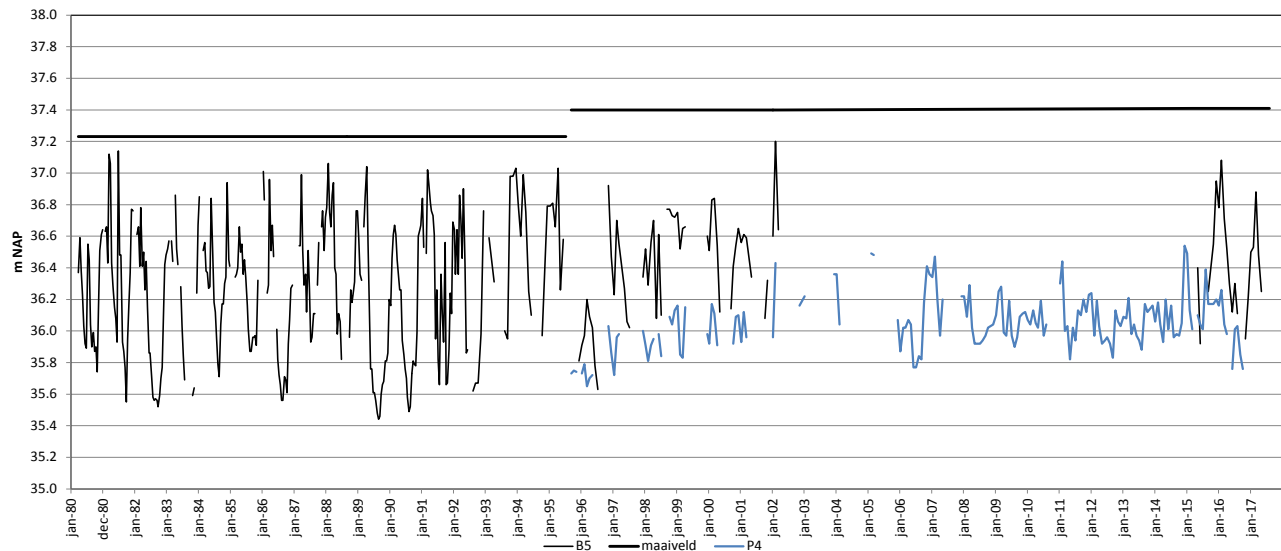
WAPENAAR, 1983. Vegetatiekartering van het Witte Veen. Vereniging Natuurmonumenten, 's-Graveland.

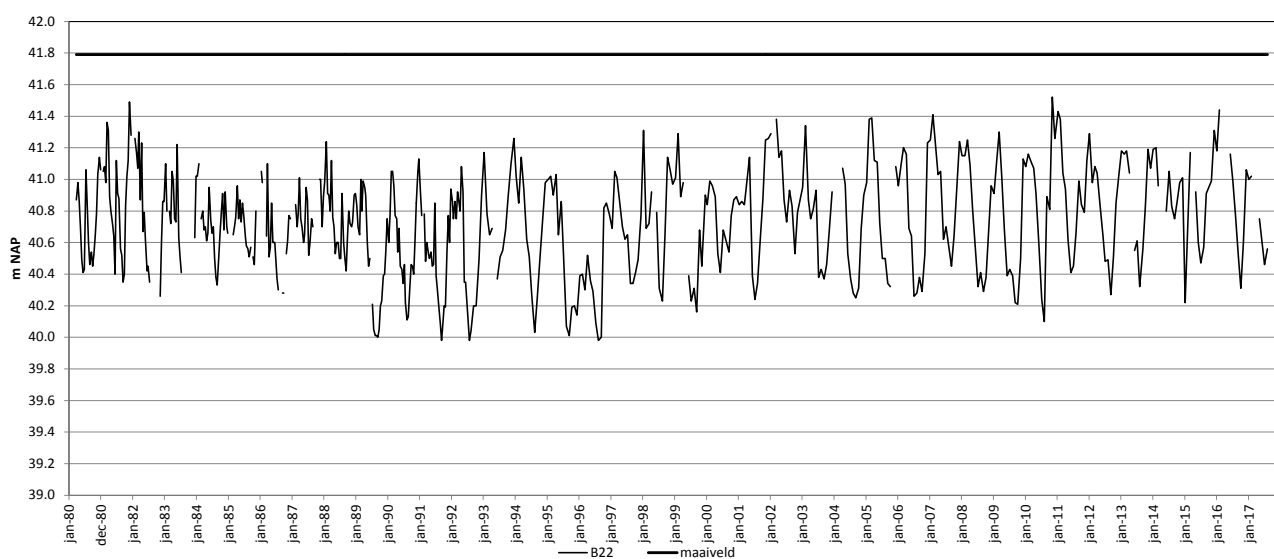
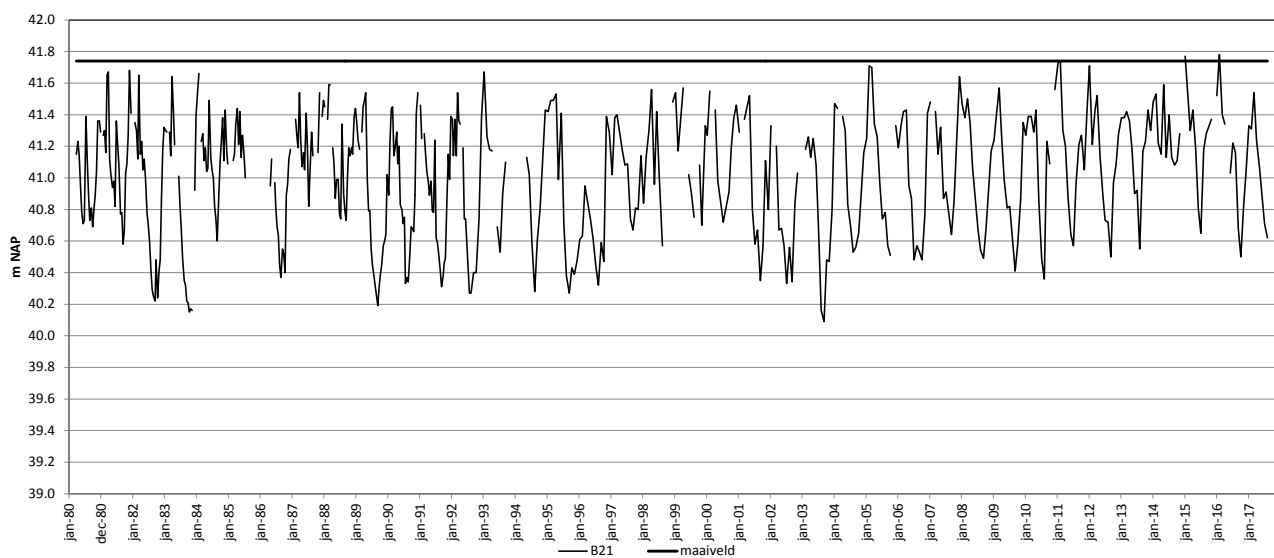
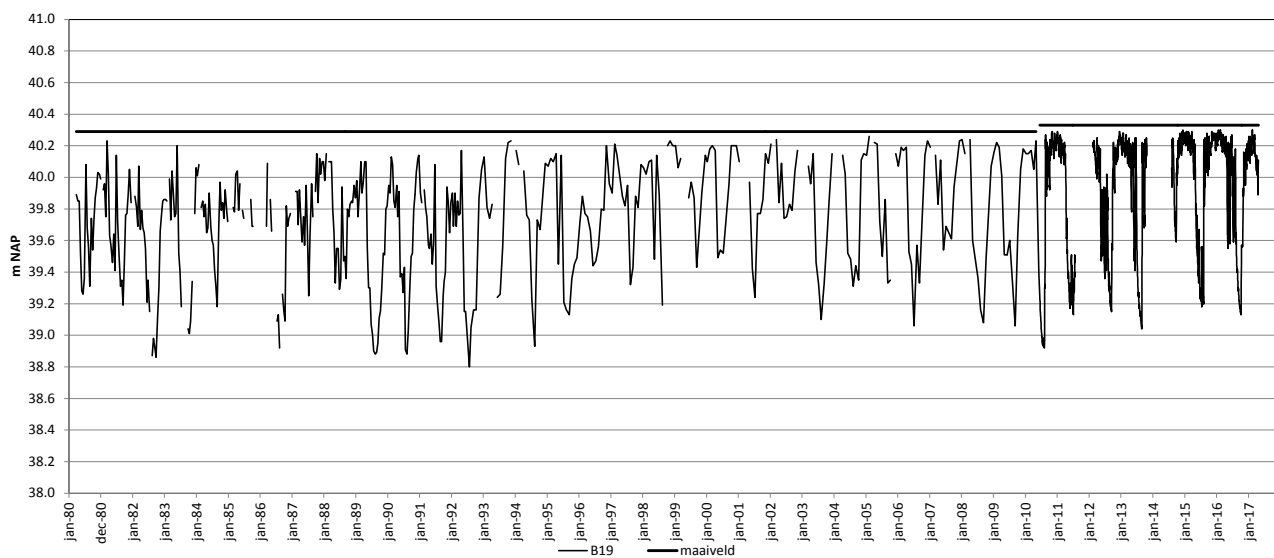
WILLEMS, G., 2017. Hydrologisch onderzoek randzone Witte Veen. Tauw, Deventer

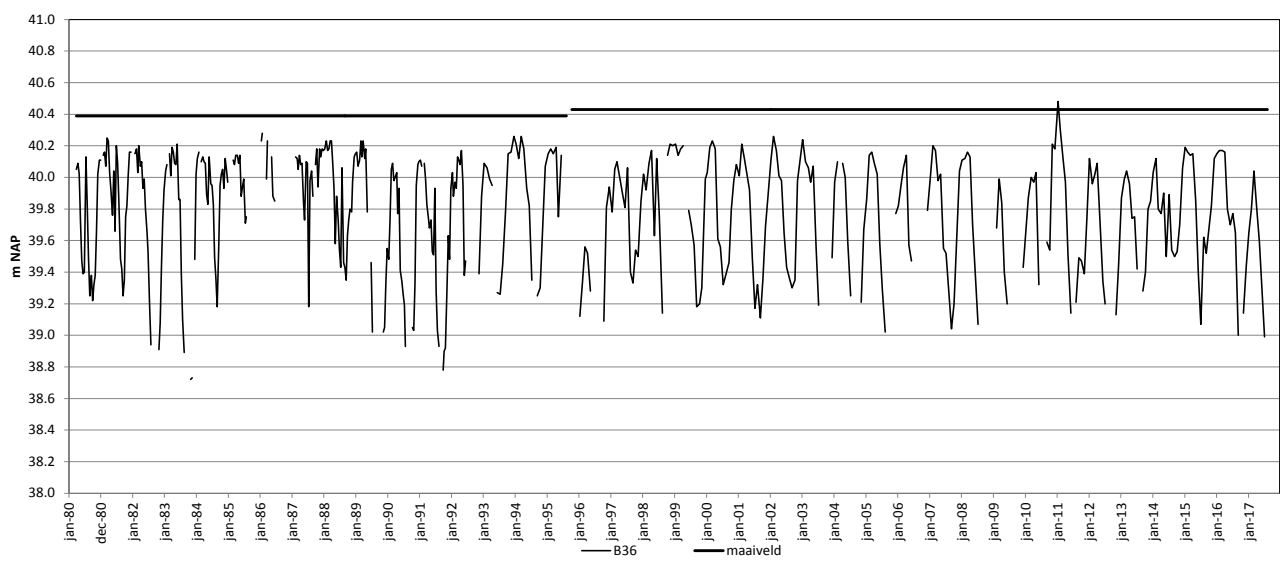
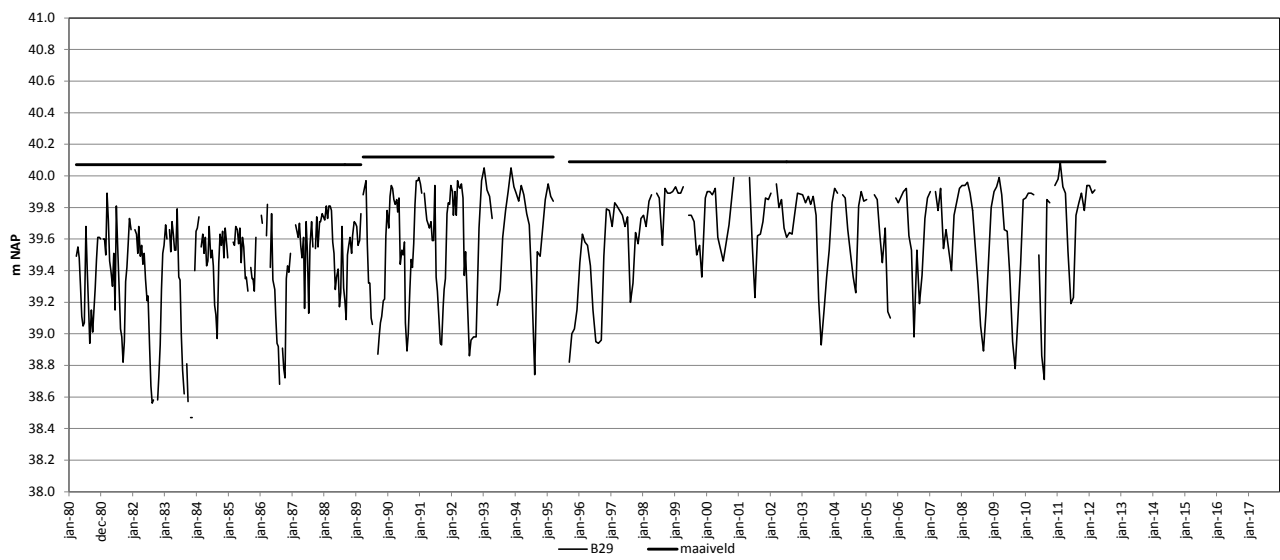
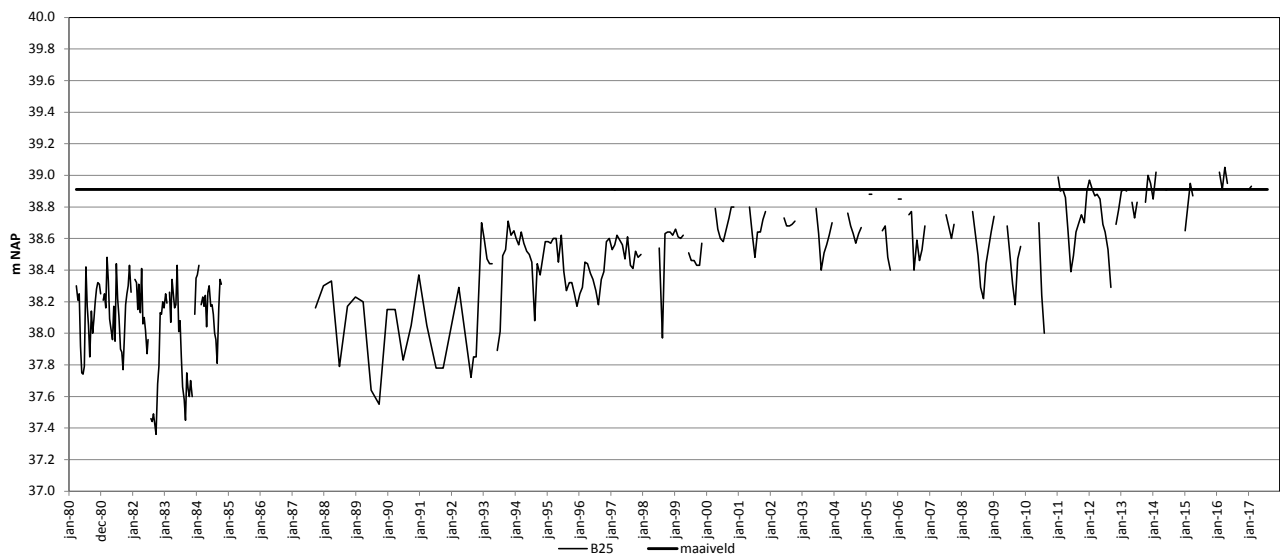
Overzicht bijlagen

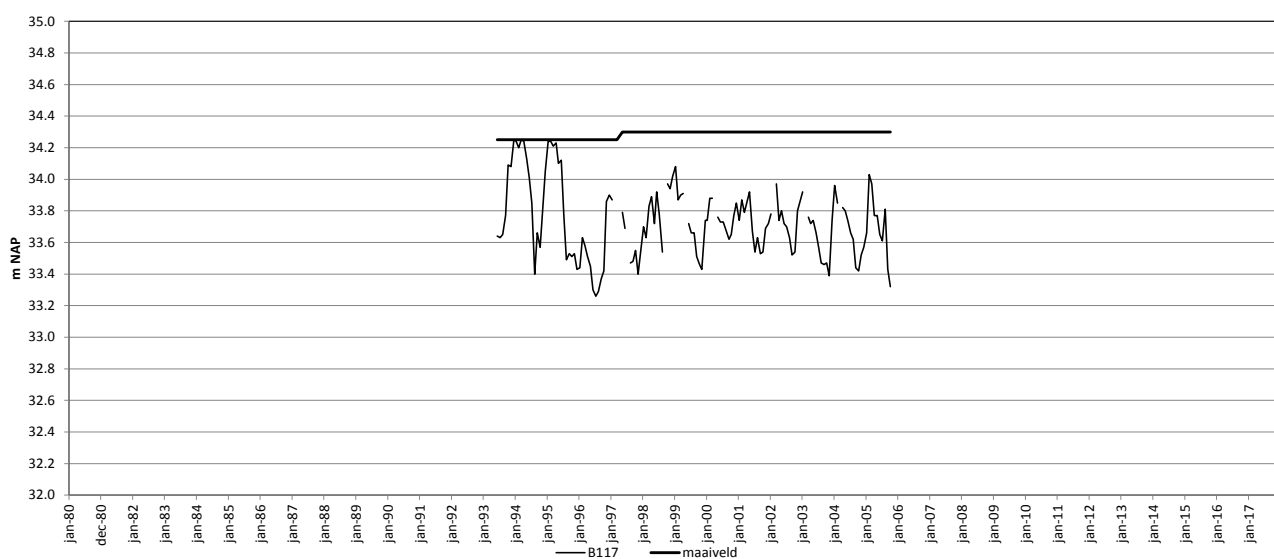
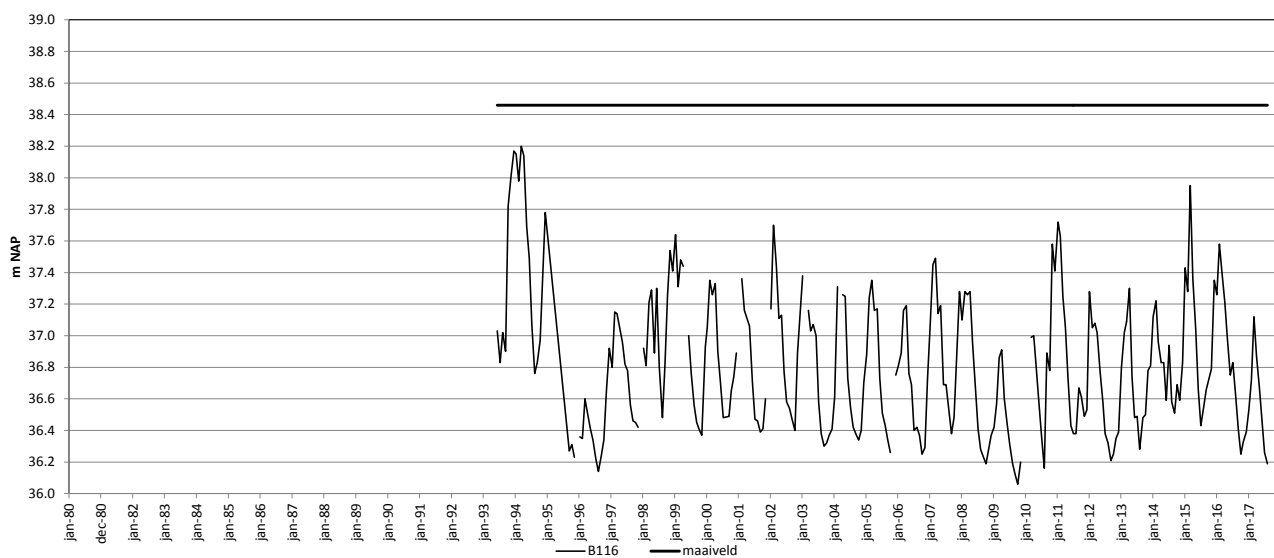
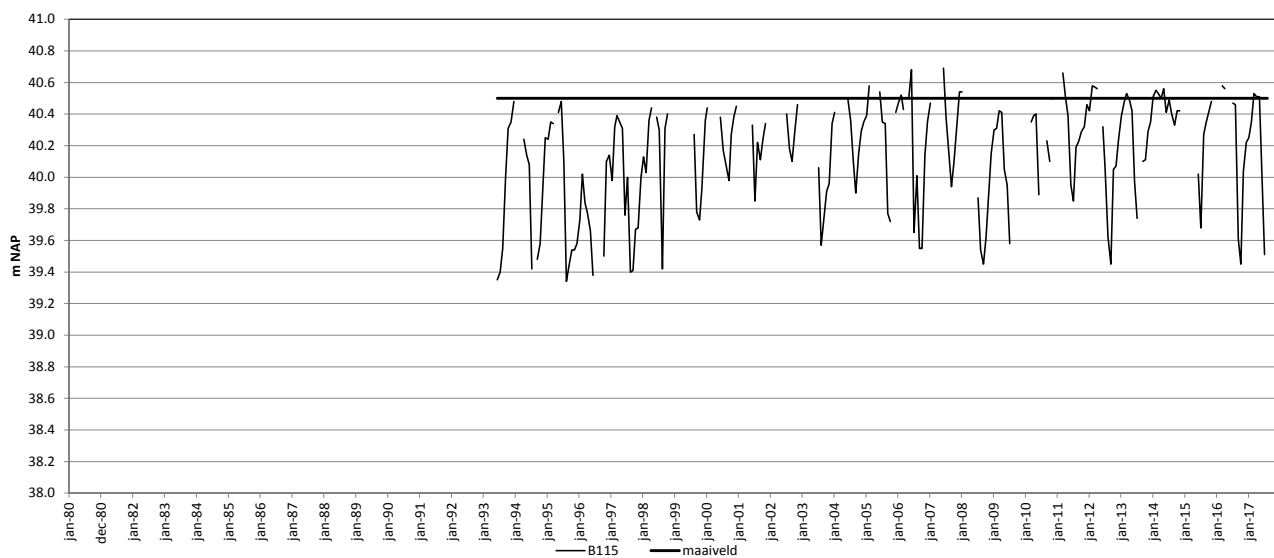
- 1 Grafieken (grond)waterstandsverloop
- 2 Resultaten tijdreeksanalyse met behulp van Menyanthes
- 3 Boorbeschrijvingen boorgaten en tijdelijke peilbuizen
- 4 B-WARE-rapport 'Bodem- en hydrochemisch onderzoek Witte Veen'
- 5 Ontwerp meetnet PAS-procesindicatoren

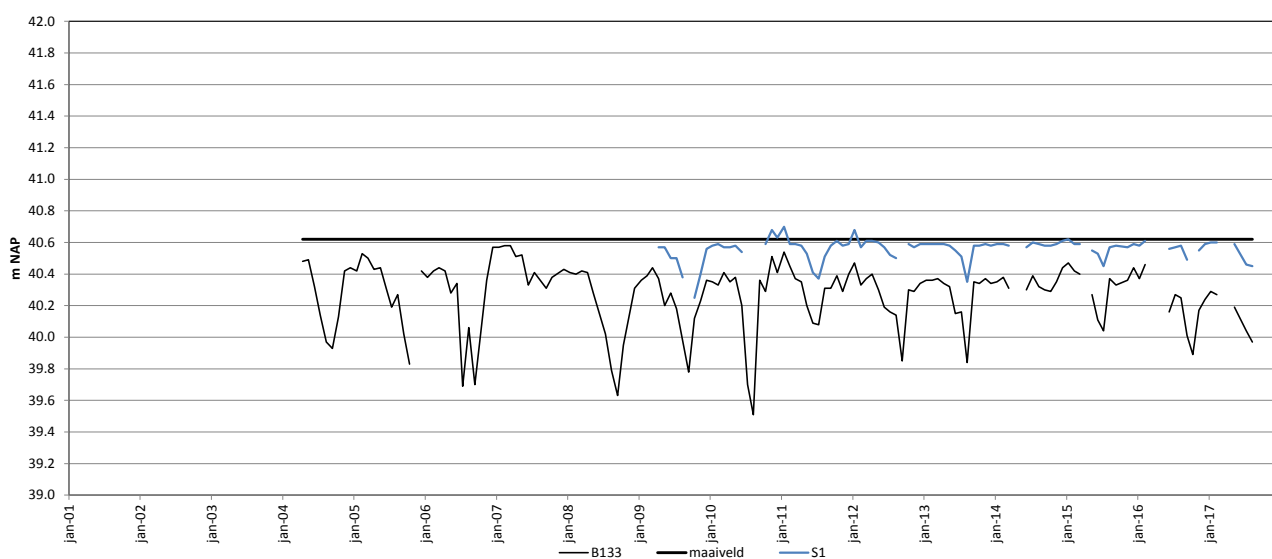
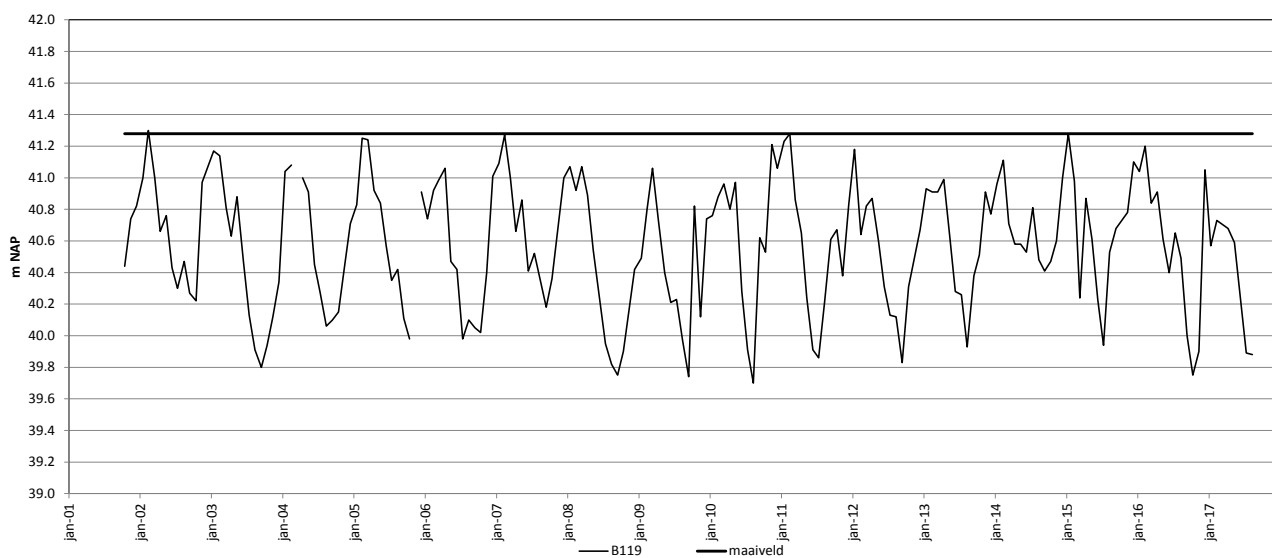
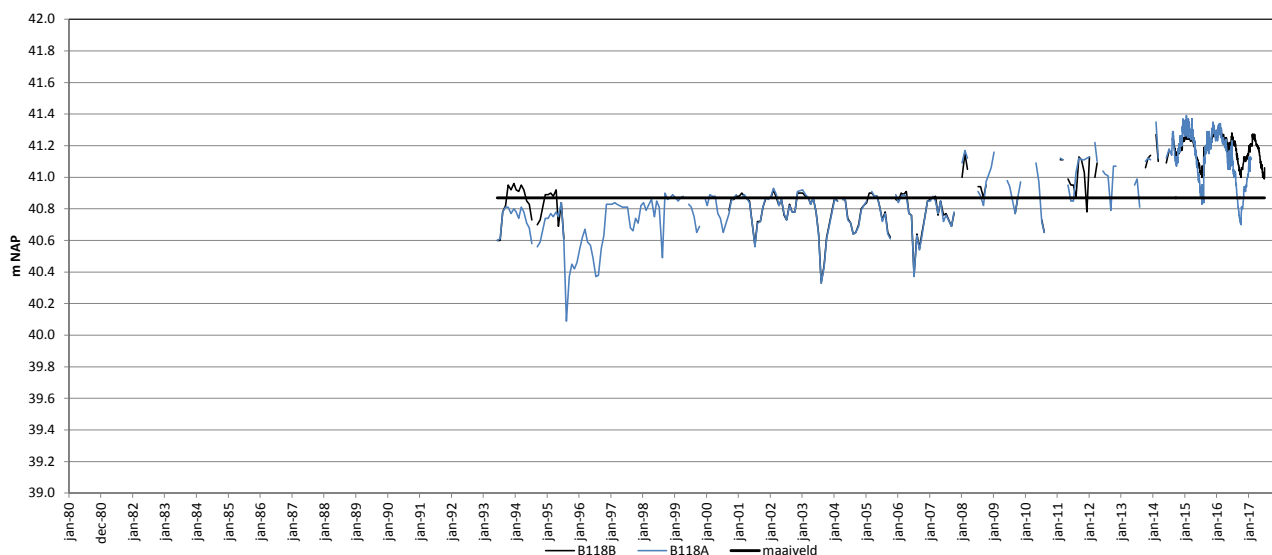
Bijlage 1 Grafieken (grond)waterstandsverloop

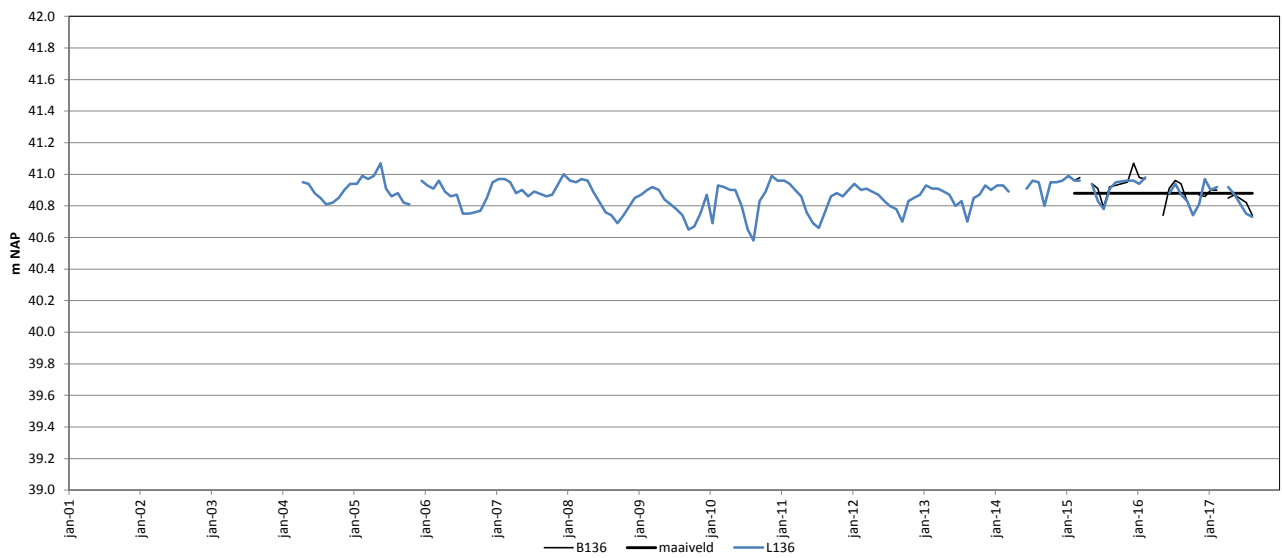
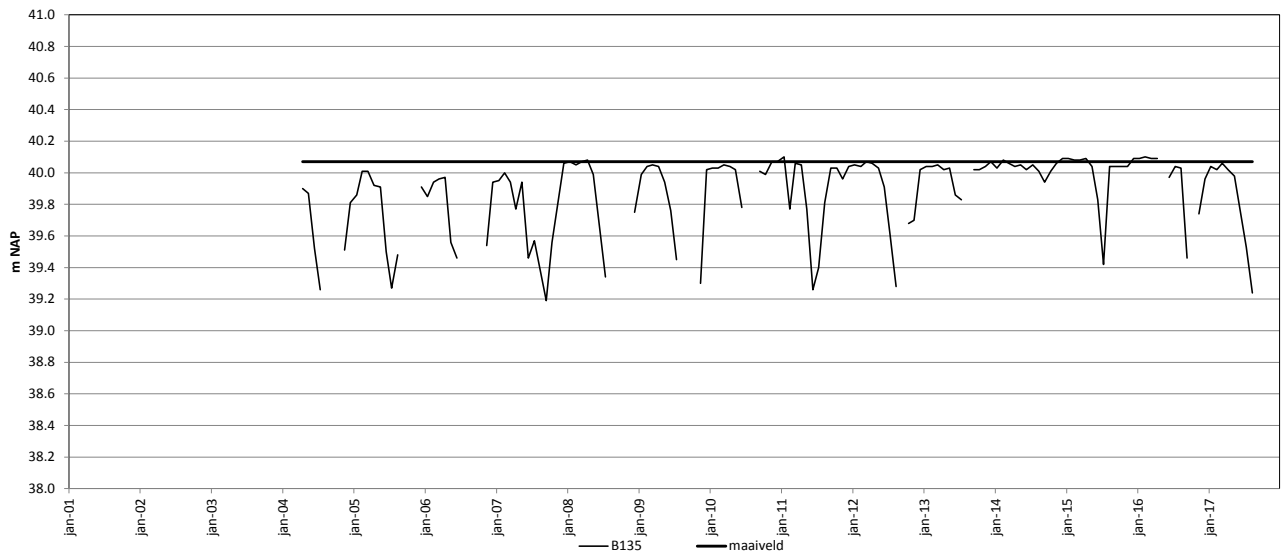
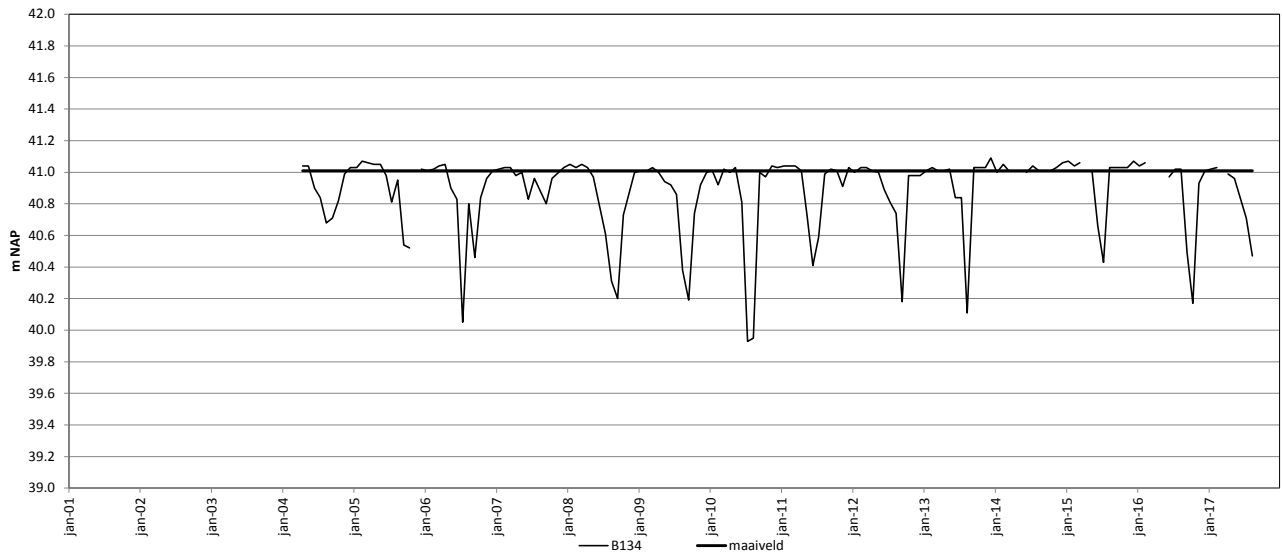


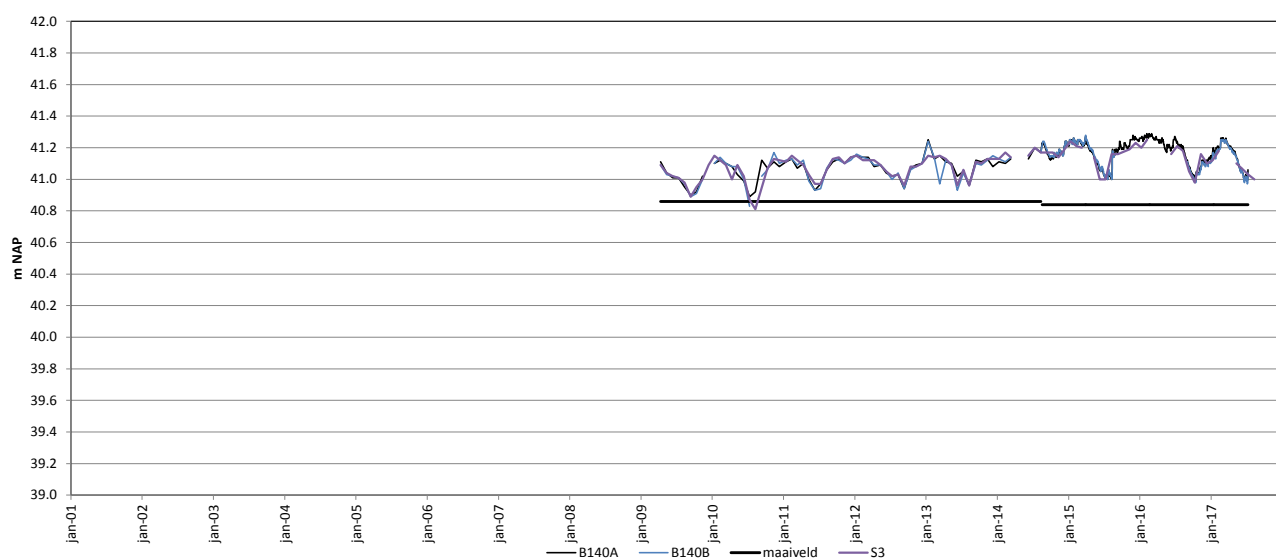
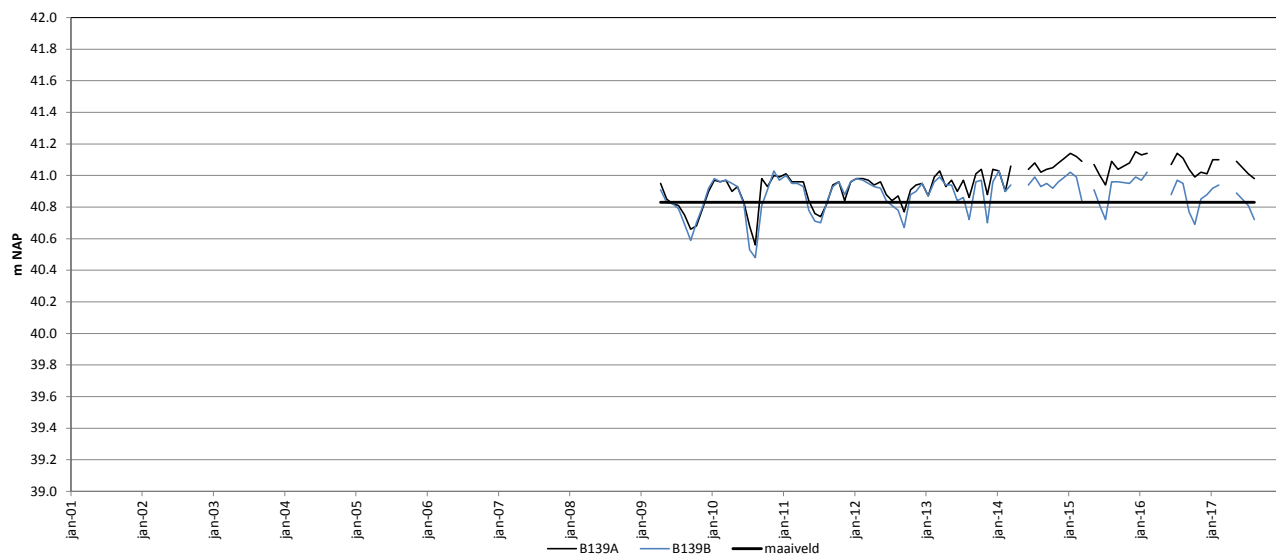
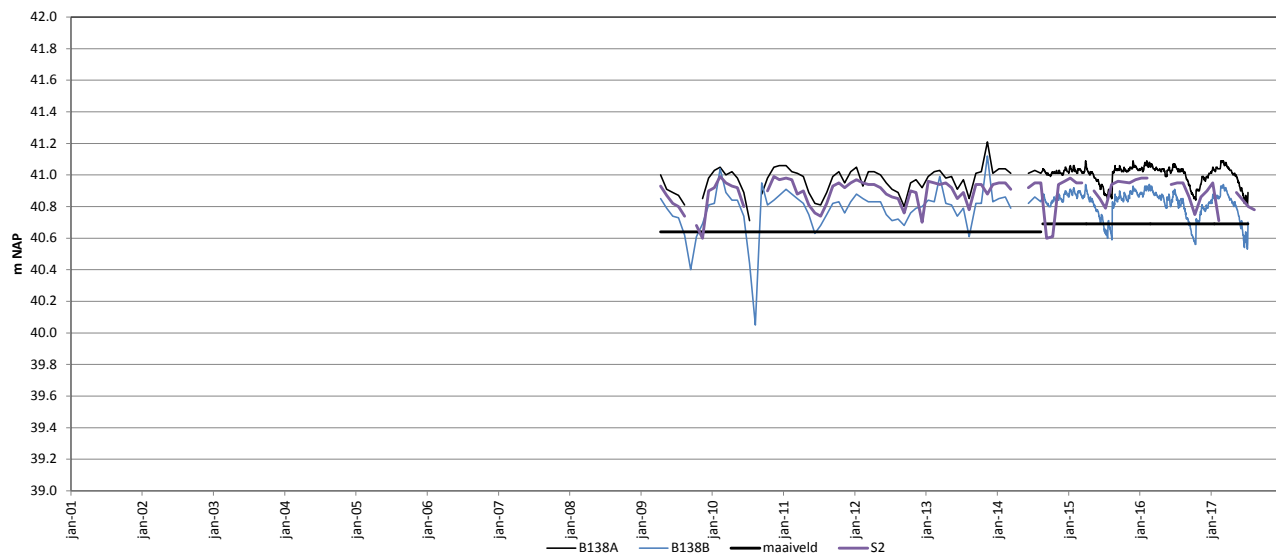


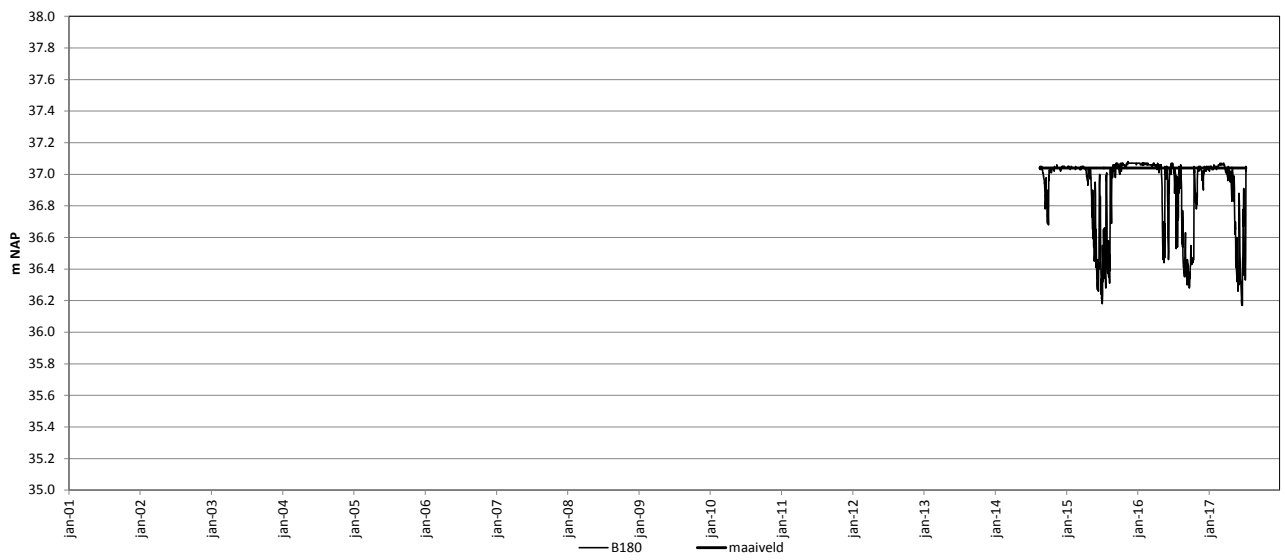
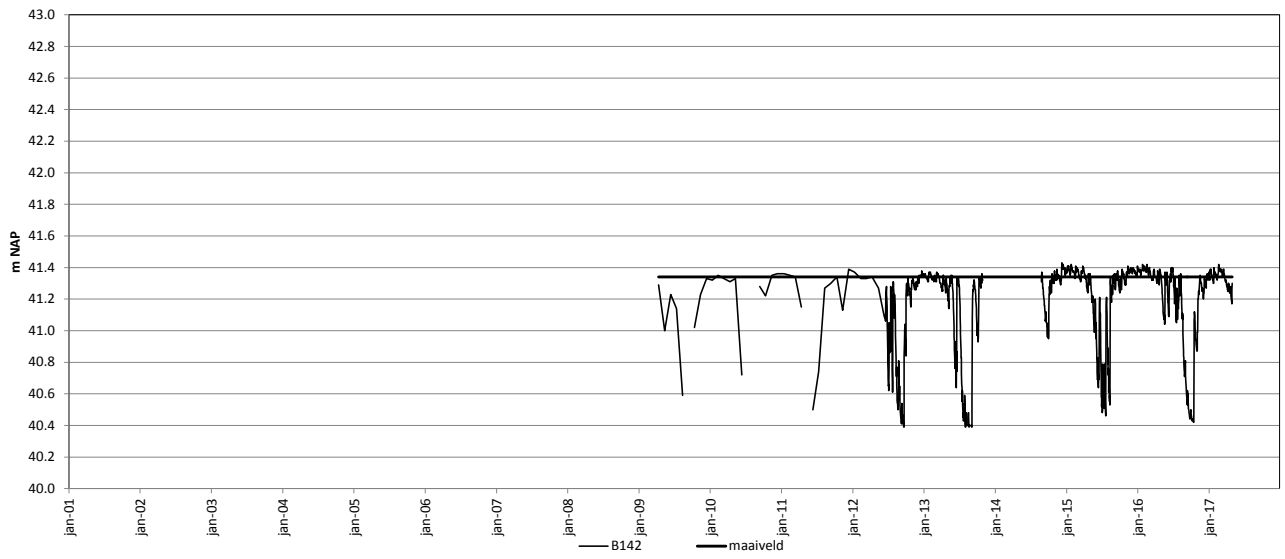
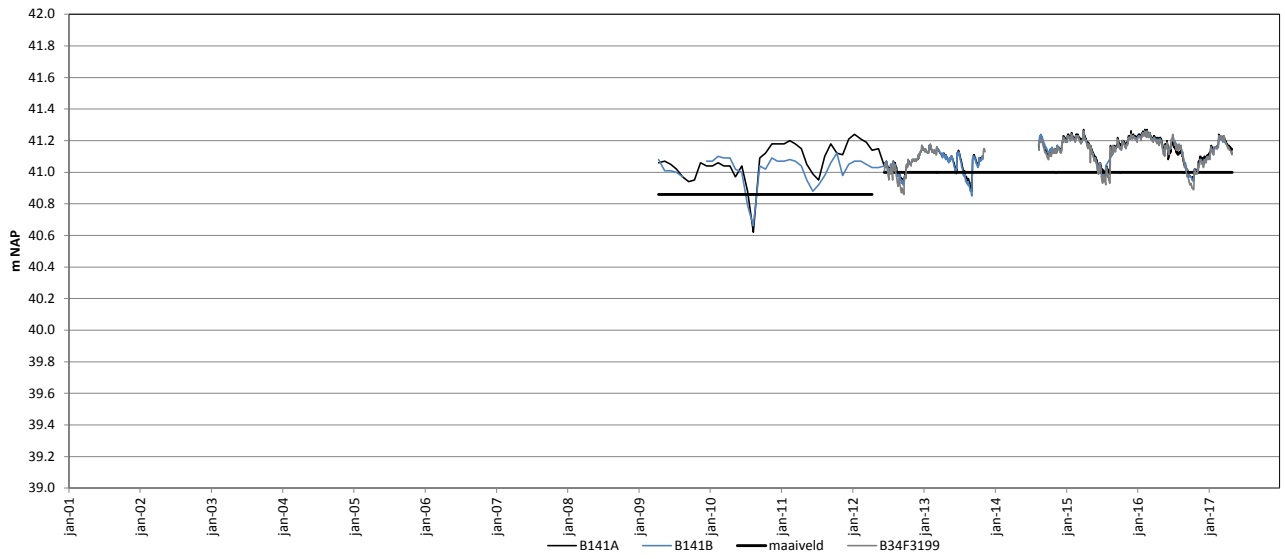


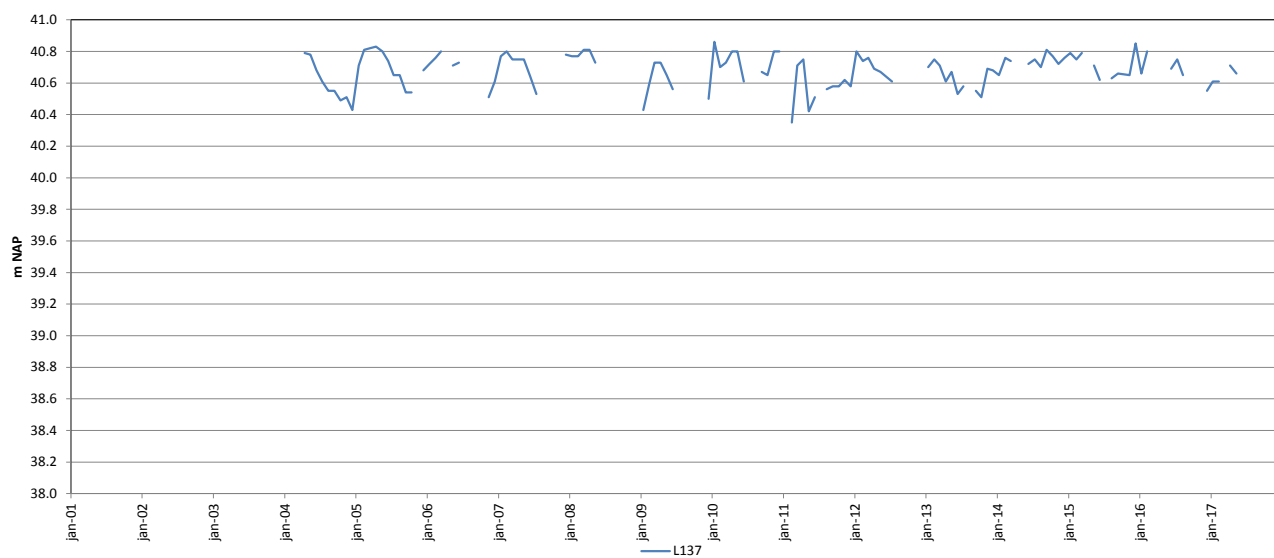
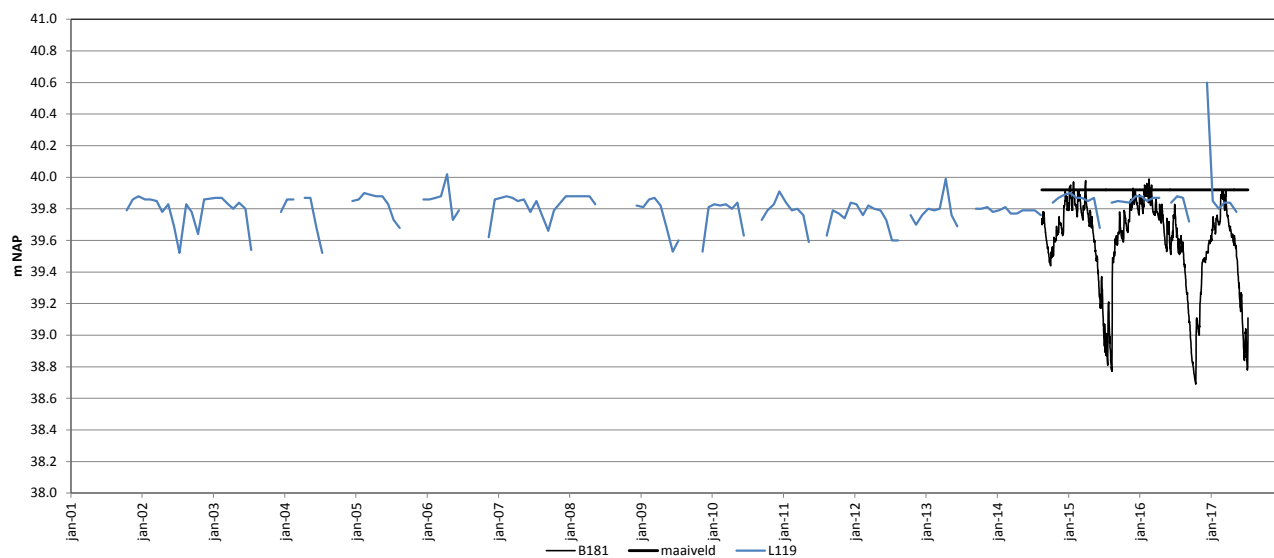


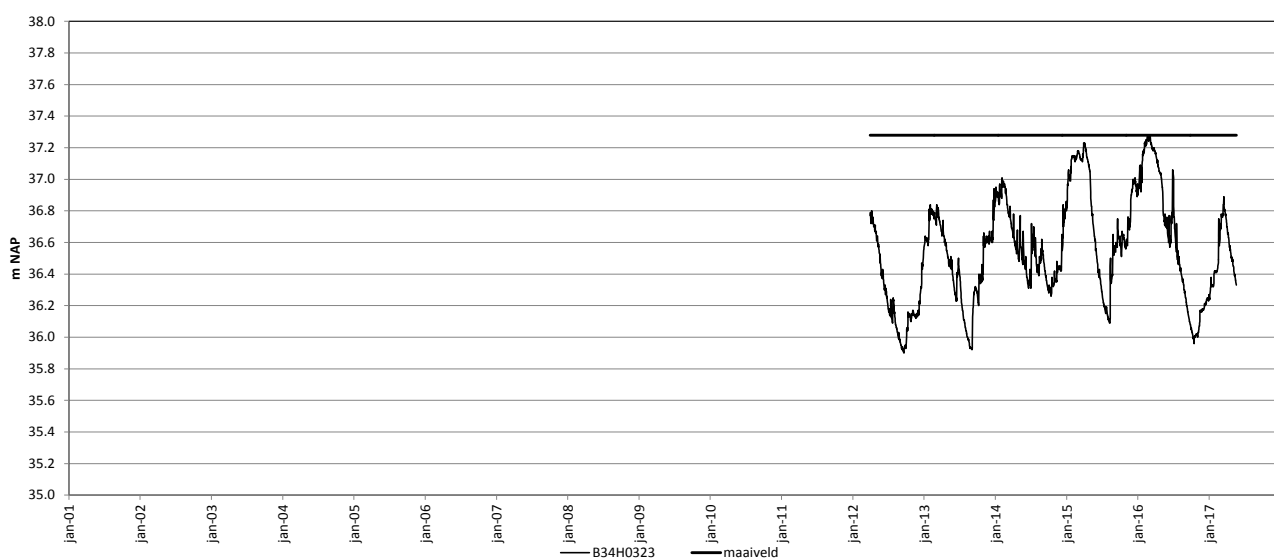
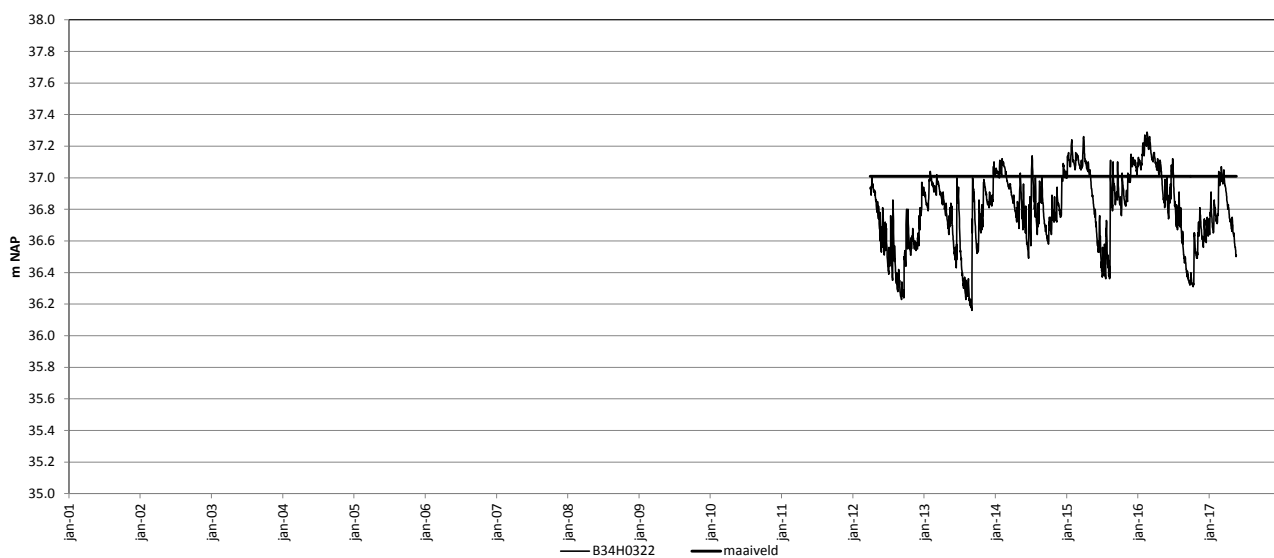
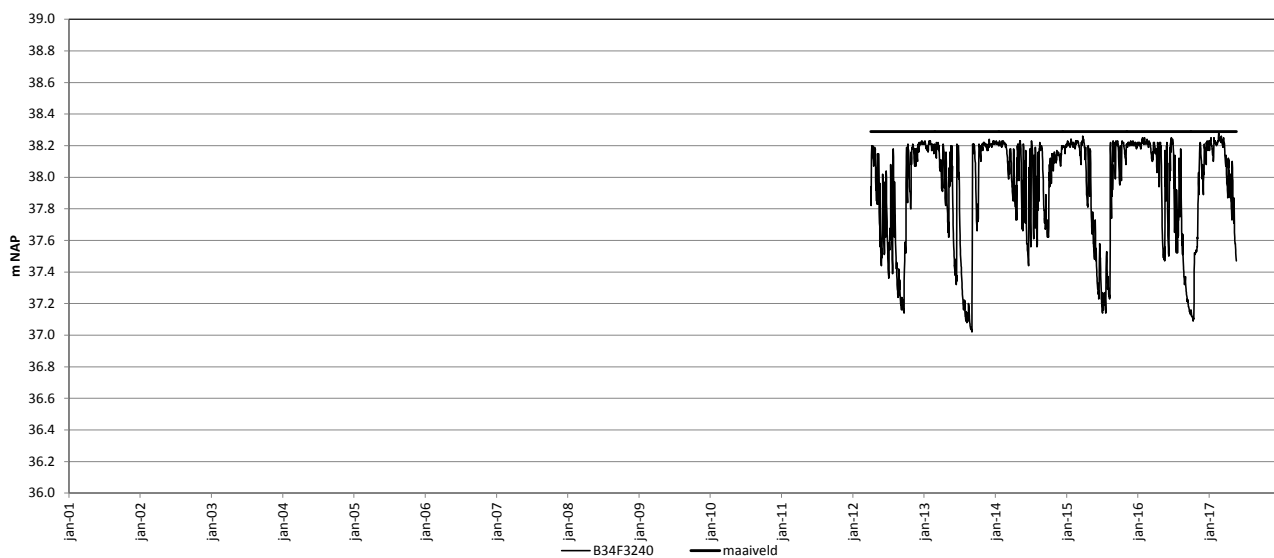












Bijlage 2 : Resultaten tijdreeksanalyse m.b.v. Menyanthes

Lineair

Peilbuis	filter	EXPVAR %	RMSE	RMSI	DBASE	M0 PREC	SDEV	EVAP F	SDEV
B6	1	72.6	0.17	0.14	36.9	228	23	1.74	0.18
B19	1	67.7	0.22	0.14	39.9	263	22	1.46	0.12
B21	1	69.7	0.21	0.16	41.1	326	31	1.47	0.14
B22	1	59.7	0.22	0.16	40.7	224	25	1.43	0.17
B36	1	67.7	0.21	0.17	39.9	362	35	1.67	0.17
B116	1	80.5	0.20	0.15	36.6	645	41	1.12	0.09
B118B	1	19.9	0.19	0.07	40.7	304	100	0.70	0.18
B118A	2	37.8	0.17	0.07	40.6	313	65	0.65	0.12
B119	1	78.8	0.19	0.18	40.7	470	78	1.53	0.18
B134	1	55.1	0.17	0.14	40.8	330	110	1.20	0.22
B135	1	40.9	0.19	0.15	40.2	241	230	2.30	0.80
B138A	1	62.6	0.04	0.02	40.8	206	45	0.84	0.09
L136_1		66.5	0.05	0.04	40.7	212	39	0.93	0.11

Lineair met stap

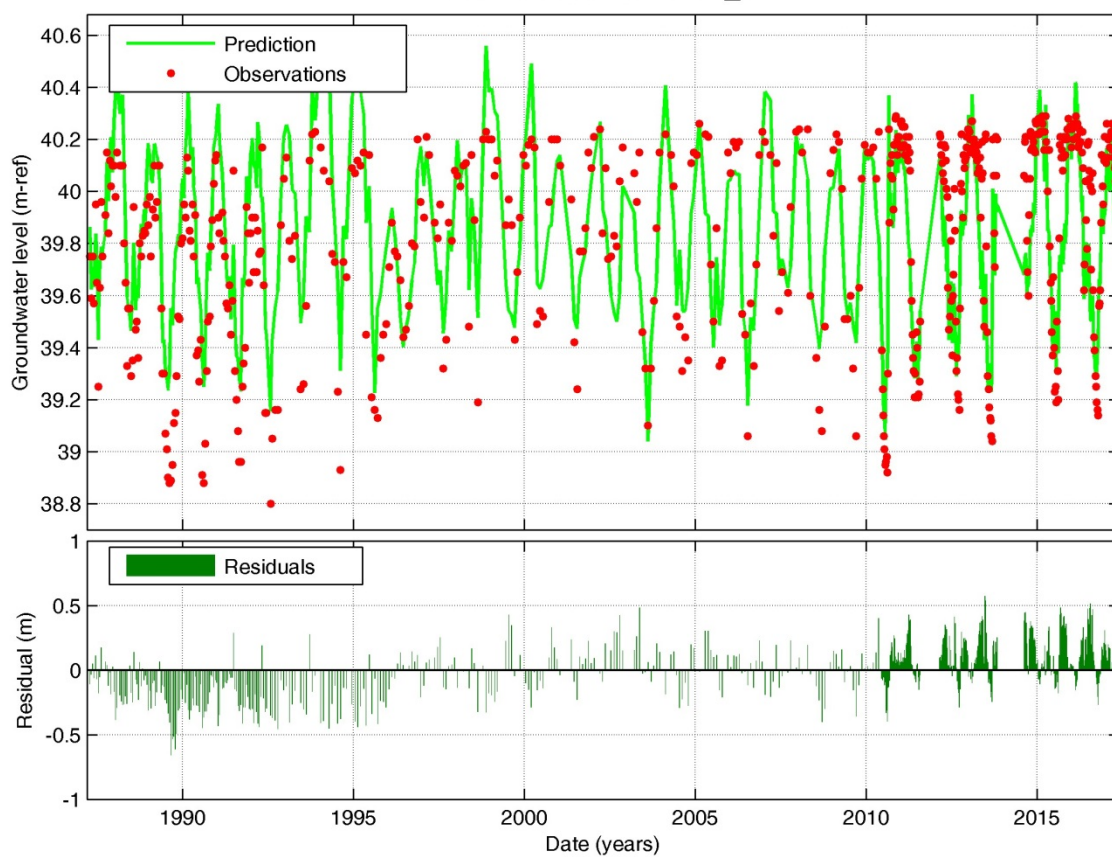
Peilbuis	datum stap	filter	EXPVAR %	RMSE	RMSI	DBASE (mNAP)	M0 PREC	SDEV	EVAP F	SDEV	STEP TREND (m)	SDEV
B19	1-11-1999	1	77.7	0.18	0.13	39.77	286	21	1.56	0.11	0.26	0.02
B21	1-11-2007	1	75.1	0.19	0.16	41.05	347	29	1.49	0.13	0.20	0.02
B22	1-11-2001	1	74.1	0.17	0.15	40.67	253	23	1.55	0.15	0.27	0.02
B135	1-12-2007	1	58.6	0.16	0.14	39.75	255	90	1.55	0.34	0.25	0.03
B118B	1-11-2007	1	86.8	0.08	0.04	40.60	309	49	0.91	0.10	0.37	0.01
B118A	2-11-2007	2	86.8	0.08	0.05	40.50	242	22	0.72	0.06	0.32	0.01

Non-linear

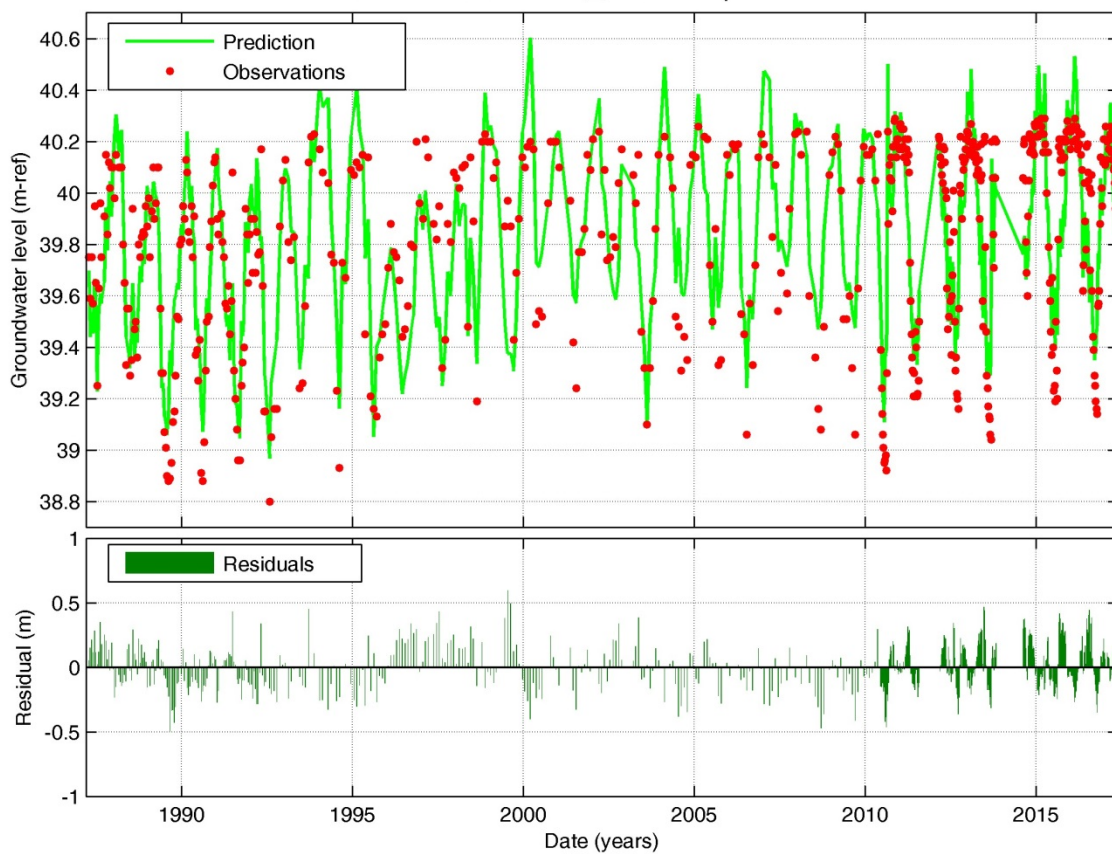
Peilbuis	filter	EXPVAR %	RMSE	RMSI	DBASE	M0 PREC	SDEV	M02 PREC	SDEV	EVAP F	SDEV	threshold (mNAP)
B6	1	79.4	0.15	0.14	37.8	981	48	195	8	1.49	0.10	39.96
B19	1	77.8	0.18	0.13	40.5	1278	47	202	13	1.18	0.06	40.03
B21	1	77.6	0.18	0.15	41.3	1096	64	210	16	1.28	0.07	41.33
B22	1	65.2	0.20	0.15	40.7	631	30	114	18	1.17	0.09	40.99
B36	1	79.6	0.17	0.15	40.2	1521	104	310	23	1.45	0.08	39.98
B134	1	82.1	0.11	0.10	41.1	569	112	76	34	1.30	0.09	40.95
B135	1	45.9	0.18	0.14	40.1	356	54	194	66	1.56	0.30	39.97
B138A	1	77.7	0.03	0.02	40.2	9123	24	67600	6	0.93	0.06	41.01
L136_1		74.5	0.04	0.04	40.7	761	80	689	24	1.03	0.10	40.88

Bijlage 2 Resultaten Menyanthes – selectie grafieken

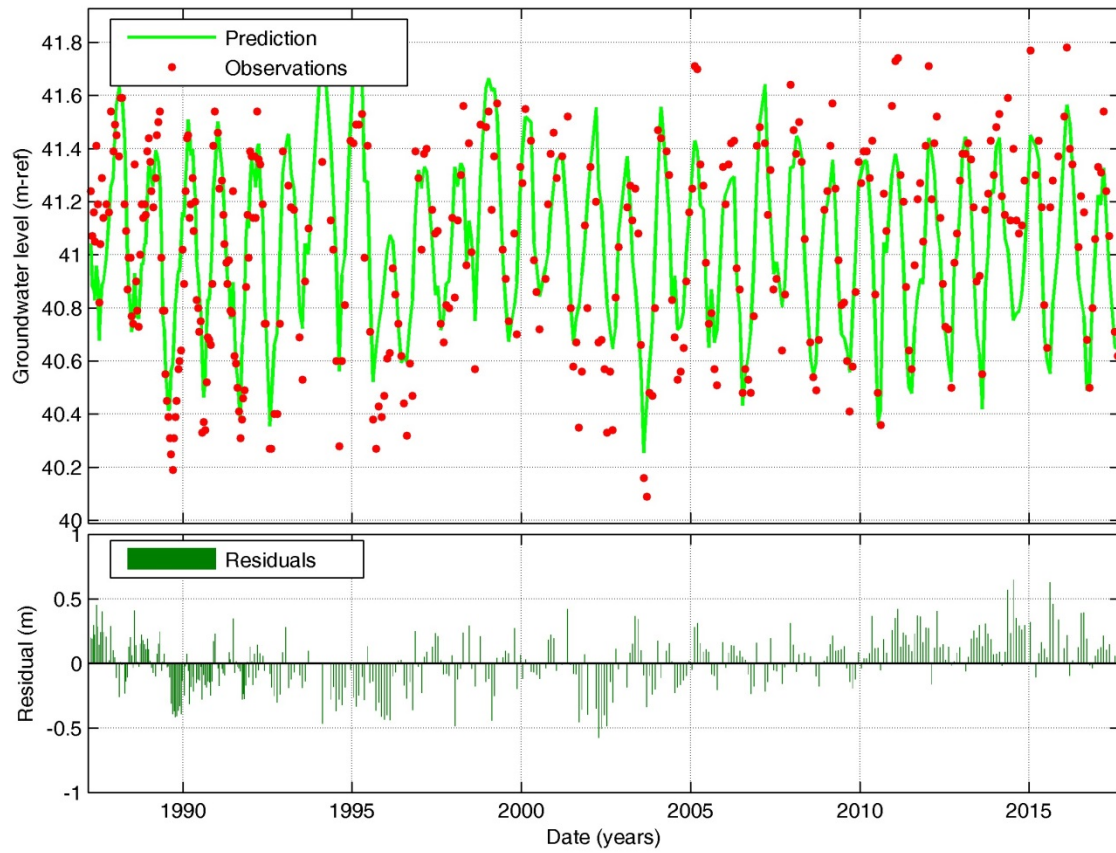
Results of series B19_1



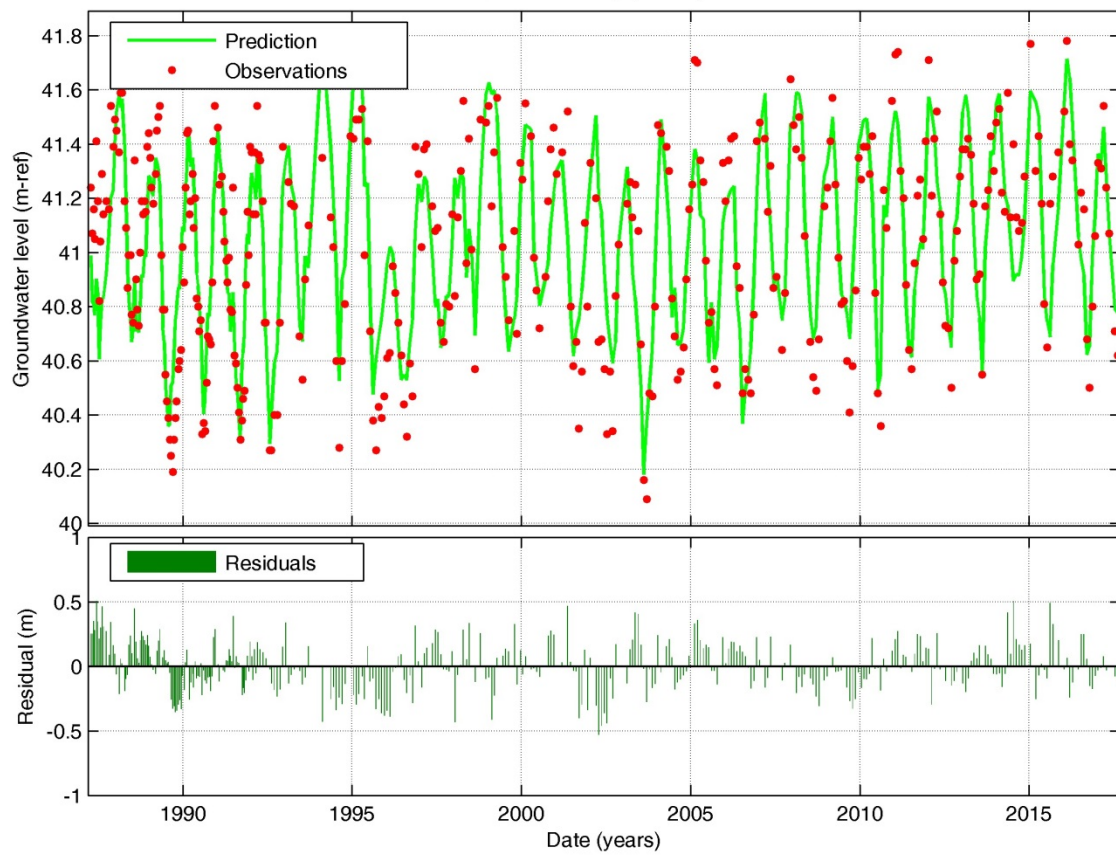
Results of series B19_1 met step 1 nov 1999



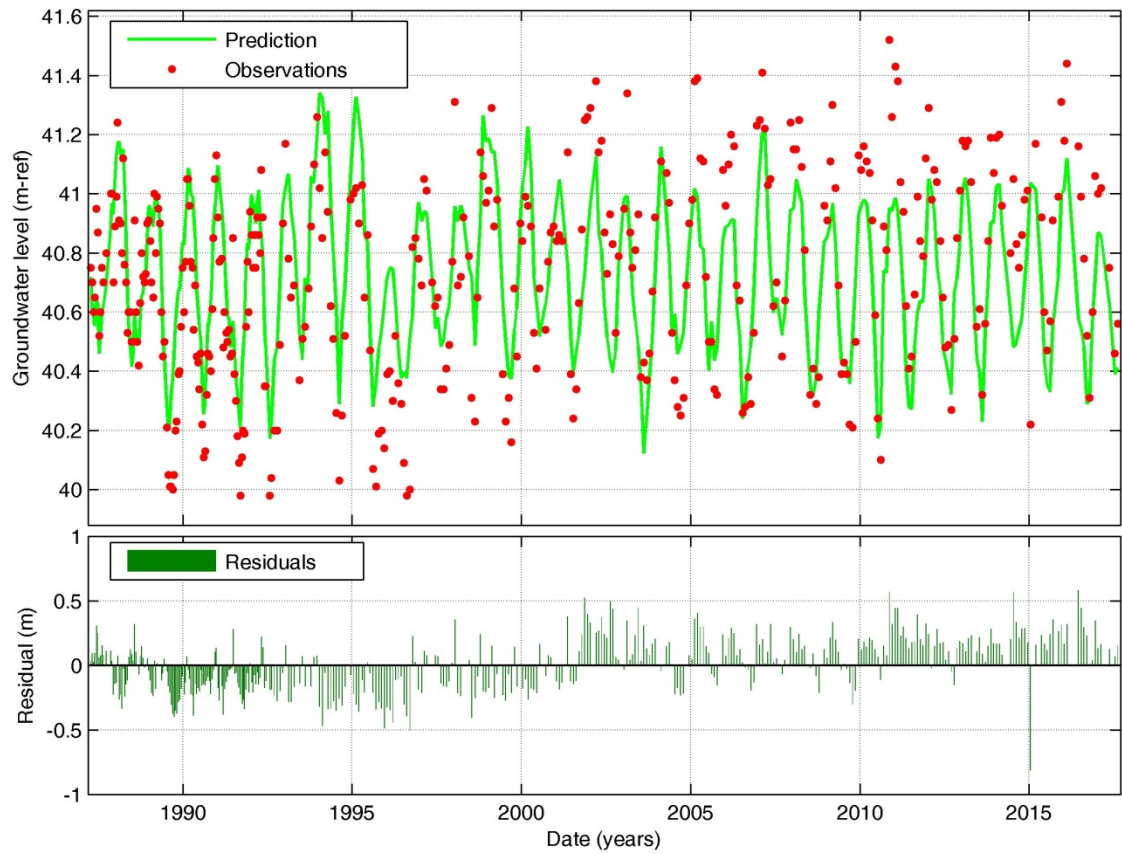
Results of series B21_1



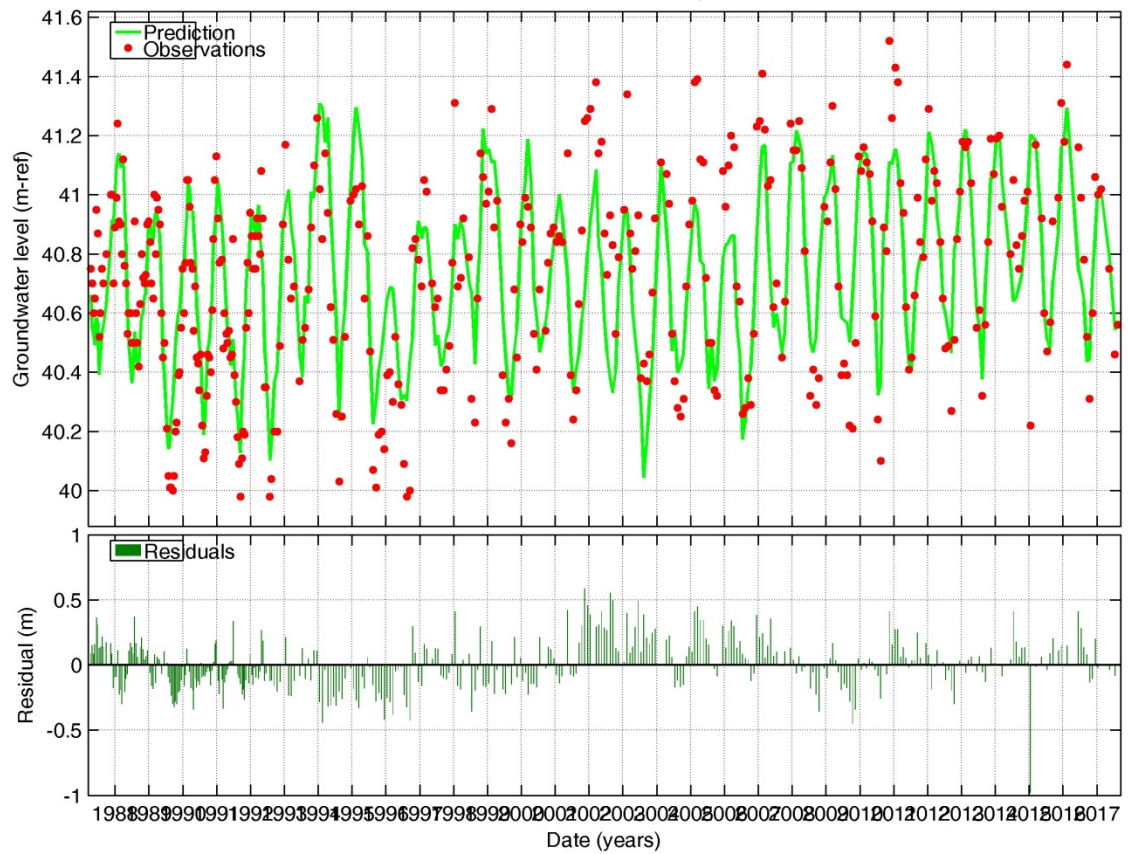
Results of series B21_1 step 1 nov 2007



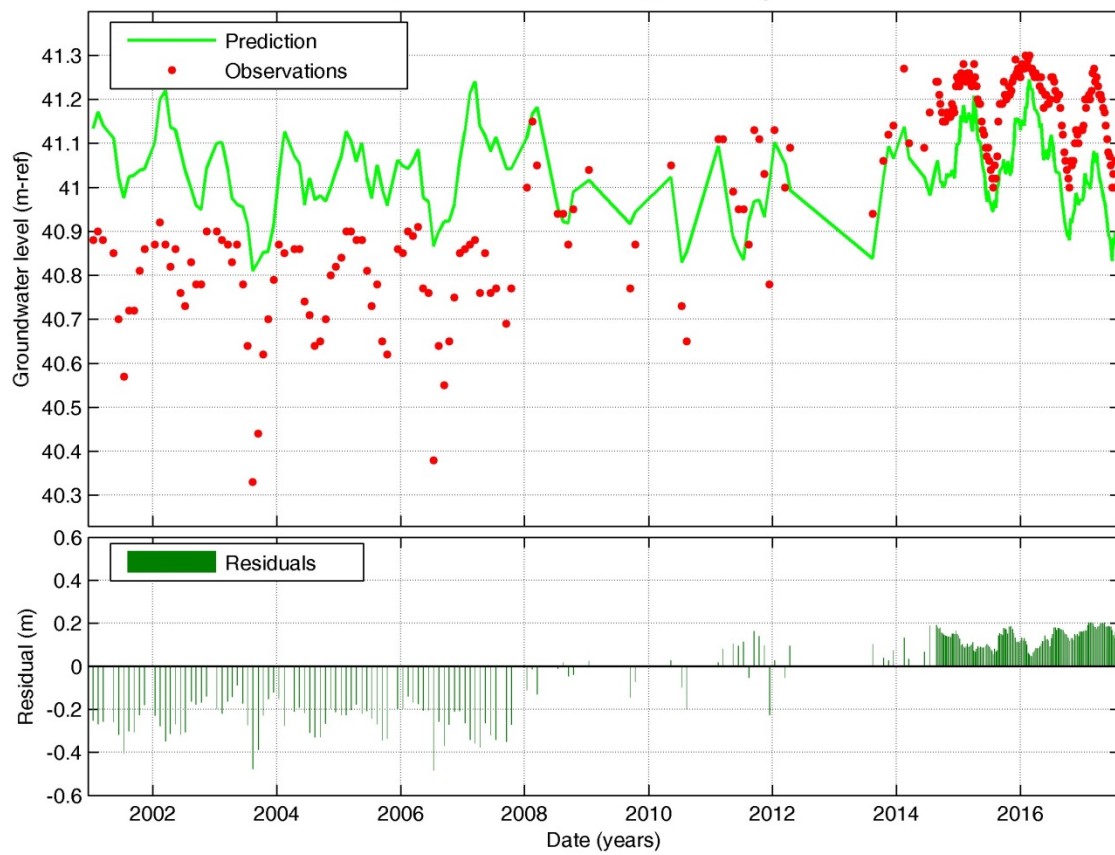
Results of series B22_1



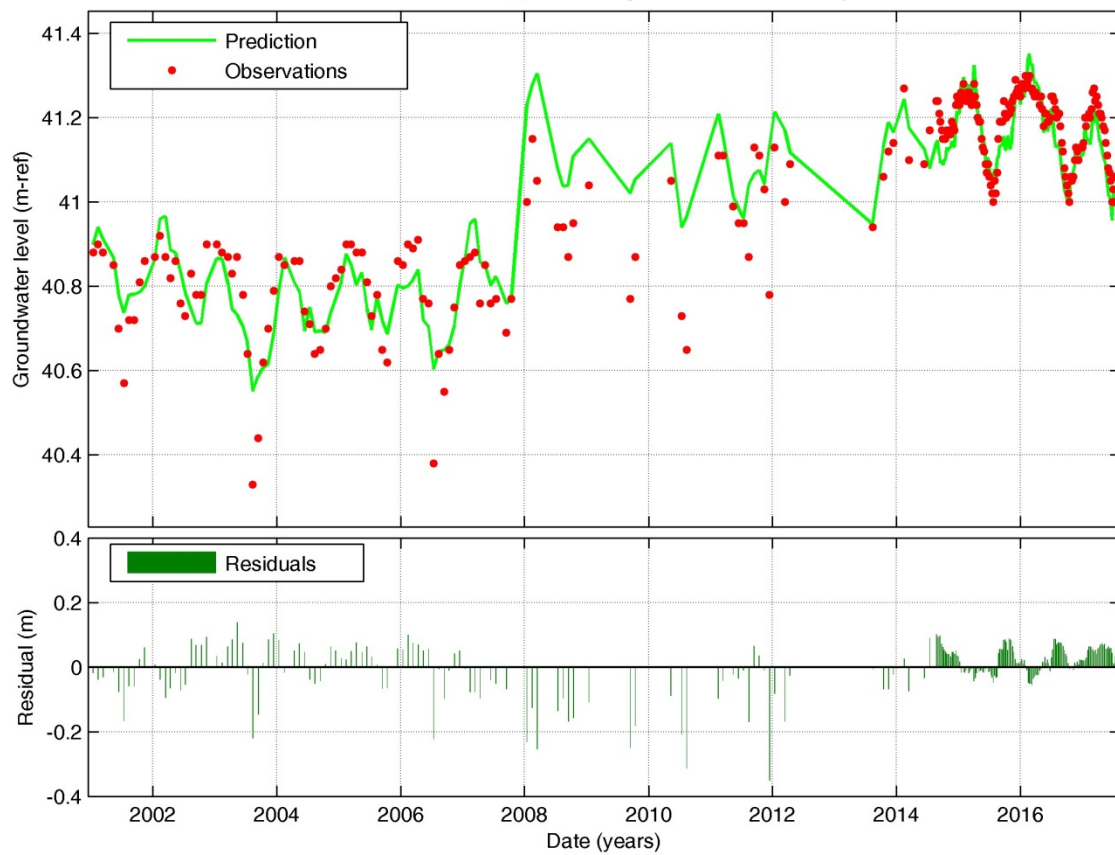
Results of series B22_1 step 1 nov 2007



Results of series B118B_1 vanaf juli 2000



Results of series B118B_1 vanaf juli 2000 met step 1 nov 2007



Bijlage 3 Boorbeschrijvingen Witte Veen

Boringen uitgevoerd op 26, 27 januari en 7, 8, 9 en 14 februari 2017

Bo138	wollegas	
0	10	water
10	25	veen
25	35	zand
Bo139	wollegas	
0	20	water
20	50	secundair veen
50	60	gliede
60	70	zand
tpb140	onderkant filter 90 cm -mv	
0	30	water
30	50	secundair veen
50	95	veen
95	120	gliede
120	150	zand
Bo142	bij B140A/B	
0	30	water
30	55	secundair veen
55	77	veen
77	80	gliede
80	90	zand
Bo143		
0	30	water
30	50	secundair veen
50	70	veen
70	85	gliede
85	90	zand
tpb144	onderkant filter 50 cm -mv naast B140	
0	20	veen
20	30	gliede
30	50	zand
tpb145	grasland	
0	65	zand
65	160	zand
160	200	zand
200	230	zand
230	240	zand
240	245	leem
tpb146	bos veelal zomereik	
0	20	zand
20	30	zand
30	140	zand
140	215	zand
215	220	leem
tpb147	wollegas	
0	20	water
20	30	veen
30	55	veen
55	75	gliede
75	85	zand
85	130	zand
130	160	zand
160	165	leem
Bo148	bij B136	
0	20	water en veenmos
20	35	zand
35	50	zand

Bo149		pijpenstrootje en veenmos	
0	20	water en veenmos	
20	65	veen	sterk veraard
65	80	gliede	of zeer sterk veraard veen
80	90	zand	zeer fijn, moerig
90	100	zand	matig fijn, humeus
Bo150			
0	60	water	
60	75	veen	zeer sterk veraard (gliedeachtig)
75	100	zand	matig fijn, beige
Bo151			
0	20	water en veenmat	
20	25	zand	matig fijn, humeus
25	30	zand	matig fijn
Bo152			
0	50	water	
50	55	veen	
55	70	gliede	vet, zwart
70	95	klei	donker bruin
95	110	zand	matig fijn, beige
Bo153			
0	60	water	
60	75	klei	vet, humeus, bruin
75	100	zand	matig fijn, beige
Bo56	bij B118AB		
0	30	water en veenmos	
30	50	secundair veen	planten resten
50	70	veen	sterk veraard
70	80	gliede	zwart
80	85	zand	zeer sterk humeus, verkitte B-horizont
85	90	zand	matig fijn, beige
tpb155			
0	100	zand	matig fijn
100	120	leem	zandig, kalkloos, blauwgroengrijs
Bo156			
0	10	zand	matig fijn, zwak humeus
10	60	zand	zeer fijn, beige
60	120	leem	zeer sterk zandig met keien, blauwgrijs met veen roest
120	180	leem	zandig, steentjes, blauwgrijs
180	200	zand	zeer fijn, zwak lemig, beige
200	250	klei	blauwgrijs
Bo158	wollegras		
0	20	water en veenmos	
20	50	secundair veen	
50	57	veen	sterk veraard
57	60	gliede	matig / slecht ontwikkeld
60	70	zand	licht verkit

tpb58			
0	20	zand	humeus
20	40	zand	zeer zwak humeus
40	100	zand	matig fijn, enkele steentjes, beige
tpb159			
0	10	zand	sterk humeus
10	20	zand	zwak humeus (uitspoeling)
20	30	zand	sterk humeus (inspoeling)
30	120	zand	matig fijn, beige
120	200	zand	matig fijn/matig grof, lichtgrijs
200	210	zand	matig fijn, steentjes, zwak lemig, blauwgrijs
210	230	leem	zandig, blauwgrijs
Bo160	venoever		
0	60	leem / klei	stug, beige
60	110	klei	stug, zeer zwak roest, blauwgrijs
110	130	zand	matig grof met grind, lemig, blauwgrijs
tpb161	pitrus		
0	25	zand	matig fijn, humeus
25	40	zand	matig fijn / matig grof met grind en steentjes, beige
40	65	zand	matig fijn / matig grof met grind en steentjes, zeer ijzerrijk
65	90	zand	matig fijn / matig grof met grind en steentjes, beige met roest
90	100	leem	zandig, steentjes, blauwgrijs
Bo162	Gr. Lisdodde, ven		
0	50	water	
50	70	klei	geen roest, blauwgrijs
Bo163	dam		
0	100	zand	zeer fijn, met steentjes, sterk lemig (keileem)
tpb164			
0	20	zand	moerig
20	30	zand	zwak humeus
30	80	zand	zeer fijn / matig fijn, met steentjes, roest
80	110	zand	zwak lemig, beige met roest
110	150	zand	matig fijn / matig grof, steentjes, licht grijs
150	160	klei	stug, blauwgrijs
Bo165	Gr. Lisdodde / ven		
0	60	water	
60	85	zand	matig fijn
85	100	leem	stug, zwakke roest
Bo166			
0	50	water / ven	
50	100	zand	humusarm afgewisseld met lagen humeus zand op 60-70 en 80-90
Bo167	pitrus		
0	25	zand	matig fijn, humeus
25	50	zand	matig fijn
50	55	zand	humeus (inspoeling?)
55	60	zand	matig fijn
Bo168			
0	50	water	
50	60	zand	
Bo169			
0	35	water / ven	
35	50	zand	matig fijn, beige
Bo170	ven met holpijp		
0	35	water	
35	50	zand, licht beige	

tpb171	ondiep filter bij B6		
0	25	zand	fijn, sterk humeus
25	40	zand	zeer zwak humeus
40	100	zand	zeer fijn, roest vanaf 40cm
tpb172	ondiep filter bij B5		
0	15	zand	matig fijn, humeus
15	35	zand	matig fijn, zeer zwak humeus
35	100	zand	matig fijn, roest vanaf 35cm, sterke roest vanaf 60cm
tpb174	pijpenstrootje, berk, hier en daar dopheide en stuikheide, gagel		
0	10	zand	humeus
10	25	zand	zeer zwak humeus
25	55	zand	matig fijn, wit (uitgeloogd)
55	85	zand	zwak humeus (vuil) inspoeling
85	100	leem	blauwgrijs, veel roest
tpb175	geplagd, dopheide, moeraswolfsklauw, blauwe zegge, geelgroenzegge, pijpenstrootje		
0	5	zand	zwak humeus
5	55	zand	zeer zwak humeus
55	70	zand	matig fijn, beige
70	80	zand	zeer fijn, sterk lemig, veel roest, steentjes
80	85	leem	sterk zandig, blauwgrijs
tpb176	geplagd, dopheide, struikhei, moeraswolfsklauw		
0	5	zand	zwak humeus
5	20	zand	zeer zwak humeus
20	130	zand	matig fijn
130	175	zand	matig fijn/matig grof met enkele grove korrels, grijs
175	180	leem	sterk zandig, blauwgrijs
Bo177	niet geplagd, veel pijpenstrootje, dopheide, struikheide, bosopslag (struikjes)		
0	10	zand	moerig (of zeer sterk veraard veen)
10	35	zand	humeus
35	40	zand	
tpb178	nat schraalland met veel geelgroen zegge, bouwvoor verwijderd?		
0	100	zand	matig fijn
tpb179	veldrus en geelgroen zegge		
0	25	leem	zandig
25	70	zand	sterk lemig met steentjes en grind, veel roest
70	85	leem	zandig, grijs
tpb180			
0	15	zand	sterk humeus
15	30	zand	mix humeus / humusarm
30	60	zand	matig fijn, zeer zwak humeus
60	70	zand	matig fijn, roest
70	80	leem	sterk zandig, beige met roest
tpb181	akkertje		
0	35	zand	humeus
35	120	zand	matig fijn
120	230	zand	matig fijn / tot matig grof
tpb182	pitrus		
0	25	zand	matig fijn, sterk humeus
25	55	zand	matig fijn, zeer zwak humeus
55	100	zand	matig fijn
100	135	zand	matig grof, grijs
135	145	leem	zandig, grijs
tpb183	pijpenstrootje, berk		
0	20	veen	veen / plantenresten
20	35	veen	zeer sterk veraard
35	40	zand	zeer fijn, lemig
40	110	zand	matig fijn, onderin matig grof met stenen
110	120	leem	zandig, grijs

Bo184			
0	50	water	water / veenmos
50	60	veen	zeer sterk veraard
60	70	zand	matig fijn, beige
tpb186	elzenbos		
0	15	zand	humeus
15	35	zand	uitspoeling / lichte inspoeling
35	210	zand	matig fijn, beige, beige grijs
pkt187	piket in sloot		
0	220	zand	
tpb188	pijpenstrootje, berkenbos, slenk		
0	25	veen	zeer sterk veraard, zandig
25	200	zand	zeer fijn, bruin
tpb189	pijpenstrootje en elzen		
0	30	zand	matig fijn, humeus
30	215	zand	matig fijn, beige tot beige grijs
215	220	leem	sterk zandig, blauw grijs
tpb190	pitrus		
0	35	zand	sterk humeus, zwakke bijmenging humusarm zand
35	100	zand	matig fijn, beige
100	210	zand	matig fijn, beige grijs
tpb192	pitrus		
0	20	zand	sterk humeus
20	100	zand	matig fijn
100	210	zand	matig grof, beige grijs
Bo195	pijpenstrootje, slenk		
0	20	water	
20	45	veen	
45	50	zand	
tpb196	dopheide, zegge		
0	10	zand	moerig
10	25	zand	zwak humeus
25	110	zand	matig fijn
110	140	zand	matig grof met steentjes, beige grijs
140	155	leem	zandig, blauwgrijs
tpb197	struikheide en berkenstruweel		
0	10	zand	humeus
10	20	zand	zwak humeus
20	130	zand	matig fijn
130	160	zand	matig grof
160	170	leem	zandig, steentjes, blauwgrijs
tpb198	voedselrijke grasland, begraasd (in lage deel pitrus)		
0	30	zand	matig fijn, sterk humeus
30	45	zand	matig fijn, zwak humeus
45	100	zand	matig fijn, beige tot beige grijs
100	140	zand	matig grof, licht grijs
140	160	leem	sterk zandig op 140cm steentjes, blauwgrijs
tpb199	uiteinde slootrestant, voedselrijke vegetatie		
0	30	zand	sterk humeus
30	200	zand	zeer fijn, zwak lemig soms sterk lemig met af en toe grind en steentjes, groenblauwgrijs
tpb200	pitrus, voedselrijk gras, ook veldrus		
0	30	zand	humeus
30	95	zand	matig fijn
95	100	zand	lemig met steentjes, blauw groengrijs

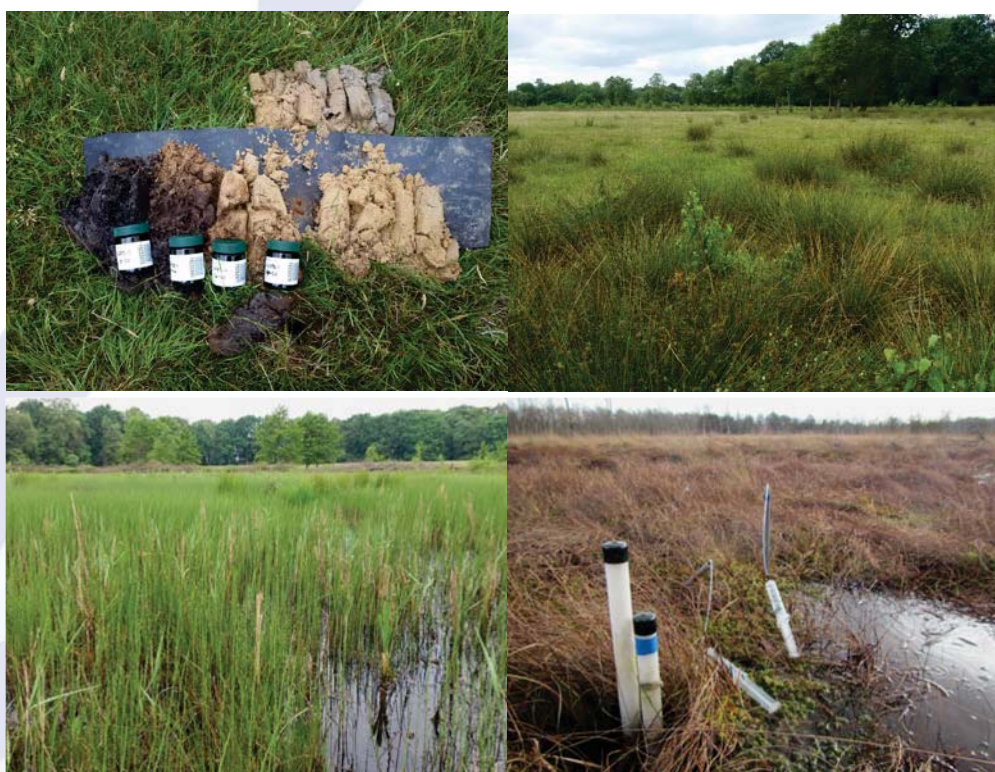
tpb201	pitrus en voedselrijk grasland		
0	30	zand	matig fijn, sterk humeus
30	70	zand	matig fijn, beige
70	130	zand	zeer fijn, sterk tot zwak lemig, steentjes, beige met veel roest
130	200	zand	zeer fijn, sterk tot zwak lemig, steentjes, groen blauw grijs
tpb202	voedselrijk grasland		
0	95	zand	humeus
95	140	zand	matig fijn
140	200	zand	zeer fijn, sterk lemig, beige met roest, onderin beige grijs en weinig roest
tpb203	venoever		
0	25	zand	matig fijn, zeer zwak humeus
25	105	zand	matig fijn, beige
105	130	zand	matig grof, licht beige grijs, houtresten
130	155	leem	zandig, stug, kleiig, blauwgrijs
tpb204	voedselrijk grasland		
0	80	zand	matig fijn, humeus
80	130	zand	matig fijn, zwak humeus
130	210	zand	matig fijn, beige, roest
210	225	zand	zeer fijn, zwak lemig, beige, roest
225	235	zand	zeer fijn, sterk lemig
235	245	leem	sterk zandig, grijs, zeer zwak roest
tpb205	dennen, eiken, beukenbos		
0	30	zand	matig fijn, sterk humeus
30	180	zand	matig fijn
180	220	zand	matig grof
tpb206			
0	30	zand	humeus
30	120	zand	matig fijn, beige
120	170	zand	matig grof, beige grijs
170	220	zand	zeer grof, grijs
tpb207	pitrus		
0	30	zand	matig fijn, humeus
30	150	zand	matig fijn, beige, beige grijs
150	230	zand	matig grof, licht grijs
tpb207	niet geplagd pitrus		waarom 2 keer pb207???
0	10	zand	sterk humeus
10	25	zand	zeer zak humeus
25	45	zand	matig fijn, bruin
45	60	zand	zeer fijn, zwak lemig, beige
60	120	zand	matig fijn, beige
120	290	zand	matig tot zeer grof, licht grijs tot grijs, kalkloos
290	305	klei	stug, blauwgrijs, kalkrijk
tpb208			
0	10	zand	matig fijn, humeus
10	120	zand	matig fijn, licht beige
120	270	zand	zeer grof, licht grijs
270	310	zand	matig grof, grijs
tpb209	elzenbroek met ruige ondergroei van braam		
0	40	zand	zeer fijn, zwak lemig
40	90	zand	zeer fijn, sterk lemig, iets vuil, grijs
90	120	zand	matig fijn
120	260	zand	matig grof tot zeer grof
260	270	klei	stug, blauwgrijs

tpb210	elzenbroek met ruige ondergroei		
0	20	zand	sterk humeus
20	80	zand	zeer fijn, sterk lemig, vuil beige
80	90	zand	matig fijn, roest
90	200	leem	kleiig, stugblauwgrijs, kalkloos
Bo23	bij B116 berkenbos		
0	200	zand	matig fijn, beige
200	435	zand	matig grof, witbeige
tpb212	voedselrijk grasland		
0	30	zand	humeus
30	130	zand	matig fijn, beige
130	290	zand	matig grof, houtresten, licht beige grijs
290	310	leem	zandig, blauwgrijs, kalkloos
tpb213	groven dennenbos met enkele eiken, pijpenstrootje in kruidlaag, intensief begreppeld		
0	15	zand	humeus
15	25	zand	zwak humeus, uitspoeling
25	30	zand	humeus, inspoelingslaag
30	40	zand	zwak humeus
40	180	zand	matig fijn
180	200	leem	sterk zandig, blauwgrijs, kalkloos

Bijlage 4

**B-WARE rapport 'Bodem- en hydrochemisch onderzoek
Witte Veen'**

BODEM- & HYDROCHEMISCH ONDERZOEK IN HET WITTE VEEN



- Eindrapportage -

Opdrachtgevers: Bell Hullenaar Ecohydrologisch Adviesbureau & Gemeente Haaksbergen
Auteurs: Mark van Mullekom, Hilde Tomassen, Yvon Verstijnen, Moni Poelen & Fons Smolders
Projectnummers: PR-17.001 & PR-17.070 • Rapportnummer: RP-17.001.17.61 • Datum: 07-03-2018

BODEM- & HYDROCHEMISCH ONDERZOEK IN HET WITTE VEEN

Eindrapportage

Mark van Mullekom

Hilde Tomassen

Yvon Verstijnen

Moni Poelen

Fons Smolders

Titel rapport:

Bodem- en hydrochemisch onderzoek in het Witte Veen, eindrapportage

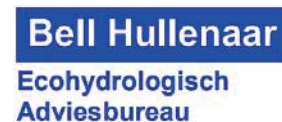
Auteurs:

Mark van Mullekom, Hilde Tomassen, Yvon Verstijnen, Moni Poelen & Fons Smolders

Rapportnummer: RP-17.001.17.61

Opdrachtgevers:

*Bell Hullenaar Ecohydrologisch Adviesbureau
Gemeente Haaksbergen, Haaksbergen*



Informatie:

Onderzoekcentrum B-WARE BV
Radboud Universiteit Nijmegen
Mercator III, Toernooiveld 1
6525 ED Nijmegen

Contactpersoon:

Mark van Mullekom
Tel: 024-2122204
m.vanmullekom@b-ware.eu
www.b-ware.eu

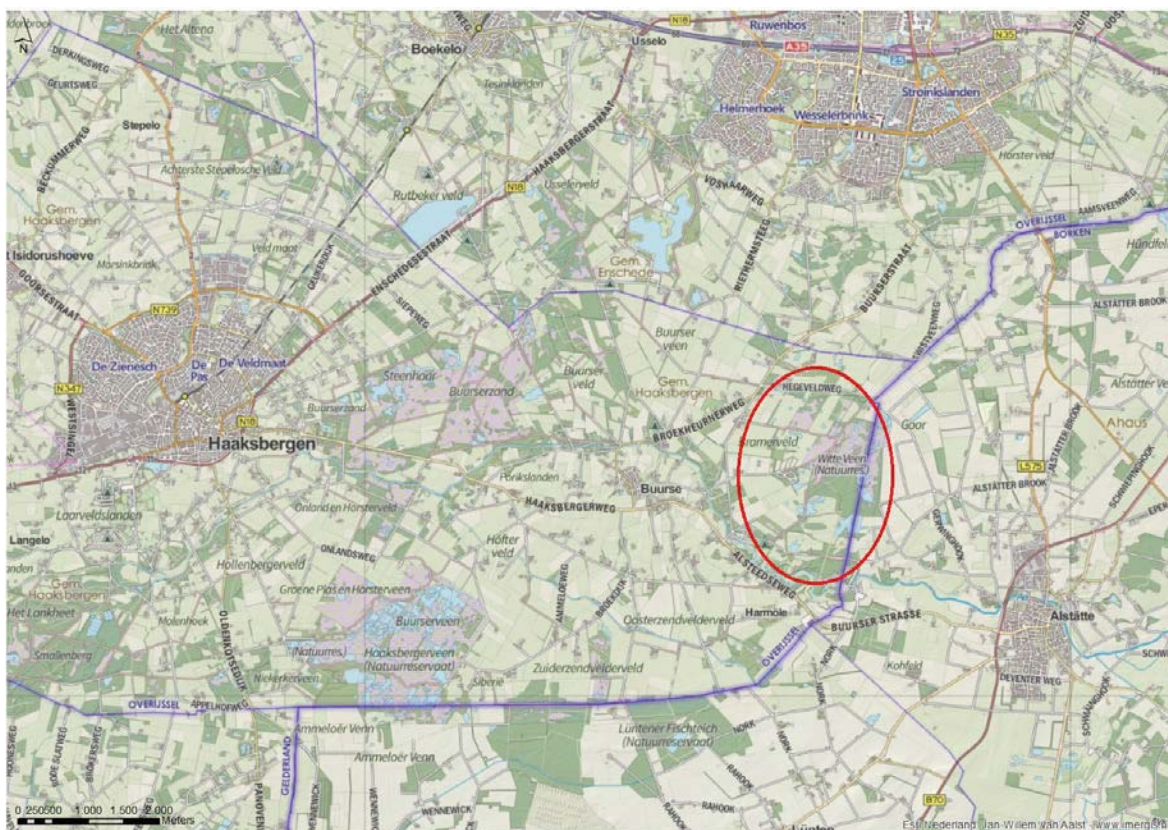
INHOUDSOPGAVE

1. Inleiding	1
1.1 Aanleiding	1
1.2 Aanpak bodemchemisch onderzoek	3
1.3 Aanpak hydrochemisch onderzoek	4
1.4 Leeswijzer	5
2. Natuurontwikkeling op voormalige landbouwgrond	7
2.1 Nutriëntenlimitatie	7
2.2 Fosfaatbeschikbaarheid	7
2.3 Verschrappingsmaatregelen	8
2.4 Aanvullende (beheer)maatregelen	10
2.5 Uitspoeling van fosfaat en nitraat naar het grondwater	10
3. Materiaal en methoden	13
3.1 Veldwerkzaamheden bodemonderzoek voormalige landbouwgronden	13
3.2 Veldwerkzaamheden referentiemetingen	17
3.3 Hydrochemisch onderzoek	22
3.4 Chemische analyse	25
4. Resultaten bodemchemisch onderzoek	27
4.1 Inleiding	27
4.2 Bodemchemie	27
4.3 Risico op uit- en afspoeling van fosfaat	31
4.4 Kansen voor de natuurontwikkeling	33
4.5 Referentiemetingen Witte Veen	64
4.6 Aanvullende maatregelen	65
5. Resultaten HYDROchemisch onderzoek	69
5.1 Inleiding	69
5.2 Grondwaterkwaliteit	69
5.3 Oppervlaktewaterkwaliteit	81
6. Conclusies en aanbevelingen	87
6.1 Belangrijkste conclusies	87
6.2 Aanbevelingen	88
7. Literatuur	89
8. Bijlagen	93

1. INLEIDING

1.1 Aanleiding

Het Natura 2000-gebied Witte Veen (Figuur 1) ligt in de provincie Overijssel en behoort tot het grondgebied van de gemeente Haaksbergen. Aangrenzend aan het Nederlandse deel van dit gebied ligt het Duitse Witte Venn. Het Witte Veen ligt op de zuidelijke uitlopers van de stuwwal van Oldenzaal en helt in westelijke richting af. De ondergrond wordt gekenmerkt door het zeer ondiep voorkomen van de hydrologische basis, die bestaat uit Tertiaire klei, plaatselijk afgedekt met keileem. Het dunne pakket fluvio-periglaciaire zanden en dekzanden wat op deze basis werd afgezet vormt het zeer dunne en enige watervoerende pakket onder het Witte Veen. In het Holoceen werden in de beekdalen sedimenten afgezet en vormde zich op natte plekken broekveen. Op de hoger gelegen gronden ontwikkelde zich in terreindepressies met een ondoorlatende bodem hoogveen. Het Witte Veen is in een dergelijk uitblazingsbekken ontstaan. Door vervening is het hoogveen grotendeels verdwenen: in de huidige situatie is alleen in het Witte Veen nog een veenpakket aanwezig. Ook hier resteert slechts een netwerk van dijkes met hoogveenputjes, waarin secundaire hoogveengroei plaatsvindt (Bell & van 't Hullenaar, 2004).



Figuur 1. Overzicht van de globale ligging van het onderzoeksgebied.

Dankzij de aanwezigheid van de slecht doorlatende ondergrond en de beperkte dikte van het watervoerende zandpakket komen in het gebied op uitgebreide schaal vochtige tot natte omstandigheden voor. Door de ligging in een depressie in de zandondergrond en toevoer van grondwater vanuit de westelijke en zuidelijke dekzandruggen zijn in het hoogveengebied extra natte omstandigheden aanwezig (Natuur en Milieu, 2016).

.....

Het habitatype vochtige heiden, hogere zandgronden (H4010A) komt met name voor in het middengedeelte van het gebied. Het habitatype droge heiden (H4030) komt vooral aan de noordkant en in het zuiden van het gebied voor. In het centrale deel van het gebied komen actieve hoogvenen (heideveentjes) H7110B voor. Vochtige heiden (H4010A) komen verspreid door het gebied voor. Op één locatie komt het habitatype H3160 Zure vennen voor (in een complex met vochtige heiden en heideveentjes). Op één locatie komt een kleine oppervlakte hoogveenbos (H91D0) voor (Natuur en Milieu, 2016). Het habitatype zwakgebufferde vennen (H3130) is aanwezig aan de westkant en in het zuidelijke deel van het gebied.

Binnen het huidige natuurgebied Witte Veen ligt een grote oppervlakte voormalige landbouwgronden waarvan de fosfaatrijke bovengrond niet is verwijderd en waar ook op andere wijze geen verschraling van de bodem heeft plaatsgevonden (het gebied wordt alleen begraasd met Schotse Hooglanders). Deze percelen zijn op de beheertypenkaart aangemerkt als kruiden- en faunarijk grasland. In deze gebieden zijn voedselrijke graslandvegetaties aanwezig waarin *Pitrus* vaak domineert (Figuur 2).



Figuur 2. *Pitrus*ontwikkeling op voormalige landbouwgronden in het Witte Veen. Foto: Jan Vermeer.

De aanwezigheid van de fosfaatrijke bovengrond vormt niet alleen een knelpunt voor de ecologische ontwikkeling van de betreffende gebieden zelf, maar ook voor de vennen / plassen die in deze gebieden liggen, aangezien de vennen vanuit deze gronden gevoed worden. Het betreft hierbij op een aantal plekken habitatype H3130 (zwakgebufferde vennen). Zodoende staat het duurzaam behoud / herstel hiervan onder druk.



Figuur 3. Ven met verruigde oevers in het Witte Veen Foto: Mark van Mullekom.

Het verschraken van de voedselrijke bodems is enerzijds in het belang van een duurzaam behoud / herstel van de zwak gebufferde vennen en anderzijds voor benutting van de potenties van de voormalige landbouwgronden (en meer specifiek voor het op grote schaal ontwikkelen van gradiënten van goed ontwikkelde vochtige heide via vochtig schraalland / vochtig heischraal grasland naar zwak gebufferde vennen).

De gemeente Haaksbergen heeft bureau Bell Hullenaar opdracht verleend voor het uitvoeren van een aanvullende ecohydrologische systeemanalyse en het opstellen van een maatregelenplan voor het Witte Veen. Het betreft hierbij een gedeelte van maatregel M22 uit de Natura 2000 Gebiedsanalyse voor de PAS Witte Veen. Als onderdeel van deze ecohydrologische systeemanalyse heeft Onderzoekcentrum B-WARE een bodem- en hydrochemisch onderzoek uitgevoerd in het Witte Veen. De resultaten van dit onderzoek worden door Ecohydrologisch Adviesbureau Bell Hullenaar verwerkt in de ecohydrologische systeemanalyse en het maatregelenplan.

1.2 Aanpak bodemchemisch onderzoek

De fosfaatrijkdom van de bodem is bepaald aan de hand van een bodemchemisch onderzoek in voormalige landbouwgronden met een oppervlakte van 93 ha. Daarnaast is bepaald op welke locaties een geschikte uitgangssituatie voor soortenrijke (natte) natuurtypen gerealiseerd kan worden en welke verschrakingsmaatregelen daarvoor noodzakelijk zijn. Op 50 locaties in het gebied zijn daarvoor op verschillende diepten bodemonsters verzameld en chemisch geanalyseerd. Het accent dient daarbij te liggen in de zone met potenties voor herstel/ontwikkeling van vochtige/natte natuur, met daarbij specifieke aandacht voor de zones die de waterkwaliteitsontwikkeling van de vennen negatief kunnen beïnvloeden, vanwege de uitspoeling van fosfaat en/of de toestroming van fosfaatrijk water naar vennen. Op 36 locaties zijn aanvullende boringen verricht om meer inzicht te krijgen in de ruimtelijke variatie in de bodemopbouw.

.....

In combinatie met het onderzoek op de voormalige landbouwgronden zijn ook op een aantal plekken waar al een goede ontwikkelde doelvegetatie aanwezig is referentiemonsters genomen van de toplaag. Ook zijn enkele onderwaterbodems/oever van vennen bemonsterd.

Concreet worden de volgende onderzoeksvragen beantwoord:

- o Wat zijn de P-concentraties in de toplaag en onderliggende bodemlagen en hoe lang duurt het om deze te verschrallen door middel van maaien en afvoeren?
- o Is er op basis van de gemeten P-concentraties sprake van een risico op P-uitspoeling of -afspoeling naar het grondwater of oppervlaktewater?
- o Tot op welke diepte is de bodem verrijkt met fosfor, wat is de eventueel benodigde plagdiepte?
- o Welke natuurpotenties zijn er op basis van de bodemchemie, het bodemtype en de hydrologische omstandigheden en wat is de benodigde inrichtingsmaatregel? Kunnen er soortenrijke P-gelimiteerde natuurtypen worden ontwikkeld of dienen de ambities te worden bijgesteld?
- o Welke aanvullende inrichtingsmaatregelen worden aanbevolen? Denk hierbij aan praktische maatregelen bij de omvorming van voormalige landbouwgronden naar natuur.

1.3 Aanpak hydrochemisch onderzoek

Om de ruimtelijke variatie in grondwaterkwaliteit vast te stellen (vooral gericht op nutriënten en de mate van buffering) werden in totaal 80 peilbuizen bemonsterd op 49 locaties (diepe en ondiepe buizen). Op 4 locaties in de hoogveenkern werden tevens 7 poriewatermonsters verzameld. Op 17 locaties is het oppervlaktewater bemonsterd en geanalyseerd. Hiermee wordt duidelijk of de grondwaterkwaliteit kansen biedt of juist een knelpunt vormt voor de beoogde natuurontwikkeling.

Concreet worden de volgende onderzoeksvragen beantwoord:

- Vormt het grondwater qua nutriëntenconcentraties en buffering een kans of juist een knelpunt voor de beoogde natuurontwikkeling?
- Wat is de ruimtelijke variatie in grondwaterkwaliteit?
- Is de poriewaterkwaliteit in de hoogveenkern gunstig voor verder hoogveenontwikkeling?
- Wat is de oppervlaktewaterkwaliteit van de vennen?
- Welke factoren zijn van invloed op de aangetroffen grond- en oppervlaktewaterkwaliteit en hoe kan deze worden geoptimaliseerd voor het beoogde natuurherstel?

.....

1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt ingegaan op de problemen bij en kansen voor natuurontwikkeling op voormalige landbouwgronden en in hoofdstuk 3 worden de toepaste onderzoeksmethoden beschreven. In hoofdstuk 4 worden de resultaten van het bodemchemisch onderzoek gepresenteerd, de kansen voor de natuurontwikkeling en welke (inrichtings)maatregelen daarvoor nodig zijn. Hoofdstuk 5 bevat de resultaten van het hydrochemisch onderzoek. In hoofdstuk 6 staan de belangrijkste conclusies en aanbevelingen beschreven. In hoofdstuk 7 staat een overzicht van de gebruikte literatuur, gevolgd door de bijlagen (bodemprofielbeschrijvingen) in hoofdstuk 8.

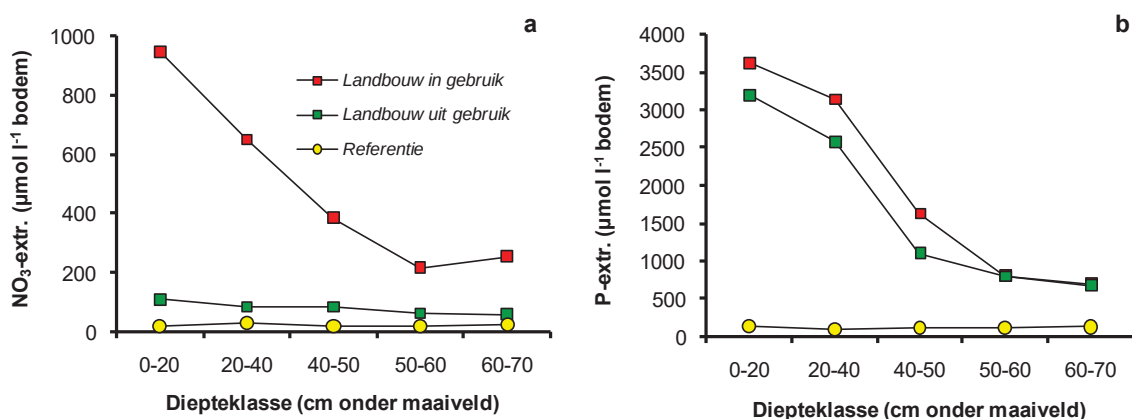
Dit onderzoek is gericht op het in kaart brengen van de vershralingsmogelijkheden en natuurpotenties op basis van de bodemchemische omstandigheden en het bodemtype. Daarnaast is de grondwaterkwaliteit van invloed op de natuurontwikkelingsmogelijkheden. De (variatie in) grondwaterstanden is eveneens van invloed op de natuurtypen die tot ontwikkeling kunnen komen. 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 bodemchemie. Ook andere factoren zoals het beschikbare budget, het ambitieniveau en de ruimtelijke/landschappelijke waarden spelen een belangrijke rol. Een ontgroning kan bijvoorbeeld een geschikte maatregel zijn om de biogeochemische omstandigheden te optimaliseren, maar dient altijd te worden getoetst op de inpassing in het systeem. Deze (geo)hydrologische aspecten worden door Bell Hullenaar verwerkt in een integraal advies/inrichtingsplan.

.....

2. NATUURONTWIKKELING OP VOORMALIGE LANDBOUWGROND

2.1 Nutriëntenlimitatie

De kansen op een goede natuurontwikkeling op voormalige landbouwgronden wordt sterk bepaald door de beschikbaarheid van fosfor (P) (Lamers e.a., 2005). Stikstoflimitatie is moeilijk te bereiken vanwege de nog steeds hoge stikstofdepositie en ook omdat onder relatief stikstofarme omstandigheden stikstofbindende soorten zich sterk uitbreiden. Na beëindiging van het agrarische gebruik neemt de stikstofbeschikbaarheid vaak sterk af als gevolg van nitraatuitspoeling en denitrificatie (Figuur 4; Lamers e.a., 2005; Smolders e.a., 2006).

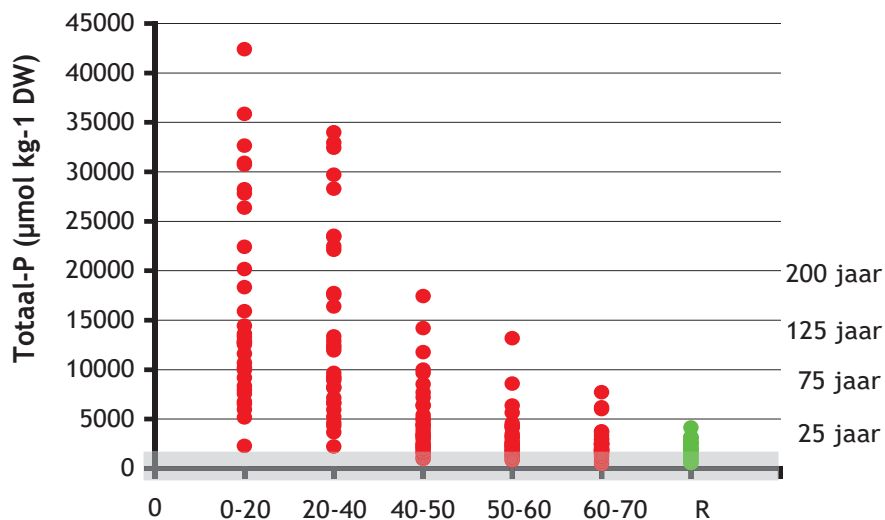


Figuur 4. Nitraat- (a) en fosfaatconcentratie (b) op verschillende dieptes (in cm onder maaiveld) in de bodem van percelen in landbouwkundig gebruik, van percelen die sinds 5-10 jaar niet meer in landbouwkundig gebruik zijn en van natuurgebieden (referentie). Nitraat verdwijnt uit de bodem wanneer de 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).

2.2 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 4; 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 5. 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).

2.3 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

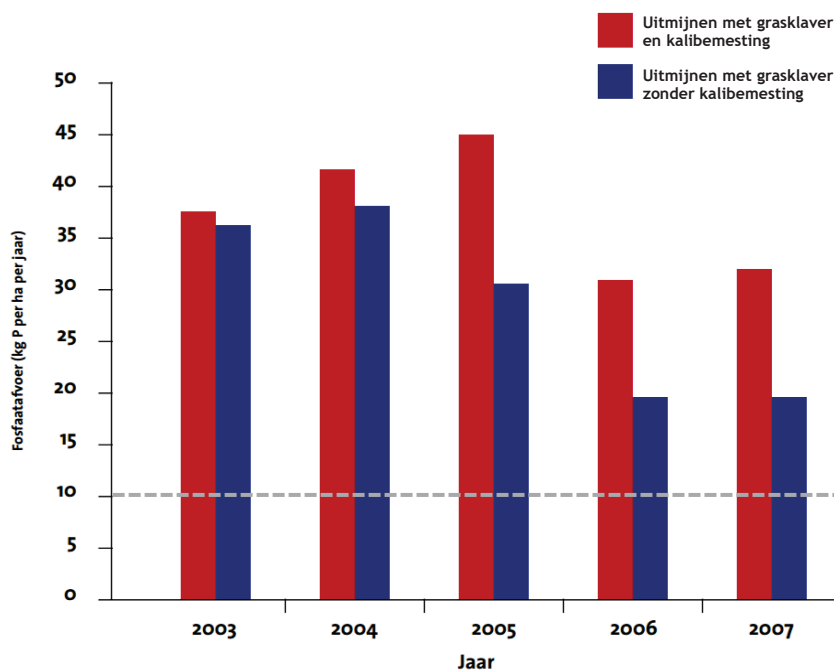
Bij extensieve begrazing worden nutriënten opgenomen door grazers. Via mest en urine komen ze dan elders weer vrij. Probleem hiervan is echter dat dit vooral leidt tot herverdeling van nutriënten binnen het gebied en veel minder tot de afvoer van nutriënten. Daarnaast worden bepaalde soorten als Pitrus (*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 5, 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 dan 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 6. 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 ontgroning 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 ontgroning van de fosfaatrijke toplaag (zeker in combinatie met vernatting) kan alsnog verrijking met nutriënten plaatsvinden.

2.4 Aanvullende (beheer)maatregelen

Na het verwijderen van de P-verrijkte toplaag is het vaak nodig om nog een aantal jaren aanvullend verschrallingbeheer te plegen door middel van maaien en afvoeren. Begrazen houdt het terrein wel open maar leidt nauwelijks of niet tot een verdere verschralling 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 inzijs op aanzienlijke afstand. Een bijkomend voordeel van verschrallen 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.

2.5 Uitspoeling van fosfaat en nitraat naar het grondwater

De kwaliteit van natte natuurgebieden kan eveneens worden verbeterd door middel van externe maatregelen. Dit zijn maatregelen die bijvoorbeeld op aangrenzende landbouwgronden noodzakelijk zijn. Deze noodzaak kan onder meer zijn ingegeven door de vermestende invloed van deze landbouwgronden op de natuur door middel van uitspoeling naar het grondwater. Verlaging van de P- en N-concentraties in de toplaag door middel van een verschrallingsbeheer en/of het verminderen/stoppen van bemesting zal leiden tot lagere concentraties in de toplaag, daarmee (op termijn) ook tot lagere concentraties in de diepere bodemlagen en daarmee ook tot verminderde uitspoeling naar het grondwater. Hierbij dient te worden opgemerkt dat nitraat relatief mobiel is en fosfaat relatief immobiel. Wanneer de stikstofbemesting wordt verminderd zal de nitraatuitspoeling al relatief snel verminderen (Figuur 4). Fosfor spoelt relatief langzaam

.....

uit. Na het verminderen van de P-bemesting zal vanuit P-verzadigde bodems de uitspoeling van fosfaat naar diepere bodemlagen (en het grondwater) nog voor langere tijd (vermoedelijk decennia) door gaan. Met behulp van een uitmijnbeheer kan de P-verzadiging van de toplaag van de bodem worden verlaagd waardoor de P-uitspoeling sneller afneemt.

Het risico op P-uitspoeling kan worden vastgesteld door de fosfaatverzadigingsgraad (FVG) van een bodem te meten. Als in het deel van het bodemprofiel boven de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) de FVG hoger is dan 25% bestaat kans op uitspoelen van fosfaat en wordt de bodem als fosfaatverzadigd beoordeeld (Schoumans, 2004; Schoumans e.a., 2008). Bij lagere waarden is dit risico minder groot. Uit recent onderzoek in de omgeving van Oldenzaal (van Mullekom & Smolders, 2017) blijkt dat de grenswaarde van een fosfaatverzadigingsgraad van 25% overeen komt met $\pm 1900 \mu\text{mol/l}$ Olsen-P ($R^2 = 0,86$) en $8,6 \text{ mmol/kg}$ P-oxalaat ($R^2 = 0,92$). In plaats van de FVG kunnen dus ook andere P-gerelateerde bodemvariabelen een goede indicatie geven voor de mate waarin de bodems P- verzadigd zijn.

.....

3. MATERIAAL EN METHODEN

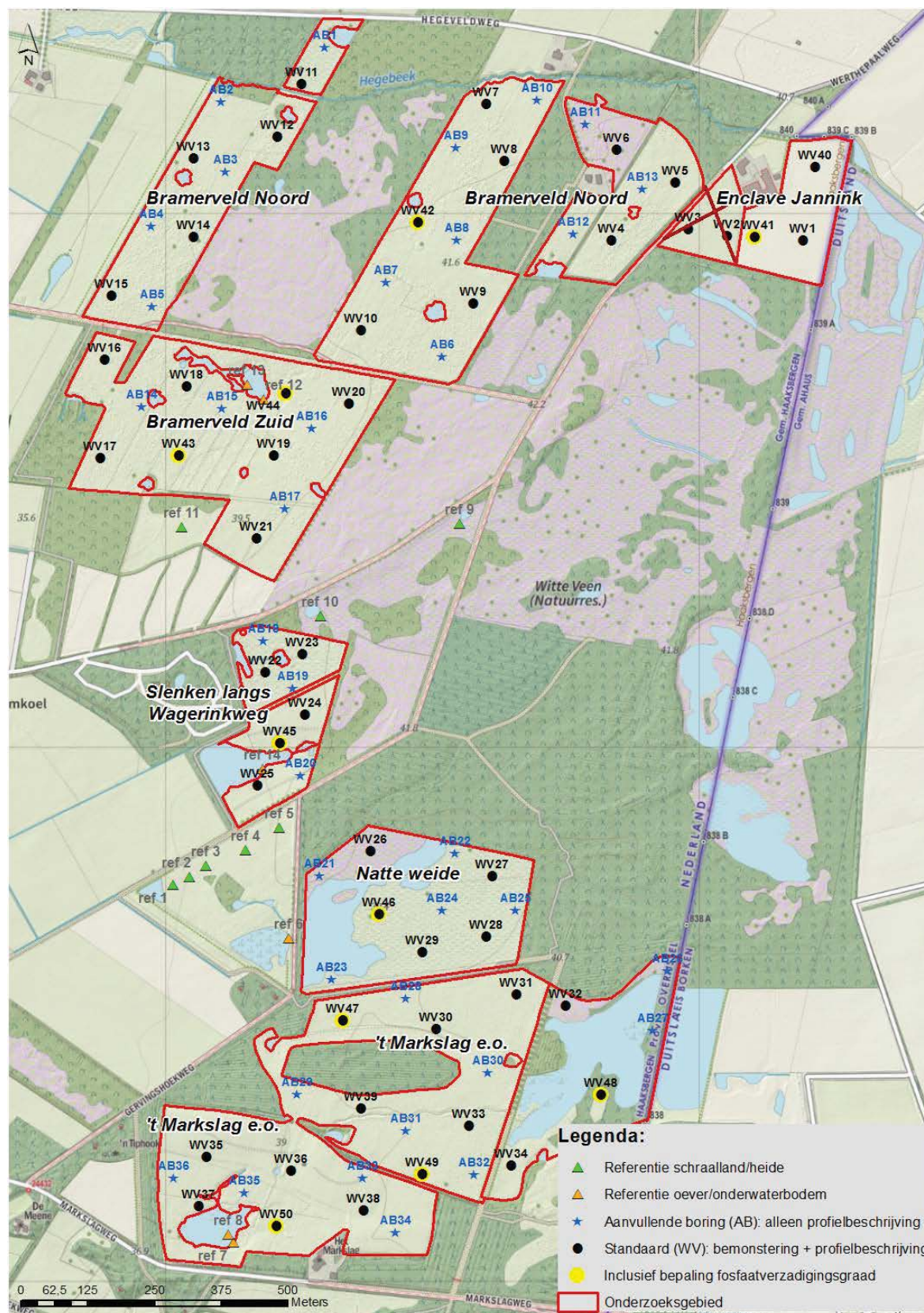
3.1 Veldwerkzaamheden bodemonderzoek voormalige landbouwgronden

Op 26-29 juni 2017 werden voor het bodemchemisch onderzoek op 84 locaties ondiepe boringen (tot 150 cm onder maaiveld) gezet. Voor 2 beoogde locaties in de enclave Jannink is uiteindelijk geen toestemming gekregen voor het onderzoek. De locaties werden geselecteerd op basis van de actuele perceelverdeling en hoogteverschillen in het landschap. Voor de exacte ligging van de boorlocaties en de verdeling van de locaties over de 6 deelgebieden zie Figuur 7 (topografische kaart) en Figuur 8 (hoogtekaart). De boringen werden verricht met een Edelmanboor en de exacte boorlocaties werden ingemeten met een GPS (zie Tabel 1). 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 1).

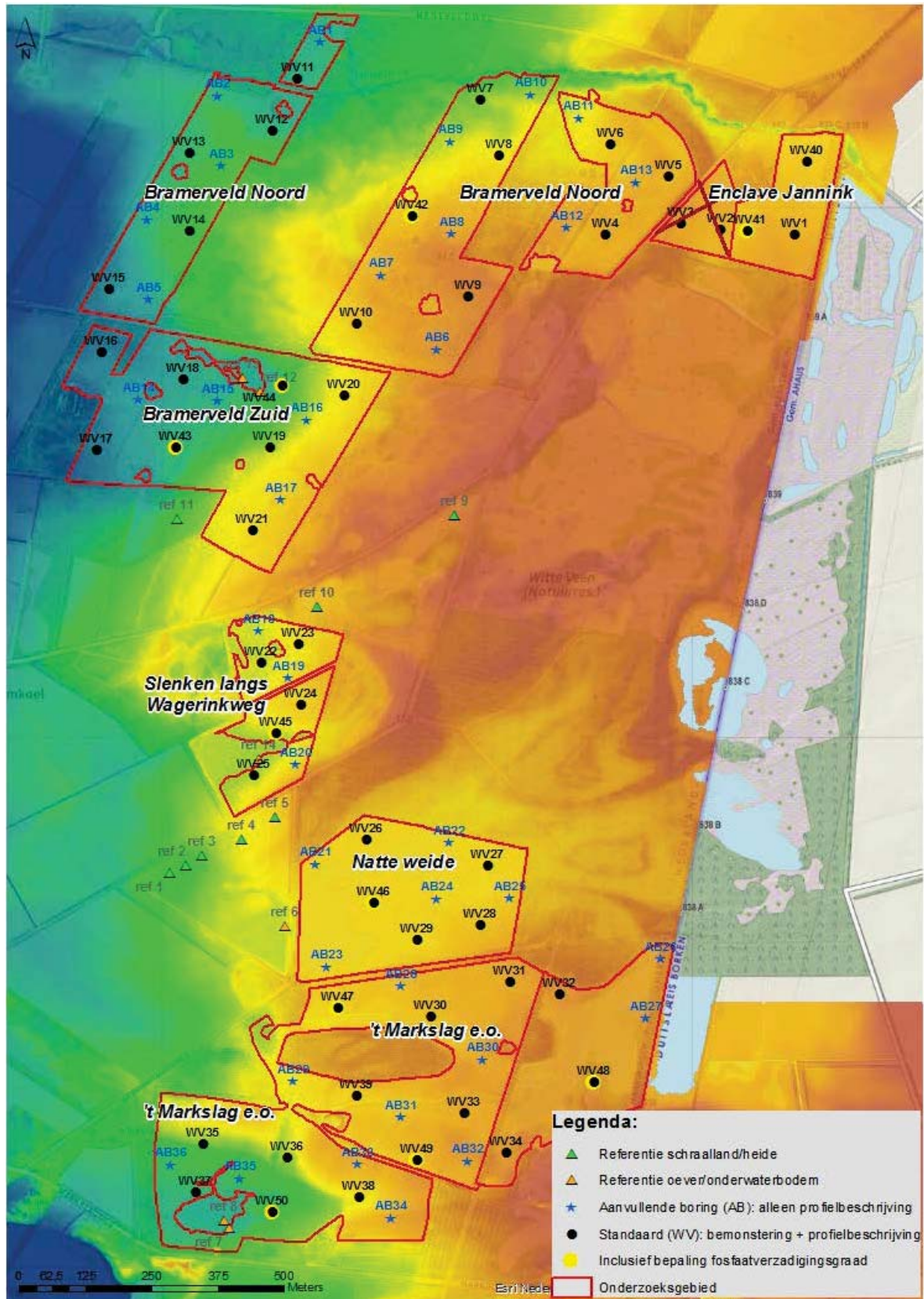
Op 48 locaties (WV1-50, met uitzondering van WV2 en WV-3) werden op 4 dieptes bodemonsters verzameld, waarbij de volgende bemonsteringsstrategie werd gehanteerd:

- toplaag (0-20 cm-mv);
- restant bouwvoor;
- 0-10 cm onder de bouwvoor en
- 10-20 cm onder de bouwvoor;

Bij het veldwerk werd op een aantal locaties van deze bemonsteringsstrategie afgeweken op basis van het aangetroffen bodemprofiel. De bodemonsters werden in afgesloten potten vervoerd naar het lab en bewaard bij 4°C tot verdere verwerking. In totaal werden op de voormalige landbouwgronden 194 bodemonsters verzameld en geanalyseerd.



Figuur 7. Topografische kaart met de ligging van de 84 boorlocaties (op 48 locaties heeft bemonstering plaatsgevonden), de 10 referentielocaties en de 6 deelgebieden in het Witte Veen. Voor 2 beoogde locaties is geen toestemming voor het onderzoek gegeven. Op de gele locaties werd tevens de fosfaatverzadigingsgraad gemeten. De nummering van de boorlocaties komt overeen met de XY-coördinaten in Tabel 1.



Figuur 8. Hoogtekaart met de ligging van de monsterlocaties en de 6 deelgebieden in het Witte Veen.

Tabel 1. XY-coördinaten, landgebruik (type: GS = grasland, AK = akker, WE = weiland, BR = braak/bestaand natuurgebied), actuele grondwaterstand (GWS; 26-29 juni 2017), gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) en gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG). Voor ligging van de locaties zie Figuur 7.

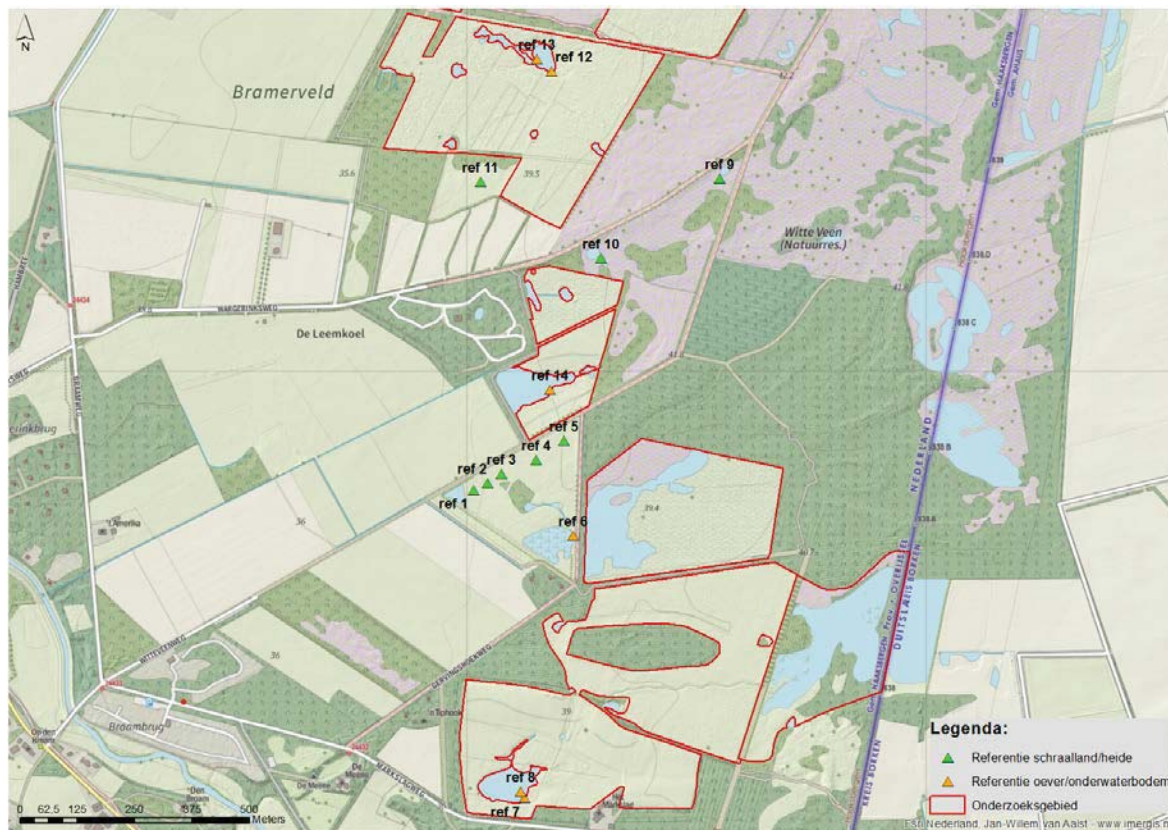
Code	X	Y	Type	GWS	GLG	GHG	Code	X	Y	Type	GWS	GLG	GHG
WV-01	257193	463950	AK	130	-	90	AB-01	256297	464313	GS	130	140	75
WV-04	256834	463950	GS	90	100	30	AB-02	256104	464211	GS	150	-	95
WV-05	256955	464059	GS	120	130	75	AB-03	256112	464079	GS	140	-	80
WV-06	256843	464120	GS	110	120	50	AB-04	255972	463978	GS	130	150	85
WV-07	256600	464205	GS	150	140	80	AB-05	255974	463827	BO	120	140	60
WV-08	256634	464099	GS	140	150	60	AB-06	256517	463733	GS	120	130	80
WV-09	256576	463833	GS	120	130	60	AB-07	256412	463872	GS	120	130	60
WV-10	256365	463782	GS	130	140	80	AB-08	256545	463951	GS	140	140	80
WV-11	256254	464243	GS	100	120	50	AB-09	256544	464125	GS	140	150	80
WV-12	256208	464145	GS	150	-	110	AB-10	256696	464213	GS	135	135	80
WV-13	256051	464104	GS	130	150	80	AB-11	256786	464169	GS	100	105	40
WV-14	256051	463956	GS	130	140	80	AB-12	256763	463963	GS	130	130	75
WV-15	255898	463846	GS	150	-	85	AB-13	256893	464048	GS	110	120	60
WV-16	255885	463726	GS	140	150	80	AB-14	255953	463639	GS	140	-	45
WV-17	255876	463542	GS	110	130	60	AB-15	256105	463636	GS	150	150	50
WV-18	256038	463676	GS	-	-	60	AB-16	256272	463599	GS	135	140	75
WV-19	256202	463548	GS	130	140	85	AB-17	256223	463449	GS	140	150	100
WV-20	256343	463645	GS	120	140	70	AB-18	256182	463201	GS	110	120	70
WV-21	256177	463393	GS	130	150	90	AB-19	256237	463112	GS	-	-	-
WV-22	256185	463142	GS	60	90	10	AB-20	256251	462949	GS	130	130	100
WV-23	256255	463175	GS	-	140	50	AB-21	256288	462761	GS	100	130	40
WV-24	256261	463061	GS	-	130	55	AB-22	256541	462802	GS	120	130	60
WV-25	256171	462930	GS	-	120	45	AB-23	3E+06	462567	GS	90	120	30
WV-26	256383	462806	GS	-	130	40	AB-24	256517	462695	GS	110	130	70
WV-27	256612	462759	GS	-	130	75	AB-25	256655	462697	GS	110	130	70
WV-28	256600	462646	GS	-	140	70	AB-26	256940	462583	BR	50	70	30
WV-29	256480	462617	GS	-	120	30	AB-27	256912	462471	BO	40	90	10
WV-30	256507	462473	GS	-	130	70	AB-28	256449	462531	GS	140	-	75
WV-31	256656	462538	GS	-	130	75	AB-29	256246	462352	GS	130	130	60
WV-32	256749	462516	GS	-	130	60	AB-30	256603	462392	GS	110	130	60
WV-33	256568	462292	GS	-	110	65	AB-31	256450	462284	GS	130	130	85
WV-34	256648	462216	BO	-	130	70	AB-32	256577	462200	GS	140	150	90
WV-35	256075	462234	GS	-	-	115	AB-33	256369	462195	GS	140	150	110
WV-36	256234	462207	GS	-	130	70	AB-34	256430	462093	GS	-	-	-
WV-37	256061	462141	GS	-	110	50	AB-35	256147	462168	GS	100	130	70
WV-38	256370	462133	GS	-	-	120	AB-36	256015	462194	GS	120	130	90
WV-39	256365	462325	GS	-	140	80							
WV-40	257217	464088	AK	-	-	80							
WV-41	257104	463957	AK	-	130	60							
WV-42	256471	463984	GS	-	130	60							
WV-43	256024	463547	GS	-	150	50							
WV-44	256225	463664	GS	-	110	60							
WV-45	256214	463009	GS	-	120	60							
WV-46	256399	462687	GS	-	130	60							
WV-47	256331	462489	GS	-	130	70							
WV-48	256815	462350	GS	-	100	20							
WV-49	256479	462202	GS	-	150	60							
WV-50	256207	462105	GS	-	130	70							

3.2 Veldwerkzaamheden referentiemetingen

Op 30 mei 2017 werden door Onderzoekcentrum B-WARE op 14 locaties (Figuur 9) referentiemonsters verzameld van de toplaag. Het betrof 8 goede ontwikkelde heiden en natte schraallanden en 7 onderwaterbodems in vennen (Tabel 2). Jan-Willem van 't Hullenaar was eveneens aanwezig bij deze monsternamen.

Tabel 2. Overzicht referentielocaties (Ref1 t/m Ref14) in het Witte Veen. Voor ligging van de locaties zie Figuur 7 en Figuur 9.

Nr	X	Y	Type	Dominante soorten	Diepte	Bodemtype
Ref.1	256013	462743	nat schraalland	Schildereprijs, Gewone waterbies, Moeraswalstro, Waternavel	0-15	zand
Ref.2	256044	462758	nat schraalland	Veldrus, Echte koekoeksbloem, Moerashertshooi, Zwarte zegge, Geelgroene zegge	0-15	zand
Ref.3	256074	462778	vochtige heide	Moeraskartelblad, Moerasrolklaver, Gewone dophei, Struikhei, opslag Berk	0-15	zand
Ref.4	256149	462807	vochtige heide	Gewone dophei., Bruine snavelbies, Ronde zonnedaauw, Struikhei, opslag Berk	0-15	humeus zand
Ref.5	256211	462850	droge heide	Struikhei, Veldrus, Haarmos, opslag Berk	0-15	humeus zand
Ref.6	256230	462643	voedselrijke plas	Haaksterrenkroos, Moerashertshooi, Waterpostelein, Vergeet-me-nietje (bij OW8)	0-15	waterbodembodem, zand?
Ref.7	256125	462073	zwak gebufferd ven	Moerashertshooi, Duizendknoopfontein, Holpijp, Riet, Pitrus	0-15	waterbodembodem, zand?
Ref.8	256116	462087	zwak gebufferd ven	Holpijp, Moerashertshooi	0-15	waterbodembodem, zand?
Ref.9	256549	463419	vochtige heide	Gewone dophei, Zwarte zegge, Veenpluis, Bruine snavelbies, Veenbies, Moeraswolfsklauw, veenmosses, opslag Berk/Den	0-15	humeus zand
Ref.10	256290	463246	vochtige heide	Gewone dophei, Veenpluis, Ronde zonnedaauw, veenmosses, Pijpenstrootje	0-15	humeus zand
Ref.11	256028	463413	nat schraalland	Gevlekte orchis, Ronde zonnedaauw, Koningsvaren, Geelgroene zegge, opslag Berk	0-15	zand
Ref.12	256183	463653	zwak gebufferd ven	zone met Pilvaren, Moerasvergeet-mij-nietje, Vlottende bies	0-15	blauw leem
Ref.13	256151	463679	zwak gebufferd ven	Lisdodde	0-15	blauw leem
Ref.14	256180	462960	zwak gebufferd ven	Oeverzone: Pitrus, Gele Iis, Moerasvergeet-mij-nietje, Holpijp	0-15	waterbodembodem, zand?



Figuur 9. Topografische kaart met de ligging van de referentielocaties (Ref1 t/m Ref14) in het Witte Veen.



Figuur 10. Foto van referentielocatie 3 (boven) en 4 (onder). Voor ligging van de referentielocaties zie Figuur 9. Foto's: Mark van Mullekom.



Figuur 11. Foto van referentielocatie 6 (boven; OW8) en 8 (onder; OW13). Voor ligging van de referentielocaties zie Figuur 9. Foto's: Mark van Mullekom.



Figuur 12. Foto van referentielocatie 10 (boven) en 11 (onder). Voor ligging van de referentielocaties zie Figuur 9. Foto's: Mark van Mullekom.



Figuur 13. Foto van referentielocatie 12 (boven; OW5 - inlage: Pilvaren) en 14 (onder; OW16). Voor ligging van de referentielocaties zie Figuur 9. Foto's: Mark van Mullekom.

3.3 Hydrochemisch onderzoek

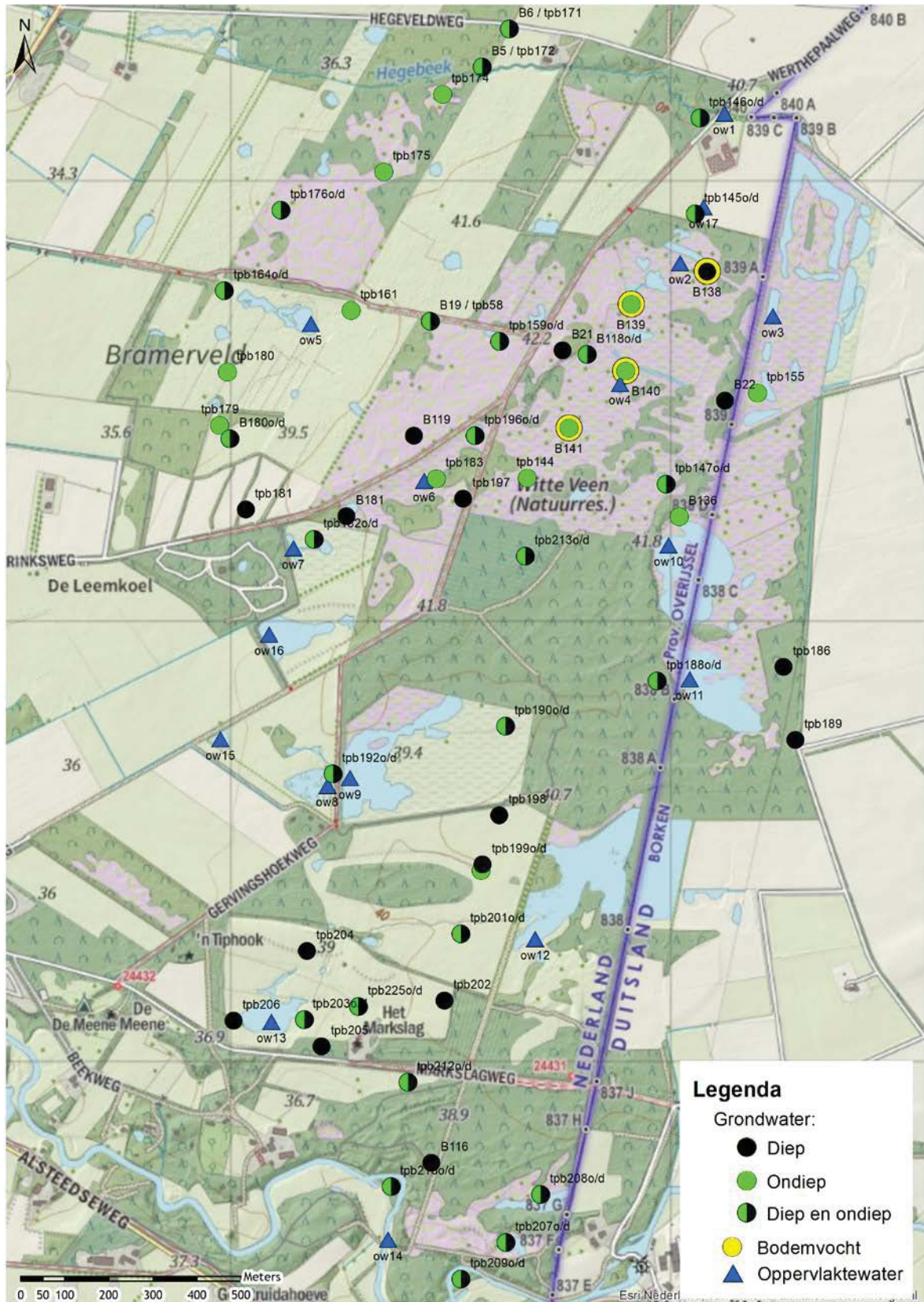
Ter ondersteuning van de ecohydrologische systeemanalyse van Bell-Hullenaar heeft een onderzoek plaatsgevonden naar de grond- en oppervlaktewaterkwaliteit in het Witte Veen. De bemonstering heeft plaatsgevonden op 21, 22 en 23 februari 2017. Het betrof door Bell-Hullenaar geplaatste (tijdelijke) peilbuizen en peilbuizen van de Provincie Overijssel.

Op vier locaties (B138-B141) werd met poreuze cups bodemvocht uit het veenpakket verzameld op 2 dieptes (15 en 70 cm-mv). Op 17 locaties werd een oppervlaktewatermonster verzameld.

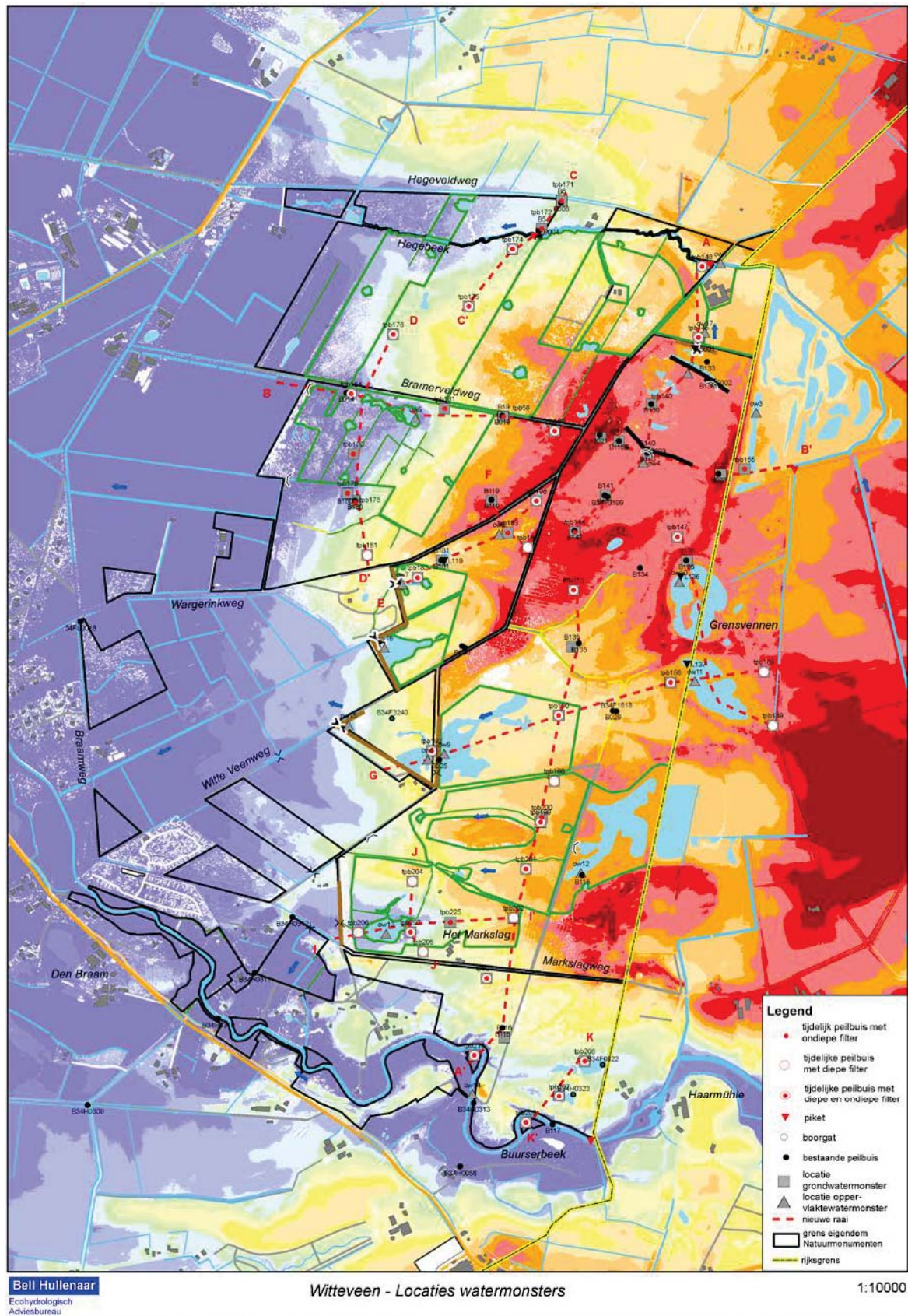


Figuur 14. Foto van peilbuis B141 (links) en tpb139 (rechts). Foto's: Mark van Mullekom.

In totaal zijn 104 watermonsters geanalyseerd. In paragraaf 3.4 worden de analyses nader toegelicht.



Figuur 15. Overzicht van de grondwater- (ondiep: tot circa 100 cm-mv, diep: >100 cm-mv), oppervlaktewater- en bodemvochtlocaties in het Witte Veen.



Figuur 16. Hoogtekaart met de monsterlocaties en de raaien (A-A' t/m K-K') die door Bell-Hullenaar worden onderzocht in het kader van de ecohydrologische systeemanalyse. Bron: Bell-Hullenaar.

.....

3.4 Chemische analyse

Per bodemonmonster werden vervolgens 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 148 landbouwbodems en de 14 referentielocaties voor de mate van buffering en stikstofbelasting (o.a. pH, uitwisselbaar calcium en aluminium, indicatieve basenverzadiging, labiel gebonden P wat kan afspoelen, ammonium, nitraat). Hiermee kunnen tevens de natuurpotenties worden gespecificeerd. De Ca-NaCl concentratie (relevant voor de specificatie van de natuurpotenties) werd op basis van de correlatie tussen Ca-totaal en Ca-NaCl voor alle bodems berekend;
- Oxalaatextractie op een selectie van 10 locaties (40 bodems) ter bepaling van de P-ox concentratie en fosfaatverzadigingsgraad (de gele locaties in Figuur 7).

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 poriewaterbemonstersaars. 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 gedestruerd 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 supernatant 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.

Oxalaatextractie

Met een oxalaatextractie wordt de concentratie ijzer- en aluminiumgebonden fosfaat bepaald. Dit is de adsorptiecapaciteit aan amorf ijzer- en aluminiumhydroxiden. Op basis van de P-ox, Fe-ox en Al-ox wordt tevens de fosfaatverzadigingsgraad (FVG) berekend. Hiervoor wordt vers materiaal ingewogen overeenkomstig met 2,5 gram droog materiaal en met 50 ml extractiemedium ((COONH_4)₂·H₂O: 0,12 mol l^{-1} en H₂C₂O₄: 0,12 mol l^{-1}) uitgeschud op een schudmachine bij 105 r.p.m. De extracten worden gefilterd met behulp van rhizons en het filtraat wordt niet-aangezuurd bewaard bij 4 °C tot verdere analyse op de ICP-OES. Deze extractie werd uitgevoerd op een selectie van locaties.

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 (NO₃⁻) en ammonium (NH₄⁺) werden colorimetrisch bepaald met een Bran+Luebbe auto-analyzer III met behulp van respectievelijk salicylaatreagens en hydrazinesulfaat. Chloride (Cl⁻) en fosfaat (PO₄³⁻) 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.

4. RESULTATEN BODEMCHEMISCH ONDERZOEK

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de resultaten van het bodemchemisch onderzoek beschreven. In paragraaf 4.2 wordt de bodemchemie beschreven en in paragraaf 4.3 de risico's op de uit- en afspoeling van fosfaat. In paragraaf 4.4 worden de kansen voor de ontwikkeling van soortenrijke natuur besproken en welke maatregelen daarvoor noodzakelijk zijn. In paragraaf 4.5 worden de resultaten van enkele referentiemetingen in het Witte Veen besproken. Tenslotte worden in paragraaf 4.6 enkele algemene aandachtspunten bij natuurontwikkeling gegeven.

4.2 Bodemchemie

Algemeen

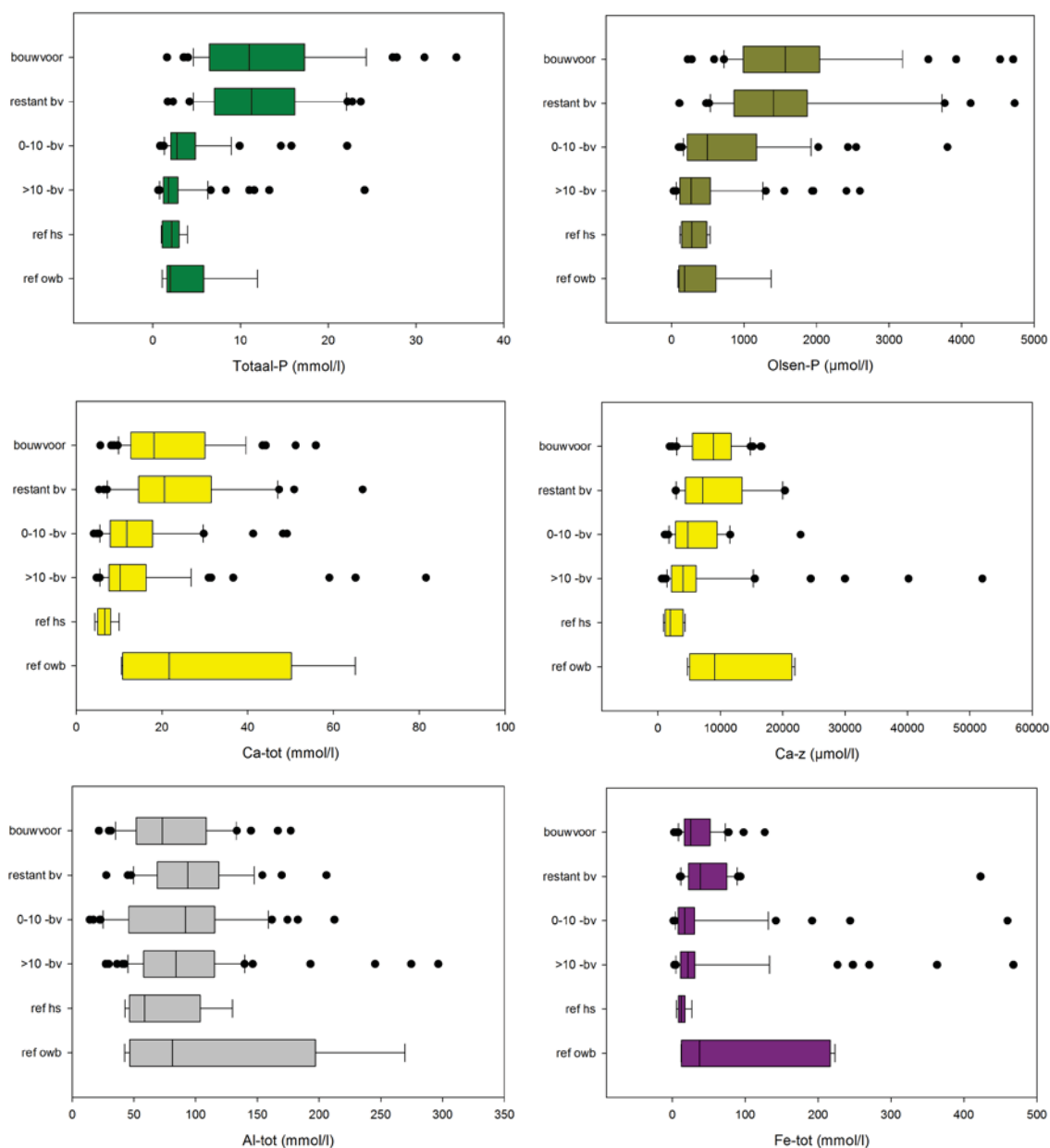
Voor het ontwikkelen van soortenrijke natuurtypen is het belangrijk dat de fosfaatbeschikbaarheid laag is. Voor het vaststellen van de fosfaatbeschikbaarheid van de bodem zijn de Olsen-P en totaal-P concentraties van belang, waarbij de Olsen-P concentratie een maat is voor de voor planten beschikbare 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.

Op de voormalige landbouwgronden in het Witte Veen werd op 48 locaties de bodemchemie van verschillende bodemlagen in beeld gebracht. Deze locaties liggen verspreid over 6 deelgebieden (Figuur 7). In Tabel 5 t/m Tabel 10 worden per deelgebied de bodemchemische data gegeven van de onderzochte locaties.



Figuur 17. Impressie van het onderzoeksgebied in het Witte Veen. Foto's: Mark van Mullekom.

De bodemopbouw in het onderzoeksgebied bestaat overwegend uit matig fijn en matig siltig zand. Lokaal is relatief ondiep (circa 50-100 cm-mv) de onderliggende keileemlaag aangetroffen (zie Bijlage 1).



Figuur 18. Boxplots van de Olsen-P, totaal-P, Ca-totaal, Ca-zout, Al-totaal en Fe-totaal concentraties van de geanalyseerde bodems. In de Boxplot is onderscheid gemaakt tussen de verschillende bodemlagen. 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.

In Figuur 18 worden boxplots gegeven voor een aantal belangrijke bodemchemische variabelen op verschillende diepten. De toplaag van de bouwvoor (overwegend zand) is licht tot matig verrijkt met plantbeschikbaar fosfaat (gemiddeld circa 1700 μmol Olsen-P/l bodem) en totaal-P (gemiddeld circa 13 mmol/l bodem) (Figuur 18). In het onderste deel van de bouwvoor zijn de Olsen-P en totaal-P concentraties vergelijkbaar met de concentraties in de toplaag van de bouwvoor. Er is dus geen duidelijke gradiënt in de bouwvoor aanwezig (Figuur 18). Direct onder de bouwvoor zijn de Olsen-P en totaal-P concentraties fors lager dan in de bouwvoor, zodat uitspoeling van fosfaat vanuit de bouwvoor beperkt is gebleven (Figuur 18), met uitzondering van enkele 'outliers'.

.....

De bodem in het onderzoeksgebied is zwak tot matig ijzerhoudend met een gemiddelde concentratie totaal-Fe van 45 mmol/l bodem (Figuur 18). De ijzerconcentratie zijn over het algemeen (beperkt) hoger in de bouwvoor (Figuur 18). Dit kan het gevolg zijn van de invloed van ijzerhoudende kwel (in het verleden). Als gevolg van de blootstelling aan zuurstof kan ijzer accumuleren in de toplaag.

De bodem in het onderzoeksgebied is zwak calciumhoudend met een gemiddelde concentratie totaal-Ca van 18 mmol /l bodem en $\pm 7.500 \mu\text{mol Ca-z/l}$ bodem (Figuur 18). Zowel de concentratie totaal-Ca als uitwisselbaar Ca (Ca-z) zijn het hoogste in de bouwvoor en nemen af met de diepte (Figuur 18). Dit is een indicatie dat het calcium afkomstig is van het agrarische gebruik (bekalking). De concentratie totaal-Al is gemiddeld 90 mmol/l bodem en is een maat voor de hoeveelheid lutum in de bodem. Er is geen duidelijke gradiënt in de concentraties totaal-Al aanwezig.

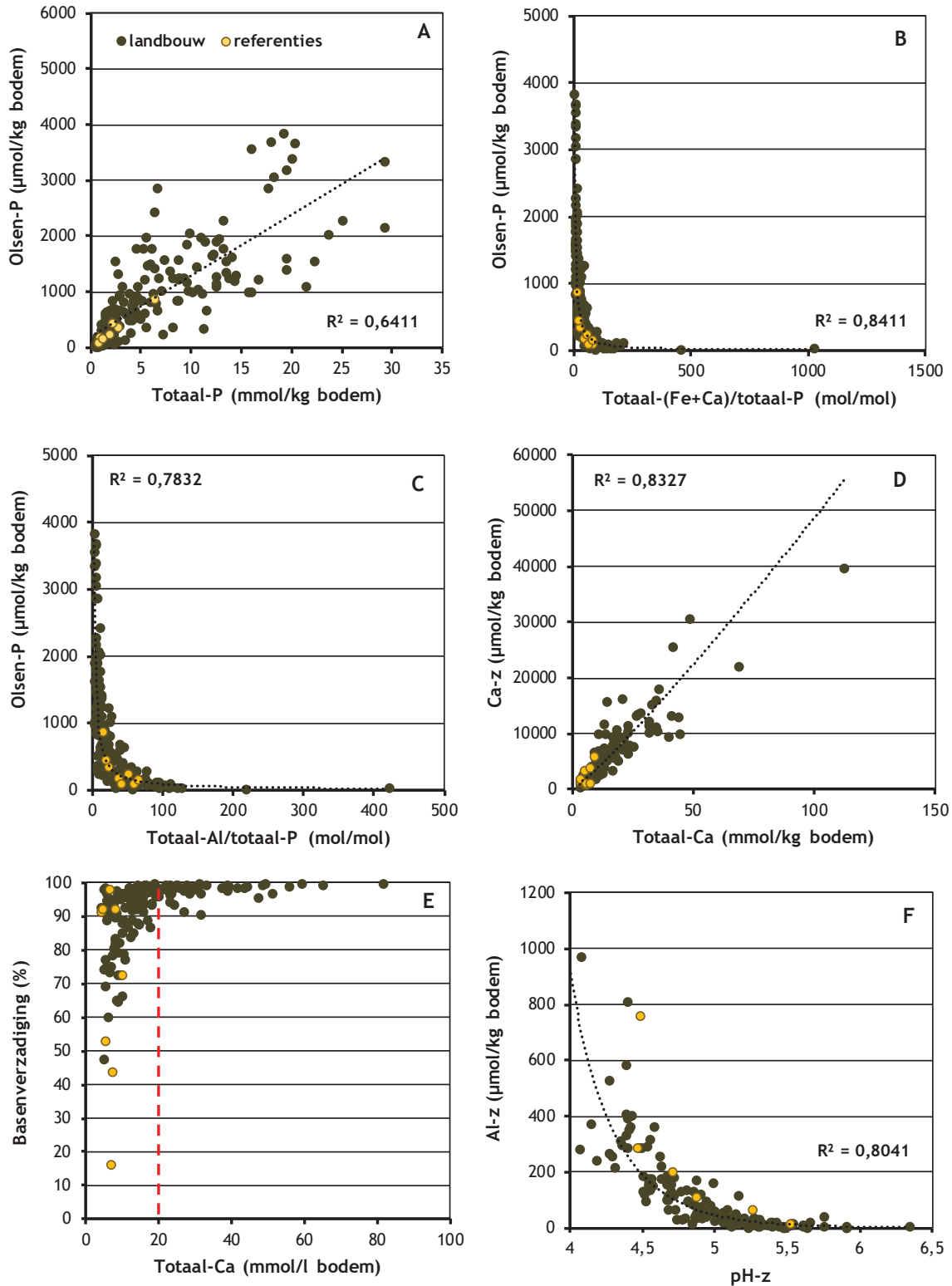
Voor de ontwikkeling van soortenrijke natuur is het niet alleen van belang dat de fosfaatconcentraties laag genoeg zijn, maar ook de concentratie stikstof mag niet te hoog zijn. De concentraties nitraat en ammonium zijn bepaald in de zoutextracten (Tabel 5 t/m Tabel 10). Op een aantal locaties zijn hoge tot zeer hoge nitraat- en/of ammoniumconcentraties ($>200 \mu\text{mol}$ per liter bodem) gemeten. De hoge stikstofconcentraties zijn het gevolg van de bemesting van de graslanden en akkers. Hoge stikstofconcentraties zijn vaak een minder groot probleem voor de beoogde natuurontwikkeling dan fosfaat. Nitraat is, in tegenstelling tot fosfaat, relatief mobiel en zal als gevolg van uitspoeling en nitrificatie- en denitrificatieprocessen op een natuurlijke manier uit het systeem verdwijnen (zie ook Figuur 4). De uitspoeling van nitraat naar het grondwater kan wel een effect hebben op de ijzerconcentratie van het grondwater. Nitraatrijk grondwater bevat over het algemeen namelijk nauwelijks ijzer doordat opgelost ijzer wordt geoxideerd door nitraat en neerslaat in de bodem. Ijzerrijk grondwater is vaak positief voor de ontwikkeling van natte natuurtypen omdat ijzer fosfaat kan immobiliseren.

De hoge concentratie labiel P dat in het zoutextract is gemeten (Tabel 5 t/m Tabel 10), indiceert ook dat er recentelijk met P is bemest. Zeer hoge P-z concentraties in de toplaag van de bodem ($> 100 \mu\text{mol/l}$ bodem) zijn gemeten op locatie 1 (Figuur 7). Hoge P-z concentraties ($>15 \mu\text{mol/l}$ bodem) zijn gemeten op locatie 11, 12, 24, 36, 37, 38, 40, 41 en 46.

Bodemcorrelaties

In Figuur 19A zijn de Olsen-P en totaal-P concentraties van de geanalyseerde bodems tegen elkaar uitgezet, waarbij onderscheid is gemaakt tussen de landbouwbodems en de referentielocaties (alleen heiden en schraallanden, geen onderwaterbodems). Als gevolg van verschillen in grondgebruik (bemestingsduur en -intensiteit), bodemtype en bodemchemie (variatie in ijzer- en/of calciumconcentraties), zijn er grote verschillen in Olsen-P en totaal-P concentraties aanwezig.

Fosfor wordt in bodems zeer effectief geïmmobiliseerd door adsorptie aan ijzer(hydr)oxiden en door de vorming van ijzerfosfaat zouten zoals $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$ (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.



Figuur 19. Correlaties tussen enkele relevante bodemchemische variabelen in het Witte Veen (referentielocaties: toplaag heide en schraalland).

.....

De calcium-, ijzer- en aluminiumconcentraties kunnen de beschikbaarheid van fosfaat dus beïnvloeden. In Figuur 19B 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 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. Dit buffertraject bevindt zich globaal tussen een pH van 4,5 en 6,5. Een zoutextract geeft een beeld van de hoeveelheid uitwisselbare kationen.

Uit Figuur 19D blijkt dat de concentratie totaal-Ca en de uitwisselbare calciumconcentratie (Ca-z) goed correleren. De concentratie totaal-Ca is, net als de concentratie Ca-z, een 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 (zie paragraaf 4.4). De concentratie Ca-z hangt onder andere samen met de concentratie organisch stof in de bodem. Organisch materiaal vormt een belangrijk deel van het bodemadsorptiecomplex in de bodem. Indien het bodemadsorptiecomplex volledig is opgeladen met basische kationen (Ca^{2+} , Mg^{2+} en K^{+}) is de basenverzadiging 100%. In het gebied is de indicatieve basenverzadiging gemiddeld 92% (Tabel 5 t/m Tabel 10), dus het bodemadsorptiecomplex is vrijwel geheel opgeladen met basische kationen.

Bodems met een totaal-Ca concentratie van meer dan 20 mmol/l bodem hebben meestal een hoge basenverzadiging (> 90-95%; Figuur 19E). In niet tot zwak gebufferde bodems kan de bodem in de aluminiumbufferrange (pH < 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 19F). Dit komt omdat aluminiumhydroxiden in oplossing gaan bij een lage bodem pH waarna deze adsorberen aan het bodemadsorptiecomplex.

4.3 Risico op uit- en afspoeling van fosfaat

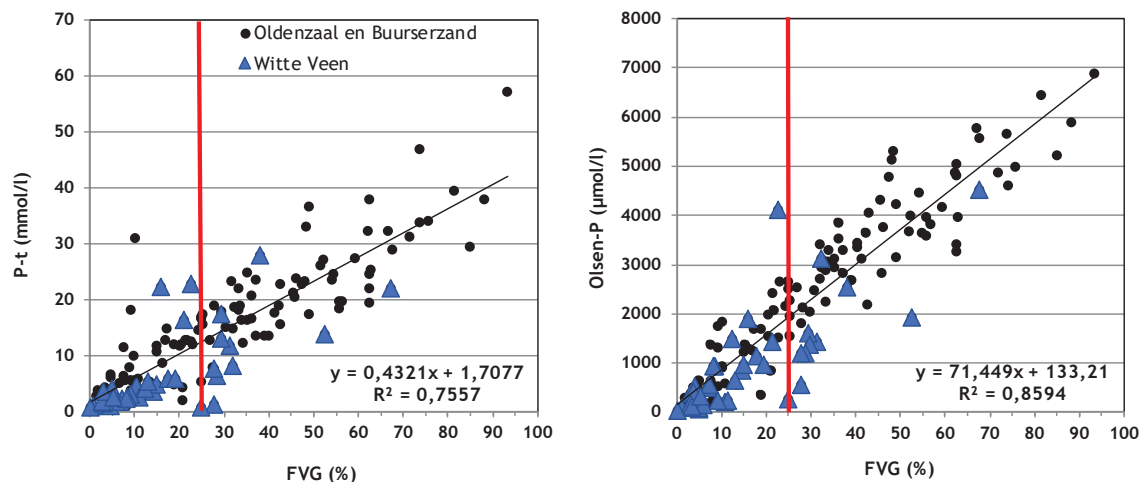
In 2016-2017 heeft onderzoekcentrum B-WARE in opdracht van de provincie Overijssel onderzoek gedaan naar de vermestende invloed via afspoeling of (on)diepe uitspoeling vanuit agrarische percelen op vermistingsgevoelige habitattypen die in het Natura 2000-gebied Landgoederen Oldenzaal aanwezig zijn (van Mullekom & Smolders, 2017). In 2017 zijn vergelijkbare metingen uitgevoerd in de omgeving van het Buurserzand (Tomassen et al., 2017). Het risico op fosfaatuitspoeling is daarbij ingeschat op basis van de fosfaatverzadigingsgraad (FVG) van de bodemlagen boven de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG). De fosfaatverzadigingsgraad wordt als volgt berekend:

$$\text{FVG} = \frac{\text{P-ox}}{0,5 \times (\text{Fe-ox} + \text{Al-ox})} \times 100\%$$

Als het deel van het bodemprofiel boven de GHG een fosfaatverzadigingsgraad (FVG) > 25% heeft wordt de bodem als fosfaatverzadigd beoordeeld en bestaat kans op uitspoelen van fosfaat

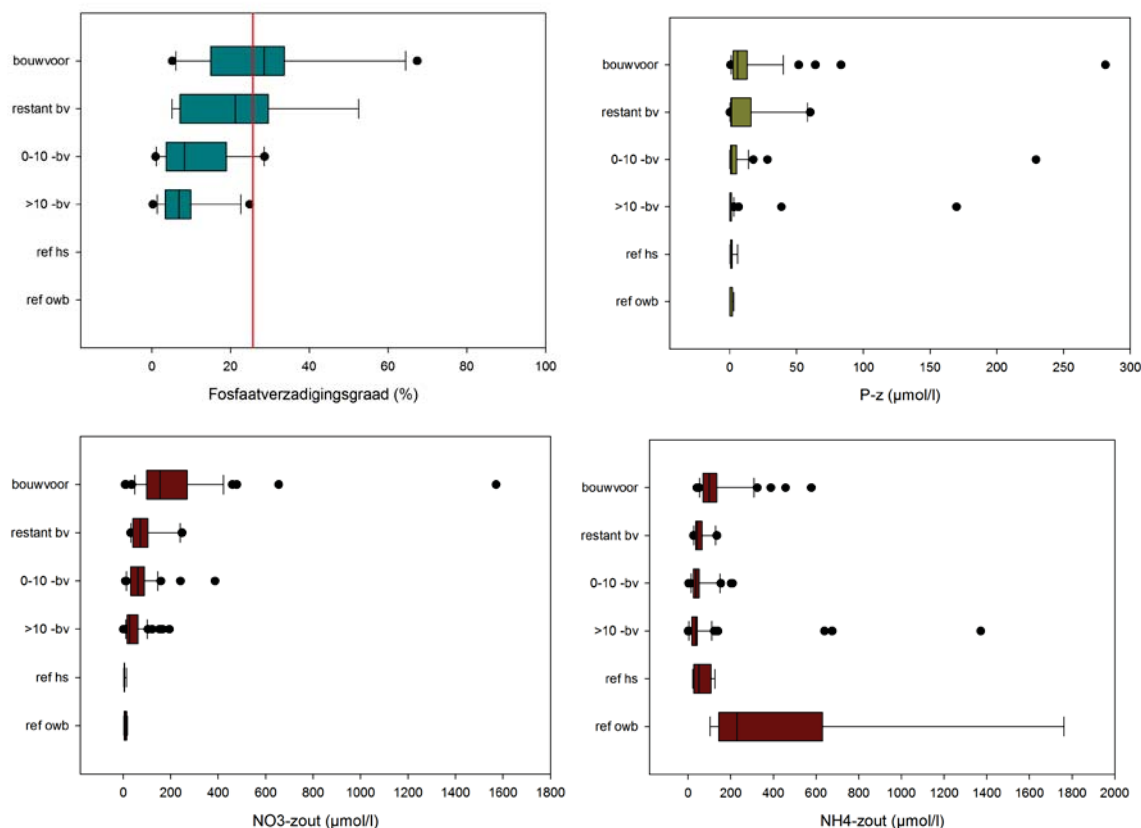
(Schoumans, 2004; Schoumans e.a., 2008). Bij een lagere verzadigingsgraad is dit risico minder groot.

In Figuur 20 wordt de correlatie tussen de fosfaatverzadigingsgraad en de Olsen-P en totaal-P concentratie gegeven. Op basis van deze correlatie is af te leiden dat een FVG van meer dan 25% wordt gemeten in bodems met een totaal-P concentratie > 12,5 mmol/l en een Olsen-P concentratie > 1920 µmol/l bodem. De gevonden correlaties kunnen worden gebruikt voor het inschatten van het risico van P-uitspoeling uit bodems waarvoor in plaats van de FVG andere P-variabelen bekend zijn, waarbij de Olsen-P-concentratie het sterkst correleert ($r^2=0,86$). In hoofdstuk 5 wordt de FVG gebruikt om de waterkwaliteit van aangrenzende vennen te verklaren.



Figuur 20. Correlaties tussen de FVG en de Olsen-P en totaal-P concentraties van de op verschillende dieptes geanalyseerde bodems afkomstig van het Witte Veen Landgoederen Oldenzaal (zwarte stippen) en Buurserzand (groene stippen).

In Figuur 21 worden boxplots gegeven van de concentratie $\text{NO}_3\text{-z}$, $\text{NH}_4\text{-z}$, P-z en FVG op verschillende dieptes Zoals al eerder aangegeven zijn de FVG, labiele P-z, $\text{NO}_3\text{-z}$ of $\text{NH}_4\text{-z}$ over het algemeen slechts lokaal erg hoog (de stippen in de boxplots). De concentraties nemen af onder de bouwvoor.



Figuur 21. Boxplot van de concentraties P-z, NO₃-z, NH₄-z en de fosfaatverzadigingsgraad (FVG; niet gemeten op de referentielocaties). 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.

4.4 Kansen voor de natuurontwikkeling

Per deelgebied (Figuur 7) worden per monsterlocatie de belangrijkste bodemchemische variabelen kort toegelicht. 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 (Tabel 3). 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).

						N07.01	N11.01				N14.02		
											N14.01		
					Codes natuurbeheertypen	N06.04	N06.04	N10.01	N10.01	N10.02	N10.02		
					Olsen-P ($\mu\text{mol/l}$)	< 500 (800)	< 300 (600)	< 500 (700)	< 500 (700)	< 600 (900)	< 800 (1000)		
					Totaal-P (mmol/l)	< 2,5 (6)	< 3 (7)	< 6 (10)	< 10 (20)	< 15 (35)	< 20 (50)		
Categorie	Ca-NaCl ($\mu\text{mol/l}$)		Totaal calcium (mmol/l)		Basenverzadiging	Droge heide Natte heide	Droog heischraal grasland Vochtig heischraal grasland	Kleine zeggen vegetatie	Blauwgrasland	Veldrusschraalland	Dotterbloemhoiland & Elzenbroekbossen	Bekalkingsadvies (kg/ha) voor tegengaan verzuring, ammoniumophoping en/of vergrooten soortenrijkdom	Risico ammoniumtoxiciteit zonder bekalking
1	<500	en/of	<10	en/of	<30%							2500	+
2	500-1000	en/of	10-15	en/of	30-70%							2000	+
3	1000-2000	en	15-20	en	>70%							2000	+
4	>2000	en	15-20	en	>70%							2000	+/-
5	2000-4000	en	20-30	en	>70%							1000	+/-
6	>4000	en	20-30	en	>70%							0	-
7	8000-14000	en	30-60	en	>90%							0	-
8	>14000	en	30-60	en	>90%							0	-
9	>14000	en	60-100	en	>90%							0	-
10	20000-30000	en/of	>100	en	>90%							0	-
11	>30000	en/of	>100	en	>90%							0	-
						soortenarm		normaal		soortenrijk			

In de tabellen per deelgebied (Tabel 5 t/m Tabel 10) 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) is een P-totaal streefconcentratie berekend (deze varieert op basis van de P-beschikbaarheid die beïnvloed wordt door o.a. de lemigheid, ijzer- en calciumconcentraties van de bodem). Op basis van het verschil tussen de streefconcentratie en de actuele totaal-P concentratie is per bemonsterde laag een verschrallingsduur berekend bij traditioneel beheer van maaien en afvoeren (P-afvoer: 10 kg/ha/jaar). Gericht uitmijnen met een

.....

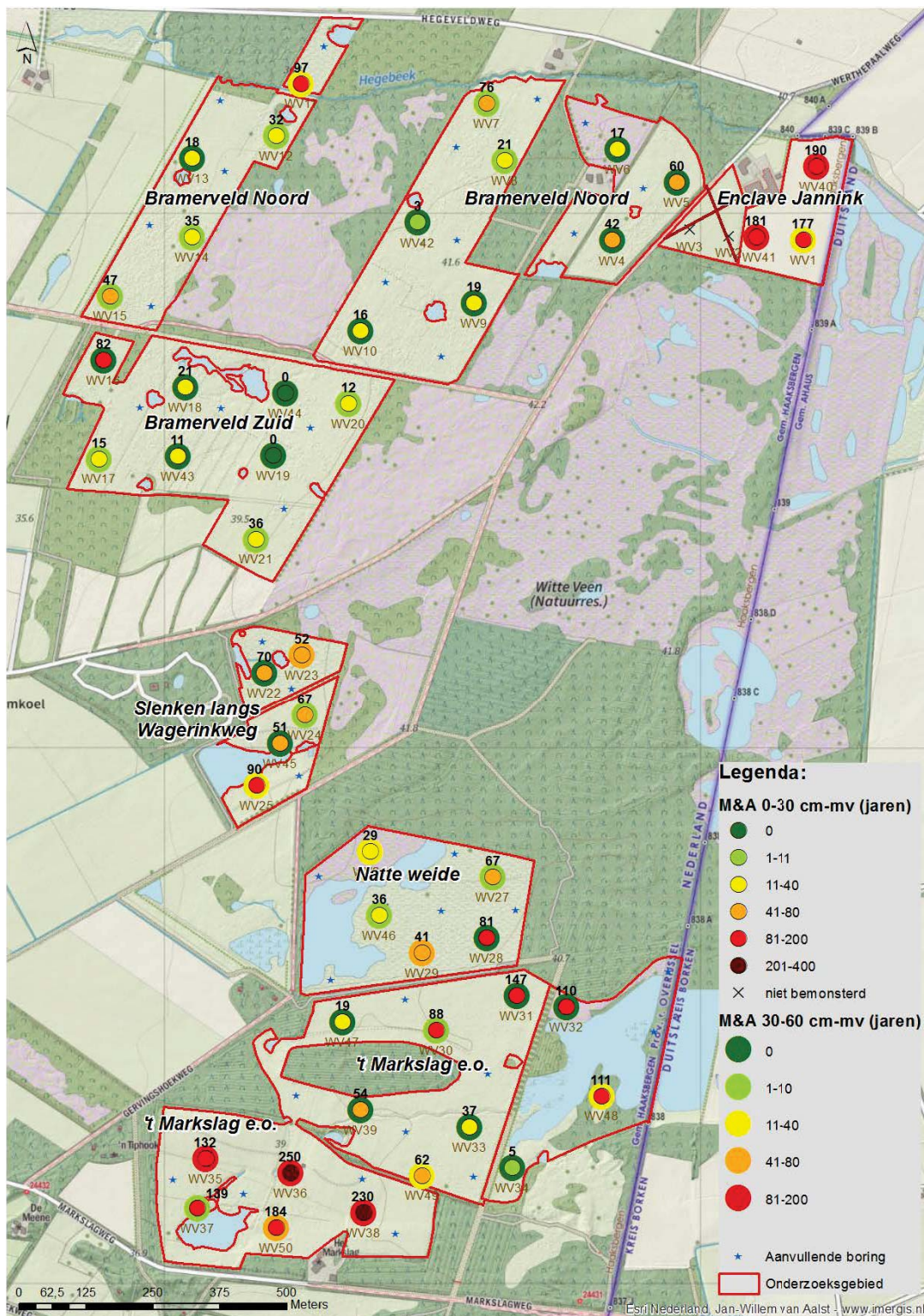
grasklaver-mengsel (met K-bemesting) of een productieve graszode (met N- en K-bemesting) gaat vier keer zo snel (P-afvoer: 40 kg/ha/jaar).

Stel dat de actuele voor planten beschikbare P-fractie (Pbs) 0,10 is (10% van het totaal-P is beschikbaar P), dan is bij een streefwaarde van 500 $\mu\text{mol Olsen-P/l}$ de streefwaarde voor totaal-P 5 mmol/l $((0,5/10) \times 100)$. 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 $((0,5/5) \times 100)$. Er is bij de berekening wel vanuit gegaan dat de fractie beschikbaar P gedurende de verschrallingsperiode gelijk blijft. Wanneer we hiervoor zouden corrigeren (veranderende (Ca+Fe)/P-ratio) valt de verschrallingsduur 10-20% lager uit. Het is echter te verwachten dat de effectiviteit van de verschralling in de laatste fase afneemt waardoor de P-afvoer van 10 kg/ha/jr niet meer wordt gehaald en de verschrallingsduur hoger uit zou vallen. De gehanteerde formule lijkt overal dan ook een goed beeld te geven van de indicatieve verschrallingsduur. Verder is de ondergrens voor de totaal-P streefconcentratie gesteld op 2,5 mmol/l. Voor het berekenen van de totale verschrallingsduur op een bepaalde diepte dienen, in verband met de worteldiepte van planten, de verschrallingsduren van een bodempakket van 25(-30) cm bij elkaar te worden opgeteld.

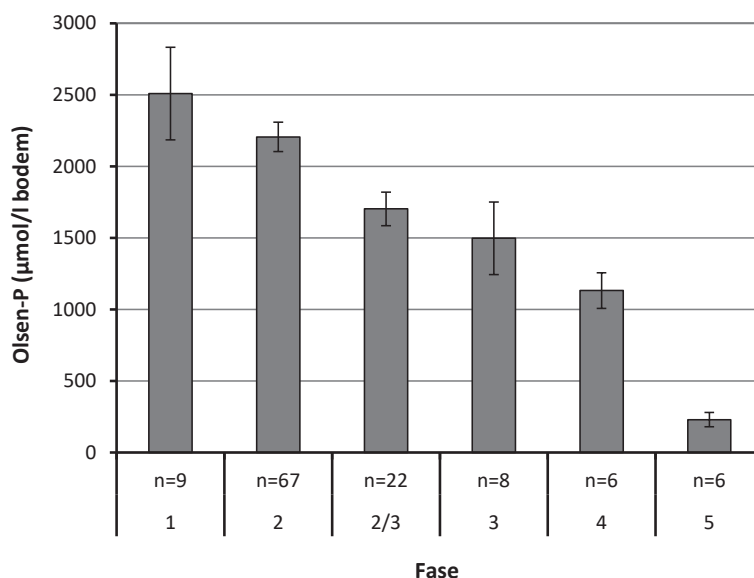
In Figuur 22 wordt de verschrallingsduur (bodempakket van 0-30 cm) voor alle onderzoekslocaties ruimtelijk weergegeven. Lokaal is de bodem op 30-60 cm-mv nog dermate rijk aan fosfaat dat dit een risico vormt (bij eventuele vernatting) voor een succesvol verschrallingsbeheer. Dit betreft met name de deelgebieden 'Enclave Jannink' en het zuidelijke deel van 't Markslag e.o.'

Wanneer wordt ingezet op verschralling van een fosfaatrijke toplaag is het belangrijk om te realiseren dat vernatting van een fosfaatrijke toplaag kan leiden tot P-mobilisatie en verzuuring in de vorm van pitrusontwikkeling. Daarnaast wordt een geschikte ontgrondingsdiepte vermeld. Een ontgroning kan bijvoorbeeld een geschikte maatregel zijn om de biogeochemische omstandigheden te optimaliseren, maar dient altijd te worden getoetst op de inpassing in het hydrologische systeem.

In de toelichting worden per deelgebied (Figuur 7) de kansen voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde natuur beschreven. 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 faunairijk grasland met een Olsen-P streefconcentratie van circa (1200-)1500 $\mu\text{mol/l}$. 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 ($P\text{-}z < 1$).



Figuur 22. Overzicht met de ruimtelijke variatie in de verschalingsduur (maaien en afvoeren; in jaren) van de toplaag van de bodem (0-30 cm: aantal jaren staat als label boven de locatie) en de onderliggende bodemlaag (30-60 cm-mv; bij vernatting kan vanuit deze bodemlagen P-transport naar de verschaalde toplaag plaatsvinden). De verschalingsduur is berekend tot een Olsen-P streefconcentratie van 300-500 $\mu\text{mol/l}$ bodem (totaal-P ondergrens: 3 mmol/l). Het betreft een indicatieve verschalingsduur. Verschaling door middel van een gericht uitmijnbeheer gaat vier keer zo snel. Na het bereiken van de gewenste verschaling zijn aanvullende maatregelen vereist voor het realiseren van de beoogde natuurontwikkeling (zie paragraaf 4.6).



Figuur 23. Olsen-P 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-kruidentmix, fase 4 = kruidenrijk grasland en fase 5 = heischraal grasland. Bron: Scherpenisse e.a. (2016).

Uit recent onderzoek blijkt dat op de meest waardevolle kruiden- en faunarijke graslanden ook de Olsen-P concentratie relatief laag is (<1000-1200 µmol/l; Figuur 23). Om op rijkere gronden dominantie van witbol tegen te gaan en de ontwikkeling van kruidachtigen te stimuleren wordt geadviseerd jaarlijks vroeg te maaien.

Tabel 4. Gemiddeld hoogste (GHG) en laagste (GLG) grondwaterstand, pH-H₂O 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-H ₂ O	Olsen-P (µmol/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)

.....

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 (Tabel 3) en de stijghoogte en kwaliteit van het grondwater. In Tabel 4 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.

Voor de ontwikkeling van heide of schraalland wordt in dit onderzoek uitgegaan van een Olsen-P streefconcentratie van 300-500 $\mu\text{mol/l}$. Onder relatief ijzer- en calciumarme tot matig ijzer- en calciumhoudende omstandigheden bedraagt de grenswaarde voor de totaal-P concentratie <2,5(-5) mmol/l .

Deelgebied 'Enclave Jannink'

Tabel 5. Overzicht van de bodemchemische variabelen (per liter versgewicht) op verschillende diepten (in cm onder maaiveld) in deelgebied 1 (locatie 1 t/m 6). GWS = actuele grondwaterstand (op 13, 14, 15 of 16 juni 2017; cm -mv); GLG = gemiddeld laagste grondwaterstand (cm -mv); GHG = gemiddeld hoogste grondwaterstand (cm -mv); HZT = horizont; OS = organisch stofpercentage; V = vochtpercentage; MV = massavolume in g droge bodem per liter verse bodem; Ols-P = Olsen-P; -t = totale concentratie; -z = zoutuitwisselbare concentraties; de grijs weergegeven Ca-z concentraties zijn berekend op basis van de correlatie tussen Ca-t en Ca-z (Figuur 19C); BV = indicatieve basenverzadiging; M3/5 = berekende verschrallingsduur (in jaren) via maaien en afvoeren bij een P-afvoer van 10 kg/ha/jaar tot een streefconcentratie van 300-500 μmol Olsen-P/l bodem (totaal-P > 2,5 mmol/l); M12 tot een streefconcentratie van 1200 μmol Olsen-P/l bodem (totaal-P > 2,5 mmol/l). De Olsen-P en zoutuitwisselbare concentraties zijn weergegeven in $\mu\text{mol/l}$ verse bodem, de overige concentraties in mmol/l verse bodem. De volgende kleurarceringen zijn in de tabel gebruikt:

Nr	org. stof	Al-t	Ca-t	Ca-z	Fe-t	FVG	Maaien en afvoeren (M)	
	%	mmol/l	mmol/l	$\mu\text{mol/l}$	mmol/l	%	jaren	
grasland	<5	<150	<10	<4000	<40	<10	0	voldoende P-arm
akker	6-10	151-250	11-20	4001-8000	41-100	11-25	<10	kansrijk voor verschralling d.m.v. maaien en afvoeren
	11-25	251-400	21-30	8001-15000	101-250	26-50	11-40	matig kansrijk voor verschralling d.m.v. maaien en afvoeren
	26-50	401-750	31-50	15001-25000	251-500	51-75	41-80	kansrijk voor verschralling d.m.v. uitmijnen
	>50	>750	51-80	25001-40000	501-800	>75	81-200	matig tot beperkt kansrijk voor verschralling d.m.v. uitmijnen
			>80	>40000	>800		201-400	ongeschikt voor verschralling I
							>400	ongeschikt voor verschralling II

Nr	GWS	GLG	GHG	Diepte	Grondsoort	HZT	OS	V	MV	Ols-P	P-t	Pbs	P-ox	FVG	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	M3/5	M12
1	130	-	90	0-20	zand, bv	Ap	4	13	1,3	4710	21,0	0,22	-	-	63	24	20	4	5	6	46	11513	0,00	581	1763	4,8	98	281	321	87	113	98
				20-30	zand, bv	Ap	4	12	1,2	4731	23,7	0,20	-	-	53	35	19	3	5	8		14592									65	55
				30-40	zand, ger., insp.	Bx	2	8	1,3	3804	8,7	0,44	-	-	45	12	8	1	4	2	24	5336	0,00	1058	2522	5,2	99	229	117	51	18	18
				40-50	zand	BC	1	7	1,3	1939	3,0	0,64	-	-	29	5	5	1	3	1	30	3299	0,01	336	2124	5,4	99	170	85	34	0	0
40	140	-	80	0-20	zand, bv	Apx	5	12	1,2	3925	24,0	0,16	-	-	95	39	54	5	9	7	14	12619	0,00	416	1251	5,3	99	64	204	50	131	104
				20-40	zand, bv	Apx	4	12	1,2	3673	21,9	0,17	-	-	83	27	53	5	8	6	14	12381	0,00	550	1430	5,3	99	60	247	58	118	92
				40-60	zand, sterk verst.	Xx	5	12	1,2	2023	14,6	0,14	-	-	120	48	73	7	12	7	13	11519	0,00	679	1557	5,4	100	7	58	46	71	37
				60-80	zand, sterk verst.	Xx	7	16	1,2	2412	13,3	0,18	-	-	52	37	28	2	5	7		15582								64	42	
41	110	60	130	0-20	zand, bv	Ap	5	13	1,2	4530	22,0	0,21	26,6	67	68	24	20	3	4	6	29	11697	0,00	486	1322	5,2	99	83	233	61	119	101
				20-35	zand, bv	Ap	6	14	1,1	4124	22,8	0,18	14,1	23	79	29	18	3	4	7		12306								93	76	
				35-45	zand	BxC	9	20	0,9	1897	22,2	0,09	10,8	16	212	41	12	2	5	17	52	9376	0,01	283	1398	5,1	99	1	61	47	55	25
				45-55	zand, insp.	BC	1	10	1,3	503	1,8	0,29	1,3	7	71	8	9	2	5	4	38	3542	0,01	256	639	5,3	98	1	21	38	0	0

Locatie 1

De toplaag is als gevolg van het agrarisch gebruik sterk verrijkt met fosfaat (totaal-P: 21,0-23,7 mmol/l en Olsen-P: 4710-4731 $\mu\text{mol/l}$). Voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde natuur is een verschrallingsbeheer (maaien en afvoeren) van circa 175 jaar vereist. Er is sprake van P-uitspoeling onder de bouwvoor op 30-40 cm-mv waardoor na 30 cm afgraven 18 jaar aanvullend beheer in de vorm van maaien en afvoeren vereist is voor de ontwikkeling van heischraal grasland/heide (Ca-t: 10 mmol/l en Ca-z: ± 5.000 $\mu\text{mol/l}$). Op 40-50 cm-mv is de bodem echter relatief arm aan fosfaat (totaal-P: 3 mmol/l en Olsen-P: 1939 $\mu\text{mol/l}$; de totaal-P concentratie biedt voldoende perspectief). Na afgraven van 40 cm is bodem geschikt voor de ontwikkeling van heide (Ca-t: 5 mmol/l en Ca-z: ± 3.300 $\mu\text{mol/l}$). Om verzuring te voorkomen en de soortenrijkdom te vergroten is het advies om na afgraven van 40 cm eenmalig te bekalken met 2000 kg Dolokal/ha. *Advies: 30 cm afgraven in combinatie met circa 18 jaar maaien en afvoeren t.b.v. de ontwikkeling van heide/heischraal grasland of 40 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van heide.*

Locatie 40

De 40 cm dikke zandige bouwvoor is als gevolg van het agrarisch gebruik sterk verrijkt met fosfaat (totaal-P: 21,9-24,0 mmol/l en Olsen-P: 3673-3925 $\mu\text{mol/l}$). Voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde natuur is een verschrallingsbeheer (maaien en afvoeren) van circa 190 jaar vereist. Op 40-80 cm-mv is de bodem dermate rijk aan fosfaat (totaal-P: 13,3-14,6 mmol/l en Olsen-P:

.....

2023-2412 $\mu\text{mol/l}$) dat de ontwikkeling van soortenrijke, P-gelimiteerde natuur niet reëel is.
Advies: ambitieniveau bijstellen en inzetten op de ontwikkeling van kruiden- en faunarijk grasland (of akker).



Figuur 24. Foto's van deelgebied 'Enclave Jannink'. Links: omgeving WV-40. Rechts: omgeving WV-41. Foto's: Jan Vermeer

Locatie 41

De bouwvoor (35 cm) is als gevolg van het agrarisch gebruik sterk verrijkt met fosfaat (totaal-P: 22,0-22,8 mmol/l en Olsen-P: 4124-4530 $\mu\text{mol/l}$). Voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde natuur is een verschrallingsbeheer (maaïen en afvoeren) van de toplaag van circa 180 jaar vereist. Er is sprake van P-uitspoeling onder de bouwvoor op 35-45 cm-mv waardoor na 35 cm afgraven 55 jaar aanvullend beheer in de vorm van maaïen en afvoeren vereist is voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde natuur. Op 45-55 cm-mv is de bodem echter arm aan fosfaat (totaal-P: 1,8 mmol/l en Olsen-P: 503 $\mu\text{mol/l}$). Na afgraven van 45 cm is bodem geschikt voor de ontwikkeling van heide (Ca-t: 8 mmol/l en Ca-z: $\pm 3.500 \mu\text{mol/l}$). Om verzuring te voorkomen en de soortenrijkdom te vergroten is het advies om na afgraven van 45 cm eenmalig te bekalken met 2000 kg Dolokal/ha.
Advies: ambitieniveau bijstellen en inzetten op de ontwikkeling van kruiden- en faunarijk grasland (of akker) of 45 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van heide.

Deelgebied 'Bramerveld Noord'

Tabel 6. Overzicht van de grondwaterstand, grondsoort en bodemchemie per locatie op verschillende dieptes. Zie voor een toelichting het bijschrift van Tabel 5.

Nr	GWS	GLG	GHG	Diepte	Grondsoort	HZT	OS	V	MV	Ols-P	P-t	Pbs	P-ox	FVG	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	M3/5	M12
4	90	100	30	0-20	zand, bv, humeus	Ap	17	41	0,7	744	11,8	0,06	-	-	79	51	56	3	5	20	76	16441	0,00	51	494	4,9	97	2	258	457	34	0
				20-30	zand, bv, humeus	Ap	16	34	0,8	563	9,4	0,06	-	-	107	67	69	3	6	16		32255									8	0
				30-40	zand, uitl. ingesp.	BC	4	16	1,3	377	2,8	0,13	-	-	81	20	29	3	8	4	29	8273	0,00	146	287	5,4	98	2	98	153	0	0
				40-50	zand, uitl. ingesp.	BC	1	12	1,5	110	1,5	0,07	-	-	77	17	25	4	11	3	9	4375	0,00	274	213	5,5	99	1	63	46	0	0
5	120	130	75	0-15	zand, bv, ger., sp. uits	ApxE	5	13	1,1	2072	10,6	0,19	-	-	35	8	12	2	2	8	662	2307	0,29	162	202	4,0	65	14	312	75	36	21
				15-30	zand, iets ger.	BX	1	8	1,4	2433	8,2	0,30	-	-	75	7	16	3	3	3	496	2603	0,19	184	118	4,6	75	7	133	4	24	19
				30-45	zand, iets ger.	BX	1	8	1,4	610	2,2	0,28	-	-	60	8	19	3	3	2		2707								0	0	
				45-55	zand, inspoelingsl.	BC	1	8	1,5	345	1,7	0,20	-	-	64	9	15	4	4	2	281	2047	0,14	541	79	4,7	83	2	87	0	0	0
6	110	120	50	0-15	zand, bv, ger.	Apx	5	16	1,2	965	7,0	0,14	-	-	70	13	70	2	3	6	181	4131	0,04	127	212	4,6	92	1	278	60	17	0
				15-30	zand, verm. insp.	BxC	1	8	1,5	216	5,1	0,04	-	-	107	12	244	1	5	2	49	3857	0,01	258	202	4,7	97	1	62	18	0	0
				30-40	zand	C	0	8	1,4	59	1,7	0,03	-	-	56	6	52	1	4	1	24	1246	0,02	166	59	4,8	95	1	13	4	0	0
				40-50	zand	C	0	10	1,5	29	0,9	0,03	-	-	51	7	26	1	5	1		2315								0	0	
7	150	140	80	0-20	zand, bv	Ap	5	15	1,2	2029	14,8	0,14	-	-	72	13	30	2	3	9	381	4898	0,08	243	256	4,4	85	10	127	70	71	38
				20-30	zand, iets gev.	Bx	1	7	1,4	1173	4,6	0,26	-	-	71	8	23	1	3	3		2574								5	0	
				30-40	zand, iets gev.	Bx	1	10	1,4	582	4,0	0,15	-	-	97	9	41	2	5	3	423	2987	0,14	174	179	4,5	79	1	80	2	2	0
				40-50	zand	C	0	8	1,5	458	1,4	0,32	-	-	30	5	12	2	2	1	60	1230	0,05	268	70	4,9	91	7	27	3	0	0
8	140	150	60	0-15	zand, bv, ger.	Apx	7	18	0,8	1331	7,2	0,18	-	-	31	10	9	3	2	7	218	4718	0,05	33	153	4,3	85	4	134	324	20	3
				15-25	zand, uitgesp.	E	2	8	1,3	763	2,4	0,32	-	-	22	10	4	1	1	3	131	2884	0,05	177	71	4,5	88	6	35	24	0	0
				25-35	zand, lemmig, ingesp.	B	2	13	1,4	977	3,4	0,29	-	-	74	8	5	3	3	404	3925	0,10	108	117	4,5	83	3	62	8	1	0	
				35-45	zand, lemmig, ingesp.	B	1	13	1,4	394	1,8	0,22	-	-	68	5	4	3	2	2		1725								0	0	
9	120	130	60	0-20	zand, bv, ger.	Apx	10	22	1,0	1358	6,0	0,23	-	-	74	11	7	1	1	8	928	5527	0,17	80	60	4,1	77	6	112	86	19	4
				20-30	zand, ger., insp.	Bx	4	13	1,3	804	3,0	0,26	-	-	117	6	14	2	5	4	778	1892	0,41	77	18	4,4	60	2	34	2	0	0
				30-40	zand	C	1	7	1,4	250	1,0	0,24	-	-	76	5	16	3	5	3	449	626	0,72	89	10	4,6	48	1	9	3	0	0
				40-50	zand	C	7	8	1,5	73	0,6	0,12	-	-	79	6	22	4	8	1		1989								0	0	
10	130	140	80	0-15	zand, bv, ger.	ApxE	3	3	1,1	1691	6,4	0,27	-	-	30	6	7	2	1	3	337	2163	0,16	81	57	4,4	75	8	71	66	16	9
				15-25	zand, verst., uitgesp.	Ex	-	4	1,3	571	1,9	0,29	-	-	27	5	4	3	1	2	232	1306	0,18	149	34	4,5	74	3	39	27	0	0
				25-35	zand, ingesp.	B	1	8	1,4	321	1,3	0,24	-	-	50	6	5	3	2	2	93	2346	0,04	185	24	4,7	93	1	34	17	0	0
				35-45	zand, ingesp.	B	2	11	1,4	377	2,1	0,18	-	-	84	8	9	3	3	3		2697								0	0	
42	90	130	60	0-20	zand, bv, ger.	Apx	4	15	1,2	843	3,5	0,24	2,4	15	39	11	23	2	2	5	165	8204	0,02	110	190	4,8	96	3	151	104	3	0
				20-30	zand, gev., uitsp.	Ex	1	10	1,4	567	1,4	0,42	1,0	28	23	7	5	2	1	2		2305								0	0	
				30-40	zand, gev., uitsp.	Ex	0	8	1,4	275	0,8	0,32	0,6	25	27	6	5	2	1	1	17	1764	0,01	136	146	5,3	97	6	33	39	0	0
				40-50	zand, gev., min. insp.	BCx	1	9	1,6	66	0,9	0,07	0,2	5	84	12	21	4	6	2	20	3918	0,01	398	452	5,4	99	0	27	38	0	0
11	100	120	50	0-20	zand, bv, ger.	Apx	4	15	1,2	2815	16,3	0,17	-	-	63	10	25	3	4	7	461	3035	0,15	300	125	4,1	66	21	1571	578	53	58
				20-30	zand, bv, ger.	Apx	2	12	1,4	2709	7,4	0,37	-	-	45	5	11	2	2	2		1752								14	13	
				30-40	zand, iets gev.	BCx	1	8	1,4	2546	7,5	0,34	-	-	49	5	12	2	2	1	272	1940	0,14	119	40	4,5	77	28	241	40	14	12
				40-50	zand, iets gev.	BCx	0	8	1,5	2598	6,6	0,39	-	-	48	8	15	3	3	1	192	1527	0,13	260	55	4,5	81	39	78	4	11	11
12	150	-	110	0-10	zand, rest. bv, ger.	ApxE	4	18	1,1	2047	13,3	0,15	-	-	37	17	26	2	1	8	169	3726	0,05	61	143	4,5	87	12	71	115	32	17
				10-25	zand, ger., uitsp.	Ex	0	6	1,4	1179	3,0	0,39	-	-	17	6	4	2	1	1	171	1074	0,16	66	59	4,5	75	18	23	12	0	0
				25-40	zand, uitl. ingesp.	B/E	1	8	1,5	1956	3,9	0,50	-	-	41	8	7	3	2	1		2923								4	4	
				40-50	zand, uitl. ingesp.	B/E	1	10	1,5	710	2,0	0,36	-	-	67	8	11	3	3	2	229	1730	0,13	202	62	4,7	82	3	36	9	0	0
13	130	150	80	0-20	zand, bv, ger.	Apx	6	17	1,2	1103	5,6	0,20	-	-	89	26	17	2	4	7	61	11231	0,01	245	1194	5,0	99	2	180	56	16	0
				20-30	zand, gev., podzol, hui	Aanx	16	38	0,8	504	3,8	0,13	-	-	88	25	11	1	4	17		10793								1	0	
				30-40	zand, ingesp.	B	3	15	1,3	348	2,3	0,15	-	-	123	12	23	4	8	6	288	2399	0,12	75	262	4,6	84	0	24	21	0	0
				40-50	zand	C	1	9	1,5	49	0,8	0,06	-	-	86	5	21	4	9	2	234	753	0,31	185	81	4,7	69	1	17	11	0	0
14	130	140	80	0-20	zand, bv	Ap	3	10	1,3	1975	7,7	0,26	-	-	55	14	9	2	2	4	180	6221	0,03	93	253	4,8	95	4	119	70	29	19
				20-35	zand	B	3	11	1,4	829	4,9	0,17	-	-	112	15	10	4	4	4		5807								9	0	
				35-45	zand	C	2	10	1,4	173	1,4	0,12	-	-	130	6	31	4	12	1	126	2257	0,06	241	237	4,8	92	0	24	13	0	0
				45-55	zand	C	1	9	1,4	99	1,6	0,06	-	-	99	8	25	4	8	2	140	1106	0,13	125	132	4,8	84	0	13	14	0	0
15	150	-	85	0-20	zand, bv	Ap	4	9	1,2	1957	9,1	0,22	-	-	65	10	12	3	2	6	416	2959	0,14	150	196	4,4	79	5	98	82	38	22
				20-30	zand, bv	Ap	4	12	1,3	1408	5,9	0,24	-	-	67	10	12	3	2	3		3609								9	3	
				30-40	zand, ingesp.	B	2	10	1,3	1297	5,1	0,25	-	-	76	10	9	4	3	3	231	3379	0,07	166	83	4,9	89	2	81	26	7	1
				40-50	zand, inoesp.	B	2	10	1,4	464	2,3	0,21	-	-	84	10	6	4	3	3	59	4038	0,01	182	59	4,9	96	1	105	81	0	0

.....
van heischraal grasland (Ca-t: 20 mmol/l en Ca-z: $\pm 8.300 \mu\text{mol/l}$). *Advies: 20 cm afgraven in combinatie met circa 8 jaar maaien en afvoeren t.b.v. de ontwikkeling van blauwgrasland of 30 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van heischraal grasland.*

Locatie 5

De toplaag (0-15 cm-mv) is als gevolg van agrarisch gebruik matig verrijkt met fosfaat (totaal-P: 10,6 mmol/l en Olsen-P: 2072 $\mu\text{mol/l}$). Voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde natuur is een verschrallingsbeheer (maaïen en afvoeren) van circa 60 jaar vereist. Op 15-30 cm-mv is de bodem beperkt verrijkt aan fosfaat (totaal-P: 8,2 mmol/l en Olsen-P: 2433 $\mu\text{mol/l}$). Na afgraven van 15 cm en 24 jaar aanvullend verschrallingsbeheer (maaïen en afvoeren) is bodem geschikt voor de ontwikkeling van heide (Ca-t: 7 mmol/l en Ca-z: $\pm 2.600 \mu\text{mol/l}$). Op 30-40 cm-mv is de bodem relatief arm aan fosfaat (totaal-P: 2,8 mmol/l en Olsen-P: 377 $\mu\text{mol/l}$). Na afgraven van 30 cm is bodem geschikt voor de ontwikkeling van heide zonder aanvullend verschrallingsbeheer (Ca-t: 8 mmol/l en Ca-z: $\pm 2.700 \mu\text{mol/l}$). Om verzuring te voorkomen en de soortenrijkdom te vergroten is het advies om na afgraven van 15 dan wel 30 cm eenmalig te bekalken met 2000 kg Dolokal/ha. *Advies: 15 cm afgraven in combinatie met circa 24 jaar maaïen en afvoeren t.b.v. de ontwikkeling van heide of 30 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van heide.*



Figuur 25. Foto's van het oostelijke deel van deelgebied 'Bramerveld'. Links: omgeving WV-5. Rechts: omgeving WV-6. Foto's: Jan Vermeer.

Locatie 6

De 15 cm dikke bouwvoor is als gevolg van agrarisch gebruik slechts beperkt verrijkt met fosfaat (totaal-P: 7,0 mmol/l en Olsen-P: 965 $\mu\text{mol/l}$). Voor de ontwikkeling van heischraal grasland/heide (Ca-t: 13 mmol/l en Ca-z: $\pm 4.100 \mu\text{mol/l}$) is een verschrallingsbeheer (maaïen en afvoeren) van circa 17 jaar vereist. Na het bereiken van de gewenste verschralling wordt geadviseerd de dichte, soortenarme zode te verwijderen om vestigingsplaatsen te creëren voor doelsoorten. Op 15-30 cm-mv is de ijzerrijke (244 mmol/l) bodem relatief arm aan fosfaat (totaal-P: 5,1 mmol/l) met een lage Olsen-P concentratie (216 $\mu\text{mol/l}$). Na afgraven van 15 cm is bodem geschikt voor de ontwikkeling van heide/heischraal grasland (Ca-t: 12 mmol/l en Ca-z: $\pm 3.800 \mu\text{mol/l}$). Om verzuring te voorkomen en de soortenrijkdom te vergroten is het advies om na afgraven van 15 cm eenmalig te bekalken met 2000 kg Dolokal/ha. *Advies: circa 17 jaar maaïen en afvoeren (gevolgd door het plaggen van de dichte zode) t.b.v. de ontwikkeling van heischraal grasland/heide of 15 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van heide/heischraal grasland.*

Locatie 7

De zandige toplaag (0-20 cm-mv) is als gevolg van agrarisch gebruik matig verrijkt met fosfaat (totaal-P: 14,8 mmol/l en Olsen-P: 2029 $\mu\text{mol/l}$). Voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde natuur is een verschrallingsbeheer (maaïen en afvoeren) van circa 75 jaar vereist. Op 20-30 cm-mv is de bodem beperkt verrijkt met fosfaat (totaal-P: 4,6 mmol/l en Olsen-P: 1173 $\mu\text{mol/l}$). Na afgraven

.....

van 20 cm en 7 jaar aanvullend verschrallingsbeheer (maaïen en afvoeren) is bodem geschikt voor de ontwikkeling van heide (Ca-t: 8 mmol/l en Ca-z: $\pm 2.600 \mu\text{mol/l}$). Op 30-40 cm-mv is de bodem relatief arm aan fosfaat (totaal-P: 4,0 mmol/l en Olsen-P: 582 $\mu\text{mol/l}$). Na afgraven van 30 cm is bodem geschikt voor de ontwikkeling van heide (Ca-t: 9 mmol/l en Ca-z: $\pm 3.000 \mu\text{mol/l}$). Om verzuring te voorkomen en de soortenrijkdom te vergroten is het advies om na afgraven van 20 dan wel 30 cm eenmalig te bekalken met 2000 kg Dolokal/ha. *Advies: 20 cm afgraven in combinatie met circa 7 jaar maaïen en afvoeren t.b.v. de ontwikkeling van heide of 30 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van heide.*



Figuur 26. Foto's van het centrale deel van deelgebied 'Bramerveld'. Links: omgeving AB-8. Rechts: omgeving WV-8. Foto's: Jan Vermeer.

Locatie 8

De 15 cm dikke bouwvoor is als gevolg van agrarisch gebruik slechts beperkt verrijkt met fosfaat (totaal-P: 7,2 mmol/l en Olsen-P: 1331 $\mu\text{mol/l}$). Een verschrallingsbeheer (maaïen en afvoeren) van circa 21 jaar is vereist voor de ontwikkeling van heischraal grasland/heide (Ca-t: 10 mmol/l en Ca-z: $\pm 4.700 \mu\text{mol/l}$) is. Na het bereiken van de gewenste verschralling wordt geadviseerd de dichte, soortenarme zode te verwijderen om vestigingsplaatsen te creëren voor doelsoorten. Op 15-25 cm-mv is de bodem beperkt verrijkt aan fosfaat (totaal-P: 2,4 mmol/l en Olsen-P: 763 $\mu\text{mol/l}$). Na afgraven van 15 cm en minimaal aanvullend verschrallingsbeheer (maaïen en afvoeren) van 1 jaar is bodem geschikt voor de ontwikkeling van heide (Ca-t: 10 mmol/l en Ca-z: $\pm 2.900 \mu\text{mol/l}$). Om verzuring te voorkomen en de soortenrijkdom te vergroten is het advies om na het verwijderen van de zode of het afgraven van 15 cm eenmalig te bekalken met 2000 kg Dolokal/ha. *Advies: circa 20 jaar maaïen en afvoeren (gevolgd door het plaggen van de dichte zode) t.b.v. de ontwikkeling van heischraal grasland/heide of 15 cm afgraven in combinatie met 1 jaar maaïen en afvoeren t.b.v. de ontwikkeling van heide.*

Locatie 9

De toplaag (0-20 cm-mv) is als gevolg van het agrarisch gebruik slechts beperkt verrijkt met fosfaat (totaal-P: 6,0 mmol/l en Olsen-P: 1358 $\mu\text{mol/l}$). Voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde natuur is een verschrallingsbeheer (maaïen en afvoeren) van circa 19 jaar vereist voor de ontwikkeling van heischraal grasland/heide (Ca-t: 11 mmol/l en Ca-z: $\pm 5.500 \mu\text{mol/l}$). Na het bereiken van de gewenste verschralling wordt geadviseerd de dichte, soortenarme zode te verwijderen om vestigingsplaatsen te creëren voor doelsoorten. Op 20-30 cm-mv is de bodem arm aan fosfaat (totaal-P: 1,3 mmol/l en Olsen-P: 804 $\mu\text{mol/l}$). Na afgraven van 20 cm is bodem geschikt voor de ontwikkeling van heide (Ca-t: 6 mmol/l en Ca-z: $\pm 1.900 \mu\text{mol/l}$). Om verzuring te voorkomen en de soortenrijkdom te vergroten is het advies om na het afgraven van 20 cm eenmalig te bekalken met 2000 kg Dolokal/ha. *Advies: Circa 19 jaar maaïen en afvoeren (gevolgd door het plaggen van de dichte zode) t.b.v. de ontwikkeling van heide/heischraal grasland of 20 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van heide.*

.....

Locatie 10

De top laag (0-15 cm-mv) is als gevolg van het agrarisch gebruik slechts beperkt verrijkt met fosfaat (totaal-P: 6,4 mmol/l en Olsen-P: 1691 $\mu\text{mol/l}$). Voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde natuur is een verschrallingsbeheer (maaien en afvoeren) van circa 16 jaar vereist voor de ontwikkeling van heide (Ca-t: 6 mmol/l en Ca-z: $\pm 2.200 \mu\text{mol/l}$). Na het bereiken van de gewenste verschralling wordt geadviseerd de dichte, soortenarme zode te verwijderen om vestigingsplaatsen te creëren voor doelsoorten. Op 15-30 cm-mv is de bodem arm aan fosfaat (totaal-P: 1,9 mmol/l en Olsen-P: 571 $\mu\text{mol/l}$). Na afgraven van 15 cm is bodem geschikt voor de ontwikkeling van heide (Ca-t: 5 mmol/l en Ca-z: $\pm 1.300 \mu\text{mol/l}$). Om verzuring te voorkomen en de soortenrijkdom te vergroten is het advies om na het verwijderen van de zode of het afgraven van 15 cm eenmalig te bekalken met 2000 kg Dolokal/ha. *Advies: Circa 16 jaar maaien en afvoeren (gevolgd door het plaggen van de dichte zode) t.b.v. de ontwikkeling van heide/heischraal grasland of 15 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van heide.*

Locatie 42

De top laag (0-20 cm-mv) is als gevolg van het agrarisch gebruik slechts beperkt verrijkt met fosfaat (totaal-P: 3,5 mmol/l en Olsen-P: 843 $\mu\text{mol/l}$). Voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde natuur is een verschrallingsbeheer (maaien en afvoeren) van circa 3 jaar vereist voor de ontwikkeling van heischraal grasland/heide (Ca-t: 11 mmol/l en Ca-z: $\pm 8.200 \mu\text{mol/l}$). Na het bereiken van de gewenste verschralling (het valt ook te overwegen om dit meteen te doen) wordt geadviseerd de dichte, soortenarme zode te verwijderen om vestigingsplaatsen te creëren voor doelsoorten. Op 20-30 cm-mv is de bodem arm aan fosfaat (totaal-P: 1,4 mmol/l en Olsen-P: 567 $\mu\text{mol/l}$). Na afgraven van 20 cm is bodem geschikt voor de ontwikkeling van heide (Ca-t: 7 mmol/l en Ca-z: $\pm 2.300 \mu\text{mol/l}$). Om verzuring te voorkomen en de soortenrijkdom te vergroten is het advies om na afgraven van 20 cm eenmalig te bekalken met 2000 kg Dolokal/ha. *Advies: Circa 3 jaar maaien en afvoeren of het plaggen van de dichte zode t.b.v. de ontwikkeling van heischraal grasland/heide (na plaggen dichte zode) of 20 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van heide.*

Locatie 11

De top laag is als gevolg van het agrarisch gebruik beperkt verrijkt tot verrijkt met fosfaat (totaal-P: 7,4-16,3 mmol/l en Olsen-P: 2709-2815 $\mu\text{mol/l}$). Voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde natuur is een verschrallingsbeheer (maaien en afvoeren) van circa 95 jaar vereist. Er is sprake van P-uitspoeling onder de bouwvoor op 30-40 cm-mv waardoor na 30 cm afgraven circa 25 jaar aanvullend beheer in de vorm van maaien en afvoeren vereist is voor de ontwikkeling van heide (Ca-t: 5 mmol/l en Ca-z: $\pm 1.900 \mu\text{mol/l}$). Op 40-50 cm-mv is de bodem nog steeds beperkt verrijkt met fosfaat (totaal-P: 6,6 mmol/l en Olsen-P: 2598 $\mu\text{mol/l}$; de totaal-P concentratie biedt voldoende perspectief). Na afgraven van 40 cm in combinatie met minimaal 11 jaar verschrallingsbeheer (maaien en afvoeren) is bodem geschikt voor de ontwikkeling van heide (Ca-t: 8 mmol/l en Ca-z: $\pm 1.500 \mu\text{mol/l}$). Om verzuring te voorkomen en de soortenrijkdom te vergroten is het advies om na afgraven van 30 dan wel 40 cm eenmalig te bekalken met 2000 kg Dolokal/ha. *Advies: 30 cm afgraven in combinatie met circa 25 jaar maaien en afvoeren t.b.v. de ontwikkeling van heide of 40 cm afgraven in combinatie met minimaal 11 jaar maaien en afvoeren t.b.v. de ontwikkeling van heide.*

Locatie 12

De top laag (0-10 cm-mv) is als gevolg van het agrarisch gebruik matig verrijkt met fosfaat (totaal-P: 13,3 mmol/l en Olsen-P: 2047 $\mu\text{mol/l}$). Voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde natuur is een verschrallingsbeheer (maaien en afvoeren) van circa 30 jaar vereist. Op 10-25 cm-mv is de bodem relatief arm aan fosfaat (totaal-P: 3,0 mmol/l en Olsen-P: 1179 $\mu\text{mol/l}$). Na afgraven van 10 cm in combinatie met een verschrallingsbeheer (maaien en afvoeren) van 4 jaar is bodem geschikt voor

.....
de ontwikkeling van heide (Ca-t: 6 mmol/l en Ca-z: $\pm 1.100 \mu\text{mol/l}$). Om verzuring te voorkomen en de soortenrijkdom te vergroten is het advies om na het verwijderen van de zode of het afgraven van 10 cm eenmalig te bekalken met 2000 kg Dolokal/ha. *Advies: 10 cm afgraven in combinatie met circa 4 jaar maaien en afvoeren t.b.v. de ontwikkeling van heide.*

Locatie 13

De 20 cm dikke bouwvoor is als gevolg van agrarisch gebruik slechts beperkt verrijkt met fosfaat (totaal-P: 5,6 mmol/l en Olsen-P: 1103 $\mu\text{mol/l}$). Een verschrallingsbeheer (maaïen en afvoeren) van circa 18 jaar is vereist voor de ontwikkeling van heischraal grasland (Ca-t: 26 mmol/l en Ca-z: $\pm 11.200 \mu\text{mol/l}$). Na het bereiken van de gewenste verschralling wordt geadviseerd de dichte, soortenarme zode te verwijderen om vestigingsplaatsen te creëren voor doelsoorten. Op 20-30 cm-mv is de bodem relatief arm aan fosfaat (totaal-P: 3,8 mmol/l en Olsen-P: 504 $\mu\text{mol/l}$). Na afgraven van 20 cm en minimaal aanvullend verschrallingsbeheer (1 jaar maaïen en afvoeren) is bodem geschikt voor de ontwikkeling van heischraal grasland (Ca-t: 25 mmol/l en Ca-z: $\pm 10.800 \mu\text{mol/l}$). Op 30-40 cm-mv is de bodem arm aan fosfaat (totaal-P: 2,3 mmol/l en Olsen-P: 348 $\mu\text{mol/l}$). Na afgraven van 30 cm is bodem geschikt voor de ontwikkeling van heide/heischraal grasland (Ca-t: 12 mmol/l en Ca-z: $\pm 2.400 \mu\text{mol/l}$). Om verzuring te voorkomen en de soortenrijkdom te vergroten is het advies om na afgraven van 30 cm eenmalig te bekalken met 2000 kg Dolokal/ha. *Advies: circa 17 jaar maaïen en afvoeren t.b.v. heischraal grasland (gevolgd door het plaggen van de dichte zode) of 20 cm afgraven in combinatie met circa 1 jaar maaïen en afvoeren t.b.v. de ontwikkeling van heischraal grasland of 30 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van heide/heischraal grasland.*



Figuur 27. Foto's van het westelijke deel van deelgebied 'Bramerveld'. Links: omgeving AB-3. Rechts: omgeving WV-14. Foto's: Jan Vermeer.

Locatie 14

De zandige toplaag (0-20 cm-mv) is als gevolg van agrarisch gebruik slechts beperkt verrijkt met fosfaat (totaal-P: 7,7 mmol/l en Olsen-P: 1975 $\mu\text{mol/l}$). Voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde natuur is een verschrallingsbeheer (maaïen en afvoeren) van circa 35 jaar vereist. Op 20-35 cm-mv is de bodem beperkt verrijkt aan fosfaat (totaal-P: 4,9 mmol/l en Olsen-P: 829 $\mu\text{mol/l}$). Na afgraven van 20 cm en 9 jaar aanvullend verschrallingsbeheer (maaïen en afvoeren) is bodem geschikt voor de ontwikkeling van heischraal grasland/heide (Ca-t: 15 mmol/l en Ca-z: $\pm 5.800 \mu\text{mol/l}$). Op 35-45 cm-mv is de bodem arm aan fosfaat (totaal-P: 1,4 mmol/l en Olsen-P: 173 $\mu\text{mol/l}$). Na afgraven van 35 cm is bodem geschikt voor de ontwikkeling van heide (Ca-t: 6 mmol/l en Ca-z: $\pm 2.300 \mu\text{mol/l}$). Om verzuring te voorkomen en de soortenrijkdom te vergroten is het advies om na afgraven van 35 cm eenmalig te bekalken met 2000 kg Dolokal/ha. *Advies: 20 cm afgraven in combinatie met circa 9 jaar maaïen en afvoeren t.b.v. de ontwikkeling van heischraal grasland/heide of 35 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van heide.*

.....
Locatie 15

De 30 cm dikke bouwvoor is als gevolg van agrarisch gebruik slechts beperkt verrijkt met fosfaat (totaal-P: 5,9-9,1 mmol/l en Olsen-P: 1408-1957 $\mu\text{mol/l}$). Voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde natuur is een verschrallingsbeheer (maaïen en afvoeren) van circa 45 jaar vereist. Na 20 cm afgraven in combinatie met een verschrallingsbeheer van 16 jaar maaïen en afvoeren is de bodem geschikt voor de ontwikkeling van heide (Ca-t: 10 mmol/l en Ca-z: $\pm 3.600 \mu\text{mol/l}$). Er is sprake van P-uitspoeling onder de bouwvoor op 30-40 cm-mv waardoor na 30 cm afgraven 7 jaar aanvullend beheer in de vorm van maaïen en afvoeren vereist is voor de ontwikkeling van heide (Ca-t: 10 mmol/l en Ca-z: $\pm 3.400 \mu\text{mol/l}$). Op 40-50 cm-mv is de bodem echter relatief arm aan fosfaat (totaal-P: 2,3 mmol/l en Olsen-P: 464 $\mu\text{mol/l}$). Na afgraven van 40 cm is bodem geschikt voor de ontwikkeling van heide/heischraal grasland (Ca-t: 10 mmol/l en Ca-z: $\pm 4.000 \mu\text{mol/l}$). Om verzuring te voorkomen en de soortenrijkdom te vergroten is het advies om na afgraven van zowel 20 als 30 en 40 cm eenmalig te bekalken met 2000 kg Dolokal/ha. *Advies: 20 cm afgraven in combinatie met circa 16 jaar maaïen en afvoeren t.b.v. heide of 30 cm afgraven in combinatie met circa 7 jaar maaïen en afvoeren t.b.v. de ontwikkeling van heide of 40 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van heide/heischraal grasland.*

Deelgebied 'Bramerveld Zuid'

Tabel 7. Overzicht van de grondwaterstand, grondsoort en bodemchemie per locatie op verschillende dieptes. Zie voor een toelichting het bijschrift van Tabel 5.

Nr	GWS	GLG	GHG	Diepte	Grondsoort	HZT	OS	V	MV	OLS-P	P-t	Pbs	P-ox	FVG	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	M3/5	M12	
16	140	150	80	0-20	zand, bv, ger.	Apx	3	13	1,3	2471	16,2	0,15	-	-	64	18	22	3	2	7	203	6674	0,03	146	168	4,7	94	15	183	86	82	52	
				20-35	zand, ger., uitgesp. ins	BXE	1	8	1,5	1039	3,2	0,33	-	-	50	11	14	3	2	2	61	4272	0,01	263	50	5,0	97	2	76	31	1	0	
				35-45	zand, ingesp.	B	2	11	1,5	266	1,9	0,14	-	-	114	16	26	4	4	3	87	5569	0,02	260	114	5,0	96	0	100	139	0	0	
				45-55	zand, ingesp.	B	1	12	1,5	162	2,4	0,07	-	-	139	14	35	5	10	3		5037									0	0	
17	110	130	60	0-25	zand, bv, ger.	Apx	8	20	1,1	725	4,7	0,15	-	-	59	18	19	3	4	7	279	9604	0,03	268	768	4,6	94	1	301	104	12	0	
				25-35	veraard veen	O	40	58	0,4	516	7,0	0,07	-	-	154	47	33	1	3	28	343	16702	0,02	72	1011	4,4	96	1	173	135	5	0	
				35-55	zand, ingesp.	B	1	10	1,5	197	0,9	0,23	-	-	46	8	6	2	3	4	261	4141	0,06	173	260	4,5	90	1	21	36	0	0	
				55-65	zand	C	0	11	1,5	106	0,6	0,16	-	-	55	7	9	3	5	3	164	2841	0,06	79	306	4,7	91	0	11	18	0	0	
18	-	-	60	0-20	zand, bv, ger.	Apx	7	22	1,1	963	5,7	0,17	-	-	51	30	16	2	4	10	93	14802	0,01	153	2323	5,0	98	6	655	109	17	0	
				20-30	zand, bv, ger.	Apx	4	19	1,2	712	4,2	0,17	-	-	55	26	14	2	5	8		10728									4	0	
				30-40	zand	B	2	16	1,4	424	2,6	0,16	-	-	119	15	12	5	8	5	210	9719	0,02	260	2447	4,5	97	0	89	27	0	0	
				40-50	zand	B	2	16	1,4	410	2,8	0,14	-	-	140	14	17	6	9	6	402	6711	0,06	730	1869	4,5	93	0	58	32	0	0	
19	130	140	85	0-15	zand, bv, ger., hum.	Apx	10	21	0,9	223	1,6	0,14	-	-	22	12	3	1	1	5	232	11136	0,02	182	629	4,2	94	9	8	388	0	0	
				15-25	zand, verm., uitt. insp.	BxE	1	8	1,4	117	0,8	0,14	-	-	26	7	2	3	1	2		2390									0	0	
				25-35	zand, ingesp.	B	2	9	1,4	229	0,8	0,29	-	-	57	6	6	4	3	1	507	2088	0,24	339	179	4,4	74	0	1	18	0	0	
				35-45	zand, ingesp.	B	1	10	1,4	160	1,0	0,16	-	-	77	9	9	5	4	1	575	1565	0,37	158	157	4,4	65	0	5	28	0	0	
20	120	140	70	0-20	zand, bv omgezet, uits	ApXXE	1	8	1,4	722	3,6	0,20	-	-	22	16	9	2	1	3	94	4267	0,02	145	126	4,7	94	10	104	42	4	0	
				20-35	zand, bv omgezet, uits	ApXXE	4	11	1,3	1150	5,7	0,20	-	-	28	16	12	3	1	3		5894									13	0	
				35-45	zand, iets verm.	BEx	1	8	1,5	954	4,8	0,20	-	-	47	17	8	6	3	3	56	5573	0,01	173	227	4,8	97	9	91	36	6	0	
				45-55	zand, ingesp.	B	1	8	1,4	165	1,4	0,12	-	-	49	12	11	4	4	2	28	4153	0,01	170	321	5,2	98	0	64	36	0	0	
21	130	150	90	0-20	zand, bv	Ap	9	17	1,0	1022	7,0	0,15	-	-	167	23	11	2	4	6	191	10337	0,02	108	1013	4,7	97	1	132	51	24	0	
				20-35	zand, bv	Ap	5	13	1,1	908	7,3	0,12	-	-	170	19	11	3	3	6	139	6295	0,02	141	491	4,9	96	1	79	27	18	0	
				35-45	zand, ingesp.	B	3	10	1,3	460	3,2	0,14	-	-	174	11	19	3	7	4		4186									0	0	
				45-55	zand, uitt. insp.	BC	2	13	1,4	112	1,4	0,08	-	-	121	8	28	5	13	2	83	2289	0,04	148	241	4,9	94	0	41	22	0	0	
43	150	150	50	0-20	zand, bv, ger.	Apx	7	17	1,1	975	4,8	0,21	4,3		15	72	14	15	3	3	7	306	10514	0,03	60	612	4,4	94	3	168	189	11	0
				20-30	zand, bv, ger.	Apx	3	10	1,2	570	2,3	0,24	1,1		7	66	7	13	2	3	4		2569									0	0
				30-50	zand	C	1	9	1,3	102	1,1	0,10	0,2		1	108	11	58	5	12	2	547	4894	0,11	88	1296	4,4	87	1	9	39	0	0
				50-60	leem, zandig	C	2	18	1,6	49	0,7	0,07	0,1		0	297	65	363	26	60	2	161	40180	0,00	147	17041	4,7	99	0	27	70	0	0
44	110	110	60	0-25	zand, opgebr. bv	ApXX	6	13	1,0	279	4,0	0,07	1,3		5	133	33	68	5	13	7	8	15197	0,00	109	2243	5,3	100	0	49	65	0	0
				25-50	zand, opgebr. bv	ApXX	3	13	1,1	111	1,7	0,06	0,4		5	83	21	39	4	10	3		8487									0	0
				50-70	zand, opgebr.	Xx	2	13	1,4	170	2,4	0,07	0,4		5	140	49	96	15	28	2	9	22849	0,00	76	4628	5,9	100	1	15	39	0	0
				70-80	leem, zandig	C	2	15	1,7	213	4,5	0,05	1,0		11	245	82	227	59	91	1	18	52016	0,00	532	9962	6,3	100	1	5	49	0	0

Locatie 16

De zandige toplaag (0-20 cm-mv) is als gevolg van agrarisch gebruik verrijkt met fosfaat (totaal-P: 16,2 mmol/l en Olsen-P: 2471 µmol/l). Voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde natuur is een verschrallingsbeheer (maaien en afvoeren) van circa 80 jaar vereist. Op 20-35 cm-mv is de bodem beperkt verrijkt aan fosfaat (totaal-P: 3,2 mmol/l en Olsen-P: 1039 µmol/l). Na afgraven van 20 cm en minimaal aanvullend verschrallingsbeheer (1 jaar maaien en afvoeren) is bodem geschikt voor de ontwikkeling van heischraal grasland/heide (Ca-t: 11 mmol/l en Ca-z: ± 4.300 µmol/l). Op 35-45 cm-mv is de bodem arm aan fosfaat (totaal-P: 1,9 mmol/l en Olsen-P: 266 µmol/l). Na afgraven van 35 cm is bodem geschikt voor de ontwikkeling van heischraal grasland (Ca-t: 16 mmol/l en Ca-z: ± 5.600 µmol/l). *Advies: 20 cm afgraven in combinatie met circa 1 jaar maaien en afvoeren t.b.v. de ontwikkeling van heischraal grasland/heide of 35 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van heischraal grasland.*

Locatie 17

De 25 cm dikke bouwvoor is als gevolg van agrarisch gebruik slechts beperkt verrijkt met fosfaat (totaal-P: 4,7 mmol/l en Olsen-P: 725 µmol/l). Voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde natuur is een verschrallingsbeheer (maaien en afvoeren) van circa 15 jaar vereist. Op 25-35 cm-mv (veraard veen) is de bodem beperkt verrijkt aan fosfaat (totaal-P: 7,0 mmol/l en Olsen-P: 516 µmol/l). Na afgraven van 25 cm en 5 jaar aanvullend verschrallingsbeheer (maaien en afvoeren) is bodem geschikt voor de ontwikkeling van heischraal grasland of blauwgrasland (onder de juiste hydrologische omstandigheden) (Ca-t: 47 mmol/l en Ca-z: ± 16.700 µmol/l). Op 35-55 cm-mv is de bodem arm aan fosfaat (totaal-P: 0,9 mmol/l en Olsen-P: 197 µmol/l). Na afgraven van 35 cm is bodem geschikt voor de ontwikkeling van heischraal grasland/heide (Ca-t: 8 mmol/l en Ca-z: ±

.....

4.100 $\mu\text{mol/l}$). Om verzuring te voorkomen en de soortenrijkdom te vergroten is het advies om na 35 cm eenmalig te bekalken met 2000 kg Dolokal/ha. *Advies: 25 cm afgraven in combinatie met circa 5 jaar maaien en afvoeren t.b.v. de ontwikkeling van heischraal grasland of mogelijk blauwgrasland of 35 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van heischraal grasland/heide.*

Locatie 18

De zandige toplaag is als gevolg van agrarisch gebruik slechts beperkt verrijkt met fosfaat (totaal-P: 5,7 mmol/l en Olsen-P: 963 $\mu\text{mol/l}$). Een verschrallingsbeheer (maaïen en afvoeren) van circa 21 jaar is vereist voor de ontwikkeling van heischraal grasland of blauwgrasland (onder de juiste hydrologische omstandigheden) (Ca-t: 30 mmol/l en Ca-z: $\pm 14.800 \mu\text{mol/l}$). Na het bereiken van de gewenste verschralling wordt geadviseerd de dichte, soortenarme zode te verwijderen om vestigingsplaatsen te creëren voor doelsoorten. Op 20-30 cm-mv is de bodem beperkt verrijkt aan fosfaat (totaal-P: 4,2 mmol/l en Olsen-P: 712 $\mu\text{mol/l}$). Na afgraven van 20 cm en 4 jaar aanvullend verschrallingsbeheer (maaïen en afvoeren) is bodem geschikt voor de ontwikkeling van heischraal grasland of blauwgrasland (onder de juiste hydrologische omstandigheden) (Ca-t: 26 mmol/l en Ca-z: $\pm 10.700 \mu\text{mol/l}$). Op 30-40 cm-mv is de bodem relatief arm aan fosfaat (totaal-P: 2,6 mmol/l en Olsen-P: 424 $\mu\text{mol/l}$). Na afgraven van 30 cm is bodem geschikt voor de ontwikkeling van heischraal grasland (Ca-t: 15 mmol/l en Ca-z: $\pm 9.700 \mu\text{mol/l}$). *Advies: circa 21 jaar maaïen en afvoeren t.b.v. heischraal grasland of blauwgrasland (gevolgd door het plaggen van de dichte zode) of 20 cm afgraven in combinatie met circa 4 jaar maaïen en afvoeren t.b.v. de ontwikkeling van heischraal grasland of mogelijk blauwgrasland of 30 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van heischraal grasland.*

Locatie 19

De toplaag (0-15 cm-mv) is nauwelijks verrijkt met fosfaat (totaal-P: 1,6 mmol/l en Olsen-P: 223 $\mu\text{mol/l}$). Geadviseerd wordt om de dichte, soortenarme zode te verwijderen om vestigingsplaatsen te creëren voor doelsoorten. Op basis van de bodemchemische omstandigheden ligt de ontwikkeling van heischraal grasland (Ca-t: 12 mmol/l en Ca-z: $\pm 11.100 \mu\text{mol/l}$) voor de hand. *Advies: soortenarme zode verwijderen t.b.v. de ontwikkeling van heischraal grasland.*



Figuur 28. Foto's van het westelijke deel van deelgebied 'Bramerveld'. Links: omgeving WV-43. Rechts: omgeving WV-20. Foto's: Jan Vermeer

Locatie 20

De 35 cm dikke bouwvoor is als gevolg van agrarisch gebruik slechts beperkt verrijkt met fosfaat (totaal-P: 3,6-5,7 mmol/l en Olsen-P: 722-1150 $\mu\text{mol/l}$), waarbij de toplaag (0-20 cm-mv) het minst verrijkt is. Een verschrallingsbeheer (maaïen en afvoeren) van circa 12 jaar is vereist voor de ontwikkeling van een heischraal grasland (Ca-t: 16 mmol/l en Ca-z: $\pm 4.300 \mu\text{mol/l}$). Na het bereiken van de gewenste verschralling wordt geadviseerd de dichte, soortenarme zode te verwijderen om vestigingsplaatsen te creëren voor doelsoorten. Na 20 cm afgraven in combinatie met een verschrallingsbeheer van 19 jaar maaïen en afvoeren is de bodem geschikt voor de ontwikkeling van heidschraal grasland (Ca-t: 16 mmol/l en Ca-z: $\pm 5.900 \mu\text{mol/l}$). Na 35 cm

.....

afgraven is 6 jaar aanvullend beheer in de vorm van maaien en afvoeren vereist voor de ontwikkeling van heischraal grasland (Ca-t: 17 mmol/l en Ca-z: $\pm 5.600 \mu\text{mol/l}$). *Advies: circa 12 jaar maaien en afvoeren t.b.v. de ontwikkeling van heischraal grasland (gevolgd door het plaggen van de dichte zode) of 20 cm afgraven in combinatie met circa 19 jaar maaien en afvoeren t.b.v. heischraal grasland of 35 cm afgraven in combinatie met circa 6 jaar maaien en afvoeren t.b.v. de ontwikkeling van heischraal grasland.*

Locatie 21

De zandige toplaag (0-20 cm) is als gevolg van agrarisch gebruik slechts beperkt verrijkt met fosfaat (totaal-P: 7,0 mmol/l en Olsen-P: 1022 $\mu\text{mol/l}$). Voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde natuur is een verschrallingsbeheer (maaien en afvoeren) van circa 35 jaar vereist. Op 20-35 cm-mv is de bodem tevens beperkt verrijkt aan fosfaat (totaal-P: 7,3 mmol/l en Olsen-P: 908 $\mu\text{mol/l}$). Na afgraven van 20 cm en aanvullend verschrallingsbeheer (maaien en afvoeren) van 18 jaar is bodem geschikt voor de ontwikkeling van heischraal grasland (Ca-t: 19 mmol/l en Ca-z: $\pm 6.300 \mu\text{mol/l}$). Op 35-45 cm-mv is de bodem relatief arm aan fosfaat (totaal-P: 3,2 mmol/l en Olsen-P: 460 $\mu\text{mol/l}$). Na afgraven van 35 cm is bodem geschikt voor de ontwikkeling van heide/heischraal grasland (Ca-t: 11 mmol/l en Ca-z: $\pm 4.200 \mu\text{mol/l}$). *Advies: 20 cm afgraven in combinatie met circa 18 jaar maaien en afvoeren t.b.v. de ontwikkeling van heischraal grasland of 35 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van heide/heischraal grasland.*

Locatie 43

De toplaag (0-20 cm-mv) is als gevolg van het agrarisch gebruik slechts beperkt verrijkt met fosfaat (totaal-P: 4,8 mmol/l en Olsen-P: 975 $\mu\text{mol/l}$). Voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde natuur is een verschrallingsbeheer (maaien en afvoeren) van circa 11 jaar vereist voor de ontwikkeling van heischraal grasland (Ca-t: 14 mmol/l en Ca-z: $\pm 10.500 \mu\text{mol/l}$). Na het bereiken van de gewenste verschralling wordt geadviseerd de dichte, soortenarme zode te verwijderen om vestigingsplaatsen te creëren voor doelsoorten. Op 20-30 cm-mv is de bodem relatief arm aan fosfaat (totaal-P: 2,3 mmol/l en Olsen-P: 570 $\mu\text{mol/l}$). Na afgraven van 20 cm is bodem geschikt voor de ontwikkeling van heide (Ca-t: 7 mmol/l en Ca-z: $\pm 2.600 \mu\text{mol/l}$). Om verzuring te voorkomen en de soortenrijkdom te vergroten is het advies om na afgraven van 20 cm eenmalig te bekalken met 2000 kg Dolokal/ha. *Advies: Circa 11 jaar maaien en afvoeren t.b.v. de ontwikkeling van heischraal grasland (gevolgd door het plaggen van de dichte zode) of 20 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van heide.*

Locatie 44

De zandige toplaag (0-25 cm-mv) is nauwelijks verrijkt met fosfaat (totaal-P: 4,0 mmol/l en Olsen-P: 279 $\mu\text{mol/l}$). Geadviseerd wordt om de dichte, soortenarme zode te verwijderen om vestigingsplaatsen te creëren voor doelsoorten. Op basis van de bodemchemische omstandigheden ligt de ontwikkeling van heischraal grasland of blauwgrasland (onder de juiste hydrologische omstandigheden) voor de hand (Ca-t: 33 mmol/l en Ca-z: $\pm 15.200 \mu\text{mol/l}$). *Advies: soortenarme zode verwijderen t.b.v. de ontwikkeling van heischraal grasland of mogelijk blauwgrasland.*

Deelgebied 'Slenken langs Wagerinkweg'

Tabel 8. Overzicht van de grondwaterstand, grondsoort en bodemchemie per locatie op verschillende dieptes. Zie voor een toelichting het bijschrift van Tabel 5.

Nr	GWS	GLG	GHG	Diepte	Grondsoort	HZT	OS	V	MV	Ols-P	P-t	Pbs	P-ox	FVG	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	M3/5	M12	
22	60	90	10	0-20	zand, bv, moerig	Ap	9	40	0,9	1538	11,3	0,14	-	-	51	23	25	2	4	19	52	11489	0,00	239	760	4,9	97	8	418	104	50	16	
				20-30	zand, bv, moerig	Ap	3	24	1,1	1402	9,8	0,14	-	-	59	26	30	3	4	17		10733									21	4	
				30-40	zand, uitgesp. insp.	B/E	1	16	1,6	450	2,0	0,22	-	-	46	13	18	4	5	4	30	4626	0,01	188	297	5,1	94	0	100	145	0	0	
				40-50	zand, uitgesp. insp.	B/E	0	17	1,6	183	1,0	0,19	-	-	42	9	22	4	5	2	15	4374	0,00	250	330	5,4	95	0	13	123	0	0	
23	120	140	50	0-20	zand, bv, ger.	Apx	4	13	1,2	1418	10,1	0,14	-	-	62	16	67	2	3	6	47	7032	0,01	41	237	4,9	97	4	120	116	43	10	
				20-35	zand, ijzerrijk	Bx	2	10	1,4	495	15,8	0,03	-	-	102	30	460	3	3	4		12030									15	0	
				35-55	zand, ijzerrijk	Bx	2	10	1,4	522	11,6	0,05	-	-	76	25	248	3	3	4	3	8329	0,00	118	311	5,6	100	2	153	35	17	0	
				55-65	zandig leem, venbodem	O	7	29	1,1	1240	24,1	0,05	-	-	103	32	93	2	5	15	27	15499	0,00	253	670	5,1	91	0	20	1372	51	2	
24	120	130	55	0-15	zand, bv, ger.	Apx	4	12	1,3	1301	20,5	0,06	-	-	48	44	67	3	5	8	25	14210	0,00	140	112	5,5	99	24	220	129	67	7	
				15-30	zand, uitgesp.	E	1	5	1,4	421	2,0	0,21	-	-	14	11	6	2	1	1		3795									0	0	
				30-55	zand, ingesp.	B	2	11	1,5	136	1,9	0,07	-	-	100	25	22	3	3	1	6	10845	0,00	505	644	5,5	100	0	87	27	0	0	
				55-65	zand	C	1	13	1,5	373	11,0	0,03	-	-	90	19	270	4	8	1	3	9238	0,00	803	734	5,9	100	0	43	29	3	0	
25	120	120	45	0-20	zand, opgebr. bv	Apxx	2	16	1,4	1723	12,0	0,14	-	-	43	16	47	3	4	7	138	8277	0,02	46	382	4,8	94	13	11	206	55	23	
				20-35	zand, opgebr. bv	Apxx	2	12	1,4	1413	16,0	0,09	-	-	48	16	72	3	4	6		6105									54	11	
				35-55	zand	C	0	12	1,5	167	2,1	0,08	-	-	62	14	104	7	9	1	8	6494	0,00	319	978	5,9	100	0	11	22	0	0	
				55-65	leem, zandig	C	1	15	1,7	43	1,3	0,03	-	-	275	59	248	45	53	1	18	29985	0,00	380	5300	5,6	100	0	17	37	0	0	
45	120	120	60	0-20	zand, opgebr. bv	Apxx	6	20	1,2	1440	11,7	0,12	10,2	11	31	67	28	31	3	4	8	144	14019	0,01	90	302	5,2	97	13	75	136	51	12
				20-40	zand, ger.	Bx	1	11	1,5	251	2,6	0,10	1,6	11	107	16	31	4	4	2		5799									0	0	
				40-60	zand, ger.	Bx	1	12	1,5	248	3,0	0,08	1,5	9	137	19	33	4	5	3	65	11050	0,01	258	991	5,8	99	1	25	42	0	0	
				60-70	zand, ger.	Bx	1	13	1,5	158	1,7	0,10	0,5	6	146	16	31	6	8	2	11	9796	0,00	124	1013	5,5	100	0	14	42	0	0	

Locatie 22

De zandige toplaag (0-20 cm-mv) is als gevolg van agrarisch gebruik matig verrijkt met fosfaat (totaal-P: 11,3 mmol/l en Olsen-P: 1538 µmol/l). Voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde natuur is een verschrallingsbeheer (maaïen en afvoeren) van circa 70 jaar vereist. Op 20-30 cm-mv is de bodem beperkt verrijkt aan fosfaat (totaal-P: 9,8 mmol/l en Olsen-P: 1402 µmol/l). Na afgraven van 20 cm en aanvullend verschrallingsbeheer (maaïen en afvoeren) van 21 jaar is bodem geschikt voor de ontwikkeling van blauwgrasland of heischraal grasland (Ca-t: 26 mmol/l en Ca-z: ± 10.700 µmol/l). Op 30-40 cm-mv is de bodem relatief arm aan fosfaat (totaal-P: 2,0 mmol/l en Olsen-P: 450 µmol/l). Na afgraven van 30 cm is bodem geschikt voor de ontwikkeling van heischraal grasland/heide (Ca-t: 13 mmol/l en Ca-z: ± 4.600 µmol/l). *Advies: 20 cm afgraven in combinatie met circa 21 jaar maaïen en afvoeren t.b.v. de ontwikkeling van blauwgrasland/heischraal grasland of 30 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van heischraal grasland/heide.*

Locatie 23

De 20 cm dikke bouwvoor is matig verrijkt met fosfaat (totaal-P: 10,1 mmol/l en Olsen-P: 1418 µmol/l). Voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde natuur is een verschrallingsbeheer (maaïen en afvoeren) van circa 50 jaar vereist. Op 20-35 cm-mv is de bodem rijk aan fosfor (totaal-P: 15,8 mmol/l) maar ook zeer rijk aan ijzer (460 mmol/l) waardoor de Olsen-P concentratie slechts 495 µmol/l bedraagt. Na afgraven van 20 cm en aanvullend verschrallingsbeheer (maaïen en afvoeren) van maximaal 30 jaar (onder ijzerrijke omstandigheden is een Olsen-P concentratie van 400-500 µmol/l acceptabel, mede doordat het ijzer mogelijk extra P immobiliseert na afgraving) is bodem onder de juiste hydrologische omstandigheden geschikt voor de ontwikkeling van blauwgrasland (Ca-t: 30 mmol/l en Ca-z: ± 12.000 µmol/l). Op 35-50 cm-mv is de bodem matig verrijkt met fosfaat (totaal-P: 11,6 mmol/l en Olsen-P: 522 µmol/l) en ijzerrijk (Fe-t: 248 mmol/l). Na afgraven van 35 cm en maximaal 68 jaar aanvullend verschrallingsbeheer (maaïen en afvoeren) van circa is bodem geschikt voor de ontwikkeling van heischraal grasland of (onder de juiste hydrologische omstandigheden) blauwgrasland (Ca-t: 25 mmol/l en Ca-z: ± 8.300 µmol/l). Op 55 cm is zandig leem (venbodem) aangetroffen. *Advies: 20 cm afgraven in combinatie met maximaal 30 jaar maaïen en afvoeren t.b.v. de ontwikkeling van blauwgrasland of 35 cm afgraven in combinatie met maximaal 68 jaar maaïen en afvoeren t.b.v. de ontwikkeling van heischraal grasland of*

.....
mogelijk blauwgrasland. In de praktijk volstaat mogelijk minimaal aanvullend verschrallingsbeheer na afgraven van 20 of 35 cm i.v.m. de ijzerrijkdom van de bodem.



Figuur 29. Foto's van deelgebied 'Slenken langs Wagerinkweg'. Links: omgeving WV-24. Rechts: omgeving WV-22. Foto's: Jan Vermeer.

Locatie 24

De zandige bouwvoor van 15 cm is als gevolg van het agrarisch gebruik sterk verrijkt met fosfaat (totaal-P: 21,5 mmol/l en Olsen-P: 1301 $\mu\text{mol/l}$). Voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde natuur is een verschrallingsbeheer (maaïen en afvoeren) van circa 65 jaar vereist. Vanaf 15 cm-mv is de bodem relatief arm aan fosfaat (totaal-P: 2,0 mmol/l en Olsen-P: 421 $\mu\text{mol/l}$). Na afgraven van 15 cm is bodem geschikt voor de ontwikkeling van heide/heischraal grasland (Ca-t: 11 mmol/l en Ca-z: $\pm 3.800 \mu\text{mol/l}$). Om verzuring te voorkomen en de soortenrijkdom te vergroten is het advies om na afgraven van 15 cm eenmalig te bekalken met 2000 kg Dolokal/ha. *Advies: 15 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van heide/heischraal grasland.*

Locatie 25

De zandige bouwvoor van 35 cm is als gevolg van het agrarisch gebruik matig verrijkt met fosfaat (totaal-P: 12,0-16,0 mmol/l en Olsen-P: 1413-1723 $\mu\text{mol/l}$). Voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde natuur is een verschrallingsbeheer (maaïen en afvoeren) van circa 90 jaar vereist. Vanaf 35 cm-mv is de bodem relatief arm aan fosfaat. Na afgraven van 35 cm is bodem geschikt (totaal-P: 2,1 mmol/l en Olsen-P: 167 $\mu\text{mol/l}$) voor de ontwikkeling van heischraal grasland (Ca-t: 14 mmol/l en Ca-z: $\pm 6.500 \mu\text{mol/l}$). Op 55 cm is een gebufferde, zandige leemlaag aangetroffen. *Advies: 35 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van heischraal grasland.*

Locatie 45

De top laag (0-20 cm-mv) is als gevolg van het agrarisch gebruik matig verrijkt met fosfaat (totaal-P: 11,7 mmol/l en Olsen-P: 1440 $\mu\text{mol/l}$). Voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde natuur is een verschrallingsbeheer (maaïen en afvoeren) van circa 50 jaar vereist. Vanaf 20 cm-mv is de bodem relatief arm aan fosfaat. Na afgraven van 20 cm is bodem geschikt (totaal-P: 2,6 mmol/l en Olsen-P: 251 $\mu\text{mol/l}$) voor de ontwikkeling van heischraal grasland (Ca-t: 16 mmol/l en Ca-z: $\pm 5.800 \mu\text{mol/l}$). *Advies: 20 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van heischraal grasland.*

Deelgebied 'Natte weide'

Tabel 9. Overzicht van de grondwaterstand, grondsoort en bodemchemie per locatie op verschillende dieptes. Zie voor een toelichting het bijschrift van Tabel 5.

Nr	GWS	GLG	GHG	Diepte	Grondsoort	HZT	OS	V	MV	Ols-P	P-t	Pbs	P-ox	FVG	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	M3/5	M12	
26	110	130	40	0-25	zand, opgebr. bv	Apxx	3	16	1,4	796	6,6	0,12	-	-	177	24	127	22	27	8	526	13533	0,04	154	1683	4,4	94	1	304	71	24	0	
				25-50	zand, opgebr. bv	Apxx	2	17	1,4	1089	5,8	0,19	-	-	101	18	60	10	12	6		6765										22	0
				50-60	zand	C	1	16	1,6	179	2,0	0,09	-	-	183	27	142	13	25	3	345	11577	0,03	171	1598	4,3	92	0	49	202	0	0	
				60-70	zand	C	1	14	1,5	271	2,3	0,12	-	-	126	17	73	8	14	3	439	15210	0,03	405	2187	4,1	89	0	25	675	0	0	
27	120	130	75	0-20	zand, bv	Ap	4	18	1,3	1414	14,3	0,10	-	-	91	31	28	3	3	8	110	10654	0,01	107	553	4,9	97	3	64	155	64	13	
				20-35	zand, uitgesp.	EB	1	9	1,4	1304	3,9	0,33	-	-	41	10	6	3	2	2		3748										4	1
				35-45	zand, ingesp.	B	1	11	1,4	1300	4,0	0,33	-	-	49	12	5	3	2	2	59	4251	0,01	207	273	4,9	95	3	23	39	3	1	
				45-55	zand, ingesp.	B	1	11	1,4	828	2,0	0,42	-	-	46	10	3	3	2	2	175	4123	0,04	203	304	4,7	93	0	29	41	0	0	
28	130	140	70	0-20	zand, bv, iets verm.	ApX	4	13	1,2	1930	16,6	0,12	-	-	108	27	20	4	6	7	76	9397	0,01	192	561	5,0	98	2	160	106	81	39	
				20-35	zand	BC	1	5	1,4	225	2,0	0,11	-	-	96	8	20	5	9	2		2754										0	0
				35-55	zand	BC	1	7	1,5	97	0,8	0,13	-	-	69	9	15	4	8	1	34	2118	0,02	139	51	5,1	96	0	18	29	0	0	
				55-65	zand	C	0	9	1,5	68	0,7	0,10	-	-	83	7	19	6	10	2	44	1640	0,03	257	75	5,3	95	0	14	19	0	0	
29	90	120	30	0-25	zand, opgebr. bv	Apxx	5	18	1,3	1597	6,9	0,23	-	-	74	13	18	3	6	6	235	8063	0,03	207	547	4,6	93	4	34	73	31	13	
				25-40	zand, opgebr.	Xx	4	16	1,3	1738	9,9	0,18	-	-	115	23	39	5	7	7	102	11366	0,01	937	945	4,9	95	0	387	208	32	14	
				40-55	zand, opgebr.	Xx	4	17	1,2	1558	8,3	0,19	-	-	102	18	41	4	7	6		7164									25	9	
				55-65	zand	C	2	16	1,5	961	6,1	0,16	-	-	120	14	47	5	12	5	61	4056	0,02	604	330	4,9	88	0	16	639	9	0	
46	120	130	60	0-20	zand, rest. bv, ger.	AxB	4	19	1,3	3143	8,1	0,39	7,0		32	75	14	11	4	4	4	232	6642	0,03	132	839	4,6	92	25	35	59	32	31
				20-40	zand, ingesp.	B	2	16	1,3	1491	4,2	0,35	2,9		12	105	14	14	4	6	4		5129									8	5
				40-60	zand, ingesp.	B	2	17	1,4	953	2,6	0,37	1,9		9	95	8	14	4	7	2	232	4447	0,05	130	439	5,0	91	2	17	71	0	0
				60-70	zand uitt insp	BC	1	15	1,5	947	2,3	0,42	1,7		9	101	11	16	5	9	2	201	3079	0,07	329	388	4,9	88	1	6	95	0	0

Locatie 26

De 50 cm dikke bouwvoor is als gevolg van agrarisch gebruik slechts beperkt verrijkt met fosfaat (totaal-P: 5,8-6,6 mmol/l en Olsen-P: 796-1089 µmol/l). Voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde natuur is een verschrallingsbeheer (maaïen en afvoeren) van circa 30 jaar vereist. Na afgraven van 25 cm en 22 jaar aanvullend verschrallingsbeheer (maaïen en afvoeren) is de bodem geschikt voor de ontwikkeling van heischraal grasland (Ca-t: 18 mmol/l en Ca-z: ± 6.800 µmol/l). Op 50-60 cm-mv is de bodem arm aan fosfaat (totaal-P: 2,0 mmol/l en Olsen-P: 179 µmol/l). Na afgraven van 50 cm is bodem geschikt voor de ontwikkeling van blauwgrasland (Ca-t: 27 mmol/l en Ca-z: ± 11.600 µmol/l). Om verzuring te voorkomen en de soortenrijkdom te vergroten is het advies om na afgraven van 25 cm eenmalig te bekalken met 2000 kg Dolokal/ha. *Advies: 25 cm afgraven in combinatie met circa 22 jaar maaïen en afvoeren t.b.v. de ontwikkeling van heischraal grasland of 50 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van blauwgrasland.*

Locatie 27

De zandige toplaag (0-20 cm-mv) is als gevolg van agrarisch gebruik matig verrijkt met fosfaat (totaal-P: 14,3 mmol/l en Olsen-P: 1414 µmol/l). Voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde natuur is een verschrallingsbeheer (maaïen en afvoeren) van circa 65 jaar vereist. Na afgraven van 20 cm en aanvullend verschrallingsbeheer (maaïen en afvoeren) van 7 jaar is bodem geschikt voor de ontwikkeling van heide (Ca-t: 10 mmol/l en Ca-z: ± 3.700 µmol/l). Na afgraven van 45 cm is de bodem geschikt (totaal-P: 2,0 mmol/l en Olsen-P: 828 µmol/l) voor de ontwikkeling van heide/heischraal grasland (Ca-t: 10 mmol/l en Ca-z: ± 4.100 µmol/l). Om verzuring te voorkomen en de soortenrijkdom te vergroten is het advies om na afgraven van 20 cm dan wel 45 cm eenmalig te bekalken met 2000 kg Dolokal/ha. *Advies: 20 cm afgraven in combinatie met circa 7 jaar maaïen en afvoeren t.b.v. de ontwikkeling van heide of 45 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van heide/heischraal grasland.*

Locatie 28

De zandige bouwvoor van 20 cm is als gevolg van het agrarisch gebruik verrijkt met fosfaat (totaal-P: 16,6 mmol/l en Olsen-P: 1930 µmol/l). Voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde natuur is een verschrallingsbeheer (maaïen en afvoeren) van circa 80 jaar vereist. Vanaf 20 cm-mv is de bodem relatief arm aan fosfaat. Na afgraven van 20 cm is bodem geschikt (totaal-P: 2,0 mmol/l en Olsen-

.....

P: 225 $\mu\text{mol/l}$) voor de ontwikkeling van heide (Ca-t: 8 mmol/l en Ca-z: $\pm 2.800 \mu\text{mol/l}$). Om verzuring te voorkomen en de soortenrijkdom te vergroten is het advies om na afgraven van 20 cm eenmalig te bekalken met 2000 kg Dolokal/ha. *Advies: 20 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van heide.*



Figuur 30. Foto's van deelgebied 'Natte weide'. Links: omgeving AB-21. Rechts: omgeving WV-28. Foto's: Jan Vermeer.

Locatie 29

De top laag (0-25 cm) is als gevolg van het agrarisch gebruik beperkt verrijkt met fosfaat (totaal-P: 6,9 mmol/l en Olsen-P: 1597 $\mu\text{mol/l}$). Voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde natuur is een verschrallingsbeheer (maaïen en afvoeren) van circa 40 jaar vereist. Er is sprake van P-uitspoeling onder de bouwvoor op 25-55 cm-mv (totaal-P: 8,3-9,9 mmol/l en Olsen-P: 1558-1738 $\mu\text{mol/l}$) waardoor na 40 cm afgraven circa 35 jaar aanvullend beheer in de vorm van maaïen en afvoeren vereist is voor de ontwikkeling van heischraal grasland (Ca-t: 18 mmol/l en Ca-z: $\pm 7.200 \mu\text{mol/l}$). Op 55-65 cm-mv is de bodem armer aan fosfaat (totaal-P: 6,1 mmol/l en Olsen-P: 961 $\mu\text{mol/l}$). Na afgraven van 55 cm en 9 jaar maaïen en afvoeren is bodem geschikt voor de ontwikkeling van heischraal grasland (Ca-t: 14 mmol/l en Ca-z: $\pm 4.100 \mu\text{mol/l}$). *Advies: 40 cm afgraven in combinatie met circa 35 jaar maaïen en afvoeren t.b.v. de ontwikkeling van heischraal grasland of 55 cm afgraven in combinatie met circa 9 jaar maaïen en afvoeren t.b.v. de ontwikkeling van heischraal grasland.*

Locatie 46

De top laag (0-20 cm-mv) is als gevolg van agrarisch gebruik beperkt verrijkt met fosfaat (totaal-P: 8,1 mmol/l en Olsen-P: 3143 $\mu\text{mol/l}$). Voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde natuur is een verschrallingsbeheer (maaïen en afvoeren) van circa 35 jaar vereist. Na afgraven van 20 cm en 8 jaar aanvullend verschrallingsbeheer (maaïen en afvoeren) van is de bodem geschikt voor de ontwikkeling van heischraal grasland (Ca-t: 14 mmol/l en Ca-z: $\pm 5.100 \mu\text{mol/l}$). Op 40-60 cm-mv is de bodem relatief arm aan fosfaat (totaal-P: 2,6 mmol/l en Olsen-P: 953 $\mu\text{mol/l}$; de totaal-P concentraties biedt voldoende perspectief). Na afgraven van 40 cm is bodem geschikt voor de ontwikkeling van heide/heischraal grasland (Ca-t: 8 mmol/l en Ca-z: $\pm 4.400 \mu\text{mol/l}$). Om verzuring te voorkomen en de soortenrijkdom te vergroten is het advies om na afgraven van 40 cm eenmalig te bekalken met 2000 kg Dolokal/ha. *Advies: 20 cm afgraven in combinatie met circa 8 jaar maaïen en afvoeren t.b.v. de ontwikkeling van heischraal grasland of 40 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van heide/heischraal grasland.*

Deelgebied 't Markslag e.o.'

Tabel 10. Overzicht van de grondwaterstand, grondsoort en bodemchemie per locatie op verschillende dieptes. Zie voor een toelichting het bijschrift van Tabel 5.

Nr	GWS	GLG	GHG	Diepte	Grondsoort	HZT	OS	V	MV	Ols-P	P-t	Pbs	P-ox	FVG	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	M3/5	M12
30	120	130	70	0-20	zand, bv	Ap	7	19	1,2	1366	14,8	0,09	-	-	133	37	36	5	9	12	69	13503	0,01	87	1049	5,1	99	2	272	113	66	11
				20-30	zand, bv	Ap	6	19	1,3	1109	11,3	0,10	-	-	120	37	35	4	7	11		15518									23	0
				30-40	zand, ingesp.	B	2	16	1,4	717	5,5	0,13	-	-	162	30	35	5	11	6	40	10318	0,00	132	680	5,1	99	1	86	45	6	0
				40-50	zand, ingesp.	B	1	12	1,5	380	2,7	0,14	-	-	105	18	21	4	8	4	55	5913	0,01	289	436	5,2	98	1	54	32	0	0
31	130	130	75	0-20	zand, bv	Ap	7	18	1,1	1718	20,7	0,08	-	-	109	43	37	4	6	10	46	13989	0,00	108	496	5,1	99	6	478	152	99	39
				20-30	zand, bv	Ap	7	19	1,1	1517	20,9	0,07	-	-	112	51	42	3	6	11		22904									48	14
				30-40	zand, uitl. insp.	BC	1	9	1,4	187	2,2	0,08	-	-	88	16	28	3	7	3	10	6829	0,00	205	148	5,8	99	1	83	40	0	0
				40-50	zand	C	0	10	1,4	104	1,0	0,10	-	-	58	12	21	4	7	1	35	3554	0,01	112	141	5,7	98	0	23	21	0	0
32	110	130	60	0-15	zand, bv, ger.	Apx	4	15	1,3	1731	19,2	0,09	-	-	117	31	26	4	5	6	52	8624	0,01	175	303	5,3	98	3	109	81	69	28
				15-25	zand, bv, ger.	Apx	4	14	1,2	1517	17,8	0,09	-	-	118	33	27	4	5	6		14007									41	12
				25-40	zand, ingesp.	B	2	8	1,4	339	3,2	0,11	-	-	119	17	21	5	10	2	24	3987	0,01	91	54	5,5	99	0	20	16	1	0
				40-50	zand, uitl. insp.	BC	1	11	1,5	91	1,3	0,07	-	-	112	12	25	7	12	2	18	3661	0,01	195	61	5,5	99	0	14	38	0	0
33	120	110	65	0-20	zand, bv, ger.	Apx	3	14	1,2	836	8,2	0,10	-	-	101	15	43	10	12	8	230	5737	0,04	80	662	4,7	92	1	180	307	27	0
				20-30	zand, bv, ger.	Apx	2	11	1,3	819	7,0	0,12	-	-	90	19	34	8	10	6	175	20359	0,01	138	1704	4,7	98	0	72	40	11	0
				30-40	zand, uitl. insp.	BC	1	7	1,4	392	2,1	0,19	-	-	73	16	20	3	4	2	37	3744	0,01	113	184	5,2	98	1	50	30	0	0
				40-50	zand, uitl. insp.	BC	1	7	1,4	270	1,5	0,18	-	-	72	13	22	2	5	2	27	4338	0,01	188	297	5,2	98	0	48	31	0	0
34	130	130	70	0-10	zand, verm.	AxB	3	5	1,1	588	5,6	0,11	-	-	121	21	21	3	8	4	40	5682	0,01	78	252	5,2	98	1	84	51	5	0
				10-30	zand, uitl. insp.	BC	1	6	1,4	143	1,3	0,11	-	-	103	10	23	5	10	2	46	2938	0,02	179	102	5,3	97	0	40	24	0	0
				30-40	zand	C	1	7	1,5	128	1,4	0,09	-	-	109	11	26	5	13	2	36	2578	0,01	156	126	5,3	97	0	61	24	0	0
				40-50	zand	C	1	6	1,5	106	1,1	0,10	-	-	102	9	23	4	11	1		3043									0	0
35	150	-	115	0-20	zand, esdek	AAN	5	5	1,1	3141	19,3	0,16	-	-	78	14	76	5	8	7	298	4147	0,07	161	437	4,3	88	7	208	54	102	74
				20-40	zand, esdek	AAN	5	7	1,1	2132	12,7	0,17	-	-	84	16	88	3	7	6		6149									60	35
				40-60	zand, esdek	AAN	5	10	1,1	1406	13,6	0,10	-	-	121	12	423	3	6	7	430	5557	0,08	115	499	4,4	89	1	82	39	61	12
				60-80	zand, esdek	AAN	5	11	1,1	1385	8,9	0,16	-	-	94	15	78	3	6	6		5781									36	7
				80-105	zand, esdek	AAN	5	14	1,2	1008	10,5	0,10	-	-	206	14	35	3	6	5	140	4619	0,03	79	707	4,7	95	1	41	26	49	0
				105-115	zand, iets ingesp.	B	2	8	1,4	126	2,3	0,05	-	-	102	4	22	3	9	1	73	1642	0,04	147	385	4,9	93	1	75	26	0	0
36	140	130	70	0-25	zand, iets gebrokt	AAN	4	13	1,2	2572	34,6	0,07	-	-	109	30	72	4	11	7	32	9203	0,00	161	2294	5,0	99	39	192	97	228	144
				25-50	zand, iets gebrokt	AAN	3	14	1,3	1798	18,0	0,10	-	-	127	20	75	5	13	5		7880									109	47
				50-65	zand, iets gebrokt	AAN	17	8	1,6	1585	15,8	0,10	-	-	137	22	76	5	14	5	11	8004	0,00	369	3393	5,1	99	8	72	44	55	18
				65-75	zand	C	1	14	1,5	194	3,6	0,05	-	-	134	14	129	6	12	1	19	5786	0,00	801	2035	5,3	99	3	34	21	0	0
37	80	110	50	0-20	zand, bv	Ap	6	25	1,2	1909	27,3	0,07	-	-	145	39	98	3	10	11	80	14866	0,01	10	637	5,0	98	28	107	173	135	64
				20-40	zand, bv	Ap	4	22	1,3	480	7,1	0,07	-	-	107	29	78	3	5	7		11989									8	0
				40-55	zand, uitgesp.	E	1	16	1,5	268	1,3	0,21	-	-	30	5	8	1	1	1	14	2526	0,01	105	47	5,5	98	4	12	35	0	0
				55-65	zand, ingesp., gel.	BC	0	15	1,5	115	0,9	0,13	-	-	36	5	18	2	2	1	10	2041	0,00	58	132	5,3	98	1	16	41	0	0
38	150	-	120	0-20	zand, bv	Ap	5	7	1,1	3541	31,0	0,11	-	-	76	9	77	7	7	8	646	1857	0,35	2735	636	3,9	73	52	50	70	170	128
				20-40	zand, bv	Ap	5	11	1,1	3767	22,2	0,17	-	-	71	10	75	5	5	8	780	2849	0,27	1877	447	4,0	73	39	55	72	120	95
				40-60	zand, esdek, hum.	AAN	4	10	1,2	2448	11,6	0,21	-	-	85	7	90	3	6	5	629	3641	0,17	345	256	4,3	79	3	31	43	54	37
				60-80	zand, esdek, hum.	AAN	4	13	1,2	1521	11,3	0,13	-	-	112	6	94	2	5	6		2214									49	15
39	150	140	80	0-15	zand, bv	Ap	8	26	1,1	1767	15,2	0,12	-	-	45	20	32	2	3	9	150	11698	0,01	111	947	4,6	96	11	460	207	54	23
				15-25	zand, uitgesp.	E	1	9	1,4	885	2,1	0,43	-	-	26	6	3	2	1	1	148	2499	0,06	122	183	4,7	89	10	86	52	0	0
				25-35	zand, ingesp.	B	2	10	1,3	342	2,7	0,13	-	-	134	17	61	2	5	3	50	8030	0,01	141	231	5,1	99	1	166	40	0	0
				35-50	zand, lemig	C	1	10	1,5	165	1,3	0,13	-	-	140	12	31	6	9	2	56	6122	0,01	171	212	4,9	98	0	122	39	0	0
47	120	130	70	0-20	zand, bv, ger.	Apx	3	10	1,4	1141	6,0	0,19	6,0	18	118	15	21	3	7	4	41	6584	0,01	88	166	5,2	98	2	159	100	19	0
				20-35	zand, ijzerrijk	B	3	10	1,3	533	2,6	0,21	1,7	4	106	11	12	3	5	3		3942									0	0
				35-45	zand, uitl. insp.	BC	2	10	1,3	399	1,5	0,26	1,0	4	115	10	22	5	10	2	82	4866	0,02	200	563	5,0	97	1	24	38	0	0
				45-55	zand, uitl. insp.	BC	2	10	1,4	432	1,9	0,23	1,0	4	115	13	23	5	11	3	65	4063	0,02	235	400	5,2	97	0	12	40	0	0
48	60	100	20	0-20	zand, bv	Ap	5	22	1,3	1609	17,5	0,09	8,7	29	132	56	27	4	6	9	40	16592	0,00	105	489	5,3	99	7	149	125	82	28
				20-30	zand, bv	Ap	5	22	1,3	1382	13,0	0,11	8,4	30	114	46	25	4	6	8		20145									28	5
				30-40	zand, iets ingesp.	BC	4	20	1,5	1202	6,5	0,18	6,4	29	92	24	17	4	6	4	37	11580	0,00	64	303	5,4	99	5	69	72	11	0
				40-50	zand, iets ingesp.	BC	1	16	1,5	964	6,0	0,16	1,6	19	108	16	18	4	8	4	24	5955	0,00	171	218	5,6	98	3	51	106	9	0
49	130	150	60	0-20	zand, bv, ger.	Apx	4	17	1,2	1211	7,6	0,16	5,6	28	75	12	39	5	8	6	83	6575	0,01	188	474	5,1	97	4	365	81	26	0
				20-40	zand, bv, ger.	Apx	2	12	1,3	1941	13,9	0,14	8,7																			

.....
heischraal grasland (Ca-t: 18 mmol/l en Ca-z: $\pm 5.900 \mu\text{mol/l}$). Advies: 30 cm afgraven in combinatie met circa 6 jaar maaien en afvoeren t.b.v. de ontwikkeling van mogelijk blauwgrasland of heischraal grasland (of 40 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van heischraal grasland).

Locatie 31

De zandige bouwvoor van 30 cm is als gevolg van het agrarisch gebruik sterk verrijkt met fosfaat (totaal-P: 20,7-20,9 mmol/l en Olsen-P: 1517-1718 $\mu\text{mol/l}$). Voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde natuur is een verschrallingsbeheer (maaïen en afvoeren) van circa 150 jaar vereist. Vanaf 30 cm-mv is de bodem relatief arm aan fosfaat. Na afgraven van 30 cm is bodem geschikt (totaal-P: 2,2 mmol/l en Olsen-P: 187 $\mu\text{mol/l}$) voor de ontwikkeling van heischraal grasland (Ca-t: 16 mmol/l en Ca-z: $\pm 6.800 \mu\text{mol/l}$). Advies: 30 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van heischraal grasland.

Locatie 32

De 25 cm dikke bouwvoor is als gevolg van agrarisch gebruik verrijkt met fosfaat (totaal-P: 17,8-19,2 mmol/l en Olsen-P: 1517-1731 $\mu\text{mol/l}$). Voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde natuur is een verschrallingsbeheer (maaïen en afvoeren) van circa 110 jaar vereist. Op 25-40 cm-mv is de bodem beperkt verrijkt aan fosfaat (totaal-P: 3,2 mmol/l en Olsen-P: 339 $\mu\text{mol/l}$). Na afgraven van 25 cm en minimaal aanvullend verschrallingsbeheer (1 jaar maaïen en afvoeren) is de bodem geschikt voor de ontwikkeling van heischraal grasland of heide (Ca-t: 17 mmol/l en Ca-z: $\pm 4.000 \mu\text{mol/l}$). Op 40-50 cm-mv is de bodem arm aan fosfaat (totaal-P: 1,3 mmol/l en Olsen-P: 91 $\mu\text{mol/l}$). Na afgraven van 40 cm is bodem geschikt voor de ontwikkeling van heischraal grasland/heide (Ca-t: 12 mmol/l en Ca-z: $\pm 3.600 \mu\text{mol/l}$). Om verzuring te voorkomen en de soortenrijkdom te vergroten is het advies om na afgraven van 25 dan wel 40 cm eenmalig te bekalken met 2000 kg Dolokal/ha. Advies: 25 cm afgraven in combinatie met circa 1 jaar maaïen en afvoeren t.b.v. de ontwikkeling van heischraal grasland/heide.



Figuur 31. Foto's van het centrale deel van deelgebied 'Slenken langs Wagerinkweg'. Links: omgeving WV-33. Rechts: omgeving WV-32. Foto's: Jan Vermeer.

Locatie 33

De zandige toplaag (0-20cm-mv) is als gevolg van agrarisch gebruik slechts beperkt met fosfaat (totaal-P: 8,2 mmol/l en Olsen-P: 836 $\mu\text{mol/l}$). Voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde natuur is een verschrallingsbeheer (maaïen en afvoeren) van circa 35 jaar vereist. Op 20-30 cm-mv is de bodem ook beperkt verrijkt aan fosfaat (totaal-P: 7,0 mmol/l en Olsen-P: 819 $\mu\text{mol/l}$). Na afgraven van 20 cm en 11 jaar aanvullend verschrallingsbeheer (maaïen en afvoeren) is de bodem geschikt voor de ontwikkeling van blauwgrasland (onder de juiste hydrologische omstandigheden) of heischraal grasland (Ca-t: 19 mmol/l en Ca-z: $\pm 20.400 \mu\text{mol/l}$). Op 30-40 cm-mv is de bodem relatief arm aan fosfaat (totaal-P: 2,1 mmol/l en Olsen-P: 392 $\mu\text{mol/l}$). Na afgraven van 30 cm is

.....

bodem geschikt voor de ontwikkeling van heischraal grasland/heide (Ca-t: 16 mmol/l en Ca-z: $\pm$ 3.700 μ mol/l). Om verzuring te voorkomen en de soortenrijkdom te vergroten is het advies om na afgraven van 30 cm eenmalig te bekalken met 2000 kg Dolokal/ha. *Advies: 20 cm afgraven in combinatie met circa 11 jaar maaien en afvoeren t.b.v. de ontwikkeling van mogelijk blauwgrasland/heischraal grasland of 30 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van heischraal grasland/heide.*

Locatie 34

De toplaag (0-20 cm-mv) is als gevolg van het agrarisch gebruik slechts beperkt verrijkt met fosfaat (totaal-P: 5,6 mmol/l en Olsen-P: 588 μ mol/l). Voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde natuur is een verschrallingsbeheer (maaïen en afvoeren) van circa 5 jaar vereist voor de ontwikkeling van heischraal grasland (Ca-t: 21 mmol/l en Ca-z: $\pm$ 5.700 μ mol/l). Na het bereiken van de gewenste verschralling wordt geadviseerd de dichte, soortenarme zode te verwijderen om vestigingsplaatsen te creëren voor doelsoorten. Op 10-30 cm-mv is de bodem arm aan fosfaat (totaal-P: 1,3 mmol/l en Olsen-P: 143 μ mol/l). Na afgraven van 10 cm is bodem geschikt voor de ontwikkeling van heide/heischraal grasland (Ca-t: 10 mmol/l en Ca-z: $\pm$ 2.900 μ mol/l). Om verzuring te voorkomen en de soortenrijkdom te vergroten is het advies om na afgraven van 10 cm eenmalig te bekalken met 2000 kg Dolokal/ha. *Advies: Circa 5 jaar maaïen en afvoeren t.b.v. de ontwikkeling van heischraal grasland (gevolgd door het plaggen van de dichte zode) of 10 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van heide/heischraal grasland.*

Locatie 35

De toplaag is als gevolg van het agrarisch gebruik verrijkt met fosfaat (totaal-P: 19,3 mmol/l en Olsen-P: 3141 μ mol/l). Voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde natuur is een verschrallingsbeheer (maaïen en afvoeren) van circa 130 jaar vereist. Op 20-105 cm-mv is de bodem dermate rijk aan fosfaat (totaal-P: 8,9-13,6 mmol/l en Olsen-P: 1008-2132 μ mol/l) dat de ontwikkeling van soortenrijke, P-gelimiteerde natuur niet reëel is. *Advies: ambitieniveau bijstellen en inzetten op de ontwikkeling van kruiden- en faunarijk grasland (of akker).*

Locatie 36

De toplaag (0-25 cm) is als gevolg van het agrarisch gebruik sterk verrijkt met fosfaat (totaal-P: 34,6 mmol/l en Olsen-P: 2572 μ mol/l). Voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde natuur is een verschrallingsbeheer (maaïen en afvoeren) van circa 250 jaar vereist. Op 25-65 cm-mv is de bodem dermate rijk aan fosfaat (totaal-P: 15,8-18,0 mmol/l en Olsen-P: 1585-1798 μ mol/l) dat de ontwikkeling van soortenrijke, P-gelimiteerde natuur niet reëel is. *Advies: ambitieniveau bijstellen en inzetten op de ontwikkeling van kruiden- en faunarijk grasland (of akker).*

Locatie 37

De toplaag (0-20 cm-mv) is als gevolg van agrarisch gebruik sterk verrijkt met fosfaat (totaal-P: 27,3 mmol/l en Olsen-P: 1909 μ mol/l). Voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde natuur is een verschrallingsbeheer (maaïen en afvoeren) van circa 140 jaar vereist. Na afgraven van 20 cm en 8 jaar aanvullend verschrallingsbeheer (maaïen en afvoeren) is de bodem geschikt voor de ontwikkeling van blauwgrasland (onder de juiste hydrologische omstandigheden) of heischraal grasland (Ca-t: 29 mmol/l en Ca-z: $\pm$ 12.000 μ mol/l). Op 40-55 cm-mv is de bodem arm aan fosfaat (totaal-P: 1,3 mmol/l en Olsen-P: 268 μ mol/l). Na afgraven van 40 cm is bodem geschikt voor de ontwikkeling van heide (Ca-t: 5 mmol/l en Ca-z: $\pm$ 2.500 μ mol/l). Om verzuring te voorkomen en de soortenrijkdom te vergroten is het advies om na afgraven van 40 cm eenmalig te bekalken met 2000 kg Dolokal/ha. *Advies: 20 cm afgraven in combinatie met circa 8 jaar maaïen en afvoeren t.b.v. de ontwikkeling van mogelijk blauwgrasland/heischraal grasland of 40 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van heide.*

.....

Locatie 38

De bouwvoor (0-40 cm) is als gevolg van het agrarisch gebruik sterk verrijkt met fosfaat (totaal-P: 22,2-31,0 mmol/l en Olsen-P: 3541-3767 $\mu\text{mol/l}$). Voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde natuur is een verschrallingsbeheer (maaïen en afvoeren) van circa 230 jaar vereist. Op 40-80 cm-mv is de bodem dermate rijk aan fosfaat (totaal-P: 11,3-11,6 mmol/l en Olsen-P: 1521-2448 $\mu\text{mol/l}$) dat de ontwikkeling van soortenrijke, P-gelimiteerde natuur niet reëel is. *Advies: ambitieniveau bijstellen en inzetten op de ontwikkeling van kruiden- en faunairijk grasland (of akker).*



Figuur 32. Foto's van het zuidelijke deel van deelgebied 'Slenken langs Wagerinkweg'. Links: omgeving AB-35. Rechts: omgeving WV-38. Foto's: Jan Vermeer.

Locatie 39

De zandige bouwvoor van 15 cm is als gevolg van het agrarisch gebruik verrijkt met fosfaat (totaal-P: 15,2 mmol/l en Olsen-P: 1767 $\mu\text{mol/l}$). Voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde natuur is een verschrallingsbeheer (maaïen en afvoeren) van circa 55 jaar vereist. Vanaf 15 cm-mv is de bodem relatief arm aan fosfaat. Na afgraven van 15 cm is bodem geschikt (totaal-P: 2,1 mmol/l en Olsen-P: 885 $\mu\text{mol/l}$) voor de ontwikkeling van heide (Ca-t: 6 mmol/l en Ca-z: ± 2.500 $\mu\text{mol/l}$). Om verzuring te voorkomen en de soortenrijkdom te vergroten is het advies om na afgraven van 15 cm eenmalig te bekalken met 2000 kg Dolokal/ha. *Advies: 15 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van heide.*

Locatie 47

De toplaag (0-20 cm-mv) is als gevolg van het agrarisch gebruik slechts beperkt verrijkt met fosfaat (totaal-P: 6,0 mmol/l en Olsen-P: 1141 $\mu\text{mol/l}$). Voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde natuur is een verschrallingsbeheer (maaïen en afvoeren) van circa 19 jaar vereist voor de ontwikkeling van heischraal grasland (Ca-t: 15 mmol/l en Ca-z: ± 6.600 $\mu\text{mol/l}$). Na het bereiken van de gewenste verschralling wordt geadviseerd de dichte, soortenarme zode te verwijderen om vestigingsplaatsen te creëren voor doelsoorten. Op 20-35 cm-mv is de bodem arm aan fosfaat (totaal-P: 2,6 mmol/l en Olsen-P: 533 $\mu\text{mol/l}$). Na afgraven van 20 cm is bodem geschikt voor de ontwikkeling van heischraal grasland/heide (Ca-t: 11 mmol/l en Ca-z: ± 3.900 $\mu\text{mol/l}$). Om verzuring te voorkomen en de soortenrijkdom te vergroten is het advies om na het verwijderen van de zode of het afgraven van 20 cm eenmalig te bekalken met 2000 kg Dolokal/ha. *Advies: Circa 19 jaar maaïen en afvoeren t.b.v. de ontwikkeling van heischraal grasland (na plaggen dichte zode) of 20 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van heischraal grasland/heide.*

Locatie 48

De bouwvoor van 30 cm is als gevolg van het agrarisch gebruik verrijkt met fosfaat (totaal-P: 13,0-17,5 mmol/l en Olsen-P: 1385-1609 $\mu\text{mol/l}$) en is gebufferd (Ca-t: 46-56 mmol/l en Ca-z: ± 16.600 -20.100 $\mu\text{mol/l}$). Voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde natuur is een verschrallingsbeheer (maaïen en afvoeren) van circa 110 jaar vereist. Er is sprake van enige P-uitspoeling onder de

.....

bouwvoor op 30-40 cm-mv waardoor na 30 cm afgraven 20 jaar aanvullend beheer in de vorm van maaien en afvoeren vereist is voor de ontwikkeling van blauwgrasland (onder de juiste hydrologische omstandigheden) of heischraal grasland (Ca-t: 24 mmol/l en Ca-z: $\pm 11.600 \mu\text{mol/l}$). Op 40-50 cm-mv is de bodem armer aan fosfaat (totaal-P: 6,0 mmol/l en Olsen-P: 964 $\mu\text{mol/l}$). Na afgraven van 40 cm in combinatie met 9 jaar maaien en afvoeren is de bodem geschikt voor de ontwikkeling van heischraal grasland (Ca-t: 16 mmol/l en Ca-z: $\pm 6.000 \mu\text{mol/l}$). *Advies: 30 cm afgraven in combinatie met circa 20 jaar maaien en afvoeren t.b.v. de ontwikkeling van mogelijk blauwgrasland of heischraal grasland of 40 cm afgraven in combinatie met circa 9 jaar maaien en afvoeren t.b.v. de ontwikkeling van heischraal grasland.*

Locatie 49

De 40 cm dikke bouwvoor is als gevolg van het agrarisch gebruik beperkt tot matig verrijkt met fosfaat (totaal-P: 7,6-13,9 mmol/l en Olsen-P: 1211-1941 $\mu\text{mol/l}$). Voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde natuur is een verschrallingsbeheer (maaien en afvoeren) van circa 60 jaar vereist. Vanaf 40 cm-mv is de bodem arm aan fosfaat. Na afgraven van 40 cm is bodem geschikt (totaal-P: 1,8 mmol/l en Olsen-P: 185 $\mu\text{mol/l}$) voor de ontwikkeling van blauwgrasland (onder de juiste hydrologische omstandigheden) of heischraal grasland (Ca-t: 23 mmol/l en Ca-z: $\pm 10.400 \mu\text{mol/l}$). Op 60-70 cm-mv is een ijzerrijke leemlaag aangetroffen. *Advies: 40 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van mogelijk blauwgrasland of heischraal grasland.*

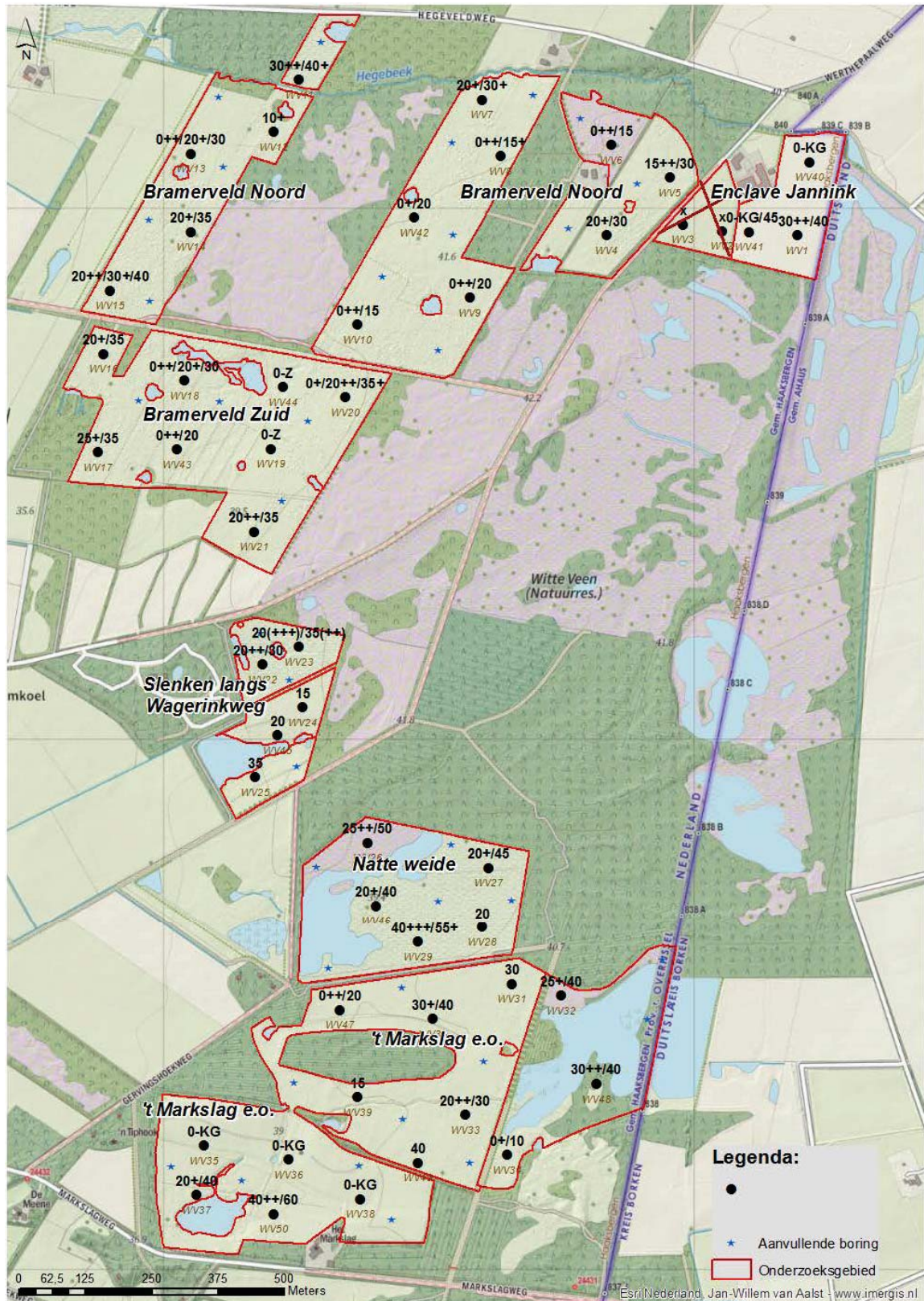
Locatie 50

De top laag (0-20 cm-mv) is als gevolg van het agrarisch gebruik sterk verrijkt met fosfaat (totaal-P: 27,8 mmol/l en Olsen-P: 2549 $\mu\text{mol/l}$). Voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde natuur is een verschrallingsbeheer (maaien en afvoeren) van circa 185 jaar vereist. Op 20-40 cm-mv is de bodem nog verrijkt met fosfaat (totaal-P: 16,4 mmol/l en Olsen-P: 1449 $\mu\text{mol/l}$) waardoor na 40 cm afgraven 11 jaar aanvullend beheer in de vorm van maaien en afvoeren vereist is voor de ontwikkeling van blauwgrasland (onder de juiste hydrologische omstandigheden) of heischraal grasland (Ca-t: 24 mmol/l en Ca-z: $\pm 9.500 \mu\text{mol/l}$). Op 40-60 cm-mv is de bodem echter relatief arm aan fosfaat (totaal-P: 5,3 mmol/l en Olsen-P: 661 $\mu\text{mol/l}$). Na afgraven van 60 cm is bodem geschikt voor de ontwikkeling van heischraal grasland (Ca-t: 18 mmol/l en Ca-z: $\pm 5.600 \mu\text{mol/l}$). *Advies: 40 cm afgraven in combinatie met circa 11 jaar maaien en afvoeren t.b.v. de ontwikkeling van mogelijk blauwgrasland of heischraal grasland of 60 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van heischraal grasland.*

Samenvatting kansen voor natuurontwikkeling

De in de vorige paragraaf beschreven kansen voor de ontwikkeling van soortenrijke vegetatietypen staan in Tabel 11 samengevat. Indien de P-rijke top laag moet worden afgegraven staat in de tabel de bodemchemische samenstelling van de nieuwe top laag gegeven. Wanneer in de tabel de bodemlaag van 20-30 cm onder maaiveld staat gegeven, dan kan het aangeven natuurtipe worden gerealiseerd na afgraven van de top laag van 20 cm. Bij beheer staat of er nog aanvullend verschrallingsbeheer (maaien en afvoeren) noodzakelijk is en bij bekalken staat of een eenmalige bekalking wenselijk is om verzuring te voorkomen. Voor een aantal locaties bestaan er zoals in de vorige paragraaf beschreven verschillende opties en dan is in Tabel 11 de bodemchemie van meerdere bodemlagen gegeven.

In Figuur 33 worden de gegeven adviezen ruimtelijk weergegeven.



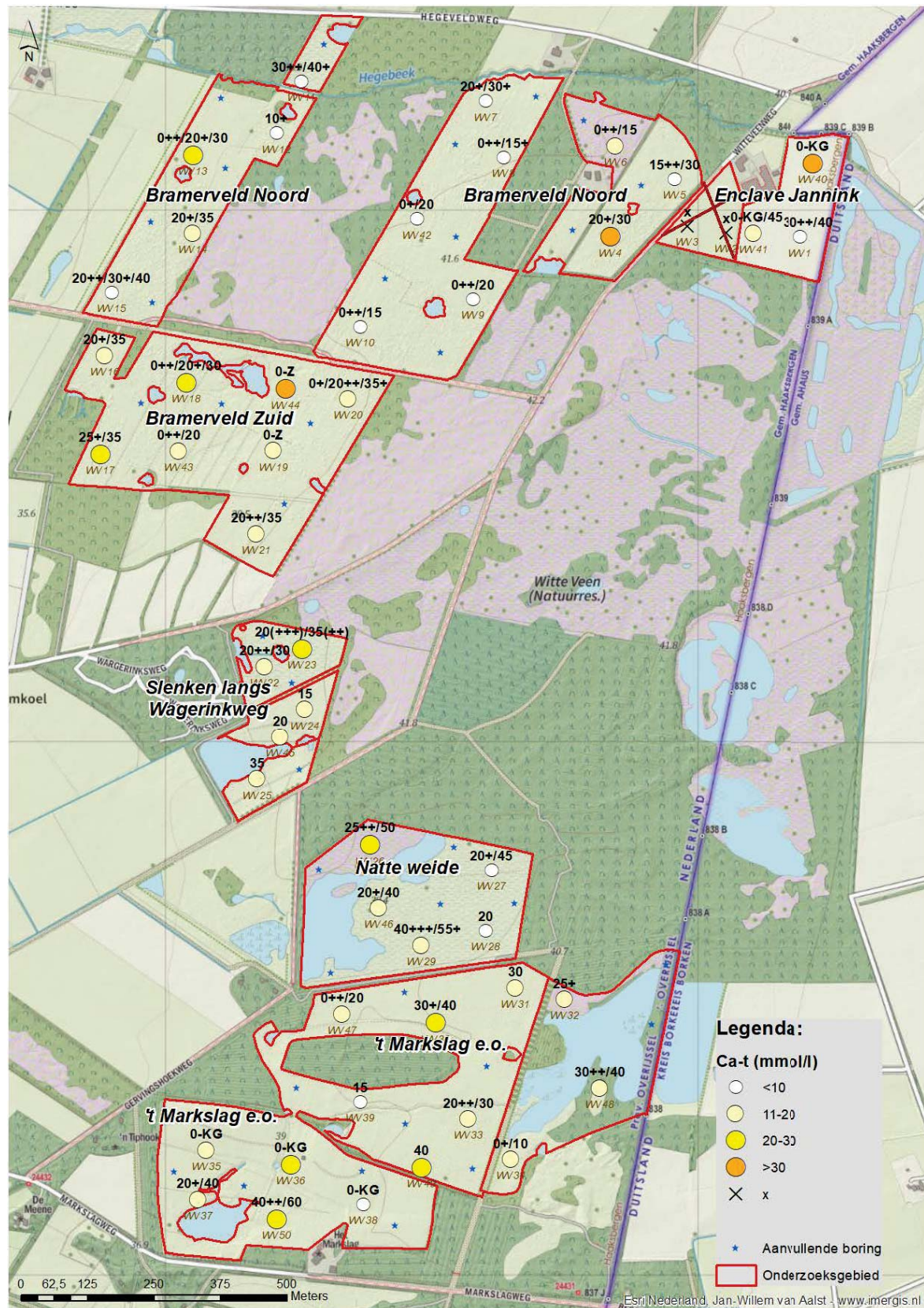
Figuur 33. Overzicht van de ruimtelijke variatie in de geadviseerde afgravingsdiepten (in cm) in het Witte Veen, waarbij + = < 10 jaar aanvullend verschrallingsbeheer (maaïen en afvoeren) vereist, ++ = 10-25 jaar aanvullend verschrallingsbeheer en +++ = > 25 jaar aanvullend verschrallingsbeheer. -KG = kruiden- en faunairijk grasland (of akker) ontwikkelen i.v.m. P-rijkdom tot op grote diepte. -z = soortenarme zode verwijderen. x = niet gemeten.

Tabel 11. Overzicht van de natuurontwikkelingspotenties per locatie in het Witte Veen. Op de locaties waar het noodzakelijk is om de bouwvoor af te graven, is in de tabel de bodemchemie van de nieuwe toplaag gegeven. GLG/GHG = gemiddelde laagste en hoogste grondwaterstand ten opzichte van het huidige maaiveld. Natuurtype: HEI = heide, HGL = heischraal grasland, BLG = blauwgrasland en KG = kruiden- en faunarijk grasland. Beheer = aanvullend verschrallingsbeheer; bekalking = advies om eenmalig te bekalken met 2000 kg Dolokal/ha als Ca-z <4000 µmol/l en/of Ca-t ≤10 mmol/l, OS = organisch stofpercentage, Ols-P = Olsen-P, -t = totale concentratie, -z = zoutuitwisselbare concentraties, Ca-z = zoutuitwisselbare calciumconcentratie (zie paragraaf bodembuffering), M3/5 = berekende verschrallingsduur (in jaren) via maaien en afvoeren tot een streefconcentratie van 300-500 µmol Olsen-P/l bodem (totaal-P > 3 mmol/l), M12 tot een streefconcentratie van 1200 µmol Olsen-P/l bodem. De Olsen-P en -z concentraties zijn weergegeven in µmol/l verse bodem, de -t concentraties in mmol/l verse bodem. Voor de gebruikte kleurarceringen zie het bijschrift van Tabel 5. Aanvullend verschrallingsbeheer: - = niet nodig; + = < 10 jaar maaien en afvoeren, ++ = 10-25 jaar maaien en afvoeren en +++ = > 25 jaar maaien en afvoeren.

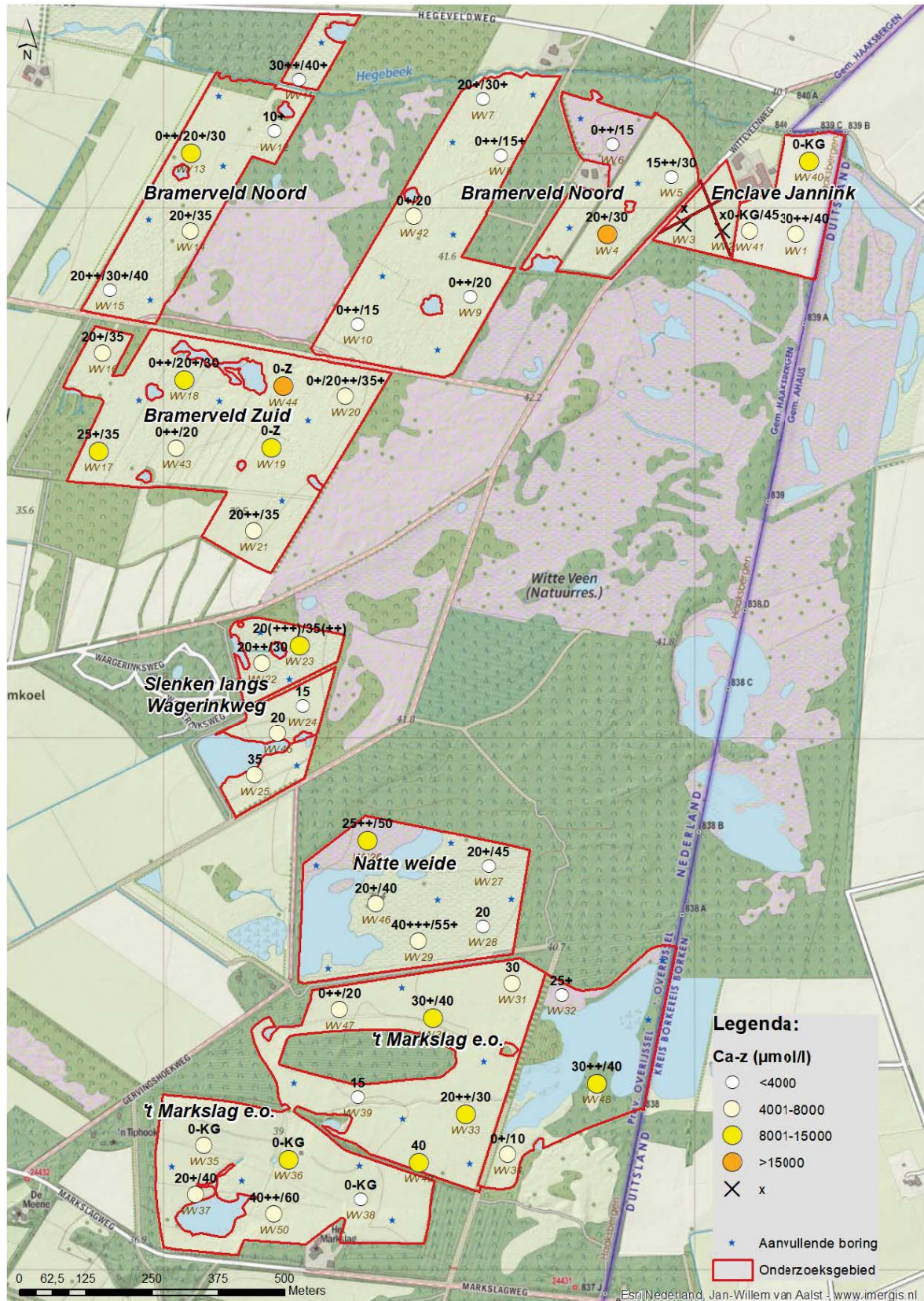
Nr	GLG	GHG	Diepte	Grondsoort	HZT	Natuurtype	Beheer	Bekalken	OS	Ols-P	P-t	Al-t	Ca-t	Fe-t	Al-z	Ca-z	K-z	pH-z	BV	P-z	NO3	NH4	M3/5	M12
DEELGEBIED ENCLAVE JANNINK																								
1	-	90	30-40	zand, ger., insp.	Bx	HGL/HEI	++	-	2	3804	8,7	45	12	8	24	5336	1058	5,2	99	229	117	51	18	18
			40-50	zand	BC	HEI	-	+	1	1939	3,0	29	5	5	30	3299	336	5,4	99	170	85	34	0	0
40	-	80	0-20	zand, bv	Apx	KRG	+++	-	5	3925	24,0	95	39	54	14	12619	416	5,3	99	64	204	50	131	104
41	60	130	0-20	zand, bv	Ap	KRG	+++	-	5	4530	22,0	68	24	20	29	11697	486	5,2	99	83	233	61	119	101
			45-55	zand, insp.	BC	HEI	-	+	1	503	1,8	71	8	9	38	3542	256	5,3	98	1	21	38	0	0
DEELGEBIED BRAMERVELD NOORD																								
4	100	30	20-30	zand, bv, humeus	Ap	BLG	+	-	16	563	9,4	107	67	69		32255							8	
			30-40	zand, uitt. ingesp.	BC	HGL	-	-	4	377	2,8	81	20	29	29	8273	146	5,4	98	2	98	153	0	0
5	130	75	15-30	zand, iets ger.	BX	HEI	++	+	1	2433	8,2	75	7	16	496	2603	184	4,6	75	7	133	4	24	19
			30-45	zand, iets ger.	BX	HEI	-	+	1	610	2,2	60	8	19		2707							0	0
6	120	50	0-15	zand, bv, ger.	Apx	HGL/HEI	++	-	5	965	7,0	70	13	70	181	4131	127	4,6	92	1	278	60	17	0
			15-30	zand, verm. insp.	BxC	HEI/HGL	-	+	1	216	5,1	107	12	244	49	3857	258	4,7	97	1	62	18	0	0
7	140	80	20-30	zand, iets gev.	Bx	HEI	+	+	1	1173	4,6	71	8	23		2574							5	0
			30-40	zand, iets gev.	Bx	HEI	+	+	1	582	4,0	97	9	41	423	2987	174	4,5	79	1	80	2	2	0
8	150	60	0-15	zand, bv, ger.	Apx	HGL/HEI	++	+	7	1331	7,2	31	10	9	218	4718	33	4,3	85	4	134	324	20	3
			15-25	zand, uitgesp.	E	HEI	+	+	2	763	2,4	22	10	4	131	2884	177	4,5	88	6	35	24	0	0
9	130	60	0-20	zand, bv, ger.	Apx	HGL/HEI	++	-	10	1358	6,0	74	11	7	928	5527	80	4,1	77	6	112	86	19	4
			20-30	zand, ger., insp.	Bx	HEI	-	+	4	804	3,0	117	6	14	778	1892	77	4,4	60	2	34	2	0	0
10	140	80	0-15	zand, bv, ger.	ApxE	HEI	++	+	3	1691	6,4	30	6	7	337	2163	81	4,4	75	8	71	66	16	9
			15-25	zand, verst., uitgesp.	Ex	HEI	-	+	-	571	1,9	27	5	4	232	1306	149	4,5	74	3	39	27	0	0
42	130	60	0-20	zand, bv, ger.	Apx	HGL/HEI	+	-	4	843	3,5	39	11	23	165	8204	110	4,8	96	3	151	104	3	0
			20-30	zand, gev., uitsp.	Ex	HEI	-	+	1	567	1,4	23	7	5		2305							0	0
11	120	50	30-40	zand, iets gev.	BCx	HEI	++	+	1	2546	7,5	49	5	12	272	1940	119	4,5	77	28	241	40	14	12
			40-50	zand, iets gev.	BCx	HEI	+	+	0	2598	6,6	48	8	15	192	1527	260	4,5	81	39	78	4	11	11
12	-	110	10-25	zand, ger., uitsp.	Ex	HEI	+	+	0	1179	3,0	17	6	4	171	1074	66	4,5	75	18	23	12	0	0
13	150	80	0-20	zand, bv, ger.	Apx	HGL	++	-	6	1103	5,6	89	26	17	61	11231	245	5,0	99	2	180	56	16	0
			20-30	zand, gev., podzol, hum.	Aanx	HGL	+	-	16	504	3,8	88	25	11		10793							1	0
			30-40	zand, ingesp.	B	HEI/HGL	-	+	3	348	2,3	123	12	23	288	2399	75	4,6	84	0	24	21	0	0
14	140	80	20-35	zand	B	HGL/HEI	+	-	3	829	4,9	112	15	10		5807							9	0
			35-45	zand	C	HEI	-	+	2	173	1,4	130	6	31	126	2257	241	4,8	92	0	24	13	0	0
15	-	85	20-30	zand, bv	Ap	HEI	++	+	4	1408	5,9	67	10	12		3609							9	3
			30-40	zand, ingesp.	B	HEI	+	+	2	1297	5,1	76	10	9	231	3379	166	4,9	89	2	81	26	7	1
			40-50	zand, ingesp.	B	HEI/HGL	-	+	2	464	2,3	84	10	6	59	4038	182	4,9	96	1	105	81	0	0
DEELGEBIED BRAMERVELD ZUID																								
16	150	80	20-35	zand, ger., uitgesp. insp.	BXE	HGL/HEI	+	-	1	1039	3,2	50	11	14	61	4272	263	5,0	97	2	76	31	1	0
			35-45	zand, ingesp.	B	HGL	-	-	2	266	1,9	114	16	26	87	5569	260	5,0	96	0	100	139	0	0
17	130	60	25-35	veraard veen	O	HGL/BLG?	+	-	40	516	7,0	154	47	33	343	16702	72	4,4	96	1	173	135	5	0
			35-55	zand, ingesp.	B	HGL/HEI	-	+	1	197	0,9	46	8	6	261	4141	173	4,5	90	1	21	36	0	0
18	-	60	0-20	zand, bv, ger.	Apx	HGL/BLG?	++	-	7	963	5,7	51	30	16	93	14802	153	5,0	98	6	655	109	17	0
			20-30	zand, bv, ger.	Apx	HGL/BLG?	+	-	4	712	4,2	55	26	14		10728							4	0
			30-40	zand	B	HGL	-	-	2	424	2,6	119	15	12	210	9719	260	4,5	97	0	89	27	0	0
19	140	85	0-15	zand, bv, ger., hum.	Apx	HGL	Z	-	10	223	1,6	22	12	3	232	11136	182	4,2	94	9	8	388	0	0
20	140	70	0-20	zand, bv omgezet, uitsp.	ApxxE	HGL	+	-	1	722	3,6	22	16	9	94	4267	145	4,7	94	10	104	42	4	0
			20-35	zand, bv omgezet, uitsp.	ApxxE	HGL	++	-	4	1150	5,7	28	16	12		5894							13	0
			35-45	zand, iets verm.	BEx	HGL	+	-	1	954	4,8	47	17	8	56	5573	173	4,8	97	9	91	36	6	0
21	150	90	20-35	zand, bv	Ap	HGL	++	-	5	908	7,3	170	19	11	139	6295	141	4,9	96	1	79	27	18	0
			35-45	zand, ingesp.	B	HEI/HGL	-	-	3	460	3,2	174	11	19		4186							0	0
43	150	50	0-20	zand, bv, ger.	Apx	HGL	++	-	7	975	4,8	72	14	15	306	10514	60	4,4	94	3	168	189	11	0
			20-30	zand, bv, ger.	Apx	HEI	-	+	3	570	2,3	66	7	13		2569							0	0
44	110	60	0-25	zand, opoebr. bv	Apxx	HGL/BLG?	Z		6	279	4,0	133	33	68	8	15197	109	5,3	100	0	49	65	0	0

Nr	GLG	GHG	Diepte	Grondsoort	HZT	Natuurtype	Beheer	Bekalken	OS	Ols-P	P-t	Al-t	Ca-t	Fe-t	Al-z	Ca-z	K-z	pH-z	BV	P-z	NO3	NH4	M3/5	M12	
DEELGEBIED SLENKEN LANGS WAGERINKWEG																									
22	90	10	20-30	zand, bv, moerig	Ap	BLG/HGL	++	-	3	1402	9,8	59	26	30		10733							21	4	
			30-40	zand, uitgesp. insp.	B/E	HGL/HEI	-	-	1	450	2,0	46	13	18	30	4626	188	5,1	94	0	100	145	0	0	
23	140	50	20-35	zand, ijzerrijk	Bx	BLG?	(+++)	-	2	495	15,8	102	30	460		12030							15	0	
			35-55	zand, ijzerrijk	Bx	BLG?/HGL	(++)	-	2	522	11,6	76	25	248	3	8329	118	5,6	100	2	153	35	17	0	
24	130	55	15-30	zand, uitgesp.	E	HEI/HGL	-	+	1	421	2,0	14	11	6		3795							0	0	
25	120	45	35-55	zand	C	HGL	-	-	0	167	2,1	62	14	104	8	6494	319	5,9	100	0	11	22	0	0	
45	120	60	20-40	zand, ger.	Bx	HGL	-	-	1	251	2,6	107	16	31		5799							0	0	
DEELGEBIED NATTE WEIDE																									
26	130	40	25-50	zand, opgebr. bv	Apxx	HGL	++	-	2	1089	5,8	101	18	60		6765							22	0	
			50-60	zand	C	BLG	-	-	1	179	2,0	183	27	142	345	11577	171	4,3	92	0	49	202	0	0	
27	130	75	20-35	zand, uitgesp.	E/B	HEI	+	+	1	1304	3,9	41	10	6		3748							4	1	
			45-55	zand, ingesp.	B	HEI/HGL	-	+	1	828	2,0	46	10	3	175	4123	203	4,7	93	0	29	41	0	0	
28	140	70	20-35	zand	BC	HEI	-	+	1	225	2,0	96	8	20		2754							0	0	
29	120	30	40-55	zand, opgebr.	Xx	HGL	+++	-	4	1558	8,3	102	18	41		7164							25	9	
			55-65	zand	C	HGL	++	-	2	961	6,1	120	14	47	61	4056	604	4,9	88	0	16	639	9	0	
46	130	60	20-40	zand, ingesp.	B	HGL	+	-	2	1491	4,2	105	14	14		5129							8	5	
			40-60	zand, ingesp.	B	HEI/HGL	-	+	2	953	2,6	95	8	14	232	4447	130	5,0	91	2	17	71	0	0	
DEELGEBIED 'T MARKSLAG E.O.																									
30	130	70	30-40	zand, ingesp.	B	BLG?/HGL	+	-	2	717	5,5	162	30	35	40	10318	132	5,1	99	1	86	45	6	0	
			40-50	zand, ingesp.	B	HGL	-	-	1	380	2,7	105	18	21	55	5913	289	5,2	98	1	54	32	0	0	
31	130	75	30-40	zand, uitl. insp.	BC	HGL	-	-	1	187	2,2	88	16	28	10	6829	205	5,8	99	1	83	40	0	0	
32	130	60	25-40	zand, ingesp.	B	HGL/HEI	+	+	2	339	3,2	119	17	21	24	3987	91	5,5	99	0	20	16	1	0	
33	110	65	20-30	zand, bv, ger.	Apx	BLG?/HGL	++	-	2	819	7,0	90	19	34	175	20359	138	4,7	98	0	72	40	11	0	
			30-40	zand, uitl. insp.	BC	HGL/HEI	-	+	1	392	2,1	73	16	20	37	3744	113	5,2	98	1	50	30	0	0	
34	130	70	0-10	zand, verm.	AxB	HGL	+	-	3	588	5,6	121	21	21	40	5682	78	5,2	98	1	84	51	5	0	
			10-30	zand, uitl. insp.	BC	HEI/HGL	-	+	1	143	1,3	103	10	23	46	2938	179	5,3	97	0	40	24	0	0	
35	-	115	0-20	zand, esdek	AAN	KRG	+++	-	5	3141	19,3	78	14	76	298	4147	161	4,3	88	7	208	54	102	74	
36	130	70	0-25	zand, iets gebrokt	AAN	KRG	+++	-	4	2572	34,6	109	30	72	32	9203	161	5,0	99	39	192	97	228	144	
37	110	50	20-40	zand, bv	Ap	BLG?/HGL	+	-	4	480	7,1	107	29	78		11989							8	0	
			40-55	zand, uitgesp.	E	HEI	-	+	1	268	1,3	30	5	8	14	2526	105	5,5	98	4	12	35	0	0	
38	-	120	0-20	zand, bv	Ap	KRG	+++	+	5	3541	31,0	76	9	77	646	1857	2735	3,9	73	52	50	70	170	128	
39	140	80	15-25	zand, uitgesp.	E	HEI	-	+	1	885	2,1	26	6	3	148	2499	122	4,7	89	10	86	52	0	0	
47	130	70	0-20	zand, bv, ger.	Apx	HGL	++	-	3	1141	6,0	118	15	21	41	6584	88	5,2	98	2	159	100	19	0	
			20-35	zand, ijzerrijk	B	HGL/HEI	-	+	3	533	2,6	106	11	12		3942							0	0	
48	100	20	30-40	zand, iets ingesp.	BC	BLG?/HGL	++	-	4	1202	6,5	92	24	17	37	11580	64	5,4	99	5	69	72	11	0	
			40-50	zand, iets ingesp.	BC	HGL	+	-	1	964	6,0	108	16	18	24	5955	171	5,6	98	3	51	106	9	0	
49	150	60	40-60	zand, ijzerrijk	C	BLG?/HGL	-	-	1	185	1,8	158	23	192	13	10386	589	5,4	99	0	158	57	0	0	
50	130	70	40-60	zand, iets ger.	AAAnx	BLG?/HGL	++	-	5	661	5,3	87	24	35	16	9549	159	5,4	99	1	36	63	11	0	
			60-70	zand, iets uitgesp.	BE	HGL	-	-	2	344	2,5	104	18	24	30	5595	438	5,3	99	1	17	62	0	0	

De ruimtelijke variatie in de concentraties totaal en zoutuitwisselbaar calcium van de voor inrichting geschikte bodemlagen (Tabel 11) wordt gegeven in Figuur 34 en Figuur 35.



Figuur 34. Overzicht van de ruimtelijke variatie in de totaal-calcium concentratie in het Witte Veen. De concentratie heeft betrekking op de voor inrichting geschikte bodemlagen (zie label per locatie en Tabel 11). Wanneer meerdere inrichtingsoptie worden vermeld is de concentratie gemiddeld. X= niet gemeten.



Figuur 35. Overzicht van de ruimtelijke variatie in de zoutuitwisselbare calcium concentratie in het Witte Veen. De concentratie heeft betrekking op de voor inrichting geschikte bodemlagen (zie label per locatie en Tabel 11). Wanneer meerdere inrichtingsoptie worden vermeld is de concentratie gemiddeld. X= niet gemeten.

4.5 Referentiemetingen Witte Veen

De resultaten van de bodemchemische analyses op 14 referentielocaties worden gegeven in Tabel 12. Het betreft 8 schraallanden/heiden en 6 oevers/onderwaterbodems.

Tabel 12. Overzicht van de bodemchemische variabelen (per liter versgewicht) van de toplaag van de bodem (0-15 cm -mv) op referentielocatie 1 t/m 14. OS = organisch stofpercentage; V = vochtpercentage; MV = massavolume in kg droge bodem per liter verse bodem; Ols-P = Olsen-P; -t = totale concentratie, -z = zoutuitwisselbare concentraties, BV = indicatieve basenverzadiging. De Olsen-P en zoutuitwisselbare concentraties zijn weergegeven in $\mu\text{mol/l}$ verse bodem, de overige concentraties in mmol/l verse bodem. M3/5 = berekende verschrallingsduur (in jaren) via maaien en afvoeren bij een P-afvoer van 10 kg/ha/jaar tot een streefconcentratie van 300-500 μmol Olsen-P/l bodem (totaal-P > 2,5 mmol/l); Voor ligging van de locaties zie **Figuur 9** en voor de gebruikte kleurarceringen zie het bijschrift van Tabel 5.

Nr	Type	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	NO ₃	NH ₄	M3/5
ref 1	nat schraalland	0-15	zand	0,7	11	1,4	236	1,2	46	4	9	3	3	2	88	1652	0,05	250	210	5,3	91	1,7	12	34	0
ref 2	nat schraalland	0-15	zand	0,9	10	1,3	117	1,0	58	6	16	4	4	1	23	4176	0,01	542	769	5,5	98	1,8	5	46	0
ref 3	vochtige heide	0-15	zand	1,2	12	1,3	115	1,0	43	5	18	4	2	2	150	2207	0,07	900	693	4,9	92	1,8	3	22	0
ref 4	vochtige heide	0-15	humeus zand	5,0	13	1,1	396	3,1	72	8	11	3	3	4	229	4318	0,05	364	804	4,7	92	0,5	4	105	0
ref 5	droge heide	0-15	humeus zand	3,3	13	1,3	323	2,6	130	7	9	5	4	5	1004	874	1,15	442	158	4,5	44	0,6	4	25	0
ref 9	vochtige heide	0-15	humeus zand	22,8	37	0,6	530	4,0	59	6	14	2	1	13	2094	3526	0,59	457	612	3,6	53	1,3	3	125	3
ref 10	vochtige heide	0-15	humeus zand	10,2	27	1,2	516	2,5	48	7	6	2	2	8	3503	1054	3,32	354	487	3,3	16	5,8	6	109	0
ref 11	nat schraalland	0-15	zand	1,8	14	1,4	209	1,8	114	10	27	6	13	3	397	1481	0,27	285	281	4,5	73	0,0	5	54	0
ref 6	voedselrijke plas	0-15	waterbod. zand?	0,8	20	1,5	357	1,9	60	11	15	3	5	3	38	4677	0,01	733	482	5,4	96	2,9	17	210	0
ref 7	zwak gebufferd ven	0-15	waterbod. zand?	10,4	30	1,2	109	1,1	42	11	13	4	3	4	32	5202	0,01	632	764	5,2	94	0,0	9	157	0
ref 8	zwak gebufferd ven	0-15	waterbod. zand?	2,7	30	1,3	156	1,8	48	15	12	4	3	6	19	6736	0,00	656	722	5,5	92	0,4	13	252	0
ref 12	zwak gebufferd ven	0-15	blauw leem	2,1	27	1,3	200	3,8	173	45	215	45	63	4	24	21922	0,00	692	5839	4,9	82	0,0	4	248	0
ref 13	zwak gebufferd ven	0-15	blauw leem	2,2	26	1,3	92	2,0	270	65	223	52	80	2	42	21274	0,00	445	7080	5,1	85	0,0	2	104	0
ref 14	zwak gebufferd ven	0-15	waterbod. zand?	2,1	20	1,4	1371	11,9	103	28	60	8	13	6	19	11480	0,00	382	1448	5,8	88	1,7	9	1762	39

Referentielocatie 1 t/m 5 zijn gelegen in een in 1993 ingericht perceel. Na inrichting is geen maaisel opgebracht. Op basis van de vegetatieontwikkeling (Tabel 2) lijkt de mate van grondwaterinvloed en buffering in (noord)oostelijke richting steeds verder af te nemen: veldrus-schraalland (Ref1-2) gaat langzaam over in vochtige heide en droge heide. Uit de analyses is af te leiden dat door middel van de afgraving voedselarme omstandigheden zijn gecreëerd met een Olsen-P concentratie van 100-400 $\mu\text{mol/l}$ en een totaal-P concentratie van 1-3 mmol/l . Er is echter sprake van zure tot zwak gebufferde, ijzerarme (<20 mmol/l). De totaal-calcium concentratie varieert van 4-8 mmol/l en de Ca-z van ± 875 -4300 $\mu\text{mol/l}$. Op basis van deze concentraties ligt de (toekomstige) ontwikkeling van droge-vochtige heide meer voor de hand. Op de locaties met veldrus kunnen onder zure, natte omstandigheden steeds meer veenmossen gaan domineren. Wellicht is de grondwaterinvloed onvoldoende om de bodem voldoende op te laden met bufferstoffen (al is de basenverzadiging op Ref1-4 >90%). Een eenmalige bekalking kan de soortenrijkdom op de langere termijn mogelijk positief beïnvloeden (zie ook paragraaf 4.6).

Referentielocatie 9 en 10 betreft een voedselarme (Olsen-P ± 500 $\mu\text{mol/l}$ en totaal-P 2-4 mmol/l) vochtige heide. De bodem is arm aan ijzer (<15 mmol/l) en zuur (Ca-t 6-7 mmol/l en Ca-z ± 2100 -3500 $\mu\text{mol/l}$).

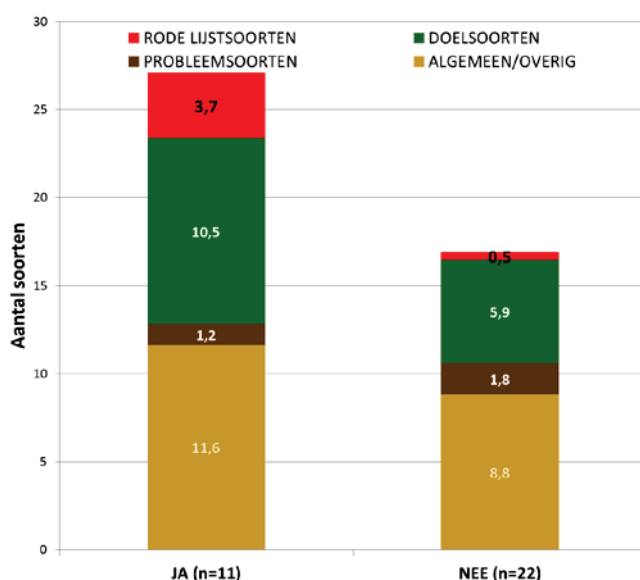
Referentielocatie 11 ligt in een in 2002 ingericht perceel. Na inrichting is geen maaisel opgebracht. De ontwikkeling lijkt richting nat schraalland te gaan. Er is echter sprake van zwak ijzerhoudende (27 mmol/l), calciumarme (Ca-t 10 mmol/l en Ca-z ± 1500 $\mu\text{mol/l}$) waardoor de verwachting is dat er op termijn heide ontwikkeling gaat plaatsvinden (of hoogveenontwikkeling onder natte, zure condities).

De bodemonsters die zijn verzameld in de oever of als onderwaterbod. zijn met uitzondering van referentielocatie 14 (een door Pitrus gedomineerde oever: Olsen-P 1371 $\mu\text{mol/l}$ en totaal-P

11,9 mmol/l) allemaal voedselarm (totaal-P 1-4 mmol/l en Olsen-P 90-360 µmol/l). De referentielocaties 12 en 13 (blauwe leembodem) zijn bodemchemisch redelijk uniform, terwijl alleen op locatie ref12 pilvaren werd aangetroffen in combinatie met lisodde. Bij de beschrijving van de oppervlaktewaterkwaliteit in hoofdstuk 5 worden de locaties uitgebreider toegelicht. Er wordt beschreven in hoeverre de waterkwaliteit van de (beoogde) zwakgebufferde vennen positief of negatief wordt beïnvloed door de oever/onderwaterbodem en/of aangrenzende (voedselrijke) landbouwpercelen.

4.6 Aanvullende maatregelen

De eerste jaren na 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 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.



Figuur 36. Links: resultaten van een ontgrondingsevaluatie, uitgevoerd door Onderzoekcentrum B-WARE in 2014 en 2015. Op 33 locaties zijn vegetatieopnames gemaakt in gebieden waar door middel van ontgronding (minimaal 4 jaar geleden) voedselarme condities zijn gecreëerd op voormalige landbouwgronden ten behoeve van schraallandontwikkeling. Hierbij is een onderscheid gemaakt tussen locaties waar wel (11 locaties) en geen (22 locaties) herintroductie, door middel van het opbrengen van maaisel na ontgronding, heeft plaatsgevonden. De soorten zijn verdeeld over vier klassen: Rode Lijstsoorten, Doelsoorten, Probleemsoorten en Algemene/overige soorten. Bron: Onderzoekcentrum B-WARE. Rechts: Foto's van succesvolle ontwikkeling van nat schraalland met onder ander Moeraskartelblad, Blauwe zegge, Zwarte zegge, Blauwe knoop, Vetblad, Heidekartelblad, Gevlekte orchis, Welriekende nachtorchis, Brede orchis en Moeraswespenorchis door middel van het afgraven van de voedselrijke toplaag in combinatie met de herintroductie van doelsoorten. Foto's: Mark van Mullekom.

Op de afgegraven locaties wordt geadviseerd om kort na afgraven (<1 jaar) maaisel/plagsel op te brengen uit goed ontwikkelde referentielocaties om kolonisatie door doelsoorten te stimuleren (eventueel één of twee opeenvolgende jaren herhalen zolang de zode nog niet gesloten is). Op voormalige landbouwgronden is van de oorspronkelijke zaadbank vaak niets meer over. Natte, venige laagtes kunnen een uitzondering vormen. Zonder het uitstrooien van vers maaisel of plagsel uit geschikte referentiegebieden is de kans op vestiging van doelsoorten klein. Veel zeldzame en bijzondere soorten (meestal tevens de doelsoorten) vestigen zich doorgaans niet of slechts na lange tijd op de herstelde terreinen. Het herintroduceren van doelsoorten uit zo lokaal mogelijke bronnen (in verband met de genetische diversiteit en de aanpassing aan lokale omstandigheden) leidt onder de juiste bodemchemische en hydrologische omstandigheden tot een succesvol herstel van ontgronde terreinen (Figuur 36).

Herintroductie van doelsoorten kan bijvoorbeeld door het aanbrengen van maaisel of plagsel (Figuur 36 en Figuur 37) waarbij idealiter 1 m² vers verzameld maaisel over 1(-2) m² bodem wordt verspreid. Wanneer dit niet mogelijk is, kan het maaisel in een lagere dichtheid of in kleinere over het gebied verspreide zones worden opgebracht. Wanneer vers plagsel of bodemmateriaal (indactie dichtheid: 1 m² verspreiden over 15-25 m²) uit referentielocaties wordt opgebracht (enten), wordt ook bodemleven (o.a. mycorrhiza schimmels) geïntroduceerd. Mycorrhiza schimmels zijn van belang bij de opname van nutriënten onder voedselarme omstandigheden. Daarnaast beschermen ze de kiemlingen tegen verdroging. Het aanbrengen van maaisel of plagsel op een dichte zode is geen geschikte maatregel door het ontbreken van vestigingsplekken. Het achterwege laten van deze maatregel is zonde van de vele inspanningen die zijn gedaan om de juiste abiotische randvoorwaarden (bodem en hydrologie) te creëren voor de beoogde doelsoorten.

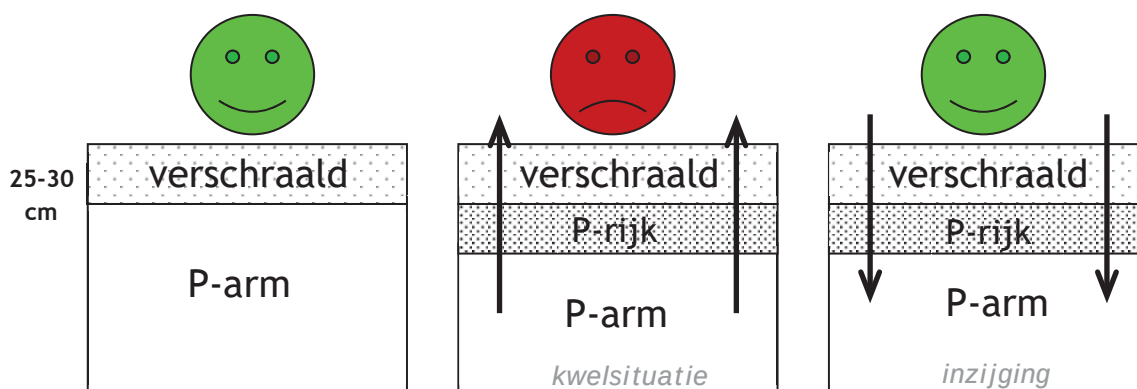
Jaarlijks maaien en afvoeren (gemiddelde P-afvoer 10 kg/ha/jaar) is op (sterk) met fosfaat verrijkte percelen niet optimaal voor een efficiënte afvoer van fosfaat. Een alternatief is uitmijnen (gemiddelde P-afvoer 40 kg/ha/jaar): een ‘natuurvriendelijke’ vorm van het voeren van intensieve landbouw. Wanneer de huidige zode voldoende productieve soorten bevat kan met behulp van stikstof- en kalibemesting de P-afvoer worden vergroot. Wanneer deze te weinig productieve soorten bevat wordt geadviseerd om in te zaaien met een grasklaver mengsel. In combinatie met aanvullende kalibemesting wordt de productiviteit, en daarmee ook de P-afvoer, geoptimaliseerd. Hiervoor kunnen door middel van aanvullende analyses bij Eurofins door het Louis Bolk Instituut gerichte bemestingsadviezen worden opgesteld. De percelen dienen gedurende een lange periode voldoende droog te vallen zodat 4-5 snedes gemaaid kunnen worden. Dit maakt het nemen van vernattingsmaatregelen meestal niet mogelijk.



Figuur 37. Het uitstrooien van heideplagsel en het resultaat na vier jaar. Foto's: Michael Roosmalen, Stichting Het Limburgs Landschap.

Op (matig) voedselrijke plekken waar niet wordt afgegraven kan een lager ambitieniveau worden nagestreefd. Hierbij past bijvoorbeeld de ontwikkeling van een kruiden- en faunarijke grasland. 'Kruidenrijk grasland' is een breed begrip waardoor er eigenlijk 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. Wanneer witboldominantie optreedt wordt geadviseerd het maaibeheer te vervroegen. De soortenrijkdom (ook paddenstoelen) neemt naar verwachting toe zodra de labiele P-fractie voldoende laag is ($P-Z < 1$). Uit recent onderzoek blijkt dat op de meest waardevolle kruiden- en faunarijke graslanden ook de Olsen-P concentratie relatief laag is (circa 1000-1500 $\mu\text{mol/l}$; Figuur 23). Om verzuiging te voorkomen wordt geadviseerd om de detailontwatering in stand te houden zodat de P-rijke toplaag voldoende droogvalt (voorkomen P-mobilisatie).

Door middel van verschrallingsbeheer kan een bodempakket van circa 25(-30) cm worden verschralld. Op plekken waar de bodem onder de 25-30 cm eveneens verrijkt is met fosfaat kan, wanneer de grondwaterinvloed in het maaiveld wordt hersteld (Figuur 38), P-nalevering richting de verschrallde bodemlaag optreden. Dit zou echter kunnen leiden tot verrijking van de toplaag en verzuiging of de noodzaak voor aanvullende verschralling. Onder invloed van ijzerhoudend grondwater is dit risico mogelijk klein.



Figuur 38. Schematisch overzicht van verschralling waarbij in een kwelsituatie fosfaat uit een rijkere bodemlaag (>25-30 cm-mv) naar de verschrallde toplaag getransporteerd kan worden (middelste figuur). Bij bodems die vanaf 25-30 cm onder maaiveld P-arm zijn (linker figuur) en bij inzijgsituaties (rechter figuur) is dit niet van toepassing.

In paragraaf 4.4 wordt op een groot aantal locaties een eenmalige bekalking geadviseerd op calciumarme zure zandbodems (zie Tabel 11). Als gevolg van verzuring (afname grondwaterinvloed en/of verzurende processen als ammoniumoxidatie) heeft uitspoeling van onder andere Ca, Mg en K plaatsgevonden waardoor er mineraalgebrek kan optreden in planten en er sprake kan zijn van aluminiumtoxiciteit (bij een hoge Al/Ca-ratio in het zoutextract). Het herstel van de buffering kan bijdragen aan de ontwikkeling van een soortenrijkere heide en/of heischraal grasland. Over het algemeen volstaat een eenmalige bekalking van 2000 kg Dolokal per hectare.

Uit onderzoek (De Graaf e.a., 2009) is tevens gebleken dat in soortenarme heideterreinen de kaliumconcentraties in het zoutextract lager zijn (mediane waarde (10-90 percentielen): 153 (88-380) $\mu\text{mol/kg}$) dan in soortenrijke heiden en heischrale graslanden (283 (110-872) $\mu\text{mol/kg}$). Uit de dataset van B-WARE zijn er indicaties dat toedienen van Dolokal het uitspoelen van K bespoedigt. Dit is ook niet onlogisch aangezien door oplossen van Ca- en Mg-carbonaten uit de Dolokal, de concentratie aan Ca^{2+} en Mg^{2+} ionen in het bodemvocht sterk toeneemt waardoor K^+ van het bodemcomplex wordt verdrongen. K-gebrek leidt niet alleen tot groeistoornissen (o.a.

.....

slechte doorworteling) maar induceert ook een stikstofoverschot in de plant en maakt deze daardoor gevoeliger voor vraat en ziekten. Het is daarom raadzaam om, in het geval van een K-arme bodem (globale richtlijn: $K-NaCl < 250 \mu\text{mol/l}$) ook een ander, relatief K-rijk, steenmeel toe te dienen (bijvoorbeeld Vulkamin). K-gebrek leidt niet alleen tot groeistoornissen (o.a. slechte doorworteling) maar induceert ook een stikstofoverschot in de plant en maakt deze daardoor gevoeliger voor vraat en ziekten. Dit verschijnsel treedt in de Maasduinen op bij Jeneverbes en Zomereik (Lucassen e.a., 2011, 2014 en 2015) en het is aannemelijk dat dit zo ook werkt bij kruiden. Op de locaties met een K-arme bodem ($K-z < 250 \mu\text{mol/l}$) en waar een eenmalige bekalking wordt geadviseerd, is het advies om te bekalken met 2000 kg Dolokal en 1000 kg K-rijk steenmeel (bijvoorbeeld Vulkamin) per hectare. Dit betreffen in het Buurserzand locaties 6, 8, 37, 41, 42, 43, 50 en 56.

Voor een succesvolle ontwikkeling zijn niet alleen de bodemchemische omstandigheden leidend. De hydrologie dient eveneens te worden geoptimaliseerd. Voor grondwaterafhankelijke natuurtypen zoals heischrale graslanden, blauwgraslanden en dotterbloemhooilanden is grondwaterinvloed in de wortelzone of het maaiveld vereist van circa oktober/november t/m maart/april om verzuring, de vorming van regenwaterlenzen en de ontwikkeling van zure vegetaties (op kansrijke locaties voor (zwak) gebufferde schraallande/hooilanden) tegen te gaan. Op plekken waar regenwater stagneert kunnen veenmossen gaan domineren, vooral op gebufferde bodems omdat hier veel CO_2 beschikbaar komt. Tenslotte kan inundatie met P-rijk oppervlaktewater en/of de afzetting van P-rijk slib tot verrijking en daarmee tot verruiging leiden.

5. RESULTATEN HYDROCHEMISCH ONDERZOEK

5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de resultaten van het hydrochemisch onderzoek beschreven. In paragraaf 4.2 wordt de algemene grondwaterkwaliteit toegelicht en de ruimtelijke variatie weergegeven. De koppeling van de grondwaterkwaliteit aan de ecohydrologische systeemanalyse vindt plaats door Bell-Hullenaar. In paragraaf 4.3 wordt beknopt ingegaan op de poriewaterkwaliteit in het veenpakket. In paragraaf 4.4 wordt de oppervlaktewaterkwaliteit beschreven waarbij tevens de koppeling wordt gemaakt naar de kwaliteit van de oever/onderwaterbodembodem (i.v.m. nalevering) en aangrenzende graslanden (i.v.m. af- en uitspoeling).

5.2 Grondwaterkwaliteit

De resultaten van de grondwateranalyses worden weergegeven in Tabel 13.

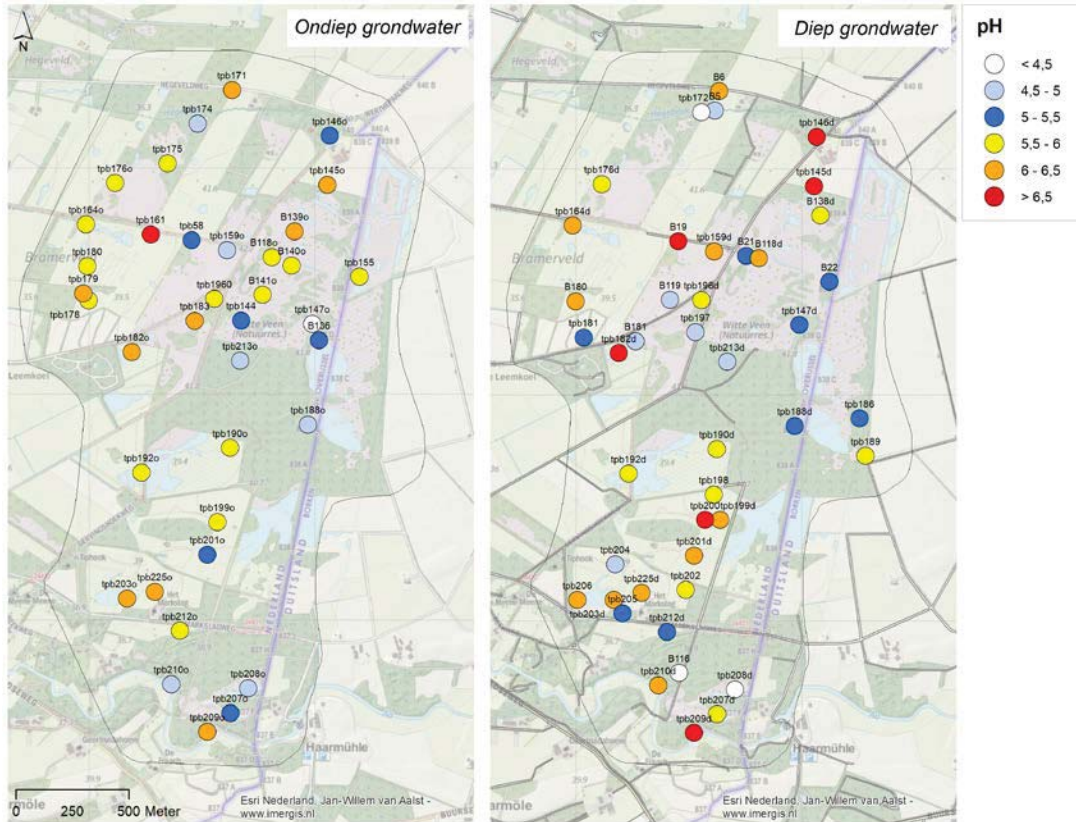
Tabel 13. Overzicht van grondwaterkwaliteit in het Witte Veen. Het betreft ‘verse’ grondwatermonsters met uitzondering van B22. NAP mv = N.A.P. hoogte maaiveld in meters. NAP of = N.A.P. hoogte van de onderkant van het peilbuisfilter in meters. Filter = filterdiepte t.o.v. maaiveld in centimeters. Parameters zijn weergegeven in µmol/l met uitzondering van de Ph, alkaliniteit (alk; in meq/l), EGV (µS/cm) en de extinctie (ext; E450).

Code	NAP mv	NAP of	Filter	pH	Alk	ext.	EGV	CO ₂	HCO ₃ ⁻	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	P	S	Ca	Mg	Fe	K	Al	Na	Cl
GRONDWATER																				
B5	37,41	35,55	-186,0	4,7	0,1	0,04	207	770	18	202	5	0,0	395	365	89	2	15	67	793	930
B6	37,43	35,23	-220,0	6,1	1,4	0,02	217	2244	1236	3343	17	1,0	249	675	309	26	109	4	296	380
B19	40,33	38,25	-208,0	6,6	2,6	0,08	277	1267	2232	51	8	9,1	156	1150	131	121	39	3	290	185
B21	41,74	39,49	-225,0	5,3	0,1	0,19	45	428	38	45	12	0,8	42	134	16	8	85	20	227	197
B22 (oud)	41,79	39,50	-229,0	5,3	0,3	0,04	79	716	58	12	19	0,8	132	125	30	6	32	23	389	329
B116	38,46	34,79	-367,0	4,3	0,1	0,10	119	404	4	246	2	0,6	251	91	41	1	40	126	377	249
B118o	40,90	40,51	-39,0	5,6	0,4	0,17	58	1361	222	10	44	0,5	26	40	18	229	55	17	248	204
B118d	40,90	39,67	-123,0	6,1	0,6	0,10	148	2278	1155	12	38	0,3	20	190	41	515	44	11	299	325
B119	41,28	39,62	-166,0	4,7	0,1	0,01	32	1502	35	21	5	0,1	49	10	8	5	41	54	171	101
B136	40,88	40,57	-31,0	5,0	0,3	0,11	52	533	23	17	30	0,2	54	30	16	74	24	40	290	225
B138d	40,69	38,54	-215,0	5,5	0,7	0,05	81	1995	292	5	38	4,1	24	162	76	83	25	27	296	210
B139o	40,83	40,35	-48,0	6,0	0,8	0,37	97	1093	503	2	69	1,6	24	252	68	120	28	25	307	240
B140o	40,84	40,35	-49,0	5,9	0,8	0,30	84	1349	442	3	86	5,0	19	95	38	347	42	23	294	200
B141o	41,00	40,55	-45,0	5,5	0,4	0,09	51	1241	163	2	24	0,4	19	76	24	57	23	26	294	153
B180	37,04	35,42	-162,0	6,1	0,7	0,02	113	1261	636	8	6	0,3	140	349	90	7	43	3	256	217
B181	39,92	37,36	-256,0	4,9	0,2	0,07	74	1113	33	3	6	0,4	155	95	39	56	39	28	364	231
tpb58	40,38	39,39	-99,0	5,0	0,3	0,15	51	1290	59	19	8	0,8	77	43	10	83	31	51	316	188
tpb144	41,33	40,84	-49,6	5,5	0,4	0,06	51	1581	192	8	9	0,1	61	48	19	109	23	21	239	147
tpb145o	40,26	39,29	-96,3	6,3	1,3	1,46	167	1026	902	35	35	6,1	232	423	228	15	294	50	202	178
tpb145d	40,26	38,17	-209,2	6,5	1,8	0,41	177	1080	1501	12	77	6,5	13	619	147	116	103	6	312	176
tpb146o	39,23	38,08	-114,5	5,4	0,3	0,40	326	865	99	7	8	0,7	512	715	223	10	102	49	1259	1772
tpb146d	39,23	37,09	-213,7	7,0	4,1	0,27	441	943	3678	7	17	0,2	116	2064	216	4	85	2	385	609
tpb147o	41,11	40,69	-41,9	4,4	0,1	1,27	65	2248	23	36	98	5,5	81	96	82	43	42	56	301	398
tpb147d	41,11	39,72	-139,2	5,0	0,4	0,36	56	3684	164	18	82	1,9	44	72	61	43	36	130	285	210
tpb155	40,42	39,45	-96,9	5,5	0,5	0,07	122	1760	234	3	87	0,5	13	154	50	120	68	12	454	679
tpb159o	41,48	40,49	-98,5	4,9	0,2	0,10	28	1745	53	10	8	0,4	38	21	10	11	32	63	214	102
tpb159d	41,48	39,44	-203,6	6,1	0,8	0,54	106	1517	751	8	12	1,0	111	356	41	23	31	11	235	153
tpb161	38,09	37,16	-93,1	6,8	3,3	0,13	414	1239	3305	6	6	0,2	203	1627	321	1	75	2	565	720
tpb164o	35,54	34,87	-67,6	6,0	0,4	0,81	126	433	165	25	8	0,2	263	343	138	4	20	13	316	397
tpb164d	35,54	34,16	-138,0	6,2	1,2	2,98	136	1384	885	9	6	1,9	171	359	199	40	36	78	452	129
tpb171	37,50	36,52	-97,4	6,3	2,6	0,91	396	2980	2412	8	13	0,6	304	1103	575	14	204	14	805	1000
tpb172	37,46	36,30	-116,5	4,3	0,0	0,25	205	535	4	40	28	0,6	355	187	83	3	63	69	903	980
tpb174	37,59	36,79	-79,8	4,8	0,2	0,53	60	1078	29	218	7	0,1	82	79	40	2	43	17	240	113

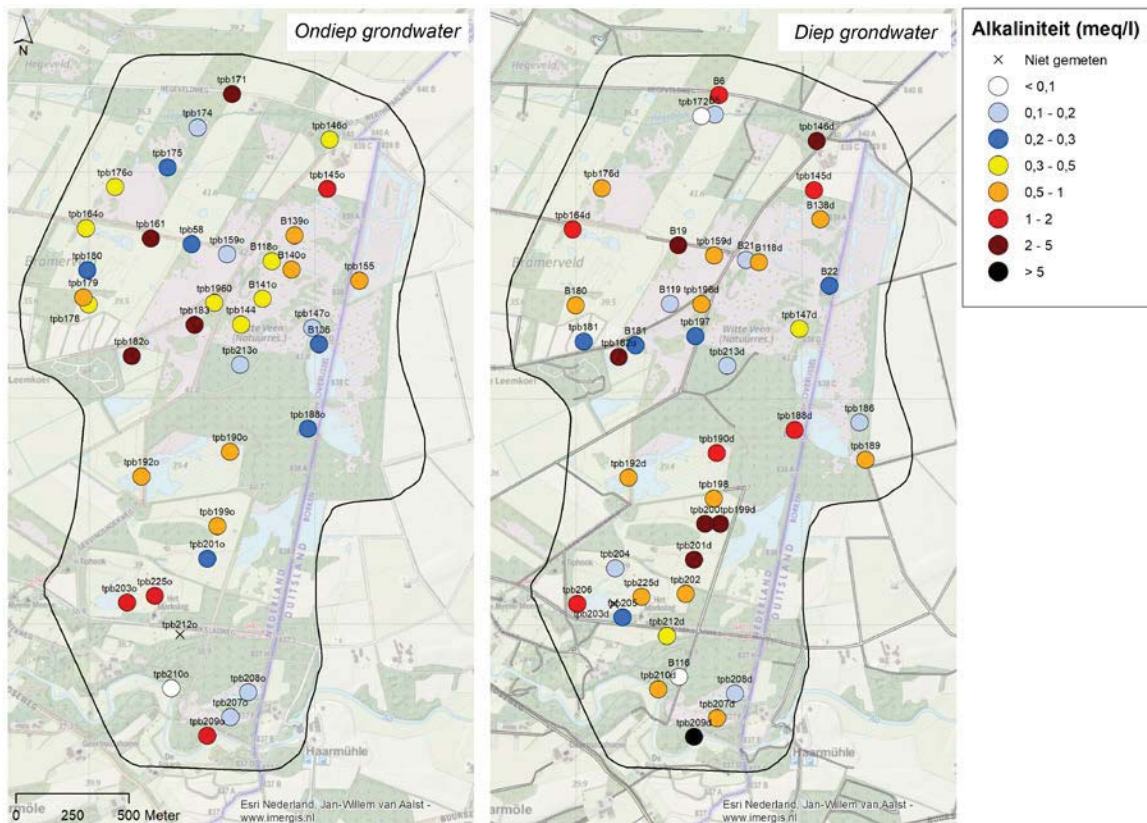
Tabel 13 vervolg.

Code	NAP mv	NAP of	Filter	pH	Alk	ext.	EGV	CO ₂	HCO ₃ ⁻	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	P	S	Ca	Mg	Fe	K	Al	Na	Cl
GRONDWATER																				
tpb175	38,58	37,81	-77,0	5,7	0,3	0,15	179	887	181	17	24	0,2	253	425	112	2	33	10	532	878
tpb176o	37,37	36,46	-90,7	5,6	0,5	0,03	85	2272	415	6	8	0,0	146	183	61	60	28	6	251	155
tpb176d	37,37	35,75	-161,7	5,9	0,6	0,63	109	1664	500	7	8	0,5	209	256	85	70	41	9	292	164
tpb178	37,18	36,23	-95,2	5,7	0,5	0,12	100	1537	354	4	5	0,0	134	272	90	2	58	14	237	277
tpb179	36,03	35,17	-86,1	6,3	1,0	1,46	118	1041	843	15	14	0,1	100	350	157	36	23	58	319	174
tpb180	36,24	35,49	-75,4	5,6	0,3	1,81	130	1536	257	87	7	0,4	441	310	106	5	21	49	441	105
tpb181	38,87	36,84	-202,4	5,0	0,3	0,12	331	1064	49	1259	3	0,4	253	876	188	8	328	79	522	874
tpb182o	38,64	37,95	-69,2	6,2	2,2	0,11	207	2044	1418	8	3	0,8	22	669	342	34	12	9	289	68
tpb182d	38,64	37,34	-129,9	6,7	3,8	0,06	361	1394	3049	0	3	1,3	30	1585	198	112	34	4	348	198
tpb183	40,57	39,64	-93,6	6,2	3,2	0,81	302	2848	2012	2	24	6,0	38	985	142	1454	14	17	335	316
tpb186	41,87	39,82	-204,9	5,0	0,2	0,03	157	1228	56	264	3	0,0	181	344	51	1	31	27	589	653
tpb188o	41,07	40,19	-88,4	4,7	0,2	0,22	59	1665	32	4	14	0,6	101	48	24	29	30	70	313	198
tpb188d	41,07	39,14	-193,2	5,4	1,1	0,06	65	1895	217	2	30	0,4	39	111	54	43	33	44	274	202
tpb189	41,78	39,62	-216,3	5,8	0,5	0,12	279	892	248	194	3	0,5	767	850	184	4	168	6	442	577
tpb190o	39,56	38,61	-94,5	5,8	0,9	0,74	120	6580	1711	5	28	3,6	154	442	80	26	62	90	183	118
tpb190d	39,56	37,53	-203,0	5,9	1,6	0,09	150	2743	832	2	34	1,1	39	629	77	43	114	26	148	91
tpb192o	38,56	37,66	-90,1	5,9	0,7	0,09	109	942	340	2	205	2,5	28	173	79	48	58	36	342	357
tpb192d	38,56	36,62	-193,9	5,8	0,7	0,15	110	955	236	2	81	1,1	44	207	72	54	42	92	540	371
tpb1960	41,00	40,12	-88,1	5,6	0,5	0,06	66	2165	328	5	12	0,1	41	154	22	47	21	19	238	217
tpb196d	41,00	39,73	-126,7	5,7	0,5	0,19	78	511	113	7	16	0,5	55	168	35	80	24	22	272	242
tpb197	41,45	39,89	-155,7	4,6	0,2	0,01	83	2445	43	5	5	0,0	147	56	30	51	21	52	339	353
tpb198	40,32	38,89	-142,5	5,9	0,9	0,80	129	1442	527	13	21	0,9	146	509	101	25	64	34	206	119
tpb199o	39,73	38,90	-82,5	6,0	0,9	1,41	134	1541	625	5	6	0,8	189	497	86	17	56	22	251	109
tpb199d	39,73	37,80	-193,2	6,4	2,1	0,72	355	1393	1442	7	29	1,0	76	1319	243	24	84	4	334	1390
tpb200	40,11	38,17	-194,8	6,6	2,9	0,36	477	1712	2665	4	37	0,3	224	1890	260	15	65	1	377	1648
tpb201o	40,17	39,51	-66,1	5,1	0,3	1,29	262	941	54	146	7	0,0	986	871	148	3	42	10	386	263
tpb201d	40,17	38,33	-184,5	6,4	3,1	0,71	474	2760	2747	7	8	0,1	755	1723	157	237	42	2	932	691
tpb202	40,61	38,70	-191,7	6,0	0,5	0,71	98	1028	384	91	6	0,1	150	295	76	5	62	17	189	124
tpb203o	36,54	35,89	-64,7	6,2	1,1	0,16	171	1597	976	4	7	0,2	212	625	133	9	22	18	327	229
tpb203d	36,54	35,29	-125,3	6,1		0,14	150	2713	1357	3	7	1,0	87	542	141	88	64	6	246	85
tpb204	39,10	36,84	-226,8	4,7	0,2	3,83	135	335	7	537	7	0,1	181	287	97	3	82	8	262	188
tpb205	37,66	35,07	-258,5	5,2	0,2	0,31	169	1007	74	478	4	0,5	279	387	107	4	110	8	350	321
tpb206	36,42	34,57	-185,5	6,2	1,9	0,20	183	2265	1668	5	25	2,1	46	724	141	147	31	7	202	111
tpb207o	37,06	36,27	-78,6	5,1	0,1	0,59	25	611	30	4	8	1,6	18	33	15	14	19	60	138	118
tpb207d	37,06	36,17	-88,8	5,9	0,6	0,04	133	1382	412	3	5	0,0	146	249	64	111	19	10	465	453
tpb208o	37,17	36,24	-93,0	4,7	0,1	0,05	76	1063	20	1	4	0,0	152	20	14	2	26	92	333	265
tpb208d	37,17	35,18	-199,3	4,5	0,1	0,12	161	928	12	350	4	0,3	316	43	40	2	39	276	513	460
tpb209o	34,04	32,73	-131,3	6,2	1,9	1,92	697	2531	1568	3	224	0,2	2914	1840	442	1051	52	5	722	533
tpb209d	34,04	31,98	-206,2	6,7	5,6	0,10	516	2358	5089	3	220	5,0	17	2000	482	173	93	2	515	418
tpb210o	33,53	32,60	-93,7	4,6	0,1	0,56	671	240	4	3293	8	0,2	1442	2215	447	38	127	79	611	184
tpb210d	33,53	31,51	-202,1	6,2	0,9	0,34	406	973	636	390	103	0,2	1408	1175	266	274	103	2	477	334
tpb212o	38,18	37,06	-111,8	6,0		0,09	141	274	113	370	3	0,2	180	418	56	1	12	12	430	322
tpb212d	38,18	36,15	-203,2	5,4	0,3	0,13	138	1149	112	429	4	0,3	166	358	70	2	26	17	404	310
tpb213o	41,91	40,91	-100,0	4,6	0,2	0,09	27	2278	41	12	6	0,2	33	20	8	2	19	77	130	104
tpb213d	41,91	40,15	-175,9	4,6	0,1	0,01	67	2633	44	9	7	0,2	69	37	18	17	24	65	295	338
tpb225o	37,68	36,72	-96,3	6,2	1,6	0,21	185	1796	1277	3	8	0,4	197	773	121	27	22	3	196	119
tpb225d	37,68	35,66	-202,3	6,3	0,9	0,14	181	959	735	432	4	0,7	140	644	108	4	27	5	229	196
BODEMVOCHT																				
B138(15)				4,85	0,51	0,1	40,2	349	10,1	1,98	5,81	2	24	25	21	11	74	8,16	131	167
B139(15)				4,77	0,24	0,0	43,1	561	13,6	1,35	37,2	1	21	28	17	21	26	16,9	149	180
B139(70)				5,07		0,0	44,1	457	22,2	1,72	70,7	1	25	30	22	20	34	24	141	175
B140(15)				4,64	0,27	0,1	43,5	676	12,3	1,2	15,2	2	19	26	23	19	44	7,35	137	163
B140(70)				4,93	0,26	0,0	48,6	792	27,9	3,4	33,6	2	23	39	35	8	29	6,77	139	198
B141(15)				4,70	0,15	0,0	29,4	1284	26,8	1,49	8,5	1	14	23	15	8	12	4,82	65	90
B141(70)				4,76	0,22	0,1	42,4	535	12,9	2,45	37,7	1	50	27	21	23	19	14,1	125	130

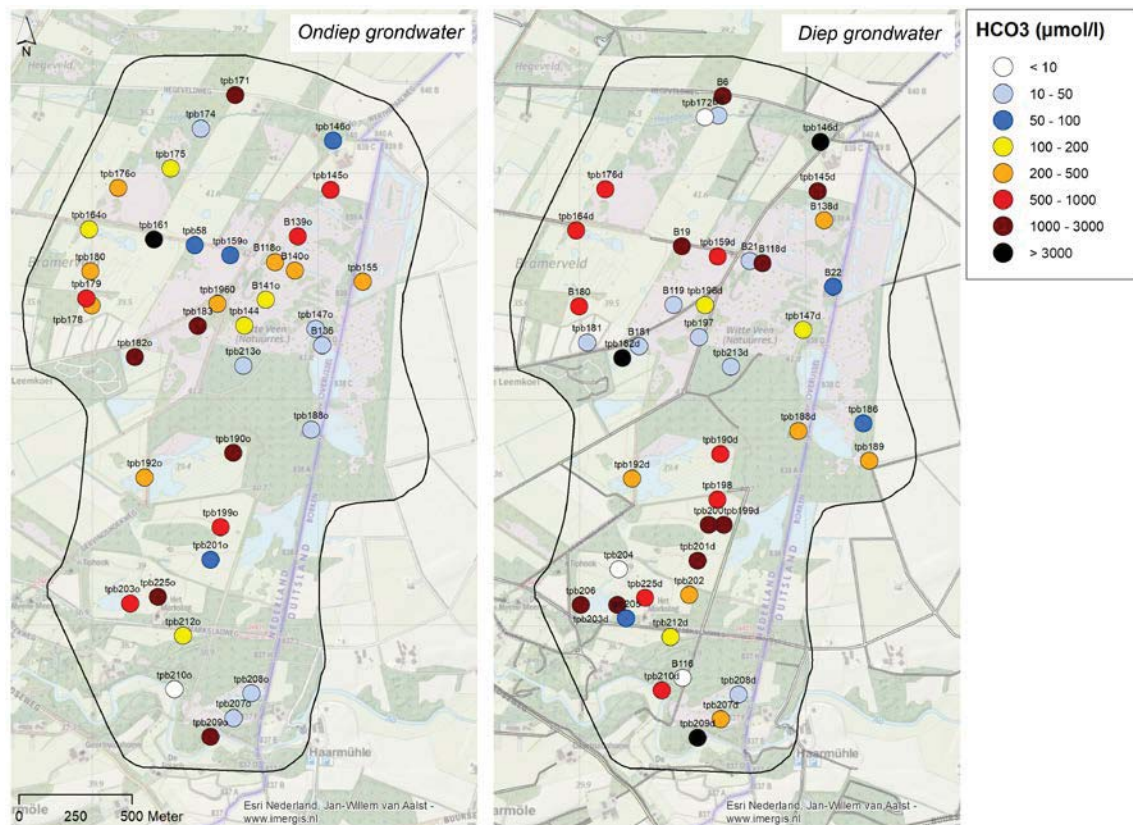
De ruimtelijke variatie in de grondwaterkwaliteit wordt weergegeven in Figuur 39 tot en met Figuur 49.



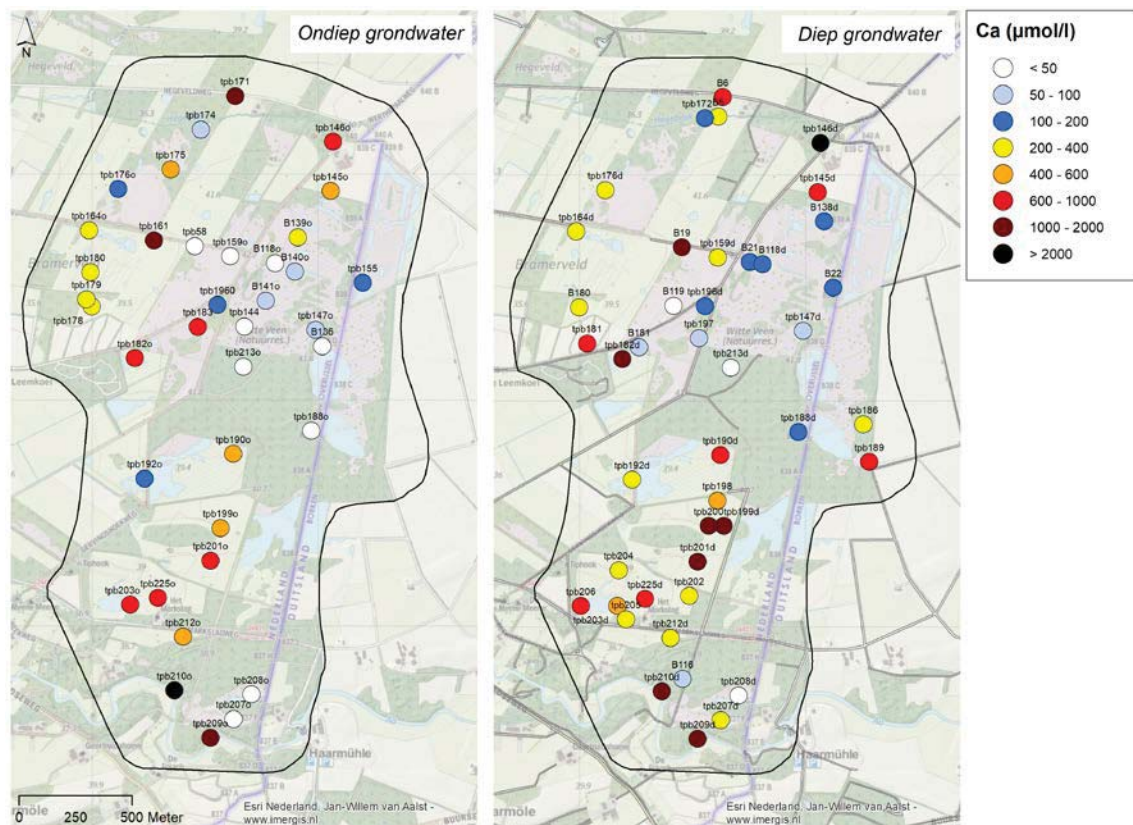
Figuur 39. Overzicht van de ruimtelijke variatie in de pH in ondiepe (<±100 cm-mv) en diepe (>±100 cm-mv) peilbuizen.



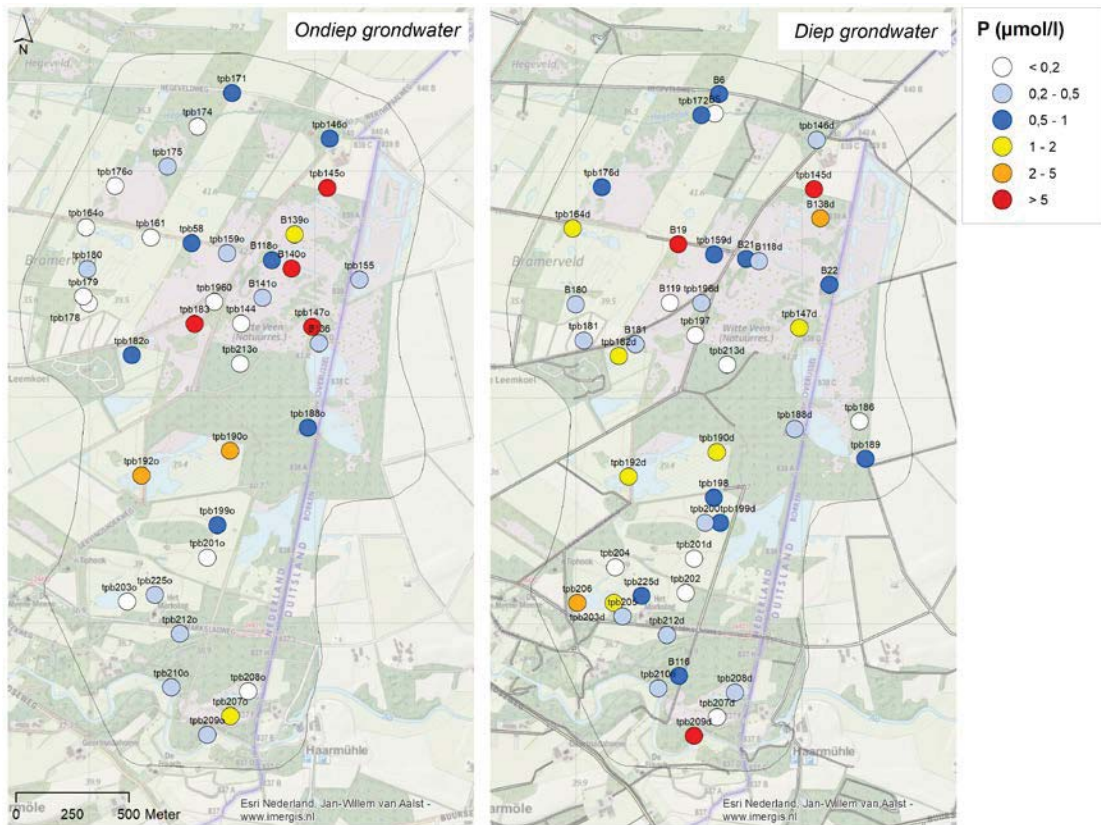
Figuur 40. Overzicht van de ruimtelijke variatie in de alkaliniteit in ondiepe (<±100 cm-mv) en diepe (>±100 cm-mv) peilbuizen.



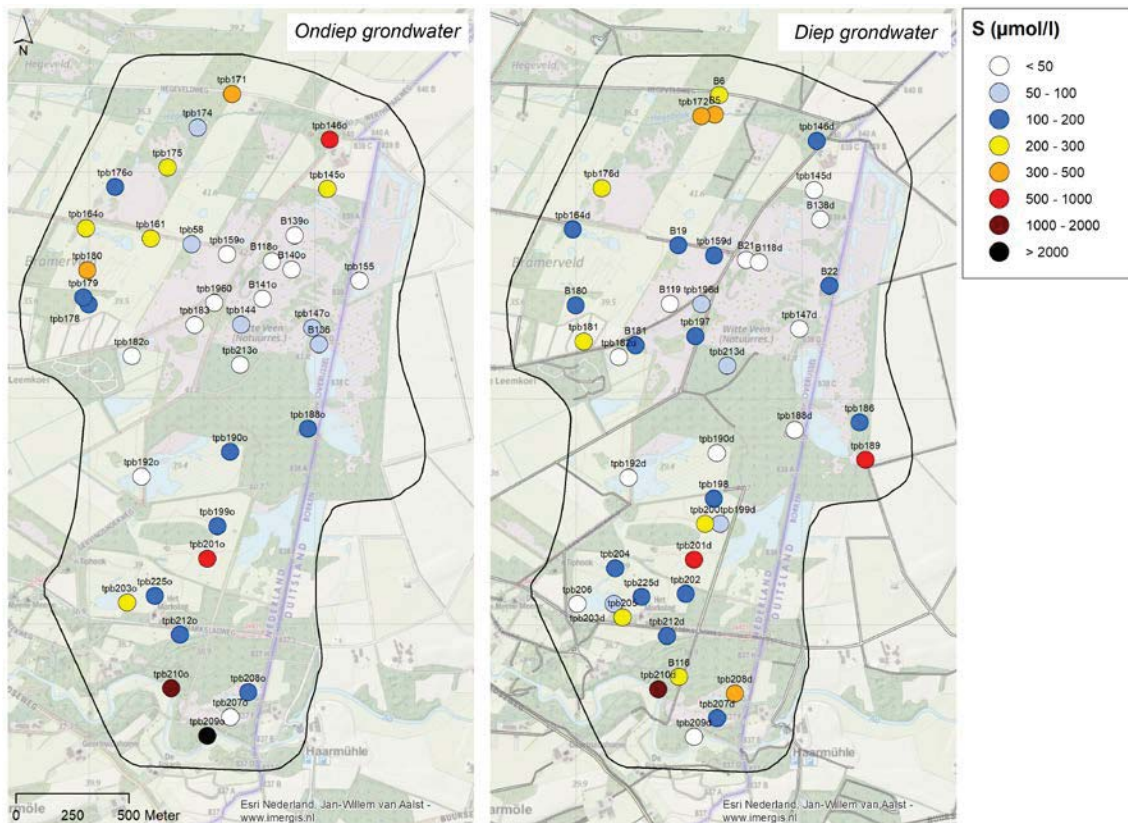
Figuur 41. Overzicht van de ruimtelijke variatie in de bicarbonaat concentratie in ondiepe (<±100 cm-mv) en diepe (>±100 cm-mv) peilbuizen.



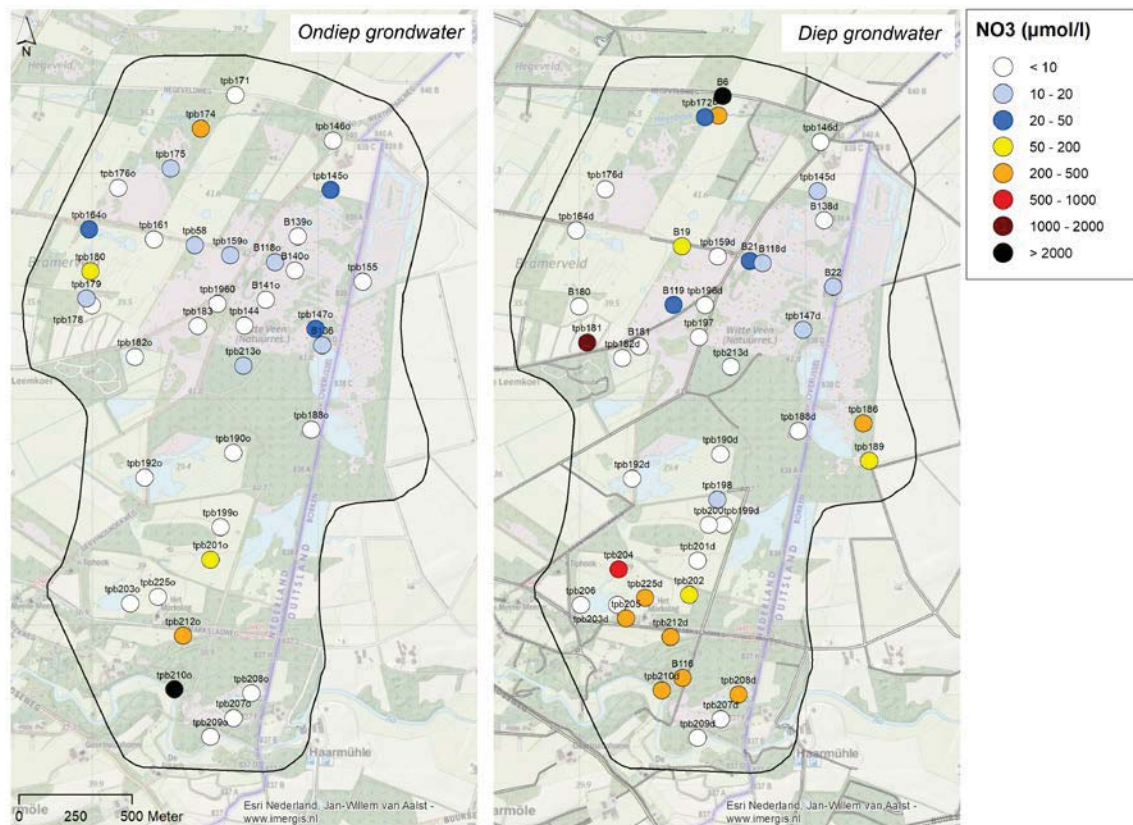
Figuur 42. Overzicht van de ruimtelijke variatie in de calciumconcentratie in ondiepe (<±100 cm-mv) en diepe (>±100 cm-mv) peilbuizen.



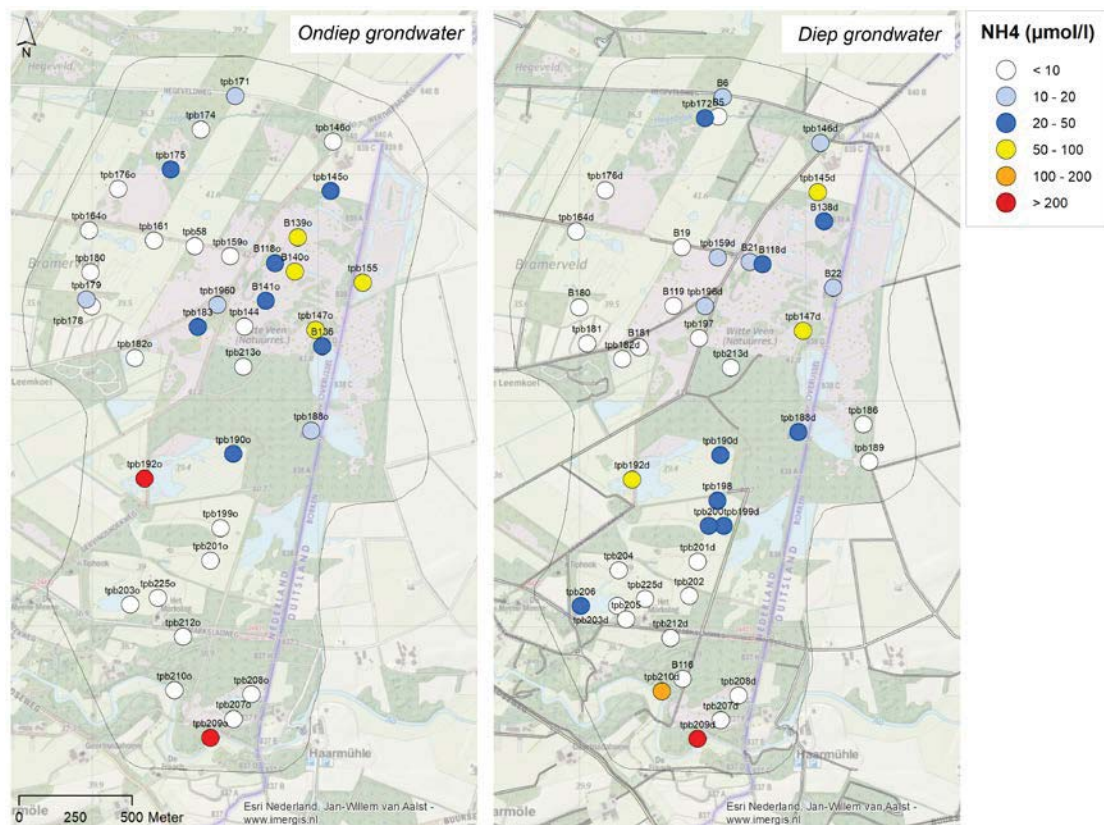
Figuur 43. Overzicht van de ruimtelijke variatie in de fosforconcentratie in ondiepe (≤ 100 cm-mv) en diepe (> 100 cm-mv) peilbuizen.



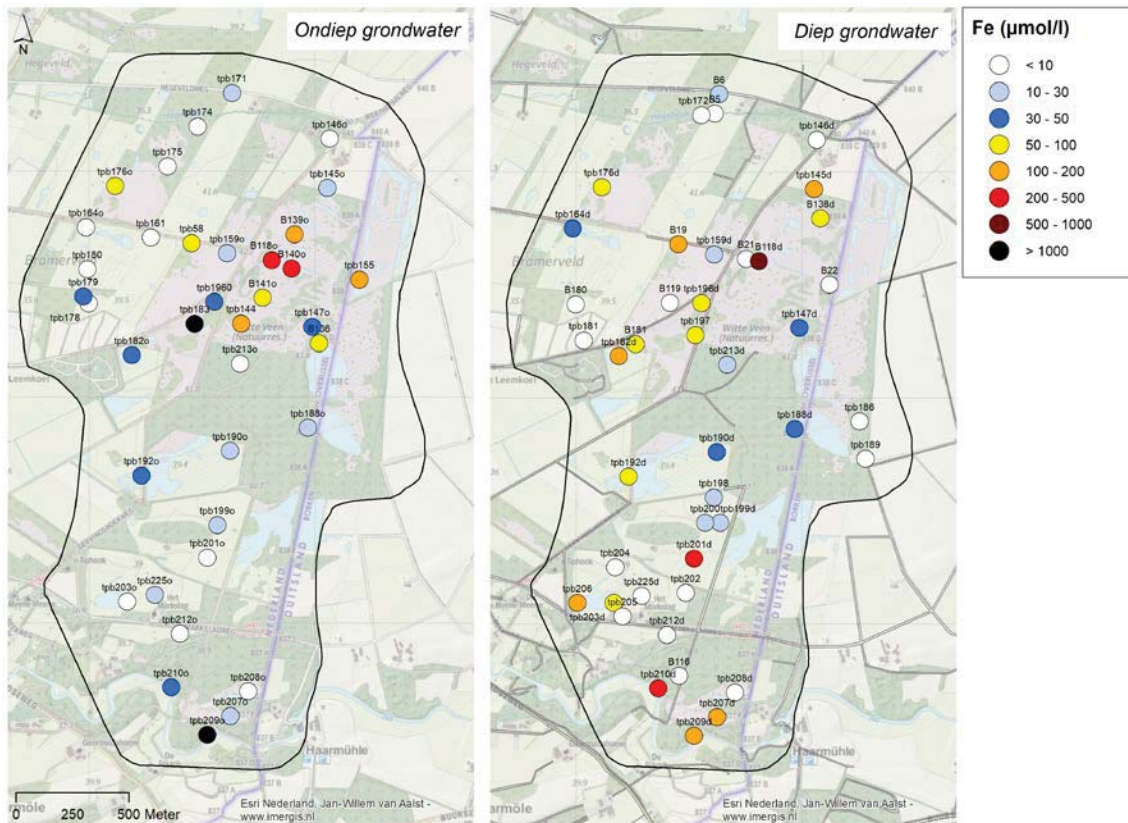
Figuur 44. Overzicht van de ruimtelijke variatie in de sulfaatconcentratie in ondiepe (≤ 100 cm-mv) en diepe (> 100 cm-mv) peilbuizen.



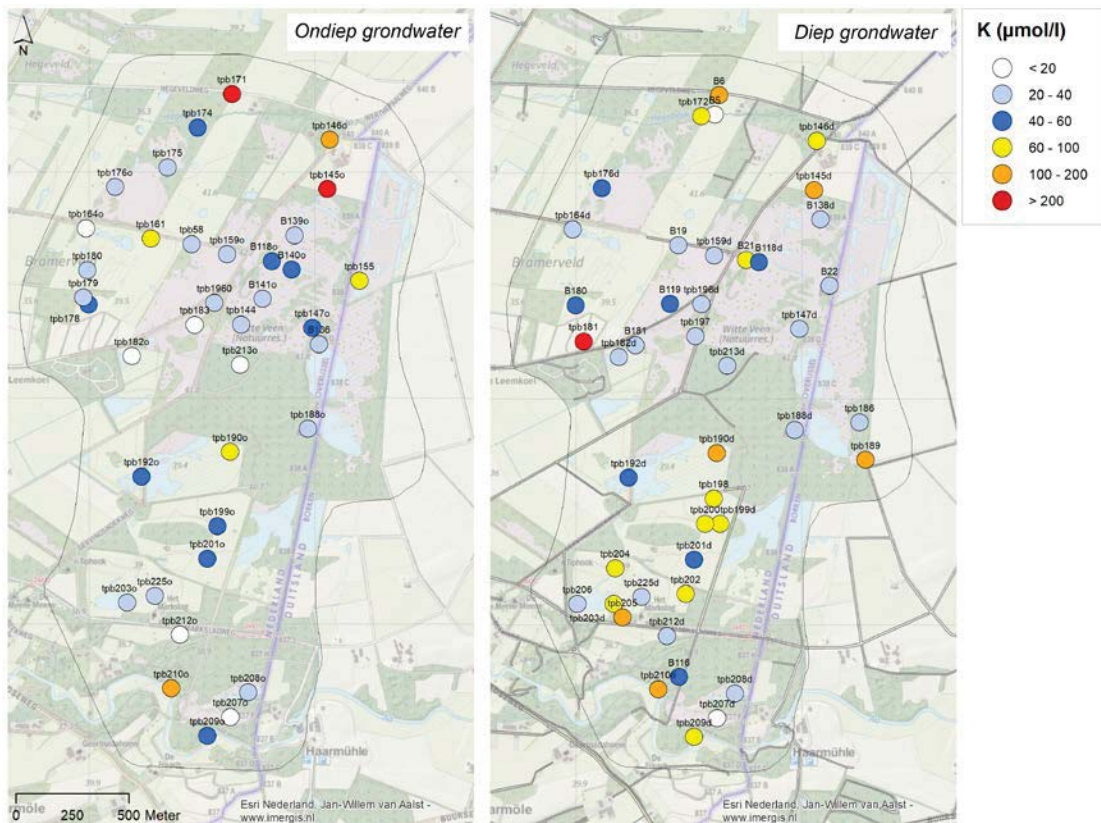
Figuur 45. Overzicht van de ruimtelijke variatie in de nitraatconcentratie in ondiepe (≤ 100 cm-mv) en diepe (> 100 cm-mv) peilbuizen.



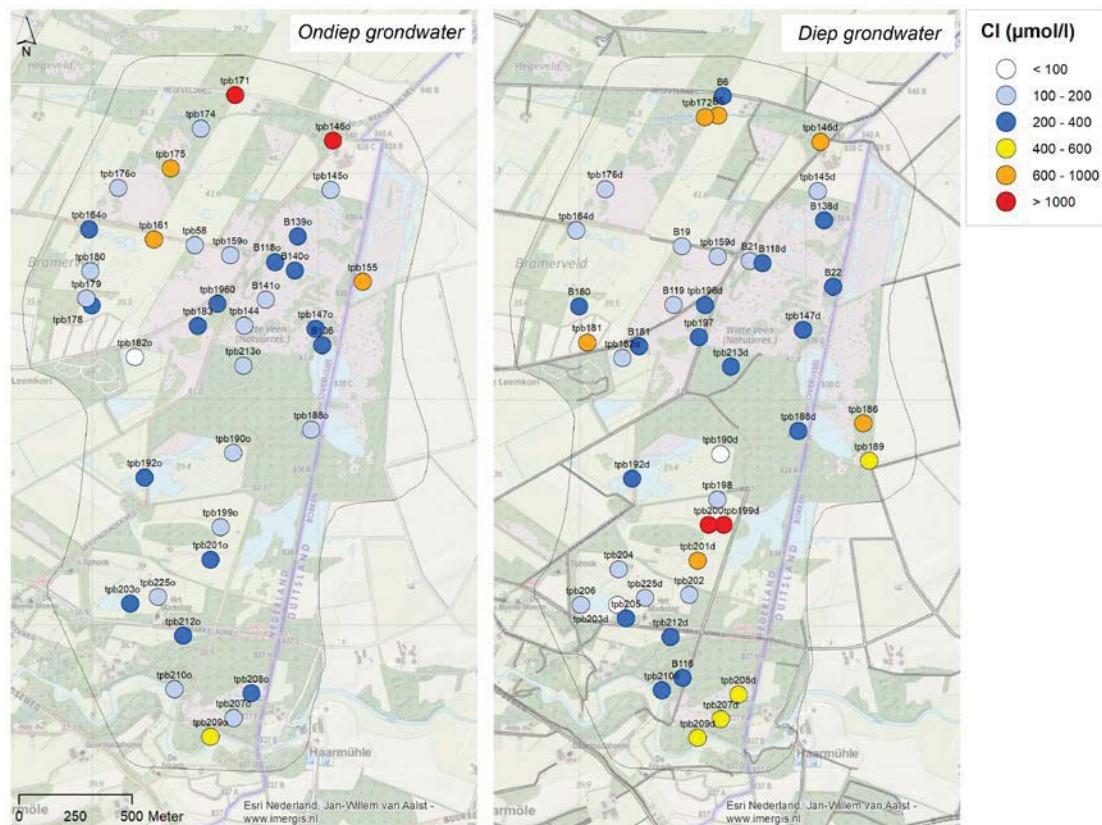
Figuur 46. Overzicht van de ruimtelijke variatie in de ammoniumconcentratie in ondiepe (≤ 100 cm-mv) en diepe (> 100 cm-mv) peilbuizen.



Figuur 47. Overzicht van de ruimtelijke variatie in de ijzerconcentratie in ondiepe (≤ 100 cm-mv) en diepe (> 100 cm-mv) peilbuizen.



Figuur 48. Overzicht van de ruimtelijke variatie in de kaliumconcentratie in ondiepe (≤ 100 cm-mv) en diepe (> 100 cm-mv) peilbuizen.



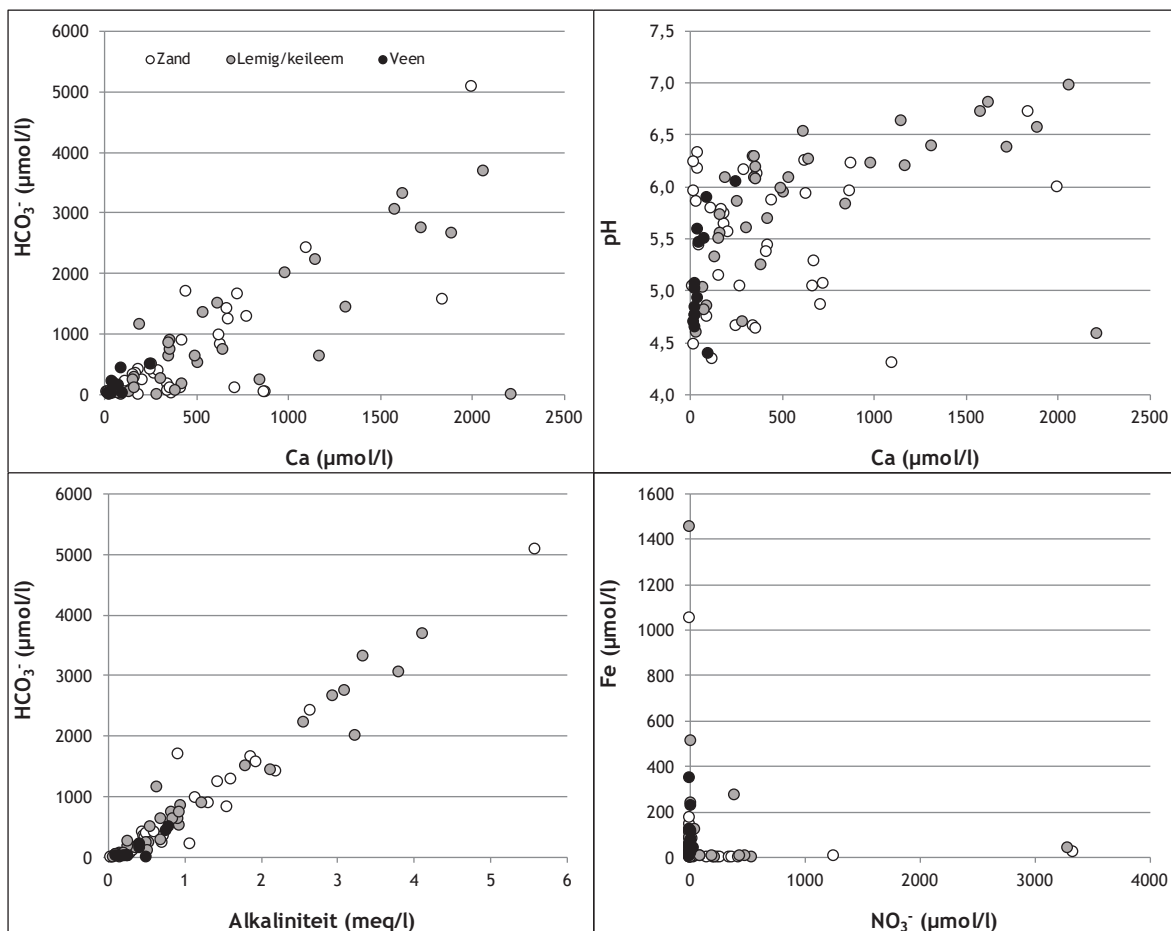
Figuur 49. Overzicht van de ruimtelijke variatie in de chlorideconcentratie in ondiepe (≤ 100 cm-mv) en diepe (> 100 cm-mv) peilbuizen.

De grondwateranalyses en de ruimtelijke variatie in de grondwaterkwaliteit wordt door Bell-Hullenaar, met behulp van dwarsprofielen (Figuur 16), verwerkt in de ecohydrologische systeemanalyse. Dit maakt geen onderdeel uit van dit onderzoek.

Het grondwater is over het algemeen fosforarm ($< 1-2$ $\mu\text{mol/l}$). Onder andere ter hoogte van Enclave Jannink is het grondwater rijker aan fosfor. De ijzerconcentratie in het grondwater varieert lokaal sterk. Het grondwater is relatief arm aan sulfaat (< 300 $\mu\text{mol/l}$) wat positief is voor de ontwikkeling van natte natuur. Het grondwater is wel verrijkt met stikstof. De hogere nitraat- en ammoniumconcentraties (> 100 $\mu\text{mol/l}$) zijn waarschijnlijk het gevolg van uitspoeling uit aangrenzende landbouwpercelen, stikstofinval in bossen en mogelijk de afbraak van organisch materiaal in de hoogveen kern. Nitraat wordt in de bodem gevormd door oxidatie van ammonium. Hierbij komt nitraat vrij maar ook zuur (protonen). Dit zuur maakt in de bodem calcium vrij dat vervolgens uitspoelt. Als gevolg van dit proces wordt de (kalkarme) toplaag steeds verder ontkalkt. Uitspoeling van nitraat kan 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 50).

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 (de vereiste periode is afhankelijk van de buffering/Ca+Mg-

concentraties van het grondwater) zal de bodembuffering afnemen. Een goede parameter voor de mate van buffering is de bicarbonaatconcentratie (HCO_3^-) van het grondwater. Deze correleert goed met de calciumconcentratie en de alkaliniteit van het grondwater. De pH van het grondwater correleert daarnaast met de calciumconcentratie (Figuur 50).



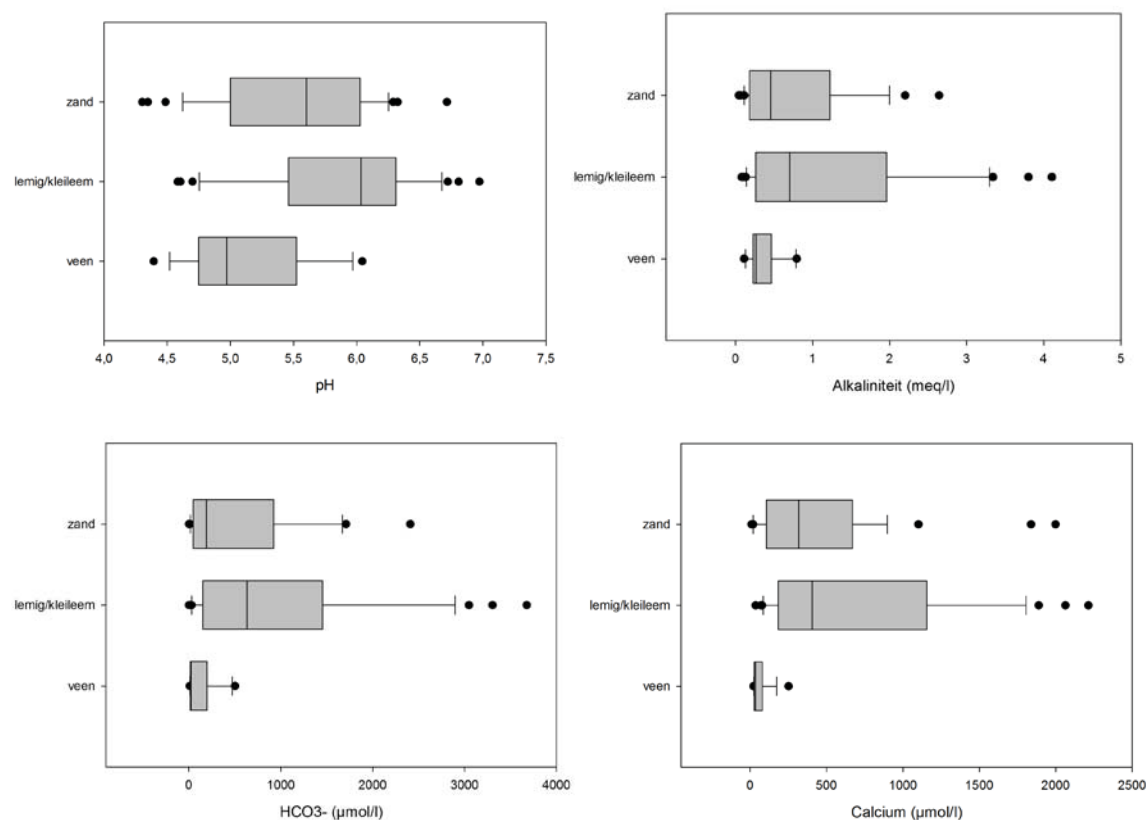
Figuur 50. Correlaties tussen enkele relevante hydrochemische variabelen in het Witte Veen waarbij ‘zand’ = filter in zandbodem; ‘lemig/keileem’ = filter in (sterk) lemige zandbodem of in/tegen keileemlaag; ‘veen’ = filter of poreuze cup in veen/venige bodem.

Op basis van de dwarsprofielen van Bell-Hullenaar is een onderscheid gemaakt tussen peilbuizen/lysimeters met het filter of de cup in het (dek) zand, in het veen en in of tegen de (kei)leem. In Figuur 51 wordt de mate van buffering van het freatische grondwater in de verschillende bodempakketten weergegeven.

Het grondwater in en vlak boven het keileem is zwak tot matig gebufferd (HCO_3^- ±150-1500 µmol/l, alkaliniteit ±0,2-2 meq/l, ±200-1200 µmol/l Ca en pH ±5,5-6,3). De buffering is minder sterk in vergelijking met grondwater dicht bij het keileem in het noordelijker gelegen Aamsveen (alkaliniteit 2-12 meq/l). Mogelijk is in het Witte Veen sprake van een kortere verblijftijd van het grondwater waardoor minder aanrijking plaatsvindt. Op locaties waar het grondwater relatief dicht bij de slecht doorlaatbare (kei)leemlaag stroomt vindt namelijk aanrijking met bufferstoffen vanuit de ijzerrijke (227-363 mmol/l) en calciumhoudende keileemlaag plaats (Ca-totaal: 65-82 mmol/l en Ca-z: ±40.000-52.000 µmol/l: zie bijvoorbeeld bodemonsterlocatie 43 en 44). Ondieper (in het zandpakket), en op locaties waar een dikker zandpakket op het keileem is afgezet, is het grondwater zeer zwak tot zwak gebufferd (HCO_3^- ±100-1000 µmol/l, alkaliniteit ±0,1-1,2 meq/l, ±150-600 µmol/l Ca en pH ±5,0-6,0). In het veen is het grondwater/poriewater

.....

zuur tot zeer zwak gebufferd ($\text{HCO}_3^- \pm < 200 \mu\text{mol/l}$, alkaliniteit $\pm 0,1-0,6 \text{ meq/l}$, $\pm < 100 \mu\text{mol/l}$ Ca en pH $\pm 4,7-5,5$).



Figuur 51. Boxplot van de pH, alkaliniteit, concentraties HCO_3^- en calcium in het grondwater/poriewater waarbij 'zand' = filter in zandbodem; 'lemig/keileem' = filter in (sterk) lemige zandbodem of in/tegen keileemlaag; 'veen' = filter of poreuze cup in veen/venige bodem. 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.

Voor de ontwikkeling van blauwgraslanden is vereist dat grondwater gedurende een langere periode (circa oktober t/m april) in het maaiveld uittreedt. 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 zaak voldoende doorstroming te creëren met droogval van de toplaag in de zomerperiode (KADER 1). Het optimaliseren van de hydrologie dient te gebeuren in combinatie met het creëren van gunstige (P-arme en (zwak)gebufferde) bodemchemische omstandigheden (hoofdstuk 4).

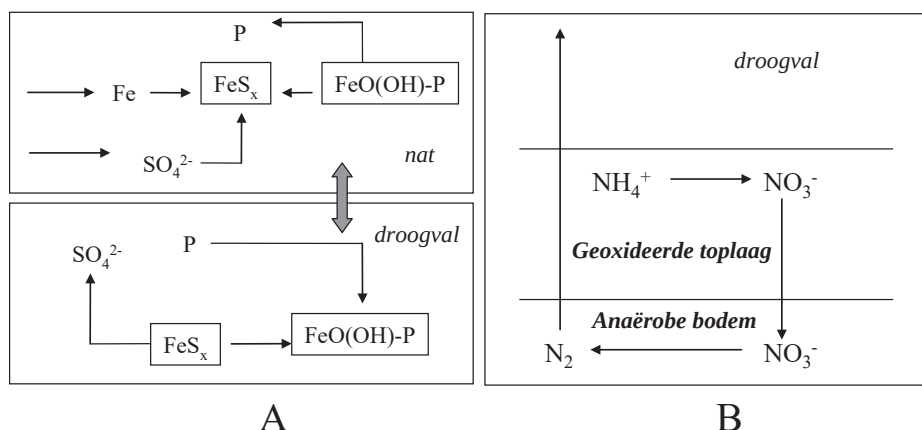
KADER 1. DOORSTROMING EN PEILFLUCTUATIE

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 systeem.

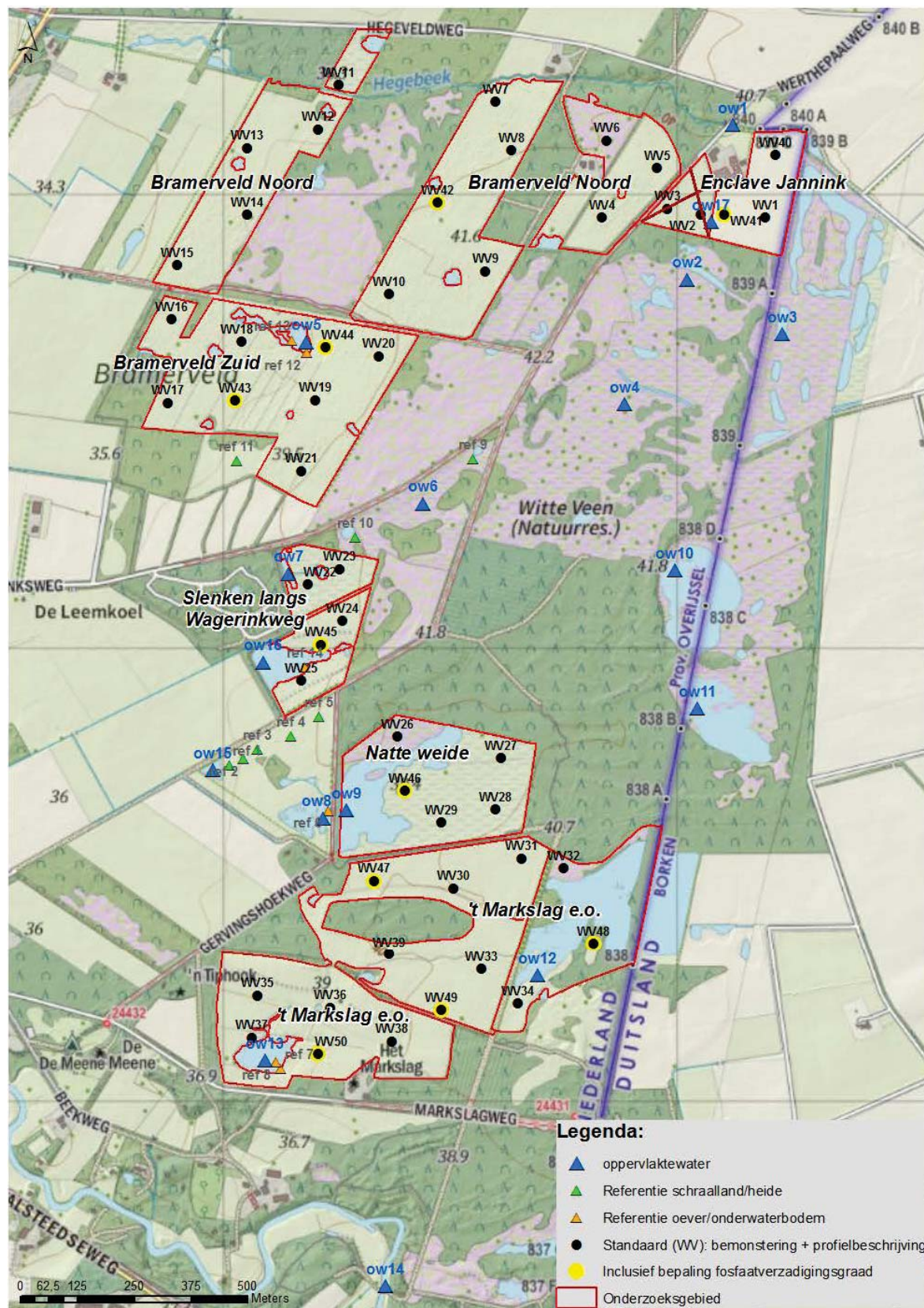
Onder anaërobe omstandigheden wordt sulfaat omgezet in sulfide (rotte-eierengeur). Sulfide is toxisch, maar wordt onder ijzerrijke omstandigheden gebonden aan ijzer (pyrietvorming). Het sulfide is dan niet meer giftig. Dit proces kan echter wel leiden tot het vrijkomen van extra fosfaat, omdat sulfide 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.



Figuur. Schematisch overzicht van de biogeochemische processen die optreden wanneer sprake is van doorstroming gevolgd door tijdelijke droogval (Smolders et al., 2009).



Figuur 52. Overzicht van de ligging van de oppervlaktewaterlocaties ten opzichte van de bodemonsterlocaties.

5.3 Oppervlaktewaterkwaliteit

Op 17 locaties (Figuur 52) is de oppervlaktewaterkwaliteit bemonsterd en geanalyseerd. De locaties worden weergegeven in Figuur 52. De resultaten van de analyses worden gegeven in Tabel 14. Per locatie worden de belangrijkste bijzonderheden toegelicht. Er is specifieke aandacht voor het herstel van zwak gebufferde vennen (kader 2).

Tabel 14. Overzicht van oppervlaktewaterkwaliteit in het Witte Veen. Parameters zijn weergegeven in $\mu\text{mol/l}$ met uitzondering van de pH, alkaliniteit (alk; in meq/l), turbiditeit (turb; in), EGV ($\mu\text{S/cm}$) en de extinctie (ext; E450).

Code	pH	Alk	ext.	turb	EGV	CO ₂	HCO ₃ ⁻	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	PO ₄ ³⁻	P	S	Ca	Mg	Fe	K	Al	Na	Cl
OW1	7,1	2,0	0,03	5	453	339	1844	755,7	20,7	1,7	3,5	544	1469	364	12	308	11	853	1021
OW2	4,4	0,1	0,07	7	42	433	5	0,1	1,6	0,5	0,3	20	19	18	13	30	7	127	130
OW3	6,6	0,3	0,02	3	53	79	126	13,8	2,8	0,4	-	39	122	32	2	44	9	170	172
OW4	4,5	0,1	0,06	7	39	596	8	1,5	1,6	0,5	0,5	15	19	16	14	32	3	122	126
OW5	6,4	0,5	0,06	6	70	120	129	39,9	6,3	0,7	2,1	110	187	53	12	43	15	175	250
OW6	4,6	0,1	0,03	6	54	145	2	6,0	3,7	0,5	0,5	76	48	26	12	33	7	201	169
OW7	5,7	0,5	0,04	5	74	338	75	3,0	1,0	0,4	0,8	116	151	52	13	46	12	253	255
OW8	5,4	0,2	0,08	15	77	80	8	6,7	2,7	1,6	3,8	113	121	52	20	78	17	283	350
OW9	5,4	0,2	0,08	16	76	49	5	1,2	1,5	1,0	3,5	118	125	47	20	76	17	278	321
OW10	5,2	0,1	0,12	13	41	77	5	19,0	43,0	1,0	1,3	53	26	20	9	35	15	115	127
OW11	5,3	0,2	0,13	15	38	76	6	15,3	81,7	1,0	1,4	42	18	13	7	35	12	103	146
OW12	6,4	0,2	0,10	40	42	101	100	7,3	22,5	2,1	2,1	12	71	27	6	47	4	124	188
OW13	6,5	0,8	0,03	9	154	453	630	0,8	1,1	0,7	1,2	134	391	105	19	112	3	296	334
OW14	7,5	2,9	0,03	7	499	266	3388	370,0	17,8	2,2	2,8	516	1821	232	14	223	7	1068	1081
OW15	5,6	0,2	0,07	27	74	167	25	0,1	1,9	6,0	8,0	96	114	51	17	89	20	273	345
OW16	7,3	0,8	0,03	12	108	78	664	4,2	2,2	2,8	-	93	363	78	13	60	2	203	220
OW17	5,2	0,3	0,07	7	43	370	23	19,4	4,0	0,7	-	33	67	29	19	35	19	150	155

- **OW1** - Hegebeek: het oppervlaktewater is sterk gebufferd en zeer rijk aan nitraat (758 $\mu\text{mol/l}$; 10,6 mg N-NO₃⁻/l) en verrijkt met fosfor (1,7 $\mu\text{mol/l}$ ortho-P) en sulfaat (544 $\mu\text{mol/l}$). Bij een ortho-fosfaatconcentratie boven 1,0 $\mu\text{mol/l}$ (0,031 mg P-PO₄³⁻/l) is fosfaat niet meer limiterend en kan algenbloei optreden (Bloemendaal & Roelofs, 1988);
- **OW2** - oppervlaktewater in hoogveen: het oppervlaktewater is voedselarm, zuur en CO₂ rijk (433 $\mu\text{mol/l}$). Het water is beperkt gekleurd door humuszuren (E₄₅₀ = 0,07) waardoor veenmosgroei kan optreden tot op een diepte van circa 70-75 cm (Smolders et al., 2003). Dieper treedt lichtlimitatie op.
- **OW3** - ven in voormalige landbouwgrond: het oppervlaktewater is zwak gebufferd (126 $\mu\text{mol/l}$ HCO₃⁻ en alkaliniteit 0,3 meq/l) en bevat weinig nitraat (14 $\mu\text{mol/l}$) en ammonium (1,6 $\mu\text{mol/l}$). De ortho-P concentratie is relatief laag (0,4 $\mu\text{mol/l}$). Het grondwater (tpb155) is eveneens zwak gebufferd (234 $\mu\text{mol/l}$ HCO₃⁻ en alkaliniteit 0,5 meq/l) en voedselarm. De oeverzones zijn relatief smal en gaan snel over in grasland met Pitrus. De kooldioxide concentratie is relatief laag (79 $\mu\text{mol/l}$) waardoor tot op zekere hoogte koolstoflimitatie optreedt. Voor echte koolstoflimitatie zijn kooldioxideconcentraties < 30-50 $\mu\text{mol/l}$ vereist. Dit biedt in principe kansen voor soorten van zwak gebufferde wateren (o.a. isoëtiden zoals oeverkruid).
- **OW4** - oppervlaktewater in hoogveen: het oppervlaktewater is voedselarm, zuur en CO₂ rijk (596 $\mu\text{mol/l}$). Het water is beperkt gekleurd door humuszuren (E₄₅₀ = 0,06) waardoor veenmosgroei kan optreden tot een diepte van circa 80-90 cm (Smolders et al., 2003). Dieper treedt lichtlimitatie op.
- **OW5** - ven in keileem voormalige landbouwgrond: het oppervlaktewater is zwak gebufferd (129 $\mu\text{mol/l}$ HCO₃⁻ en alkaliniteit 0,5 meq/l) nitraathoudend (40 $\mu\text{mol/l}$) en bevat weinig ammonium (6,3 $\mu\text{mol/l}$). De ortho-P concentratie is laag/matig (0,7 $\mu\text{mol/l}$). Het grondwater (tpb161) is gebufferd (3305 $\mu\text{mol/l}$ HCO₃⁻ en alkaliniteit 3,3 meq/l) en

voedselarm. De oeverzone (Lisdodde met lokaal Pilvaren als ondergroei) is relatief smal en gaat snel over in grasland met Pitrus. Op bodemonsterlocatie W44 is de toplaag voedselarm en de fosfaatverzadigingsgraad laag (<10%).



OW3



OW4



OW8



OW9



OW13



OW14

Figuur 53. Enkele foto's van de bemonsterde oppervlaktewateren. Zie ook paragraaf 3.2. Foto's: Hilde Tomassen en Mark van Mullekom.

- **OW6** - hoogveenven: het oppervlaktewater is voedselarm, zuur en matig CO₂ houdend (145 µmol/l). Het water is beperkt gekleurd door humuszuren ($E_{450} = 0,03$) waardoor veenmosgroei kan optreden tot een diepte van >100 cm (Smolders et al., 2003).

- **OW7** - ven in voormalige landbouwgrond: het oppervlaktewater is zwak gebufferd ($75 \mu\text{mol/l HCO}_3^-$ en alkaliniteit $0,5 \text{ meq/l}$) en bevat weinig nitraat ($3 \mu\text{mol/l}$) en ammonium ($1 \mu\text{mol/l}$). Het water is relatief rijk aan kooldioxide ($338 \mu\text{mol/l}$). De ortho-P concentratie is relatief laag ($0,4 \mu\text{mol/l}$). Het grondwater (tpb182o/d, B181) is zwak-matig gebufferd ($163\text{-}3049 \mu\text{mol/l HCO}_3^-$ en alkaliniteit $0,4\text{-}3,8 \text{ meq/l}$) en voedselarm. De oeverzones zijn relatief smal en gaan snel over in grasland met Pitrus. Op bodemonmonsterlocatie W22 en W23 is de toplaag (0-20/30 cm-mv) verrijkt met fosfaat (totaal-P $10\text{-}11 \mu\text{mol/l}$ en Olsen-P $\pm 1400\text{-}1500 \mu\text{mol/l}$). Het label gebonden P in de toplaag ($4\text{-}8 \mu\text{mol/l}$) kan uit-/afspoelen naar het oppervlaktewater. Het ven kan zich na verdere verzuring ontwikkelen tot hoogveenven of bij een toename van de buffering tot een zwak/matig gebufferd ven.
- **OW8** - ven in voormalige landbouwgrond: het oppervlaktewater is erg koolstofarm ($8 \mu\text{mol/l HCO}_3^-$ en $80 \mu\text{mol/l CO}_2$; pH 5,4) en bevat weinig nitraat ($7 \mu\text{mol/l}$) en ammonium ($3 \mu\text{mol/l}$). Het water is verrijkt met fosfaat ($1,6 \mu\text{mol/l}$ ortho-P) en $3,8 \mu\text{mol/l}$ totaal-P. Het grondwater (tpb192o/d) is zwak-matig gebufferd ($236\text{-}340 \mu\text{mol/l HCO}_3^-$ en alkaliniteit $0,7 \text{ meq/l}$) en verrijkt met ammonium ($81\text{-}205 \mu\text{mol/l}$). De onderwaterbodem (referentielocatie 6) is voedselarm (totaal-P $1,9 \text{ mmol/l}$ en Olsen-P $357 \mu\text{mol/l}$). De oeverzone is zeer smal en wordt gedomineerd door Pitrus. Vanuit de Pitruszone kunnen (met name bij hogere waterstanden) nutriënten uit-/afspoelen naar het oppervlaktewater. In principe is er een potentie voor de ontwikkeling richting een oligotroof koolstofgelimiteerd ven, mits de nutriëntenbelasting kan worden verminderd.
- **OW9** - ven in voormalige landbouwgrond: het oppervlaktewater is erg koolstofarm ($5 \mu\text{mol/l HCO}_3^-$ en $49 \mu\text{mol/l CO}_2$; pH 5,4) en bevat weinig nitraat ($1 \mu\text{mol/l}$) en ammonium ($2 \mu\text{mol/l}$). Het water is beperkt verrijkt met fosfaat ($1,0 \mu\text{mol/l}$ ortho-P). Het grondwater (tpb190o/d) is zwak-matig gebufferd ($832\text{-}1711 \mu\text{mol/l HCO}_3^-$ en alkaliniteit $0,9\text{-}1,6 \text{ meq/l}$) en relatief voedselarm. De oeverzone is relatief smal en wordt gedomineerd door Pitrus. Op bodemonmonsterlocatie W26 is de toplaag (0-50 cm-mv) beperkt verrijkt met fosfaat (totaal-P $6\text{-}7 \mu\text{mol/l}$ en Olsen-P $\pm 800\text{-}1100 \mu\text{mol/l}$). Op locatie W46 is de toplaag (0-20 cm) verrijkt met fosfaat (totaal-P $8 \mu\text{mol/l}$ en Olsen-P $\pm 3100 \mu\text{mol/l}$) en bovendien fosfaatverzadigd (FVG = 32%) waardoor het risico op het 'lekker' van fosfaat groot is. Vanuit de Pitruszones kunnen (met name bij hogere waterstanden) nutriënten uit-/afspoelen naar het oppervlaktewater. Het ven heeft potentie om zich te ontwikkelen tot zwakgebufferd oligotroof ven. Indien afwezig zouden isoëtide soorten kunnen worden geïntroduceerd.
- **OW10** - ven in bos/heide, ontstaan door vervening met veenmosverlanding in de ondiepe delen: het oppervlaktewater is koolstofarm ($8 \mu\text{mol/l HCO}_3^-$ en $80 \mu\text{mol/l CO}_2$; pH 5,2) en is licht verrijkt met nitraat ($19 \mu\text{mol/l}$) en verrijkt met ammonium ($43 \mu\text{mol/l}$). Het water is beperkt verrijkt met fosfaat ($1,0 \mu\text{mol/l}$ ortho-P). Het water is gekleurd door humuszuren ($E_{450} = 0,12$) waardoor in principe veenmosgroei kan optreden tot een diepte van circa 45 cm (Smolders et al., 2003). De CO_2 concentratie is echter te laag ($<200 \mu\text{mol/l}$) voor onderwatergroei van veenmos. Dit verklaart waarom de veenmosgroei met name op de oevers en in de ondiepe delen plaatsvindt.
- **OW11** - ven in bos/heide, ontstaan door vervening: het oppervlaktewater is koolstofarm ($6 \mu\text{mol/l HCO}_3^-$ en $76 \mu\text{mol/l CO}_2$; pH 5,3) en is licht verrijkt met nitraat ($15 \mu\text{mol/l}$) en verrijkt met ammonium ($82 \mu\text{mol/l}$). Het water is beperkt verrijkt met fosfaat ($1,0 \mu\text{mol/l}$ ortho-P). Het water is gekleurd door humuszuren ($E_{450} = 0,13$) waardoor in principe veenmosgroei kan optreden tot een diepte van circa 40-45 cm (Smolders et al., 2003). De CO_2 concentratie is echter te laag ($<200 \mu\text{mol/l}$) voor onderwatergroei van veenmos. Dit verklaart waarom de veenmosgroei met name op de oevers en in de ondiepe delen plaatsvindt.

-
- **OW12** - ven omgeven door ruigte/struweel, voormalige biotoop voor boomkikker: het oppervlaktewater is zwak gebufferd ($100 \mu\text{mol/l HCO}_3^-$ en alkaliniteit $0,2 \text{ meq/l}$), maar niet koolstofgelimiteerd ($\text{CO}_2 = 100 \mu\text{mol/l}$) bevat weinig nitraat ($7 \mu\text{mol/l}$) en is licht verrijkt met ammonium ($23 \mu\text{mol/l}$) en verrijkt met fosfaat ($2,1 \mu\text{mol/l}$ ortho-P). De oeverzones zijn relatief smal en gaan snel over in Pitrusruigte of bos/(wilgen)struweel. Bladinval vormt een risico voor de waterkwaliteit. Opschonen van de oeverzones is gewenst.
 - **OW13** - ven, gedomineerd door Holpijp, in voormalige landbouwgrond: het oppervlaktewater is matig gebufferd ($630 \mu\text{mol/l HCO}_3^-$ en alkaliniteit $0,8 \text{ meq/l}$) en bevat weinig nitraat ($1 \mu\text{mol/l}$) en ammonium ($1 \mu\text{mol/l}$) en is licht verrijkt met fosfaat ($0,7 \mu\text{mol/l}$ ortho-P). Het grondwater aan de oostoever van het ven (tpb203o/d, B181) is zwak-matig gebufferd ($976\text{-}1357 \mu\text{mol/l HCO}_3^-$ en alkaliniteit $1,1 \text{ meq/l}$), voedselarm en het diepere grondwater op 125 cm-mv is ijzerhoudend ($88 \mu\text{mol/l}$). Het grondwater op de flanken (tpb204, tpb205, tpb225o/d) is overwegend nitraatrijk ($\pm 400\text{-}500 \mu\text{mol/l}$) en ijzerarm. De onderwaterbodem (referentielocatie 8) is voedselarm ($1,8 \text{ mmol/l}$ totaal-P en $158 \mu\text{mol/l}$ Olsen-P). De oeverzones zijn relatief smal en gaan snel over in grasland met Pitrus. Op bodemonsterlocatie W37 en W50 is de toplaag verrijkt met fosfaat (totaal-P 27 mmol/l en Olsen-P $\pm 1900\text{-}2550 \mu\text{mol/l}$). Op locatie WV50 is de toplaag fosfaatverzadigd (FVG = 38%). Het labiel gebonden P in de toplaag ($7\text{-}28 \mu\text{mol/l}$) kan uit-/afspoelen naar het oppervlaktewater.
 - **OW14** - Buurserbeek: het oppervlaktewater in de beek is gebufferd ($3388 \mu\text{mol/l HCO}_3^-$ en alkaliniteit $2,9 \text{ meq/l}$, pH 7,2), rijk aan nitraat ($370 \mu\text{mol/l}$; $5,2 \text{ mg N-NO}_3^-/\text{l}$), verrijkt met ammonium ($18 \mu\text{mol/l}$; $0,25 \text{ mg N-NH}_4^+/\text{l}$) en verrijkt met fosfor ($2,2 \mu\text{mol/l}$ ortho-P; $0,07 \text{ mg P-PO}_4^{3-}/\text{l}$) en sulfaat ($516 \mu\text{mol/l}$; 50 mg/l).
 - **OW15** - ven in van landbouw naar natuur (schraalland/heide) omgevormd perceel: het oppervlaktewater is zwak gebufferd ($25 \mu\text{mol/l HCO}_3^-$ en alkaliniteit $0,2 \text{ meq/l}$) en bevat weinig nitraat ($0,1 \mu\text{mol/l}$) en ammonium ($2 \mu\text{mol/l}$) en is verrijkt met fosfaat ($6 \mu\text{mol/l}$ ortho-P). De oever (referentielocatie 1) is voedselarm ($1,2 \text{ mmol/l}$ totaal-P en $236 \mu\text{mol/l}$ Olsen-P) evenals de aangrenzende schraallanden/heide aan de oostzijde. Mogelijk vindt fosfaatuitspoeling plaats uit de landbouwgronden ten noorden en zuiden van het ven.
 - **OW16** - ven in voormalige landbouwgrond: het oppervlaktewater is matig gebufferd ($664 \mu\text{mol/l HCO}_3^-$ en alkaliniteit $0,8 \text{ meq/l}$) en bevat weinig nitraat ($4 \mu\text{mol/l}$) en ammonium ($2 \mu\text{mol/l}$) en is verrijkt met fosfaat ($2,8 \mu\text{mol/l}$ ortho-P). De onderwaterbodem (referentielocatie 14) is eveneens voedselrijk en vormt een bron van fosfaat ($11,9 \text{ mmol/l}$ totaal-P en $1371 \mu\text{mol/l}$ Olsen-P). De oeverzones zijn relatief smal, verruigd en gaan snel over in grasland met Pitrus. Op bodemonsterlocatie W25 en W45 is de toplaag ($0\text{-}20/35 \text{ cm-mv}$) verrijkt met fosfaat (totaal-P $12\text{-}16 \text{ mmol/l}$ en Olsen-P $\pm 1400\text{-}1700 \mu\text{mol/l}$). Op locatie WV45 is de toplaag fosfaatverzadigd (FVG = 32%) en rijk aan labiel gebonden P in de toplaag ($25 \mu\text{mol/l}$) wat kan uit-/afspoelen naar het oppervlaktewater.
 - **OW17** - sloot in enclave Jannink: het oppervlaktewater is zwak gebufferd en licht verrijkt met nitraat ($19,4 \mu\text{mol/l}$; $0,27 \text{ mg N-NO}_3^-/\text{l}$), ammonium ($4 \mu\text{mol/l}$; $0,06 \text{ mg N-NH}_4^+/\text{l}$) en fosfaat ($0,7 \mu\text{mol/l}$ ortho-P; $0,022 \text{ mg P-PO}_4^{3-}/\text{l}$).

KADER 2: (ZEER) ZWAK GEBUFFERD VEN

Zachte wateren, ofwel (zeer) zwak gebufferde vennen, zijn oligotroof: de waterlaag is koolstof (CO_2) gelimiteerd en zowel de bodem- als de waterlaag bevatten lage stikstof- en fosfaatconcentraties (Brouwer et al., 1996a). Hierdoor kunnen zich alleen soorten handhaven met een gespecialiseerde koolstofhuishouding, gericht op de opname van CO_2 uit de bodem. Kenmerkend hiervoor zijn kleine, langzaam groeiende isoëtide soorten als: Oeverkruid (*Littorella uniflora*), Biesvaren (*Isoetes lacustris*), Waterlobelia (*Lobelia dortmanna*) en Drijvende waterweegbree (*Luronium natans*) (Bloemendaal & Roelofs, 1988). Aanpassingen aan koolstoflimitatie in de waterkolom zijn goed ontwikkelde wortels (hoge wortel/spruit ratio), C-fixatie in het donker (CAM-metabolisme), opslag van CO_2 in luchtholten en verlies van zuurstof bij de wortels (Bloemendaal & Roelofs, 1988). Oxidatie van het sediment via het verlies van zuurstof stimuleert de mineralisatie (vorming CO_2) en maakt ook de groei van mycorrhiza's mogelijk. Deze geoxideerde laag werkt tevens als een barrière tegen diffusie van gereduceerd fosfaat naar de waterkolom en zorgt voor grote stikstofverliezen (Brouwer & Roelofs, 2001; Bloemendaal & Roelofs, 1988; Brouwer et al., 2009).

(Zeer) zwak gebufferde vennen hebben doorgaans een lage productie als gevolg van de stikstof-, fosfor- en koolstoflimitatie. In zeer zwak gebufferde wateren is de concentratie CO_2 gewoonlijk lager dan $50 \mu\text{mol/l}$, maar in ieder geval lager dan $100 \mu\text{mol/l}$, deze is soms iets hoger in zwak gebufferde wateren. Oeverkruid (*Littorella uniflora*) en Waterlobelia (*Lobelia dortmanna*), sterk indicatieve plantensoorten voor voedselarm water, groeien alleen in zachte wateren met een concentratie vrij fosfaat (PO_4^{3-}) $\leq 0,2 \mu\text{mol/l}$ (max. $0,8 \mu\text{mol/l}$) (Bloemendaal & Roelofs, 1988; Brouwer et al., 1996b). Zachte wateren ontvangen voornamelijk regen- of grondwater uit kalkarme zandpakketten of zwak gebufferd oppervlaktewater uit de omgeving. De buffercapaciteit van het water is laag: $0,05\text{-}0,2 \text{ meq HCO}_3^- \text{ \& CO}_3^-$ per liter voor zeer zwak gebufferde wateren en $0,2\text{-}1,0 \text{ meq/l}$ voor zwak tot matig gebufferde wateren. De pH is meestal $4,5\text{-}6,5$ voor zeer zwak gebufferde wateren en $5\text{-}7$ voor zwak tot matig gebufferde wateren (Brouwer et al., 1996b; www.natuurkennis.nl). Reductieve processen in de onderwaterbodem kunnen eveneens een bijdrage leveren aan de buffercapaciteit van zwak gebufferde wateren.

Herstel van aangetaste zachte wateren is alleen mogelijk wanneer weer voor een lange periode voldaan wordt aan de belangrijkste biotoopeisen van de flora en fauna. Een succesvol herstelproject heeft plaatsgevonden in de Bergvennen ten noorden van Denekamp. In dit heidegebied waren (zeer) zwak gebufferde vennen geëutrofiëerd en verzuurd door aangrenzende landbouwactiviteit. Na verwijdering van de sliblaag en buffering van het water heeft zich in het Eilandven een zeer omvangrijke vegetatie van Waterlobelia (*Lobelia dortmanna*) kunnen ontwikkelen.

Voor zwakgebufferde oligotrofe vennen is ook periodieke droogval van groot belang. Droogval stimuleert de afbraak van organisch materiaal en verbeterd bovendien de binding van fosfaat aan ijzer. Bij onvoldoende droogval kan accumulatie van organisch materiaal optreden waardoor de beschikbaarheid van nutriënten en kooldioxide in het sediment kan toenemen. Hierdoor neemt de spruit/wortel verhouding van de planten toe waardoor de isoëtiden (met dikke luchtgepulde bladeren) gemakkelijk kunnen loskomen (ontwortelen) uit de meer losse organische bodem. Alleen in extreem voedselarme meren kunnen isoëtiden zich handhaven zonder periodieke droogval.



Figuur: Massale ontwikkeling van Waterlobelia in de Bergvennen. Foto's: B-WARE

.....

Wanneer we kijken naar de beoogde zwak gebufferde vennen die liggen in de voormalige landbouwgronden, dan kan geconcludeerd worden dat het geen goed ontwikkelde zwak gebufferde vennen betreft. Ze zijn over het algemeen wel zwak (of soms matig) gebufferd, maar lokaal verrijkt met fosfaat en veelal omgeven door Pitrusrijke oevers of Pitrusrijke graslanden (voormalige landbouwgronden). De karakteristieke brede, voedselarme, minerale, glooiende oevers ontbreken. Bij hogere waterpeilen vormt de voedselrijke omgeving een risico voor de waterkwaliteit doordat nutriënten kunnen worden gemobiliseerd. Ook vormt de uit- of afspoeling vanuit voedselrijke, fosfaatverzadigde gronden een risico. De ontwikkeling van grotere voedselarme laagten/slenken is noodzakelijk voor een duurzaam herstel of ontwikkeling van zwak gebufferde, voedselarme vennen.

6. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

6.1 Belangrijkste conclusies

- De bodem in de omgeving van het Witte Veen bestaat voornamelijk uit zwak-matig siltig zand. Lokaal zijn (kei)leemlagen aangetroffen vanaf circa 50-100 cm-mv. De zandbodems zijn over het algemeen zwak ijzer- en calciumhoudend. De bouwvoor is op veel locaties sterker gebufferd dan de onderliggende zandbodem, waarschijnlijk als gevolg van bekalking voor het agrarische gebruik. De dikte van de aangetroffen bouwvoor in het gebied varieert overwegend van 15-40 cm.
- De toplaag van de bodems is beperkt tot sterk verrijkt met fosfaat als gevolg van het landbouwkundig gebruik. De fosfaatconcentraties in de bouwvoor zijn op vrijwel alle locaties te hoog voor de ontwikkeling van soortenrijke P-gelimiteerde natuurtypen. Alleen in deelgebied Bramerveld Noord en Zuid is de verrijking van de toplaag relatief beperkt. Op de overig locaties is als gevolg van de verrijking van de toplaag een verschrallingsbeheer van 40 tot (>)200 jaar vereist. Met name deelgebied Enclave Jannink en het zuidelijke deel van deelgebied 't Markslag e.o. zijn sterk verrijkt met fosfaat.
- Wanneer wordt ingezet op P-afvoer door middel van een verschrallingsbeheer in de vorm van maaien en afvoeren ten behoeve van de ontwikkeling van P-gelimiteerde soortenrijke dient na het bereiken van de gewenste verschralling de dichte, soortenarme zode (5-10 cm) te worden verwijderd. Op deze manier worden open vestigingsplaatsen gecreëerd voor doelsoorten. Het kan interessant zijn om voor meteen een beperkte ontgroning te kiezen.
- Op een groot aantal onderzochte locaties kunnen na afgraven van de P-rijke bodem, lokaal in combinatie met een aanvullend verschrallingsbeheer van maaien en afvoeren, P-arme condities gerealiseerd worden voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde soortenrijke natuur. Een ontgroning dient altijd te worden getoetst op de inpassing in het hydrologische systeem. Dit wordt door Ecohydrologisch Adviesbureau Bell Hullenaar verwerkt in een integraal advies/inrichtingsplan.
- Na verschralling door middel van maaien en afvoeren of een (beperkte) ontgroning liggen in het gebied, afhankelijk van het bodemtype en de mate van bodembuffering, kansen voor de ontwikkeling van (droge of vochtige) heide, (droog of vochtig) heischraal grasland of blauwgrasland (onder de juiste hydrologische omstandigheden). De mate van grondwaterinvloed in de wortelzone in combinatie met de mate van buffering van het grondwater zijn van invloed op de herstel mogelijkheden.
- Het grondwater is over het algemeen fosforarm. Onder andere ter hoogte van Enclave Jannink is het grondwater rijker aan fosfor en de bodem (zeer) rijk aan (labiel) P. Het grondwater is overwegend zwak-matig ijzerhoudend maar de concentraties variëren lokaal sterk. Het grondwater is relatief arm aan sulfaat wat positief is voor de ontwikkeling van natte natuur. Het grondwater is wel verrijkt met stikstof (nitraat en/of ammonium). Dit is waarschijnlijk het gevolg van uitspoeling uit aangrenzende landbouwpercelen, stikstofinval in bossen en mogelijk de afbraak van organisch materiaal in de hoogveenkern.
- Het grondwater in en vlak boven het keileem is zwak tot matig gebufferd (HCO_3^- $\pm 150\text{-}1500 \mu\text{mol/l}$, alkaliniteit $\pm 0,2\text{-}2 \text{ meq/l}$, $\pm 200\text{-}1200 \mu\text{mol/l}$ Ca en pH $\pm 5,5\text{-}6,3$) als gevolg van aanrijking met bufferstoffen vanuit de ijzerrijke, calciumhoudende keileemlaag. Ondieper (in het zandpakket), en op locaties waar een dikker zandpakket op het keileem is

afgezet, is het grondwater zeer zwak tot zwak gebufferd ($\text{HCO}_3^- \pm 100\text{-}1000 \mu\text{mol/l}$, alkaliniteit $\pm 0,1\text{-}1,2 \text{ meq/l}$, $\pm 150\text{-}600 \mu\text{mol/l}$ Ca en pH $\pm 5,0\text{-}6,0$). In het veen is het grondwater/poriewater zuur tot zeer zwak gebufferd ($\text{HCO}_3^- \pm <200 \mu\text{mol/l}$, alkaliniteit $\pm 0,1\text{-}0,6 \text{ meq/l}$, $\pm <100 \mu\text{mol/l}$ Ca en pH $\pm 4,7\text{-}5,5$).

- De vennen in de voormalige landbouwgronden zijn over het algemeen zwak gebufferd, meestal verrijkt met fosfaat en veelal omgeven door Pitrusrijke oevers of Pitrusrijke graslanden (voormalige landbouwgronden). Het zijn geen goed ontwikkeld zwak gebufferde vennen omdat brede, voedselarme, minerale, glooiende oevers ontbreken. Bij hogere waterpeilen vormt de voedselrijke omgeving een risico voor de waterkwaliteit doordat nutriënten kunnen worden gemobiliseerd. Ook vormt de uit- of afspoeling vanuit voedselrijke, fosfaatverzadigde gronden een risico. De ontwikkeling van grotere voedselarme laagten/slenken is noodzakelijk voor een duurzaam herstel of ontwikkeling van zwak gebufferde, voedselarme vennen.

6.2 Aanbevelingen

- Na afgraving van de fosfaatrijke toplaag of het verwijderen van een 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.
- De zandbodems zijn op veel locaties zeer zwak gebufferd (Ca-t $< 10 \text{ mmol/l}$ en/of Ca-z $< 4.000 \mu\text{mol/l}$). Om (verdere) verzuring te voorkomen en de soortenrijkdom te vergroten is op deze locaties het advies om na afgraven eenmalig te bekalken met 2000 kg Dolokal/ha (op K-arme bodems is het advies om aanvullend 1000 kg/ha K-rijk steenmeel doseren).
- Voor de ontwikkeling van zwakgebufferde, grondwaterafhankelijke vochtige tot natte schraallanden dienen de hydrologische omstandigheden te worden geoptimaliseerd. Dit kan worden gerealiseerd door de invloed van grondwater te versterken en te zorgen voor voldoende afvoer van regenwater. Dit dient te gebeuren in combinatie met het creëren van gunstige (P-arme en (zwak)gebufferde) bodemchemische omstandigheden. Vernatting van P-rijke bodems zal namelijk leiden tot P-mobilisatie (af- en/of uitspoeling naar het grond- en oppervlaktewater) en ongewenste verzuuring.
- Voor een duurzame ontwikkeling de omgeving van voedselarme, zwak gebufferde vennen nutriënten- en bosvrij maken (afhankelijk van de systeemanalyse) zodat het risico op nalevering van nutriënten uit de bodem en de ophoping van strooisel wordt beperkt. Het is niet gewenst dat bij een hoog waterpeil nalevering van nutriënten aan het ven plaatsvindt. De ontwikkeling van een grotere voedselarme laagte is noodzakelijk voor een duurzaam herstel van een zwak gebufferd ven. Er dient in het ven een natuurlijk peilbeheer te worden gevoerd met wisselende waterstanden. Doelsoorten als Oeverkruid (*Littorella uniflora*) en Waterlobelia (*Lobelia dortmanna*) kunnen zich alleen handhaven dankzij voldoende peilfluctuatie waarbij de minerale voedselarme glooiende oevers in de zomerperiode droogvallen en in de wintermaanden onder water staan. De noord- en oostoever herbergen naar verwachting de hoogste potentie voor het herstel van isoëtiden. Vanwege de overwegend zuidwestelijke wind zal hier de ophoping van organisch materiaal erg beperkt zijn waardoor een minerale oever in stand wordt gehouden. Indien er geen zaadbank aanwezig is, maar de standplaatscondities wel volledig kunnen worden hersteld, valt herintroductie te overwegen.

7. LITERATUUR

- Bell, J.S. & J.W. van 't Hullenaar (2004). Herstel van hoogveen, hoogveenbos, vennen en natte heide in grensoverschrijdend natuurgebied Witte veen / Witte Venn. Uitwerking van een herstelplan op basis van ecohydrologisch onderzoek. Bell Hullenaar Ecohydrologisch Adviesbureau, Zwolle
- Bloemendaal, F.H.J.L & J.G.M. Roelofs (1988). Waterplanten en Waterkwaliteit. 189 pp., figs., tab. Utrecht: Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging.
- 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., E. Lucassen, A. Smolders & J. Roelofs (2008). Vennen kunnen verzuipen. *H₂O* 19: 89-91.
- Brouwer, E., R. Bobbink, J.G.M. Roelofs & G.M. Verheggen (1996a). Effectgerichte maatregelen tegen verzuring en eutrofiëring van oppervlaktewateren. Uitgave van Vakgroep Oecologie van de Katholieke Universiteit Nijmegen in opdracht van de Directie Natuurbeheer van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij. 206 pagina's.
- Brouwer, E., J.G.M. Roelofs, R. Bobbink & G.M. Verheggen (1996b). Herstelbeheer in verzuurde en geëutrofiëerde zachte wateren: waar en wanneer zinvol? Effectgerichte maatregelen en behoud biodiversiteit in Nederland. Uitgave Katholieke Universiteit Nijmegen.
- Brouwer, E., H. van Kleef, H. van Dam, J. Loermans, G. Arts & D. Belgers (2009). Effectiviteit van herstelbeheer in vennen en duinplassen op de middellange termijn. Ministerie van LNV, directie IFZ/Bedrijfsuitgeverij.
- Brouwer, E. & J.G.M. Roelofs (2001). Degraded Softwater Lakes: Possibilities for Restoration. *Restoration Ecology*, 9 (2):155-166.
- 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.
- 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'. *H₂O* 38 (17): 28-30.
- Lamers, L., E. Lucassen, H. Tomassen, A. Smolders & J. Roelofs (2009) Verpitruissing bij natuurontwikkeling: voorkomen is beter dan genezen. *De Levende Natuur* 110 (1): 43-46.
- 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.
- 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*.
- Natuur en Milieu (2016) Natura 2000 beheerplan definitief - Witte Veen. Provincie Overijssel.
- 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.J.P., Tomassen H.B.M., Van Mullekom M., Lamers L.P.M. and Roelofs J.G.M. (2003) Mechanisms involved in the re-establishment of Sphagnum-dominated vegetation in rewetted bog remnants. *Wetlands Ecology and Management 11*: 403-418.
- 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.
- Tomassen, H., M. van Mullekom & A. Smolders (2017) Bodemchemisch onderzoek in de omgeving van het Buurserzand (concept). In opdracht van de Gemeente Haaksbergen. B-WARE projectnummer: PR-17.090 • Rapportnummer: RP-17.090.17.xx.
- 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.

.....

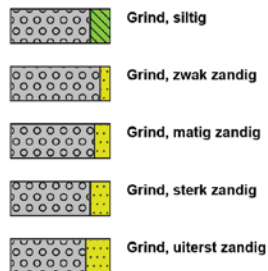
8. BIJLAGEN

Bijlage 1. Profielbeschrijvingen conform NEN5104 van de boorlocaties in het Witte Veen. Profielbeschrijvingen zijn opgesteld door het Veldwerkbureau (Jan Vermeer).

Legenda:

Legenda (conform NEN 5104)

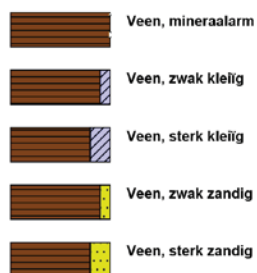
grind



zandtest



veen



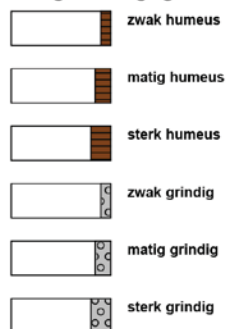
klei



leem



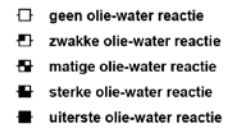
overige toevoegingen



geur



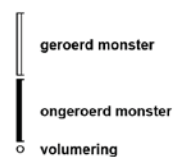
olie



p.i.d.-waarde



monsters



overig

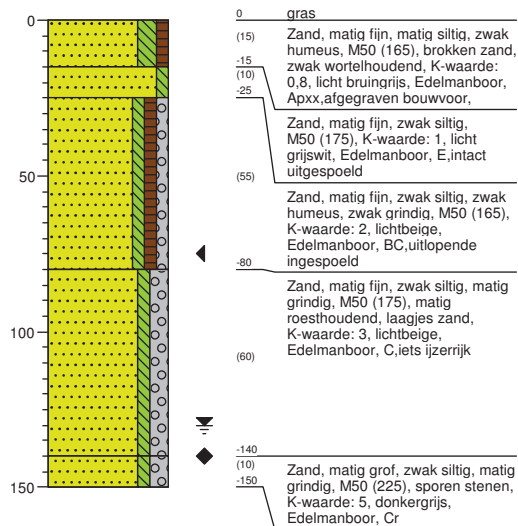


Boring: AB-01

X: 256297,00
Y: 464313,00

GWS: 130
GHG: 75
GLG: 140

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

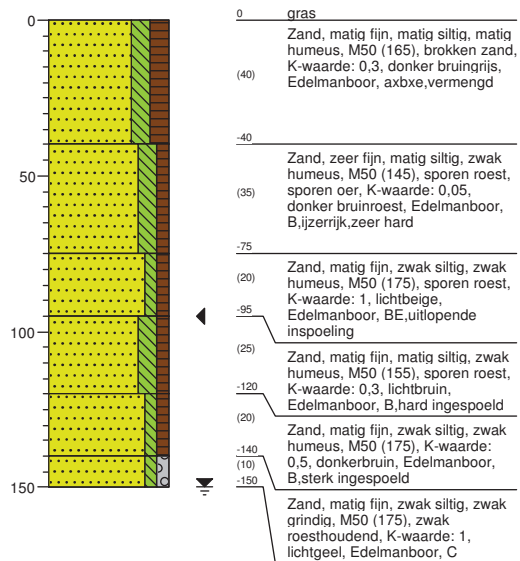


Boring: AB-02

X: 256104,00
Y: 464211,00

GWS: 150
GHG: 95

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

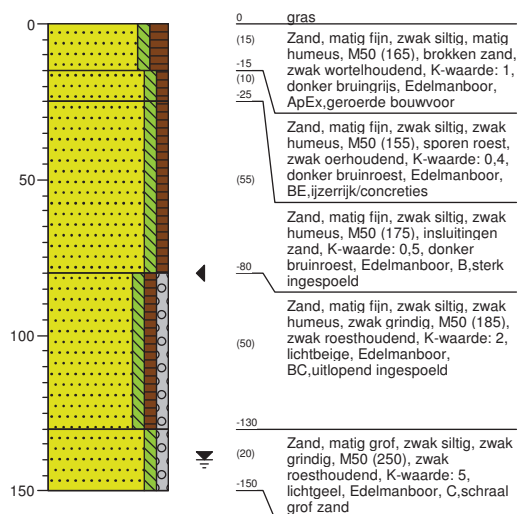


Boring: AB-03

X: 256112,00
Y: 464079,00

GWS: 140
GHG: 80

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

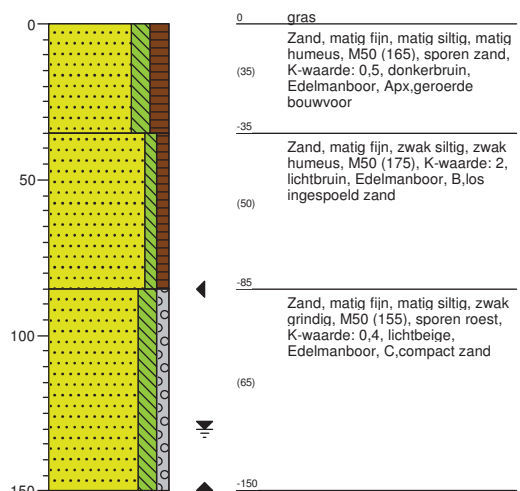


Boring: AB-04

X: 255972,00
Y: 463978,00

GWS: 130
GHG: 85
GLG: 150

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

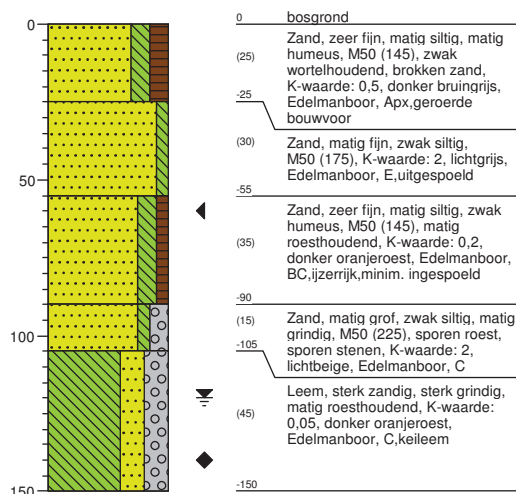


Boring: AB-05

X: 255974,00
Y: 463827,00

GWS: 120
GHG: 60
GLG: 140

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

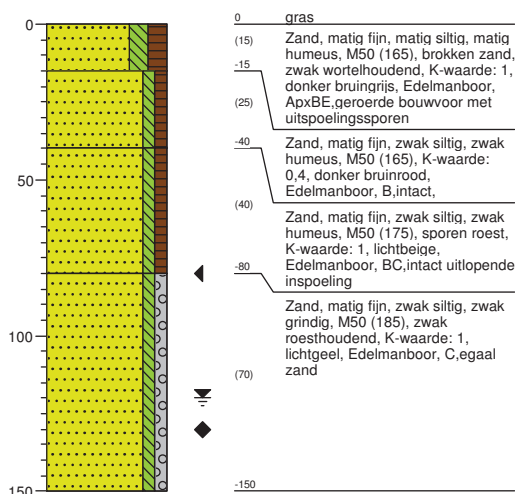


Boring: AB-06

X: 256517,00
Y: 463733,00

GWS: 120
GHG: 80
GLG: 130

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

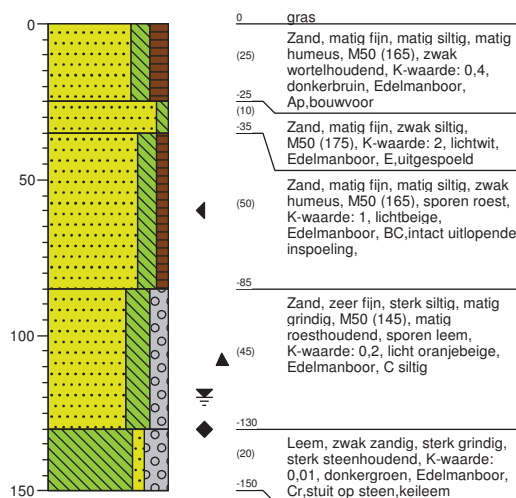


Boring: AB-07

X: 256412,00
Y: 463872,00

GWS: 120
GHG: 60
GLG: 130

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

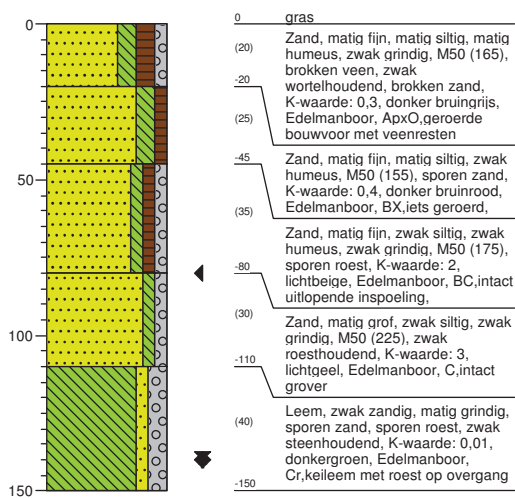


Boring: AB-08

X: 256545,00
Y: 463951,00

GWS: 140
GHG: 80
GLG: 140

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

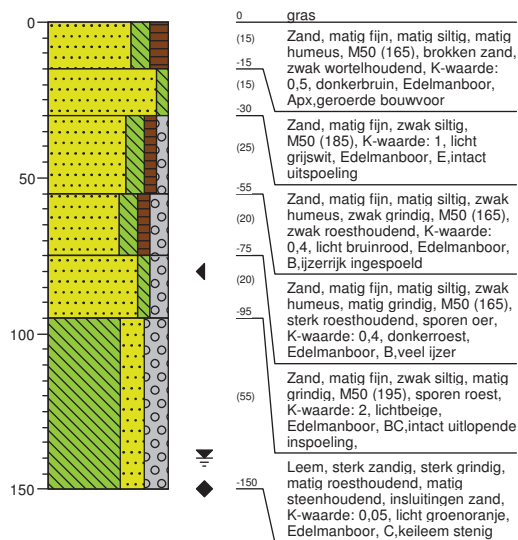


Boring: AB-09

X: 256544,00
Y: 464125,00

GWS: 140
GHG: 80
GLG: 150

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

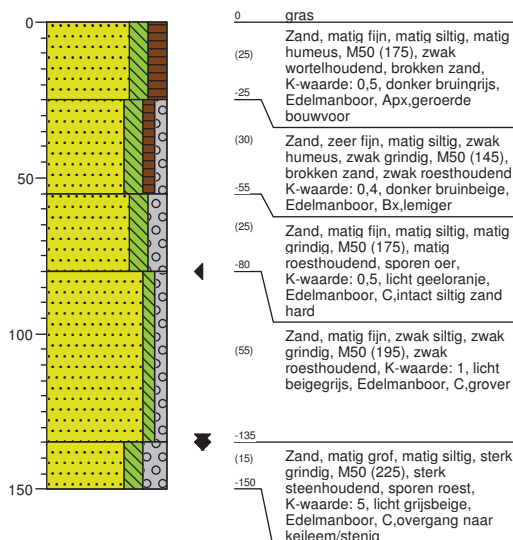


Boring: AB-10

X: 256696,00
Y: 464213,00

GWS: 135
GHG: 80
GLG: 135

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

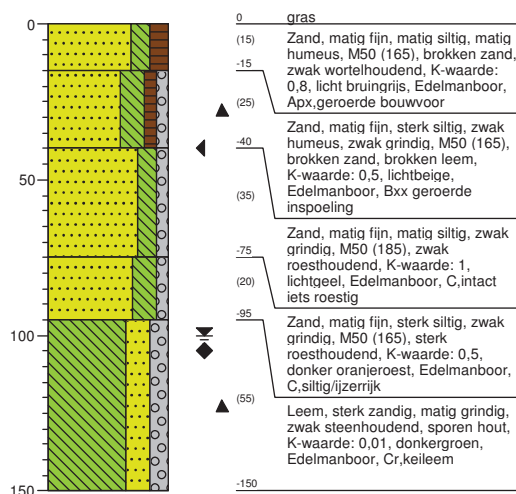


Boring: AB-11

X: 256786,00
Y: 464169,00

GWS: 100
GHG: 40
GLG: 105

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

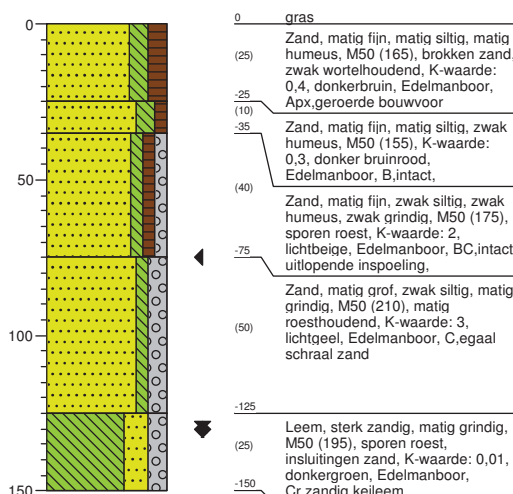


Boring: AB-12

X: 256763,00
Y: 463963,00

GWS: 130
GHG: 75
GLG: 130

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

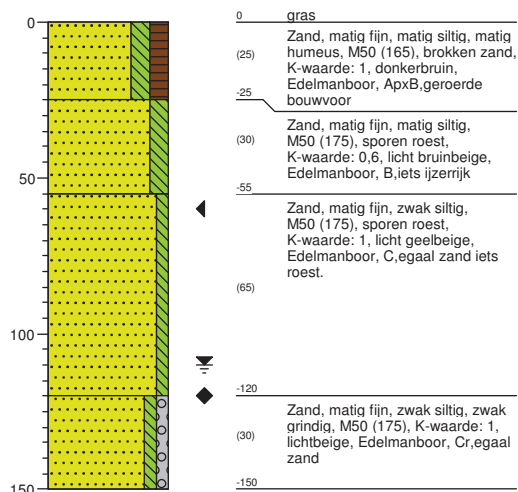


Boring: AB-13

X: 256893,00
Y: 464048,00

GWS: 110
GHG: 60
GLG: 120

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

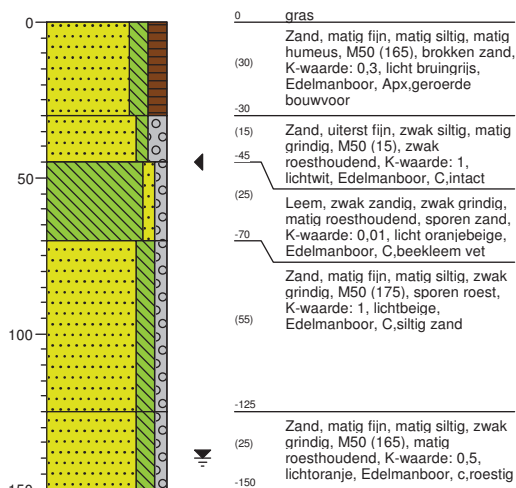


Boring: AB-14

X: 255953,00
Y: 463639,00

GWS: 140
GHG: 45

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

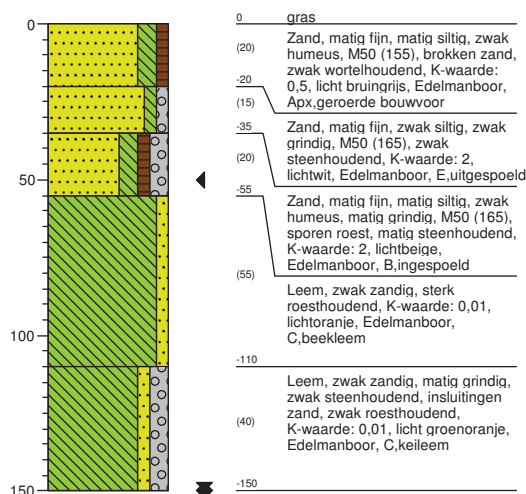


Boring: AB-15

X: 256105,00
Y: 463636,00

GWS: 150
GHG: 50
GLG: 150

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

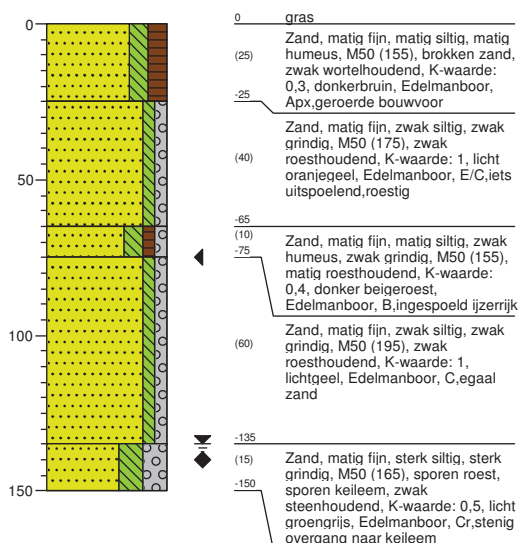


Boring: AB-16

X: 256272,00
Y: 463599,00

GWS: 135
GHG: 75
GLG: 140

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

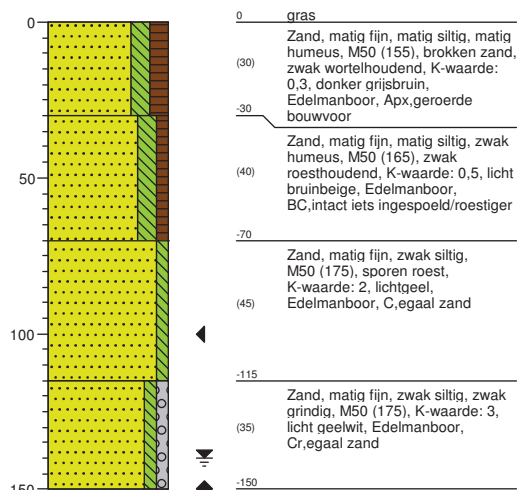


Boring: AB-17

X: 256223,00
Y: 463449,00

GWS: 140
GHG: 100
GLG: 150

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

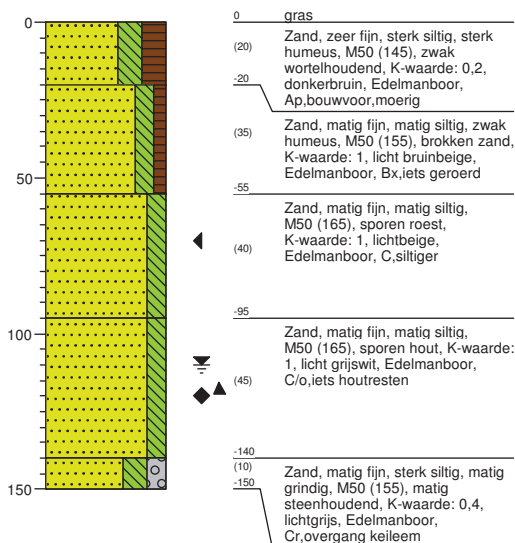


Boring: AB-18

X: 256182,00
Y: 463201,00

GWS: 110
GHG: 70
GLG: 120

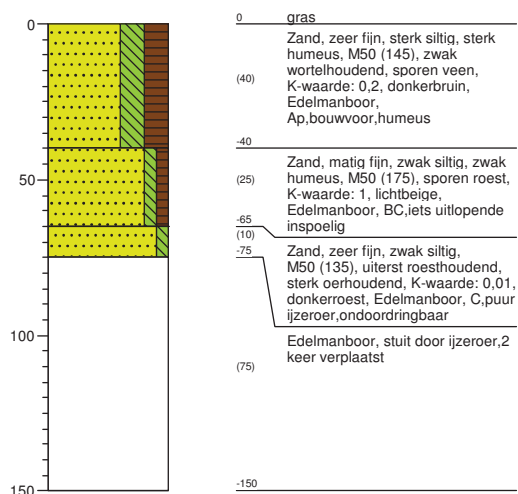
in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer



Boring: AB-19

X: 256237,00
Y: 463112,00

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

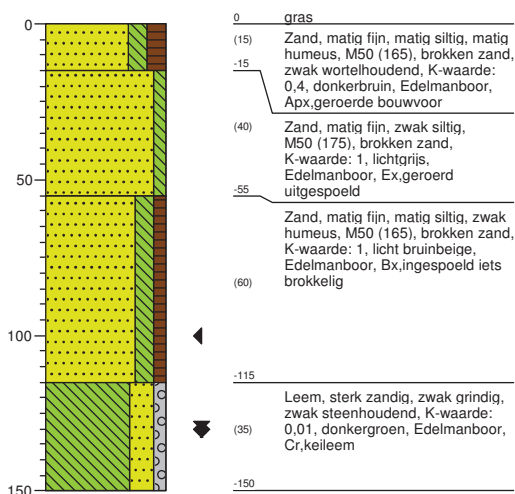


Boring: AB-20

X: 256251,00
Y: 462949,00

GWS: 130
GHG: 100
GLG: 130

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

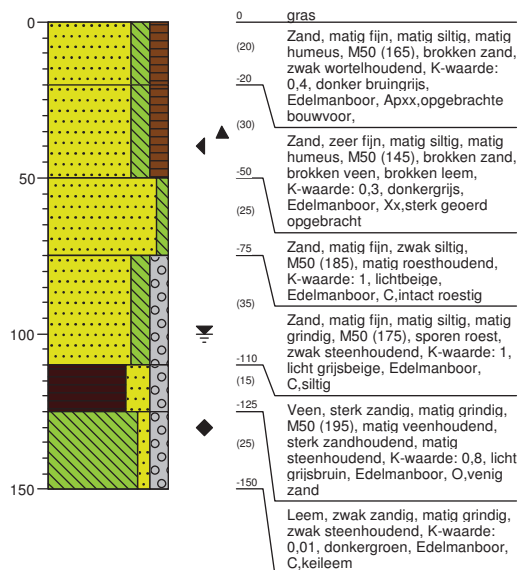


Boring: AB-21

X: 256288,00
Y: 462761,00

GWS: 100
GHG: 40
GLG: 130

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

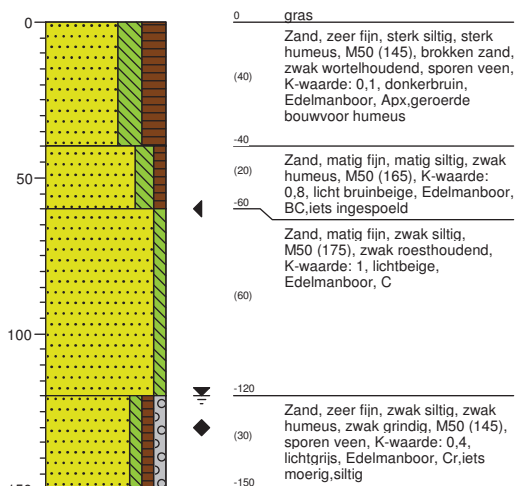


Boring: AB-22

X: 256541,00
Y: 462802,00

GWS: 120
GHG: 60
GLG: 130

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

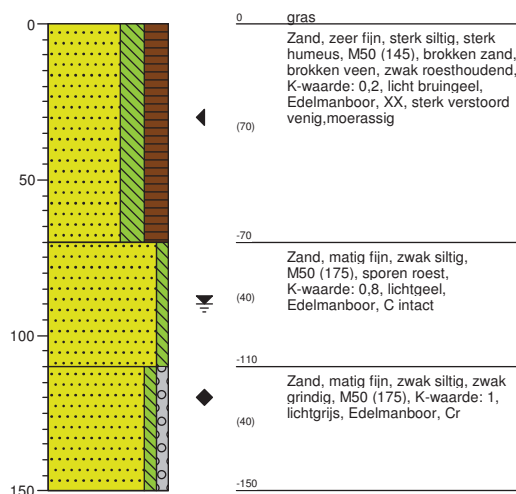


Boring: AB-23

X: 2566310,00
Y: 462567,00

GWS: 90
GHG: 30
GLG: 120

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

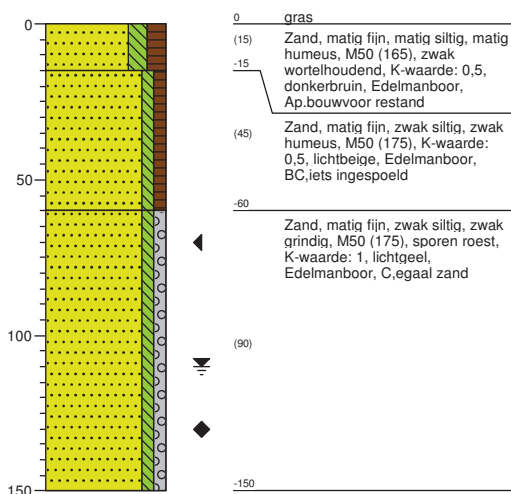


Boring: AB-24

X: 256517,00
Y: 462695,00

GWS: 110
GHG: 70
GLG: 130

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

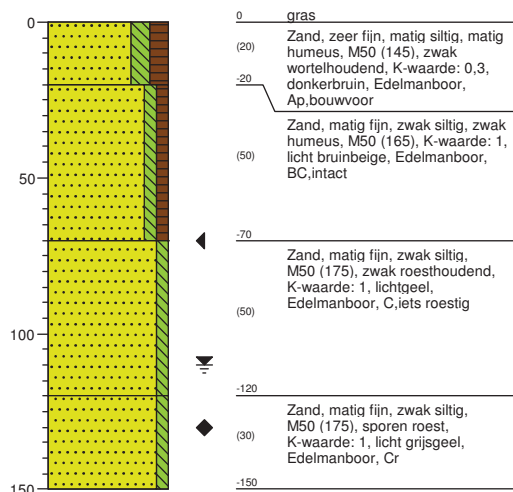


Boring: AB-25

X: 256655,00
Y: 462697,00

GWS: 110
GHG: 70
GLG: 130

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

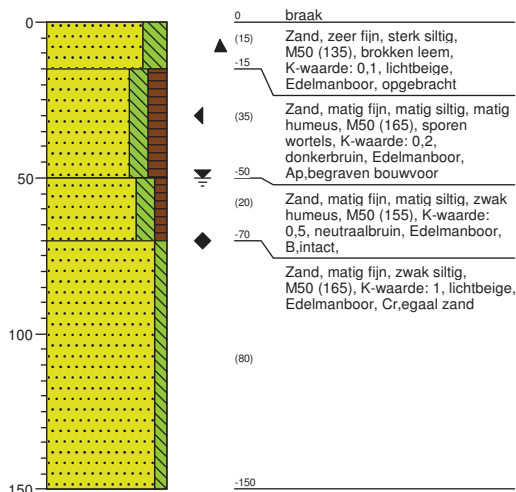


Boring: AB-26

X: 256940,00
Y: 462583,00

GWS: 50
GHG: 30
GLG: 70

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

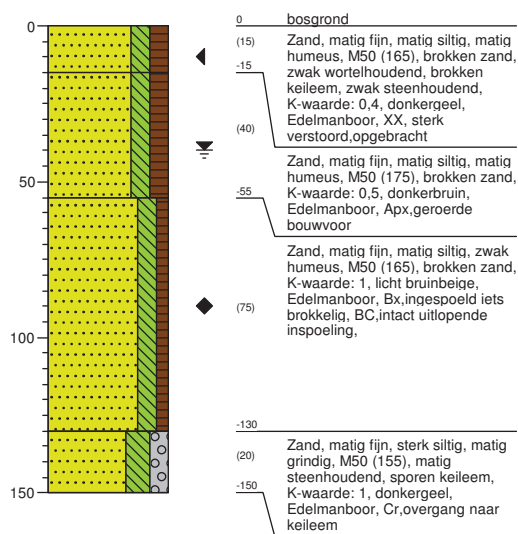


Boring: AB-27

X: 256912,00
Y: 462471,00

GWS: 40
GHG: 10
GLG: 90

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

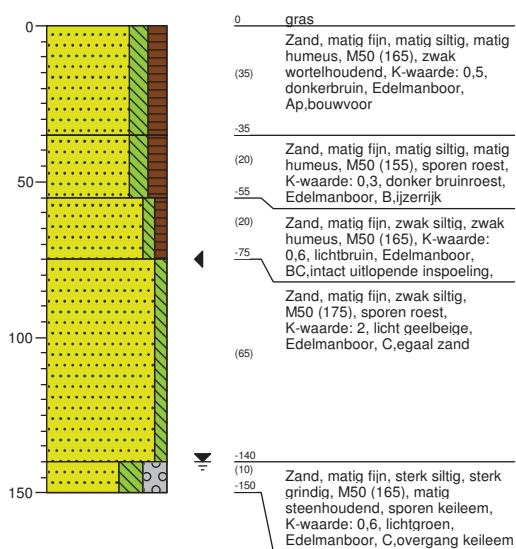


Boring: AB-28

X: 256449,00
Y: 462531,00

GWS: 140
GHG: 75

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

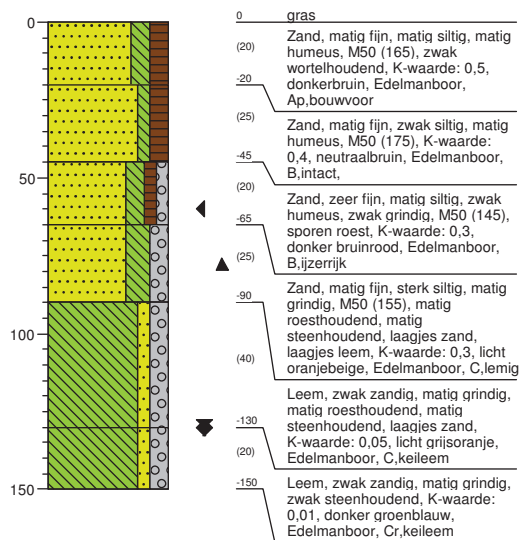


Boring: AB-29

X: 256246,00
Y: 462352,00

GWS: 130
GHG: 60
GLG: 130

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

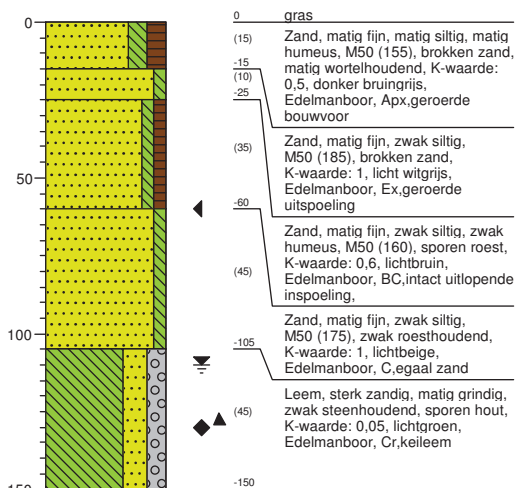


Boring: AB-30

X: 256603,00
Y: 462392,00

GWS: 110
GHG: 60
GLG: 130

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

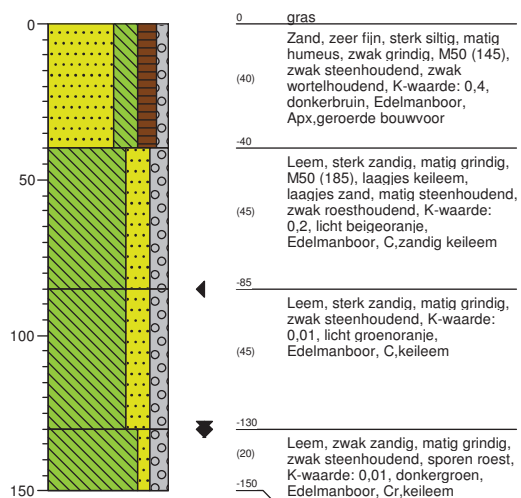


Boring: AB-31

X: 256450,00
Y: 462284,00

GWS: 130
GHG: 85
GLG: 130

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

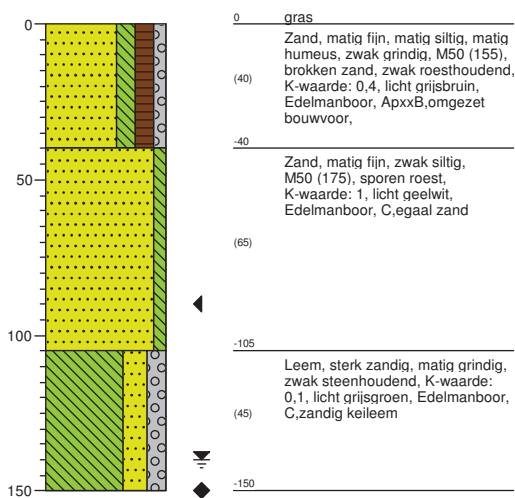


Boring: AB-32

X: 256577,00
Y: 462200,00

GWS: 140
GHG: 90
GLG: 150

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

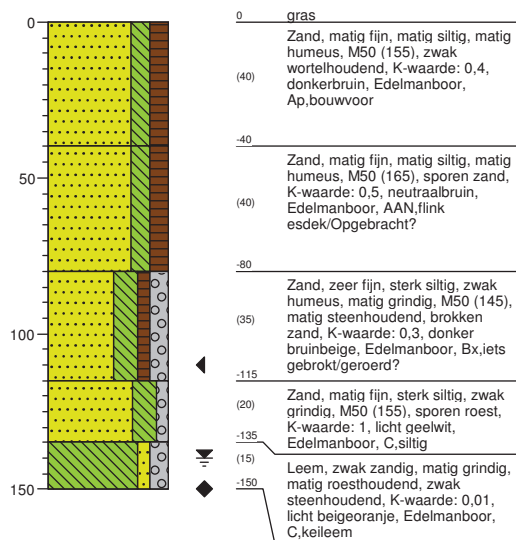


Boring: AB-33

X: 256369,00
Y: 462195,00

GWS: 140
GHG: 110
GLG: 150

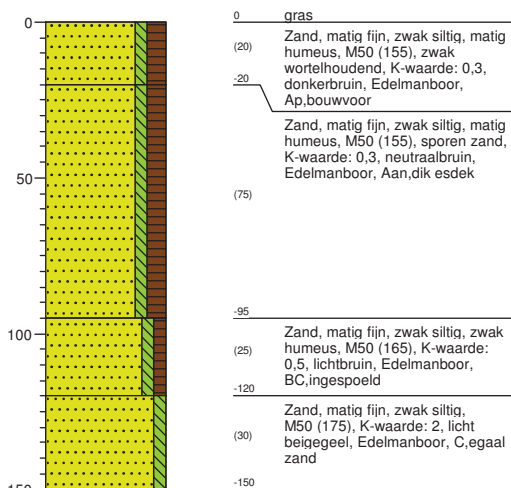
in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer



Boring: AB-34

X: 256430,00
Y: 462093,00

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

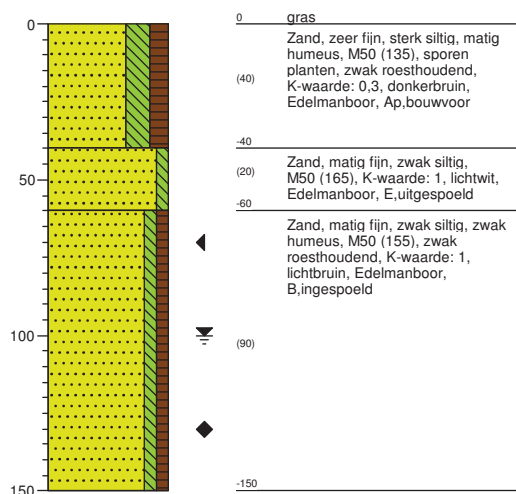


Boring: AB-35

X: 256147,00
Y: 462168,00

GWS: 100
GHG: 70
GLG: 130

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

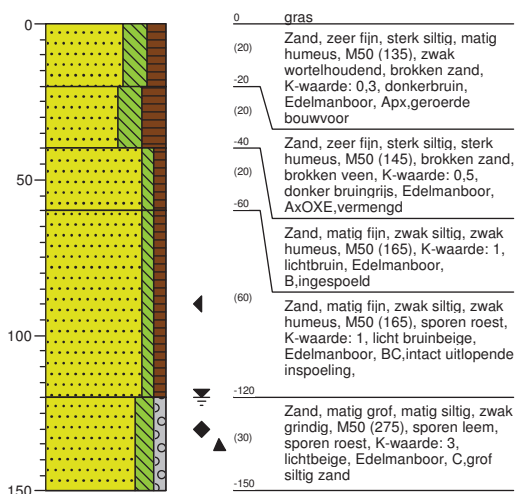


Boring: AB-36

X: 256015,00
Y: 462194,00

GWS: 120
GHG: 90
GLG: 130

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

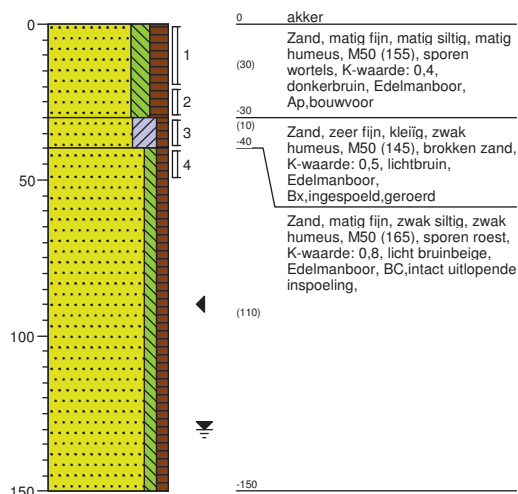


Boring: WV-01

X: 257193,00
Y: 463950,00

GWS: 130
GHG: 90

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

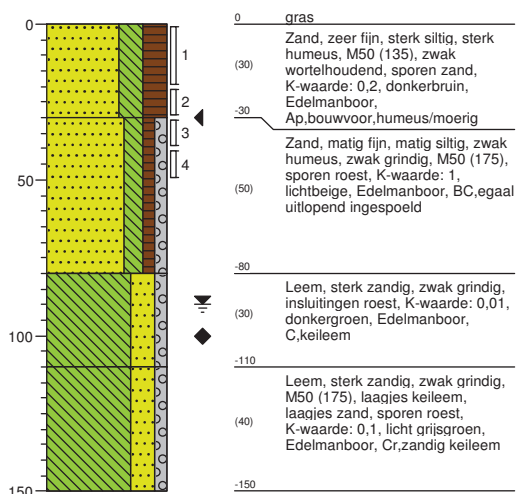


Boring: WV-04

X: 256834,00
Y: 463950,00

GWS: 90
GHG: 30
GLG: 100

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

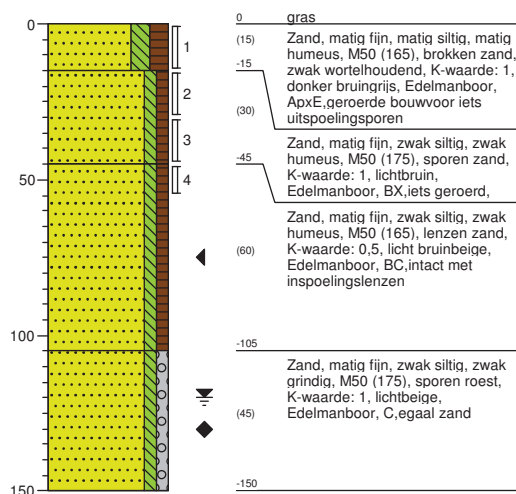


Boring: WV-05

X: 256955,00
Y: 464059,00

GWS: 120
GHG: 75
GLG: 130

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

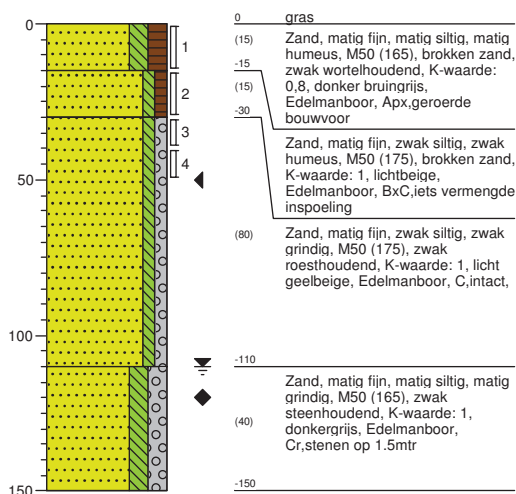


Boring: WV-06

X: 256843,00
Y: 464120,00

GWS: 110
GHG: 50
GLG: 120

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

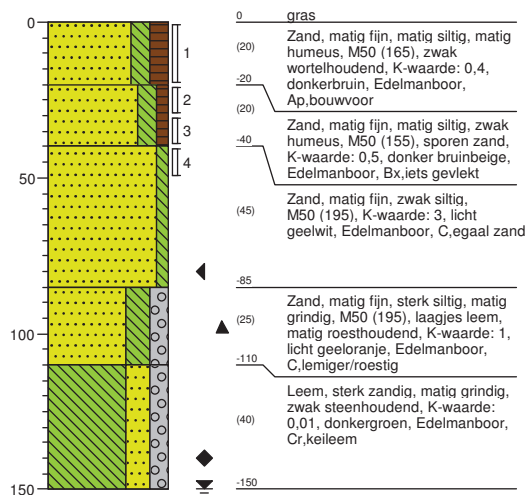


Boring: WV-07

X: 256600,00
Y: 464205,00

GWS: 150
GHG: 80
GLG: 140

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

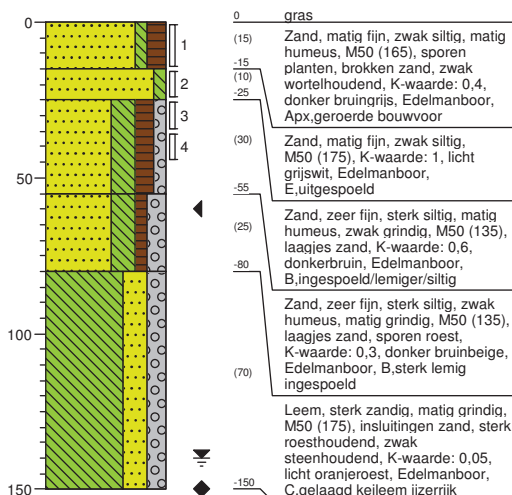


Boring: WV-08

X: 256634,00
Y: 464099,00

GWS: 140
GHG: 60
GLG: 150

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

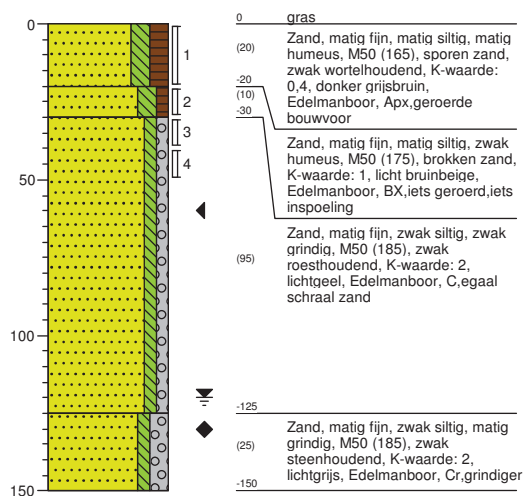


Boring: WV-09

X: 256576,00
Y: 463833,00

GWS: 120
GHG: 60
GLG: 130

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

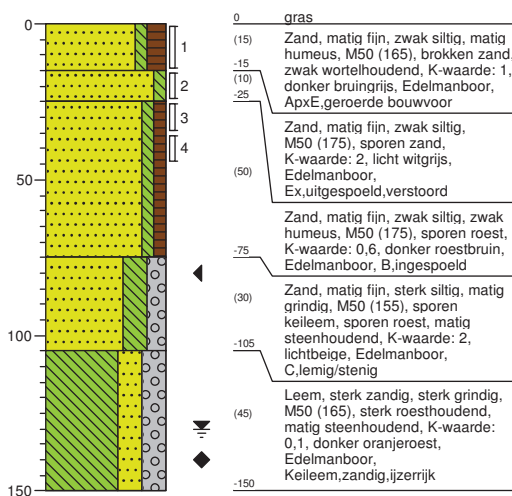


Boring: WV-10

X: 256365,00
Y: 463782,00

GWS: 130
GHG: 80
GLG: 140

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

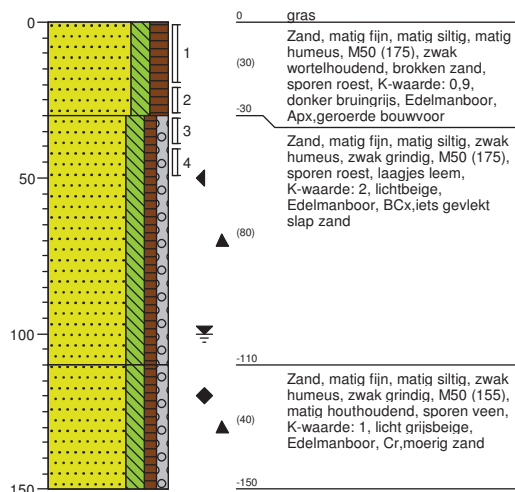


Boring: WV-11

X: 256254,00
Y: 464243,00

GWS: 100
GHG: 50
GLG: 120

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

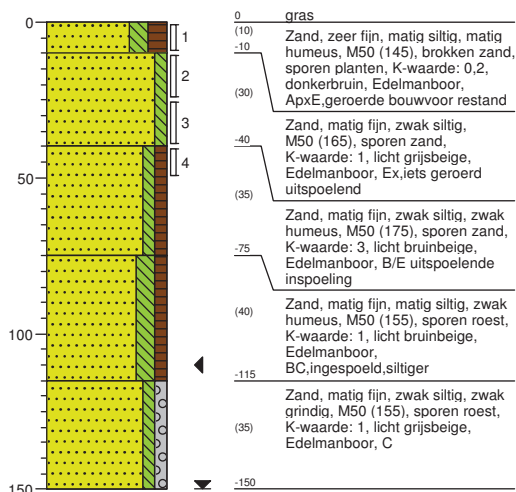


Boring: WV-12

X: 256208,00
Y: 464145,00

GWS: 150
GHG: 110

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

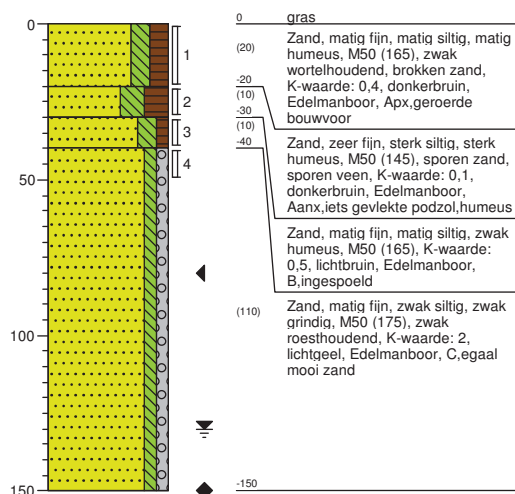


Boring: WV-13

X: 256051,00
Y: 464104,00

GWS: 130
GHG: 80
GLG: 150

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

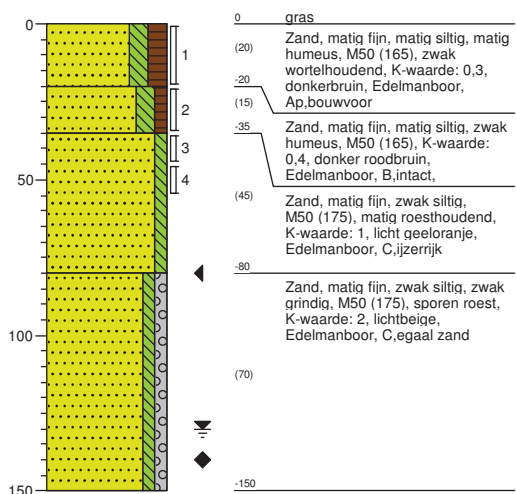


Boring: WV-14

X: 256051,00
Y: 463956,00

GWS: 130
GHG: 80
GLG: 140

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

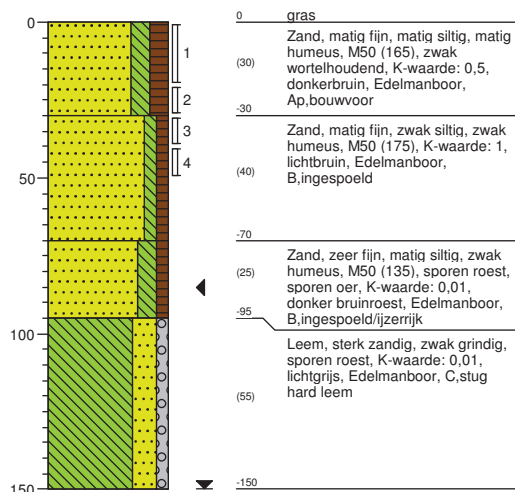


Boring: WV-15

X: 255898,00
Y: 463846,00

GWS: 150
GHG: 85

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

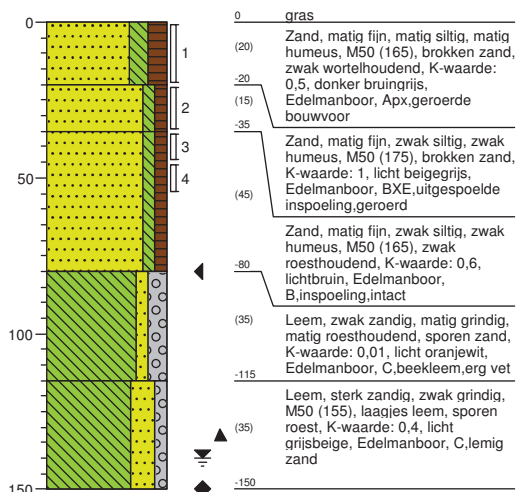


Boring: WV-16

X: 255885,00
Y: 463726,00

GWS: 140
GHG: 80
GLG: 150

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

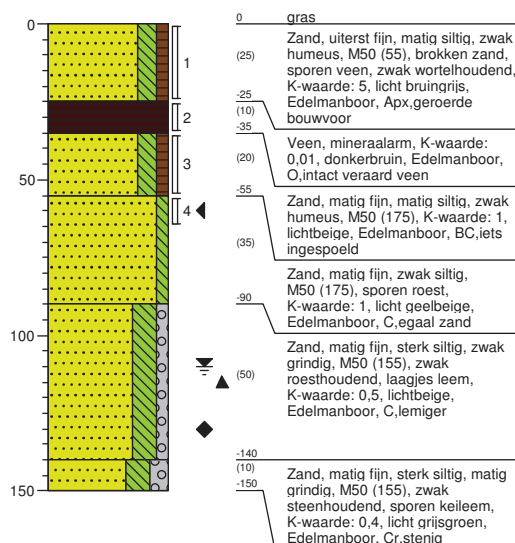


Boring: WV-17

X: 255876,00
Y: 463542,00

GWS: 110
GHG: 60
GLG: 130

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

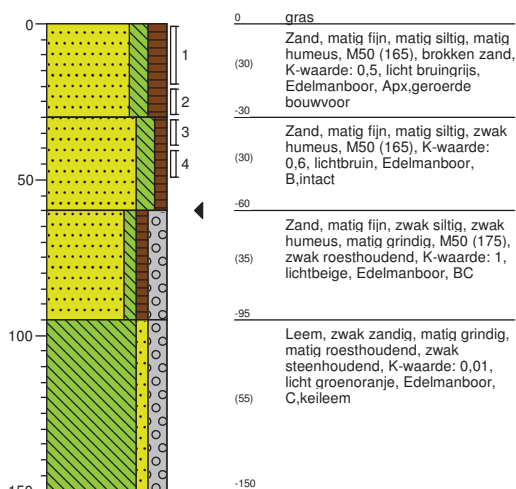


Boring: WV-18

X: 256038,00
Y: 463676,00

GHG: 60

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

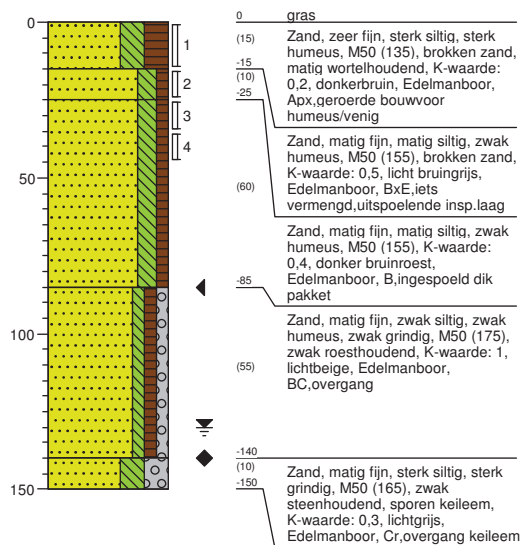


Boring: WV-19

X: 256202,00
Y: 463548,00

GWS: 130
GHG: 85
GLG: 140

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

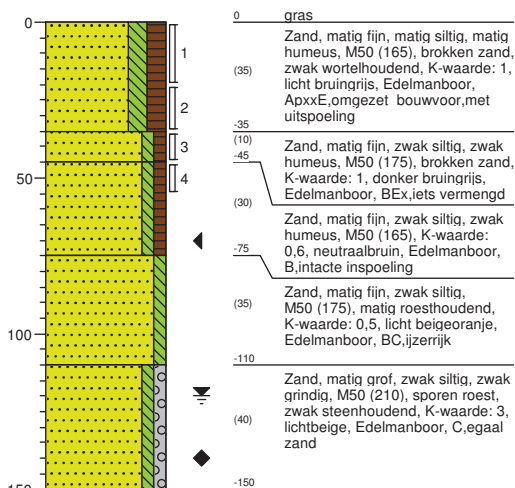


Boring: WV-20

X: 256343,00
Y: 463645,00

GWS: 120
GHG: 70
GLG: 140

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

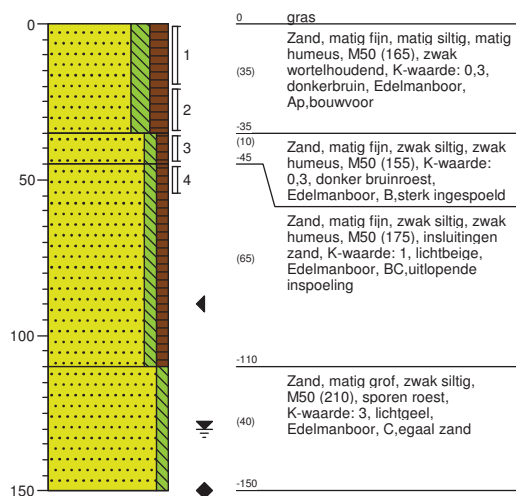


Boring: WV-21

X: 256177,23
Y: 463393,23

GWS: 130
GHG: 90
GLG: 150

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

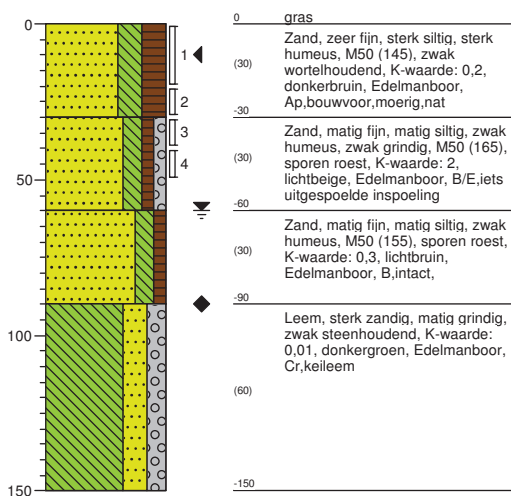


Boring: WV-22

X: 256185,00
Y: 463142,00

GWS: 60
GHG: 10
GLG: 90

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

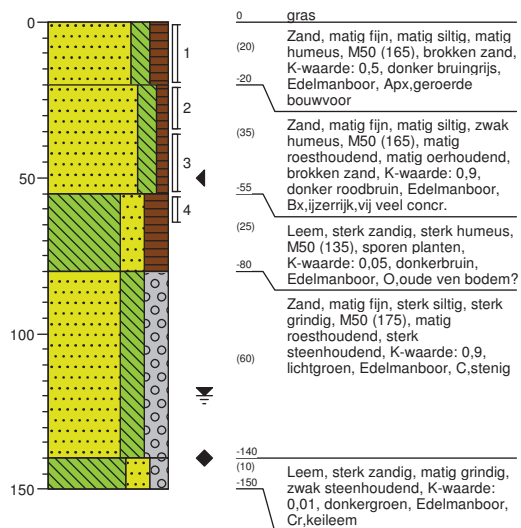


Boring: WV-23

X: 256255,00
Y: 463175,00

GWS: 120
GHG: 50
GLG: 140

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

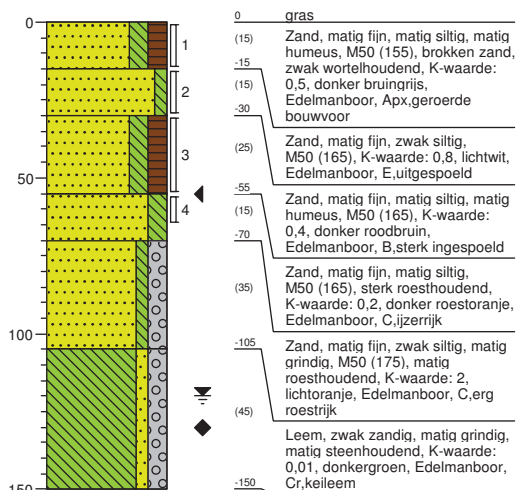


Boring: WV-24

X: 256261,00
Y: 463061,00

GWS: 120
GHG: 55
GLG: 130

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

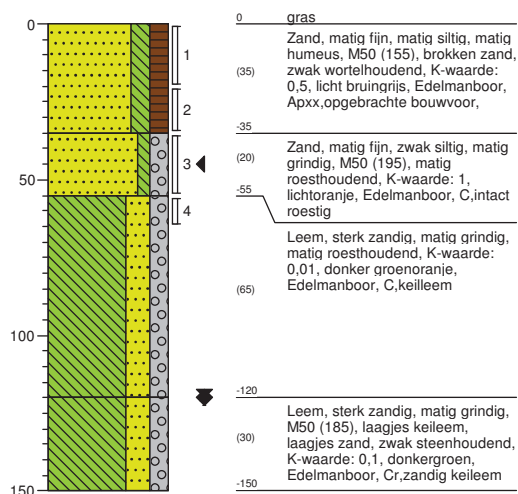


Boring: WV-25

X: 256171,00
Y: 462930,00

GWS: 120
GHG: 45
GLG: 120

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

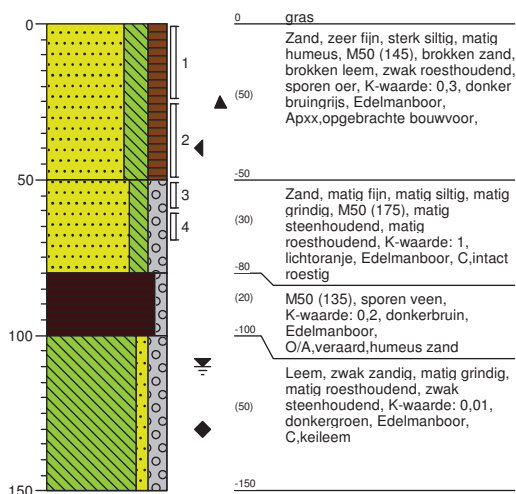


Boring: WV-26

X: 256383,00
Y: 462806,00

GWS: 110
GHG: 40
GLG: 130

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

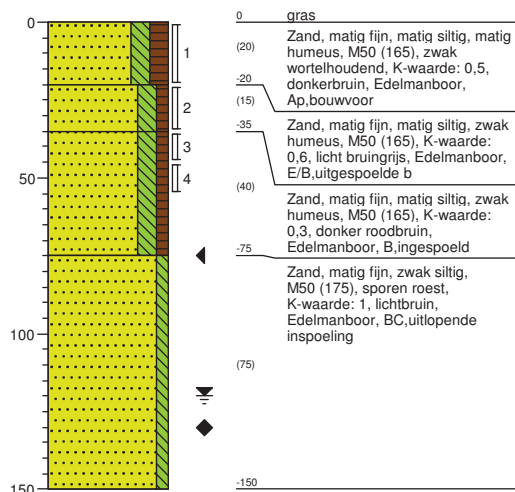


Boring: WV-27

X: 256612,00
Y: 462759,00

GWS: 120
GHG: 75
GLG: 130

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

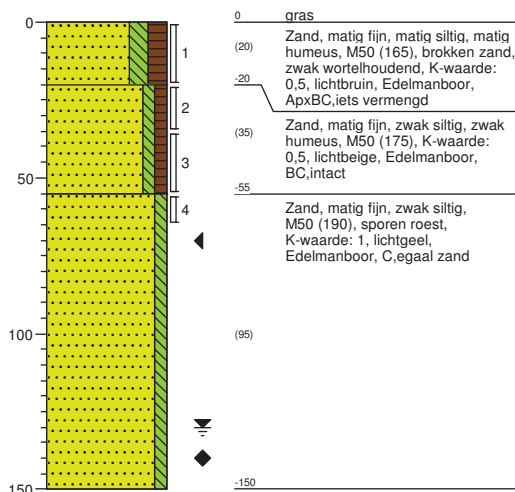


Boring: WV-28

X: 256600,00
Y: 462646,00

GWS: 130
GHG: 70
GLG: 140

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

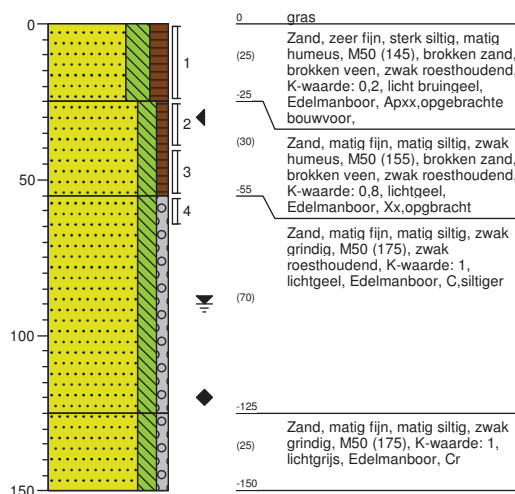


Boring: WV-29

X: 256480,00
Y: 462617,00

GWS: 90
GHG: 30
GLG: 120

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

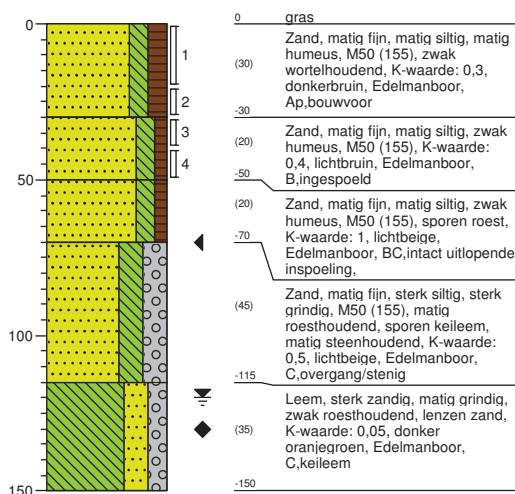


Boring: WV-30

X: 256507,00
Y: 462473,00

GWS: 120
GHG: 70
GLG: 130

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

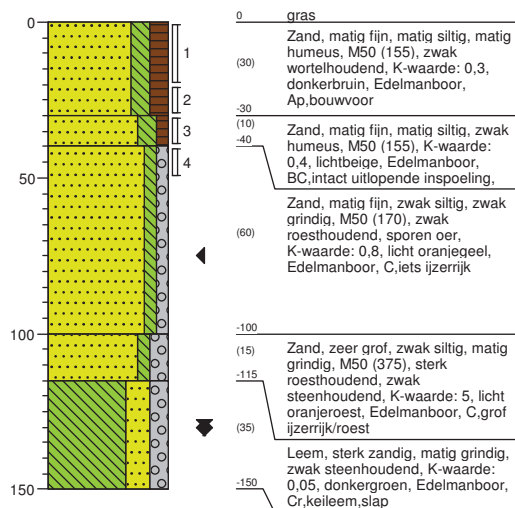


Boring: WV-31

X: 256656,00
Y: 462538,00

GWS: 130
GHG: 75
GLG: 130

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

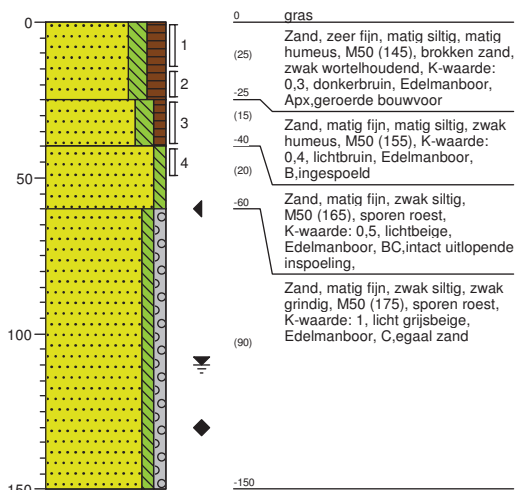


Boring: WV-32

X: 256749,00
Y: 462516,00

GWS: 110
GHG: 60
GLG: 130

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

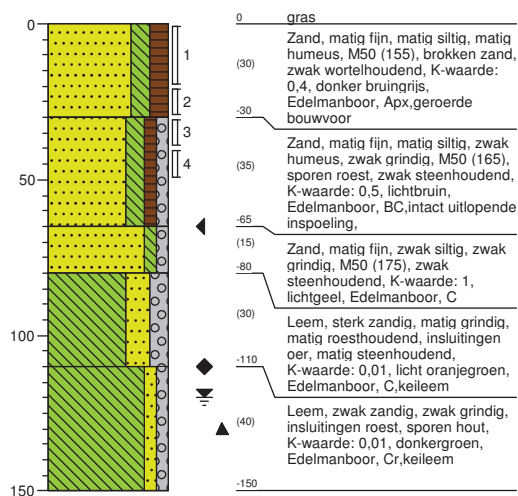


Boring: WV-33

X: 256658,00
Y: 462292,00

GWS: 120
GHG: 65
GLG: 110

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

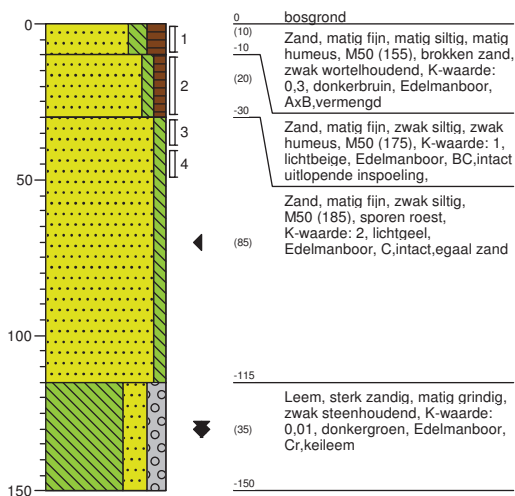


Boring: WV-34

X: 256648,00
Y: 462216,00

GWS: 130
GHG: 70
GLG: 130

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

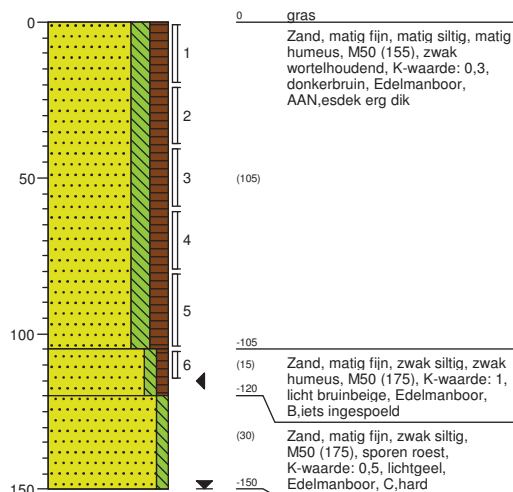


Boring: WV-35

X: 256075,00
Y: 462234,00

GWS: 150
GHG: 115

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

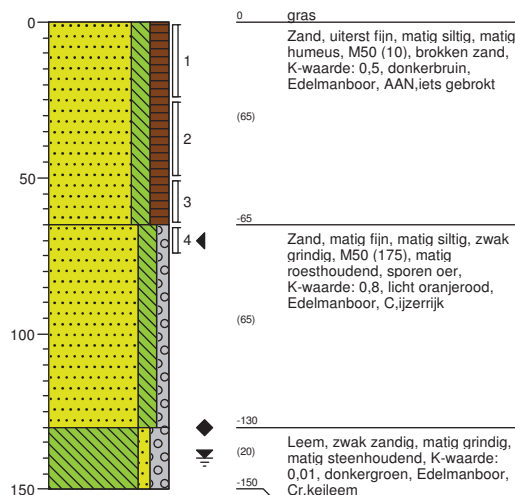


Boring: WV-36

X: 256234,00
Y: 462207,00

GWS: 140
GHG: 70
GLG: 130

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

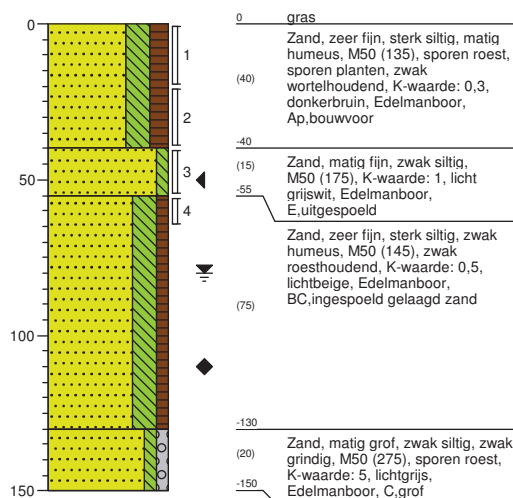


Boring: WV-37

X: 256061,00
Y: 462141,00

GWS: 80
GHG: 50
GLG: 110

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

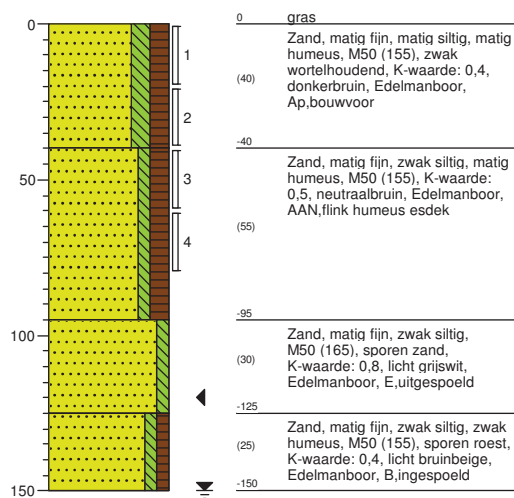


Boring: WV-38

X: 256370,00
Y: 462133,00

GWS: 150
GHG: 120

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

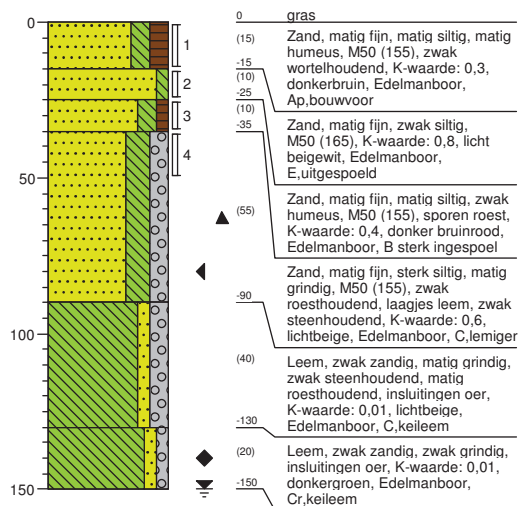


Boring: WV-39

X: 256365,00
Y: 462325,00

GWS: 150
GHG: 80
GLG: 140

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

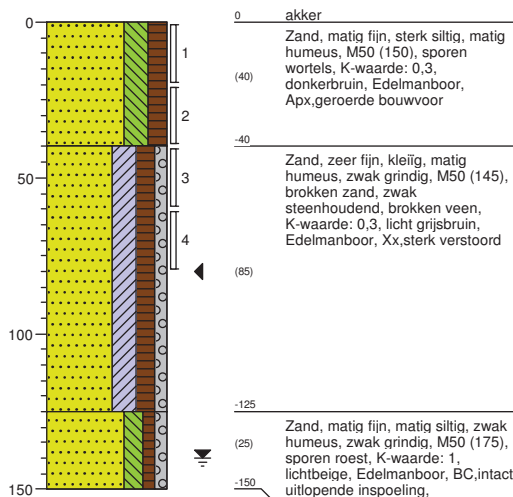


Boring: WV-40

X: 257217,00
Y: 464088,00

GWS: 140
GHG: 80

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

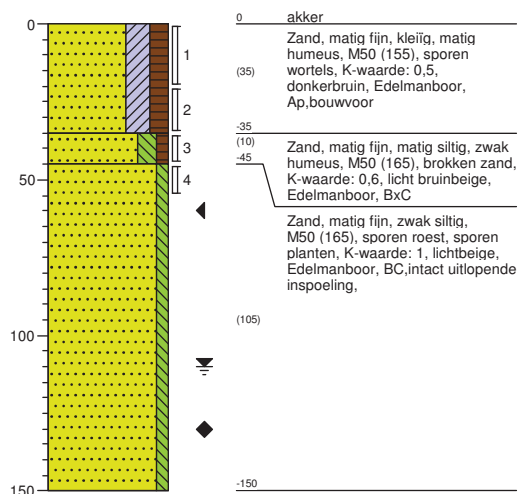


Boring: WV-41

X: 257104,00
Y: 463957,00

GWS: 110
GHG: 60
GLG: 130

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

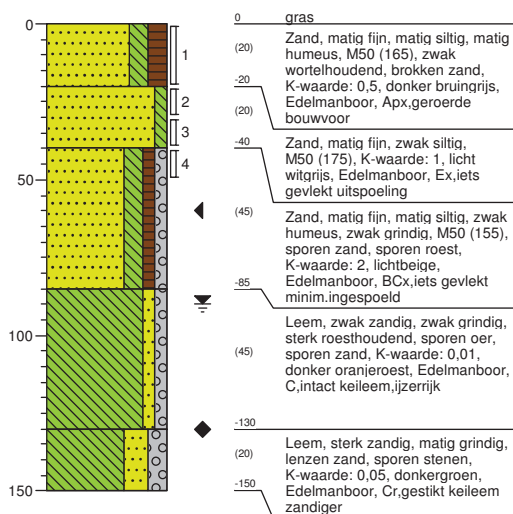


Boring: WV-42

X: 256471,00
Y: 463984,00

GWS: 90
GHG: 60
GLG: 130

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

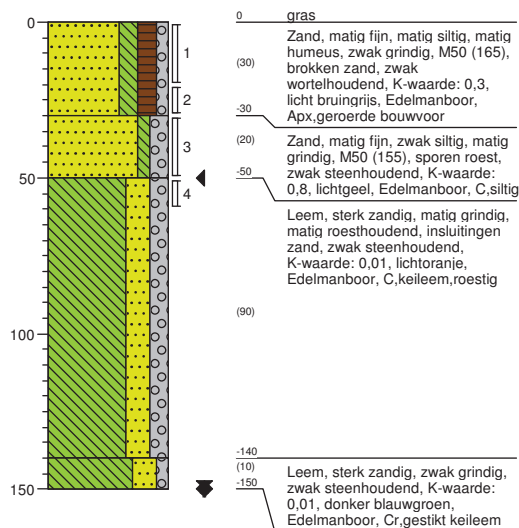


Boring: WV-43

X: 256024,00
Y: 463547,00

GWS: 150
GHG: 50
GLG: 150

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

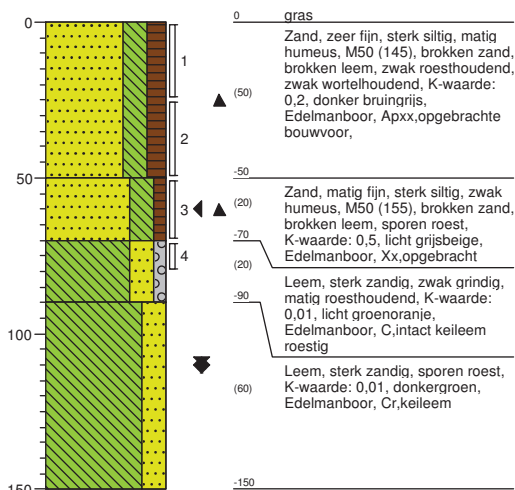


Boring: WV-44

X: 256225,00
Y: 463664,00

GWS: 110
GHG: 60
GLG: 110

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

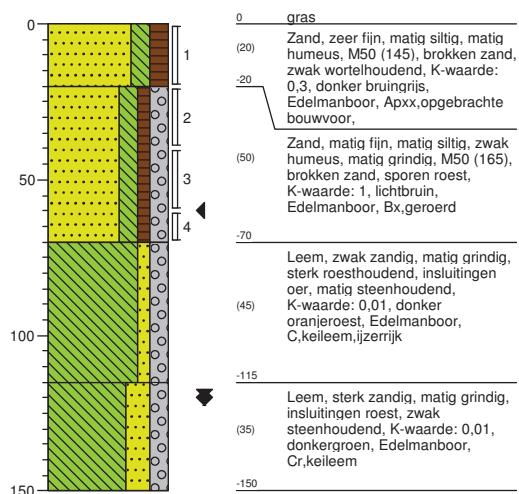


Boring: WV-45

X: 256214,00
Y: 463009,00

GWS: 120
GHG: 60
GLG: 120

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

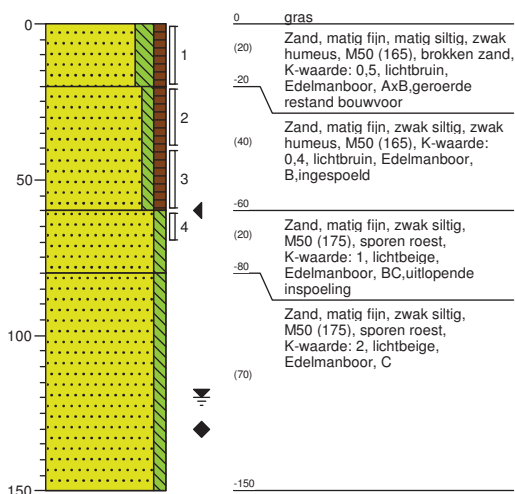


Boring: WV-46

X: 256399,00
Y: 462687,00

GWS: 120
GHG: 60
GLG: 130

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

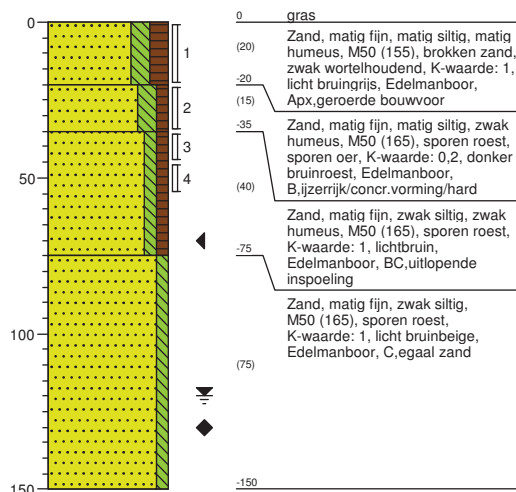


Boring: WV-47

X: 256331,00
Y: 462489,00

GWS: 120
GHG: 70
GLG: 130

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

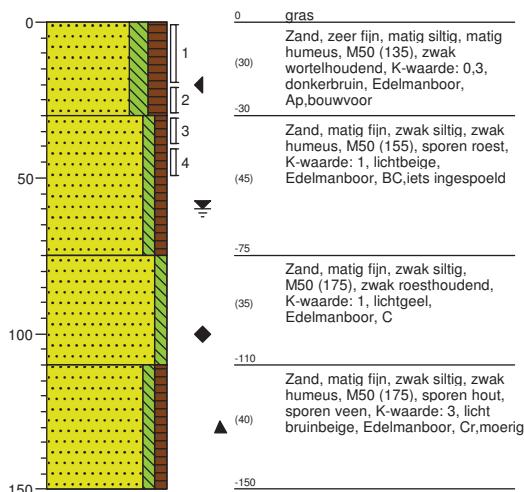


Boring: WV-48

X: 256815,00
Y: 462350,00

GWS: 60
GHG: 20
GLG: 100

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

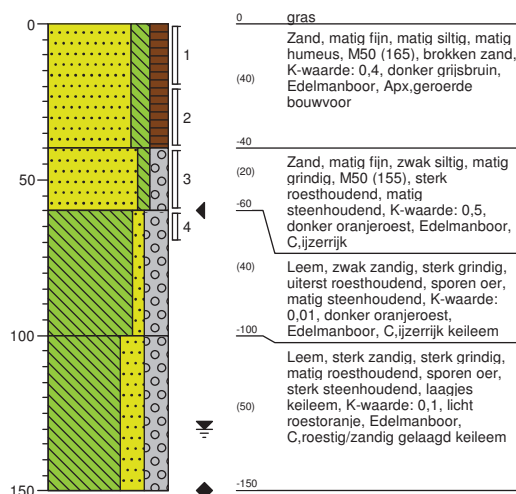


Boring: WV-49

X: 256479,00
Y: 462202,00

GWS: 130
GHG: 60
GLG: 150

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

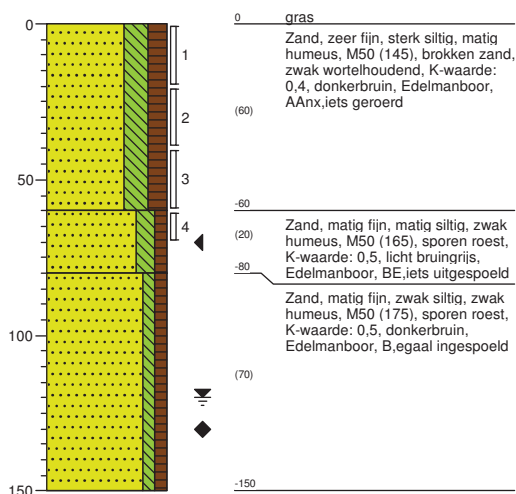


Boring: WV-50

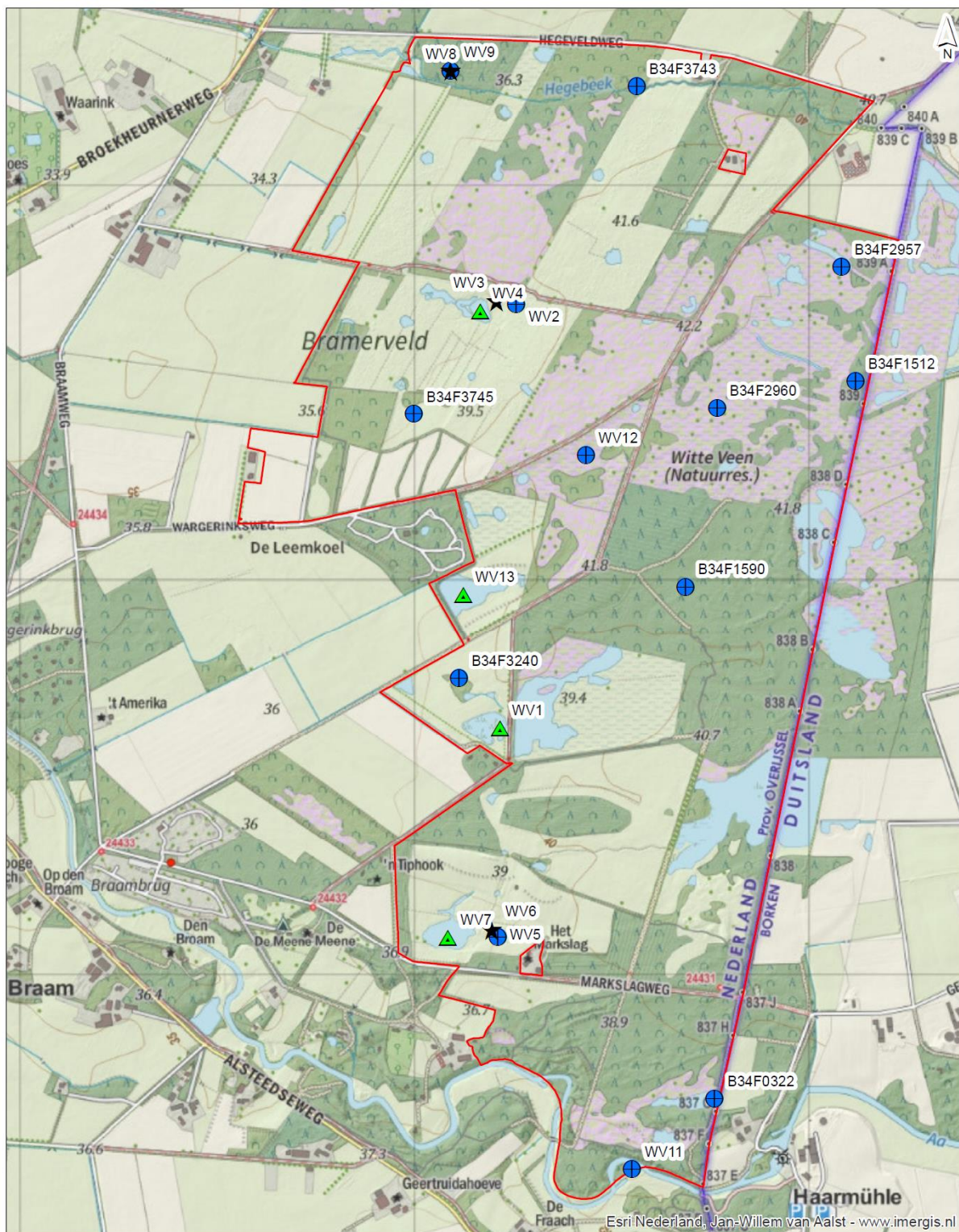
X: 256207,00
Y: 462105,00

GWS: 120
GHG: 70
GLG: 130

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer



Bijlage 5 Ontwerp meetnet PAS-procesindicatoren



ontwerp_pas_witteveen_150218

★ bodemchemie; bodemvocht

▲ kwaliteit oppervlaktewater

● peilbuis

□ N2000 grens



Nadere uitwerking Hegebeek

**Waterhuishoudkundige maatregelen in en rond
de Hegebeek (M2)**

projectnummer 0456450.105
definitief
15 mei 2020

Nadere uitwerking Hegebeek

Waterhuishoudkundige maatregelen in en rond de Hegebeek (M2)

projectnummer 0456450.105

definitief revisie 5.0
15 mei 2020

Auteurs

Jacko Nijland
Fons Eysink
Gijs te Velthuis

Opdrachtgever

Provincie Overijssel
Postbus 10078
8000 GB Zwolle

datum vrijgave
15-05-2020

beschrijving revisie 5.0
definitief

goedkeuring
Jacko Nijland



vrijgave
L. Bijvoet



Inhoudsopgave

Blz.

1	Inleiding	1
1.1	Achtergrond	1
1.2	Aanleiding	2
1.3	Doel	2
1.4	Leeswijzer	2
2	Analyse van het systeem	4
2.1	Gebiedsbeschrijving	4
2.2	Ontstaansgeschiedenis	4
2.3	Bodemkundige situatie	7
2.4	Geohydrologische situatie	7
3	Instandhoudingsopgave	9
3.1	Voorkomen van habitattypen & vegetatietypen	9
3.2	Ecologische randvoorwaarden	10
3.2.1	Beekbegeleidende bossen, algemeen	10
3.2.2	Beekbegeleidende bossen, gebiedsspecifiek	12
3.2.3	Vochtige heiden, algemeen	13
3.2.4	Vochtige heiden, gebiedsspecifiek	14
4	Knelpuntanalyse	15
4.1	Afvoer karakteristiek	15
4.2	Situatie in het Duitse achterland	17
4.3	Stromingscondities Hegebeek	18
4.4	Regionale wateroverlastnormen	18
5	Maatregelen en effectbepaling	20
5.1	Maatregelen	20
5.1.1	Verhoging beekbodem	20
5.1.2	Enclave Jannink	20
5.2	Waterhuishoudkundige veranderingen	22
5.2.1	Waterstanden Hegebeek	23
5.2.2	Inundatie	24
5.2.3	Stroomsnelheden	24
5.3	Effecten op het grondwater	25
5.3.1	Effecten verondieping Hegebeek	25
5.3.2	Effecten enclave Jannink	29
6	Effecten op natuurdoelen, landbouw, bebouwing en infrastructuur	30
6.1	Natuurdoelen	30
6.1.1	Behalen gestelde doelen	30

6.1.2	Kansen voor uitbreiding van het habitatype Vochtige alluviale bossen	35
6.1.3	Toetsing wateroverlastnormen	35
6.2	Landbouw	36
6.3	Bebouwing	40
6.4	Infrastructuur	41
6.4.1	Witteveenweg	41
7	Realisatie	43
8	Bronnenlijst	45

Bijlage 1 Modelling MicroFEM

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

In de gemeente Haaksbergen liggen de Natura2000 gebieden Witte Veen en Buurserzand & Haaksbergerveen. Deze gebieden zijn voor diverse habitattypen en habitatrichtlijnsoorten als Natura 2000-gebied aangewezen. Voor deze typen en soorten zijn instandhoudingsdoelen geformuleerd. Voor een nadere uitwerking van voorgenomen maatregelen wordt verwezen naar de desbetreffende beheerplannen en gebiedsanalyses. Voor het behalen van de natuurdoelen in beide gebieden is verdroging voor de meeste habitattypen als het belangrijkste knelpunt gekenschetst.

Door de in de beheerplannen voorgestelde herstel- en beheermaatregelen wordt het systeem natuurlijker en robuuster en minder kwetsbaar voor een (te) hoge stikstofdepositie. Deze aanpak is, samen met andere stikstofemissie reducerende maatregelen, van belang in verband met vergunningverlening voor nieuwe ontwikkelingen met nieuwe emissie en depositie van stikstof.

Teneinde de Natura 2000 gebieden te vernatten zijn in de gebiedsanalyse zowel interne als externe maatregelen (in aangrenzende uitwerkingsgebieden) van de Natura 2000-gebieden opgenomen. Dit document gaat in op de externe maatregel M2 van het Natura 2000-gebied Witte Veen (Gebiedsanalyse, 2017, [1]): Verondiepen van de Hegebeek (M2a) en (verwerven¹) en inrichting percelen (M2B) (Figuur 1-1). De maatregel M2 Verondiepen van de Hegebeek en inrichten percelen is ingedeeld in de 1e periode 2015-2021. Het gedeelte bovenstreams van de te verondiepen Hegebeek ligt in Duitsland, waar de piekafvoer vandaan komt. Hier is een waterberging gerealiseerd die ervoor moet zorgen dat in de toekomst de piekafvoeren worden afgevlakt.



Figuur 1-1: Locaties M2 Verondiepen van de Hegebeek (M2a) en (verwerven) en inrichting percelen (M2B), bron: Gebiedsanalyse, 2017)

¹ Volgens een interventieladder waarbij zelfrealisatie mogelijk is. Verwerven is geen doel, wel het uitvoeren van de maatregelen

1.2 Aanleiding

De Hegebeek is door hoge stroomsnelheden uitgesleten, waardoor het drainerende effect is toegenomen. Hierdoor zijn ook de omstandigheden voor de natuurdoelen in de directe omgeving van de beek verslechterd. De ingesleten beekbodem met een lager beekpeil heeft namelijk in de directe omgeving van de beek tot verdroging geleid. Het voornemen is dan ook om de beekbodem op te hogen. Hierbij is het de wens om gebruik te maken van het principe van 'building with nature', waarbij zo veel mogelijk gebruik wordt gemaakt van natuurlijke processen waarmee de beoogde beekbodemverhoging en beekpeilverhoging kan worden gerealiseerd. Hierbij kan gedacht worden aan het gebruik van dood hout dat een drempel kan gaan vormen waardoor middels zandsuppletie op een seminatuurlijke wijze de beekbodem kan worden verhoogd. Bij de afweging voor het gebruik van 'building with nature' is de realisatietijd van belang.

Het gevolg van het verhogen van de beekbodem is dat ook het beekpeil wordt verhoogd. Hierdoor zullen de omstandigheden in de omgeving van de beek natter worden (onder andere grondwaterstanden). Deze vernatting heeft een positieve uitwerking op de natuurdoelen maar kan ook consequenties hebben voor landbouw, infrastructuur en bebouwing. Het verhogen van het beekpeil resulteert ook in extra inundaties. Deze inundaties kunnen worden verkleind indien het overtollige neerslagwater gedurende afvoerpieken tijdelijk kan worden geborgen. Daarom is er in het bovenstrooms gelegen Duitse gebied een retentiegebied beschikbaar waarin volgens de Duitse partners ca. 23.000 m³ water kan worden geborgen. Het tijdelijk bergen van water is van belang om de hoge stroomsnelheden tijdens piekafvoeren af te vlakken waardoor de eroderende werking afneemt en de verondiepte beek in stand kan worden gehouden.

1.3 Doel

Dit document is de nadere uitwerking die is gedaan in het kader van de maatregel om de Hegebeek te verondiepen (M2). Deze uitwerking omvat de maatregelen en de te verwachten ecologische effecten alsmede de te verwachten effecten op de omgeving. Hiermee is het de inhoudelijke integrale onderbouwing van de hydrologische gebiedsmaatregelen (M2).

Hierbij zijn drie doelstellingen gesteld:

1. het behalen van de doelstelling zoals vastgelegd in de gebiedsanalyse;
2. het behalen van de doelen die vanuit de kaderrichtlijn water (KRW) zijn gesteld op de Hegebeek; en
3. het inzichtelijk maken van risico's op eventuele schade in de omgeving, zodat ter compensatie mitigerende maatregelen kunnen worden voorgesteld teneinde het optreden van schade zoveel mogelijk te voorkomen dan wel te compenseren.

1.4 Leeswijzer

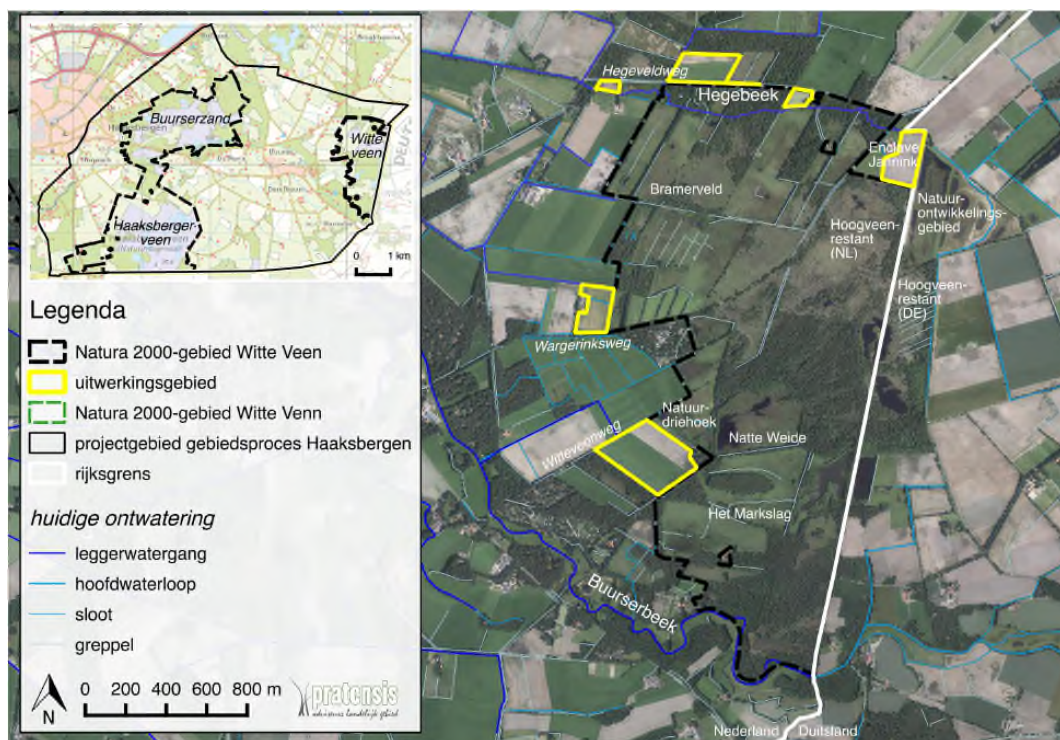
In dit rapport zijn de te verwachte effecten van het verondiepen van de Hegebeek nader uitgewerkt. Dit is gedaan op basis van de fysische abiotische omstandigheden in het gebied welke in de vorm van een analyse van het systeem zijn beschreven in hoofdstuk 2. In het gebied komen waardevolle Natura 2000 gebieden met bepaalde instandhoudingsdoelen voor. Deze instandhoudingsopgaven zijn beschreven in hoofdstuk 3. De huidige fysische omstandigheden kunnen zodanig zijn dat deze de instandhoudingsopgave in de weg staan. Hierdoor kunnen knelpunten voorkomen die beschreven zijn in hoofdstuk 4. Teneinde de omstandigheden voor de natuur te verbeteren kunnen waterhuishoudkundige maatregelen worden genomen. Deze maatregelen alsmede de te verwachte hydrologische effecten zijn beschreven in hoofdstuk 5.

Deze veranderingen hebben niet alleen effect op de natuur maar kunnen ook effect hebben op landbouw, bebouwing en infrastructuur, hetgeen beschreven staat in hoofdstuk 6. Tot slot is in hoofdstuk 7 de wijze waarop de beoogde maatregelen kunnen worden gerealiseerd beschreven.

2 Analyse van het systeem

2.1 Gebiedsbeschrijving

Het Witte Veen ligt in het Zuidoosten van Twente, zuidelijk van Enschede en tegen de Duitse grens aan. Het Natura 2000-gebied heeft een oppervlakte van 293 ha en bestaat behalve een hoogveenrestant ook uit natte heide, vennen, graslanden en loof- en naaldbossen. Natuurmonumenten is eigenaar en beheerder. De eerste grondverwerving heeft plaatsgevonden in 1981. Het Witte Veen vormt samen met het circa 42 ha grote Duitse Witte Venn een aaneensluitend, grensoverschrijdend natuurgebied. Van het Duitse deel is 23 ha aangewezen als Natura 2000-gebied (Figuur 2-1). Het gebied heeft een variëteit aan habitattypen en is volop in ontwikkeling. Veel voormalige landbouwgronden zijn afgegraven en er zijn dammen aangelegd om water vast te houden. De Hegebeek stroomt in het noorden van het Witte Veen (Figuur 2-1).



Figuur 2-1: Overzichtskaart met de ligging van het Natura2000 gebied Witte veen en de Hegebeek (naar: Inrichtingsplan Witte Veen, [2])

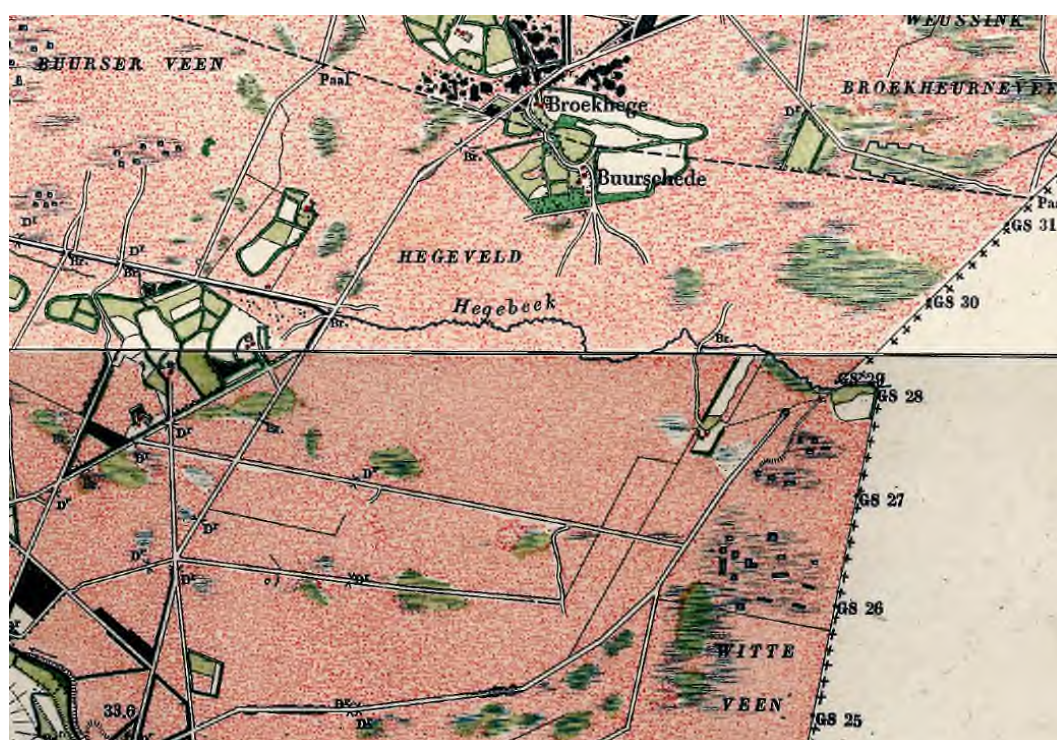
2.2 Ontstaansgeschiedenis

Na de laatste ijstijd is door eolische processen (= windafzetting) boven op de keileemlaag een zandlaag afgezet. Deze zandlaag heeft een beperkte dikte en daarmee een beperkte berging. Hierdoor was het gebied in hoge mate regenwaterafhankelijk waardoor er gedurende droge perioden al snel relatief droge omstandigheden zijn geweest (weinig tot geen grondwateraanvulling en grondwaterberging). Echter tijdens neerslagpieken kwam door de beperkte berging snel water op het maaiveld te staan. Dit stroomde oppervlakkig in de richting van de lagere gebieden af, waar natte omstandigheden de vorming van veen mogelijk heeft gemaakt. Op het veen is in een latere fase veenmos gaan groeien. Veenmos heeft als eigenschap dat het zich vol zuigt met water, waardoor het tijdens droge periodes langdurig vochtig kan

blijven. Dit veenmos heeft zich vervolgens tijdens het relatief natte Midden-Holoceen door het vasthouden van water sterk kunnen uitbreiden, waardoor enorme veengebieden zijn ontstaan.

Dit veranderde de hydrologische karakteristieken. Het veen(mos) hield het water vast, waardoor het niet snel tot afstroming kwam en het gebied relatief nat bleef. Hierdoor was er sprake van een relatief kleine constante afvoer.

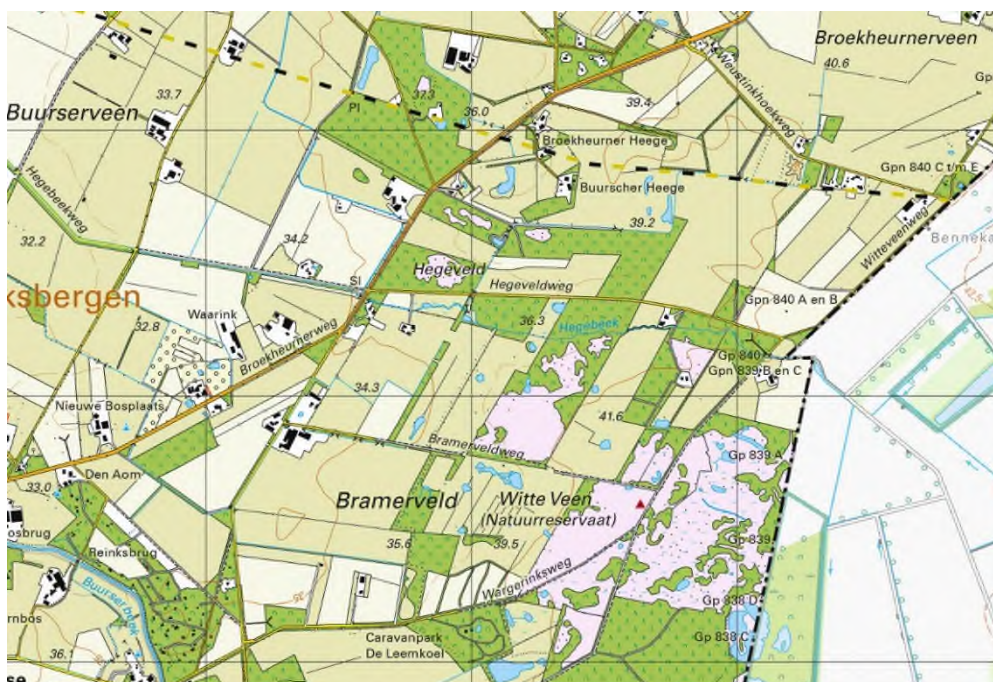
Kenmerkend voor de Hegebeek in de huidige situatie is echter de diepe insnijding in het landschap. Deze diepe insnijding heeft kunnen plaatsvinden doordat de kenmerken in het stroomgebied van de Hegebeek in de loop van de tijd zijn veranderd. Voor de ontginning, rond 1900, bestond het stroomgebied van de Hegebeek namelijk vooral uit woeste gronden met voornamelijk hoogveen (Figuur 2-2).



Figuur 2-2: Situatie rondom de Hegebeek rond 1900 (bron: topotijdsreis, [3]).

In de loop der tijd zijn de woeste gronden in het stroomgebied ontgonnen en in landbouwkundig gebruik genomen en is het waterbergend vermogen in het gebied afgenomen. Rond 1930 was het benedenstroomse deel van het stroomgebied voor een deel in landbouwkundig gebruik (Figuur 2-3). Het bovenstrooms gelegen achterland bestond toen nog voor een groot deel uit hoogveen.

Inmiddels is een groot gedeelte van het veen verdwenen en zijn grote delen van het stroomgebied in landbouwkundig gebruik (Figuur 2-4).



Deze ingebruikname kon alleen worden gerealiseerd door de ontwatering af te stemmen op landbouwkundig gebruik. Door de geringe berging als gevolg van de geringe dikte van het zandpakket is er al snel sprake van natte omstandigheden. De ontwatering is daarom geïntensiveerd waardoor de bodem na een neerslag gebeurtenis weer sneller wordt ontwaterd, hetgeen de draagkracht, bewerkbaarheid en de groeiomstandigheden van landbouwgewassen

ten goede komt. De intensievere ontwatering in combinatie met de geringe berging heeft ook tot gevolg dat er al snel piekafvoeren ontstaan. Vooral de geringe berging als gevolg van de geringe dikte van het zandpakket heeft tot gevolg dat het grondwater frequent tot in maaiveld zal stijgen. Het ontstaan van piekafvoeren heeft dus vooral te maken met de huidige geohydrologische eigenschappen van het gebied, die lijken op die van vóór het ontstaan van het veen.

Tenslotte is nog een deel van het stroomgebied van de noordelijker gelegen Bruniksbeek in het verleden afgekoppeld en omgeleid naar de Hegebeek. Het stroomgebied van de Hegebeek is hierdoor bijna verdrievoudigd van 300 naar 860 ha.

2.3 Bodemkundige situatie

Het Beekdal van de Hegebeek bestaat voornamelijk uit lemig fijn zand. Het beekdal wordt gevormd door gooreerdgronden (pZn23g) bestaande uit lemig fijn zand met net boven de keileemondergrond een grofzandige laag. Deze grofzandige laag heeft een beperkte dikte. Deze beekkeerdgrond gaat op enige afstand van de beek al snel over in een veldpodzolgrond (Hn21). Deze veldpodzol behoort tot de hydropodzolgronden die onder natte omstandigheden zijn gevormd. De gooreerdgronden die in het beekdal voorkomen zijn eveneens gronden die onder natte omstandigheden zijn ontstaan. Deze gronden behoren dan ook tot de hydrozandeerdgronden.

2.4 Geohydrologische situatie

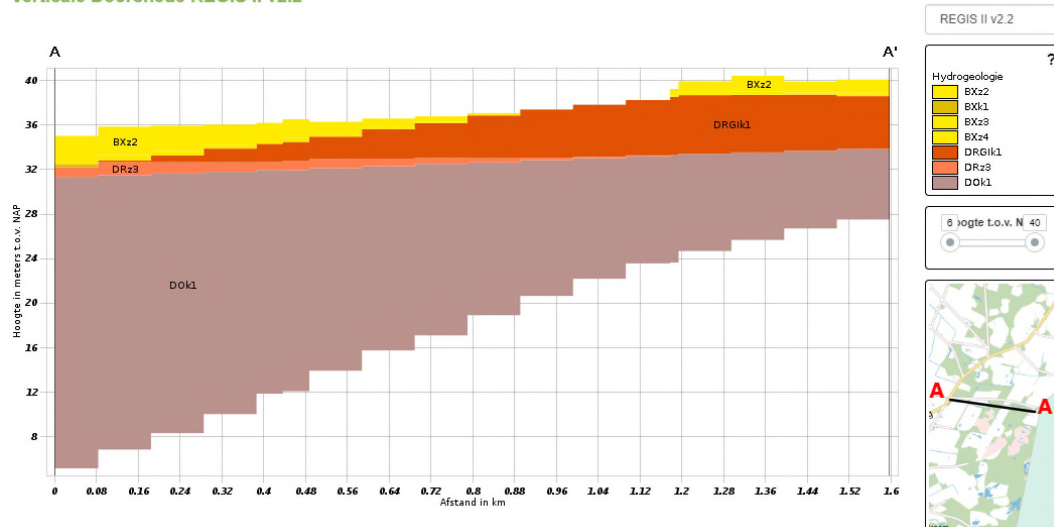
Het grensoverschrijdend natuurgebied Witte Veen / Witte Venn ligt op het Oost-Nederlandse plateau. Het Oost-Nederlands plateau is een hoog gelegen gebied in het oosten van Nederland dat zich uitstrekt van Twente tot de Achterhoek. Het is 2 tot 5 miljoen jaar geleden, in het Pliocene, door erosie en sedimentatie ontstaan. Het plateau ligt ten oosten van de lijn Delden - Eibergen - Aalten - Bocholt (Duitsland). Het plateau wordt doorsneden door beken die van oost naar west stromen. De Hegebeek is daar een voorbeeld van.

Er zijn talrijke breuken in de ondergrond van het Oost-Nederlands Plateau aanwezig. Door bewegingen van de aardkorst komen daardoor met name in het oosten diverse oudere lagen dicht bij de oppervlakte. De kleilagen van tertiaire ouderdom kunnen hierdoor dicht onder het aardoppervlak voorkomen. Tijdens de voorlaatste ijstijd, het Saalien, heeft landijs dit gebied bedekt. Tijdens de landijsbedekking heeft enige stuwing plaatsgevonden. Ook is er grondmorene in de vorm van keileem direct op de tertiaire klei op het plateau afgezet. Door smeltwater van het landijs zijn in de keileem dalen uitgesleten. Gedurende het Weichselien werd op de keileem en in de smeltwaterdalen een dun pakket fluvioperiglaciale² zanden en dekzanden afgezet (Formatie van Bortel). Plaatselijk is dit zand weer door de wind verstoven of door sneeuwsmeeltwater weggespoeld waardoor vele laagten en slenken zijn ontstaan. In de laagten trad in het Holoceen hoogveengroei op.

Het gebied wordt dan ook gekenmerkt door een dun watervoerend pakket van één tot enkele meters bestaande uit fijn zandig materiaal (BXz2 in Figuur 2-5 en Figuur 2-6). Deze beperkte dikte van het watervoerende pakket wordt veroorzaakt doordat de kleilagen van tertiaire ouderdom (DOK1) die zo ondoorlatend zijn dat deze de hydrologische basis vormen zeer ondiep voorkomen. Boven deze tertiaire kleilagen komt op veel plaatsen een laag keileem (DRG1k1) voor.

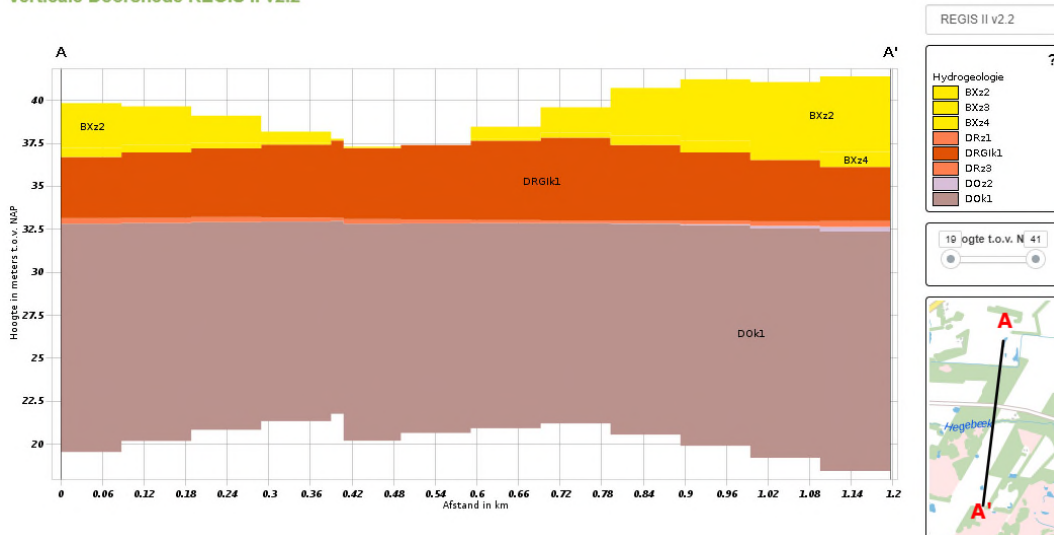
² opgebouwd uit materiaal dat onder koude condities werd aangevoerd, zowel door regenwater als door smeltwater afkomstig van sneeuw of bodemijs

Verticale Doorsnede REGIS II v2.2



Figuur 2-5: Dwarsdoorsnede parallel aan de Hegebeek van REGIS II (v2.2)

Verticale Doorsnede REGIS II v2.2



Figuur 2-6: Dwarsdoorsnede haaks op de Hegebeek van REGIS II (v2.2)

De geringe dikte van het watervoerende pakket heeft tot gevolg dat overtollig regenwater niet gemakkelijk via de ondergrond kan worden afgevoerd. Het doorlaatvermogen (kD-waarde) is door de kleine pakketdikte namelijk beperkt. Dit heeft tot gevolg dat het grondwater bij een neerslaggebeurtenis al snel tot in maaiveld stijgt. Vervolgens zal een groot deel van het water via het maaiveld oppervlakkig worden afgevoerd. Om plasvorming te verminderen is een zeer hoge dichtheid van de ontwateringsmiddelen noodzakelijk. In de praktijk kan dit alleen maar worden gerealiseerd in de vorm van buisdrainage. Naast hoge piekafvoeren als gevolg van de beperkte dikte van het watervoerende pakket, zullen piekafvoeren ontstaan tijdens piekbuien waarbij de neerslagintensiteit de grondwaterstand tot in maaiveld laat stijgen en/of de neerslagintensiteit hoger is dan de infiltratiecapaciteit van de bodem.

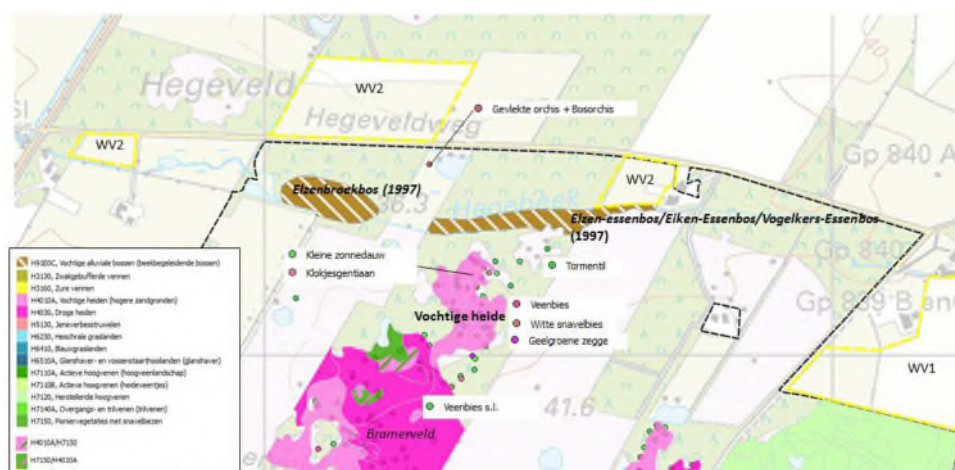
3 Instandhoudingsopgave

Het Natura 2000-gebied Witte Veen is aangewezen voor zes habitattypen: Zwakgebufferde vennen, Zure vennen, Vochtige heiden (hogere zandgronden), Actieve hoogvenen (heideveentjes), Alluviale bossen (ofwel beekbegeleidende bossen) en Droge heide en de Kamsalamander. De eerste vijf genoemde habitattypen zijn (grond)waterafhankelijk. Voor alle types en de soort zijn instandhoudingsdoelen geformuleerd ten aanzien van het areaal en de kwaliteit van het leefgebied. In deze rapportage worden alleen de habitattypen die binnen de invloedssfeer van de Hegebeek liggen beschreven.

3.1 Voorkomen van habitattypen & vegetatietypen

Beekbegeleidende bossen (H91E0C)

Langs de Hegebeek komen beekbegeleidende bossen (H91E0C) voor (Figuur 3-1). In het oostelijk deel betreft het een op basis van provinciale data van 1997 elzen-essenbos/eiken-essenbos/vogelkers-essenbos met een areaal van 9.971 m² (1,0 ha). In het westelijk deel betreft het een elzenbroekbos met een omvang van 9.163 m² (0,9 ha). Volgens Bell Hullenaar (2018, [4]) zijn de bossen slecht ontwikkeld met veel grote brandnetel en braam en er is sprake van verdroging. Van de flora van de Hegebeek is een soortskartering van enkele karakteristieke soorten beschikbaar (Natuurmonumenten, 2020).



Figuur 3-1: Weergave van habitattypen en typerende soorten in deelgebied WV2 (bron: habitattypenkaart /veegbesluit)

Vochtige heide (H4010A) en pioniervegetaties met snavelbiezen (H7150)

Zuidelijk van de Hegebeek komt het habitatype Vochtige heide (H4010A) voor op het Bramerveld. De oude heidekernen bestaan voornamelijk uit natte heidevegetaties, type van Snavelbiezen en Kleine zonnedaauw, vorm van Bruine snavelbies en type van Gewone dophei, typische vorm. Soms is ook het type van Snavelbiezen en Kleine zonnedaauw, vorm van Moeraswolfsklauw aanwezig. Vooral op de overgang naar het dal van de Hegebeek zijn plaatselijk typen / vormen aanwezig die duiden op een lichte grondwaterinvloed, waarschijnlijk als gevolg van lokale stroming door het dunne watervoerend pakket in combinatie met voorkomens van gunstige mineralen in de ondergrond (keileem en tertiaire klei): vorm met Blauwe zegge (voedselarme tot matig voedselrijk), type van Geelgroene zegge (matig voedselrijk) en vorm met Beenbreek (zure bodems). Op één plek hogerop de helling (en direct ten westen van de Witte Veenweg) komt type van Gewone dophei, vorm met hoogveensoorten voor. Hier groeit behalve Wrattig veenmos ook Hoogveenveenmos. Het betreft een overgang tussen natte heide en hoogveenbultvegetaties. De hoger gelegen delen zijn begroeid met het type van Struikhei en

Gewone dophei, veelal in verarmde vorm. In recentelijk geplagde delen groeit Bruine snavelbies en Kleine zonnedaauw. De natte heidevegetaties zijn begrensd als habitatype H4010A Vochtige heide, met hierin kleine zones H7150 Pioniervegetaties met snavelbiezen (Bell Hullenaar, 2018).

H7120 Herstellende hoogvenen & potentieel H7110 Actieve hoogvenen

Zuidelijk van de enclave van Jannink zijn herstellende hoogvenen aanwezig. Dit is een veenputtencomplex waar vooral sinds de aanleg van (damwand)kaden of veendijkje in 2007 door vernatting hoogveenregeneratie plaatsvindt. De veenputten compartimenten van het hoogveenrestant bestaan voor een belangrijk deel uit hoogveenslenkvegetaties van het type van Veenpluis en in mindere mate het type van Witte Snavelbies. In de slenken komt het type van Waterveenmos, de vorm van Eenarig wollegras voor en plaatselijk ook Klein blaasjeskruid (lichte grondwaterinvloed). Met name in het noordelijke deel zijn drijvende kraggen met Witte snavelbies en Ronde zonnedaauw aanwezig. In het gehele hoogveenrestant komt eenarig wollegras over grote oppervlakten frequent tot dominant voor. Naast de slenkvegetaties komen ook vegetaties voor die verwant zijn aan hoogveenbultvegetaties. Dit betreft het type van Wrattig veenmos. Aan de westkant van de kern, tegen de dekzandrug aan, is Wrattig veenmos op minerale bodem plaatselijk aan te treffen. Het voormalige Berkenbroek in het zuidelijke deel heeft zich ontwikkeld tot een aan hoogveen verwante vegetatie met veel Eenarig wollegras. Plaatselijk komen vegetaties met Fraai veenmos voor. Dit is een stadium verder dan de echte slenkvegetaties met voornamelijk Waterveenmos. Bij voortschrijdende ontwikkeling kunnen zich in deze vegetaties ook hoogveensoorten vestigen (Bell Hullenaar, 2018).

Aangezien het gebied met hoogveen buiten het invloedsgebied van de beek vallen (zie hoofdstuk 6) zullen deze habitatypen in de verdere rapportage buiten beschouwing worden gelaten.

3.2 Ecologische randvoorwaarden

Elke habitatype heeft abiotische en biotische randvoorwaarden. De belangrijkste randvoorwaarden ten aanzien van geohydrologische voorwaarden zijn hier opgenomen. Voor nadere informatie wordt verwezen naar Synbiosys [5].

3.2.1 Beekbegeleidende bossen, algemeen

Beekbegeleidende bossen (Vochtige alluviale bossen): Beekbegeleidende alluviale bossen (verbond Alno-Padion en Alnion glutinosae H91E0 subtype C);

Landschapsecologische processen

Het habitatype komt vooral voor in beekdalen en laaggelegen delen van de hogere zandgronden, op plekken die onder invloed staan van overstromend beekwater en/of gevoed worden door grondwater dat afkomstig is van aangrenzende hoger gelegen gebieden. Door voeding met oppervlaktewater en grondwater zijn de standplaatsen relatief rijk aan basen en nutriënten. Op de natste plaatsen is sprake van het bostype Elzenzegge-elzenbroek. Hoewel het type niet strikt gebonden is aan kwel, komen goed ontwikkelde vormen ervan vooral voor op plekken die gevoed worden door grondwater. Het komt voor op relatief voedselrijke standplaatsen in de benedenlopen van beken, met name op de overgang naar het laagveengebied, maar ook in de midden- en bovenloop van beken op overgangen naar hoogveenbossen en naar bronnetjesbossen behorend tot het Goudveil-essenbos. Het laatste bostype komt vooral voor aan de voet van hellingen op plekken waar permanent grondwater uittreedt. In het heuvelland kan het – dankzij de complexe geologische opbouw – ook hoger op

de helling voorkomen, soms zelfs op verschillende boven elkaar gelegen niveaus. Een nadere beschrijving van de ecologie van de verschillende vegetatietypen wordt gegeven door Stortelder et al. (1999, [6]).

Kwel en/of inundaties met beekwater spelen in alle bostypen een grote rol bij het op peil houden van de buffercapaciteit. Met name in licht verdroogde situaties is ook de kwaliteit van het bladstrooisel daarvoor van belang. Dit betekent dat de samenstelling van de boomlaag daar in belangrijke mate de zuurgraad van (het bovenste deel van) de bodem bepaalt.

Zuurgraad

Voor Beekbegeleidende bossen gelden optimale pH-H₂O waarden tussen 4,5 en 7,5, terwijl de ondergrond waarden mag hebben tussen 4,0 en 4,5 alsook waarden boven 7,5. Er zijn geen suboptimale pH-waarden geformuleerd (Runhaar et al. 2009, [7]). De optimale pH waarden voor de afzonderlijke vegetatietypen verschillen aanzienlijk. Hiervoor wordt verwezen naar de genoemde referentie.

Voedselrijkdom

De Beekbegeleidende bossen hebben een optimaal traject van optimale voedselrijkdom die varieert van licht tot matig voedselrijk. Zeer voedselrijke bodems zijn suboptimaal (Runhaar et al. 2009).

Vochttoestand

Beekbegeleidende bossen hebben een tamelijk ruime marge wat betreft hun vochteisen. Optimaal zijn de vochtclassen vochtig, zeer vochtig, nat, zeer nat en 's winters inunderend, waarbij de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand kan variëren van 20 cm boven maaiveld tot >40 cm beneden maaiveld bij een droogtestress van < 14 dagen. Matig droge bodems (GVG > 40 cm -mv; droogtestress 14-32 dagen) zijn suboptimaal (Runhaar et al. 2009).

Randvoorwaarden H91E0C beekbegeleidende bossen

- Periodieke overstroming (regelmatig tot nooit) met rivier- of beekwater
- Lang inunderend (GVG -20 tot -5 cm. - maaiveld) tot vochtig (GVG > 40 cm. - maaiveld)
- Aanwezigheid van kwel en/of bronnen
- Optimale functionele omvang: vanaf tientallen hectares (alle subtypes)

Ten aanzien van de grondwatersituatie zijn de volgende grenzen gespecificeerd voor beekbegeleidende bossen en bijbehorende plantengemeenschappen:

*Beekbegeleidende bossen-vegetatietypen	GVG optimaal	GLG optimaal
Elzenzegge-Elzenbroekbos (<i>Carici elongatae alnetum</i>)	+15 tot 15 cm - mv*	>50-70 cm - mv
Goudveil-Essenbos (<i>Carici remotae-fraxinetum</i>)	0-15 cm - mv	>35-50 cm - mv
Vogelkers-Essenbos (<i>Pruno-fraxinetum</i>)	25-60 cm - mv	Droogtestress max. 15-25 dgn < 160 cm - mv (leemarm en zwak lemig zand)

3.2.2 Beekbegeleidende bossen, gebiedsspecifiek

In de vele situaties dat Beekbegeleidende bossen zijn aangetast door verdroging en/of vermessing, kan het functioneren van deze bossen als bossysteem worden hersteld via de volgende processen:

- toestroom van voldoende, basenhoudend water om de zuurinvloed van stikstofdepositie te neutraliseren;
- toestroom van schoon grondwater zonder sulfaatbelasting, om de vermestende invloed van nitraat te neutraliseren;
- betere vertering van bladstrooisel, waardoor ook een betere basenverzadiging in de bodem ontstaat en bovendien meer stikstof wordt vastgelegd in stabiele humus.

Herstel van het grondwatersysteem

Met herstel van de hydrologie in Beekbegeleidende bossen wordt beoogd de basenvoorziening in de wortelzone te verbeteren door aanvoer van meer basenrijk grondwater en het bevorderen van zuurconsumerende reductieprocessen. Soms wordt een deel van de basentoevoer ook beïnvloed door de aanwezigheid van kalkrijke bodemlagen in de ondergrond of is de bodem zelf basenrijk door aanwezigheid van kalk. Kwel is dan nodig om de basen te transporteren naar de wortelzone. Met het herstel van de hydrologie wordt tegenwicht geboden aan de verzurende invloed van stikstofdepositie. Indien door toegenomen kwelinvloed natte omstandigheden worden hersteld, wordt daarmee ook vermessing door mineralisatie van organische stof tegengegaan. De kwaliteit van de subtypen gaat daardoor allicht vooruit, zeker als deze vernatting gepaard gaat met een betere basenverzadiging.

Het beeksysteem van de Hegebeek wordt gekenmerkt door een zeer ondiep watervoerend pakket. Deze beperkte pakketdikte van het geohydrologische systeem heeft tot gevolg dat grondwaterstroming slechts over korte afstanden kan plaatsvinden. Er is dan ook maar in zeer beperkte mate sprake van kwel.

Bij hydrologisch herstel moet worden gewaakt voor te sterke lokale vernatting. Het is belangrijk dat het peil van het regionale grondwatersysteem in de winter voldoende hoog is. Indien extreme vernatting ertoe leidt dat de grondwaterstand in de zomer weinig wisselt, en er opstuwing van voedselrijk water plaatsvindt, kan interne eutrofiëring met fosfaat en ammonium optreden, alsook sulfidevergiftiging. Ook dit moet worden voorkómen. De mate waarin de grondwaterstand moet kunnen dalen in de zomer is afhankelijk van het type systeem [8] .

Inundatie of bevloeiing met oppervlaktewater

Voor het herstel van verdroogde en verzuurde Beekbegeleidende bossen kan ook bevloeiing met basenrijk oppervlaktewater een bijdrage leveren [9]. Belangrijk daarbij is o.a. dat het bevloeiingswater zo weinig mogelijk fosfaat, stikstof en sulfaat bevat, dat het water kan infiltreren en na de bevloeiing snel verdwijnt en dat de bevloeiing het liefst plaatsvindt in de winter of het vroege voorjaar. Een nadeel van bevloeiing is desondanks dat de kans op eutrofiëring groot is. Met bevloeiing zijn dus alleen eutrafente vormen van het habitatype te herstellen. Waar herstel van kwel met basenrijk grondwater mogelijk is, is dat te verkiezen boven herstel met behulp van bevloeiing. Inundatie met eutroof water is een optie als dit kortstondig en incidenteel plaatsvindt.

Niet hydrologische maatregelen

In de Beekbegeleidende bossen rond de Hegebeek zijn ook eikenbomen aanwezig. Het blad heeft een sterk verzurende invloed op de bodem. Hetzelfde geldt in nog sterkere mate voor beuk en

naaldhout, maar deze komen alleen in het hoger gelegen bovenstroomse deel (tegen de grens met Duitsland) van de Hegebeek voor. Door deze producenten van slecht afbreekbaar strooisel geleidelijk te vervangen door soorten zoals es, hazelaar, esdoorn en els wordt verzuring tegengegaan. Ook het eenmalig verwijderen van eikenbladstrooisel kan een gunstige uitwerking hebben.

3.2.3 Vochtige heiden, algemeen

Voor de ecologische randvoorwaarden wordt uitgegaan van de omstandigheden van de Associatie van Gewone dophei [10].

Landschapsecologische processen

Vochtige heiden zijn op landschapsschaal inzijsgebieden waar regenwater inzijgt in de bodem en vervolgens afstroomt naar het grondwater. Dit zorgt in de zandgebieden voor relatief zure en voedselarme omstandigheden. De vochtige omstandigheden van het habitatype zijn afhankelijk van de aanwezigheid van een waterstagnerende laag in de bodem dan wel van aanvoer van lateraal toestromend, jong grondwater vanuit een aangrenzend, hoger gelegen gebied. Laterale toestroming van grondwater treedt vooral op aan randen van beekdalen, terwijl schijngrondwaterstanden op een waterstagnerende laag ook hogerop in het zandlandschap kunnen voorkomen. In beide gevallen leidt dit soms tot hoge grondwaterstanden die relatief constant zijn, hetgeen zorgt voor een hoge soortenrijkdom. Waar de waterstanden flink uitzakken aan het eind van de zomer, heeft dat een lagere soortenrijkdom tot gevolg. Laterale toevoer van grondwater heeft niet alleen invloed op peilschommelingen, maar ook op de waterkwaliteit. Op plaatsen waar licht aangerijkt grondwater binnen bereik van de wortelzone komt, ontstaan mogelijkheden voor de vegetatietypen met een iets hogere pH en voedselrijkdom (subassociatie met Gevlekte orchis of vegetaties met Beenbreek en Wilde gagel), maar ook voor soorten (o.a. veenmossen) die profiteren van een hoger aanbod van koolstof in de vorm van CO₂ (Jansen et al. 1996).

Zuurgraad

De optimale zuurgraad omvat een traject van matig zuur tot zuur met een pH-H₂O < 5,5. Dit is het kernbereik van de zuurgraad voor het habitatype. Suboptimaal zijn zwak zure situaties met een pH tussen 5,5 en 6,0. Dit aanvullend bereik omvat condities waarbij het habitatype niet duurzaam in goed ontwikkelde vorm in stand kan worden gehouden, maar die wel een waardevolle aanvulling kan leveren in de vorm van soortenrijke overgangssituaties naar heischrale graslanden (H6230) en blauwgrasland (H6410) (Runhaar et al. 2009).

Voedselrijkdom

Het kernbereik voor de voedselrijkdom waarbij de goed ontwikkelde vormen van het habitatype kunnen voorkomen, omvat alleen de klasse zeer voedselarm. Het aanvullend bereik, waarbinnen minder kenmerkende vegetaties kunnen voorkomen, omvat de klassen matig voedselarm en licht voedselrijk (Runhaar et al. 2009).

Vochttoestand

Het kernbereik van de vochttoestand ligt tussen de klassen 's winters inonderend tot vochtig, dat wil zeggen met een gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand tussen 20 cm boven maaiveld tot >40 cm beneden maaiveld, in het laatste geval in combinatie met <14 dagen droogtestress. Er is geen sprake van een aanvullend bereik (Runhaar et al. 2009).

Ten aanzien van de grondwatersituatie zijn de volgende grenzen gespecificeerd voor de vochtige heide dat bestaat uit de Associatie Gewone Dophei (*Erica Tetralicium*) en twee bijbehorende subassociaties met veenmos (*sphagnetosum*) en *typicum*:

Vochtige heide -vegetatietypen	GVG optimaal	GLG optimaal
Ass. Gewone dophei met veenmos (subass. <i>sphagnetosum</i>)	0-25 cm - mv Mediaan 9 cm. - mv	> 25 cm - mv
Ass. Gewone dophei (subass. <i>typicum</i>)	PM 14 cm. - mv (mediaan)	Droogtestress : max 10-20 dgn < 140 cm - mv (leemarm en zwak lemig zand)
Ass. Gewone dophei met gevlekte orchis (subass. <i>orchietosum</i>)	PM 18 cm. - mv	

3.2.4 Vochtige heiden, gebiedsspecifiek

Hydrologisch herstel

In verdroogde situaties draagt herstel van de waterhuishouding vrijwel altijd bij aan het behouden of verbeteren van de kwaliteit van vochtige heide. Dit geldt voorlopig ook in situaties met een te hoge stikstofdepositie, zeker waar het gaat om het tegengaan van de verzurende invloed ervan. Door gerijpt grondwater weer enige invloed te geven in de wortelzone, wordt een lichte buffering bewerkstelligd waar veel bijzondere soorten van profiteren. Hierna wordt onderscheid gemaakt tussen maatregelen die nodig kunnen zijn op landschapsniveau (=regionaal) dan wel lokaal niveau. Gezien de geohydrologische situatie gaat het in dit geval om lokale herstelmaatregelen.

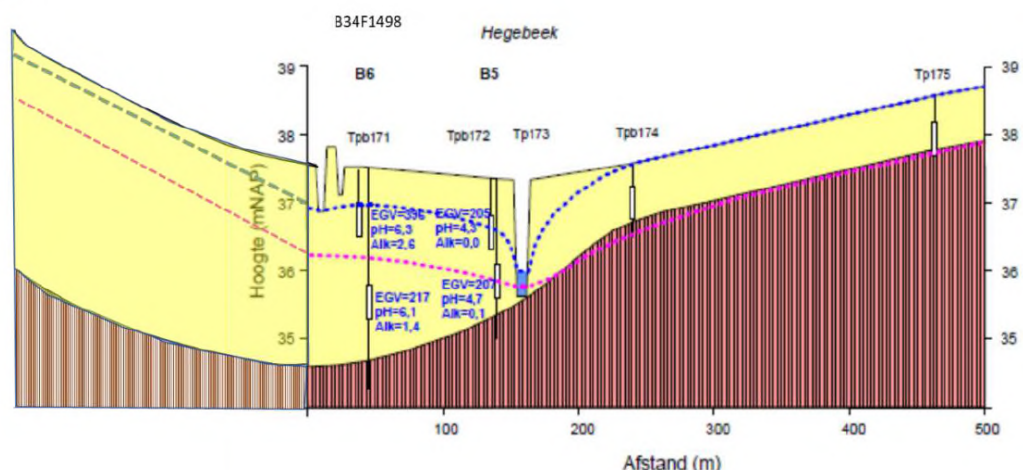
Het beekstelsel van de Hegebeek wordt gekenmerkt door een zeer ondiep watervoerend pakket. Deze beperkte pakketdikte van het geohydrologische systeem heeft tot gevolg dat grondwaterstroming slechts over korte afstanden kan plaatsvinden en de ruimtelijke interactie beperkt is. Maatregelen op regionaalniveau zijn ook minder relevant. Het verhogen van het beekpeil van de Hegebeek kan in de directe omgeving van de beek als gevolg van een minder drainerende werking wel enige invloed hebben op de vochtige heiden.

4 Knelpuntanalyse

4.1 Afvoer karakteristiek

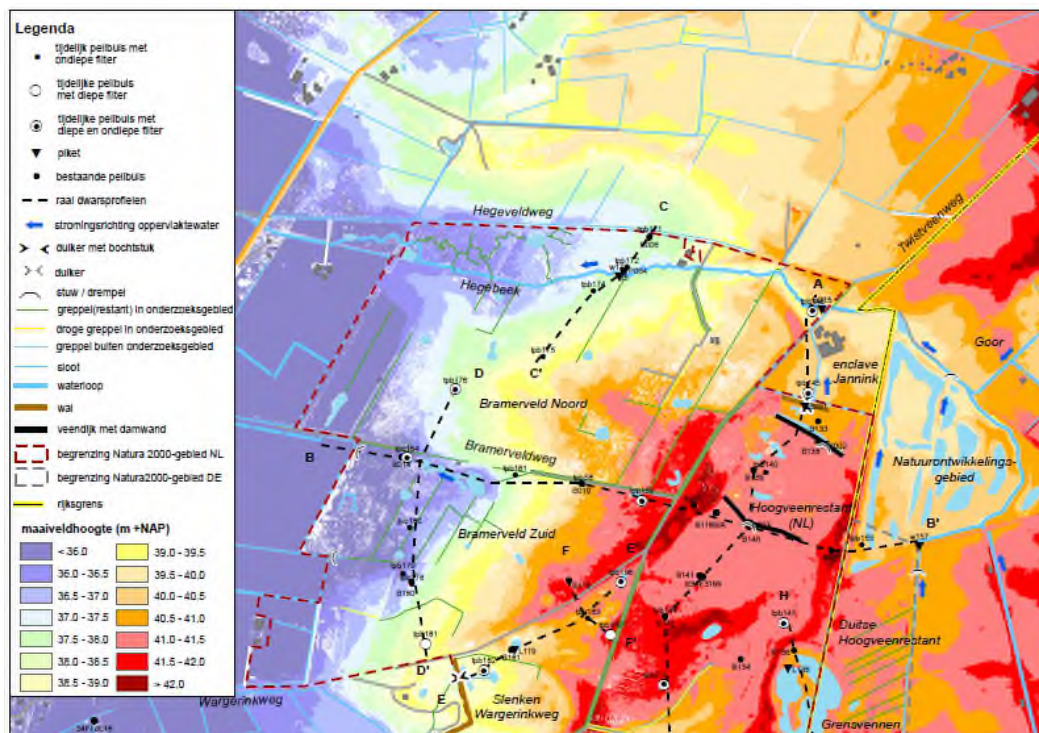
In het stroomgebied van de Hegebeek zorgen piekbuien en de kleine watervoerende zandlaag (het freatisch pakket) voor een snelle neerslag-afvoer-reactie waardoor de afvoer van het overtollige regenwater in afvoerpieken plaatsvindt. Daarnaast is in de loop der tijd het stroomgebied van de Hegebeek met een factor 3 vergroot. Door de hoge afvoerpieken en de hiermee samenhangende hoge stroomsnelheden heeft de Hegebeek de kans gekregen zich in het zandpakket in te snijden (Figuur 4-1). De Hegebeek ziet er vanwege het optreden van natuurlijke beekprocessen aantrekkelijk uit, maar vanwege het vergrootte stroomgebied en de hoge afvoerpieken die de beek vanuit het Duitse achterland ontvangt, is de beekbodem in de loop der jaren steeds verder geërodeerd en zodoende diep ingesneden. Hierdoor is de drainagebasis sterk verlaagd met als gevolg verdroging van de directe omgeving van de Hegebeek (Figuur 4-1). Uit de figuur blijkt dat de invloed van de beek in noordelijke richting (voornamelijk landbouwgronden) verder reikt dan in zuidelijke richting (natuurgebied). Dit is het gevolg van een verschil in dikte van het watervoerende zandpakket (geel gekleurd). In de figuur is tevens te zien dat de beek niet meer op de plek van de oorspronkelijke bedding ligt. De Hegebeek is eind jaren '30 van de vorige eeuw gekanaliseerd en hierbij in een bepaald traject tevens naar het zuiden verplaatst.

B34F1499



Figuur 4-1: Dwarsprofiel over de Hegebeek van noord naar zuid, met in blauw gestippelde lijn indicatief de GLG en met paars indicatief de GHG (bron: Bell Hullenaar 2018)

In het verleden is getracht om middels het aanbrengen van drempels de erosie te beteugelen. De drempels waren aangelegd om de stroomsnelheid te verlagen en zo de erosie te verminderen, maar de meeste zijn door hoge afvoeren weggespoeld. Alleen de stevige keiendrempel ter plaatse van de brug over de beek tussen raaien A-A' en C-C' heeft stand gehouden (Figuur 4-2).



Figuur 4-2: Situatieschets van de Hegebeek in combinatie met de maaiveldvariatie (naar Bell Hullenaar)

Teneinde de frequent voorkomende piekafvoeren te verminderen is in het bovenstroomse Duitse gebied in de jaren '70 een retentiebekken aangelegd. Dit retentiebekken kan de sponswerking, de kenmerkende eigenschap van het van oorsprong voorkomende hoogveen, gaan overnemen. In de loop der jaren is de werking van het retentiegebied vervallen en heeft het de functie van sponswerking verloren. De Duitse partijen hebben in 2019 het retentiegebied echter hersteld. Zij hebben aangegeven dat er nu 23.000 m³ in het gebied kan worden geborgen.

Om het knelpunt van de diep ingesneden beek effectief aan te pakken worden in het kader van de Natura 2000-gebiedsprocessen gefaseerd een aantal maatregelen uitgevoerd. Het proces is opgesplitst in twee fasen. De eerste fase omvat het herstel van de retentie op Duits grondgebied en het vaststellen of deze retentie afdoende is voor piekafvlakking. Het retentiegebied is volgens de Duitse partners hersteld. Aandachtspunt hierbij is dat slechts circa de helft van het stroomgebied door de retentie kan worden geleid. In de tweede fase is het de bedoeling om tot een verondieping van de beek te komen, om zo de drainerende werking ervan te reduceren ter bevordering van de ecologie. De mate waarin dit dient te gebeuren is vastgesteld op 50 cm - mv (Taww, juni 2019).

Deze verondieping is gebaseerd op de ecologische vereisten van de habitatzones rondom de Hegebeek. Deze vereisen een grondwaterstand in het voorjaar van circa 0 tot 60 cm - mv (zie paragraaf 3.2). Uit een analyse van Arcadis met betrekking tot de stromingscondities van de Hegebeek [11] is naar voren gekomen dat het realiseren van meestromende berging in het profiel van de beek nauwelijks bijdraagt aan reductie van de stroomsnelheid. Het creëren van niet-meestromende bergingsgebieden, waarbij het water tijdelijk geparkeerd wordt langs de beek, is effectiever. Een geleidelijker profiel als gevolg van bodemverhoging leidt tot een aanzienlijke reductie van de stroomsnelheden. De verbreding op de waterlijn, die ontstaat als gevolg van de bodemverhoging, leidt tot een extra reductie van de stroomsnelheden. Deze aspecten hebben geleid tot een inrichtingsvariant waarin een bodemverhoging tot 50 cm - mv is gecombineerd met berging in het Duitse deel van het stroomgebied.

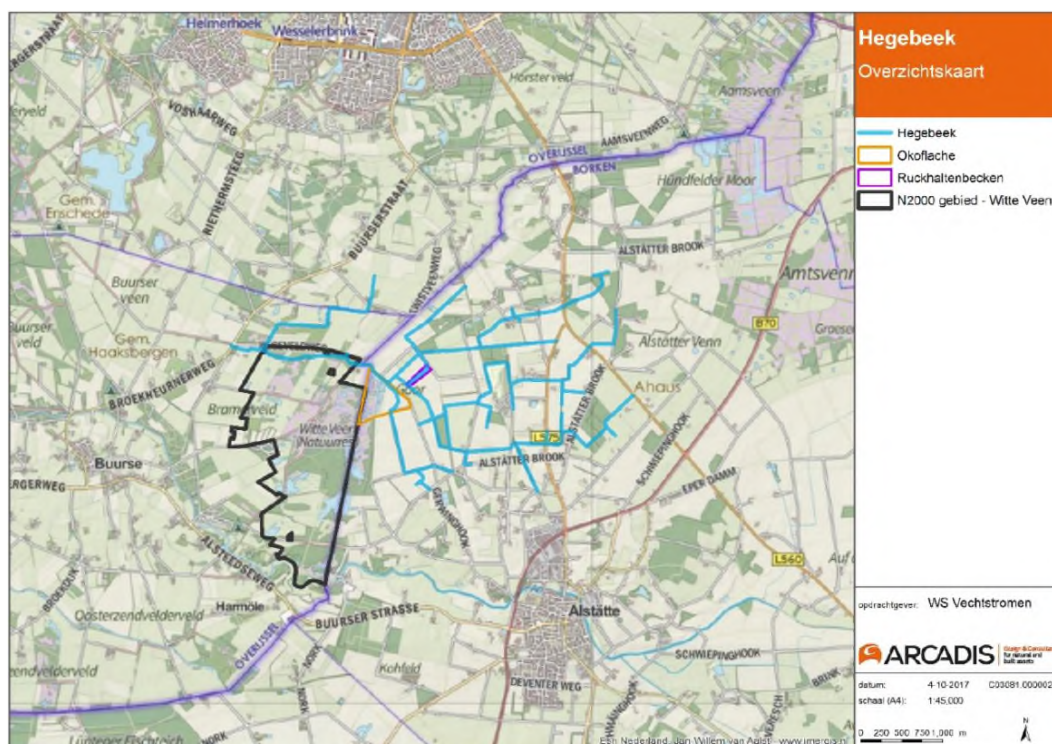
4.2 Situatie in het Duitse achterland

Door de jaren heen heeft de Hegebeek zich verdiept door uitslijting, waardoor het natuurgebied in de directe omgeving van de beek is verdroogd. Verondiepen van de Hegebeek (maatregel M2) heeft alleen zin als de piekafvoeren vanuit Duitsland worden verminderd door realisatie van voldoende waterberging in Duitsland. Het Duitse stroomgebied is in de loop der tijd bijna verdrievoudigd van ca. 300 hectare naar ca. 860 hectare. Dit vergroot ook de piekbelasting van de Hegebeek. Arcadis (2017) heeft in opdracht van de gemeente Haaksbergen onderzocht hoeveel berging noodzakelijk is om de stroomsnelheid in de Hegebeek voldoende laag te houden om uitslijting te voorkomen. Uit deze verkenning is geconcludeerd dat er, met de aanleg van een gelijkmatig bodemverhang, op Duits grondgebied 19.000 m³ moet worden geborgen.

De Duitse partijen hebben aangegeven dat het zogenaamde Rückhaltenbecken is herstelt, waardoor daar water kan worden geborgen (Figuur 4-3). In dit bekken kan volgens de Duitse partners een hoeveelheid van circa 23.000 m³ worden geborgen.

Indien het retentiegebied de piekafvoer niet voldoende kan reduceren, dan kan gekozen worden voor het zoeken naar extra retentie op Duits grondgebied of het vastleggen van de bodem van de Hegebeek op plekken waar de stroomsnelheid kritisch is. Ter plaatse van de Ökofläche is waterberging niet wenselijk aangezien dit in conflict is met de natuurdoelstellingen. Het ontbreken van waterbergende functie wordt bevestigd door een veldbezoek waarbij is geconstateerd dat er geen open verbinding vanuit de Hegebeek naar de waterpartijen in de Ökofläche is. De Ökofläche heeft juist een hoog peil en is gevuld met regenwater, hetgeen ook blijkt uit het lage elektrische geleidingsvermogen ($< 100 \mu\text{S}/\text{cm}$) dat tijdens een veldbezoek (Antea en AtlaTerra d.d. 20 januari 2020) gemeten is. Het water in de Hegebeek heeft daarentegen een geleidingsvermogen van $450 - 500 \mu\text{S}/\text{cm}$, waardoor afvoer van water met opgeloste stoffen (nutriënten) aannemelijk is.

Analyse van de meetgegevens bevestigt het beeld dat er nog niet of nauwelijks waterberging heeft plaatsgevonden. De afvoerpiek laat een patroon zien dat overeenkomt met afvoer van overtollig water zonder berging. Tijdens het veldbezoek is gebleken dat de Ökofläche juist een overloop naar de Hegebeek heeft, waardoor tijdens hoge neerslaggebeurtenissen het aanbod van water alleen maar groter is.



Figuur 4-3: Ligging van de Ökofläche, het Rückhalterbecken en het Natura 2000-gebied Witte Veen.

4.3 Stromingscondities Hegebeek

Vanuit verschillende beleidsdomeinen worden eisen gesteld aan de stromingscondities in de Hegebeek. Daarbij zijn de kritische stroomsnelheden mede afhankelijk van het profiel, begroeiing en het aanwezige bodemtype. Voor de KRW en vanuit de ontwerprijtlijnen van het waterschap Vechtstromen zijn deze vastgelegd. De KRW vereist een stroomsnelheid tussen de 0,2 en 0,4 m/s bij een zomersituatie. Deze stroomsnelheden worden echter vaak niet gehaald. In de zomer valt de beek zelfs zo nu en dan droog. Het wordt niet reëel geacht aan deze KRW-vereisten tegemoet te kunnen komen en daarom wordt binnen dit proces hier geen verdere aandacht aan besteed. Om uitslijting te voorkomen is een maximale stroomsnelheid van 0,6 m/s gewenst. Tijdens de modelberekeningen is Arcadis ervan uitgegaan dat deze stroomsnelheid tot en met een T10-situatie niet wordt overschreden.

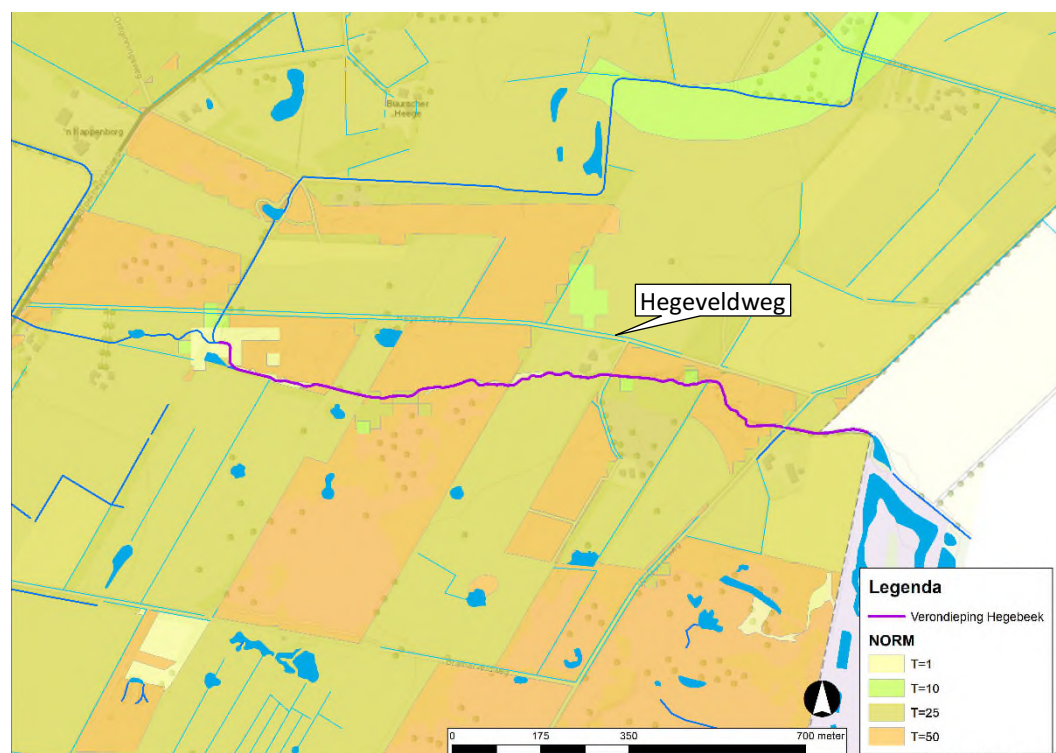
4.4 Regionale wateroverlastnormen

Om de regionale wateroverlast voor concrete locaties aan te pakken hebben waterschappen in het Nationaal Bestuursakkoord Water (2009) afgesproken hun gebieden te beoordelen op risico's op wateroverlast. Landelijk zijn hiervoor richtinggevende waarden vastgesteld. Het waterschap heeft deze normen vertaald in een ruimtelijke norm en vastgelegd in het waterbeheerplan dat geldig is van 2016 tot 2021 (Tabel 4-1 en Figuur 4-4 [12]). Deze normen zeggen iets over de mate waarin overstromingen toelaatbaar zijn doordat oppervlaktewateren buiten de oevers treden. Ze zijn uitgedrukt in de kans dat in een gebied wateroverlast ontstaat. Het ontwerp moet voldoen aan de toetsing wateroverlastnormen.

Tabel 4-1: Norm per type landgebruik conform waterbeheerplan waterschap Vechtstromen 2016-2021 en het percentage van het perceel dat buiten de norm mag inunderen.

Overwegend grondgebruik	Toelaatbare overschrijdingskans	Maaiveldcriterium
Grasland	1:10 jaar	5%
Akkerbouw	1:25 jaar	1%
Hoogwaardige land- en tuinbouw	1:50 jaar	1%
Glastuinbouw	1:50 jaar	1%
Bebouwd gebied	1:100 jaar	0%

Toelichting maaiveldcriterium: bij de agrarische functies mag een percentage van de percelen, zoals hierboven aangegeven, vaker inunderen zonder dat sprake is van overschrijding van de norm.



Figuur 4-4: Wateroverlastnormen rondom de Hegebeek (bron: waterschap Vechtstromen).

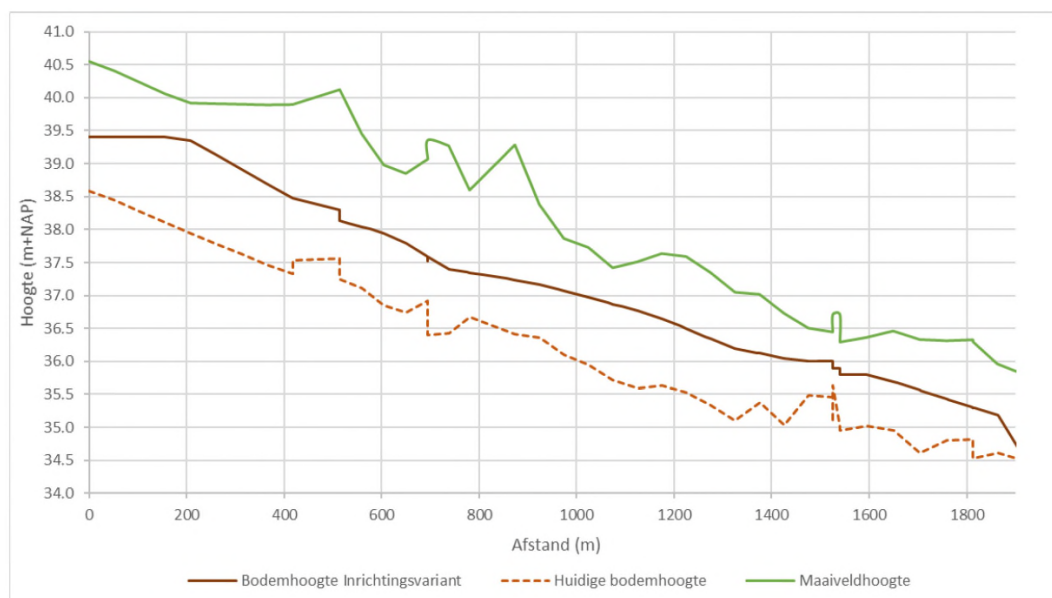
Rondom de Hegebeek komen vooral normeringen van T=50 en T=25 voor. De werkgroep is echter akkoord met inundaties in de natuurterreinen langs de beek, ongeacht de neerslaggebeurtenis. Grondeigenaar Natuurmonumenten is hiermee akkoord.

5 Maatregelen en effectbepaling

5.1 Maatregelen

5.1.1 Verhoging beekbodem

Het huidige verhang van de bodem van de Hegebeek heeft een grillig verloop (Figuur 5-1). Het verhang in het traject is afwisselend steil tot vlak en ligt zelfs een klein deel tegen het verhang in. Juist in de steile delen vinden de grootste overschrijdingen van de stroomsnelheid plaats. Arcadis heeft geadviseerd om bij de bodemverhoging een gelijkmatig verhang over het gehele traject te creëren (Figuur 5-1). De voorgestelde verhoging is doorgevoerd vanaf de Duitse grens tot de benedenstroomse vispassage. Door Tauw is vastgesteld dat een verondieping tot 50 cm - mv wenselijk is voor de omliggende habitattypen. Deze verondieping is conform de abiotische vereisten voor beekbegeleidende bossen bepaald.



Figuur 5-1: Verondieping ten opzichte van de huidige situatie vanaf de Duitse grens tot aan de Buurserstraat.

5.1.2 Enclave Jannink

Zuidelijk van de enclave van Jannink zijn herstellende hoogvenen aanwezig. Dit is een veenputtencomplex waar vooral sinds de aanleg van (damwand)kaden in 2007 door vernatting hoogveenregeneratie plaatsvindt (H7120 Herstellende hoogvenen & potentieel H7110 Actieve hoogvenen).

Ter plaatse van de enclave 'Jannink' bevindt zich langs het hoogveenreservaat een greppel van circa 0,5 meter diepte (Figuur 5-2). Deze greppel watert via de watergang in het midden van de enclave af in noordwestelijke richting naar de Hegebeek. De diepte van deze watergang loopt van circa 0,5 m tot bij het hoogveenreservaat af naar circa 1,5 a 2 meter vlakbij de Hegebeek. In het ecohydrologische dwarsprofiel is deze greppeldiepte circa 1,5 meter (Figuur 5-3).

In onderzoek van Bell Hullenaar (2018) is aangegeven dat de ontwatering van de voormalige enclave Jannink verdrogend werkt op het hoogveenrestant (herstellende hoogvenen). Hierbij is het volgende aangegeven:

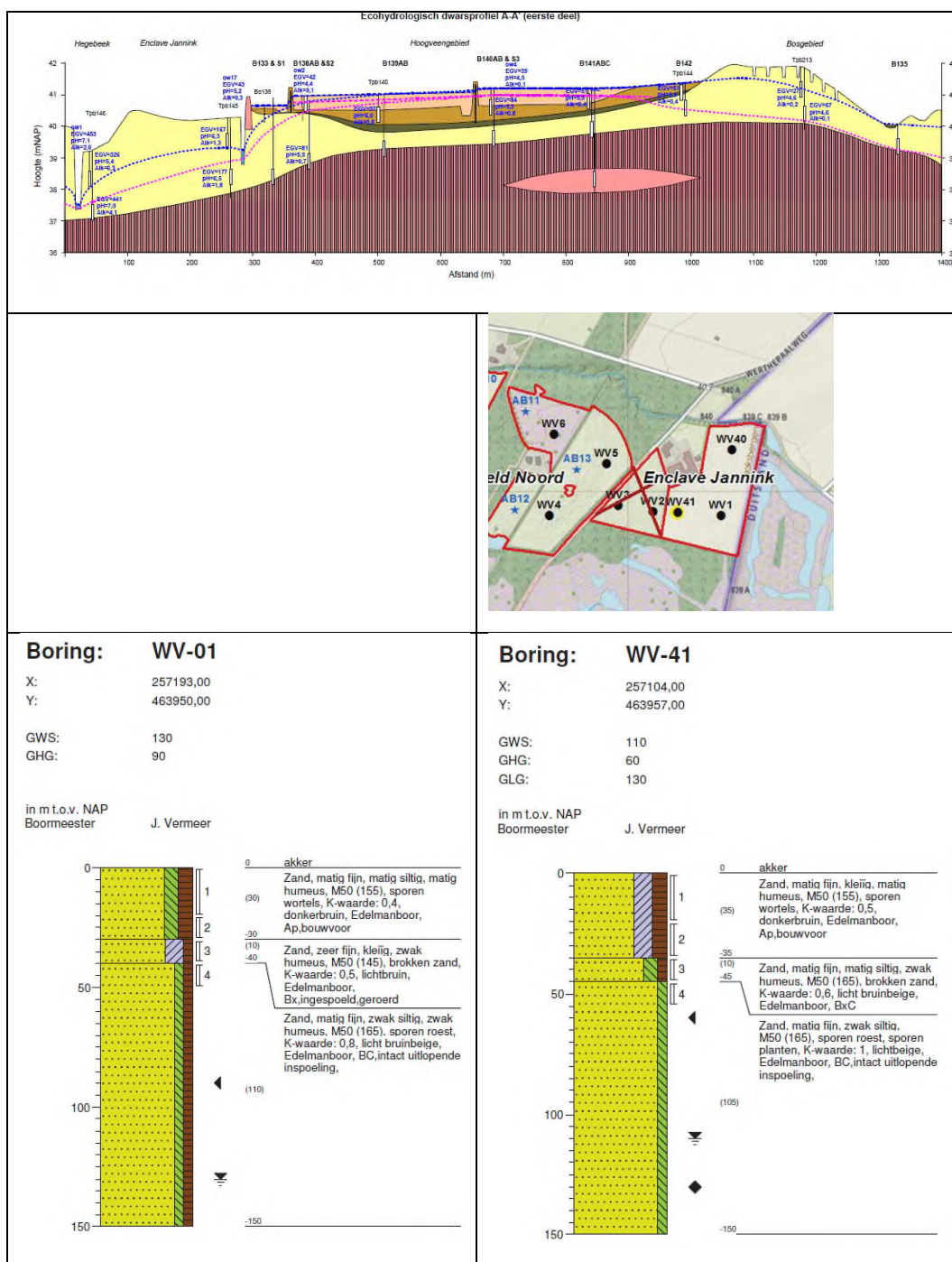
- Elke vorm van ontwatering in de directe omgeving van het hoogveen waaronder voormalige enclave Jannink, zorgt voor instabiliteit in de oppervlaktewaterpeil in het Natura 2000-gebied;
- Hoge fosfaatverzadiging landbouwpercelen op diepte (40 cm) met uitspoeling van fosfaat.

In het kader van Instandhouding/verbetering van de kwaliteit van habitattype H7120 Herstellende hoogvenen en eventuele ontwikkeling in de richting van habitattype H7110 Actieve hoogvenen worden in de enclave Jannink waterlopen gedempt. Met name het deelgebied Enclave Jannink is sterk verrijkt met fosfaat [13]. Het is daarom van belang rekening te houden met de oppervlakkige afvoer van water in verband met aanrijking met fosfaat. Daarnaast wordt herstel van een natuurlijk overgang van het hoogveengebied naar het deels afgegraven landbouwperceel nagestreefd. Gezien het feit dat het maaiveld in Enclave Jannink lager ligt dan het omliggende natuurgebied is de verwachting dat nutriëntrijke oppervlakkige afvoer niet direct het hoogveengebied in kan stromen.

De inrichtingsmaatregel voor enclave Jannink, onderdeel van deelgebied M2, bestaat uit het dempen en verondiepen van de twee watergangen ter plaatse van de enclave Jannink (de noord-zuid georiënteerde watergang dwars door de enclave staat in fig. 5-2 en in het inrichtingsplan voor Witte Veen nog aangegeven als te dempen. Bij nader inzien wordt deze verondiept, om waterafvoer vanuit zuidelijker gelegen natuurgebied te kunnen waarborgen mocht dat nodig zijn). De sloot langs het hoogveenreservaat wordt gedempt, waarbij een natuurlijk maaiveldhoogteovergangen weer wordt vormgegeven (Figuur 5-2).



Figuur 5-2: Maatregelenkaart enclave Jannink.



Figuur 5-3: Ecohydrologische en bodemkundige informatie voor Enclave Jannink (bron: Bell Hullenaar, 2018).

5.2 Waterhuishoudkundige veranderingen

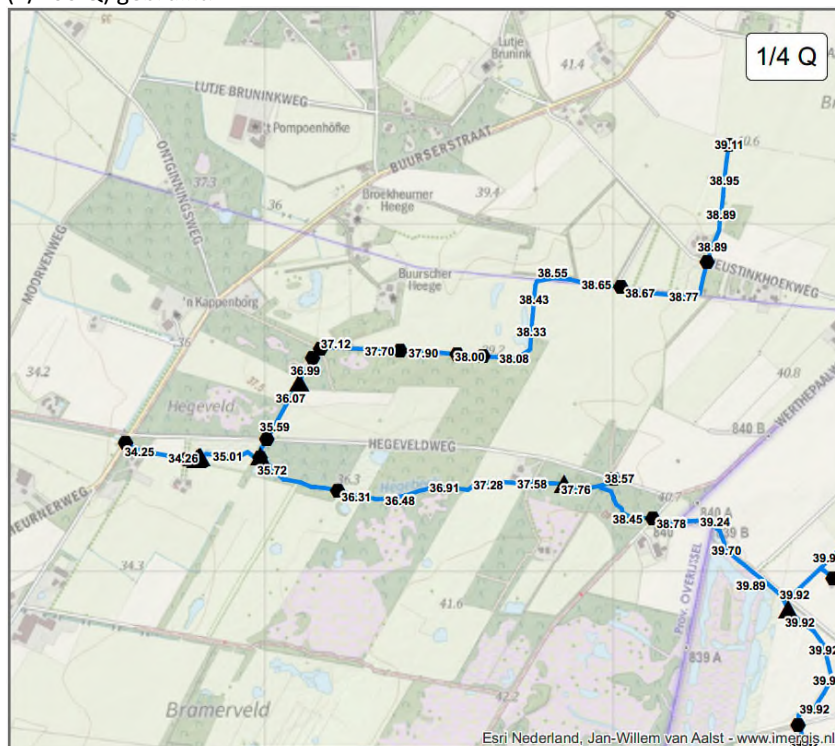
Voor uitgangspunten en details over de oppervlaktewatermodellering van Arcadis wordt verwezen naar hun rapportage (Arcadis, 2020, [14]). Zij hebben de inrichtingsvariant van een verondieping tot 50 cm-mv doorgerekend en vervolgens de waterpeilen, inundaties en stroomsnelheden bij verschillende afvoersituaties bepaald. Deze worden kort benoemd in de volgende paragrafen.

Bij de interpretatie van de resultaten is het van belang om het volgende te weten: Arcadis heeft gewerkt met een afvoermeetreeks van 5 jaar, gemeten bij het verdeelwerk Usselerstroom, benedenstrooms van het N2000-gebied. Het waterschap heeft deze meetreeks ter beschikking gesteld. Om ook het effect van hogere afvoeren te bepalen, heeft Arcadis de meetreeks geëxtrapoleerd naar afvoerdebieten voor T10 en T100. Binnen deze meetreeks viel echter de extreme neerslaggebeurtenis van 26 en 27 augustus 2010. Om deze neerslaggebeurtenis te duiden heeft Arcadis, na het doorrekenen van de meetreeks met afgeleide hogere afvoeren, de resultaten in het perspectief van neerslagstatistiek geplaatst. De resultaten op basis van de meetreeks betreffen een (flinke) overschatting. Deze overschatting is echter wel óók als resultaat gepresenteerd in de navolgende paragrafen, omdat binnen dit proces andere onzekerheden zijn die alsnog kunnen zorgen voor hogere afvoeren. Denk daarbij aan de herstel van het Ruckhaltenbekken dat niet het hele stroomgebied opvangt. Het is momenteel nog onzeker hoe hier mee om zal worden gegaan. De resultaten op basis van de meetreeks kunnen voor de hogere afvoeren als worst case worden geïnterpreteerd. De berekende effecten bij de uit de meetreeks afgeleide lagere afvoeren (1/100 Q, ¼ Q en T1) worden als betrouwbaar gezien.

5.2.1 Waterstanden Hegebeek

De verondieping tot 50 cm-mv vraagt op sommige trajecten een beekbodemverhoging van een meter tot maximaal 1,5 m (zie Figuur 5-4). In andere delen van de beek komt de bodem 50 tot 70 cm omhoog. Deze verondieping heeft uiteraard effect op de waterpeilen. In figuur zijn de berekende waterpeilen bij een ¼ Q-situatie weergegeven. Om de waterpeilen te duiden zijn in de volgende paragraaf inundatiebeelden opgenomen.

De berekende waterpeilen bij een winterafvoer (¼ Q) in de huidige situatie en de inrichtingsvariant zijn gebruikt om het grondwatereffect van de verondieping in de winter te bepalen. Voor het effect op de grondwaterstand in de zomer is het waterpeil bij de zomerafvoer (1/100 Q) gebruikt.

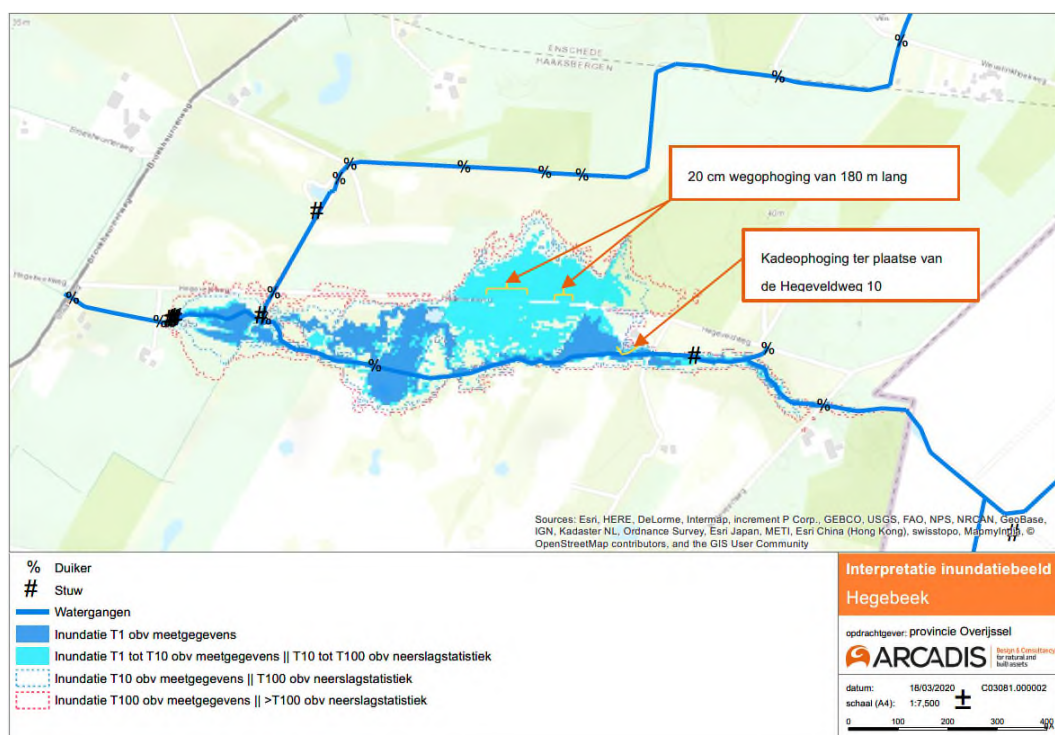


Figuur 5-4: Berekende waterpeilen voor de 1/4 Q situatie na verondieping.

5.2.2 Inundatie

In Figuur 5-5 zijn de inundaties inzichtelijk gemaakt die op kunnen treden uitgaande van de meetreeks en uitgaande van de neerslagstatistiek. In paragraaf 5.2 is aangegeven hoe dit verschil moet worden geïnterpreteerd. Inundaties bij T1 (donkerblauw in figuur) worden als betrouwbaar beschouwd en vinden veelal plaats op natuurpercelen. Eén landbouwperceel kan na verondieping jaarlijks inunderen. Dit betreft het perceel binnen het uitwerkingsgebied grenzend aan de Hegebeek (noordkant). Deze krijgt echter een natuurfunctie.

De lichtblauwe kleur geeft inundaties aan tot een T10-situatie geëxtrapoleerd uit de meetreeks. Op basis van de neerslagstatistiek blijkt dat dit een overschatting is en dat het lichtblauwe gebied zal inunderen tussen T10 en T100.



Figuur 5-5: Indicatie inundatiebeeld langs de beek bij verschillende herhalingstijden, uitgaande van de afvoerstatistiek en de neerslagstatistiek (weerstation Twenthe).

5.2.3 Stroomsnelheden

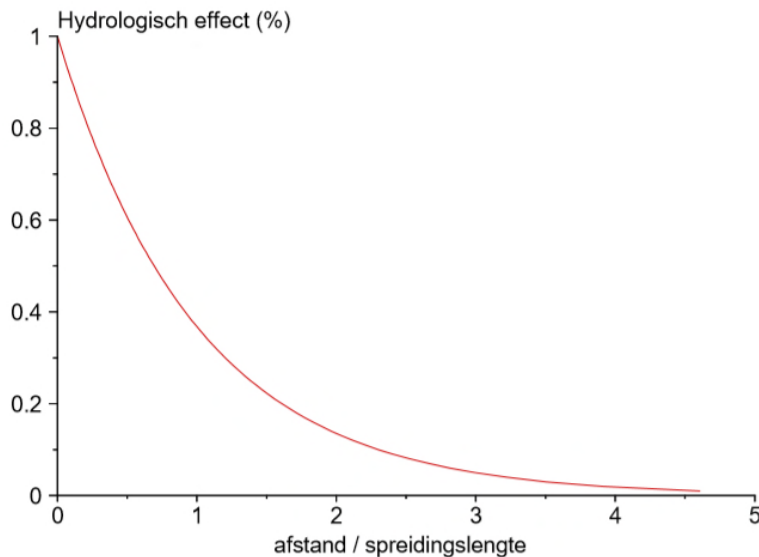
Op basis van de stromingscondities zijn door Arcadis stroomsnelheden bepaald. Hierbij zijn de volgende conclusies getrokken:

1. de stroomsnelheden zijn bij $\frac{1}{4}$ Q te laag voor het halen van de KRW-eisen;
2. de stroomsnelheid voldoet bij de T1 aan de ontwerpisen van waterschap Vechstroom;
3. de stroomsnelheid komt in het gehele traject onder de 0,6 m/s te liggen waarmee erosie nauwelijks optreedt en naar verwachting laagfrequente herstelwerkzaamheden nodig zijn om insnijding van de beekloop te voorkomen;
4. ter plaatse na de kunstwerken blijft fixatie van de bodem nodig, omdat hier de stroomsnelheid boven de grens voor begroeide waterlopen blijft (0,6 m/s).

5.3 Effecten op het grondwater

5.3.1 Effecten verondieping Hegebeek

Voor het bepalen van de effecten van de beekpeilverhoging op de potenties voor natuur en veranderingen van landbouwkundige opbrengsten is niet alleen de invloedsafstand maar ook de mate van beïnvloeding van belang. De mate van beïnvloeding neemt logaritmsch af naarmate de afstand tot de beek toeneemt (Figuur 5-6).



Figuur 5-6 Afname van de invloed van een peilwijziging (naar: van der Gaast en Massop, 2003)

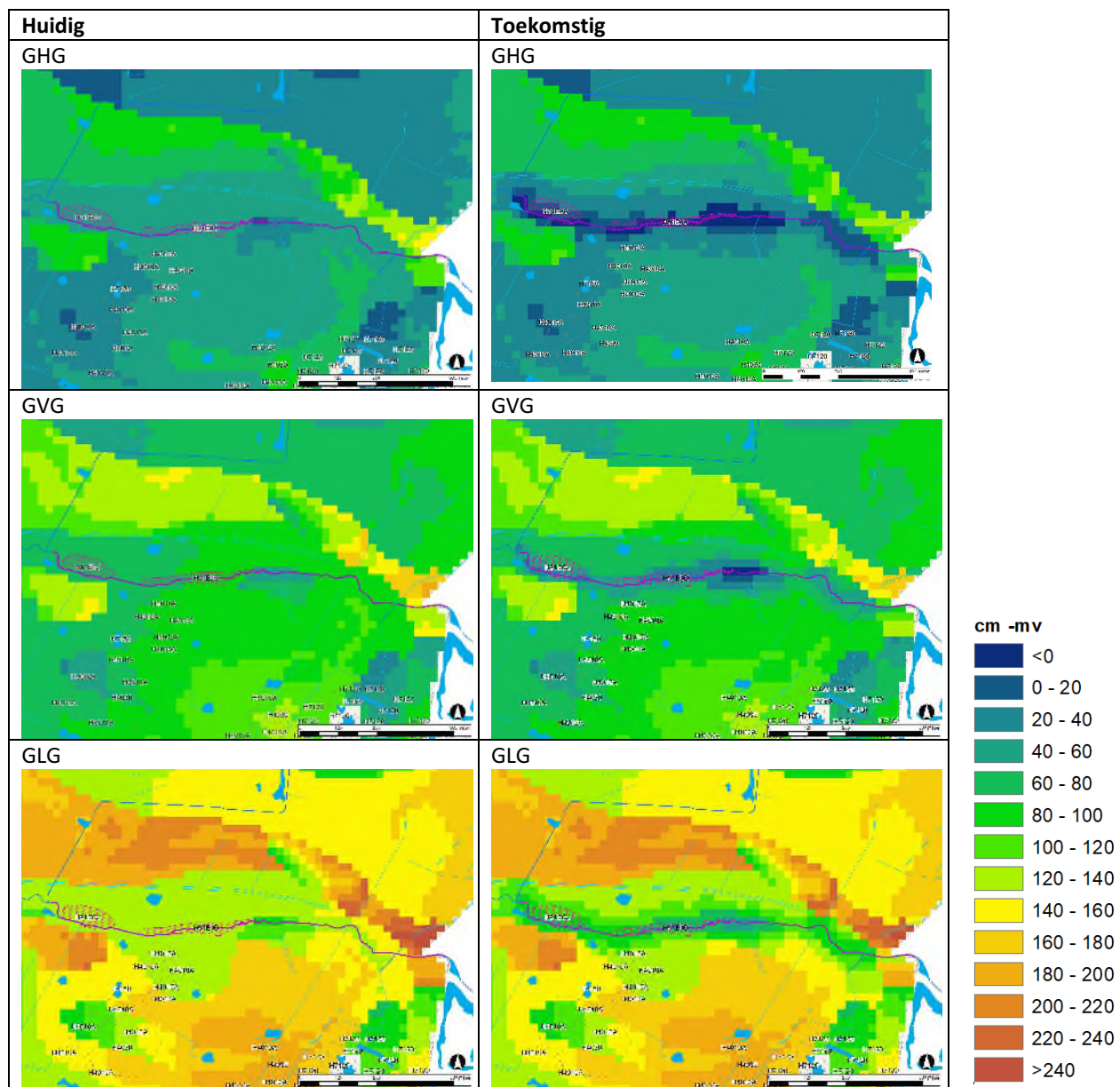
Van deze logaritmische afname kan gebruik worden gemaakt door de verandering in de grondwaterstand te bepalen. Hiervoor kan gebruik worden gemaakt van de volgende formule (naar: van der Gaast en van Bakel, 1997):

$$x = -\lambda \ln \left(\frac{h_x}{h_i} \right)$$

Met deze formule kan de afstand tot de beek voor een verandering in de grondwaterstand worden bepaald. In de formule is λ de spreidingslengte ($\sqrt{kDc}$), h_x de grondwaterstandsverandering en h_i de verandering als gevolg van de ingreep, de verandering van het beekpeil. Met deze formule kan in een GIS de afstand tot verschillende vernattingslijnen worden bepaald (Figuur 5-7). Uit de vernattingsberekeningen blijkt dat de beïnvloeding van de beekpeilverhoging van oost naar west geleidelijk afneemt. De maximale invloedsafstand wordt dan ook in het bovenstroomse deel van het beektraject, nabij de Duitse grens aangetroffen.

Nadat de te verwachten vernatting vlakdekkend in beeld is gebracht kan deze vernatting worden opgeteld (gesuperponeerd) bij de actuele GHG en GLG (Figuur 5-8). Op deze wijze kunnen kaarten van de huidige GxG en de GxG nadat de beekbodem is verhoogd (toekomstig) worden gemaakt. Hiermee wordt inzichtelijk gemaakt dat het grondwaterniveau als gevolg van de ingreep in een smalle zone langs de beek in zowel de zomer als de wintersituatie omhoog zal gaan.

26



Figuur 5-8: Actuele en toekomstige GHG, GVG en GLG

Teneinde de plausibiliteit van deze kaart voor dit gebied te toetsen is de geactualiseerde Gt-kaart vergeleken met schattingen van de GHG en GLG op peilbuislocaties (

Tabel 5-1). Op basis van gemeten grondwaterstanden in peilbuizen kan de GxG doorgaans met een betrouwbaarheid (95%) van circa +/- 20 cm worden bepaald [16].

Vanuit dit oogpunt kan worden aangegeven dat de gemiddelde verschillen beperkt zijn. Het gemiddelde verschil bedraagt voor de GHG 14 cm, voor de GVG 23 cm en voor de GLG 3 cm.

Tabel 5-1: GxG-gegevens van de peilbuizen en de geactualiseerde Gt-kaart op de locatie van de peilbuizen met het verschil tussen de gegevensbronnen. Van de peilbuizen B34F1497 en B34F3743 waren de metingen niet toereikend om een betrouwbare GxG te bepalen. De grondwatertrappen zijn onderscheiden in stappen van 40 cm.

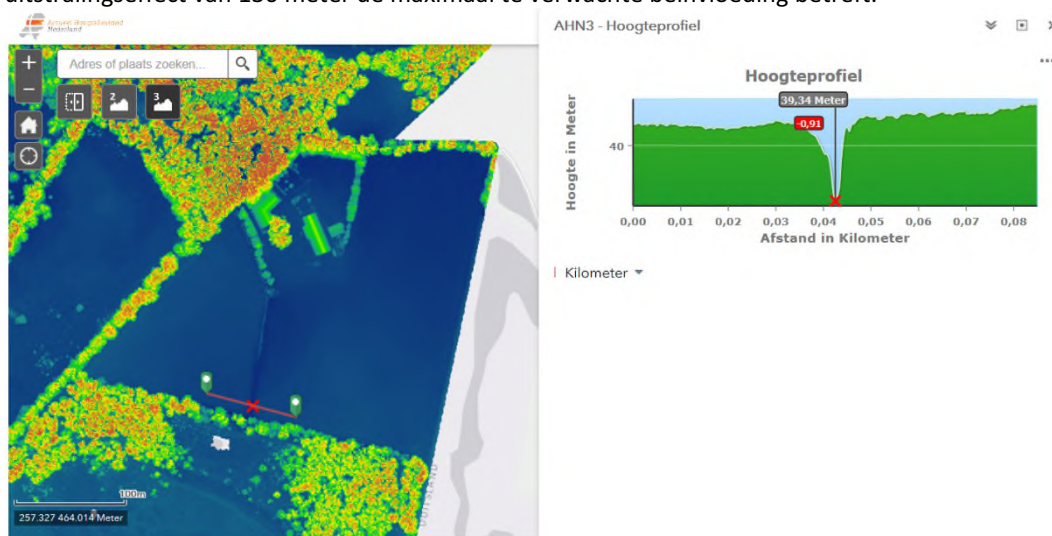
peilbuis	maaiveld	Peilbuizen (m - mv)			Kaart (m - mv)			Verskil (m)		
		GHG	GVG	GLG	GHG	GVG	GLG	GHG	GVG	GLG
B34F1493	39,90	0,20	0,50	1,30	0,50	0,95	1,70	-0,30	-0,45	-0,40
B34F1494	38,40	0,10	0,40	1,30	0,50	0,90	1,30	-0,40	-0,50	0,00
B34F1495	37,70	0,30	0,70	1,70	0,50	0,85	1,30	-0,20	-0,15	+0,40
B34F1496	37,20	0,20	0,30	1,50	0,50	0,85	1,30	-0,30	-0,55	+0,20
B34F1497	37,40				0,50	0,80	1,30			
B34F1499	39,45	0,15	0,35	0,95	0,35	1,00	1,70	-0,20	-0,65	-0,75
B34F3743	37,40				0,50	0,80	1,30			
B34F3815	38,60	0,60	1,10	1,90	0,50	0,90	1,30	+0,10	+0,20	+0,60
B34F3816	40,30	0,80	1,30	1,90	0,40	0,80	1,60	+0,40	+0,50	+0,30
B34F3818	35,30	0,20	0,50	1,30	0,40	0,70	1,40	-0,20	-0,20	-0,10
Gemiddeld								-0,14	-0,23	+0,03



Figuur 5-9: Locaties van de peilbuizen in DINOLoket.

5.3.2 Effecten enclave Jannink

Het dempen van de watergang aan de zuidkant van de enclave Jannink heeft een uitstralingseffect van circa 130 meter (k 2,5 m/d, D 2 m, drainageweerstand 400 dagen). Hierbij is voor de peilverhoging uitgegaan van een verhoging van 0,9 meter. Deze inschatting is gemaakt door middels het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN3) een inschatting te maken van de diepte van de waterloop (Figuur 5-10), en gebruikmakend van inmetingen door Antea Group (maaiveldhoogte circa NAP 39,80 m, bodemhoogte circa NAP 38,90 m). Vervolgens wordt er van uitgegaan dat de gehele waterloop wordt gedempt. Daarmee is het berekende uitstralingseffect tevens een maximale beïnvloeding. Bij de beschikbare boorgegevens is een schatting van de doorlatendheid van het bodemmateriaal weergegeven (Figuur 5-3). Voor de ondergrond in enclave Jannink is hierbij een doorlatendheid van 0,8 – 1,0 m/dag aangegeven. Indien voor de bepaling van de beïnvloedingsafstand wordt uitgegaan van een doorlatendheid van 0,9 m/dag bedraagt de beïnvloedingsafstand 78 meter. Ook hieruit blijkt dat het berekende uitstralingseffect van 130 meter de maximaal te verwachte beïnvloeding betreft.



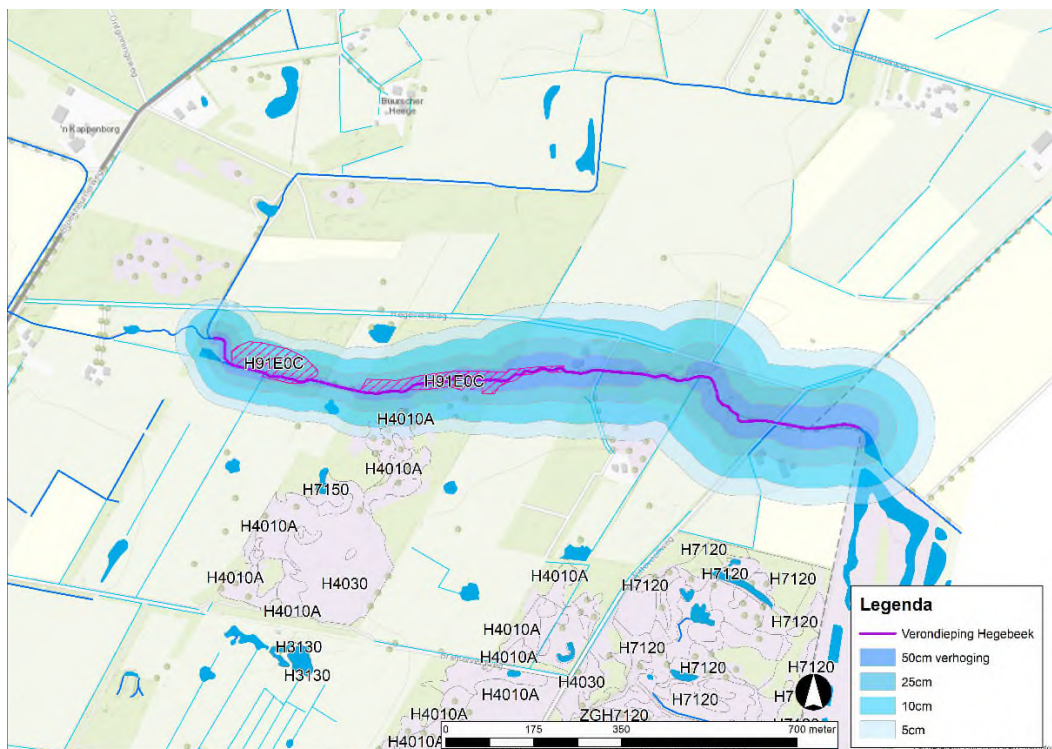
Figuur 5-10 Bepaling van de slootdiepte gebruikmakend van het AHN3

6 Effecten op natuurdoelen, landbouw, bebouwing en infrastructuur

6.1 Natuurdoelen

6.1.1 Behalen gestelde doelen

De beekbegeleidende bossen (Habitattype Vochtige alluviale bossen H91E0C) zijn op twee locaties in het beekdal van de Hegebeek aangewezen (Figuur 6-1). Het oostelijke deel bestaat uit Elzen-Essensbos, Eiken-Essensbos en Vogelkers-Essensbos, wat aan beide zijden van de beek in een smalle zone voorkomt. De effecten zijn hier getoetst aan de ecologische vereisten Vogelkers-Essensbos, omdat de andere twee bostypen binnen het habitattype niet kwalificeren. De westelijke locatie bestaat uit het bostype Elzenbroekbos RG (rompgemeenschap) Gewone braam, hetgeen wijst op verdroging. Deze locatie grenst aan de huidige loop van de Hegebeek, maar landschapsecologisch ligt deze op de hoge flank van het oorspronkelijke dal van de Hegebeek. Voor de RG zijn geen ecologische vereisten opgesteld en blijft het beoordelen van de effecten op dit bostype onzeker. De soortenkartering van Natuurmonumenten laat van de kenmerkende plantensoorten Witte klaverzuring en Dalkruid van Vogelkers-Essensbos op de oostelijke locatie de verspreiding zien. Beide plantensoorten komen ook voor in het Elzenbroekbos op de westelijke locatie wat wijst op een successie naar het drogere Vogelkers-Essensbos. Op de noord- en zuidflank van het beekdal van de Hegebeek komt Wilde gagel voor die voorkomt op zeer natte zure en venige grond. Potenties voor uitbreiding van het habitattype Vochtige alluviale bossen (H91E0C) wordt aansluitend besproken in 6.1.2.



Figuur 6-1: habitattypenkaart rondom de Hegebeek met grenzend aan de Hegebeek Vochtige alluviale bossen (H91E0C) en ten zuiden onder andere Vochtige heiden (H4010A) en Herstellende hoogvenen (H7120).

In het oostelijk habitatgebied met Vogelkers-Essenbos veranderen de huidige grondwaterstanden als gevolg van de voorgestelde beekverondieping zodanig dat de toekomstige grondwaterstanden voldoen aan de bandbreedte die als landelijke referentie is vastgesteld. De grondwaterstanden zijn getoetst aan de vlakken van de hydrologische modeluitkomsten voor de GVG en GLG (Figuur 5-8) en de ecologische vereisten (Tabel 6-1).

Tabel 6-1: De grondwaterstanden in het bostype Vogelkers-Essenbos, het habitatype Vochtige alluviale bossen, met de ecologische vereisten.

Ecologische vereisten Waternood	Huidig (cm - mv)		Toekomstig (cm - mv)		Referentie Waternood	Referentie Waternood
	GVG	GLG	GVG	GLG		
Vogelkers-Essenbos	60 – 100	120 – 140	0 – 60	60 – 100	25 – 60	>160

Legenda: Rood voldoet niet en groen voldoet wel aan ecologische vereisten.

Vogelkers-Essenbos krijgt een deel van haar basenverzadiging door inundatie. Het oppervlaktewater is sterk gebufferd, zeer rijk aan nitraat (758 $\mu\text{mol/l}$; 10,6 mg N-NO₃/l) en verrijkt met fosfor (1,7 $\mu\text{mol/l}$ ortho-P) en sulfaat (544 $\mu\text{mol/l}$) (B-Ware, 2018). Uit metingen van het waterschap en tijdens het veldbezoek blijkt het water van de Hegebeek eutroof te zijn met een gemeten geleidingsvermogen van tussen de 450 en 500 $\mu\text{S/cm}$. Deze hoge nutriënten concentraties kunnen voorkomen doordat een groot deel van het bovenstrooms gelegen stroomgebied (voornamelijk Duits grondgebied) in agrarisch gebruik is. Naast aanvoer van basen worden dus ook nutriënten aangevoerd, wat enerzijds tot buffering van de standplaats zal leiden en anderzijds tot verzuuring van de vegetatie door fosfaat en stikstof. Door de verwachte inundatie in de toekomstige situatie blijft het risico aanwezig op een te grote invloed van nutriënten op dit bostype (figuur 6-2). Bell en Hullenaar geven dan ook het volgende aan: “Voor een goed herstel van habitatype H91EOC Alluviale bossen dient de voeding met gebufferd grondwater tot in de wortelzone van de vegetatie hersteld te worden. Optimaal hiervoor is een diepte waarbij het waterpeil onder normale afvoeromstandigheden naadloos aansluit op de beekdalbodem. Gezien de slechte kwaliteit van het beekwater is frequente inundatie van het dal met dit voedselrijke water ongewenst. Dit betekent dat in ieder geval in een T1-situatie (ofwel een afvoerpiek met een herhalingsdij van gemiddeld eens per jaar) en liefst ook in een T10-situatie inundatie van het beekdal niet mag optreden.”



Figuur 6-2: Vogelkers-Essenbos (Habitattype Vochtige alluviale bossen) in het dal van de Hegebeek (oostelijke deel).

In het westelijke habitatgebied met Elzenbroekbos RG Gewone braam veranderen de huidige grondwaterstanden als gevolg van de voorgestelde beekverondieping, maar door het ontbreken van ecologische vereisten voor rompgemeenschappen, de ligging op de hoge flank van het oorspronkelijke dal van de Hegebeek en de successie naar het drogere Vogelkers-Essenbos blijft het onzeker of in de toekomstige situatie de achteruitgang van het huidige Elzenbroekbos RG Gewone braam gestopt kan worden. De grondwaterstanden zijn getoetst aan de vlakken van de hydrologische modeluitkomsten voor de GVG en GLG (Figuur 6-14) en de ecologische vereisten (Tabel 6-2).

Tabel 6-2: De grondwaterstanden in het bostype Elzenbroekbos RG Gewone braam, habitattype Vochtige alluviale bossen, waarvoor geen ecologische vereisten zijn gedefinieerd.

Ecologische vereisten zijn niet gedefinieerd	Huidig (cm - mv)		Toekomstig (cm - mv)	
	GVG	GLG	GVG	GLG
Elzenbroekbos RG Gewone braam	60 - 80	120 - 140	20 - 80	60 - 120

Door de hoge ligging vindt er op de westelijke locatie met Elzenbroekbos RG Gewone braam nauwelijks inundatie plaats en is er geen risico van nutriënten vanuit de beek en daardoor is geen verdere verzuuring als gevolg van nutriënten in het oppervlaktewater te verwachten (Figuur 5-5).



Figuur 6-3: Elzenbroekbos rompgemeenschap Gewone braam (habitattype Vochtige alluviale bossen) op de hoge flank van het oorspronkelijke dal van de Hegebeek (westelijke deel).

De beekverondieping heeft door de afstand tot de beek geen effect op de habitattypen Pioniervegetaties met Snavelbiezen en Herstellende hoogvenen ten zuiden van de Hegebeek. Voor de Vochtige heiden is dat zeer beperkt het geval met de locatie die het dichtst bij de beek ligt (het meest noordelijke deel).

De GVG van de associatie van Gewone dopheide van het beïnvloede deel ligt in de huidige en toekomstige situatie buiten het doelbereik. De GLG komt in toekomstige situatie ruimer binnen de bandbreedte van de ecologische vereisten te liggen. De grondwaterstanden zijn getoetst aan de vlakken van de hydrologische modeluitkomsten voor de GVG en GLG (Figuur 6-14) en de ecologische vereisten (Tabel 6-3).

Tabel 6-3: De grondwaterstanden bij de associatie van Gewone dopheide, het habitattype Vochtige heiden, waarvoor ecologische vereisten zijn gedefinieerd.

Ecologische vereisten Waternood	Huidig (cm - mv)		Toekomstig (cm - mv)		Referentie Waternood	Referentie Waternood
	GVG	GLG	GVG	GLG	GVG	GLG
Associatie van gewone dopheide	80 - 100	120 - 140	60 - 80	100 - 120	0 - 25	>140

Legenda: Rood voldoet niet en groen voldoet wel aan ecologische vereiste.

Conclusies:

- Op de Vochtige alluviale bossen is de beekbodemverhoging positief op de grondwaterstanden en komt voor de hydrologie binnen de ecologische vereisten van Vogelkers-Essenbos. Echter, door inundatie blijft invloed van nutriënten een risico voor de vereiste van matig voedselrijke omstandigheden voor dit habitattype:
 - Het bostype Vogelkers-Essenbos komt binnen de hydrologische bandbreedte van de landelijke ecologische vereisten GVG en GLG.

- Risico van nutriënten bij inundatie blijft bij het Vogelkers-Essenbos een aandachtspunt. Gezien de slechte kwaliteit van het beekwater is frequente inundatie van het dal met dit voedselrijke water niet wenselijk, maar het risico op achteruitgang door verdroging is groter en derhalve wordt aanbevolen in te zetten op vernattingsmaatregelen. Wel is het vanuit ecologisch oogpunt wenselijk te onderzoeken welke maatregelen mogelijk zijn om de nutriënten in het beekwater te verminderen. Aanbevolen wordt te onderzoeken wat de mogelijkheid is voor een helofytenfilter in de waterberging.
 - Voor het bostype Elzenbroekbos RG Gewone braam zijn geen ecologische vereisten gedefinieerd waaraan getoetst kan worden. Daarnaast ligt het op de hoge flank van het oorspronkelijke dal van de Hegebeek en gaat de successie naar het drogere Vogelkers-Essenbos waardoor het onzeker is of in de toekomstige situatie de achteruitgang van het huidige Elzenbroekbos RG Gewone braam kan worden gestopt.
 - Door de hoge ligging vindt er op de westelijke locatie met Elzenbroekbos RG Gewone braam nauwelijks inundatie plaats en is er geen risico van nutriënten vanuit de beek en daardoor geen verzuivering als gevolg van nutriënten in het oppervlaktewater te verwachten.
- De effecten van de beekverondieping op het Habitatype Vochtige heide is onvoldoende. Op de Vochtige heiden is de beekbodemverhoging zeer beperkt van invloed. Op een klein deel is er verbetering te verwachten, waarbij de GVG niet gaat voldoen aan de ecologische vereisten en de GLG wel ruimer boven de ondergrens van de ecologische vereisten komt te liggen.
- De beekverondieping is in een geleidelijke verhanglijn ontworpen, waardoor de beekbodem op 50 tot 60 cm onder het oppervlak komt te liggen. De effecten op de GLG voldoen daarmee aan de ecologische vereisten, maar voor de GVG is dat alleen voor Vogelkers-Essenbos toereikend, voor Elzenbroekbos RG Gewone braam is dat onzeker en voor de associatie van gewone dopheide onvoldoende.

Advies:

- Om de effecten van inundatie op de Vochtig alluviale bossen goed te kunnen volgen raden we aan om de ontwikkelingen goed te volgen door middel van monitoring.
- Verbetering van de grondwaterstanden is de belangrijkste stap in het verbeteren van de ecologische vereisten van de Vochtige alluviale bossen, maar er wordt nadrukkelijk geadviseerd om de invloed van nutriënten vanuit het bovenliggende stroomgebied te verminderen. Manieren om de last aan nutriënten te beperken zijn vermindering van bemestingsinvloeden door precisiebemesting en/of door minder bemesting. Daarnaast kan het omzetten van akkerland in blijvend grasland een positieve bijdrage leveren om dit knelpunt te verminderen. Tevens kan worden nagedacht over zuiverende voorzieningen zoals bijvoorbeeld het inrichten van een gebied als helofytenfilter.
- Het verondiepen van de bermsloot langs de Hegeveldweg zal een positief effect hebben op kwantiteit van het grondwater en kan daarmee ook een bijdrage leveren aan de instandhoudingsdoelen van de aangewezen habitatlocaties ten noorden van de beekloop. De bermsloot aan de noordzijde van het habitat voert grondwater af (kwelviezen en roestvlokken in de sloot op 07-02-2020, waarneming F. Eysink). Het zou raadzaam zijn nader onderzoek te doen naar de mate waarin de bermsloot kan worden verondiept.
- Voor de Vochtige heiden is de GVG belangrijker dan de GLG. Het is raadzaam om de mogelijk aanvullende hydrologische maatregelen te inventariseren om daar aan te kunnen voldoen.

6.1.2 Kansen voor uitbreiding van het habitattype Vochtige alluviale bossen

In het dal van de Hegebeek zijn mogelijk potenties aanwezig voor het habitattype Vochtige alluviale bossen. Ter hoogte van de westelijke locatie met Elzenbroekbos RG Gewone braam grenst noordelijk een bostype wat te herkennen is als een Elzenzegge-Elzenbroek subassociatie met Framboos (Figuur 6-4). Die locatie ligt in het oorspronkelijke dal van de Hegebeek. De grondwaterstanden zijn getoetst aan de vlakken van de hydrologische modeluitkomsten voor de GVG en GLG (Figuur 6-14) en de ecologische vereisten (Tabel 6-4). Voorgestelde verondieping van de Hegebeek tot 50 tot 60 cm onder maaiveld is voor de toekomstige GVG echter niet toereikend om aan de ecologische vereisten te voldoen.



Figuur 6-4: Elzenzegge-Elzenbroek subassociatie Framboos in oorspronkelijke dal van de Hegebeek ter hoogte van het habitattype Vochtig alluviale bossen met Elzenbroekbos RG Gewone braam in het westelijke deel.

Tabel 6-4: Huidige en toekomstige grondwaterstanden ter hoogte van de habitatzone Elzenzegge-Elzenbroek subassociatie Framboos

Ecologische vereisten Waternood	Huidig (cm - mv)		Toekomstig (cm - mv)		Referentie Waternood	Referentie Waternood
	GVG	GLG	GVG	GLG		
Elzenzegge-Elzenbroek subassociatie Framboos	60 - 80	120 - 140	60 - 80	100 - 120	0 - 25	>140

Legenda: Rood voldoet niet en groen voldoet wel aan ecologische vereiste.

6.1.3 Toetsing wateroverlastnormen

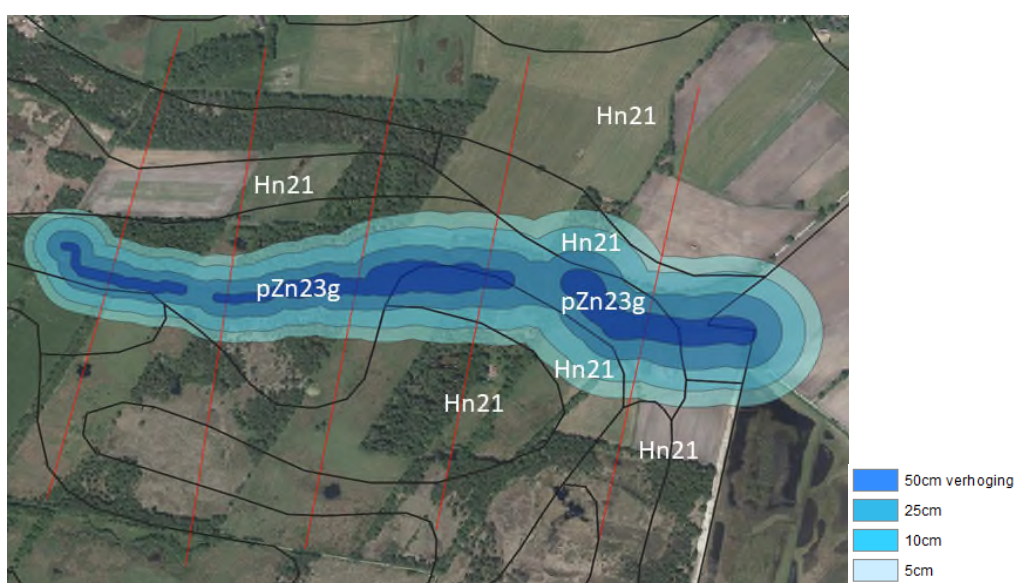
Uit de normenkaart van waterschap Vechtstromen blijkt dat het natuurgebied voor een groot gedeelte een norm heeft van 1:50 jaar. Het overige gedeelte heeft een norm van 1:25 jaar, 1:10 jaar en 1:1 jaar. Uit het inundatiebeeld voortkomend uit de analyse van Arcadis blijkt echter dat

een groot gedeelte van het beekdal eens in het jaar en eens in de 10 tot 100 jaar inundeert. De werkgroep die zich over dit vraagstuk heeft gebogen accepteert inundaties binnen natuurterreinen langs de beek, rekening houdend met de habitattypes die daar voorkomen, ongeacht de neerslaggebeurtenis. Grondeigenaar Natuurmonumenten is hiermee akkoord.

6.2 Landbouw

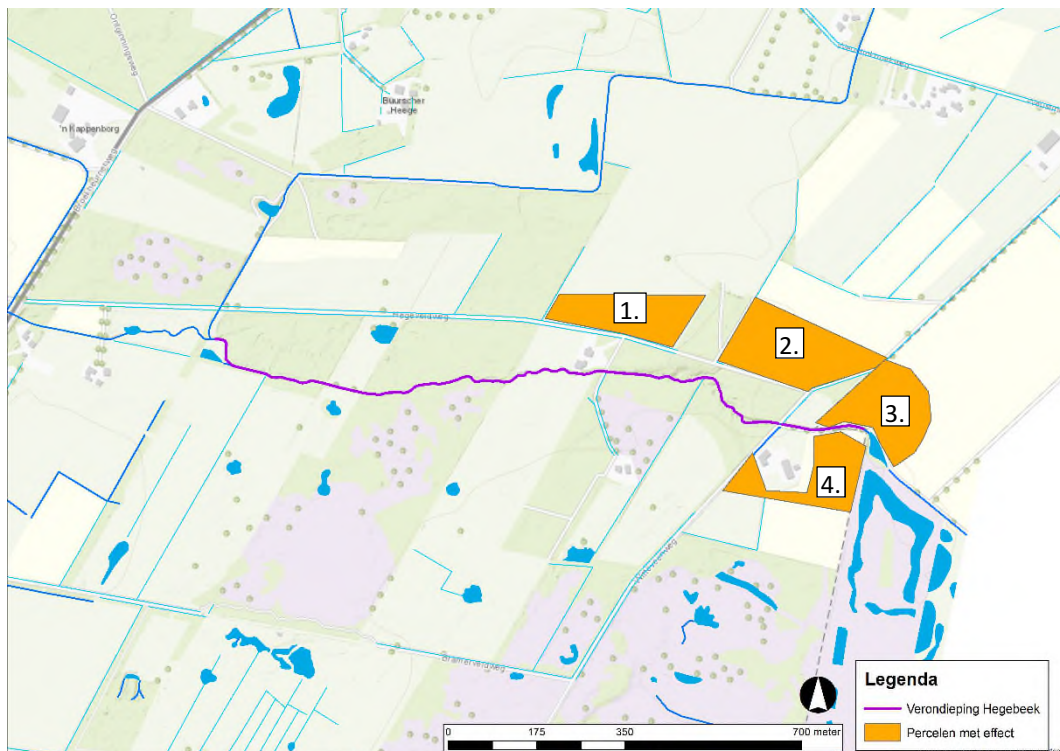
Verhoging grondwaterstand

Voor enkele landbouwkundige percelen is het van belang de te verwachte effecten van de verhoging van de beekbodem op de productie te onderzoeken. Hiervoor is een nadere analyse uitgevoerd. Gebruikmakend van de HELP-systematiek zijn per beïnvloed perceel dat in landbouwkundig gebruik is kenmerkende situaties gedefinieerd en doorgerekend (Tabel 6-5).



Figuur 6-5: Bodemkundige situatie in combinatie met de vernattingseffecten voor het grondwater rond de Hegebeek

In Figuur 6-6 zijn de delen van de percelen die effecten ondervinden weergegeven.



Figuur 6-6: De percelen met effecten.

Perceel 1

Het perceel halverwege het beektraject ten noorden van de beek is in landbouwkundig gebruik en een strook langs de weg kan enigszins te maken krijgen met vernatting. Dit perceel is de laatste twee jaar in gebruik geweest als (permanent) grasland. Er is drainage aanwezig. Het grootste deel van het beïnvloede deel van het perceel is een gooreerdgrond (pZn23g). De gemiddelde grondwaterstandssituatie voor het beïnvloede gedeelte van perceel 1 is een GHG van 52 cm en een GLG van 132 cm. Uitgaande van de GHG en GLG is er in de huidige situatie al sprake van een forse opbrengstreductie van 35% tot 40% (Tabel 6-5). In de tabel met opbrengstreductie is te zien dat het merendeel van de opbrengstreductie bestaat uit droogteschade. Uitgaande van een vernatting van 10 cm voor zowel de GHG als de GLG neemt de droogteschade met 2% af en de natschade met 2% toe. De totale schade blijft hierbij gelijk. Redenerend vanuit bereikbaarheid en bewerkbaarheid treed er wel verslechtering op. De drooglegging in de huidige situatie is vanuit agrarisch oogpunt al gering. Door de verhoging van de GHG naar 42 cm is er sprake van een verslechtering van ca. 20%, wat er mogelijk toe leidt dat het perceel in het voorjaar mogelijk pas drie tot vier weken later te betreden c.q. te bewerken is. Aan het einde van het seizoen is het perceel eveneens minder toegankelijk. Geconcludeerd kan worden dat het perceel gemiddeld 4 tot 6 weken minder te gebruiken is in het groeiseizoen. Uiteraard is dit afhankelijk van de weersomstandigheden.

Perceel 2 en 3

Op perceel 2 is de laatste twee jaar maïs verbouwd (boerenbunder.nl). Er is drainage aanwezig. Het wordt gekenmerkt door diepe grondwaterstanden. De GHG is 130 cm en de GLG 231 cm. Door de diepe grondwaterstanden is hier alleen sprake van droogteschade, die circa 25% bedraagt (tabel 6-5). Een vernatting van 10 cm heeft voor dit perceel een positief effect. De grondwaterstandssituatie is dermate droog dat de vermindering van de droogteschade als gevolg van een vernatting van 10 cm slechts 1% is.

Dit geldt ook voor perceel 3, waarvoor de relatieve opbrengsten niet apart zijn opgenomen, omdat dit perceel in Duitsland ligt en daarvoor geen gegevens beschikbaar zijn. Aangezien dit

perceel grenst aan perceel 2 wordt er vanuit gegaan dat het effect op dit perceel vergelijkbaar is met perceel 2. De huidige grondwaterstanden zijn diep en ook in de nieuwe situatie blijft dat en derhalve treed er geen verslechtering op ten aanzien van berijdbaarheid en bewerkbaarheid. Het oppervlak waarop effecten te verwachten zijn ligt daar op circa 2,4 ha.

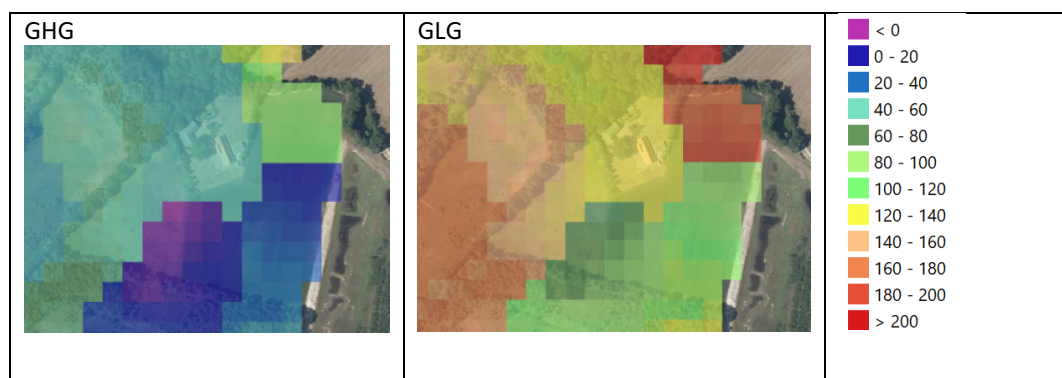
Tabel 6-5: Opbrengstreductie voor een aantal kenmerkende situaties binnen enkele percelen voor de huidige en toekomstige situatie

Locatie	Bodem		Opp effecten	GHG cm-mv	GLG cm-mv	Grasland %			Bouwland %		
						Nat	Droog	Totaal	Nat	Droog	totaal
Perceel 1	pZn23g	Hui		52	132	5	30	35	11	29	40
		Toe	2,1	42	122	7	28	35	15	25	40
Perceel 2	Hn21	Hui		130	231	0	25	25	0	27	27
		Toe	3,2	120	221	0	24	24	0	26	26

Enclave Jannink (perceel 4)

Enclave Jannink wordt gekenmerkt door grote verschillen in grondwaterstandsituatie (Figuur 6-7). De noordzijde van de enclave grenst aan de Hegebeek. Dit gedeelte van het perceel bestaat uit een veldpodzolgronden in leemarm en zwak lemig fijn zand. De GHG is 90 cm en de GLG 190 cm. Er is voor dit gedeelte van het perceel in de huidige situatie alleen sprake van droogteschade van circa 22%. Het verondiepen van de Hegebeek resulteert in een vermindering van de droogteschade van ongeveer 1%. Derhalve is er een zeer klein effect.

Naast het verhogen van de beekbodem zullen ook waterlopen worden verondiept. Het betreft de waterloop aan de zuidzijde van de enclave en de waterloop die midden door de enclave heen loopt. Rond deze waterloop is sprake van een natte situatie (Figuur 6-7). De GHG is ongeveer 10 cm en de GLG circa 80 cm. Het betreft een moerige podzolgrond met een moerige bovenlaag (vWp). Er is sprake van een forse natschade van 43% en een droogteschade van 3%. Het verondiepen van de waterlopen heeft tot gevolg dat de toch al forse natschade zal toenemen. De schadepercentages kunnen echter niet worden uitgerekend, doordat deze gronden als gevolg van de vernatting niet tot nauwelijks meer geschikt zijn voor landbouwkundige toepassingen. Mogelijk dat in droge situaties in een (klein) deel van het groeiseizoen gebruik kan worden gemaakt van de percelen.



Figuur 6-7 Grondwaterstandsituatie in en rond enclave Jannink

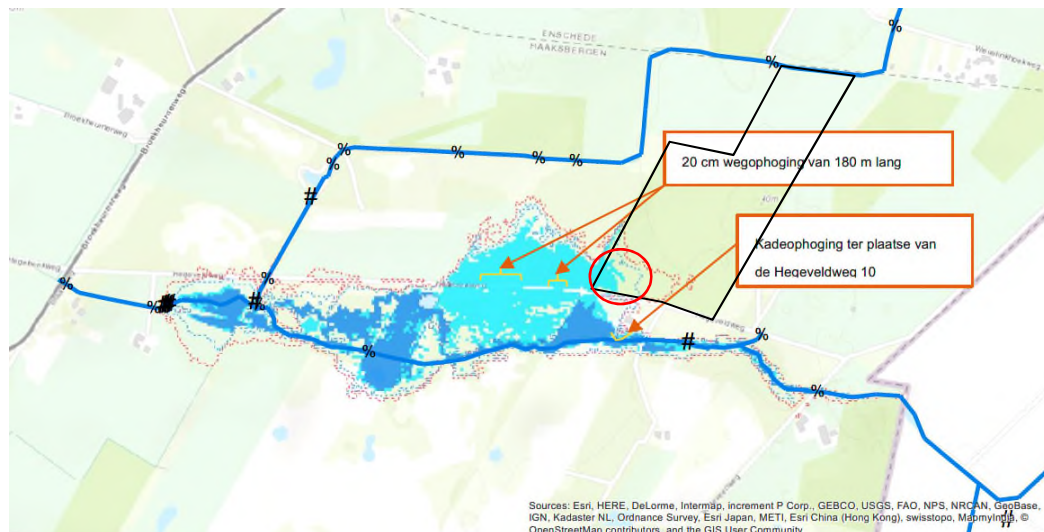
Conclusies:

- Uit de analyse blijkt dat de effecten van het verondiepen van de beekbodem voor de percelen ten noorden van de Hegeveldweg die in landbouwkundig gebruik zijn, zeer klein zijn.
- Voor de bovenstrooms gelegen percelen zijn de effecten enigszins positief.
- De noordzijde van enclave Jannink ondervindt nauwelijks effect van de beekverondieping.
- Het verondiepen van de waterlopen in het zuidelijke gedeelte van de enclave Jannink heeft tot gevolg dat de toch al forse natschade als gevolg van de vernatting zodanig toeneemt, dat deze gronden niet tot nauwelijks meer geschikt zijn voor landbouwkundig gebruik.

Toetsing wateroverlastnormen

Uit de inundatieanalyse van Arcadis blijkt dat de inundatie die voorkomt vrijwel geheel op gronden van natuur voorkomen. Bij één perceel inundeert bij een T10 situatie een gedeelte van dat perceel. Dit perceel is in gebruik als afwisselend gras- en akkerland en heeft daardoor een norm van 1:25 jaar. Het oppervlak van het perceel bedraagt circa 2,1 hectare, het gedeelte dat inundeert bedraagt circa 0,2 ha.

Doordat de inundatiediepte gering is (circa 20 cm) en sloten rondom het perceel niet in verbinding staan met de Hegebeek, kan inundatie mogelijk worden voorkomen met een technische oplossing door aan de zuidkant van de Hegeveldweg een klein dijkje te maken met een hoogte van circa 20 tot 30 cm. Echter, aangezien de berekende inundaties voor de T10 situatie zijn overschat kan er ook voor gekozen worden om in gesprek te gaan met de perceelseigenaar en eventuele effecten van het verondiepen op inundatie te monitoren en te compenseren wanneer deze in de praktijk nodig blijken. Het voordeel hiervan is dat er geen maatregelen aan de zuidkant van de Hegeveldweg hoeven te worden getroffen. Dit is opgenomen in het voorstel voor monitoring.

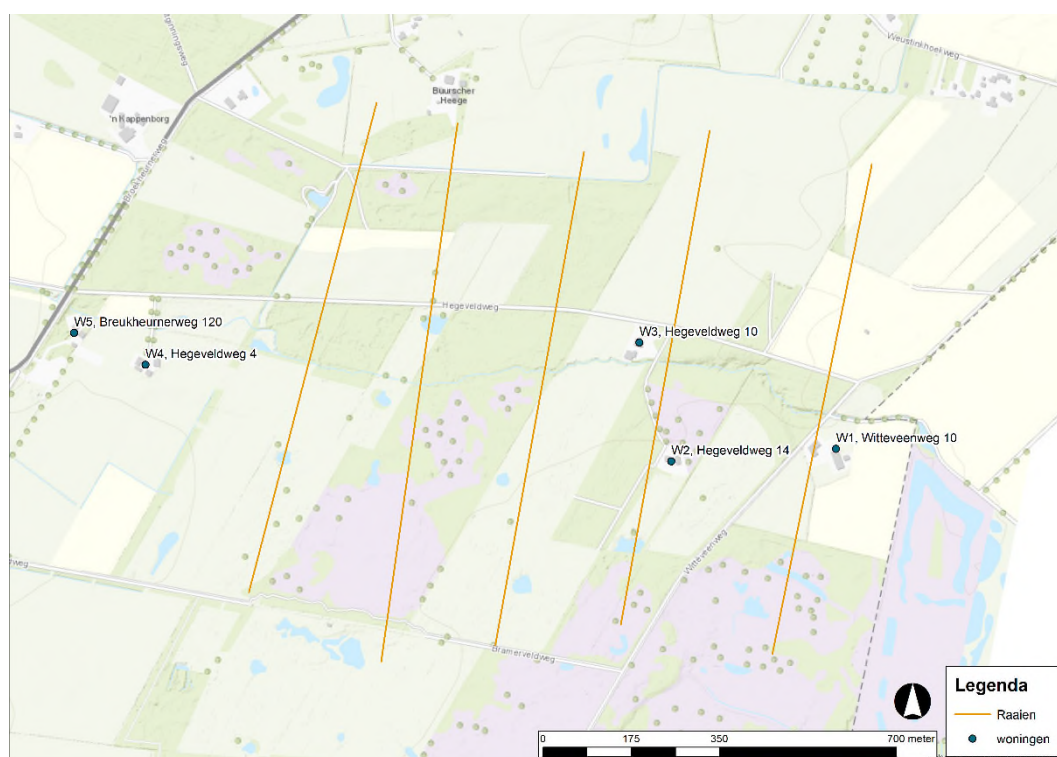


Figuur 6-8: Perceel (zwarte figuur) met het gedeelte dat inundeert vanaf een T10-situatie (rode ovaal).

6.3 Bebouwing

Grondwater

Naast het grondwatermeetnet is er voor een aantal woningen nader onderzoek nodig naar de risico's op schade aan bebouwing. In dit nadere onderzoek wordt de noodzaak voor aanleg van ontwateringsmiddelen meegenomen. Het gaat om mogelijke schade in de vorm van optrekkend vocht, het opdrijven van kelders, etc. Het daadwerkelijk ontstaan van grondwateroverlast hangt mede af van de hoogte van de bebouwing ten opzichte de hoogte van het erf en de bouwkundige staat van de woningen. Op twee locaties worden mogelijk vernattingseffecten verwacht n.a.v. het verondiepen van de Hegebeek, namelijk bij W1 (Witteveenweg 10) en W3 (Hegeveldweg 10) (maatregel M2) (Figuur 6-9). Bij alle vijf locaties wordt een bouwkundige opname uitgevoerd (omdat dit reeds in gang is gezet o.b.v. eerdere inschattingen) en zo nodig worden mitigerende maatregelen uitgewerkt.



Figuur 6-9: Bebouwing/erven Witte Veen waar mogelijk effect wordt verwacht.

Tabel 6-6: GHG en GLG in de huidige en toekomstige situatie per woning waar effect wordt verwacht.

Woning	GHG (m -mv)			GLG (m -mv)		
	Huidig	Toekomstig	verschil	Huidig	toekomstig	verschil
W1	0,60	0,30	+0,30	1,40	1,20	+0,20
W2	0,50	0,50	0	1,80	1,80	0
W3	0,50	0,25	+0,25	1,30	0,80	+0,50
W4	0,70	0,70	0	1,60	1,60	0
W5	0,70	0,70	0	1,60	1,60	0

Toetsing wateroverlastnormen

Voor één van de erven (Hegeveldweg 10) wordt voor een gedeelte inundatie verwacht op basis van de berekeningen van Arcadis ééns in de 10 tot 100 jaar. De normering staat inundatie toe vanaf een T100, waardoor dit niet voldoet aan de normering. Echter staat het erf op de normenkaart van het waterschap aangegeven met een norm van T25, gelijk aan het omliggende

akkerland. Ook dan is op basis van de berekeningen niet zeker of het gedeelte van het erf voldoet aan de norm. Daarom wordt voorgesteld een kadeverhoging aan zuid en zuidwestkant aan te leggen om zo inundatie te voorkomen. Dit dient in de DO- en besteksfase verder te worden uitgewerkt.

6.4 Infrastructuur

Verhoging grondwaterstand

Binnen het effectgebied liggen een tweetal wegen, namelijk Hegeveldweg en de Witteveenweg. De Witteveenweg ligt aan de bovenstrooms gelegen oostzijde van het gebied. In dit gebied is sprake van lage grondwaterstanden (Figuur 5-8). Hierdoor heeft de te verwachten vernatting geen effect op de benodigde ontwatering van de weg.

De Hegeveldweg ligt ten noorden van de Hegebeek en is geasfalteerd. Langs de Hegeveldweg liggen voor een groot deel sloten en greppels die ervoor zorg dragen dat het grondwater onder de weg niet te hoog komt te staan. Het is raadzaam deze greppels en sloten goed te onderhouden teneinde grondwateroverlast te voorkomen. Niet overal langs de weg liggen sloten. Vooral langs het bovenstroomse gedeelte ontbreken sloten. Als mitigerende maatregel kunnen op deze locaties nieuwe bermsloten worden gerealiseerd. Hiermee kan de benodigde ontwatering van de weg worden gewaarborgd. Het zal echter uit het wegenbouwkundig advies, dat separaat wordt opgesteld, moeten blijken of mitigatie daadwerkelijk nodig is. Het aanleggen van nieuwe bermsloten betekent tegelijkertijd wel dat eventuele negatieve uitstralingseffecten van de beekboderverhoging worden beperkt en dat hierdoor vernattingseffecten ter hoogte van perceel 1 kunnen worden gemitigeerd.

Tijdens het veldbezoek d.d. 20-01-2020 is gebleken dat er aan de zuidzijde van de Hegeveldweg voldoende ruimte is om een ontwateringssloot te realiseren. Langs de Hegeveldweg staan daar momenteel voornamelijk struikachtige begroeiing en er zullen mogelijk enkele bomen moeten worden gekapt. Deze mitigerende maatregel zal, indien nodig en gewenst, nader worden uitgewerkt tijdens het opstellen van het DO en het schrijven van het bestek voor Buurserzand en Witteveen.

Inundatie

Evenals bij de percelen inundeert volgens de inundatieberekeningen van Arcadis een klein deel van de Hegeveldweg ten noorden van de Hegebeek. Het gaat om een weglengte van circa 180 meter waar inundatie optreedt. Gelijk aan de inundatie bij perceel 1 kan deze worden tegengegaan door het aanleggen van een kleine dijk van circa 20 – 30 cm. Aangezien de berekende inundaties voor de T10 situatie zijn overschat, kan er ook voor gekozen worden om eventuele inundatie, die waarschijnlijk minder vaak voorkomt dan eens in de tien jaar, te accepteren. Dit zal in overleg met de wegbeheerder bepaald moeten worden.

6.4.1 Witteveenweg

De Hegebeek passeert de Witteveenweg, welke tot de woning W1 is geasfalteerd en daarna overgaat in halfverharding. In de duiker onder de Witteveenweg is een afvoermeetpunt geïnstalleerd. Aan de zijde van de woning blijft langs de Witteveenweg de sloot, weliswaar sterk verondiept tot zo'n 0,5 m - mv, liggen. Hiermee wordt overlast (te hoge grondwaterstand in wegconstructie en daardoor sneller schade) aan de weg zoveel mogelijk voorkomen. Richting het Witteveen zal vanwege de sterke vernatting de weg eventueel verhoogd moeten worden om de

toegankelijkheid te waarborgen. De te nemen maatregelen zullen nader worden uitgewerkt tijdens het opstellen van het DO en het schrijven van het bestek voor Buurserzand en Witteveen.

7 Realisatie

Het verondiepen van de beekbodem is op verschillende manieren te realiseren. Vanuit het oogpunt van building with nature is zandsuppletie waarbij gebruik wordt gemaakt van de kracht van het water een aantrekkelijke optie. Bij deze optie wordt in het bovenstroomse traject zand in de beek aangebracht. Vervolgens kan het water tijdens hogere afvoeren het zand gaan meevoeren naar benedenstroomse delen. Om de verondieping te sturen wordt op een aantal geschikte locaties een barrière of drempel aangebracht. Deze barrière kan bestaan uit stenen of dood hout of een combinatie van beide. Achter deze drempel zal de stroomsnelheid van het water afnemen waardoor bovenstrooms van deze drempels het zand wordt afgezet. Op deze wijze kan op een seminatuurlijke wijze de beekbodem worden verhoogd. Deze optie vraagt wel enige tijd en is vooral geschikt voor situaties waarbij geen grote hoeveelheden zand nodig zijn. Een andere optie is het mechanisch inbrengen van zand. Hierbij wordt met behulp van klein materieel de beek verondiept tot gewenste hoogte. De derde optie is een combinatie van beide maatregelen.

Voor de Hegebeek is sprake van een aanzienlijke verondiepingsopgave. Het doel is de beekbodem tot circa 50 cm onder maaiveld te verondiepen. Op een aantal locaties is de Hegebeek circa 2 meter diep waardoor de verondiepingsopgave meer dan een meter bedraagt. Op basis van meetgegevens kan de benodigde hoeveelheid zand worden bepaald. De diepe insnijding van de Hegebeek heeft waarschijnlijk geleidelijk over een periode van decennia plaatsgevonden. Ook het ophogen van de beekbodem middels zandsuppletie zal hoogstwaarschijnlijk meerdere jaren in beslag nemen. Voordeel is dat de vernatting van het bos geleidelijk plaatsvindt, zodat effecten op natuurwaarden gemonitord kunnen worden en er tijdens het suppleren kan worden geschakeld.

Het mechanisch inbrengen van zand zal veel sneller gaan en daarmee is veel sneller het effect van de verondieping te merken. Het nadeel van deze werkwijze is dat het bestaande landschap behoorlijk wordt aangetast, evenals (bijbehorende) natuurwaarden. Om de beek berijdbaar te maken, moeten veel omgevallen bomen over de beek verwijderd worden en daarnaast wordt de bestaande oever aangetast.

De combinatie van beide mogelijkheden heeft als voordeel een sneller resultaat, maar daarbij ook de nadelige effecten van het mechanisch inbrengen.

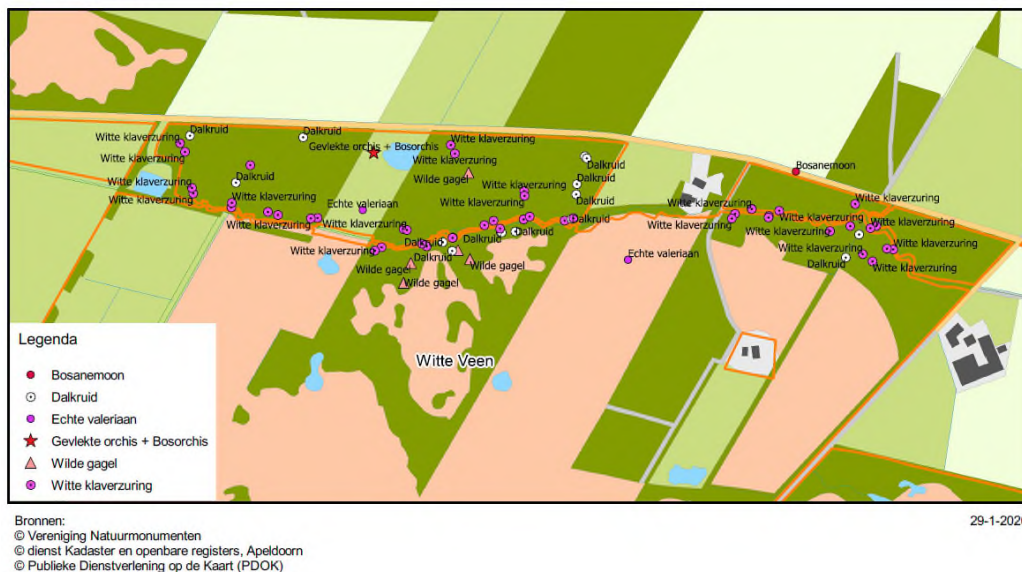
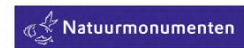
Tijdens het veldbezoek d.d. 20 januari 2020 is geconstateerd dat de beek door de dichte begroeiing slecht bereikbaar is voor machines en materieel dat het zand in kan brengen. Gezien de grootte hoeveelheid benodigd zand is het aannemelijk dat er vanaf verschillende locaties langs de Hegebeek zand wordt ingebracht, wat zowel nodig is voor de suppletie als voor mechanisch inbrengen. Hiervoor zal op verschillende locaties vanaf de Hegeveldweg een toegang tot de Hegebeek nodig zijn. Om dit te realiseren zal op een aantal plaatsen een strook begroeiing verwijderd moeten worden. Hierbij moet rekening worden gehouden met aanwezige kwetsbare flora (Figuur 7-1). Daarnaast is het van belang teneinde schade aan de ondergrond te minimaliseren tevens maatregelen te nemen om insporing te voorkomen. Het is sowieso zaak om met niet al te groot materieel aan het werk te gaan, om schade aan zowel natuur als infrastructuur zoveel mogelijk te beperken. Tijdens de DO en besteksfase zal dit nader worden uitgewerkt, ook wat betreft de levering van benodigd materiaal.

Om er voor te zorgen dat het aangebrachte zand niet weer tijdens afvoerpieken wordt geërodeerd zullen drempels bestaande uit niet erosief materiaal noodzakelijk zijn. Hierbij kan gedacht worden aan stenen of dood hout. In tegenstelling tot de methode waarbij gebruik wordt gemaakt van zandsuppletie kunnen deze drempels bij mechanisch inbrengen niet vooraf worden aangebracht. De benodigde hoeveelheid zand wordt immers binnen de beekbedding met klein

materieel lateraal verspreid waardoor vooraf aangebrachte drempels tijdens de werkzaamheden een barrière zullen vormen en/of tijdens de werkzaamheden gemakkelijk kunnen worden beschadigd. Hierdoor is het waarschijnlijk gemakkelijker de erosiebeperkende maatregelen achteraf aan te brengen. Hierbij is het wel van belang rekening te houden met eventuele eroderende werking van het water waarbij een drempel kan worden ondergraven (onderloopsheid). Tijdens de DO en besteksfase zal dit nader worden uitgewerkt.

Witte Veen

Flora Hegebeek



Figuur 7-1: Locatie kwetsbare flora in de alluviale bossen langs de Hegebeek

Monitoring

Er zijn reeds monitoringsplannen opgesteld, zowel intern als extern (voor effecten op de omgeving). Monitoring is vanuit de volgende perspectieven van belang:

- In het kader van de voorgestelde vernattingsmaatregelen worden de risico's voor bebouwing nader in beeld gebracht. Indien nodig kan dit leiden tot compenserende maatregelen. Indien uit de nadere inventarisatie blijkt dat er voor bepaalde bebouwing mogelijke risico's zijn is het verstandig grondwaterstanden te gaan monitoren;
- De waterlopen langs de wegen vangen een deel van de kwel naar de alluviale bossen af. Daarom is het van belang deze waterlopen zo ondiep mogelijk te houden. Ondiepe wegbermsloten kunnen risico's voor de weg zelf vergroten waardoor het wenselijk kan zijn ook hier grondwaterstanden te gaan monitoren;
- De vernattingsmaatregelen worden genomen teneinde de doelstellingen voor de habitattypen te versterken. Teneinde meer inzicht te krijgen in de effectiviteit van het verhogen van de beekbodem is het wenselijk om in de vorm van raaien haaks op de Hegebeek monitoren. Het gaat hierbij niet alleen om grondwaterstandsmetingen maar ook om waterkwaliteitsmetingen.
- In het geval van inundatie moet worden gemonitord hoe de toekomstige beekpeilen zich verhouden tot de wateroverlastnormen.

Momenteel wordt al in het projectgebied gemeten waarbij onder meer gebruik wordt gemaakt van raaien.

8 Bronnenlijst

- [1] Gebiedsanalyse Witte Veen, 31 oktober 2017, Provincie Overijssel
- [2] Inrichtingsplan Witte Veen, Uitwerkingsgebieden extern, 16 juli 2019, Gemeente Haaksbergen
- [3] www.topotijdreis.nl
- [4] Ecohydrologische systeemanalyse en uitwerking maatregelenplan Natura 2000-gebied Witte Veen, april 2018, Bell Hullenaar
- [5] <https://www.synbiosys.alterra.nl/synbiosysnl/>
- [6] De vegetatie van Nederland, 1999, Stortelder et al.
- [7] Ecologische vereisten habitattypen, 2009, Runhaar et al.
- [8] Waterpeilregulatie in broekbossen, 2003, Smolders et al.;
Hydrology and restoration of wet heathland and fen meadow communities, 2000, Jansen
Vernatten met beleid: lessen uit het recente verleden, 2005, Lucassen & Roelofs
- [9] Herstelexperiment voor elzenbroek door bevoeiing met oppervlaktewater in 't Lankheet, 2011, Aggenbach
- [10] De vegetatie van Nederland, 1995-1999, Schaminée et al.
- [11] Stromingscondities Hegebeek, variantenstudie hydrologische maatregelen en uitwerking voorkeursvariant, maart 2020, Arcadis
- [12] Waterbeheerplan 2016-2021, 2015, Waterschap Vechtstromen
- [13] Bodem & hydrochemisch onderzoek in het Witte Veen, maart 2018, B-Ware
- [14] Hydrologie op basis van karteerbare kenmerken, 2006, van der Gaast et al.
- [15] Grondwaterregime op basis van karteerbare kenmerken, 2010, van der Gaast et al.
- [16] Monitoring van verdroging; Methodische aspecten van meetnetoptimalisatie, 2005, van der Gaast et al.

Bijlage 1 Modelleren MicroFEM

Bijlage 1 Modelling MicroFEM

De modelberekeningen zijn uitgevoerd met het grondwaterstromingsmodel MicroFEM. Voor de berekeningen is gebruik gemaakt van MicroFEM versie 4.10. De resultaten van dit model zijn vergeleken met de fysische wetmatigheden die in de jaren '30 door Mazure (Mazure 1936) zijn vastgesteld. In MicroFEM is een berekening gedaan middels één raai, een dwarsdoorsnede van een kilometer lengte dwars op de Hegebeek. Hiervoor is een laagopbouw van één laag bestaande uit een watervoerende zandlaag gemaakt. Daaronder liggen de ondoorlatende keileem- en kleilaag.

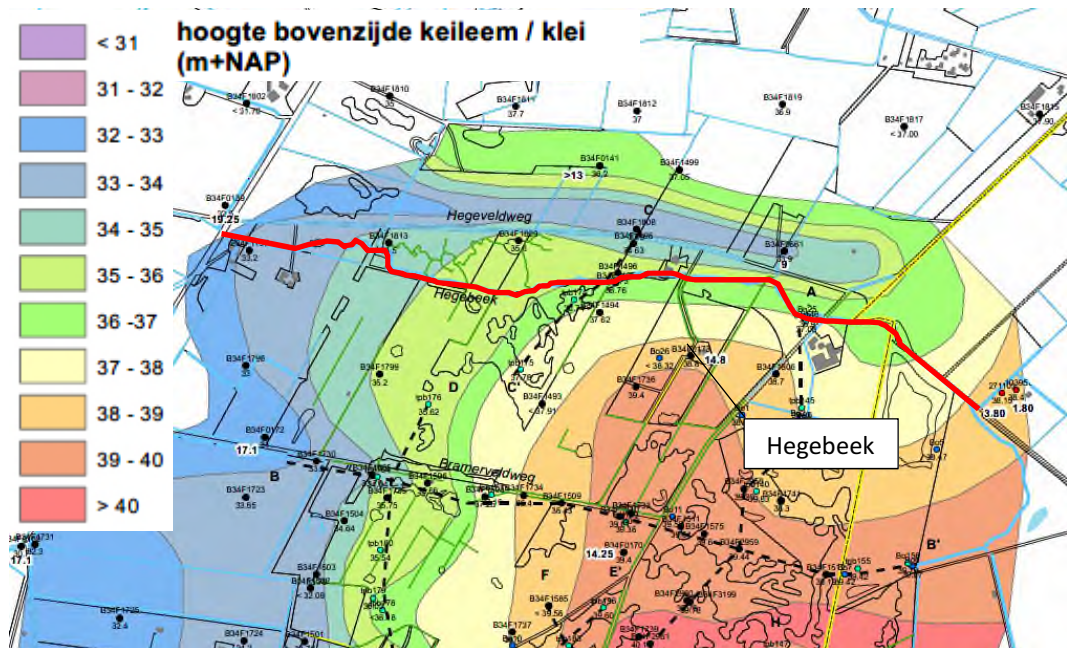
De maatregel om de Hegebeek te verdiepen met als reden het gebied te vernatten heeft een positieve uitwerking op het halen van de natuurdoelen, maar kan ook gevolgen hebben voor omliggende functies zoals landbouw, infrastructuur en bebouwing. Daarom is het van belang de ruimtelijke effecten van de beekpeilverhoging goed in beeld te hebben. De berekeningen zijn zodanig uitgevoerd dat deze zo goed mogelijk aansluiten bij de in dit rapport beschreven systeemanalyse.

Werkwijze

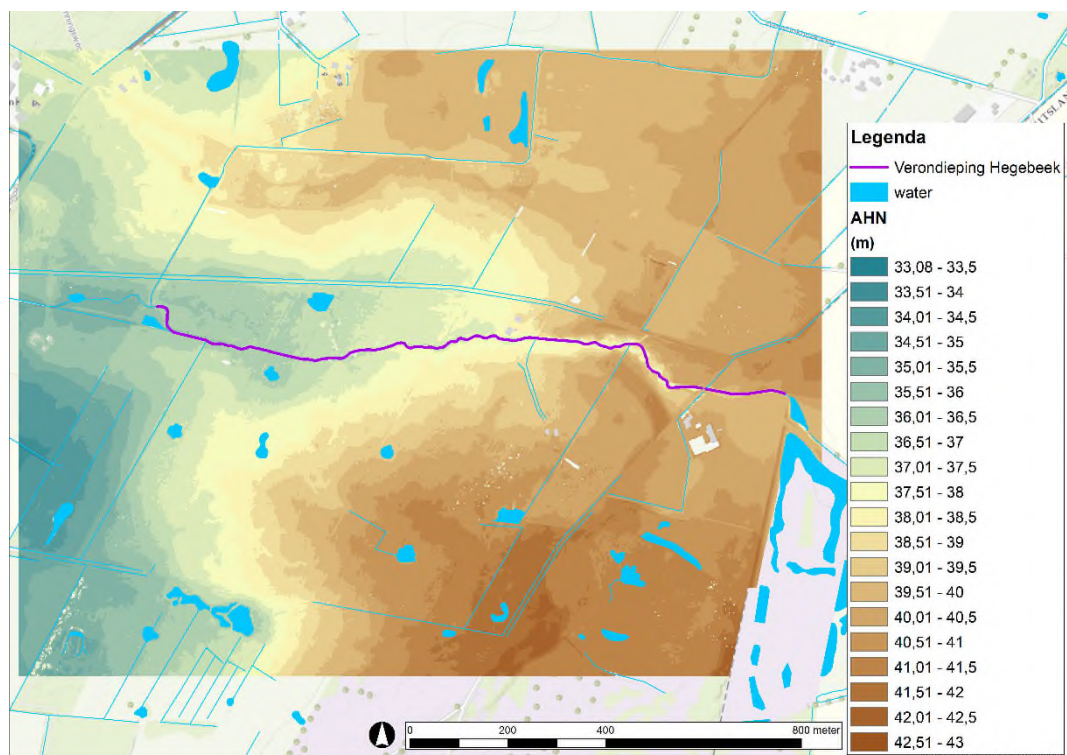
1. Modelopzet en parametrisering
 - a. Bepalen dikte watervoerende laag
 - b. Bepalen doorlatendheid
 - c. Bepalen drainageweerstand
 - d. Vaste stijghoogtes Hegebeek en modelranden
2. Interpreteren rekenresultaat
 - a. Vergelijking met fysische wetmatigheden Mazure
 - b. Extrapolatie van één raai berekening naar totale verondieping Hegebeek met lokale omstandigheden
3. Gevoeligheidsanalyse
4. Validatie

Modelopzet en parametrisering

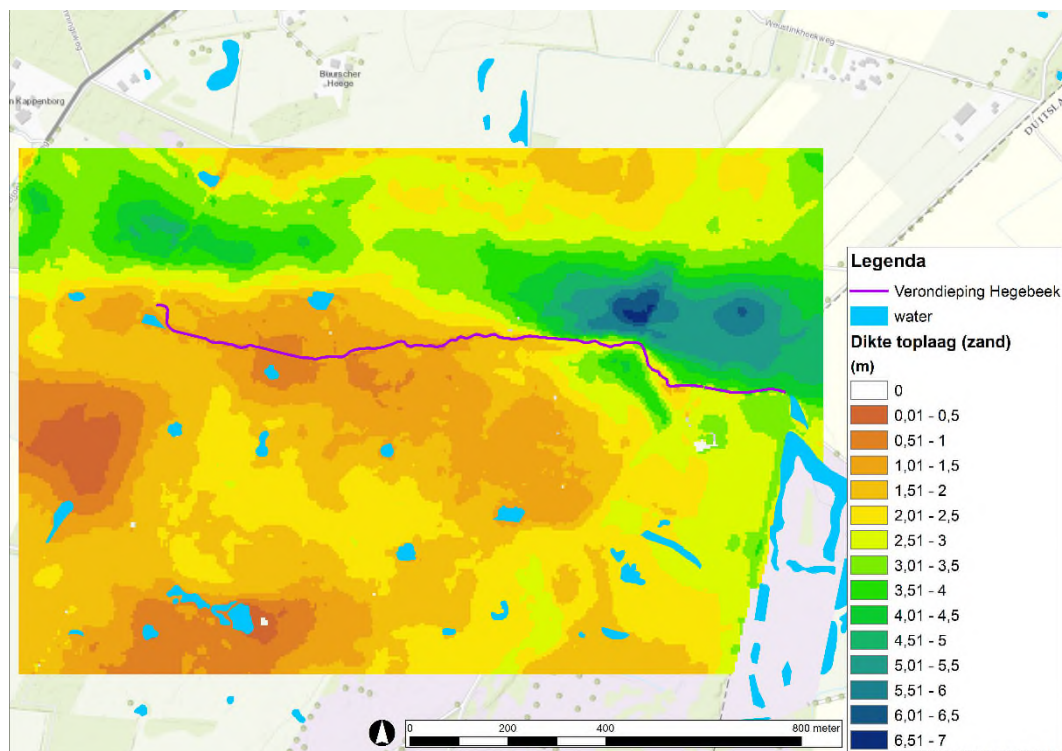
Voor een transect loodrecht op de Hegebeek is een model opgesteld. Uit de systeembeschrijving is gebleken dat het geringe doorlaatvermogen van het watervoerende pakket in hoge mate bepalend zal zijn voor de ruimtelijke beïnvloeding. De dikte van het watervoerend pakket is het verschil tussen maaiveld en de bovenkant van de slecht doorlatende laag. In dit gebied bestaat de slecht doorlatende laag uit tertiaire klei en de daarboven voorkomende keileem. De bovenkant van deze slecht doorlatende laag is door Bell Hullenaar in kaart gebracht (Figuur 0-1). Voor het maaiveld is gebruik gemaakt van het AHN 2. De laagdikte van het watervoerende dekzandpakket varieert van minder dan 1 meter tot circa 7 meter (Figuur 0-3).



Figuur 0-1: Diepte van de klei/keileemlaag (ondoorlatende laag) volgens het onderzoek van Bell Hullenaar (Ecohydrologische systeemanalyse en uitwerking maatregelenplan Natura 2000-gebied Witte Veen).



Figuur 0-2: Maaiveldhoogte gebaseerd op het AHN2

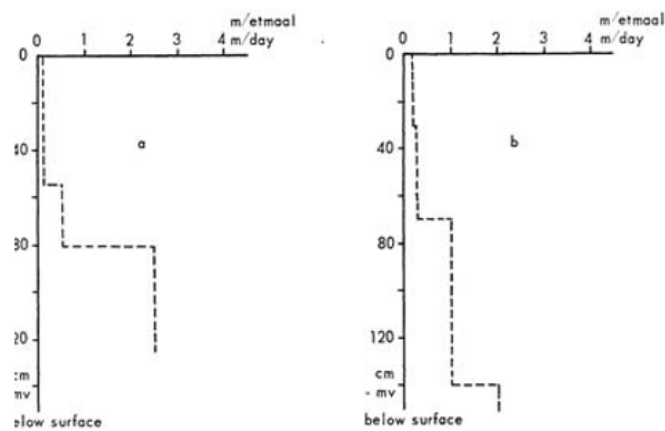


Figuur 0-3: Dikte van het watervoerende pakket bestaande uit de zanden die behoren tot de formatie van Buxtelerzand.

Naast de laagdikte is voor het doorlaatvermogen de doorlatendheid van het watervoerende pakket van belang. Voor zover bekend zijn geen meetgegevens van de doorlatendheid beschikbaar. Daarom moet worden uitgeweken naar andere databronnen. In het kader van een landsdekkende studie naar de schematisering en parameterisatie van het topsysteem ten behoeve van hydrologische modellering zijn doorlatenheden voor verschillende materiaaltypen vastgesteld (van der Gaast et al., 2015; Cultuurtechnisch Vademecum, 1988). Uitgaande van deze gegevens kan voor dit onderzoek een doorlatendheid van 2,5 meter/dag worden gebruikt. Hierbij kan tevens worden aangegeven dat het een schatting betreft en dat de doorlatendheid van dekzand in de diepte niet constant is (Figuur 0-5). Mede hierom is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd. Tijdens een veldbezoek (Antea en AtlaTerra dd 20 januari 2020) zijn op een aantal locaties langs de Hegebeek boringen uitgevoerd (Figuur 0-4). Hierbij is voornamelijk fijnzandig materiaal aangetroffen, hetgeen de gehanteerde doorlatendheid onderschrijft.

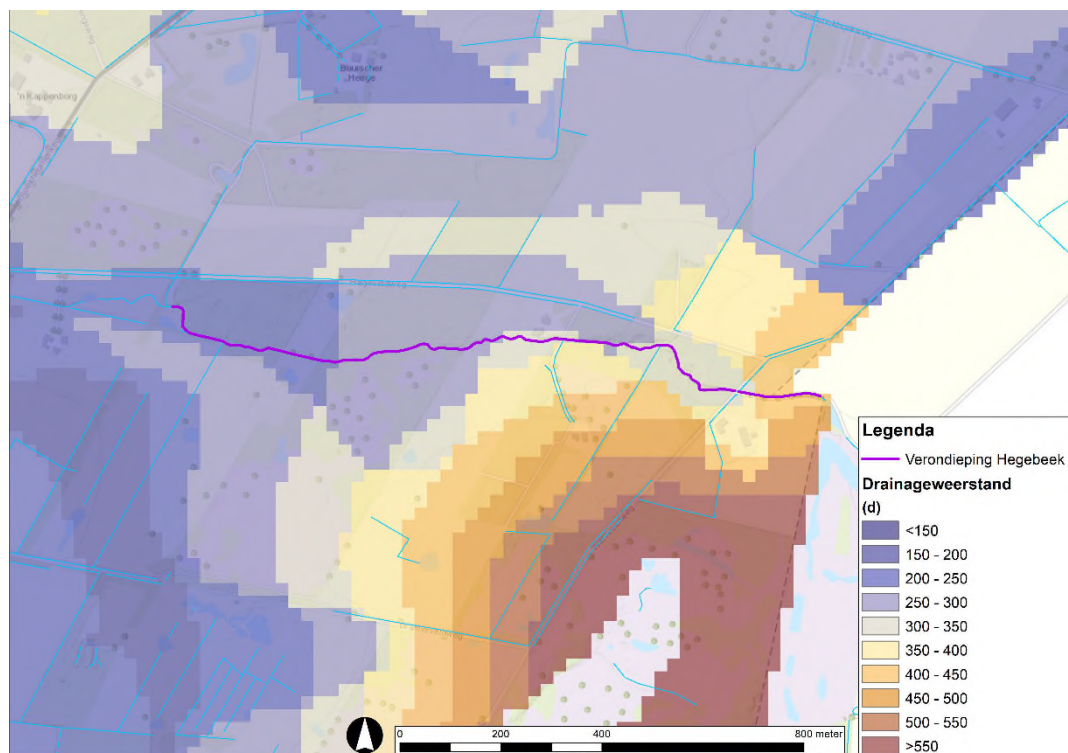


Figuur 0-4 Boorprofiel langs de Hegebeek



Figuur 0-5: Schematisch verloop van de doorlatendheid in de diepte voor Sallandse dekzanden in een beekdal gleygronden (a) en op een dekzandrug humuspodzol gronden (b) (naar: Knibbe, 1969)

Naast het doorlaatvermogen is voor het modelleren ook een drainage- of voedingsweerstand noodzakelijk. Voor deze drainageweerstand is voor de doorgerekende raai een waarde van 200 dagen aangehouden. In het gebied varieert de drainageweerstand tussen de 100 en 600 dagen (Figuur 0-6)(van der Gaast et al., 2006). Voor de verdere berekeningen zijn de drainageweerstanden ontleent aan deze kaart.



Figuur 0-6: Drainageweerstand in het gebied

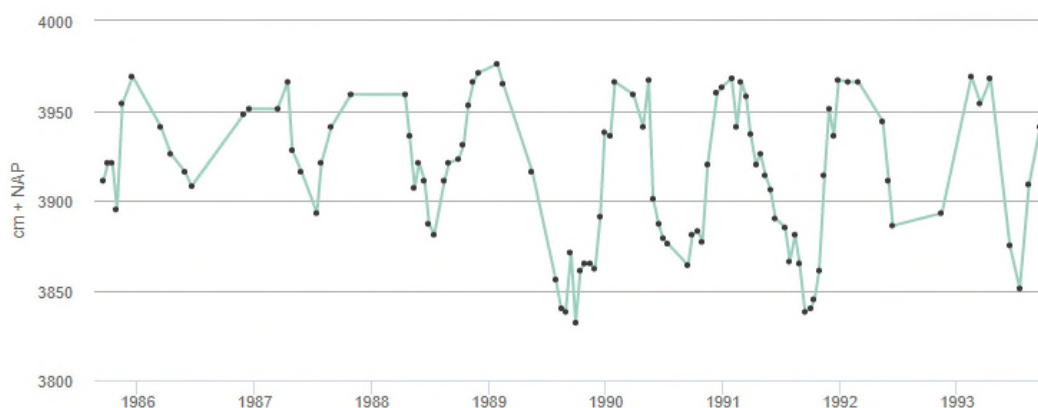
Om het effect van de beekpeilverhoging inzichtelijk te kunnen maken is de verandering in zowel de winter als de zomersituatie berekend. De wintersituatie komt ongeveer overeen met een GHG (gemiddeld hoogste grondwaterstand) situatie en de zomersituatie is vergelijkbaar met een GLG (gemiddeld laagste grondwaterstand) situatie (Tabel 0-1). De grondwateraanvulling op GHG moment bedraagt ongeveer 3 mm/dag. Op GLG is gemiddeld gezien als gevolg van verdamping sprake van een capillaire aanlevering vanuit het grondwater met een intensiteit van -0,4 mm/dag (van der Gaast et al., 2006).

Het beekpeil is in de vorm van een vaste stijghoogte in het model opgenomen. Deze hoogte is overgenomen uit de met het SOBEK-model berekende waterhoogte (Arcadis, januari 2020). Ook de overige waterlopen die door de gemodelleerde raai worden gekruist zijn in de vorm van een vaste oppervlaktewaterstand meegenomen (Tabel 0-1). Voor betrouwbare berekeningen heeft MicroFEM randvoorwaarden nodig aan de modelranden. Aan de zuidkant van het model is geen waterloop nabij de modelgrens aanwezig. Daarom is voor de zuidrand van het model gebruik gemaakt van de GHG of GLG als vaste stijghoogte randvoorwaarde. Hierbij is gebruik gemaakt van de GHG en GLG van peilbuis B34F1493.

Tabel 0-1: Input voor de verschillende situaties in het MicroFEM-model

Seizoen	Situatie	Overschrijding	Hegebeek (m NAP)	Randvoorwaarde	
				noord (m NAP)	zuid (cm - mv)
Winter (GHG)	Huidig	¼ Q	36,0	38,1	20

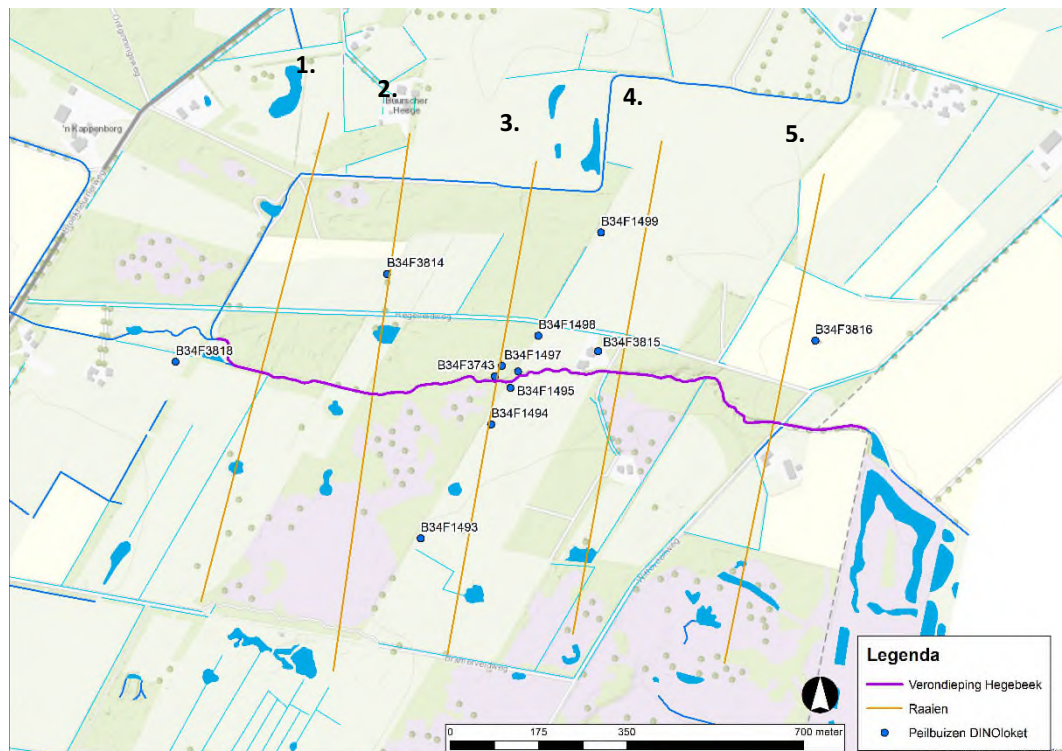
Winter (GHG)	Toekomstig	$\frac{1}{4}$ Q	37,1	38,1	20
Zomer (GLG)	Huidig	1/100 Q	35,9	38,0	150
Zomer (GLG)	Toekomstig	1/100 Q	36,9	38,0	150



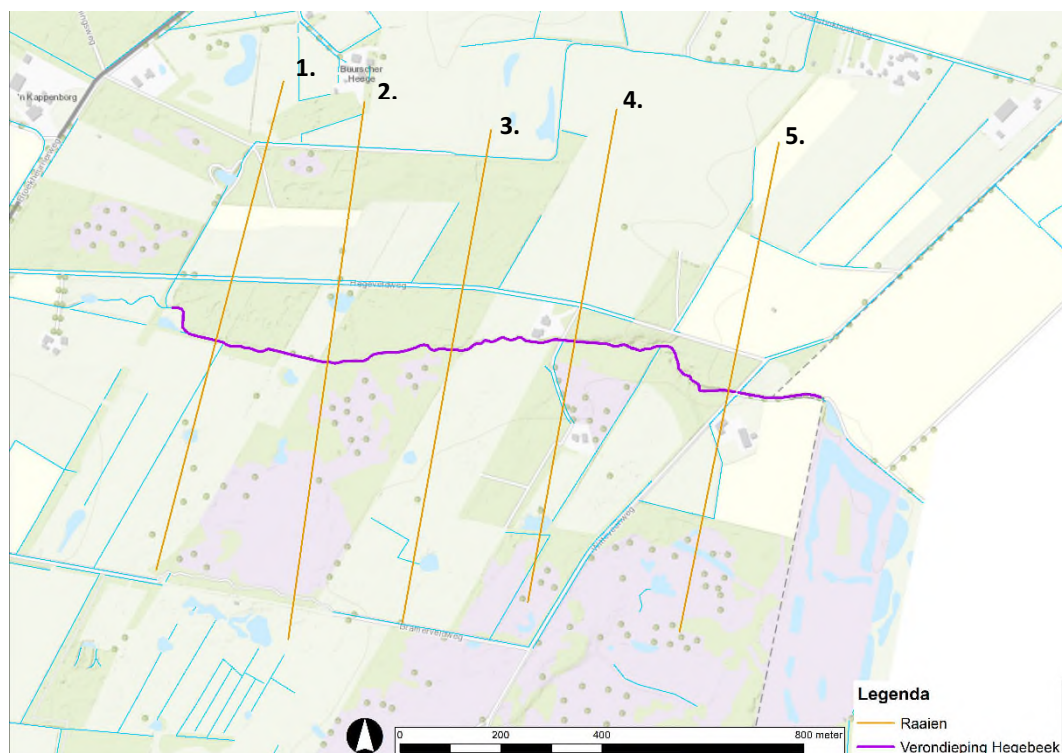
Figuur 0-7: Meetreeks van peilbuis B34F1493.

Tabel 0-2: Waterstanden in de Hegebeek ter hoogte van de vijf raaien (Figuur 0-8).

Raai	$\frac{1}{4}$ Q		1/100 Q	
	huidig	toekomstig	huidig	toekomstig
1	35,1	35,8	34,9	35,7
2	35,8	36,4	35,6	36,2
3 (doorerekend)	36,0	37,1	35,9	36,9
4	36,7	37,6	36,6	37,3
5	37,8	38,6	37,6	38,4



Figuur 0-8: De vijf raaien haaks op de Hegebeek, raai 3 is doorgerekend met MicroFEM.



Figuur 0-9: De vijf raaien haaks op de Hegebeek, raai 3 is doorgerekend met MicroFEM.

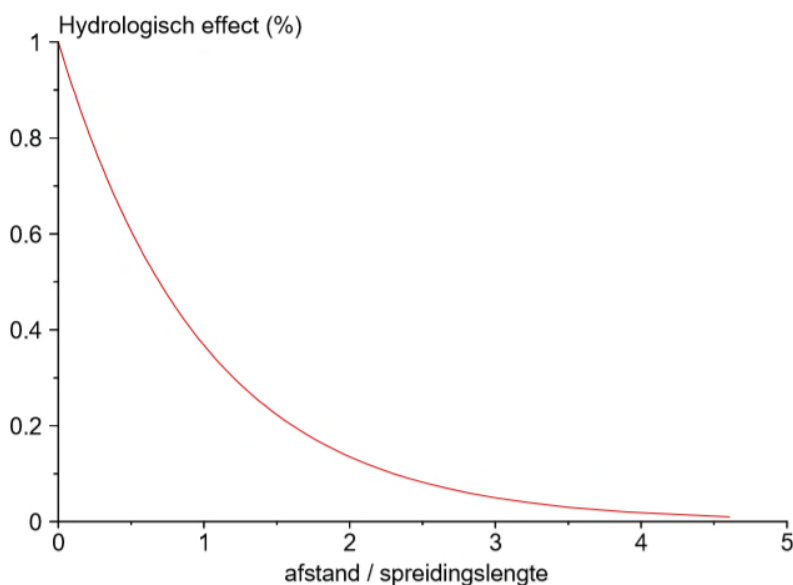
Rekenresultaat

De resultaten van de berekening van raai 3 laten zien dat er een geringe invloed is van het verhogen van de bodemhoogte van de Hegebeek. Tot ongeveer 100 m vanaf de Hegebeek is een verandering van de stijghoogte merkbaar bij een verandering van het beekpeil (Figuur 0-11 en Figuur 0-12). Daarbuiten is het effect van de beekbodemverhoging verwaarloosbaar.

Volgens de fysische wetmatigheden van Mazure is op drie keer de afstand van de spreidingslengte invloed van een waterstandswijziging. De formule van de spreidingslengte (λ) is als volgt:

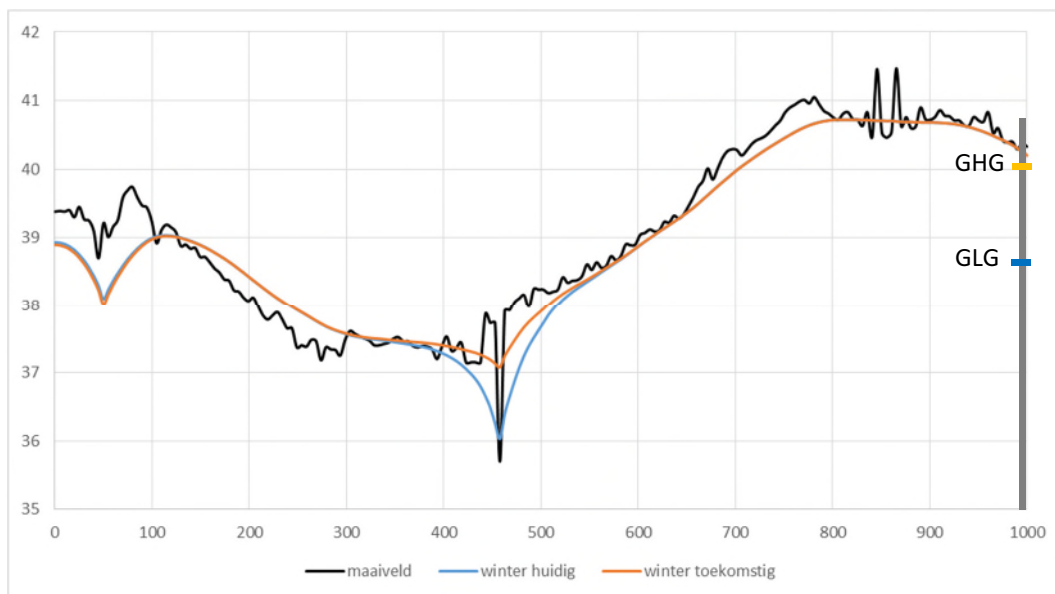
$$\lambda = \sqrt{kD * c}$$

Indien er sprake is van een freatisch pakket kan voor de weerstand van het afdekkend pakket (c-waarde) gebruik worden gemaakt van de freatische lekweerstand (van der Gaast en Massop, 2003). Op deze wijze kan gebruik worden gemaakt van de freatische spreidingslengte. Het effect van een peilwijziging heeft een logaritmisch verloop (Figuur 0-10). Uit de logaritmische afname blijkt dat bij een afstand van 3 maal de spreidingslengte nog maar 5% van de beïnvloeding aanwezig is.

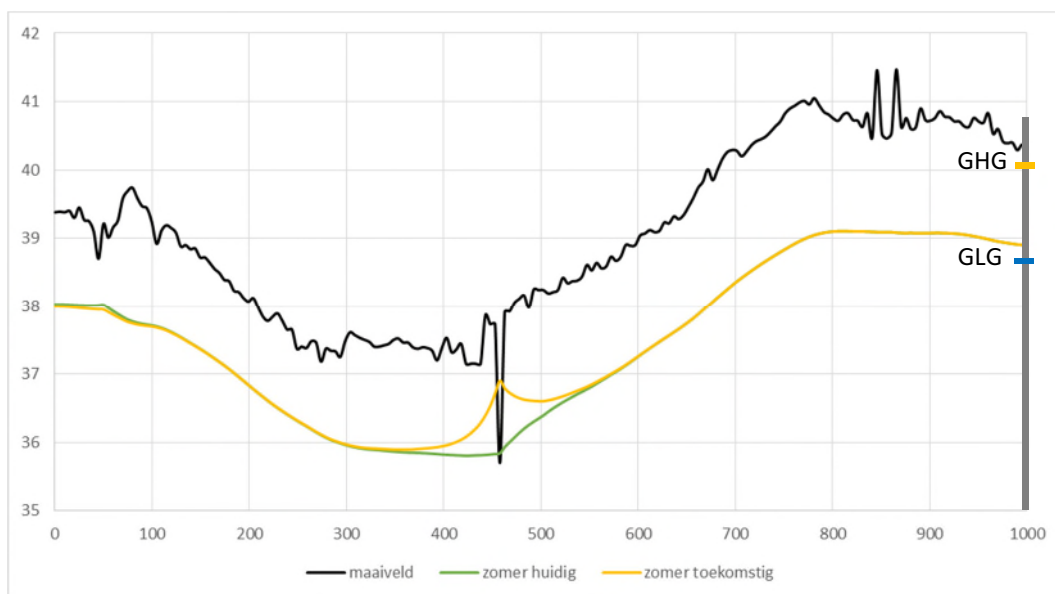


Figuur 0-10 Afname van de invloed van een peilwijziging (naar: van der Gaast en Massop, 2003)

Uitgaande van een doorlatendheid (k) van 2,5 m/d, een pakketdikte (D) van gemiddeld 2,3 m en een drainageweerstand (c) van 200 d bedraagt het invloedsgebied circa 100 m (3λ). Dit is gelijk aan de berekende waarde in MicroFEM (Figuur 0-11).



Figuur 0-11: De berekende huidige en toekomstige stijghoogte voor een wintersituatie met MicroFEM.



Figuur 0-12: De berekende huidige en toekomstige stijghoogte voor een zomersituatie met MicroFEM.

Door de geringe dikte van het pakket reageert de stijghoogte snel op veranderingen in grondwateraanvulling. Bij een lage neerslaghoeveelheid is de stijging van de grondwaterstand in het model al groot. In de praktijk zal er dan ook al snel oppervlakkige afvoer over maaiveld plaatsvinden. Deze oppervlakkige afvoer kan niet met het model worden gesimuleerd. Daarom is de neerslaghoeveelheid in de zomer en de winter zodanig gekozen dat deze de GHG- en GLG-situatie min of meer evenaart. De peilbuizen laten een GHG zien van gemiddeld 0,2 m –mv en een GLG van gemiddeld 1,5 m –mv. Hierdoor krijgt het berekende stijghoogteverloop een meer realistisch beeld(Figuur 0-11 en Figuur 0-12).

Aangezien de modelresultaten vergelijkbaar zijn met de analytische wetmatigheid van Mazure voegen aanvullende raai berekeningen met het model MicroFem niet zo veel toe. De

modelberekeningen met MicroFem zijn vooral gebruikt om de effecten inzichtelijk te maken en te visualiseren. Daarnaast geeft een raai berekening alleen een beeld van de te verwachte beïnvloeding in een dwarsdoorsnede. Voor het vlakdekkend bepalen van de beïnvloeding zijn een groot aantal raai berekeningen noodzakelijk. Het invloedsgebied is dan ook gebaseerd op de formule voor de spreidingslengte. Voor de verschillende raaien is de gemiddelde dikte van het zandpakket bepaald. De grondwaterstroming vindt alleen plaats in het gedeelte van het zandpakket dat ook daadwerkelijk met water verzadigd is. Hierdoor is de effectieve dikte van het watervoerend pakket (kD) afhankelijk van de grondwaterstand. Aangezien in het gebied sprake is van een geringe dikte van het zandpakket kan het onverzadigde deel van het zandpakket relatief groot zijn. Hierdoor is het van belang rekening te houden met de effectieve dikte van het watervoerende pakket. Dit is gedaan door van de dikte van het zandpakket de dikte van de onverzadigde zone af te trekken. Deze dikte zal gedurende de winter veel dunner zijn dan in de zomersituatie. Om een inschatting van de dikte van de onverzadigde zone te kunnen maken is voor de wintersituatie gebruik gemaakt van de geactualiseerde GHG en voor de zomersituatie van de geactualiseerde GLG (van der Gaast et al., 2010). De grotere effectieve dikte van het watervoerende pakket gedurende de wintersituatie zal tot gevolg hebben dat het beïnvloede gebied in de winter groter zal zijn. Hier staat tegenover dat in de zomerperiode een deel van de waterlopen zal droogvallen. Hierdoor is in de zomerperiode sprake van een hogere drainageweerstand waardoor het beïnvloede gebied juist in de zomer groter zal zijn. Uit de rekenresultaten blijkt dat het verschil tussen de zomer en wintersituatie relatief beperkt is (Tabel 0-3). De verschillen tussen zomer en winter hebben tot gevolg dat het invloedsgebied gedurende de winter enigszins groter is dan in de zomer (Tabel 0-3). Het invloedsgebied ligt tussen de 75 en 150 m vanaf de Hegebeek. Voor de wintersituatie is het invloedsgebied iets groter dan in de zomersituatie.

Tabel 0-3: Invoergegevens en rekenresultaten voor de verschillende raaien voor het berekenen van het invloedsgebied.

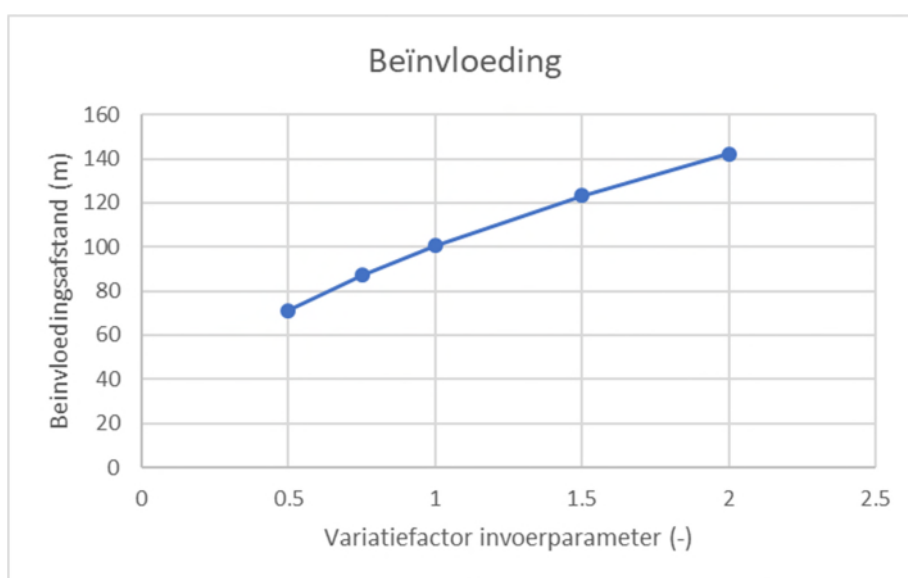
raai	winter					zomer				
	D (m)	kD (m ² /d)	c (d)	λ (m)	3λ (m)	D (m)	kD (m ² /d)	c (d)	λ (m)	3λ (m)
1	1,6	4,0	215	29	88	0,7	1,8	323	24	71
2	1,6	4,0	260	32	97	0,8	2,0	390	28	84
3	1,8	4,5	305	37	111	0,7	1,8	458	28	85
4	2,5	6,3	350	47	140	1,3	3,3	525	41	124
4-n	4,0	10,0	300	55	165	2,8	7,0	525		
4-z	1,5	3,8	400	39	117	0,3	0,8	525		
5	2,4	6,0	405	49	148	1,4	3,5	608	46	138
5-n	5,0	12,5	360	67	201	4,0	10,0	608		
5-z	2,5	6,3	500	56	168	1,5	3,8	608		

*invloedsgebied (3λ) is gedefinieerd als afstand tot 5% van de verandering in peil.

Gevoeligheidsanalyse

Gezien de heterogeniteit van de bodem en ondergrond waardoor laagdikten en doorlatendheid van zandlagen op korte afstand sterk kunnen verschillen is het maar in beperkte mate mogelijkheden om de te hanteren parameters exact te bepalen. Om meer inzicht te krijgen in de mogelijke effecten van deze heterogeniteit is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd. De ruimtelijke beïnvloeding wordt door de freatische spreidingslengte (λ^*) bepaald. Op een afstand van 3 maal de freatische spreidingslengte ($3\lambda^*$) is de invloed nog maar 5%. Deze maat, die gezien kan worden als de maximale invloedsafstand, is gebruikt bij de gevoeligheidsanalyse. De freatische spreidingslengte wordt bepaald door het doorlaatvermogen (kD) en de weerstand (c^*).

Door één van beide parameters te laten variëren kan het effect van de onzekerheid in een parameter in beeld worden gebracht. Voor de gemiddelde situatie is uitgegaan van een doorlaatvermogen (kD) van 3,75 dagen en een weerstandswaarde (c*) van 300 dagen. Door aan te nemen dat een van beide parameters met een factor 1,5 of 2 verkeerd is ingeschat kan het relatieve verschil worden bepaald (Figuur 0-13). Hieruit blijkt dat het berekende beïnvloede gebied van 100 meter bij een inschattingsfout van een factor 2 varieert van 71 tot 142 meter. Dit betekent dat een inschattingsfout van 100% in een invoerparameter resulteert in een verschil van 30% tot 40% in de berekende beïnvloedingsafstand. Indien gekeken wordt naar de mate van beïnvloeding op een afstand van 100 meter blijkt deze bij een inschattingsfout met een factor 2 te variëren tussen de 2 en 12 cm. Hieruit blijkt dat eventuele verkeerde inschattingen in de invoerparameters maar in beperkte mate doorwerken in de rekenresultaten. Een nadere inventarisatie teneinde de invoerparameters te verbeteren lijkt dan ook niet van belang.



Figuur 0-13: Gevoeligheidsanalyse

Over Antea Group

Van stad tot land, van water tot lucht; de adviseurs en ingenieurs van Antea Group dragen in Nederland sinds jaar en dag bij aan onze leefomgeving. We ontwerpen bruggen en wegen, realiseren woonwijken en waterwerken. Maar we zijn ook betrokken bij thema's zoals milieu, veiligheid, assetmanagement en energie. Onder de naam Oranjewoud groeiden we uit tot een allround en onafhankelijk partner voor bedrijfsleven en overheden. Als Antea Group zetten we deze expertise ook mondiaal in. Door hoogwaardige kennis te combineren met een pragmatische aanpak maken we oplossingen haalbaar én uitvoerbaar. Doelgericht, met oog voor duurzaamheid. Op deze manier anticiperen we op de vragen van vandaag en de oplossingen van de toekomst. Al meer dan 60 jaar.

Contactgegevens

Zutphenseweg 31D
7418 AH DEVENTER
Postbus 321
7400 AH DEVENTER

www.anteagroup.nl

Copyright © 2020

Niets uit deze uitgave mag worden
verveelvoudigd en/of openbaar worden
gemaakt door middel van druk, fotokopie,
elektronisch of op welke wijze dan ook,
zonder schriftelijke toestemming van de
auteurs.