

Ecohydrologische systeemanalyse en uitwerking maatregelenplan Natura 2000-gebied Witte Veen

In het kader van de uitwerking van PAS-maatregelen

Eindconcept

Zwolle, januari 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	51
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	66
6.1	Inleiding	66
6.2	Maatregelen ten behoeve van het hoogveen	67
6.2.1	Overzicht maatregelen	67
6.2.2	Toelichting maatregelen Nederlandse deel	67
6.2.3	Toelichting maatregelen Duitse deel	70
6.3	Maatregelen ten behoeve van de randzone van het hoogveen	72
6.3.1	Overzicht en algemene toelichting maatregelen	72
6.3.2	Toelichting maatregelen Bramerveld	75
6.3.3	Toelichting maatregelen Slenken Wargerinkweg	79
6.3.4	Toelichting maatregelen Natte Weide en omgeving	79
6.3.5	Toelichting maatregelen Oude Basisbiotoop en Het Markslag	81
6.3.6	Toelichting maatregelen aan de Duitse zijde	83
6.4	Maatregelen ten behoeve van de beekdalen	84
6.4.1	Toelichting maatregelen dal van de Hegebeek	84
6.4.2	Toelichting maatregelen dal van de Buurserbeek	86

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:
 - o Is er een probleem met wegzijging naar de diepere ondergrond?
 - o 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?
 - o Treden er verliezen op naar de landbouwgrond ten noorden van het hoogveenrestant (enclave Jannink)?
 - o Is de inrichting van de hydrologische buffer aan de Duitse zijde voldoende voor het tegengaan van lekverliezen in oostelijke richting?

- o 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 vershraling 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:
 - o Het inzichtelijk maken van de wijze van voeding van de vennen en de wijze waarop de vennen water verliezen naar de omgeving.
 - o De oorsprong van het zwak gebufferde water waarmee de vennen en mogelijk ook het hoogveenvennetje gevoed worden.
 - o 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:
 - o Het effect van de beken op het ecohydrologisch functioneren van de zones met habitatype H91E0C Vochtige alluviale bossen in beide beekdalen.
 - o 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.
 - o 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):
 - o Oriëntatie en beschrijving huidige topografische situatie.
 - o Opstellen van een brede, grensoverschrijdende beschrijving van de historische ontwikkeling van het veencomplex en de omgeving hiervan, met name op basis van historische kaarten.
 - o Actualiseren en verbreden van de beschrijving van de geologie en vooral de geohydrologische opbouw op basis van beschikbare (boor)gegevens.
 - o Vervaardiging van een grensoverschrijdende hoogtekaart met toelichting.
 - o Actualiseren en verbreden van de beschrijving van het hoofdoppervlaktewatersysteem op basis van beschikbare gegevens.
 - o 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.

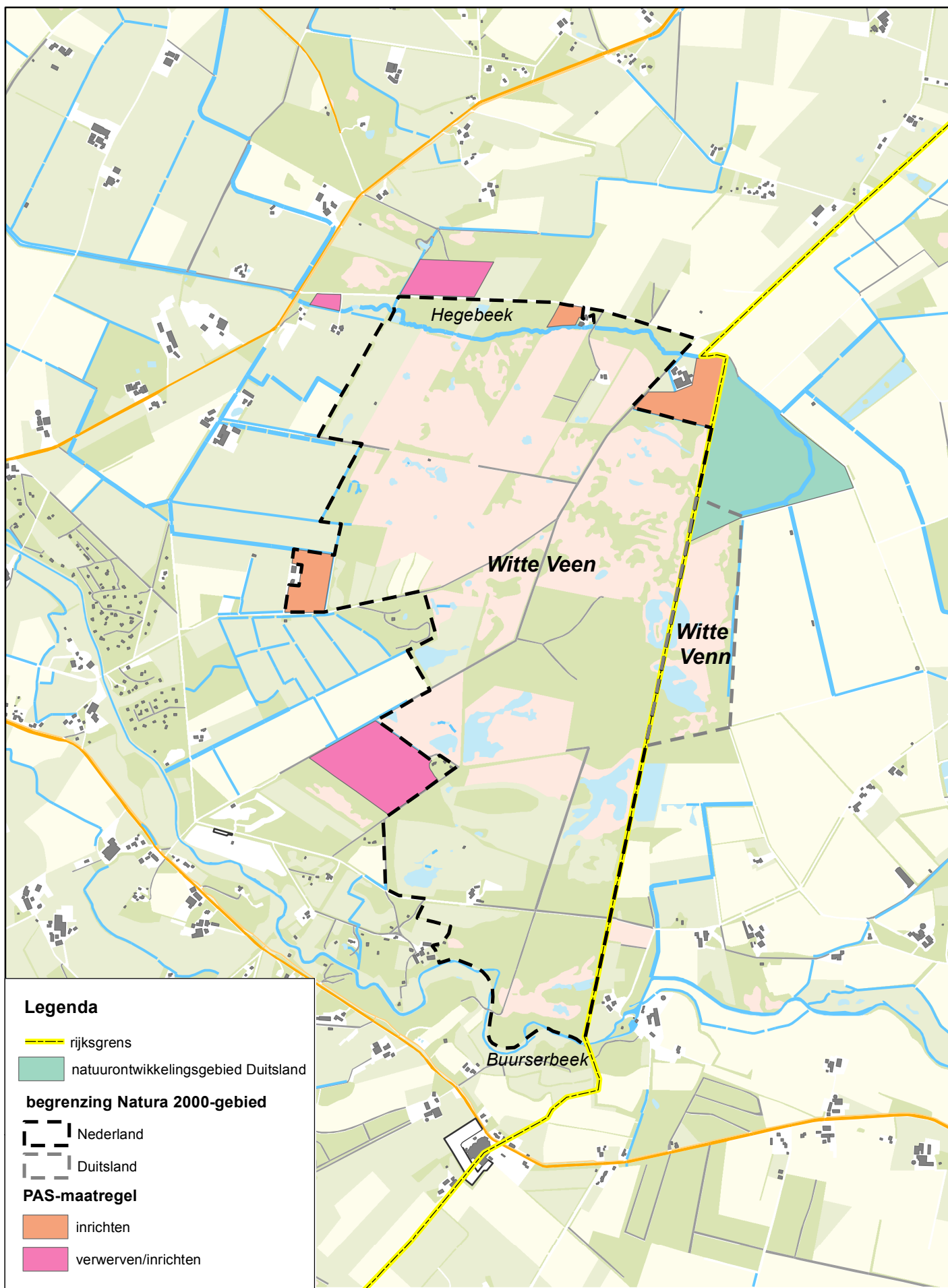
Veldonderzoek

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 wordt in conceptvorm op 6 februari 2017 besproken met de projectgroep en wordt 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).

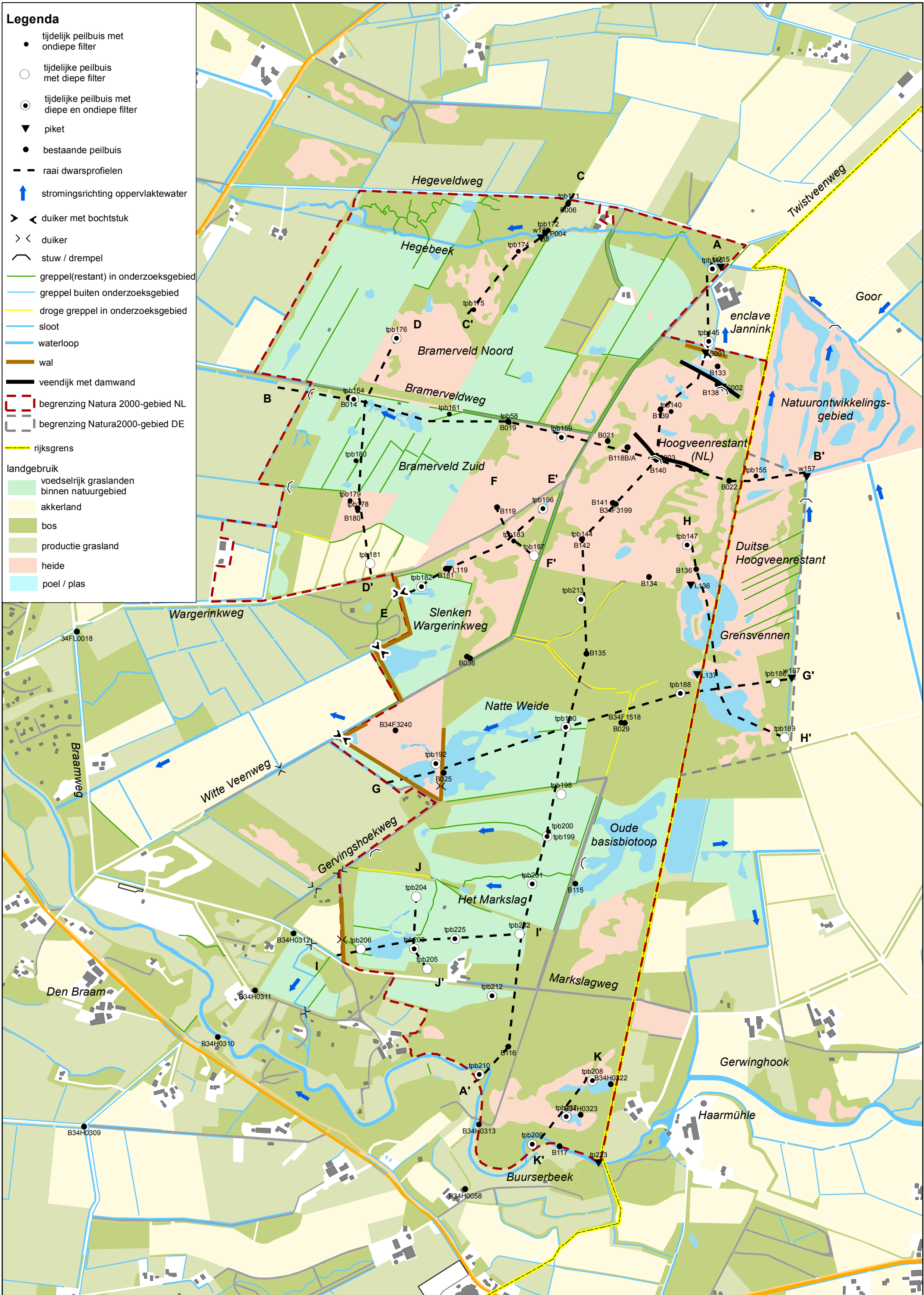
Binnen het grensoverschrijdende natuurgebied kunnen de volgende deelgebieden worden onderscheiden (zie figuur 2.1):

- 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 hoofdoppervlaktewatersysteem (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

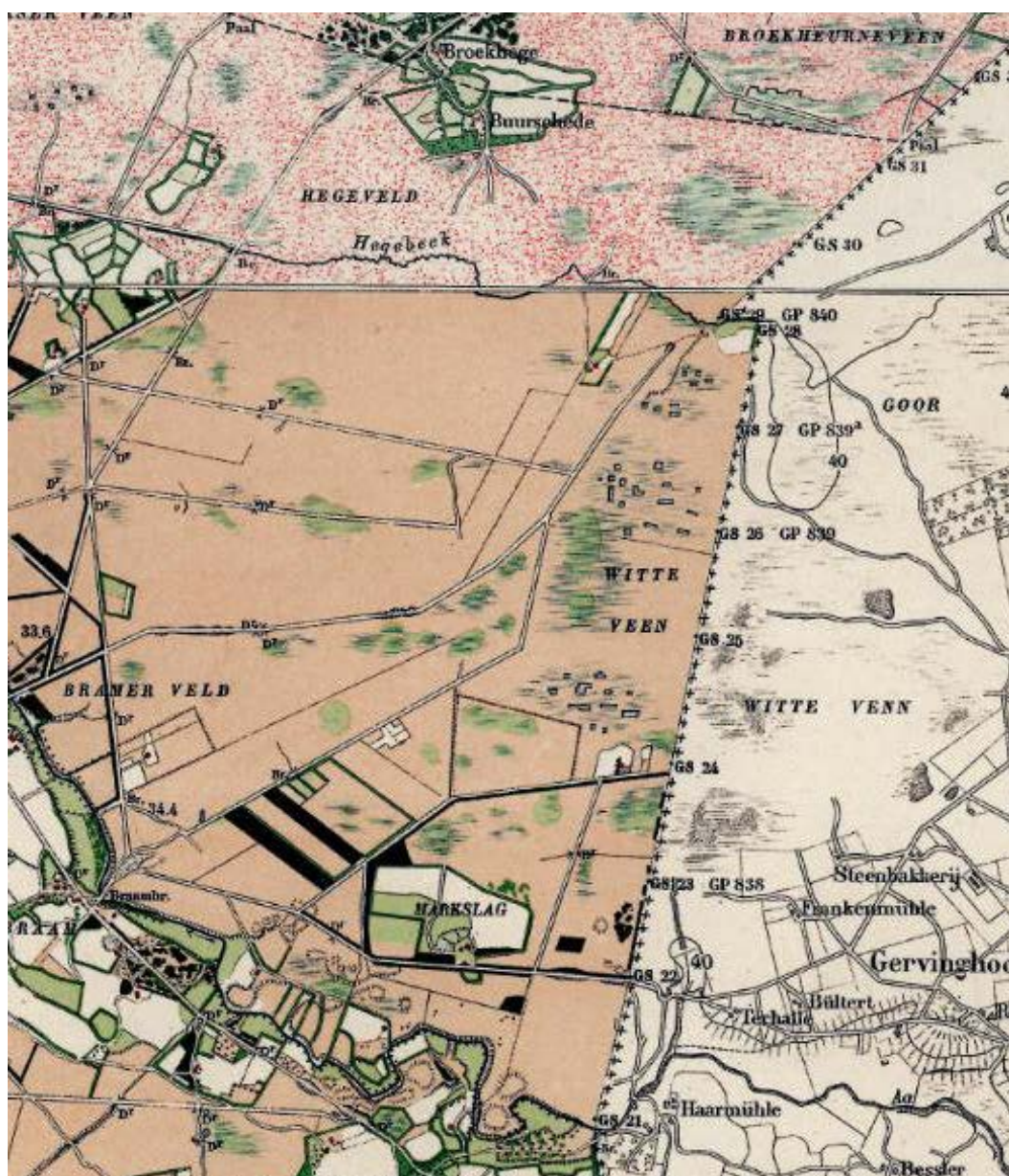
Ook deze kaart geeft een behoorlijk scherp beeld. Bij de interpretatie ervan moet beseft worden dat het Duitse deel echter niet correct is ingetekend (zoals straks zal blijken bij de behandeling van de wel correcte kaart van 1915). Belangrijk aspect van de kaart is dat het hoogveengebied van het Witte 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 sneeuws meltwater weggespoeld waardoor vele laagten en slenken zijn ontstaan. In de laagten trad in het Holoceen hoogveenengroei 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 hoogveenengroei 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.

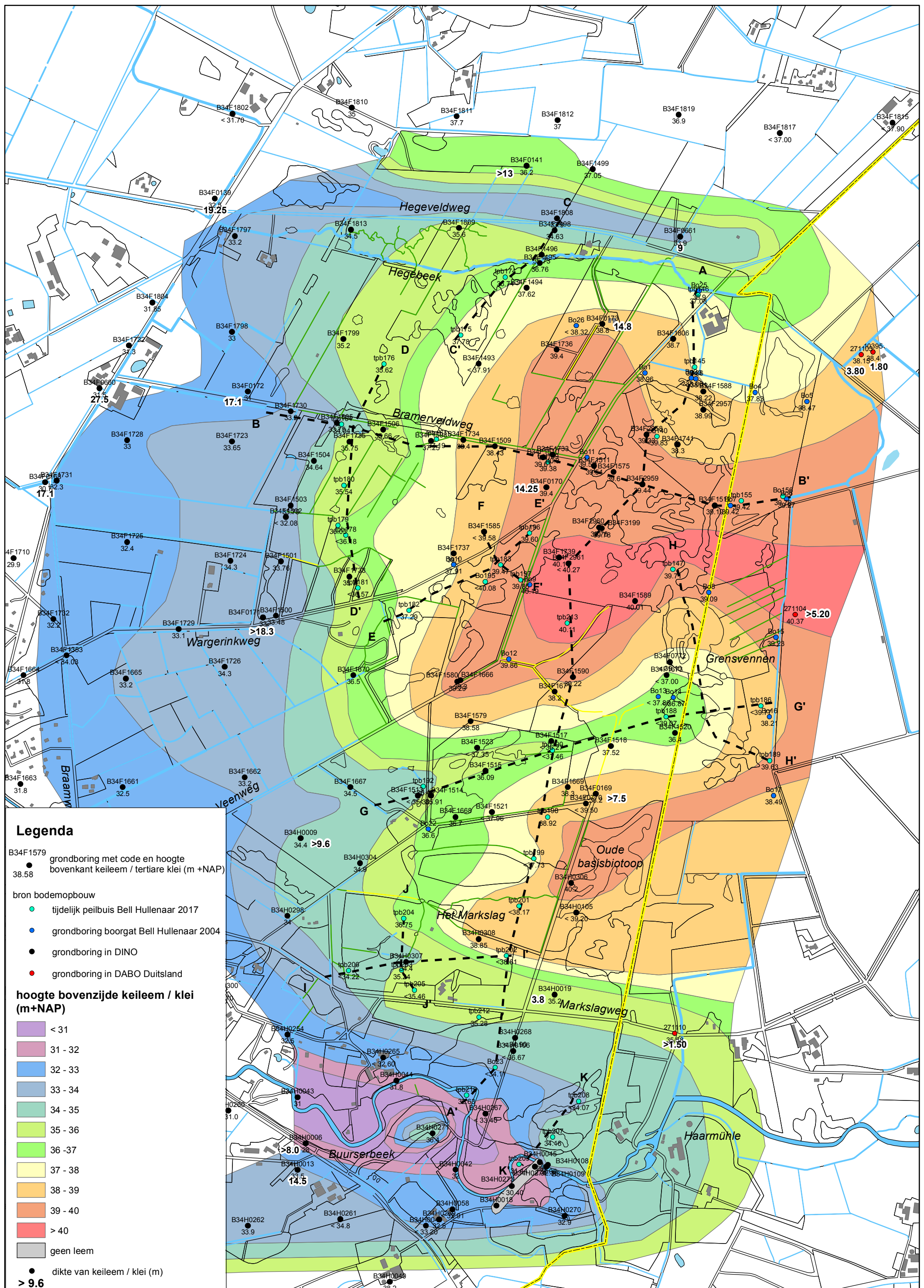
Hoogteligging van de bovenzijde van de leem- en kleilaag

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 hoogtekartaart (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.



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.

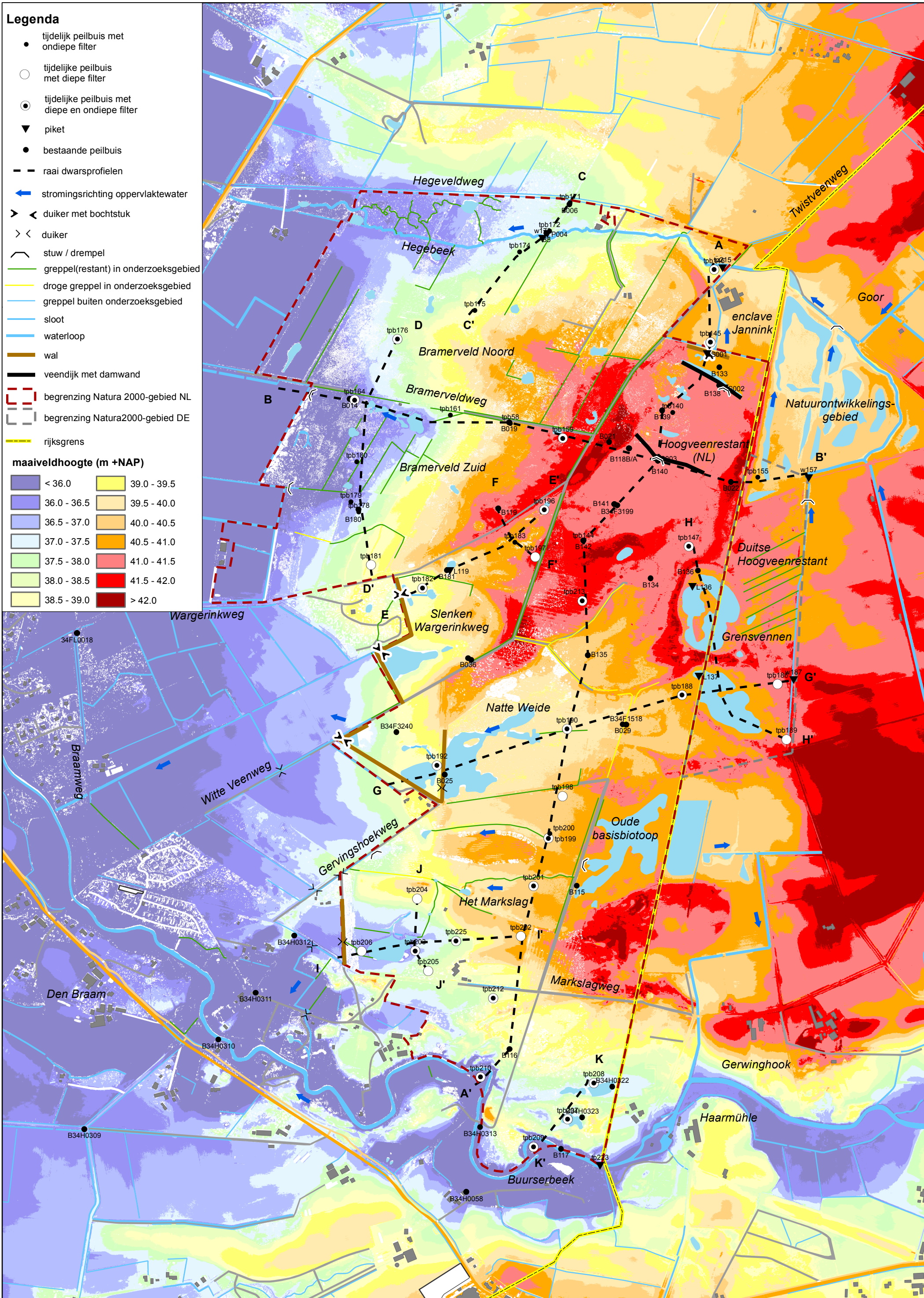
In de uiterste noordwesthoek van het Natura 2000-gebied en in het beektraject direct ten westen hiervan is al eerder een beekherstelproject uitgevoerd: ten noorden van de hier voorheen gekanaliseerde beekloop is de meanderende beekloop hersteld. De gekanaliseerde beekloop wordt nog wel gebruikt als extra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

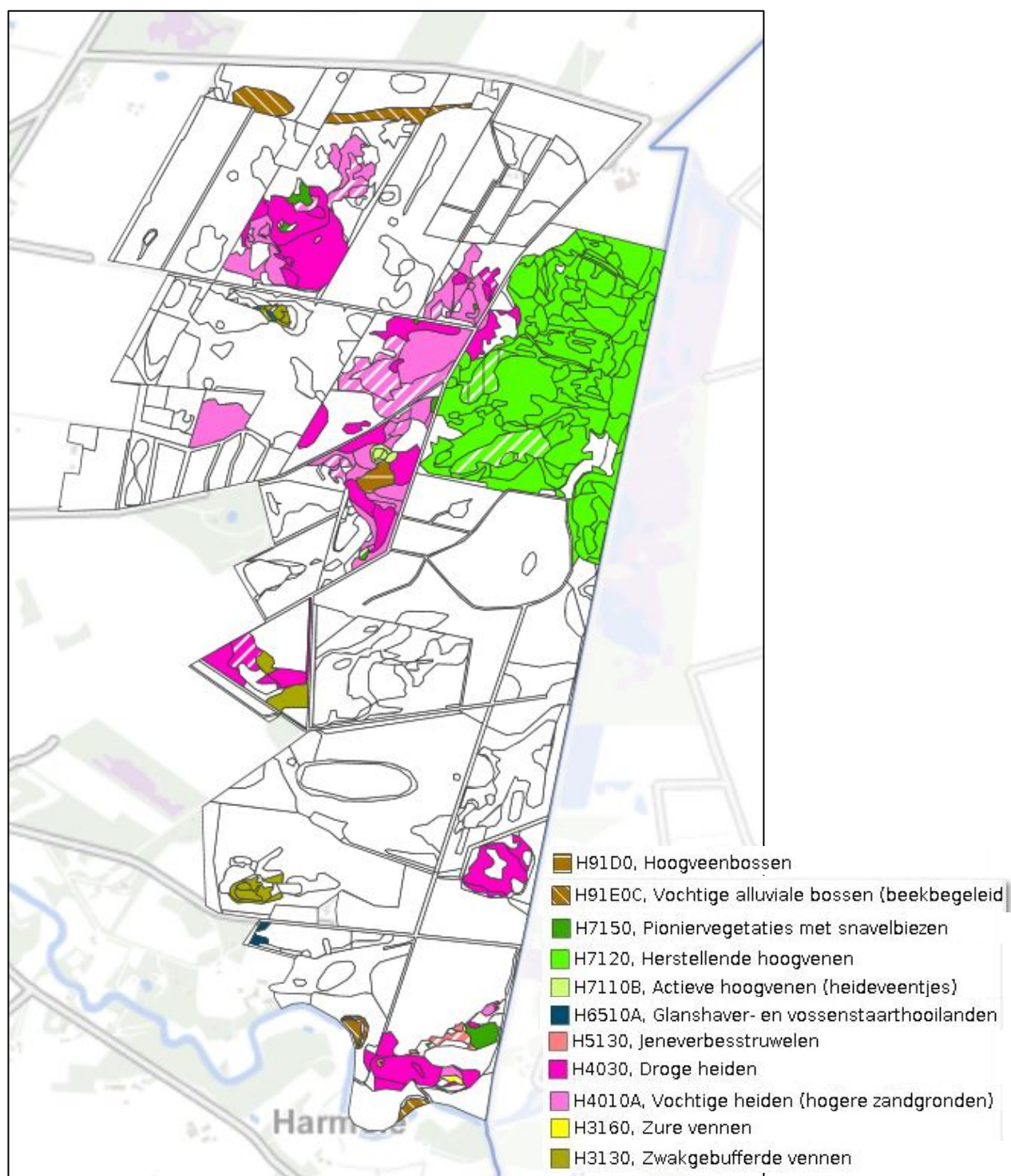
In het nieuwe Boomkikkerbiotoop in de zuidelijke slenk van deelgebied Het Markslag is een vegetatie van zwak gebufferde vennen tot ontwikkeling gekomen. Het betreft hierbij een venvegetatie van het type van Pilvaren. Hiervan zijn drie vormen aanwezig: dominantievorm van Pilvaren, soortenrijke vorm en 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 habitattypen 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-linear model geeft een hogere verklaarde variantie (79,6%). Ook in het niet-linear 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 Bramereldweg, 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 (mNAP)	GVG (mNAP)	GLG (mNAP)	refh dino	meetwaarde		verschil (m)		
					(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 herstel mogelijkheden (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 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.

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 verkitte of kazige B-horizonten. Een dergelijke verkitte 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 peilbuismeetreeks 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 getrapte 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 weggevallen 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. Uitgaande van een bergingscoëfficiënt $\mu = 0,15$ voor de hier aanwezige zandbodem betekent dit een verschil in grondwaterstand van ruim 90 cm. Dus het ver wegzakken van de grondwaterstand in het gebied in de zomer kan (vrijwel) volledig verklaard worden door de aanwezigheid van het bos.

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 %		gewasfactor%			grondwateraanvulling		
			loofhout	zwaar naalddhout	loofhout	zwaar naalddhout	heide	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

Dit betekent overigens niet dat met het eventueel verwijderen van het bos de zomergrondwaterstand geheel tot aan maaiveld zal stijgen. De mate van stijging is namelijk ook afhankelijk van andere factoren. Zo zal een (klein) deel van de extra aanvulling via de grondwaterstroming in de slenken afstromen naar de Natte Weide.

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 Duizendknoopfonteinkruid 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

voerspoedige hoogveenontwikkeling, maar verklaart ook de aanwezigheid van Wateraarde 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 invloedsafstand 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 venetje 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 $\mu\text{mol/l}$ 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.
- 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. Aangezien het betreffende gebied enkele decennia geleden is afgegraven is 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.

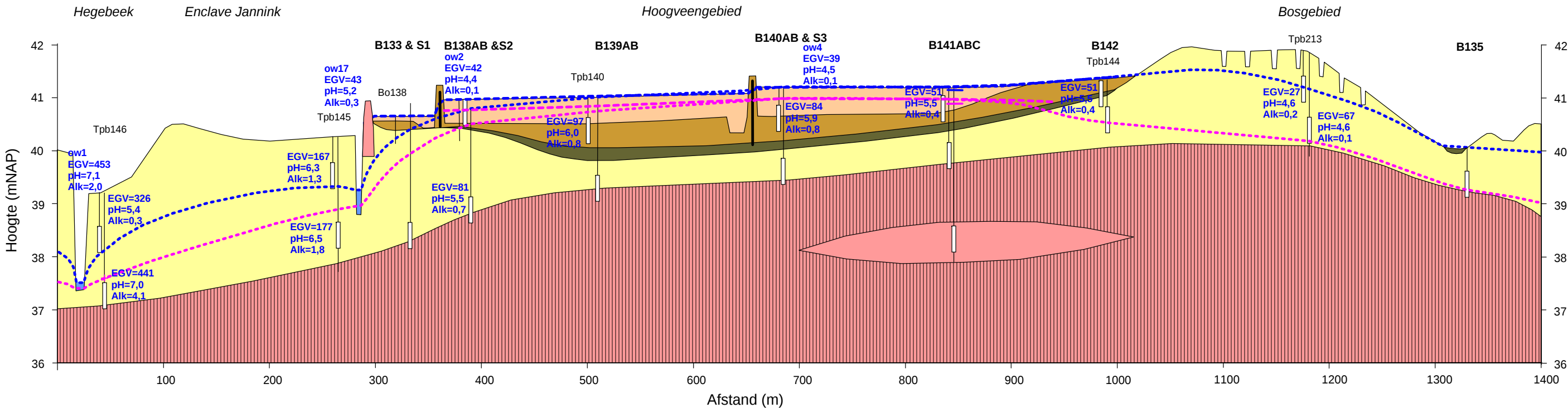
Natte Weide

- 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).

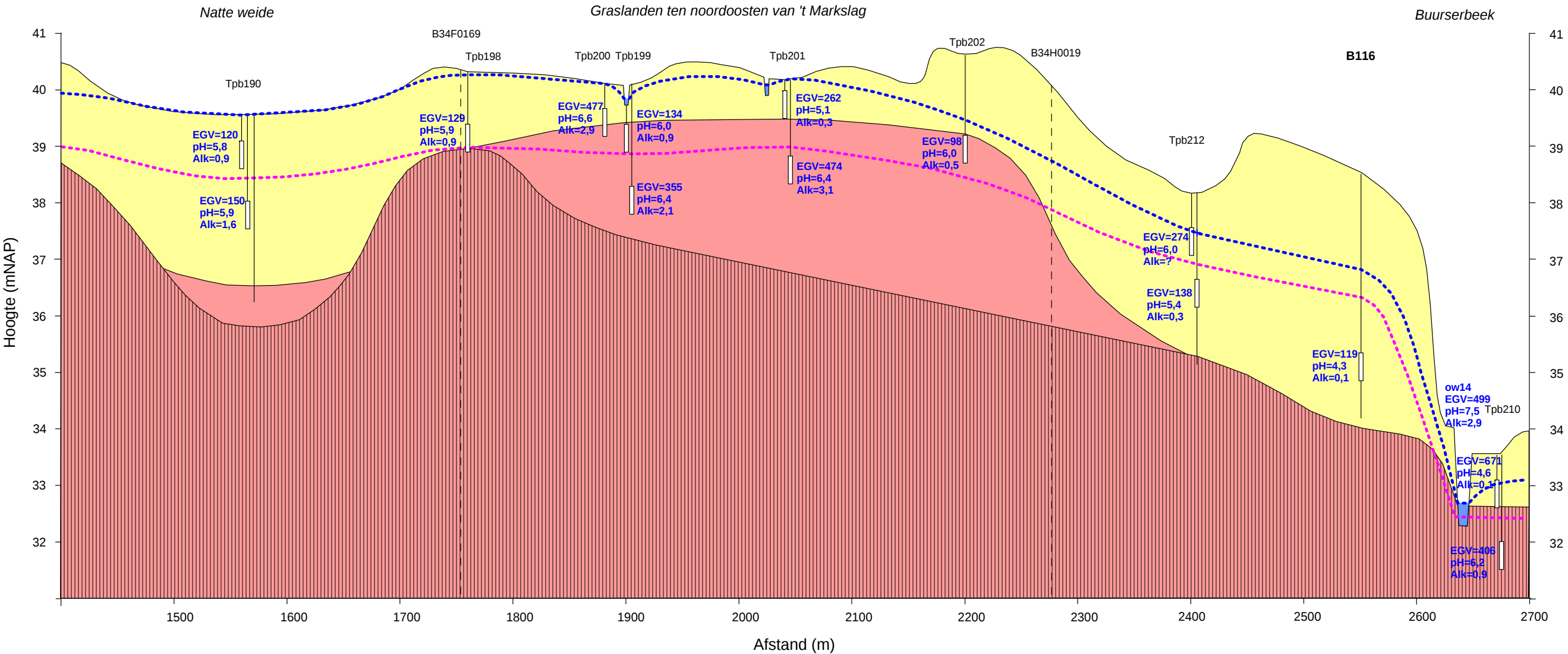
Markslag en omgeving

- 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.

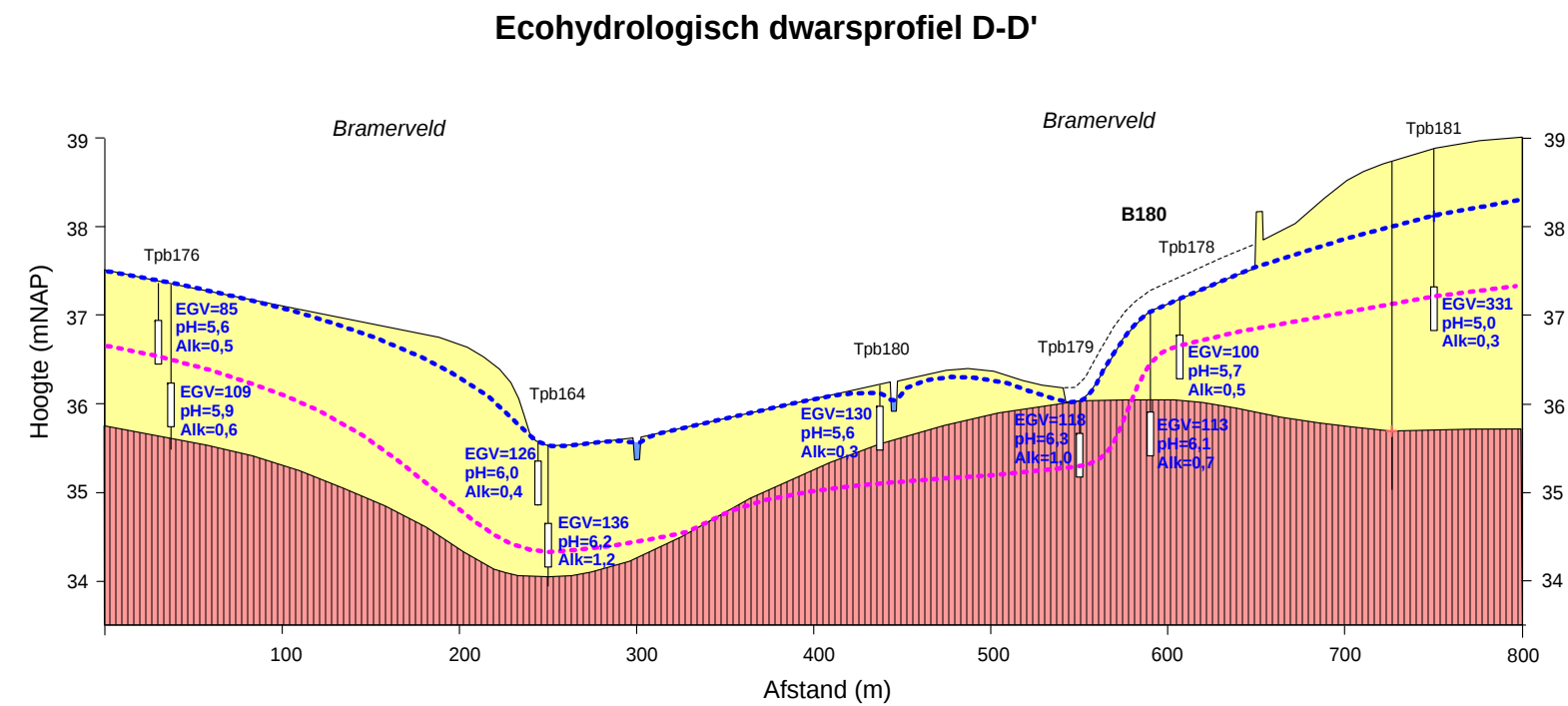
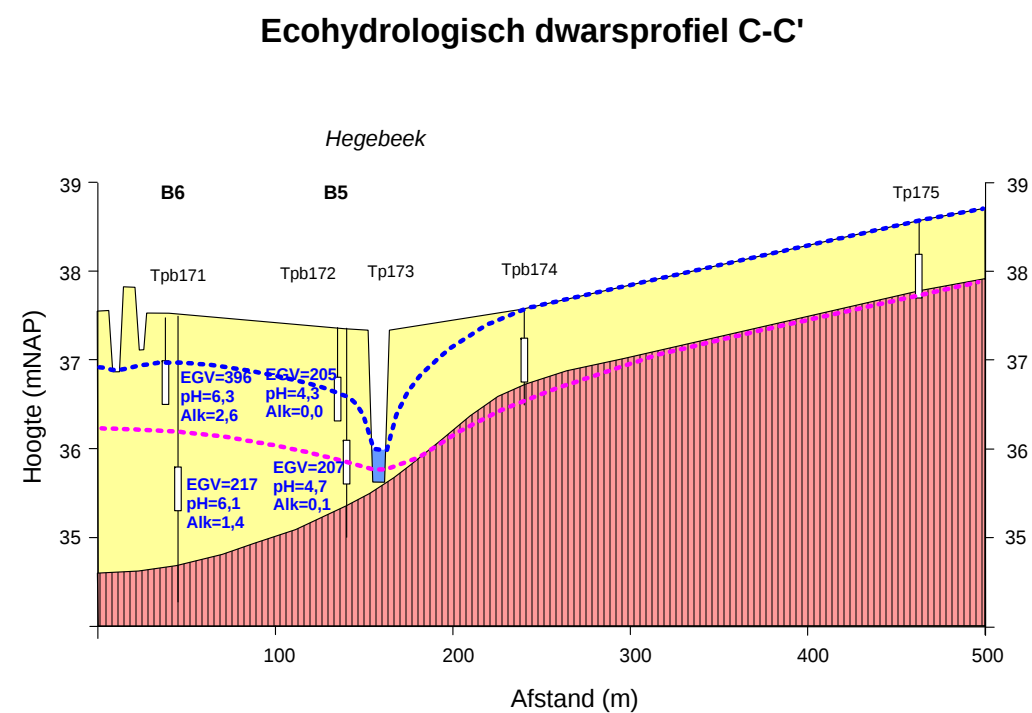
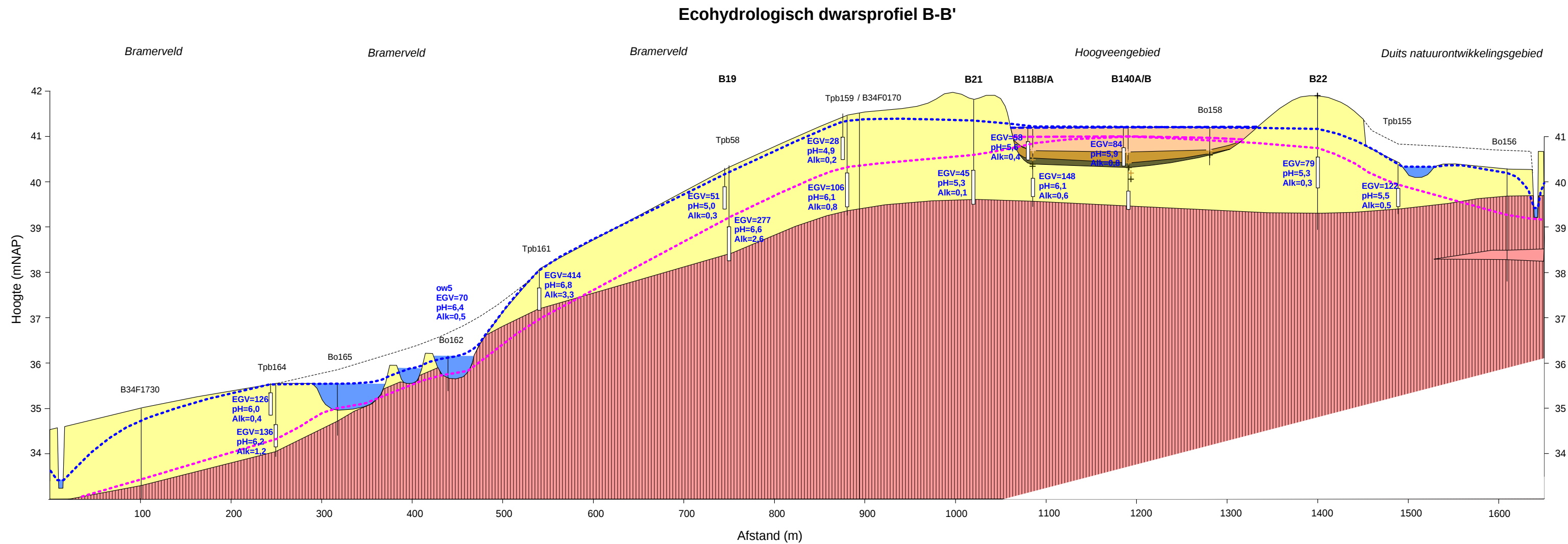
Ecohydrologisch dwarsprofiel A-A' (eerste deel)



Ecohydrologisch dwarsprofiel A-A' (tweede deel)

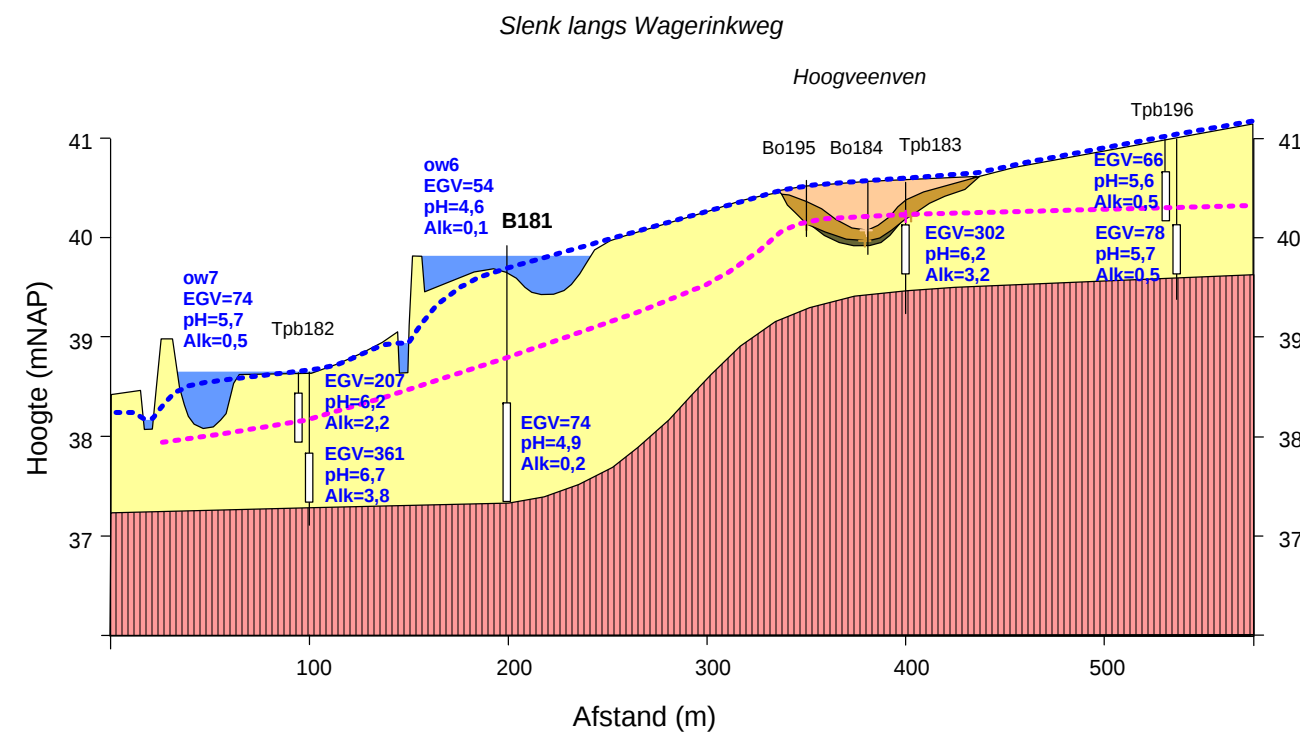


Figuur 4.1a Ecohydrologisch dwarsprofiel A-A' (voor legenda: zie figuur 4.1d)

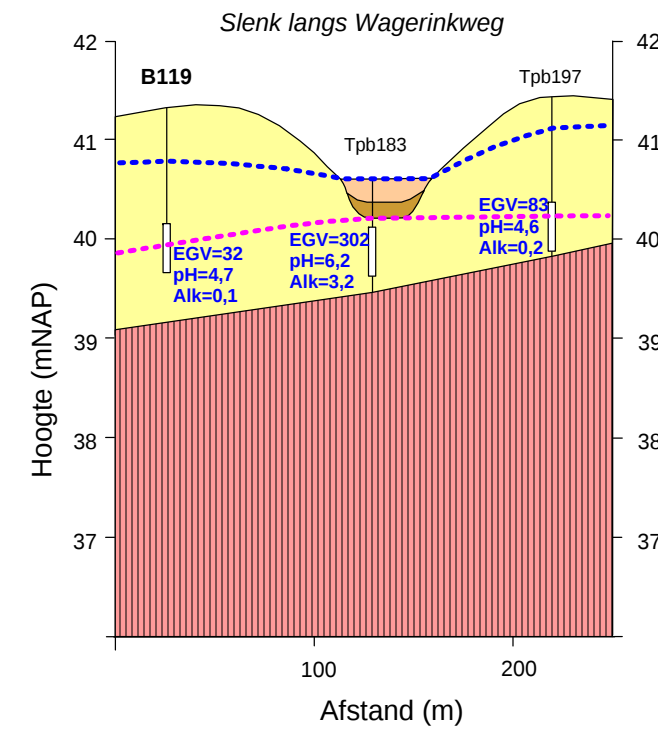


Figuur 4.1b Ecohydrologische dwarsprofielen B-B', C-C'en D-D' (voor legenda: zie figuur 4.1d)

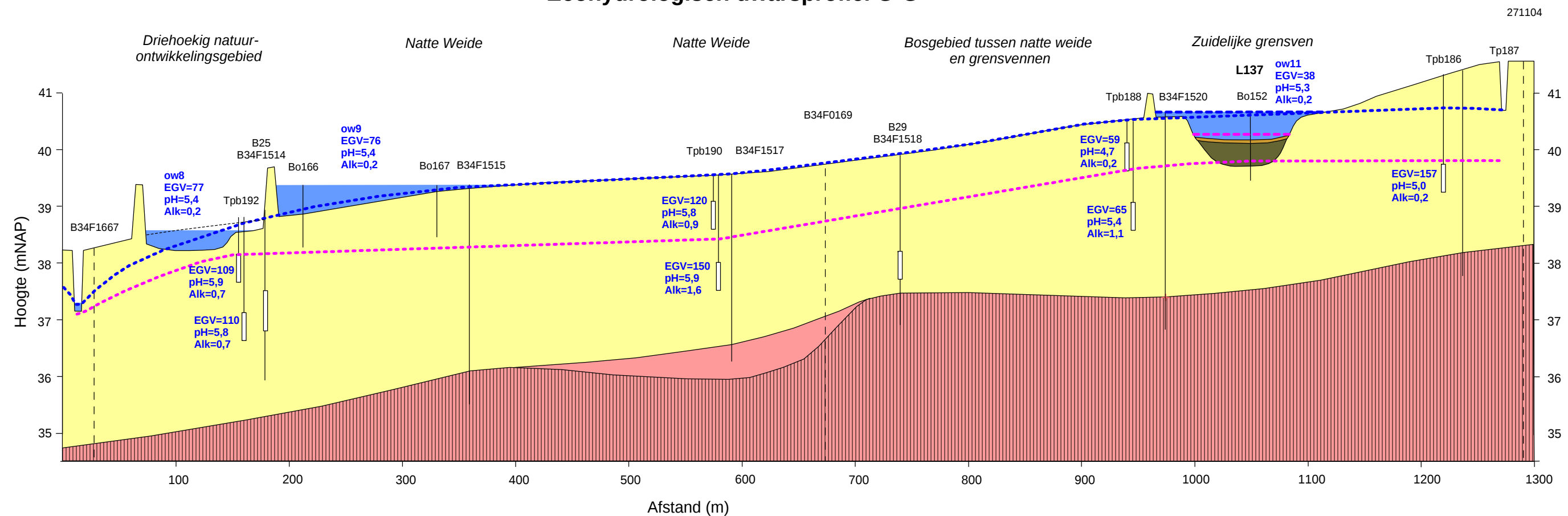
Ecohydrologisch dwarsprofiel E-E'



Ecohydrologisch dwarsprofiel F-F'



Ecohydrologisch dwarsprofiel G-G'

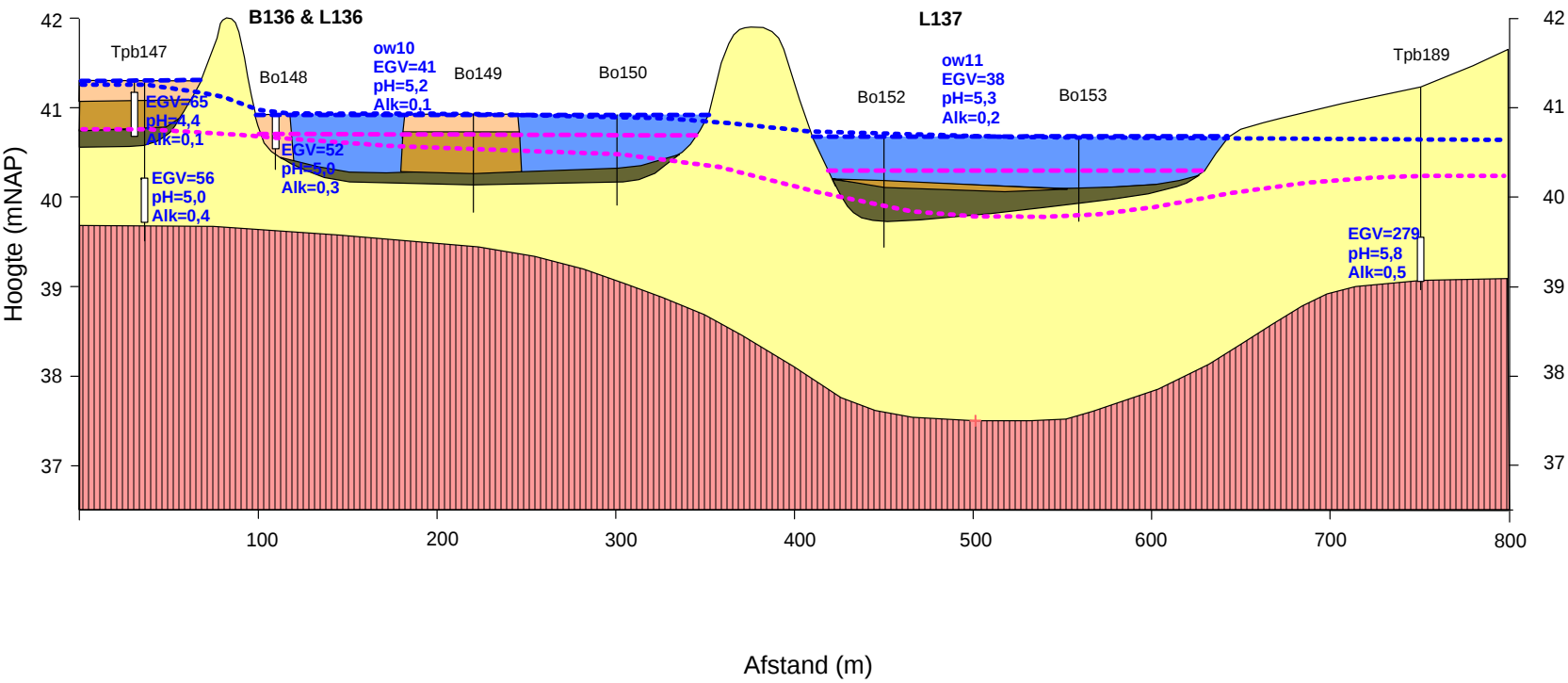


Figuur 4.1c Ecohydrologische dwarsprofielen E-E', F-F' en G-G' (voor legenda: zie figuur 4.1d)

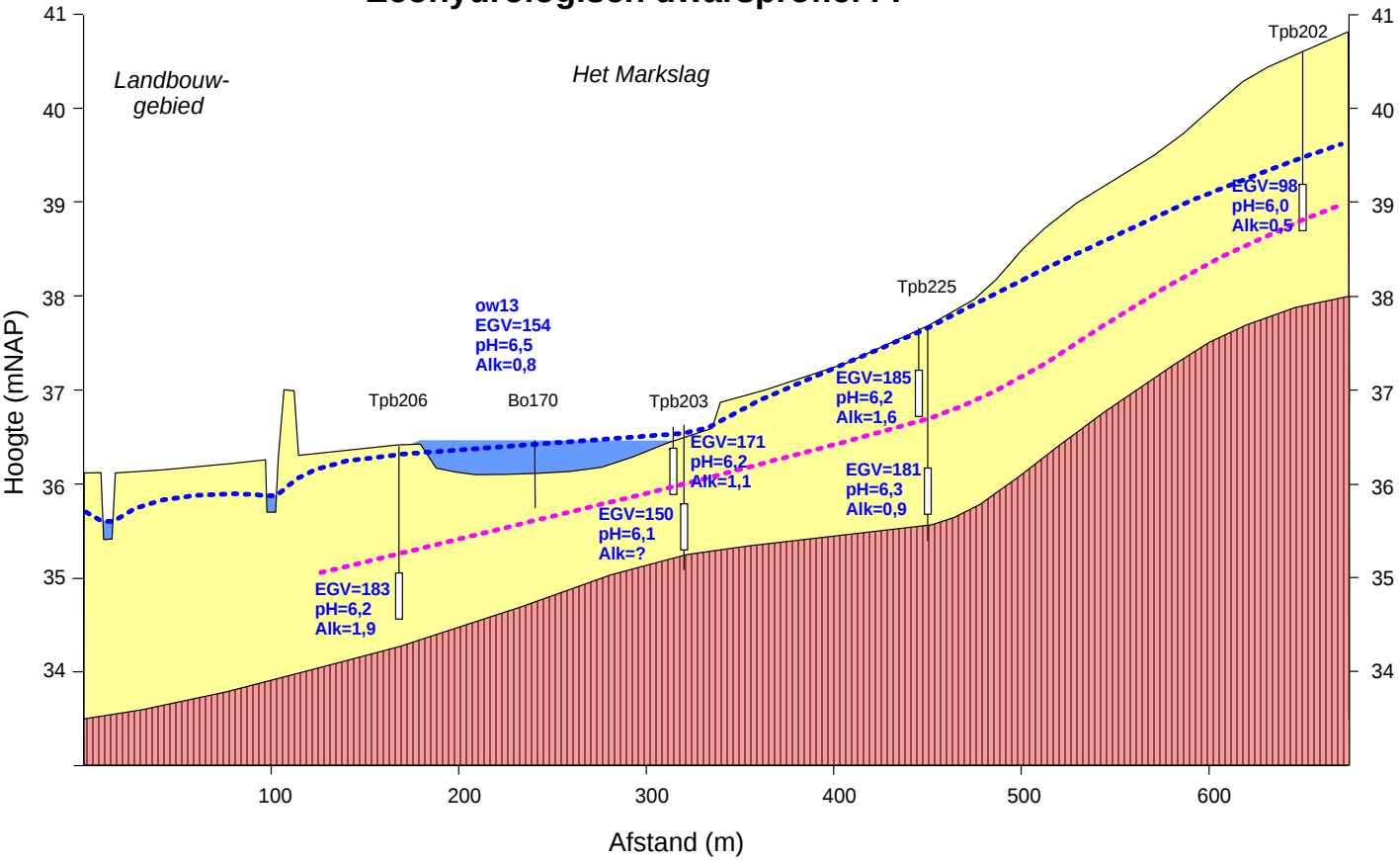
Ecohydrologisch dwarsprofiel H-H'

Noordelijke grensven

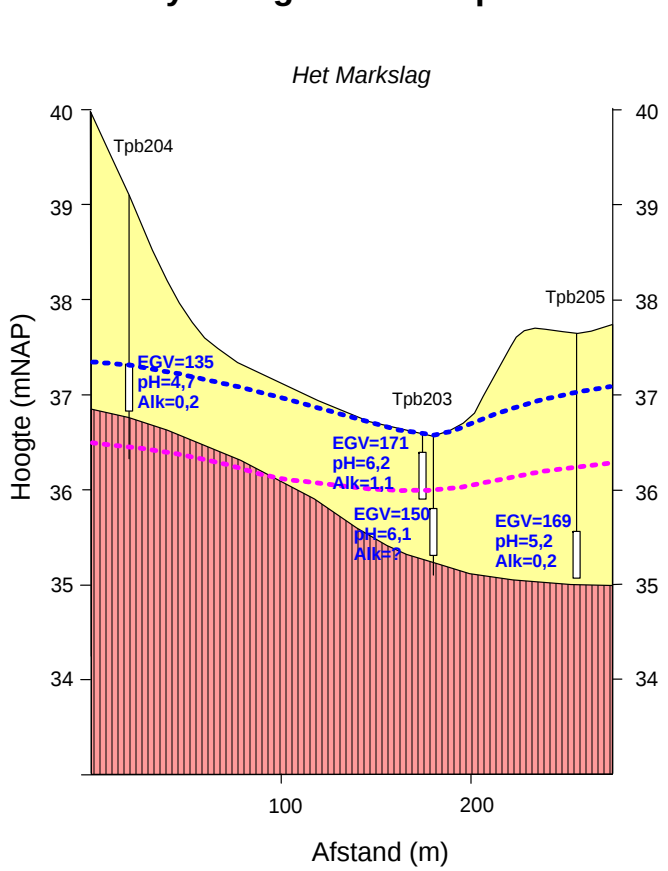
Zuidelijke grensven



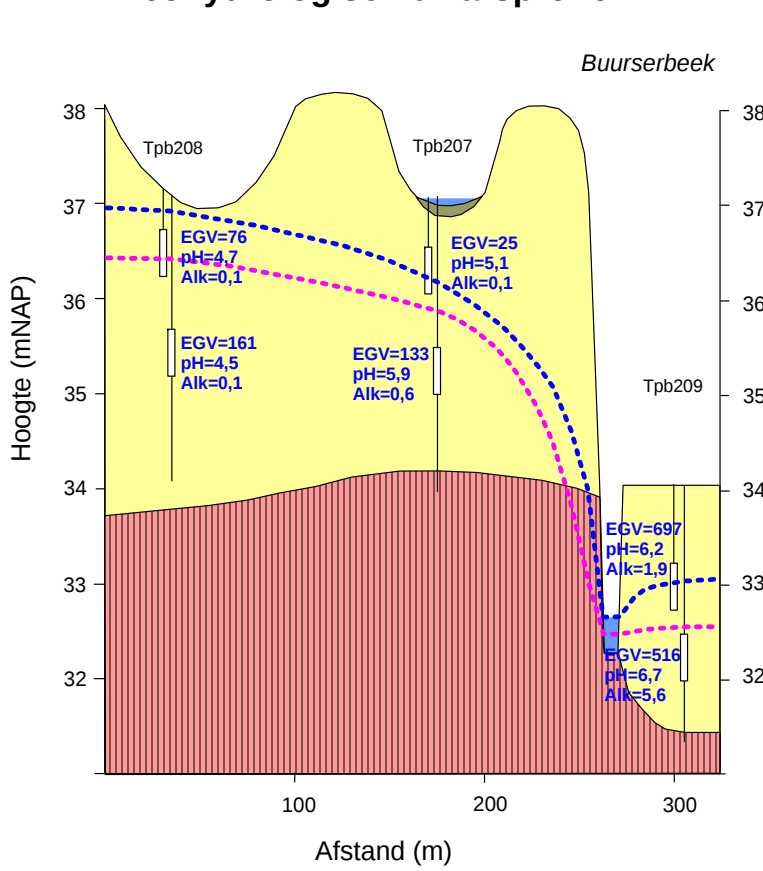
Ecohydrologisch dwarsprofiel I-I'



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 Bostel). Plaatselijk is dit zand weer door de wind verstoven of door sneeuwsmeitwater 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 meerbodemaafzetting) 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 laggen 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 dijkes 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 laggen 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 toplaag 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 van het hoogveenrestant maakt het 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 fluctuatieniveau 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 fluctuatieniveau 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 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.
- 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 hoogveengebied 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 betekent dit een verschil in grondwaterstand van ruim 90 cm. Dit betekent dat het ver wegzakken van de grondwaterstand in het gebied in de zomer (vrijwel) volledig verklaard kan worden door de aanwezigheid van het bos. 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 slechts op één plek een bedreiging voor de instandhouding / kwaliteitsverbetering van grondwaterafhankelijk habitadtypen in het Natura 2000-gebied en vormt geen bedreiging voor het herstel van de randzone van het hoogveen, eventuele ontwikkeling / uitbreiding van grondwaterafhankelijke habitadtypen 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 schijngrondwatersysteemje werkzaam is. In de zomer valt het schijn(grond)watersysteemje 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. 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.
- Instandhouding en kwaliteitsverbetering van habitatypen H3130 Zwak gebufferde vennen en H4010A Vochtige heide.
- 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 wordt op 6 februari 2018 ook besproken met de brede projectgroep en wordt 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 of worden deze althans overwogen. 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 (door het Deskundigenteam / TAUW). Een uitzondering is gemaakt voor de enclave Jannink, gezien de nauwe samenhang van het functioneren van dit deelgebied met het hoogveenrestant. 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 habitatype H7120 Herstellende hoogvenen in de richting van habitatype H7110 Actieve hoogvenen, waarmee (als tegenwicht voor de hoge stikstofdepositie) tevens een goede instandhouding van de het habitatype 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 habitatypen 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 habitatype 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. Er is vooralsnog (in afwachting van het overleg met de projectgroep) geen prioritering van de maatregelen aangegeven.

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 dient in het Nederlandse deel de volgende maatregel getroffen te worden:

- 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 waardoor de condities voor hoogveengroei verbeteren en hoogveensoorten (en met name bultenvormende veenmossen) zich op grotere schaal kunnen gaan vestigen. 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 van het gebied weer te worden hersteld middels ophoging van de bodem. Met deze ophoging wordt de afgraving die hier enkele decennia is uitgevoerd weer ongedaan gemaakt. Met het dempen van de sloten en de ophoging ontstaat hier een goede hydrologische buffer voor het hoogveenrestant en kan tevens herstel van de lagg gerealiseerd worden in het betreffende gebied zelf.

Dit betekent dat de ophoging plaats moet vinden met schraal zand en dat de dekzandruggen aan weerszijden hersteld dienen te worden, zodat ook de grondwatervoeding vanuit de dekzandruggen goed hersteld kan worden en er gradiënten ontstaan. Ook het lage deel dient opgehoogd te worden. Daarbij dient een drempel aan de noordzijde te worden aangebracht, zodat hier weer een venachtige laagte ontstaat. Naar verwachting zal hier een zuur ven tot ontwikkeling komen. Ter plaatse van de dekzandruggen moet een zandlaag van circa 70 cm worden aangebracht en ter plaatse van de lage delen een laag van circa 30 cm.

Omdat een laag schraal zand wordt aangebracht hoeft de fosfaatrijke toplaag niet eerst verwijderd te worden om toch een goede uitgangssituatie te realiseren voor een goed herstel van de lagg. Bovendien zal in het betreffende gebied na inrichting geen sprake meer zijn van kwel, waardoor ook via de grondwaterstroming naar verwachting geen fosfaat meer tot beschikking van de vegetatie zal komen. Wel zal vanwege het achterwege laten van de afgraving van de fosfaatrijke bovengrond het benedenstrooms gebied (ofwel het dal van de Hegebeek) gevoed blijven worden met fosfaatrijk water. Omdat de Hegebeek naar verwachting ook in de toekomst nog lange tijd gevoed zal blijven worden met voedselrijk water vanuit de intensief beheerde landbouwgronden (voornamelijk akkers) in het Duitse bovenloopgebied lijkt dit niet tot wezenlijke vergroting van het waterkwaliteitsknelpunt.

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.

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.

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 grondwater-voeding 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. 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 dient het (Berken)bos dat op twee plekken in de directe omgeving van het hoogveenven tot ontwikkeling is gekomen te worden verwijderd. 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.

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 zone van 100 à 150 meter die direct tegen het hoogveenrestant aan ligt, inclusief de slenken die in deze zone aanwezig zijn. 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 fluctuatie van de grondwaterstand in de dekzandrug / minerale bodem het bovenste deel van de damwand vaak bloot staan aan zuurstof, en zodoende snel weggroten. 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 subtiele, 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 anders 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 habitatypen 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 geëutrofeerd 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 geëutrofeerde 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 / TAUW). 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 en ontwikkeling van H3160 Zure vennen.
- 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 twee vennen hersteld: een naar verwachting zuur ven in het bovenstroomse deel en een zwak gebufferd ven 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 stuwteje vervangen voor een robuuste keiendrempe: 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 verstoorte 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 het ven aan de benedenstroomse zijde dient eerst bos verwijderd te worden en met de afgraving van de fosfaatrijke bovengrond en de plaatsing van de keiendrempe (op het huidige maaiveldsniveau) ontstaat hier weer een ven. Vanwege de zeer geringe dikte van de watervoerende zandlaag is het hier geen probleem dat het ven tegen de buitengrens van het Natura 2000-gebied aan ligt.

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 habitattype 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.

Hier toe 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 keiendrempe: via deze drempel blijft de slenk conform de uitgangssituatie afwateren op het externe stelsel aan de westzijde.

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 habitatype 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 plaggen. 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 dekzandruggen 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 hogerop de te herstellen overgang, mogelijk in combinatie met heischraal grasland.
- Uitbreiding van habitatype H91E0C Vochtige alluviale bossen in het lage deel 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 het laagste deel 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 afdalen 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 het verder bovenstrooms (ofwel noordoostelijk) bos verwijderd, maar dat is vooral 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 met grondwater gevoed en deze voedingsgebieden liggen buiten de invloedssfeer van de externe ontwateringsmiddelen.

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 bladinvall 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 Basisbiotoop 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 onttrent met een buisdrainagesysteem (mondeling mededeling J. in 't Veld, Natuurmonumenten). Omdat het gedraineerde perceel direct grenst aan de heideslenk heeft deze buisdrainage hoogstwaarschijnlijk een verdrogende werking op de noordelijke vochtige heideslenk. Dus voor de instandhouding / kwaliteitsverbetering van habitattypen H4010A Vochtige heide en H7120 Pioniervegetaties met snavelbiezen in de noordelijke vochtige heideslenk is het naar verwachting 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 heraanluiting van de vroegere natuurlijke, ondiepe beekloop. 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.

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.

Langs de Hegebeek is echter ook bebouwing aanwezig. Bij de aanpassing van de inrichting moet 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.

Omdat in het Duitse bovenloopgebied op grote schaal intensief beheerde landbouwgronden (met name akkers) aanwezig zijn is de waterkwaliteit van de Hegebeek slecht: het water is zeer voedselrijk. Frequente inundatie van het dal met dit voedselrijke water is ongewenst. Wel zal bij herstel van het hydrologische systeem de wortelzone gevuld zijn met grondwater op het moment dat inundaties met beekwater optreden. Dus het beekdal wordt bij realisatie van het beoogde systeemherstel minder gevoelig voor eutrofiëring door overstromingswater. Dus systeemherstel leidt tot een meer robuust systeem. Dus het beoogde systeemherstel dient ook bij een nog verre van optimale waterkwaliteit wel te worden uitgevoerd.

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 en een zo gering mogelijke diepte van de beek. De mogelijkheden tot realisatie van deze situatie worden bevorderd door een zo verregaand mogelijke retentie bovenstrooms in Duitsland. Ook door het creëren van extra berging in het Nederlandse deel kan hieraan een bijdrage geleverd worden. Deze extra berging ontstaat bij het herstel van de overgang van het Bramerveld naar het dal middels het afgraven van de fosfaatrijke bovengrond. In de noordoosthoek van enclave Jannink zou extra berging gerealiseerd kunnen worden door ook hier de fosfaatrijke bovengrond af te graven (is nog niet aangegeven op de plankaart. Vervolgens kan ook in deze zone ontwikkeling van alluviaal bos plaatsvinden.

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 lagg 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 beeksysteem 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 habitattypen 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.

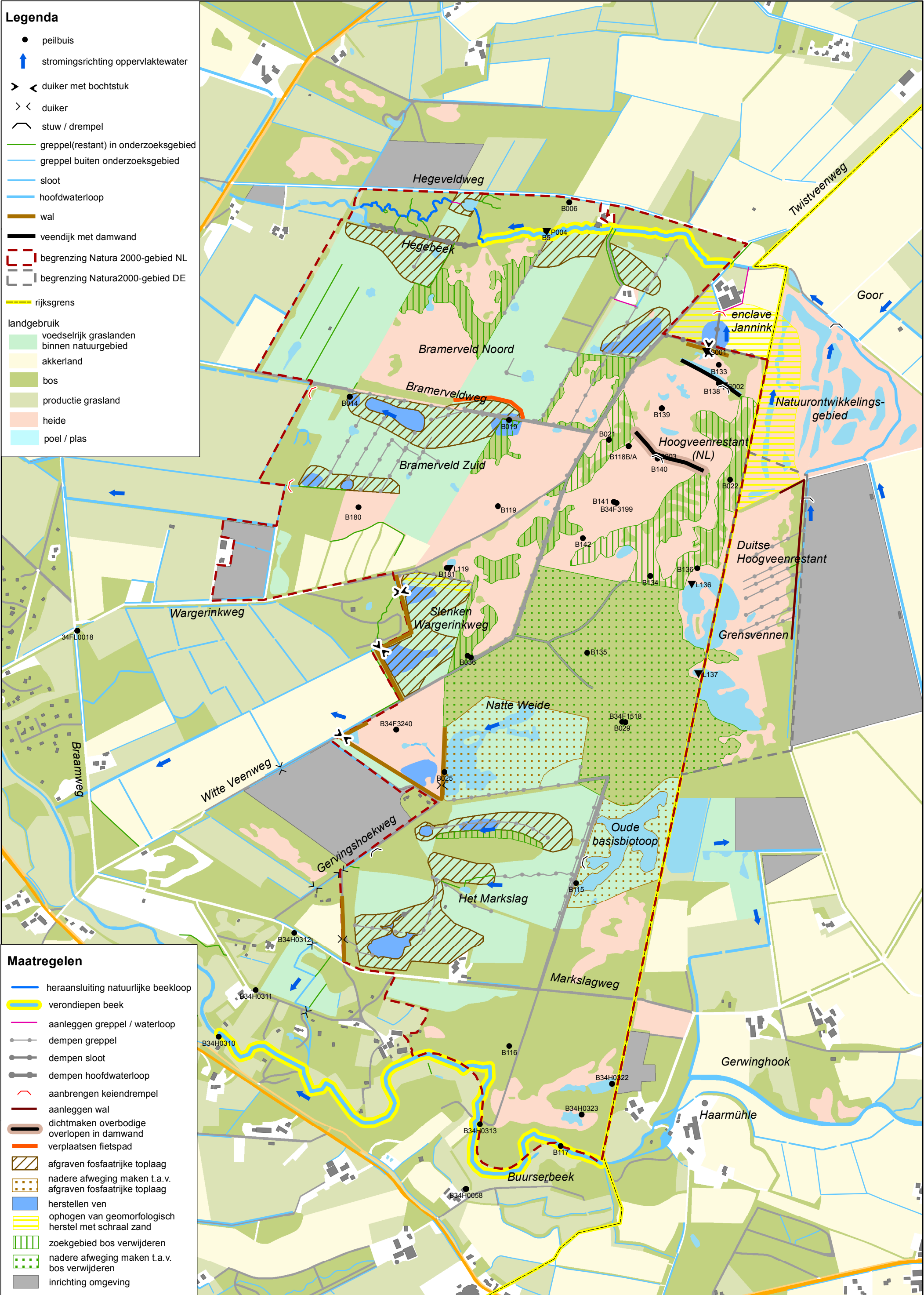
Het herstel van de aansluiting kan op twee plekken gerealiseerd worden: op de plek waar dit met behulp van de dam al eerder is geprobeerd of verder oostelijk, zoals nu aangegeven op de plankaart. Bij aansluiting op de oostelijke plek wordt de natuurlijke loop over grotere lengte hersteld en deze optie 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. Middels het afgraven van de fosfaatrijke toplaag ter plaatse van de voormalige landbouwgrond ten zuiden van de gekanaliseerde loop en in het perceel ten noorden hiervan ontstaat in de laagste zone een goede uitgangssituatie voor ontwikkeling van alluviaal bos. Tevens wordt hiermee ten zuiden van de te dempen gekanaliseerde loop een bij hoge afvoerpieken meestromende slenk gecreëerd.

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 habitattypen H91E0C Alluviale bossen en daarnaast ook voor een goede ecologische ontwikkeling van het beekdal in het algemeen is het wel wenselijk 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.



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.

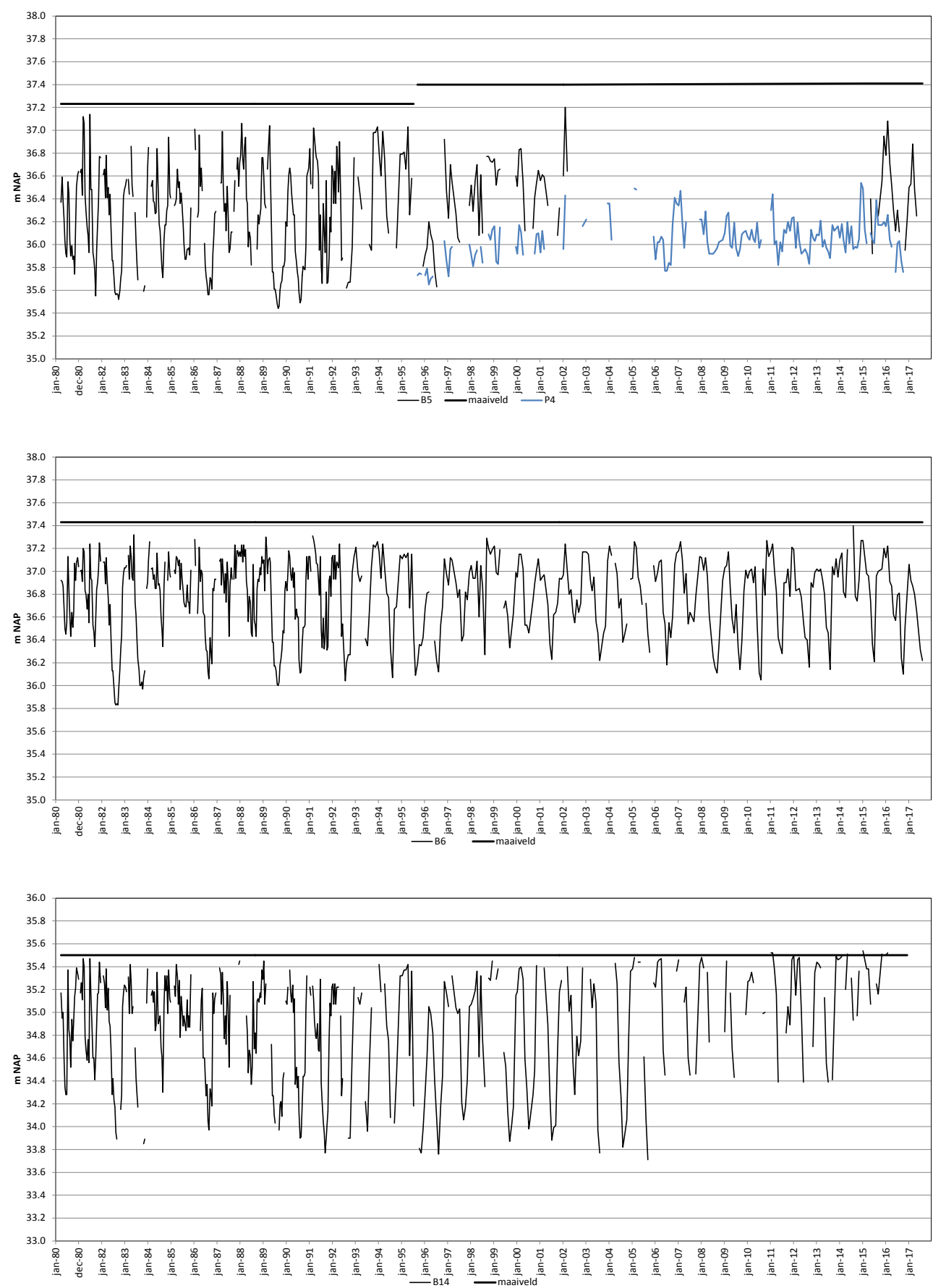
WAPENAAR, 1983. Vegetatiekartering van het Witte Veen. Vereniging Natuurmonumenten, 's-Graveland.

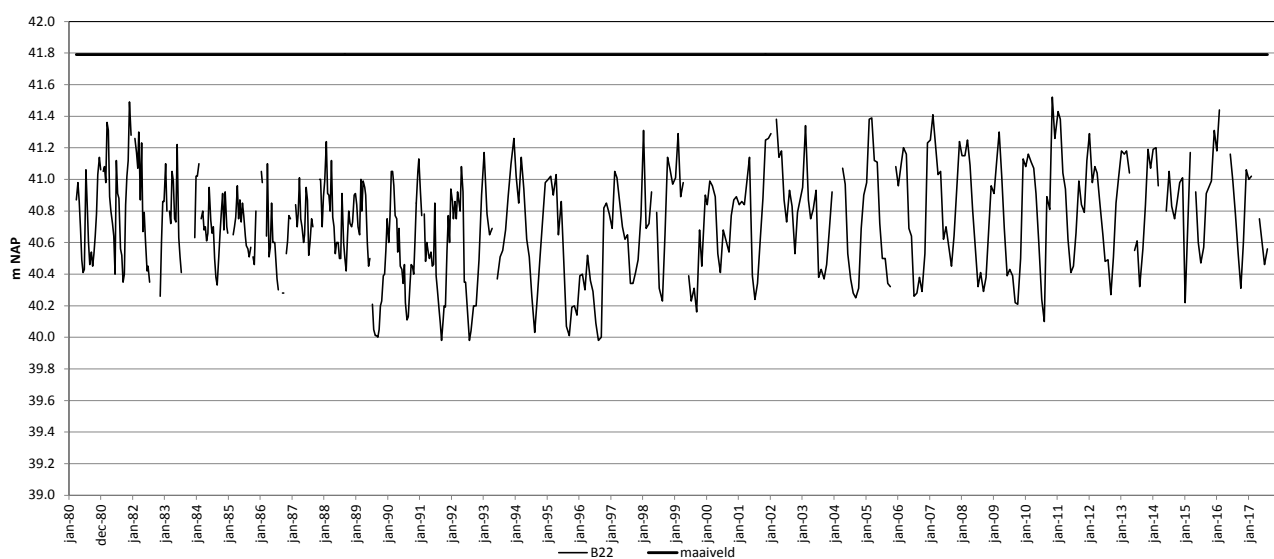
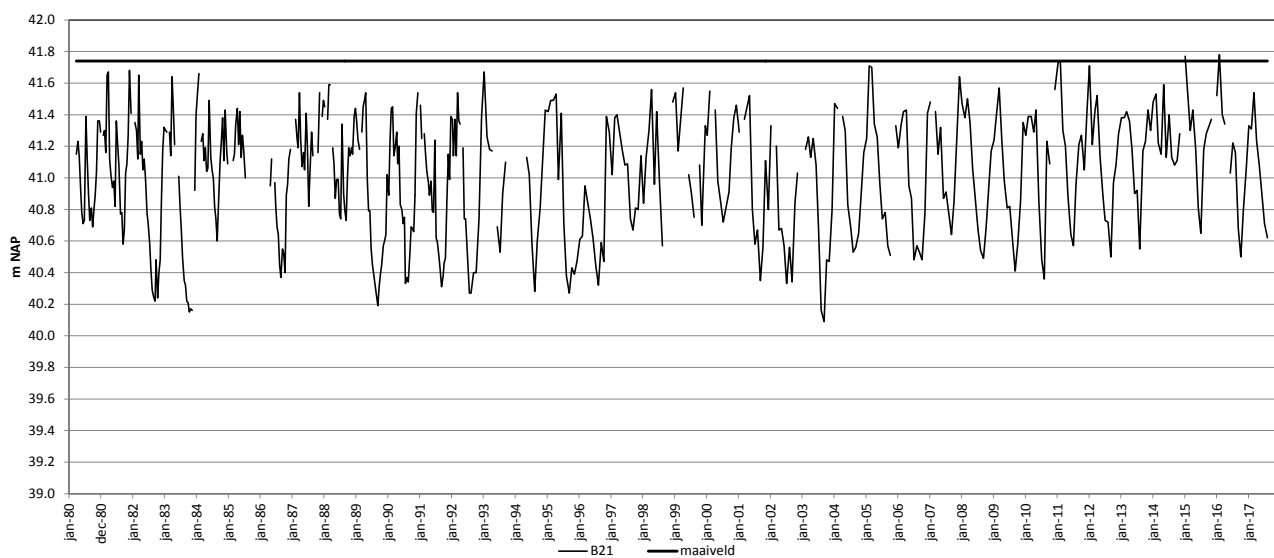
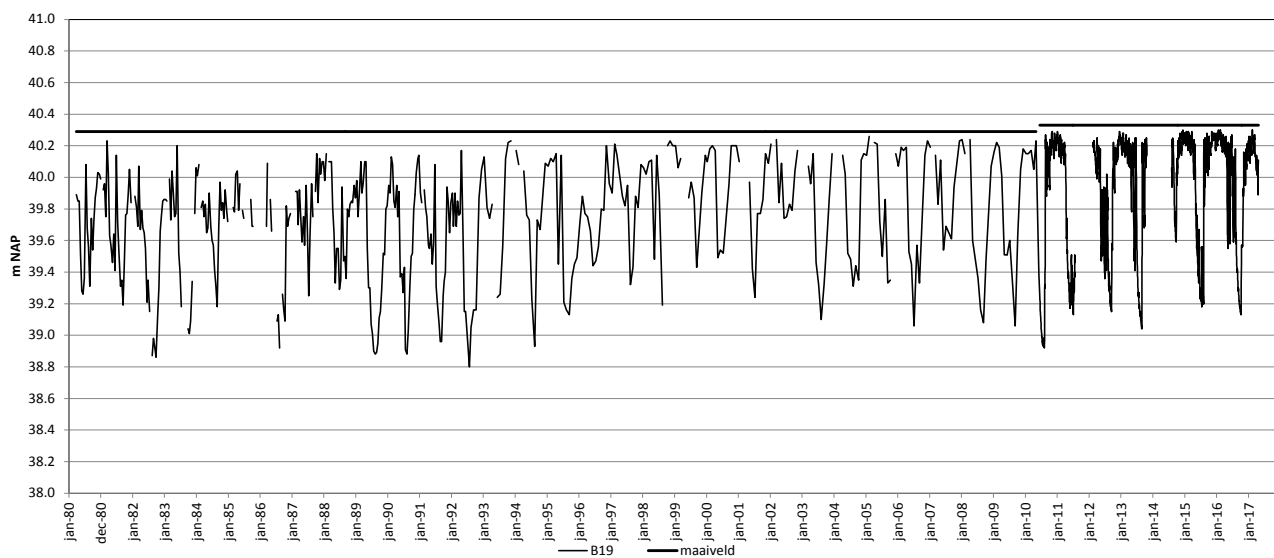
WILLEMS, G., 2017. Hydrologisch onderzoek randzone Witte Veen. Tauw, Deventer

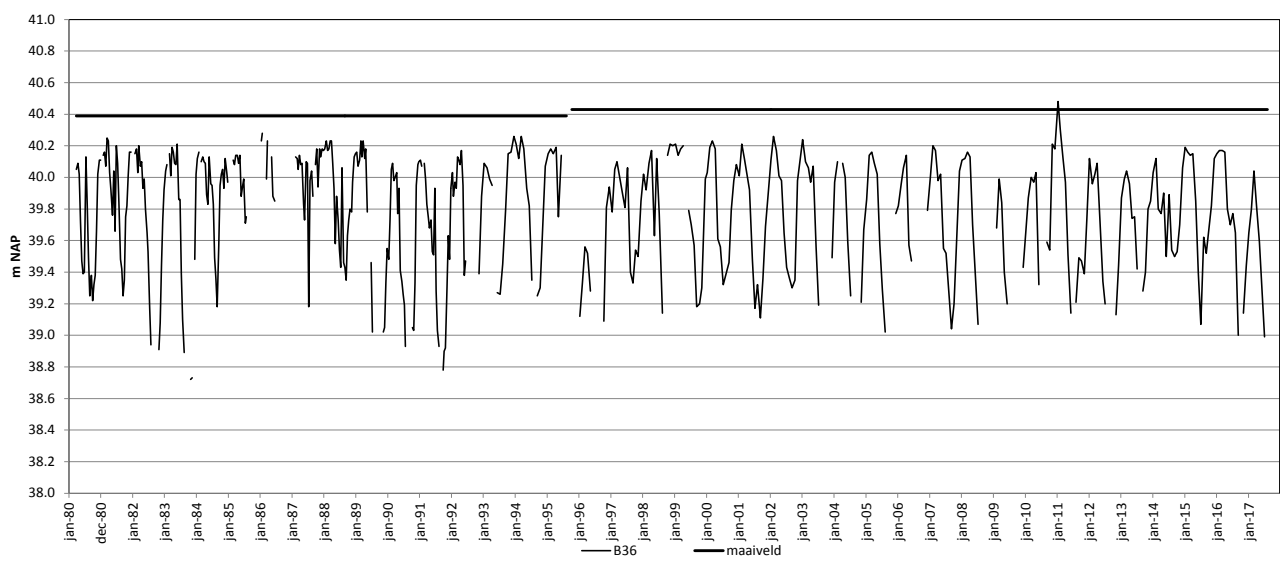
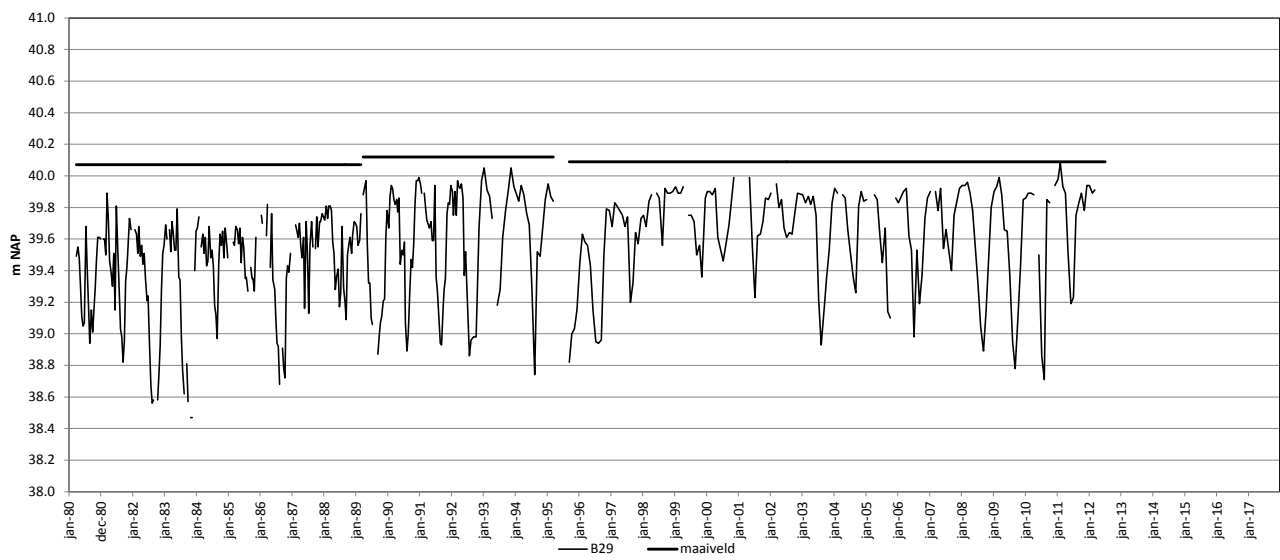
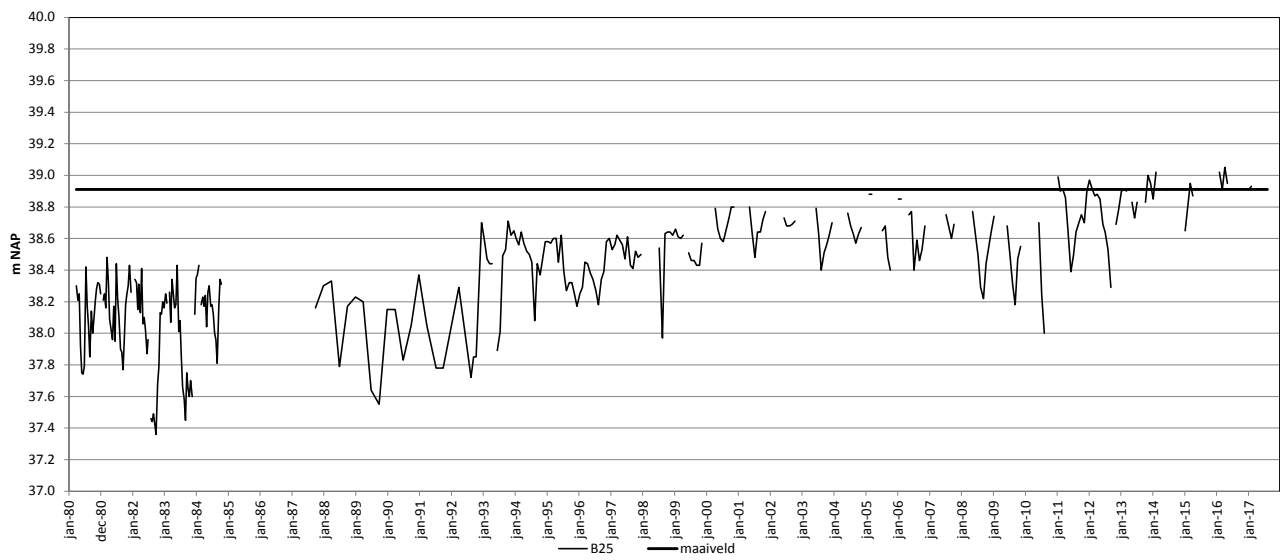
Overzicht bijlagen

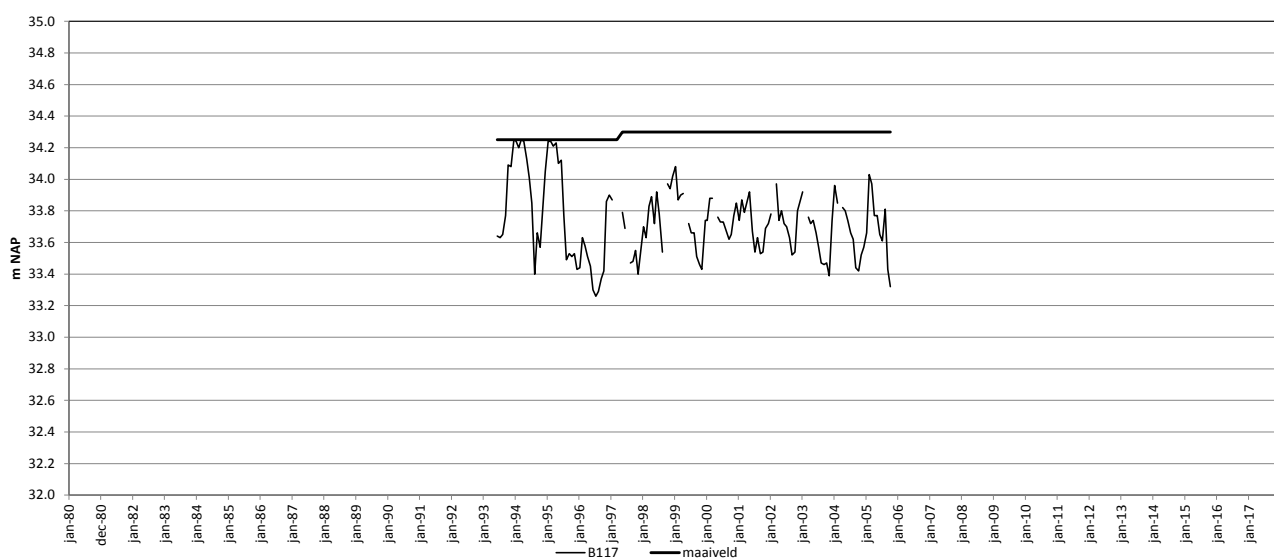
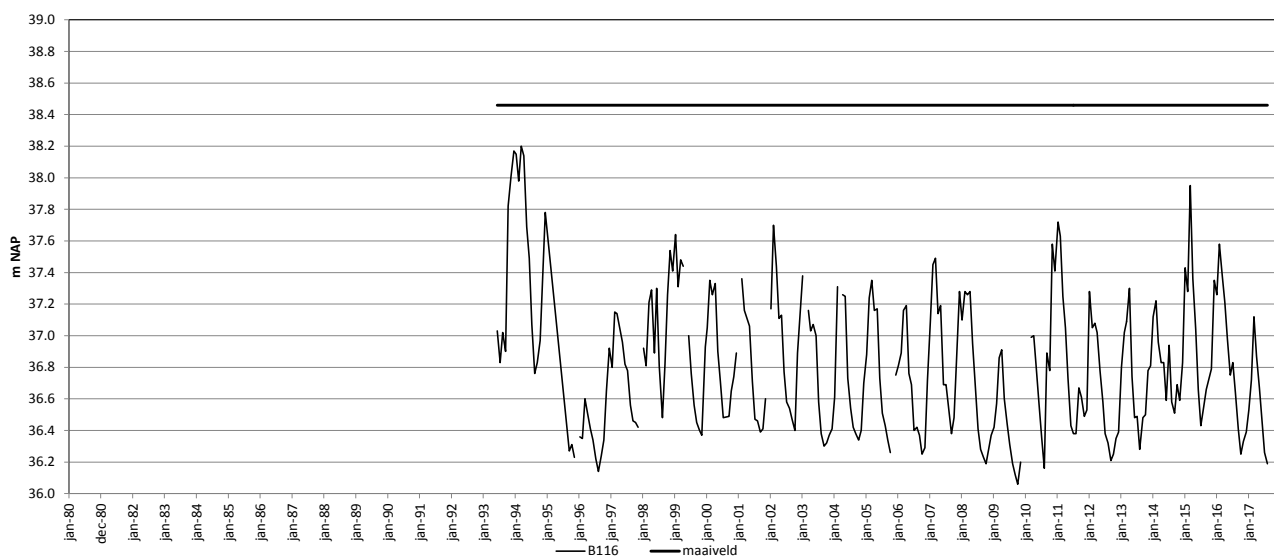
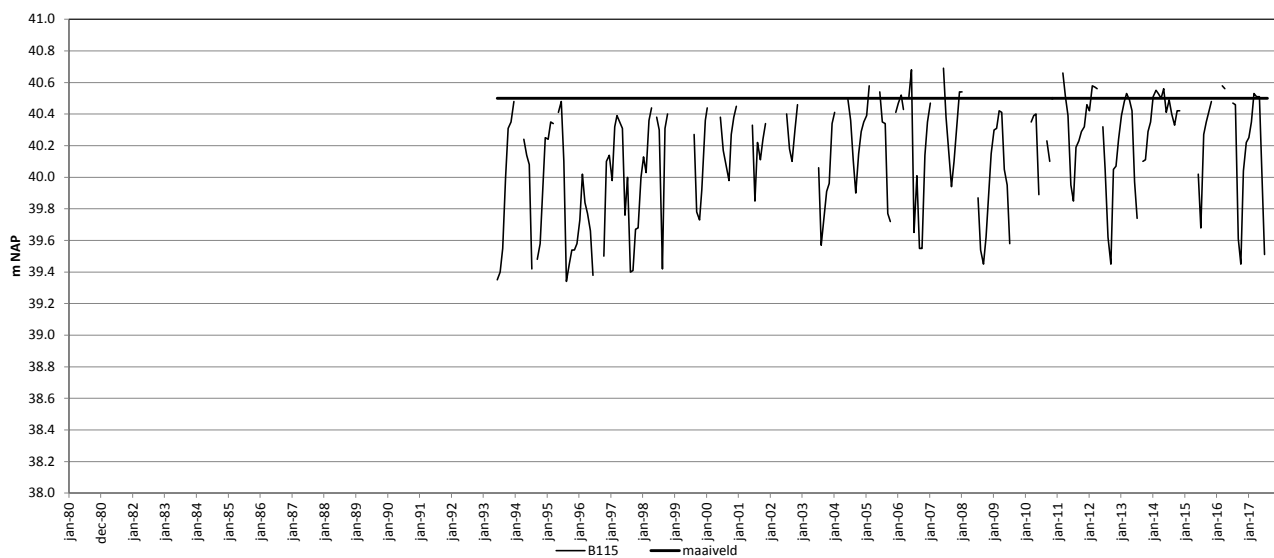
- 1 Grafieken (grond)waterstandsverloop
- 2 Resultaten tijdreeksanalyse met behulp van Menyanthes
- 3 Boorbeschrijvingen boorgaten en tijdelijke peilbuizen
- 4 B-WARE concept-rapport 'Bodem- en hydrochemisch onderzoek Witte Veen'

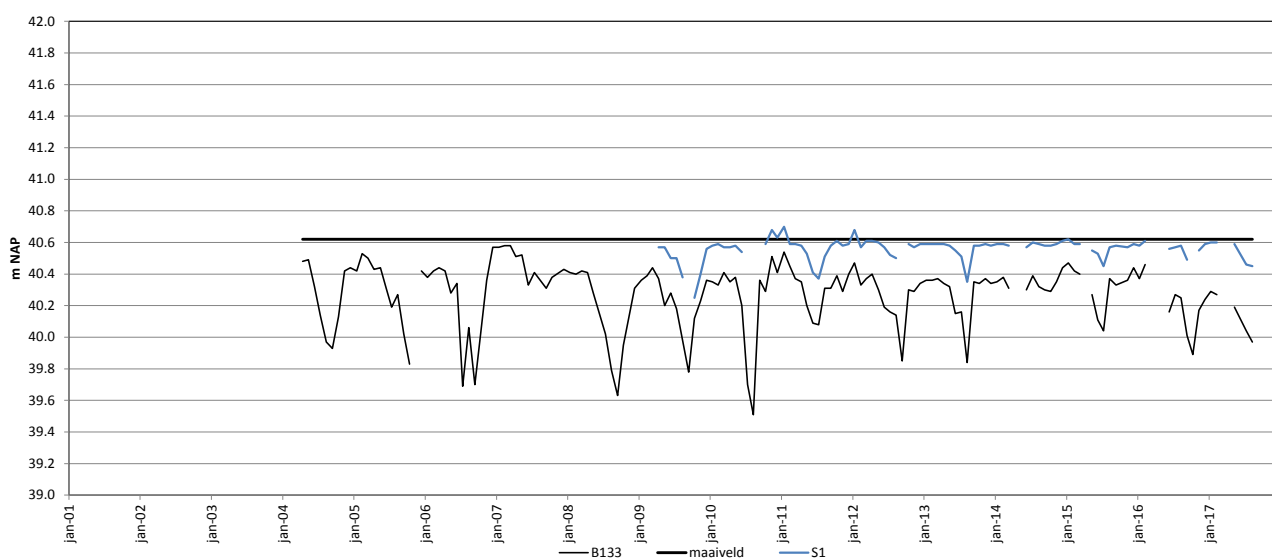
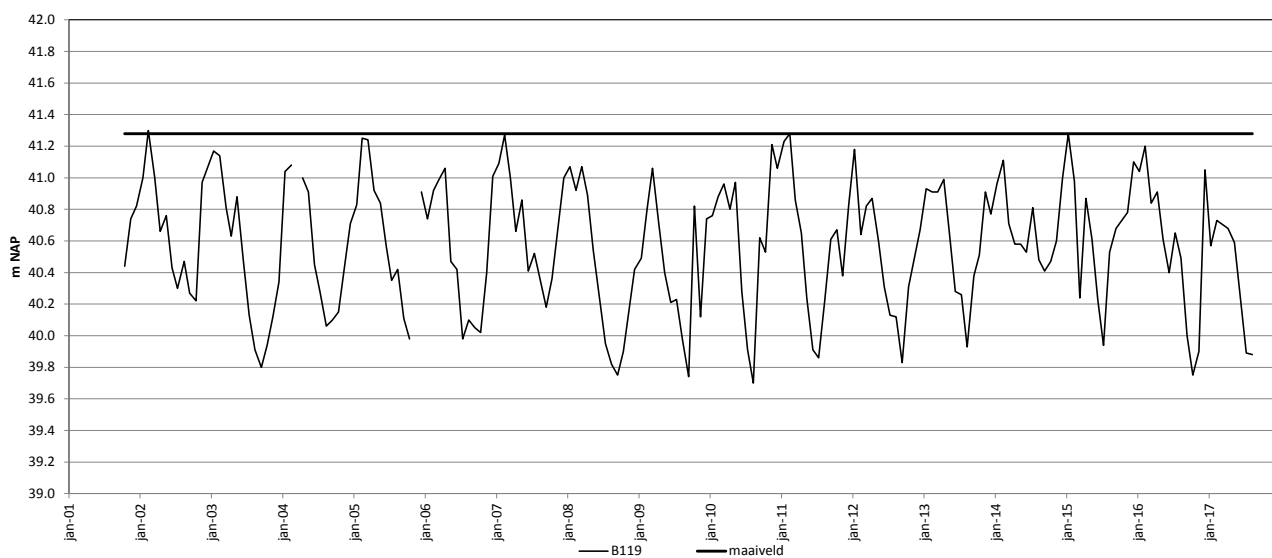
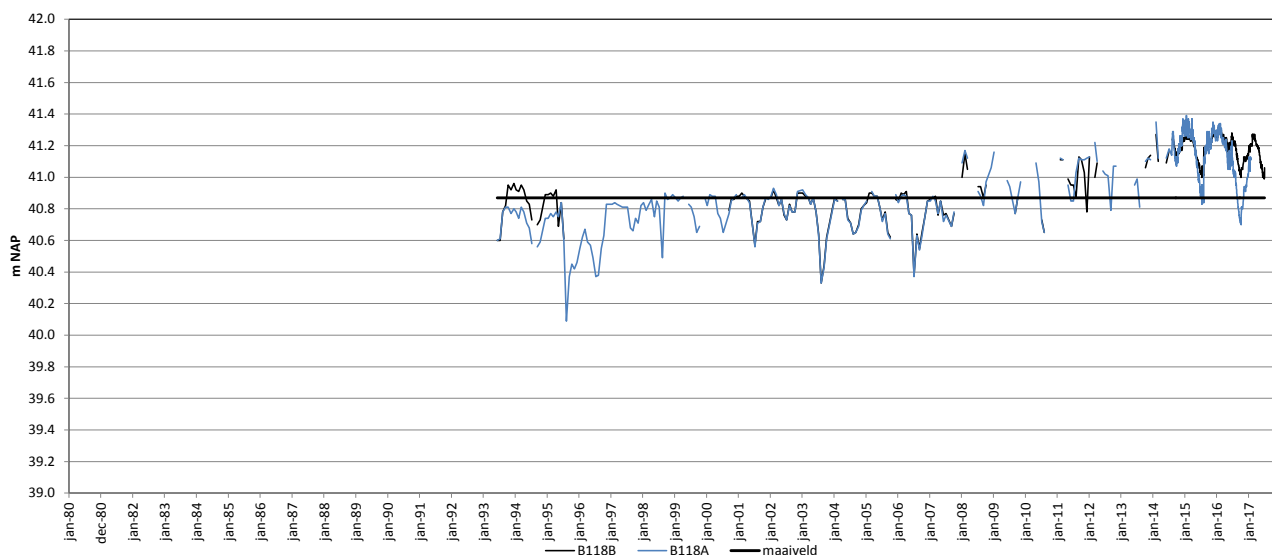
Bijlage 1 Grafieken (grond)waterstandsverloop

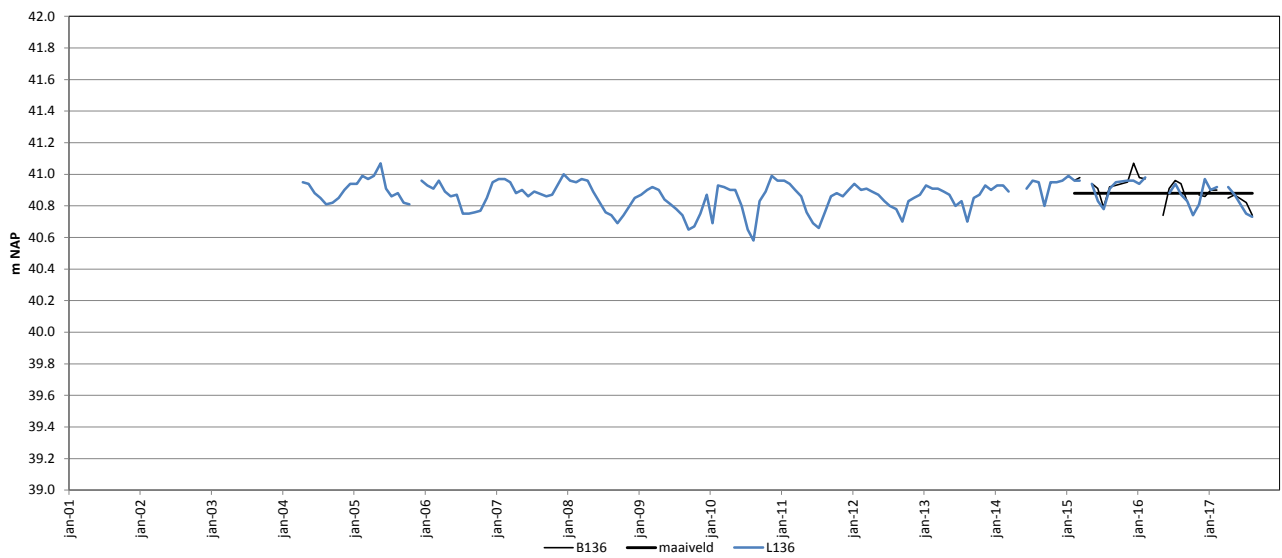
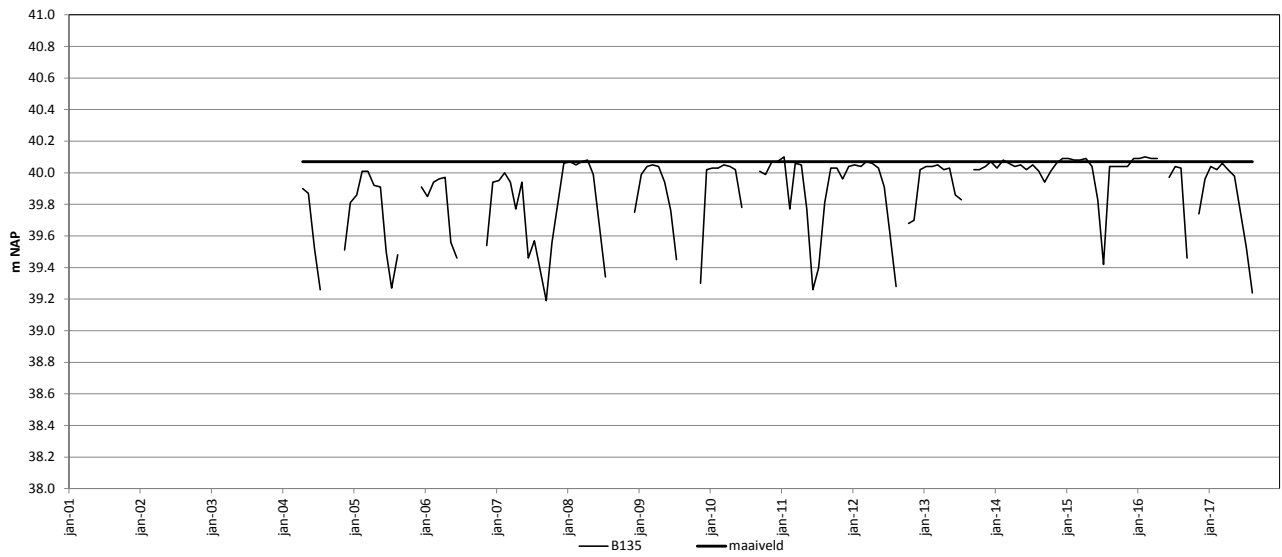
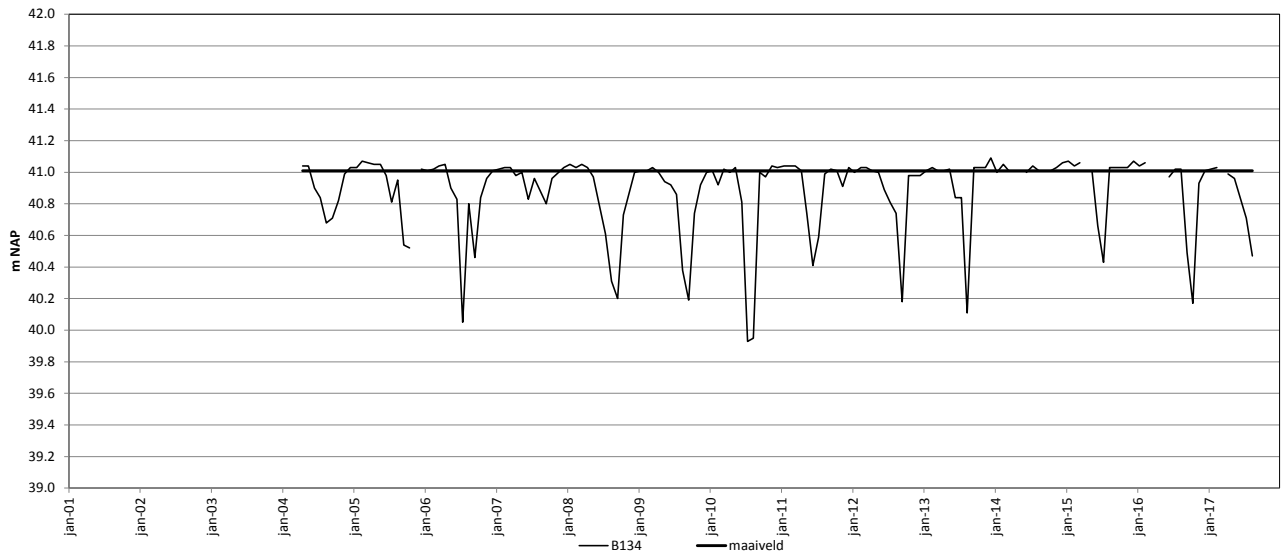


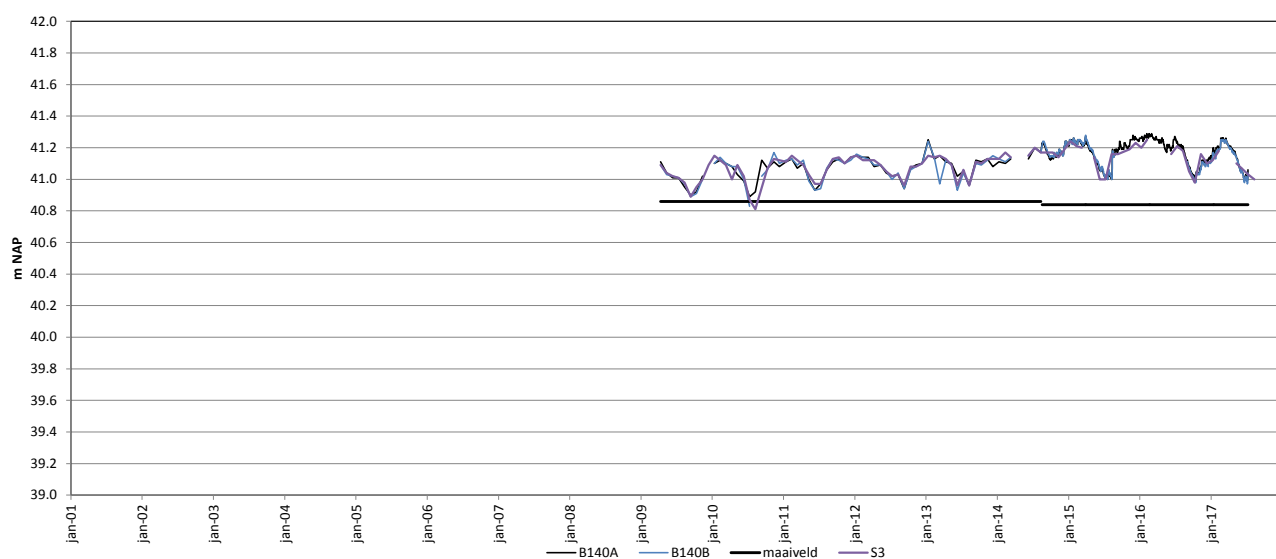
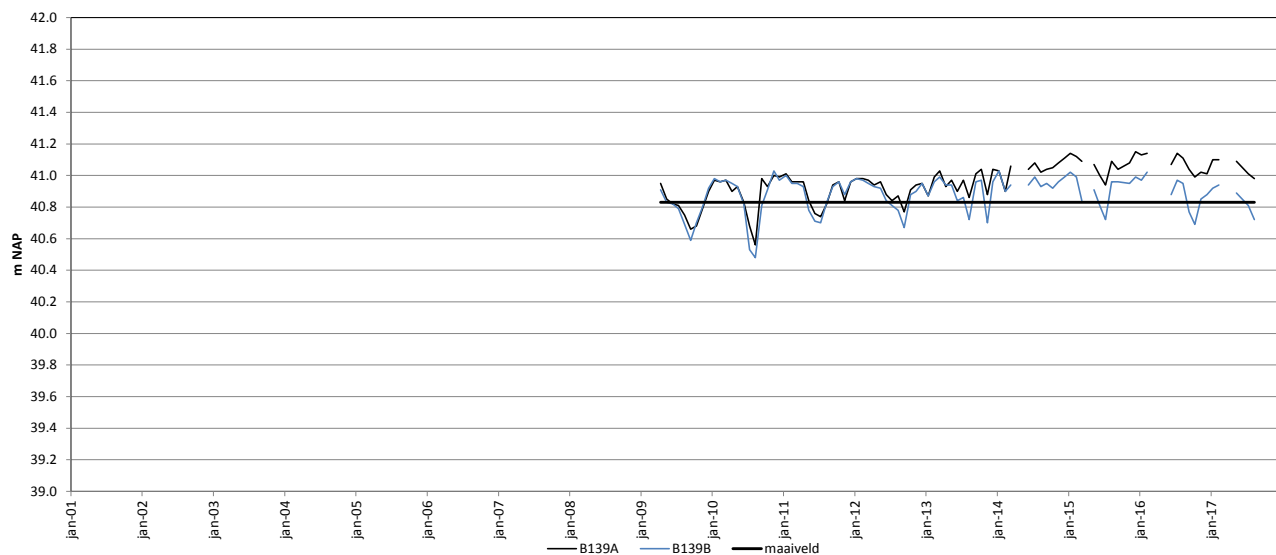
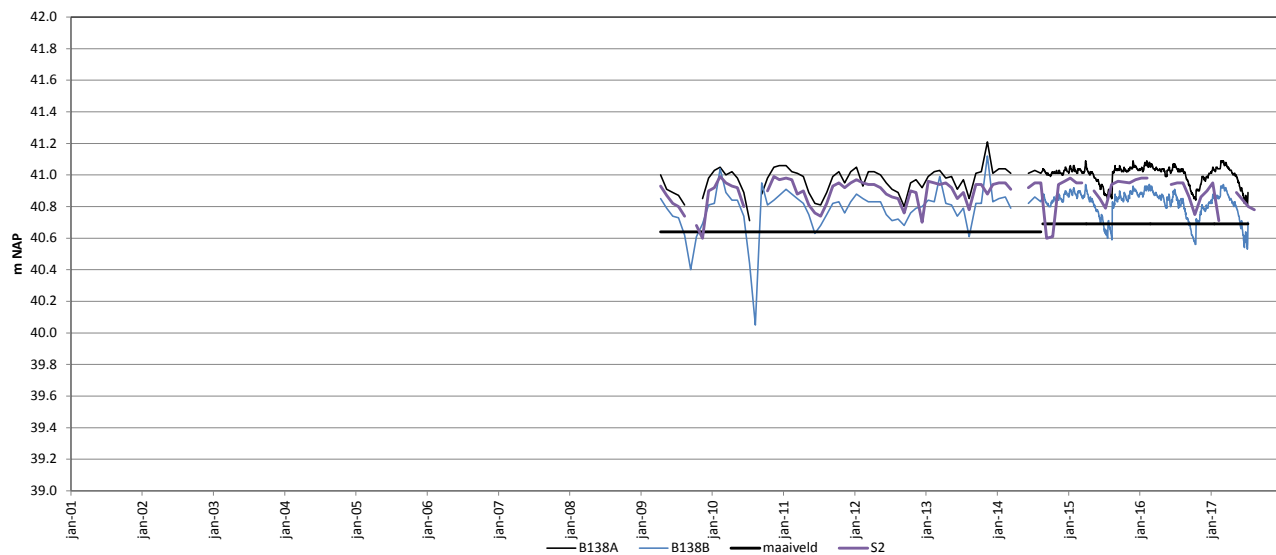


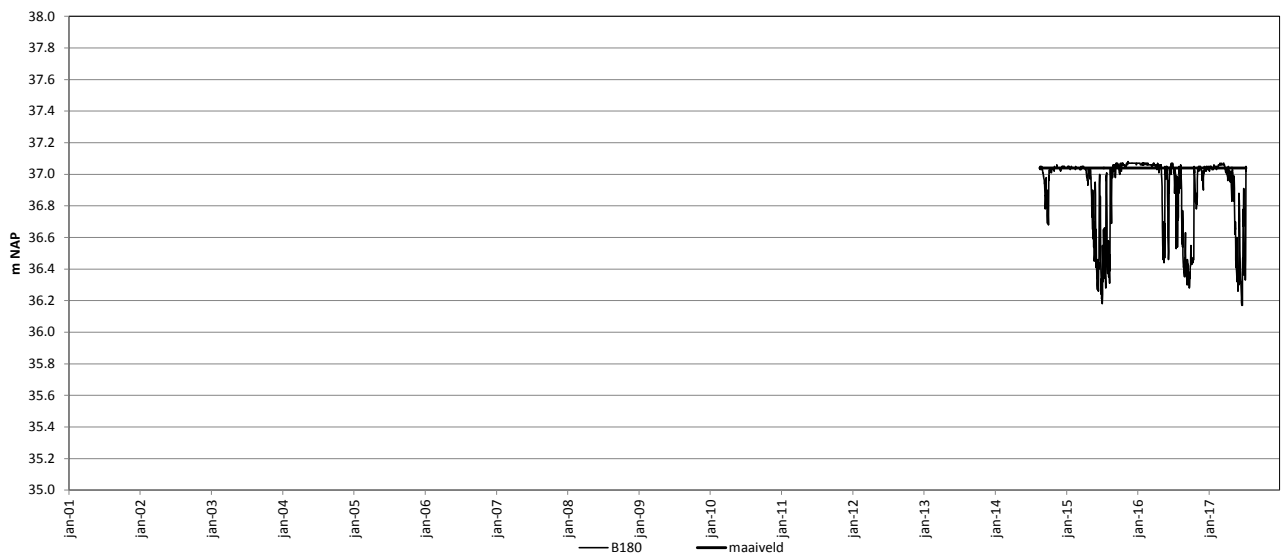
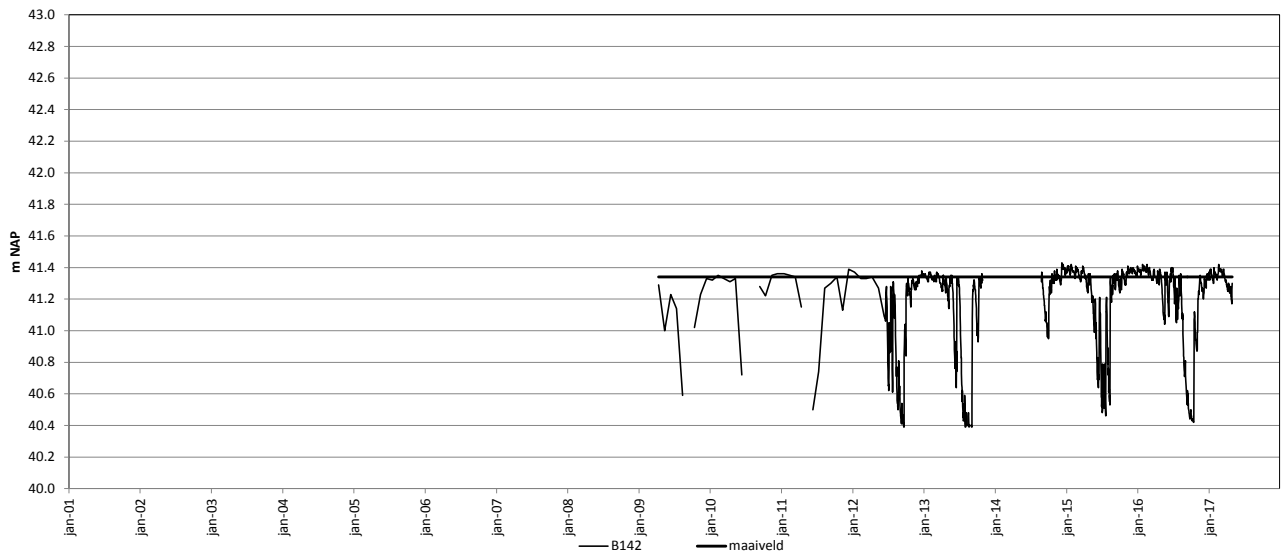
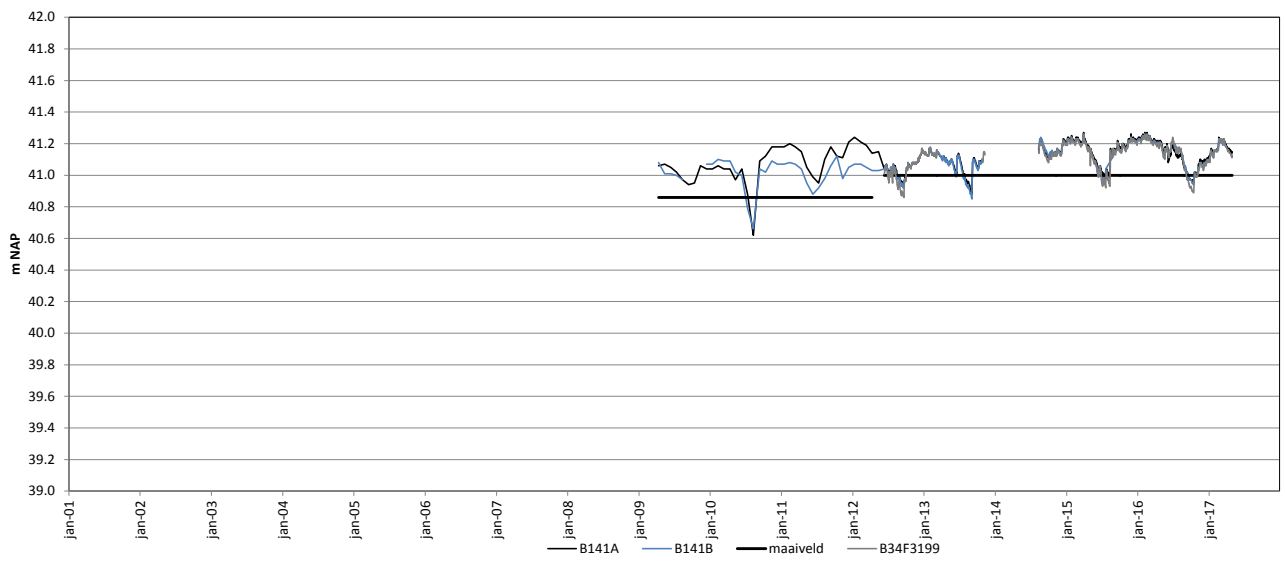


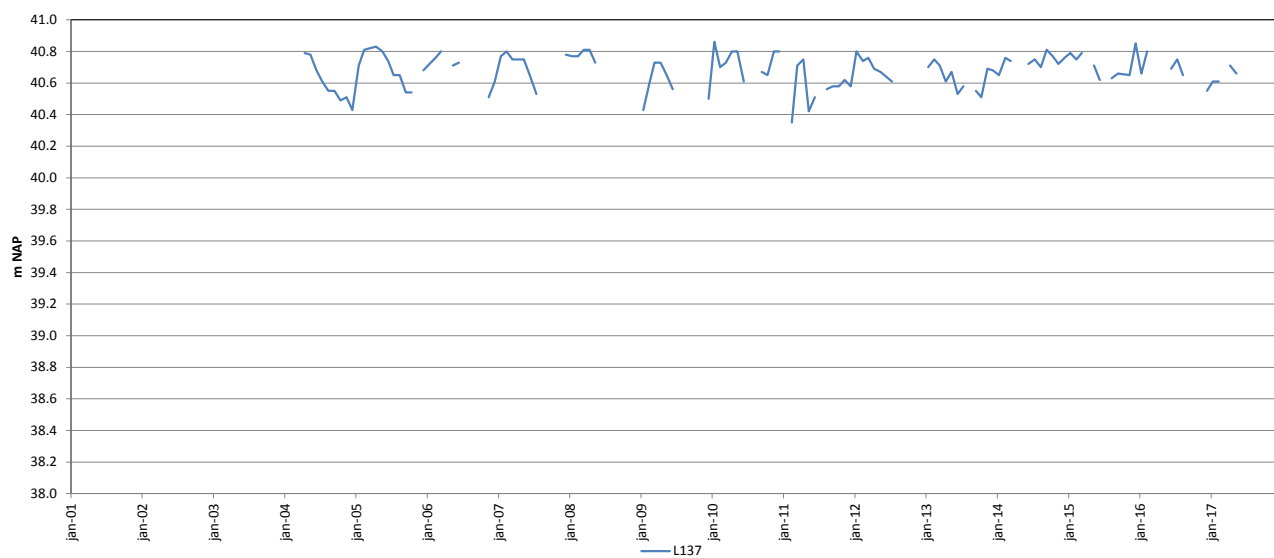
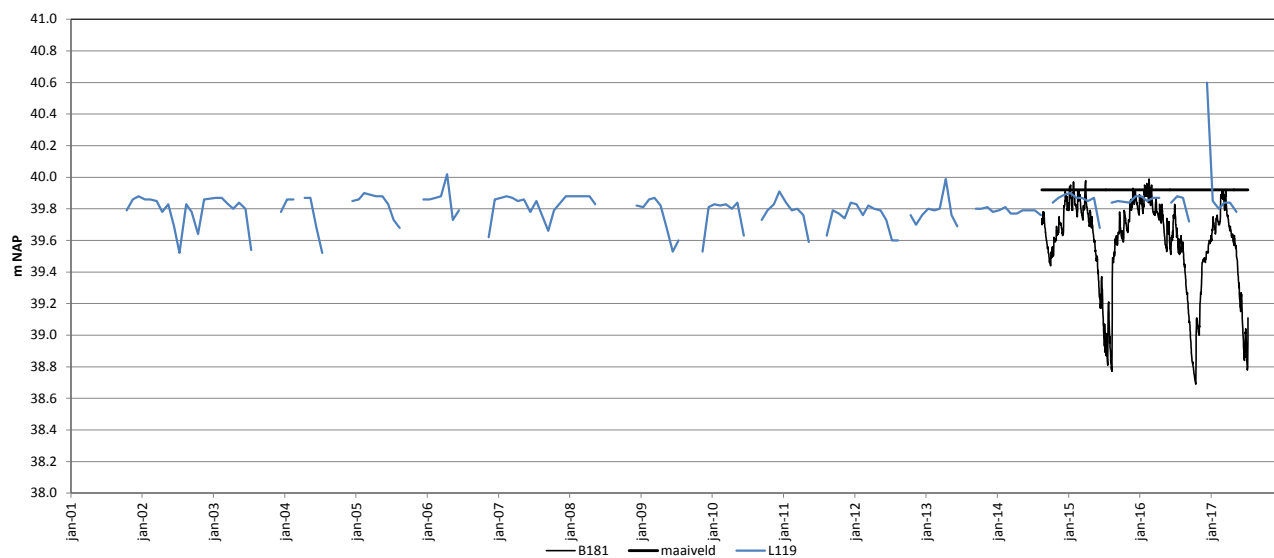


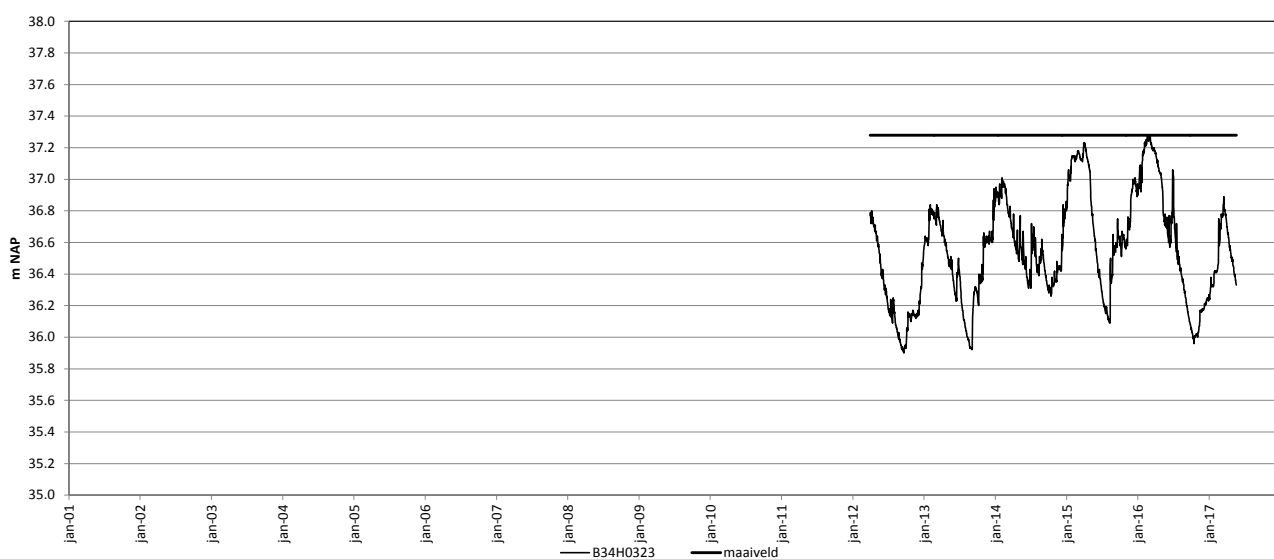
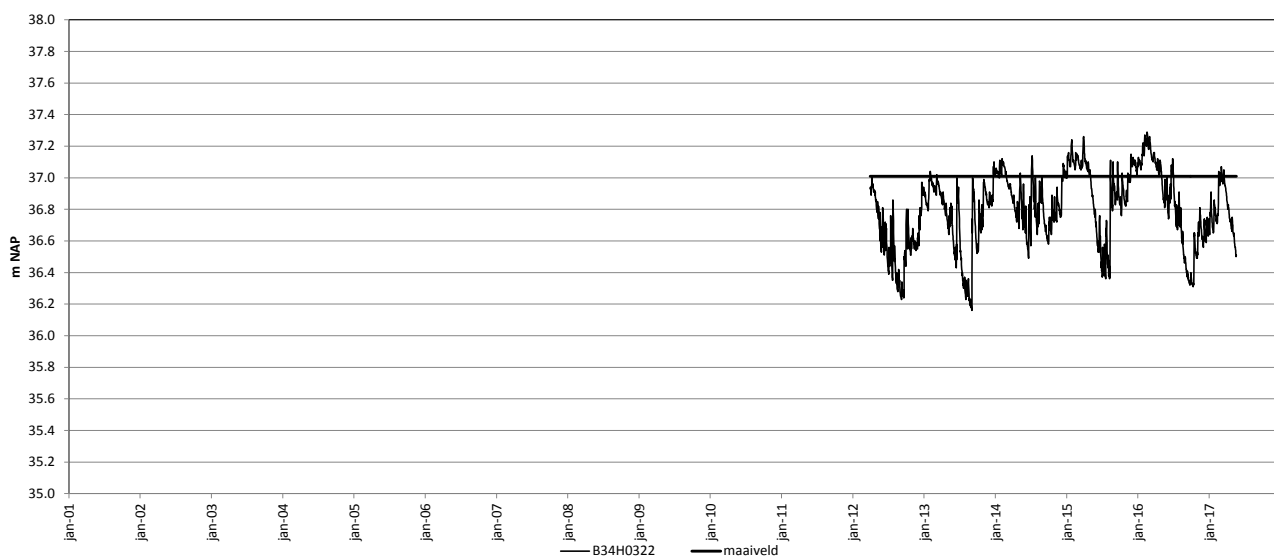
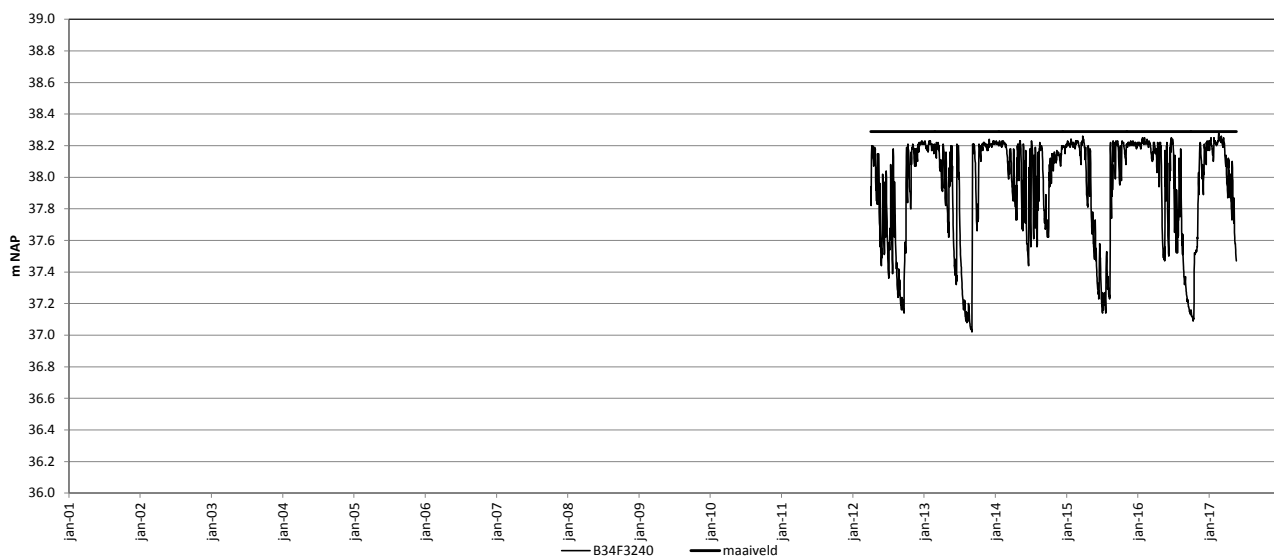












Bijlage 2 : Resultaten tijdreeksanalyse m.b.v. Menyanthes

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

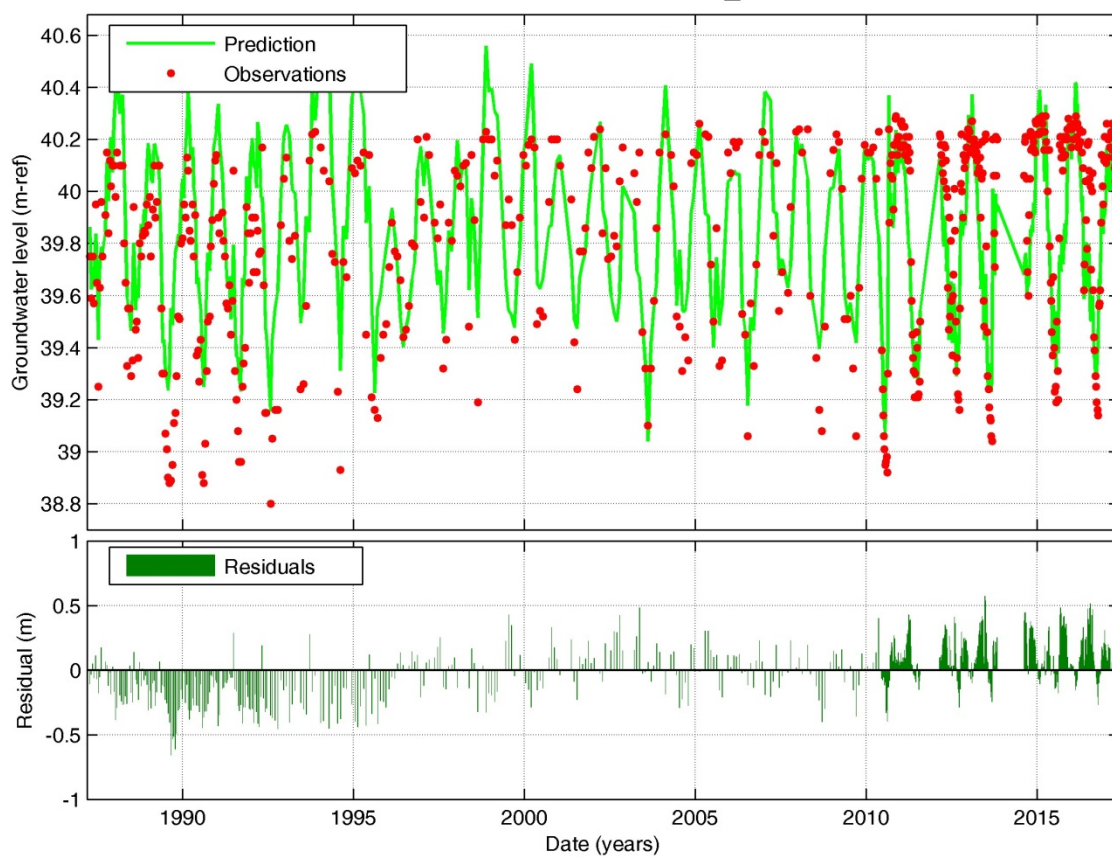
Peilbuis	datum stap	filter	EXPVAR %	RMSE	RMSI	DBASE (mNAP)	M0 PREC	SDEV	EVAP F	SDEV	STEP TREND (m)	SDEV
B19	1-11-1999	1	77.7	0.18	0.13	39.77	286	21	1.56	0.11	0.26	0.02
B21	1-11-2007	1	75.1	0.19	0.16	41.05	347	29	1.49	0.13	0.20	0.02
B22	1-11-2001	1	74.1	0.17	0.15	40.67	253	23	1.55	0.15	0.27	0.02
B135	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

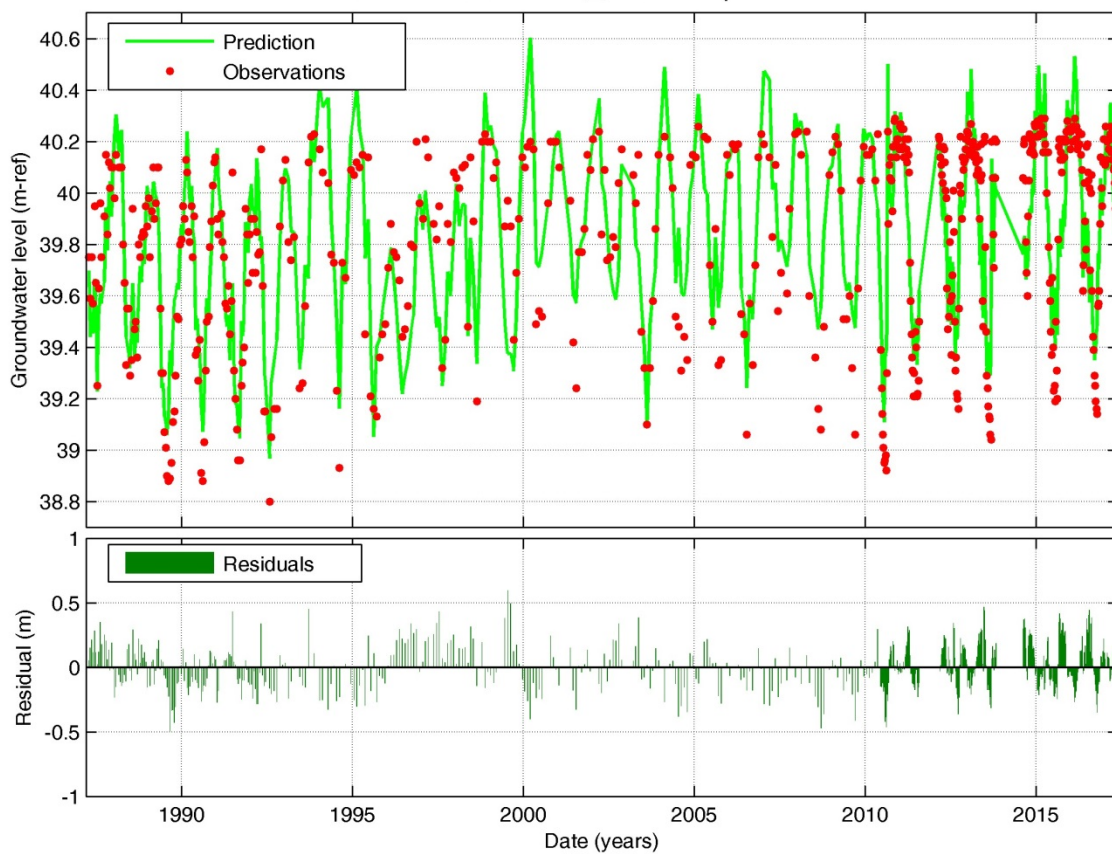
Peilbuis	filter	EXPVAR %	RMSE	RMSI	DBASE	M0 PREC	SDEV	M02 PREC	SDEV	EVAP F	SDEV	threshold (mNAP)
B6	1	79.4	0.15	0.14	37.8	981	48	195	8	1.49	0.10	39.96
B19	1	77.8	0.18	0.13	40.5	1278	47	202	13	1.18	0.06	40.03
B21	1	77.6	0.18	0.15	41.3	1096	64	210	16	1.28	0.07	41.33
B22	1	65.2	0.20	0.15	40.7	631	30	114	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

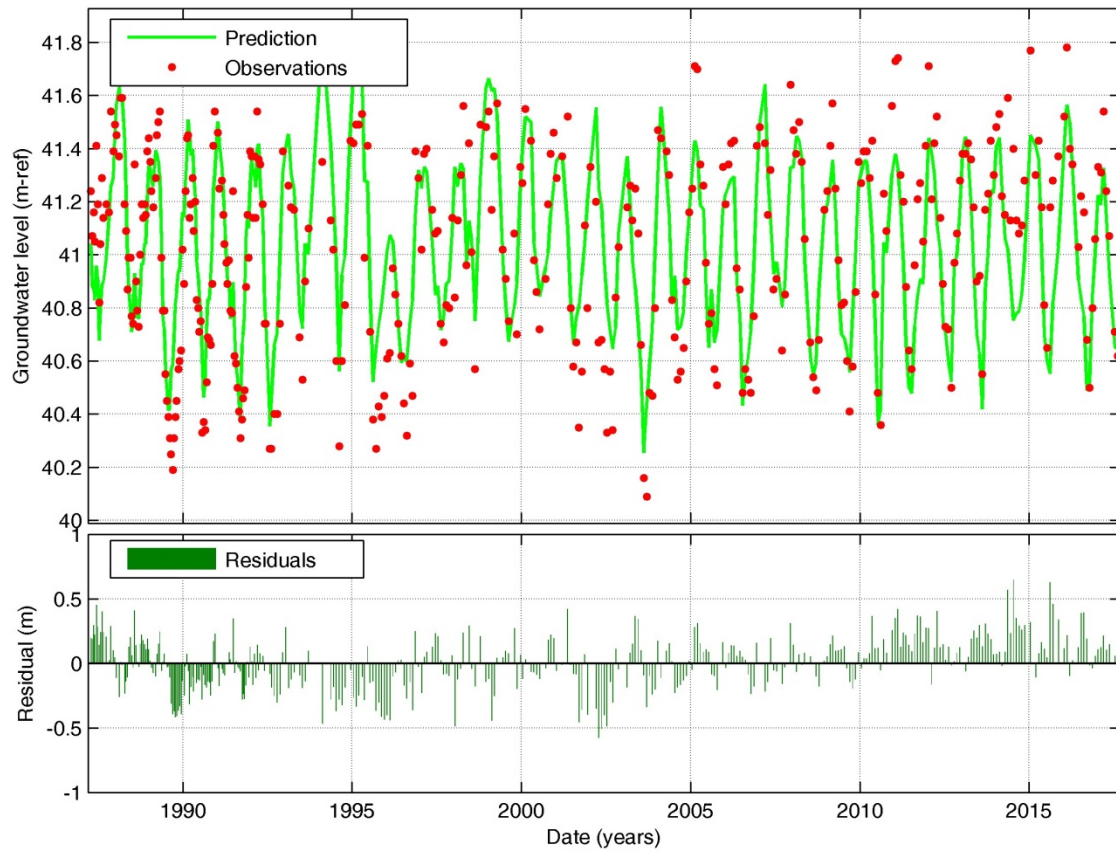
Results of series B19_1



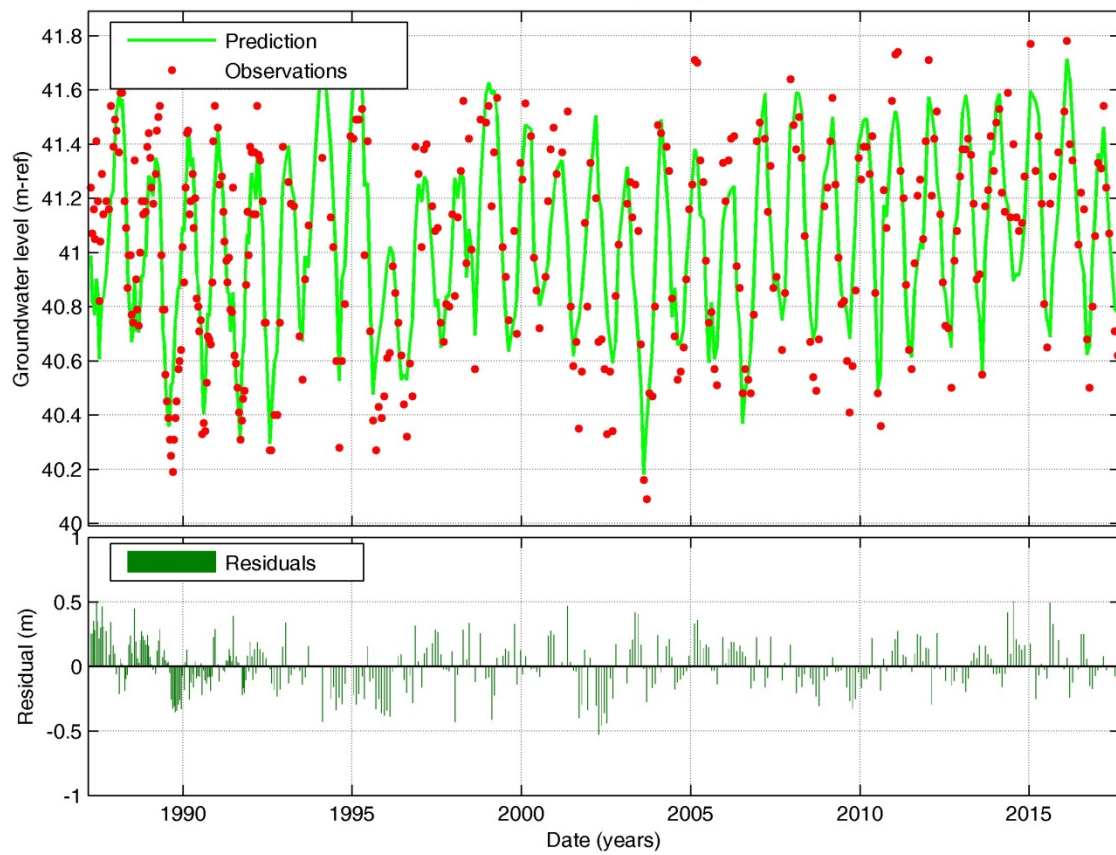
Results of series B19_1 met step 1 nov 1999



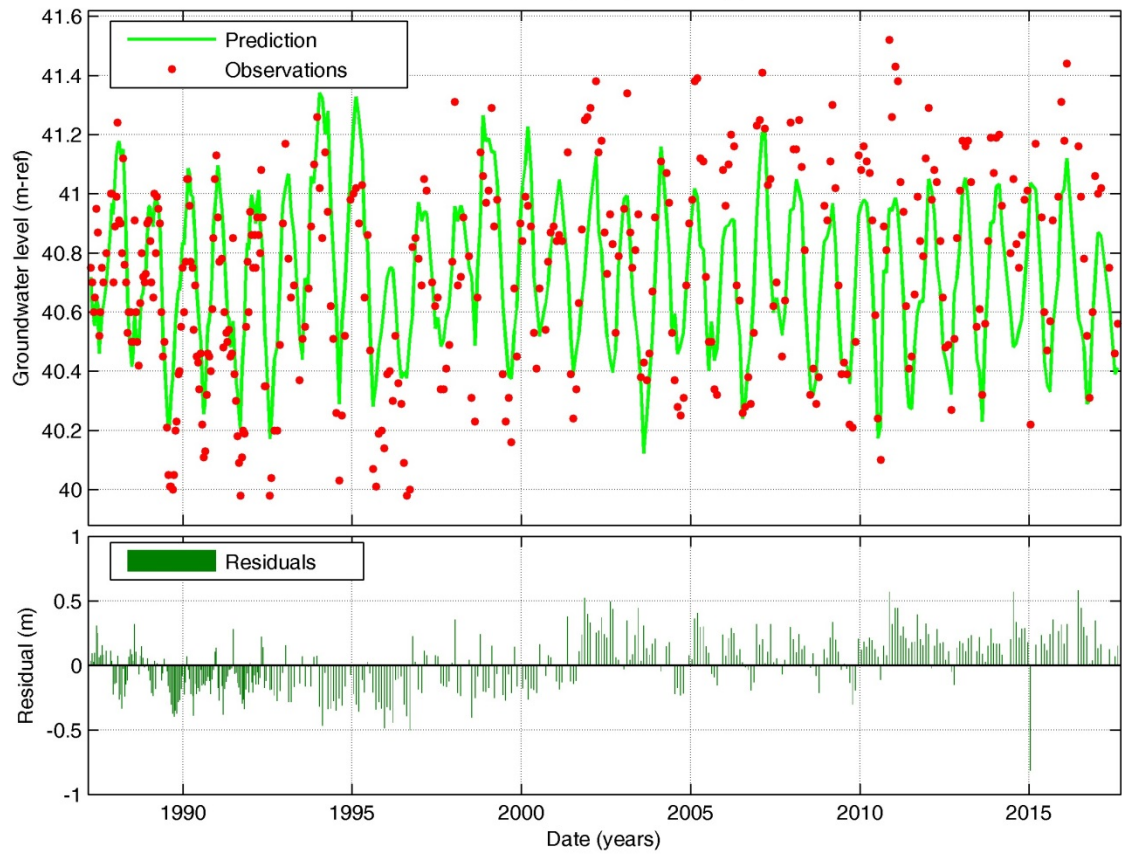
Results of series B21_1



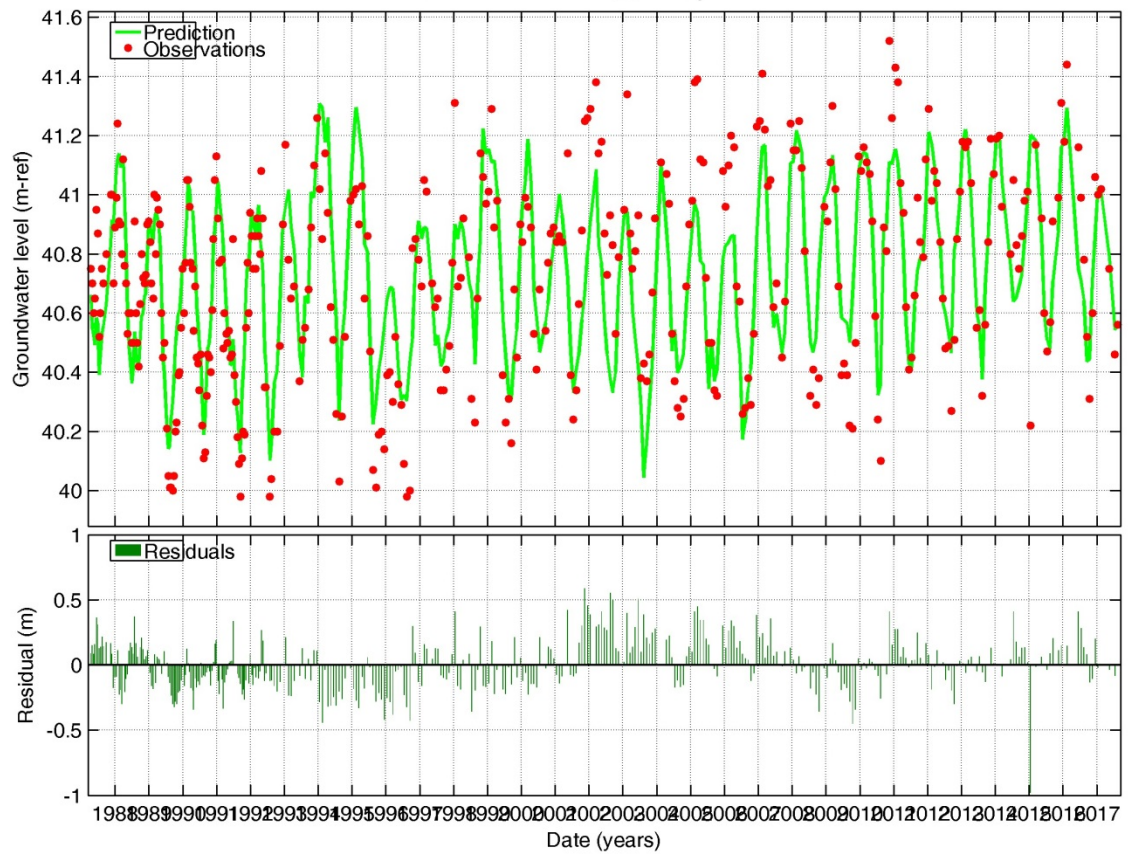
Results of series B21_1 step 1 nov 2007



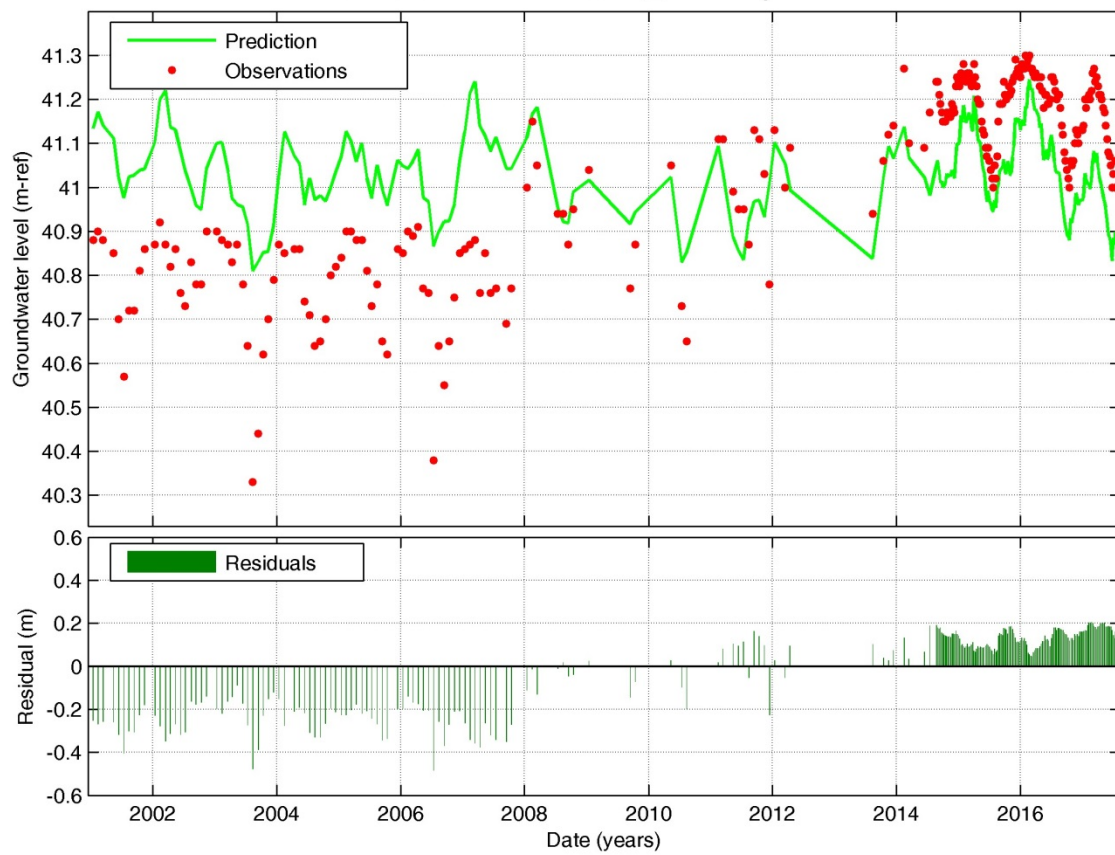
Results of series B22_1



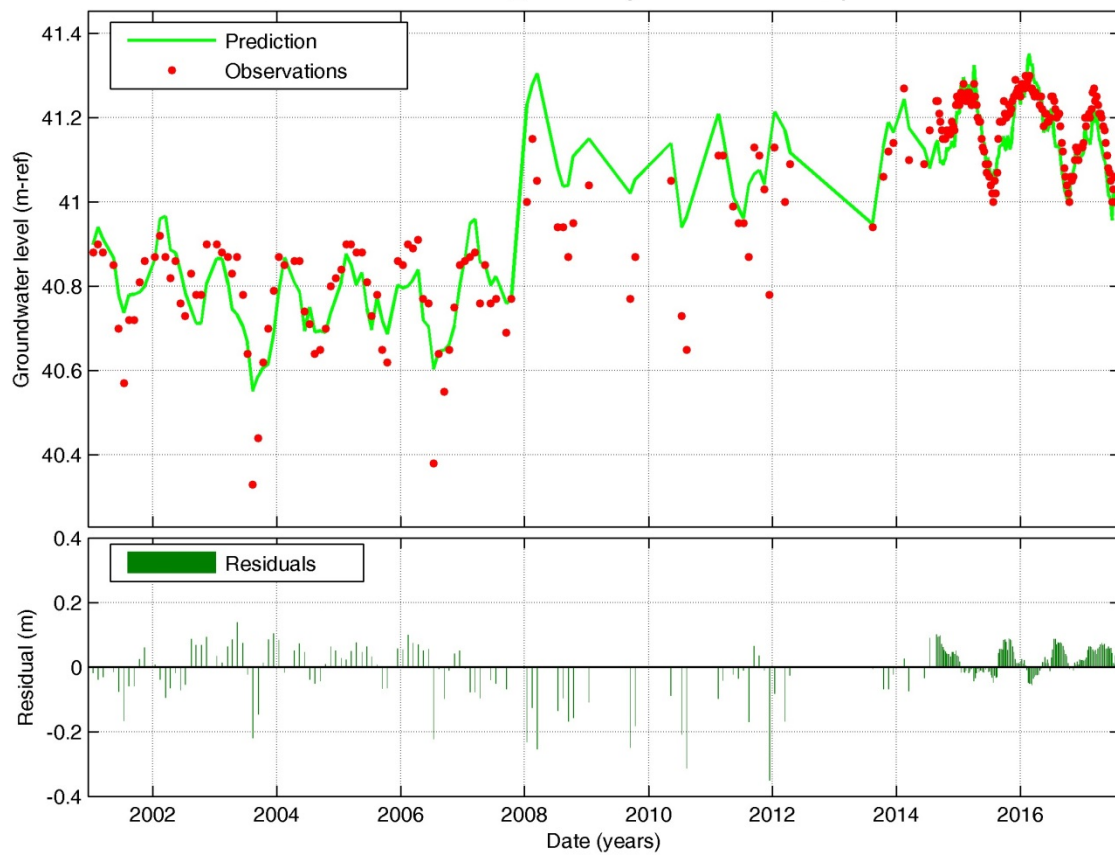
Results of series B22_1 step 1 nov 2007



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	wollegras	
0	10	water
10	25	veen
25	35	zand
		zeer sterk veraard
		matig fijn
Bo139	wollegras	
0	20	water
20	50	secundair veen
50	60	gliede
60	70	zand
		planten resten
		matig fijn, licht verkit, ijzerrijk
tpb140	onderkant filter 90 cm -mv	
0	30	water
30	50	secundair veen
50	95	veen
95	120	gliede
120	150	zand
		(matig) sterk veraard, zwart
		kleiig ontwikkeld
		matig fijn, beige
Bo142	bij B140A/B	
0	30	water
30	55	secundair veen
55	77	veen
77	80	gliede
80	90	zand
		wollegrasresten
		sterk veraard, zwart
		verkit zand
		matig fijn, bruin
Bo143		
0	30	water
30	50	secundair veen
50	70	veen
70	85	gliede
85	90	zand
		wollegras
		sterk veraard
		onderin kleiig
		matig fijn, beige
tpb144	onderkant filter 50 cm -mv naast B140	
0	20	veen
20	30	gliede
30	50	zand
		zeer sterk veraard
		matig fijn
tpb145	grasland	
0	65	zand
65	160	zand
160	200	zand
200	230	zand
230	240	zand
240	245	leem
		matig fijn, humeus
		matig fijn, bruin tot beige
		matig fijn, licht grijs
		matig grof tot zeer grof, houtresten
		sterk lemig
		stug, groenblauwgrijs
tpb146	bos veelal zomereik	
0	20	zand
20	30	zand
30	140	zand
140	215	zand
215	220	leem
		matig fijn, humeus
		matig fijn, zwak humeus
		matig fijn, licht beige
		matig grof, houtresten
		kleiig, groenblauwgrijs
tpb147	wollegras	
0	20	water
20	30	veen
30	55	veen
55	75	gliede
75	85	zand
85	130	zand
130	160	zand
160	165	leem
		sterk veraard
		matig veraard
		matig fijn, humeus, verkit
		matig fijn
		zeer fijn tot matig grof met grint en steentjes, zwak lemig, grijs
		blauwgrijs
Bo148	bij B136	
0	20	water en veenmos
20	35	zand
35	50	zand
		matig fijn, humeus
		matig fijn

Bo149		pijpensprootje 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, verkitten 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

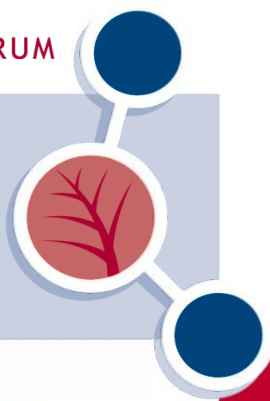
Bo184			
0	50	water	water / veenmos
50	60	veen	zeer sterk veraard
60	70	zand	matig fijn, beige
tpb186	elzenbos		
0	15	zand	humeus
15	35	zand	uitspoeling / lichte inspoeling
35	210	zand	matig fijn, beige, beige grijs
pkt187	piket in sloot		
0	220	zand	
tpb188	pijpenstrootje, berkenbos, slenk		
0	25	veen	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		
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

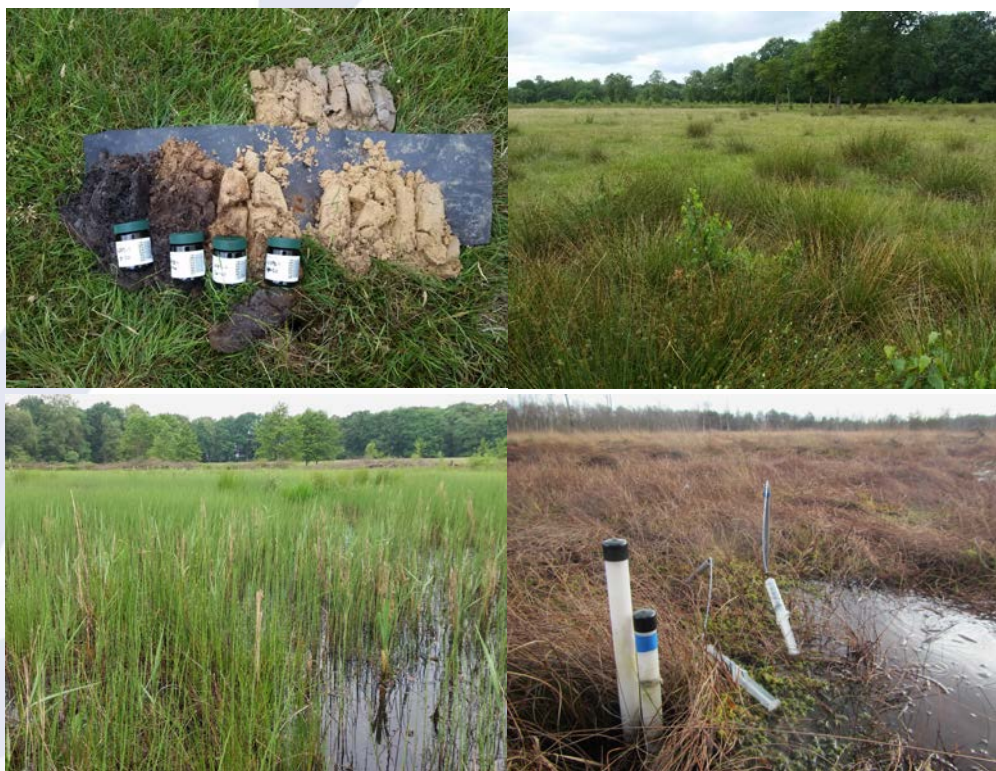
tpb210	elzenbroek met ruige ondergroei		
0	20	zand	sterk humeus
20	80	zand	zeer fijn, sterk lemig, vuil beige
80	90	zand	matig fijn, roest
90	200	leem	kleiig, stugblauwgrijs, kalkloos
Bo23	bij B116 berkenbos		
0	200	zand	matig fijn, beige
200	435	zand	matig grof, witbeige
tpb212	voedselrijk grasland		
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 concept-rapport 'Bodem- en hydrochemisch
onderzoek Witte Veen'**



BODEM- & HYDROCHEMISCH ONDERZOEK IN HET WITTE VEEN



- Concept rapportage V2 -

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: 28-11-2017

BODEM- & HYDROCHEMISCH ONDERZOEK IN HET WITTE VEEN

Concept rapportage V2

Mark van Mullekom

Hilde Tomassen

Yvon Verstijnen

Moni Poelen

Fons Smolders

Titel rapport:

Bodem- en hydrochemisch onderzoek in het Witte Veen, concept rapportage V2

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*

Bell Hullenaar
Ecohydrologisch
Adviesbureau



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

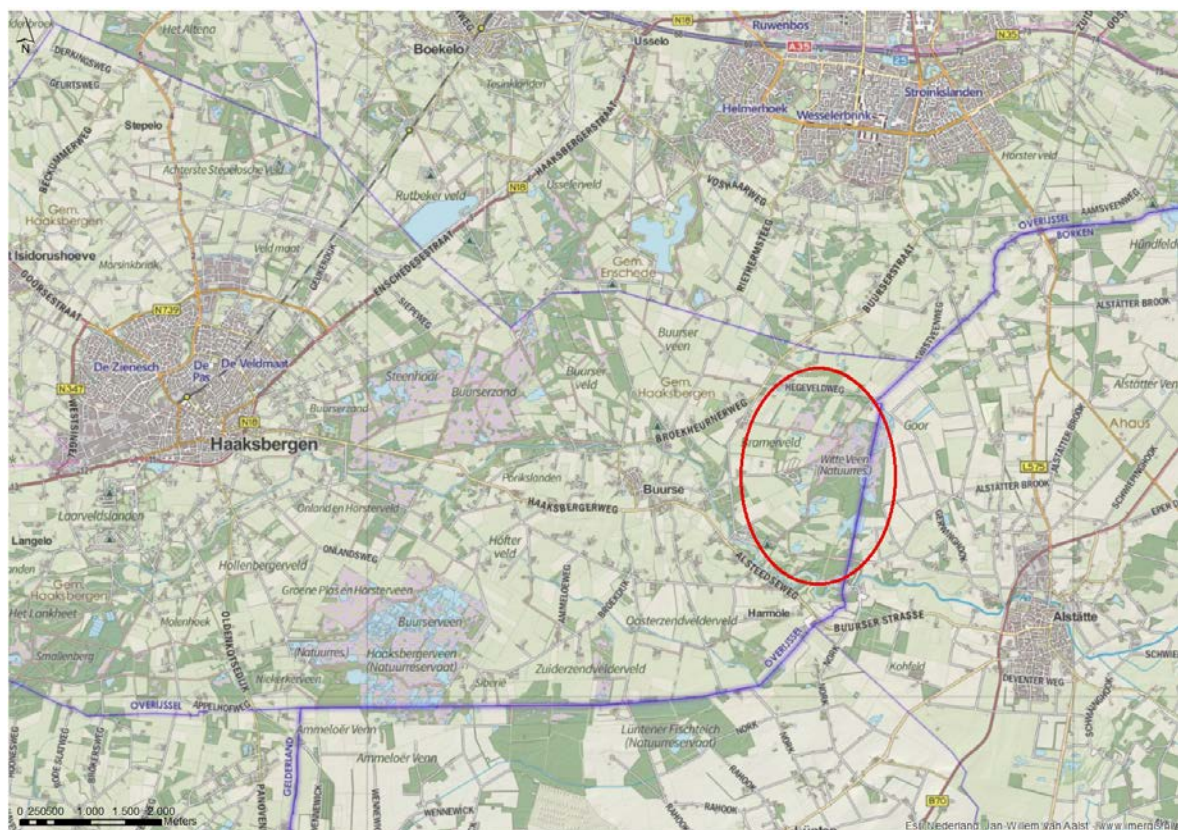
INHOUDSOPGAVE

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 habitattype vochtige heiden, hogere zandgronden (H4010A) komt met name voor in het middengedeelte van het gebied. Het habitattype 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 habitattype 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 habitattype zwakgebufferde vennen (H3130) is aanwezig aan de oostkant en in het zuidelijke deel van het gebied. Door de verdroging ontbreekt de toevoer van gebufferd (door ondiepe leemlagen in de ondergrond), voedselarm grond- en/of oppervlaktewater. Door de vermessing en het gebrek aan basenrijk water zijn veel karakteristieke soorten, zoals oeverkruid, uit het ven verdwenen (Natuur en Milieu, 2016).

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 verschraving 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. Pitrusontwikkeling 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 habitattype 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 verschrallen van de voedselrijke bodems is enerzijds in het belang van een duurzaam behoud / herstel van de zwak gebufferde 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 fosfaatrijksdom 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 verschrallingsmaatregelen 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.

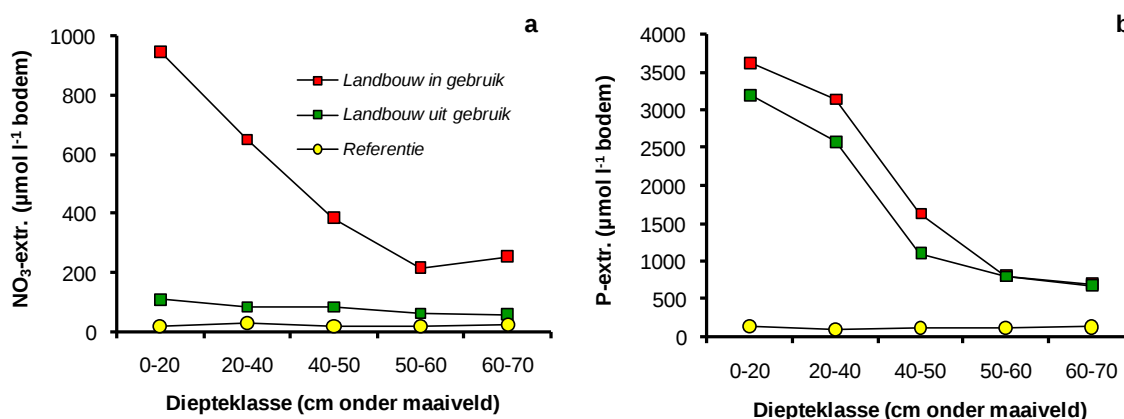
Dit onderzoek is gericht op het in kaart brengen van de vershralingsmogelijkheden en natuurpotenties op basis van de bodemchemische omstandigheden en het bodemtype. Daarnaast is de grondwaterkwaliteit van invloed op de natuurontwikkelingsmogelijkheden. De (variatie in) grondwaterstanden is eveneens van 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).

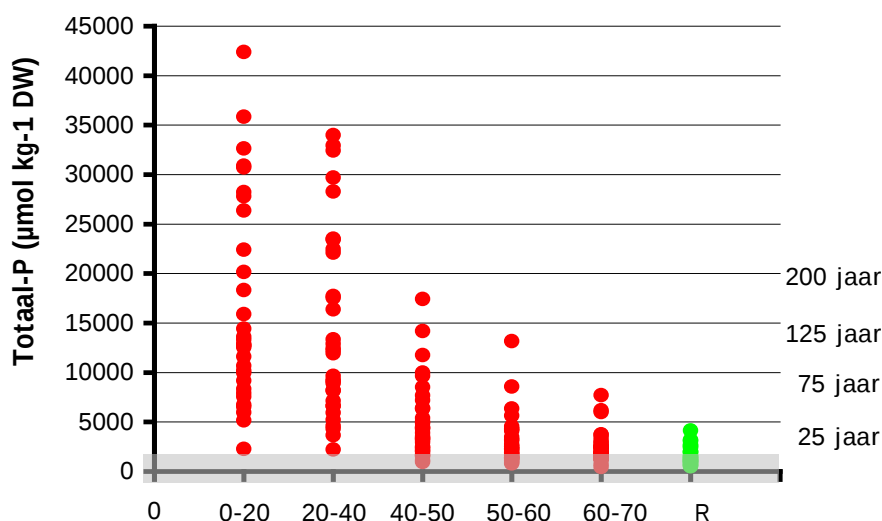


Figuur 4. Nitraat- (a) en fosfaatconcentratie (b) op verschillende dieptes (in cm onder maaiveld) in de bodem van percelen in landbouwkundig gebruik, van percelen die sinds 5-10 jaar niet meer in landbouwkundig gebruik zijn en van natuurgebieden (referentie). Nitraat verdwijnt uit de bodem wanneer de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

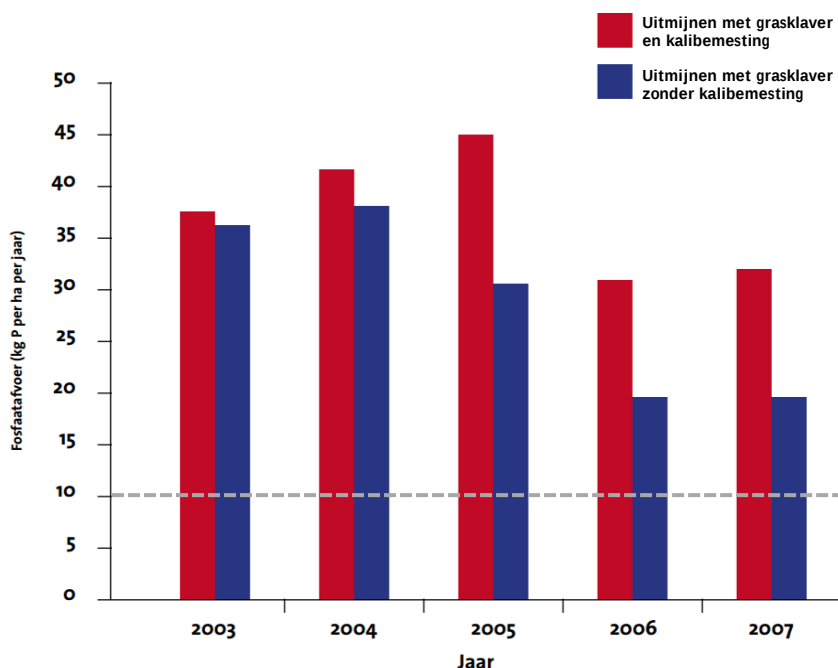
Bij extensieve begrazing worden nutriënten opgenomen door grazers. Via mest en urine komen ze dan elders weer vrij. Probleem hiervan is echter dat dit vooral leidt tot herverdeling van nutriënten binnen het gebied en veel minder tot de afvoer van nutriënten. Daarnaast worden bepaalde soorten als Pitrus (*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

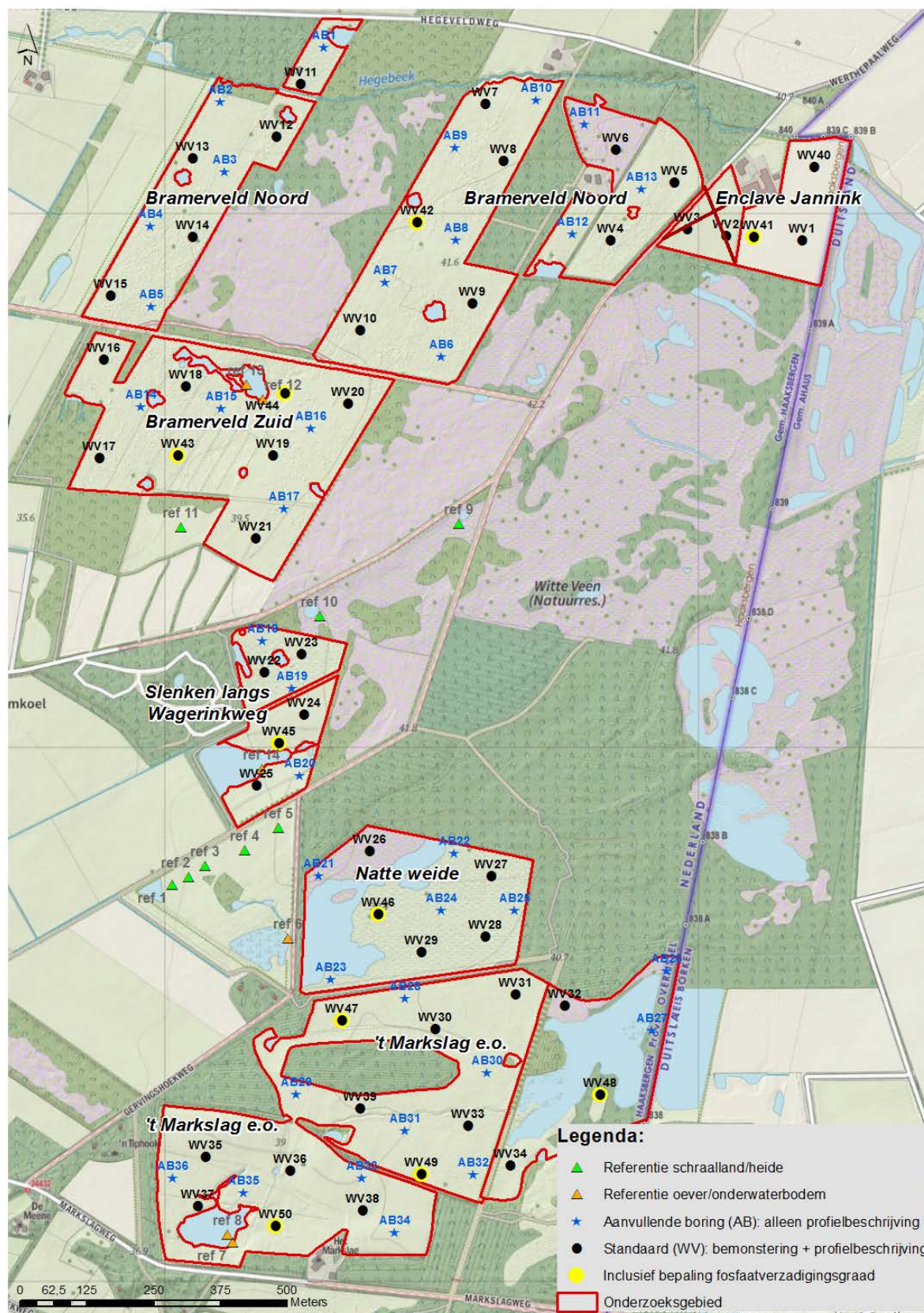
3.1 Veldwerkzaamheden bodemonderzoek voormalige landbouwgronden

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).

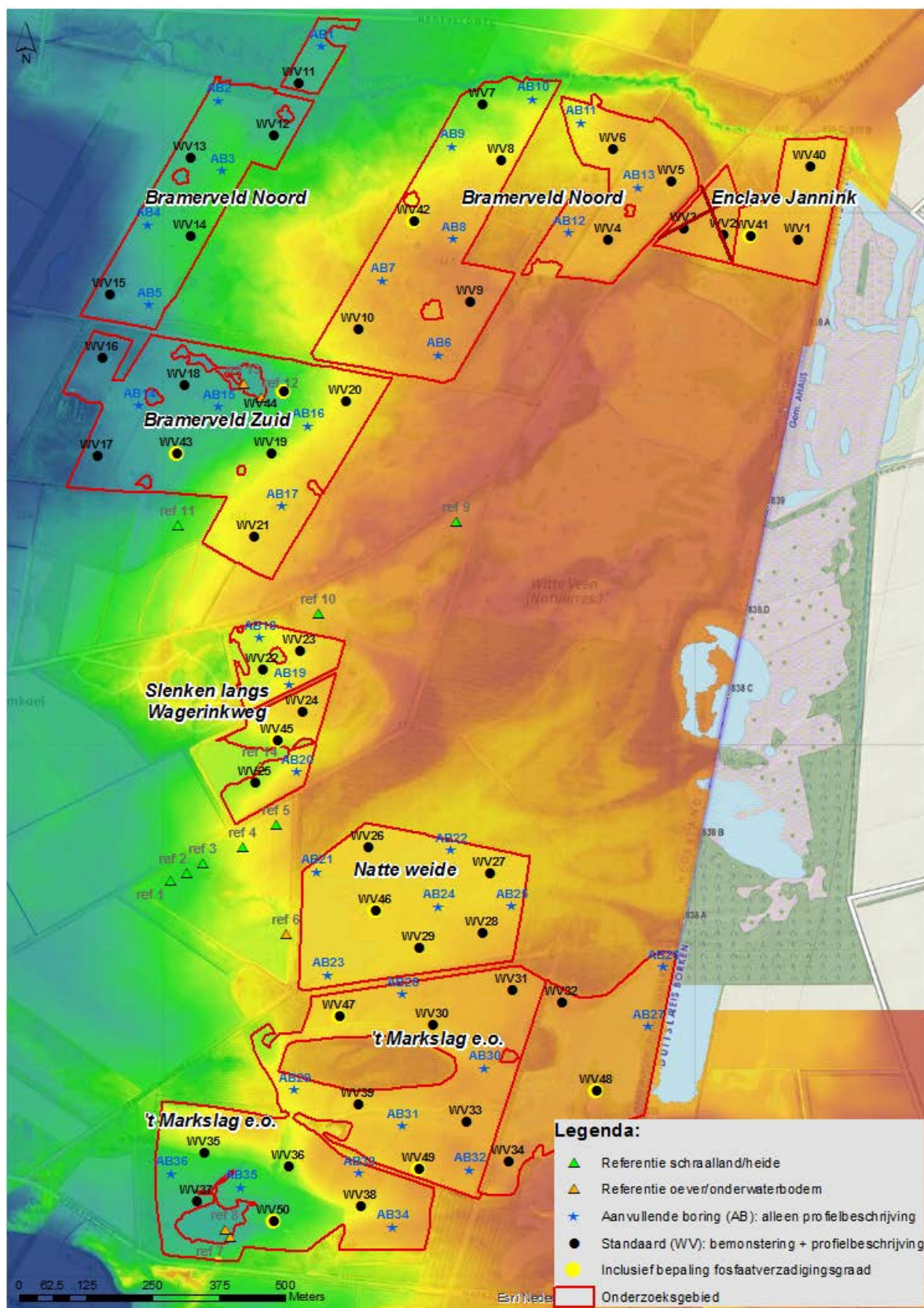
Op 48 locaties (WV1-50, met uitzondering van WV2 en WV-3) werden op 4 dieptes bodemonsters verzameld, waarbij de volgende bemonsteringsstrategie werd gehanteerd:

- 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.

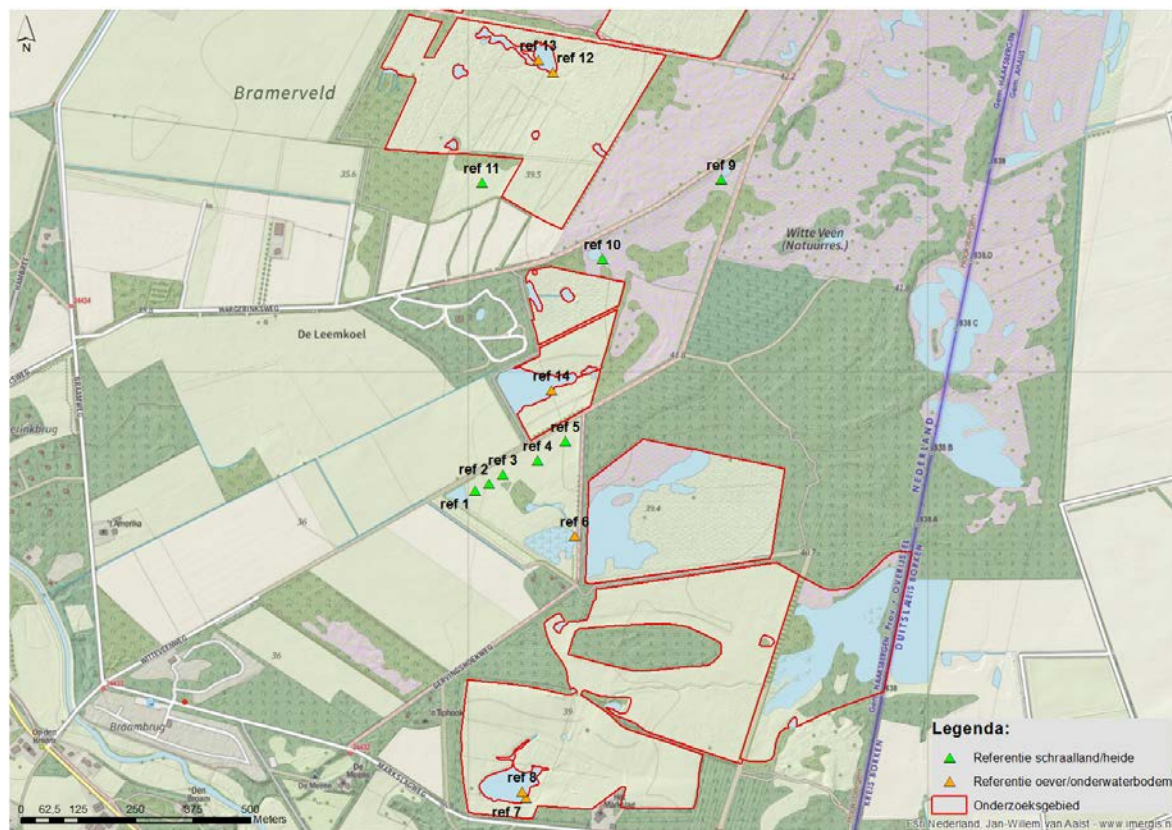
Code	X	Y	Type	GWS	GLG	GHG	Code	X	Y	Type	GWS	GLG	GHG
WV-01	257193	463950	AK	130	-	90	AB-01	256297	464313	GS	130	140	75
WV-04	256834	463950	GS	90	100	30	AB-02	256104	464211	GS	150	-	95
WV-05	256955	464059	GS	120	130	75	AB-03	256112	464079	GS	140	-	80
WV-06	256843	464120	GS	110	120	50	AB-04	255972	463978	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	waterbodemp, zand?
Ref.7	256125	462073	zwak gebufferd ven	Moerashertshooi, Duizendknoopfontein, Holpijp, Riet, Pitrus	0-15	waterbodemp, zand?
Ref.8	256116	462087	zwak gebufferd ven	Holpijp, Moerashertshooi	0-15	waterbodemp, zand?
Ref.9	256549	463419	vochtige heide	Gewone dophei, Zwarte zegge, Veenpluis, Bruine snavelbies, Veenbies, Moeraswolfsklauw, veenmossen, opslag Berk/Den	0-15	humeus zand
Ref.10	256290	463246	vochtige heide	Gewone dophei, Veenpluis, Ronde zonnedaauw, veenmossen, 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	waterbodemp, 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

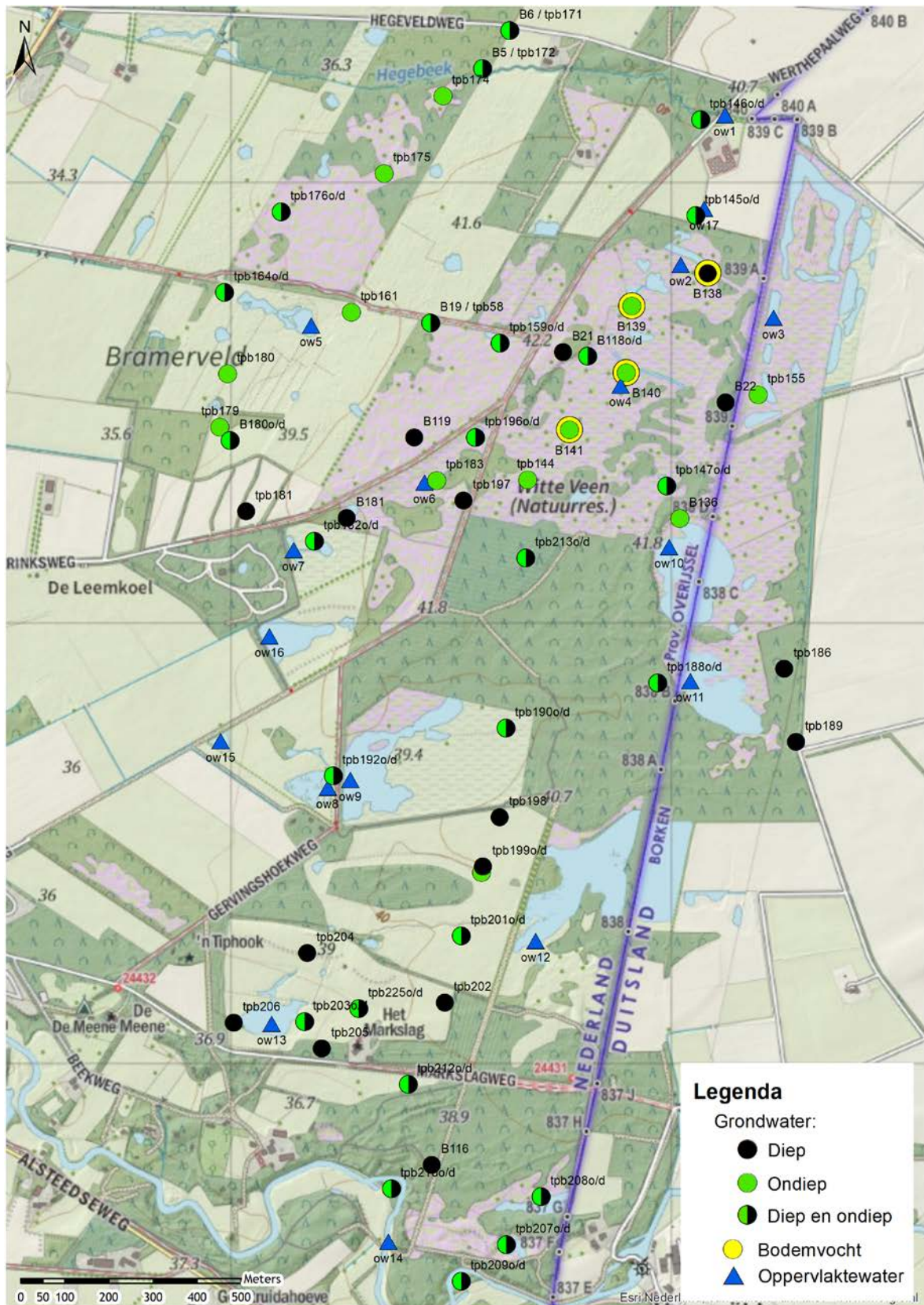
Ter ondersteuning van de ecohydrologische systeemanalyse van Bell-Hullenaar heeft een onderzoek plaatsgevonden naar de grond- en oppervlaktewaterkwaliteit in het Witte Veen. De bemonstering heeft plaatsgevonden op 21, 22 en 23 februari 2017. Het betrof door Bell-Hullenaar geplaatste (tijdelijke) peilbuizen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

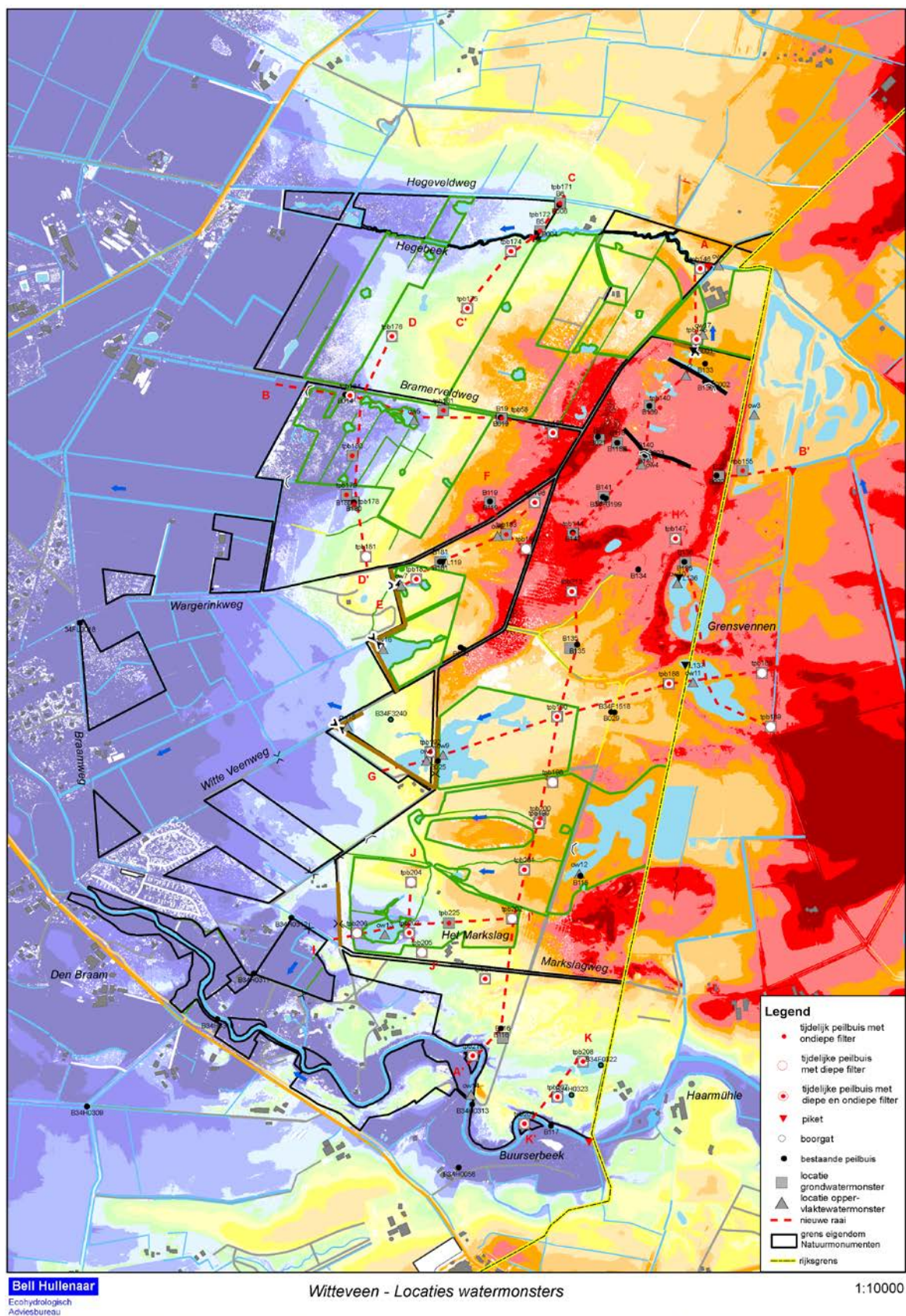


Figuur 14. Foto van peilbuis B141 (links) en tpb139 (rechts). Foto's: Mark van Mullekom.

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 destrukeren (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 amorfe 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 ($(\text{COONH}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$: 0,12 mol l^{-1} en $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$: 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

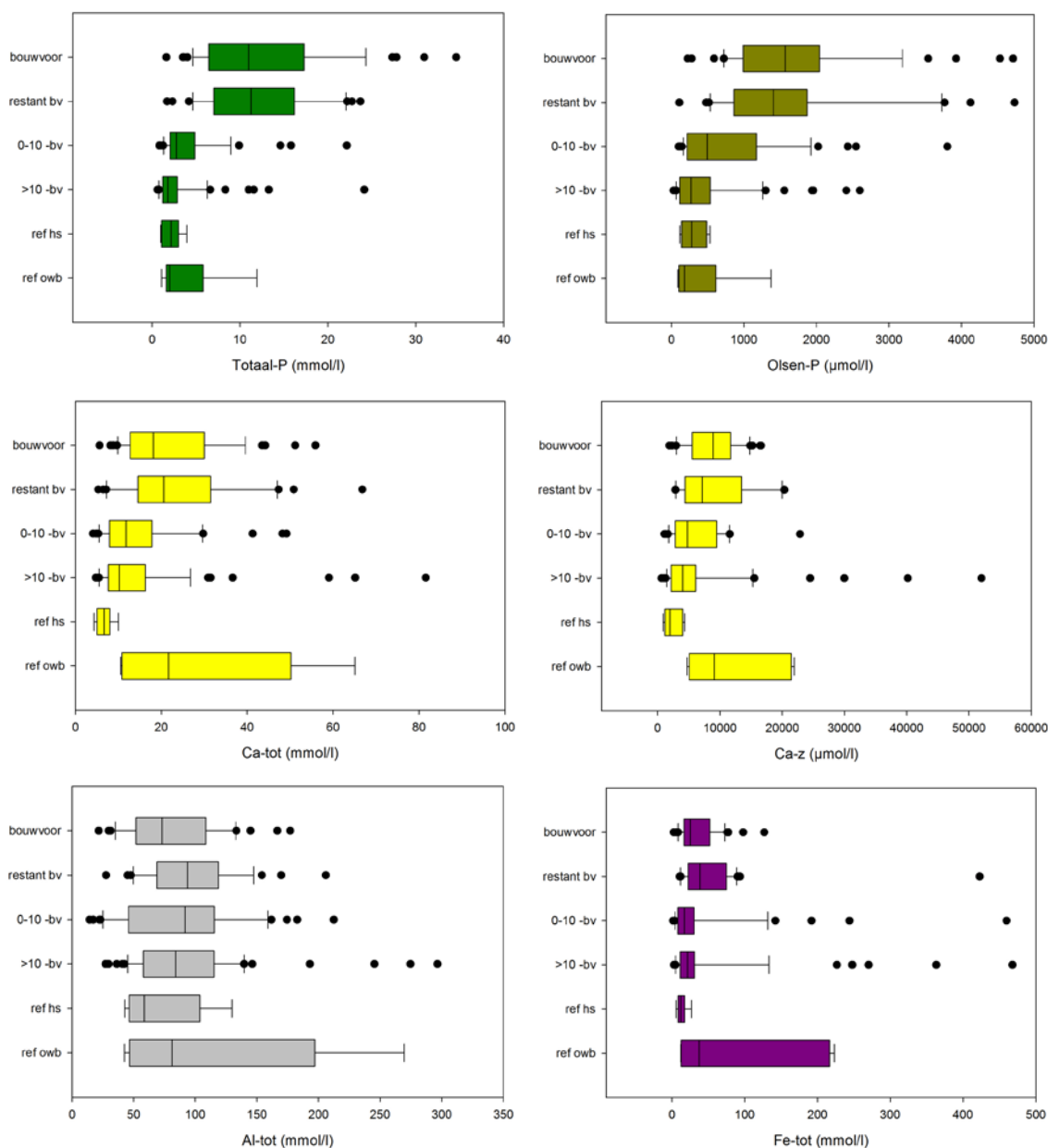
Voor het ontwikkelen van soortenrijke natuurtypen is het belangrijk dat de fosfaatbeschikbaarheid laag is. Voor het vaststellen van de fosfaatbeschikbaarheid van de bodem zijn de Olsen-P en totaal-P concentraties van belang, waarbij de Olsen-P concentratie een maat is voor de voor planten beschikbare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

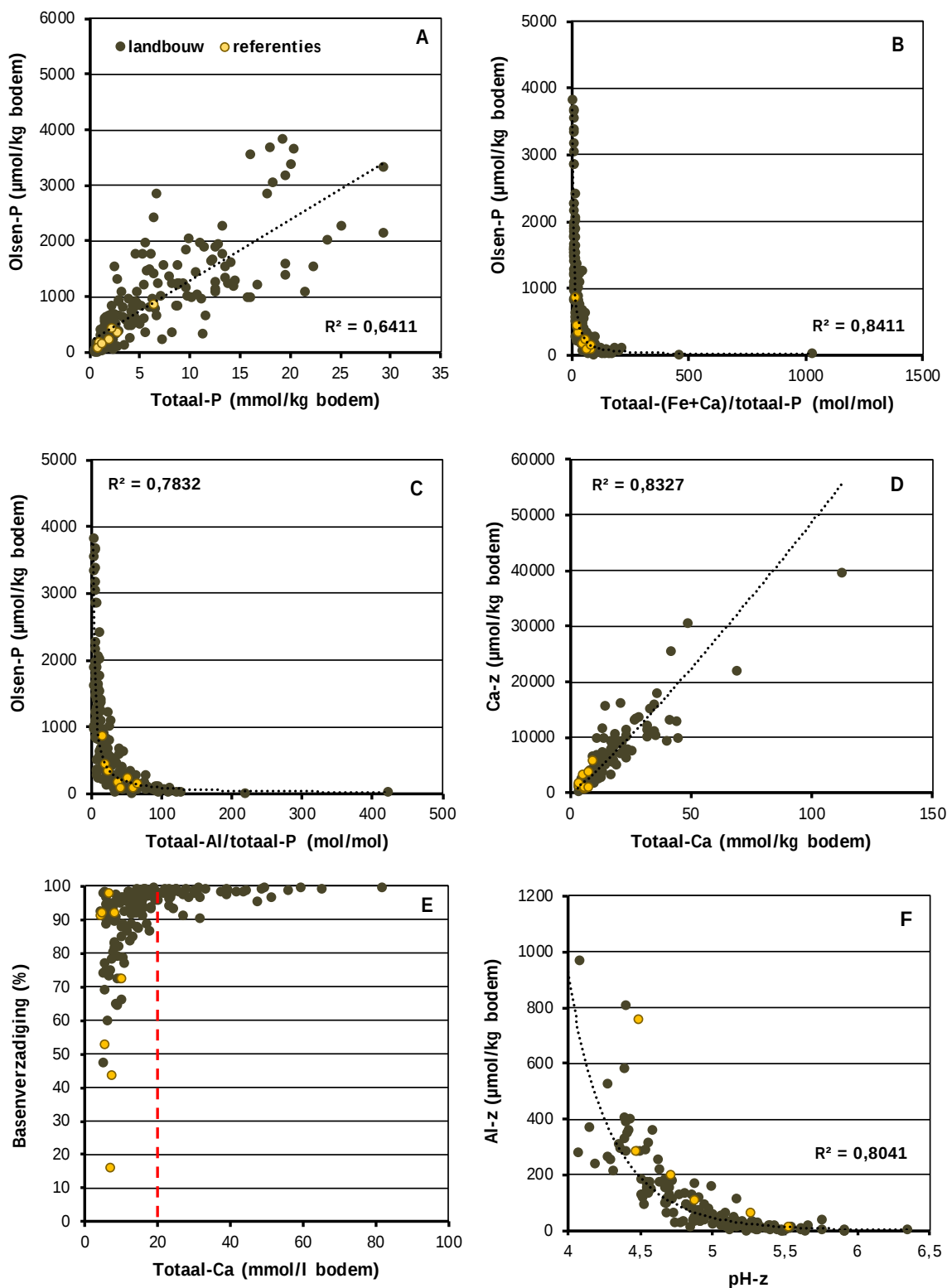
Voor de ontwikkeling van soortenrijke natuur is het niet alleen van belang dat de fosfaatconcentraties laag genoeg zijn, maar ook de concentratie stikstof mag niet te hoog zijn. De concentraties nitraat en ammonium zijn bepaald in de zoutextracten (Tabel 5 t/m Tabel 10). Op een aantal locaties zijn hoge 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

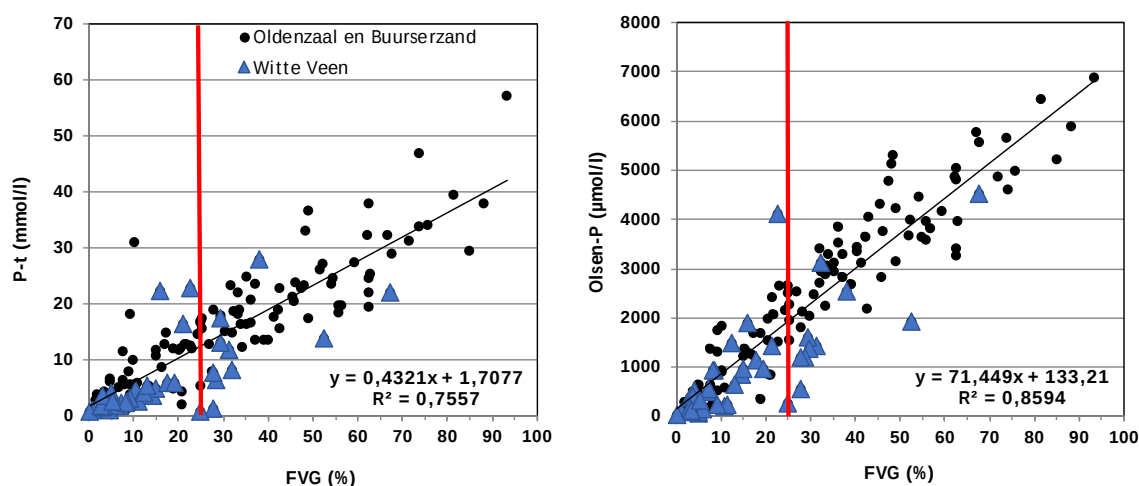
In 2016-2017 heeft onderzoekcentrum B-WARE in opdracht van de provincie Overijssel onderzoek gedaan naar de vermestende invloed via afspoeling of (on)diepe uitspoeling vanuit agrarische percelen op vermistingsgevoelige habitattypen die in het Natura 2000-gebied Landgoederen Oldenzaal aanwezig zijn (van 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

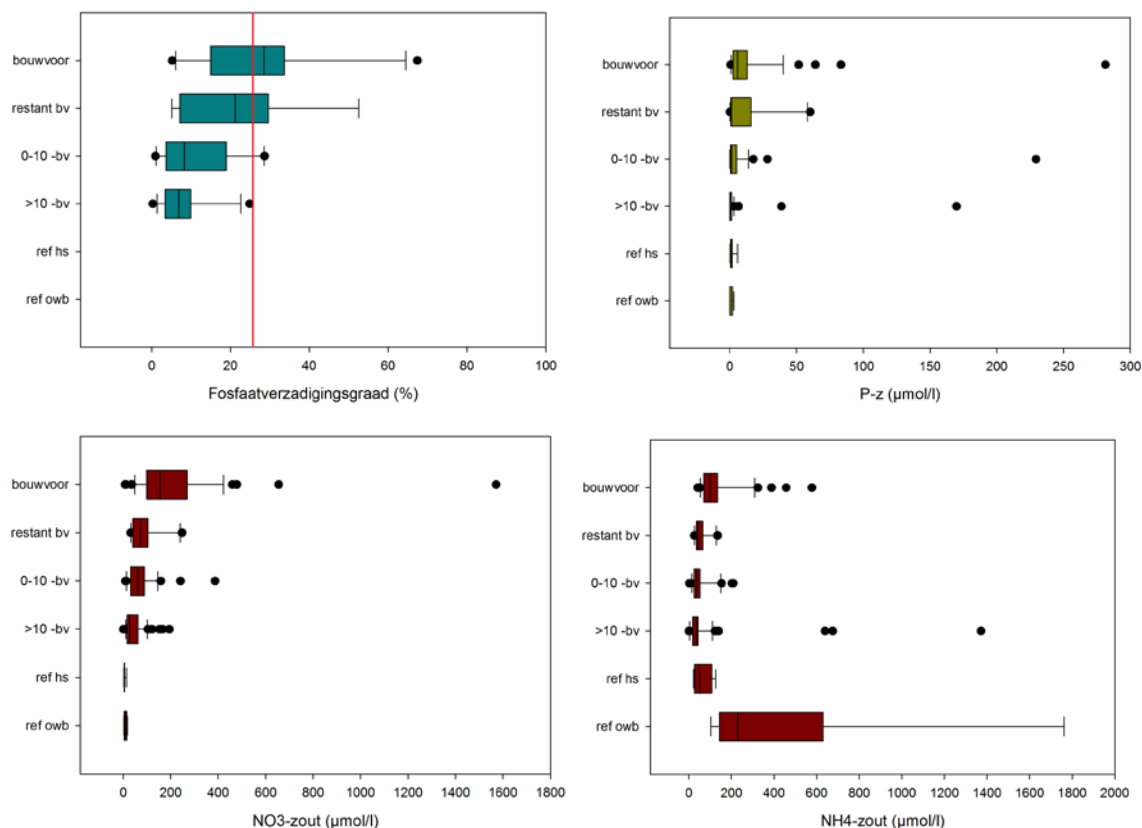
(Schoumans, 2004; Schoumans e.a., 2008). Bij een lagere verzadigingsgraad is dit risico minder groot.

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).

[illegible]

In de tabellen per deelgebied (Tabel 5 t/m Tabel 10) zijn onder andere de fosfaateconcentraties

34

.....

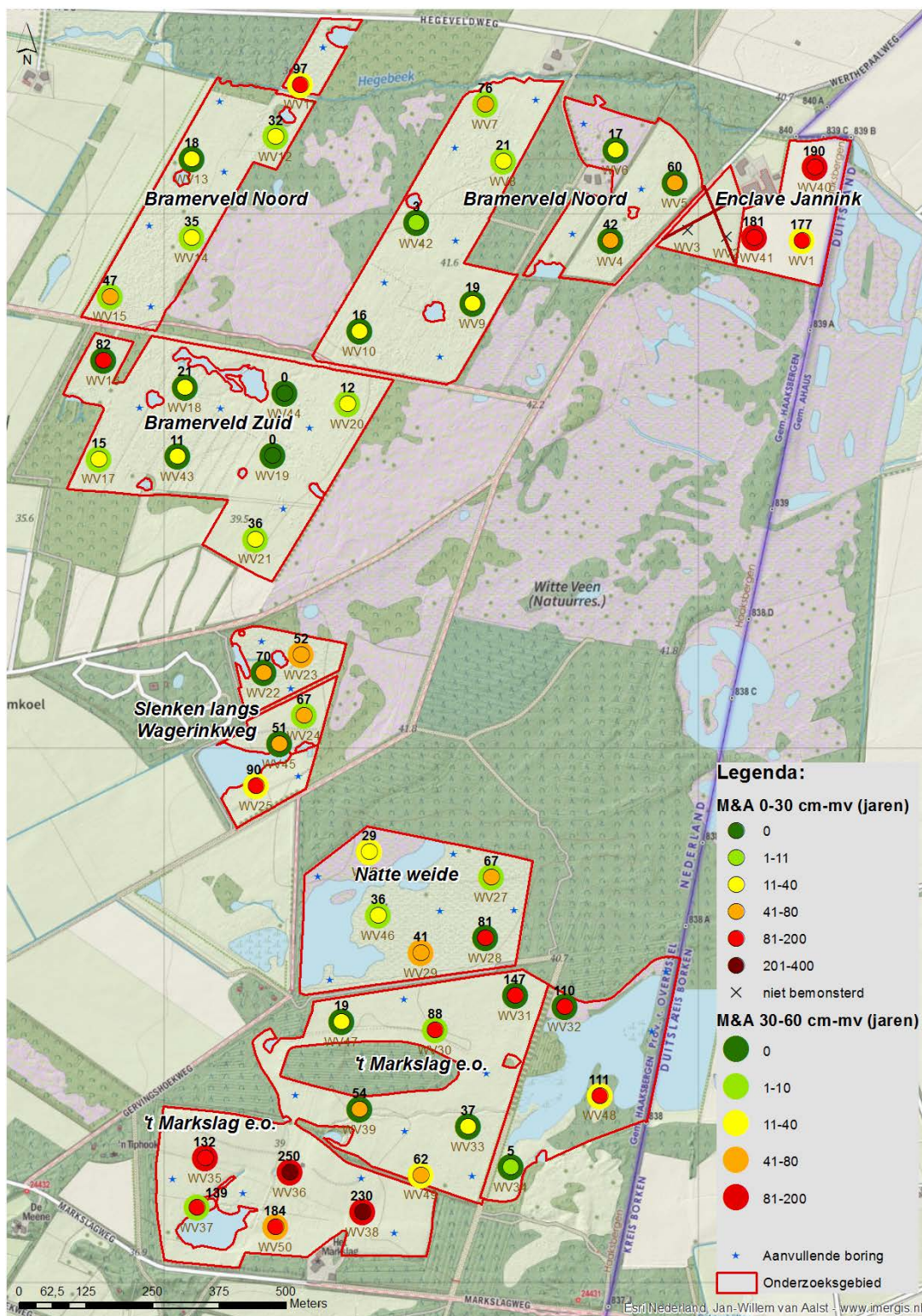
grasklaver-mengsel (met K-bemesting) of een productieve graszode (met N- en K-bemesting) gaat vier keer zo snel (P-afvoer: 40 kg/ha/jaar).

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 overall 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.

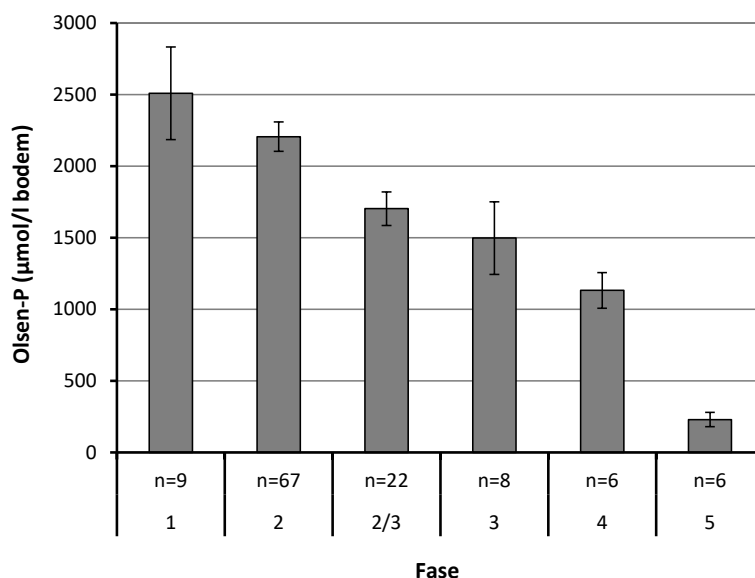
In Figuur 22 wordt de verschrallingsduur (bodempakket van 0-30 cm) voor alle onderzoekslocaties ruimtelijk weergegeven. Lokaal is de bodem op 30-60 cm-mv nog dermate rijk aan fosfaat dat dit een risico vormt (bij eventuele vernatting) voor een succesvol verschrallingsbeheer. Dit betreft met name de deelgebieden '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 ($P-Z < 1$).



Figuur 22. Overzicht met de ruimtelijke variatie in de verschalingsduur (maaïen 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-kruidenmix, 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)
		20+ tot 0 mv	10+ tot 50- mv	5-7	300-800 (tot 1200)	8-20 (tot 50)
Moeras	Grote zeggenmoeras	20+ tot 0 mv	10+ tot 40- mv	>5	-	-
	Rietmoeras	10+ tot 0 mv	40- tot 80- mv	<5	200-600	1-5
Hoog- en laagveenbos	Berkenbroekbos	20+ tot 20- mv	40- tot 80- mv	5-6.5	300-800 (tot 1200)	5-20 (tot 50)
	Elzenbroekbos					

.....

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: $\pm 5.000 \mu\text{mol/l}$). 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: $\pm 3.300 \mu\text{mol/l}$). 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 gevl.	Bx	1	7	1,4	1173	4,6	0,26	-	-	71	8	23	1	3	3		2574									5	0
				30-40	zand, iets gevl.	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, lemig, 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, lemig, 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, gevl., 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, gevl., 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, gevl., 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 gevl.	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 gevl.	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	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, gevl. podzol, hu	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	146	2959	0,10	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, inesp.	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 µmol/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: ± 2.200 µmol/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 µmol/l). Na afgraven van 15 cm is bodem geschikt voor de ontwikkeling van heide (Ca-t: 5 mmol/l en Ca-z: ± 1.300 µmol/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 µmol/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: ± 8.200 µmol/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 µmol/l). Na afgraven van 20 cm is bodem geschikt voor de ontwikkeling van heide (Ca-t: 7 mmol/l en Ca-z: ± 2.300 µmol/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 µmol/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: ± 1.900 µmol/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 µmol/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: ± 1.500 µmol/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 µmol/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 µmol/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 µmol/l). Voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde natuur is een verschrallingsbeheer (maaien en afvoeren) van circa 45 jaar vereist. Na 20 cm afgraven in combinatie met een verschrallingsbeheer van 16 jaar maaien en afvoeren is de bodem geschikt voor de ontwikkeling van heide (Ca-t: 10 mmol/l en Ca-z: ± 3.600 µmol/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 maaien en afvoeren vereist is voor de ontwikkeling van heide (Ca-t: 10 mmol/l en Ca-z: ± 3.400 µmol/l). Op 40-50 cm-mv is de bodem echter relatief arm aan fosfaat (totaal-P: 2,3 mmol/l en Olsen-P: 464 µmol/l). Na afgraven van 40 cm is bodem geschikt voor de ontwikkeling van heide/heischraal grasland (Ca-t: 10 mmol/l en Ca-z: ± 4.000 µmol/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 maaien en afvoeren t.b.v. heide of 30 cm afgraven in combinatie met circa 7 jaar maaien 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., uitl. 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	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, uitl. 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		31	67	28	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 (maaien 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 (maaien 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 (maaien 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	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, uitl. 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	98	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	28	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 of 40 cm afgraven 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: $\pm 3.700 \mu\text{mol/l}$). 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: 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 $\mu\text{mol/l}$). 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: $\pm 5.700 \mu\text{mol/l}$). Na het bereiken van de gewenste verschralling wordt geadviseerd de dichte, soortenarme zode te verwijderen om vestigingsplaatsen te creëren voor doelsoorten. Op 10-30 cm-mv is de bodem arm aan fosfaat (totaal-P: 1,3 mmol/l en Olsen-P: 143 $\mu\text{mol/l}$). Na afgraven van 10 cm is bodem geschikt voor de ontwikkeling van heide/heischraal grasland (Ca-t: 10 mmol/l en Ca-z: $\pm 2.900 \mu\text{mol/l}$). 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 $\mu\text{mol/l}$). 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 $\mu\text{mol/l}$) 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).*

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 $\mu\text{mol/l}$). 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 $\mu\text{mol/l}$) 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).*

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 $\mu\text{mol/l}$). 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: $\pm 12.000 \mu\text{mol/l}$). Op 40-55 cm-mv is de bodem arm aan fosfaat (totaal-P: 1,3 mmol/l en Olsen-P: 268 $\mu\text{mol/l}$). Na afgraven van 40 cm is bodem geschikt voor de ontwikkeling van heide (Ca-t: 5 mmol/l en Ca-z: $\pm 2.500 \mu\text{mol/l}$). 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 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 faunarijk 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: $\pm 2.500 \mu\text{mol/l}$). 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: $\pm 6.600 \mu\text{mol/l}$). 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: $\pm 3.900 \mu\text{mol/l}$). 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: $\pm 16.600-20.100 \mu\text{mol/l}$). 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.*

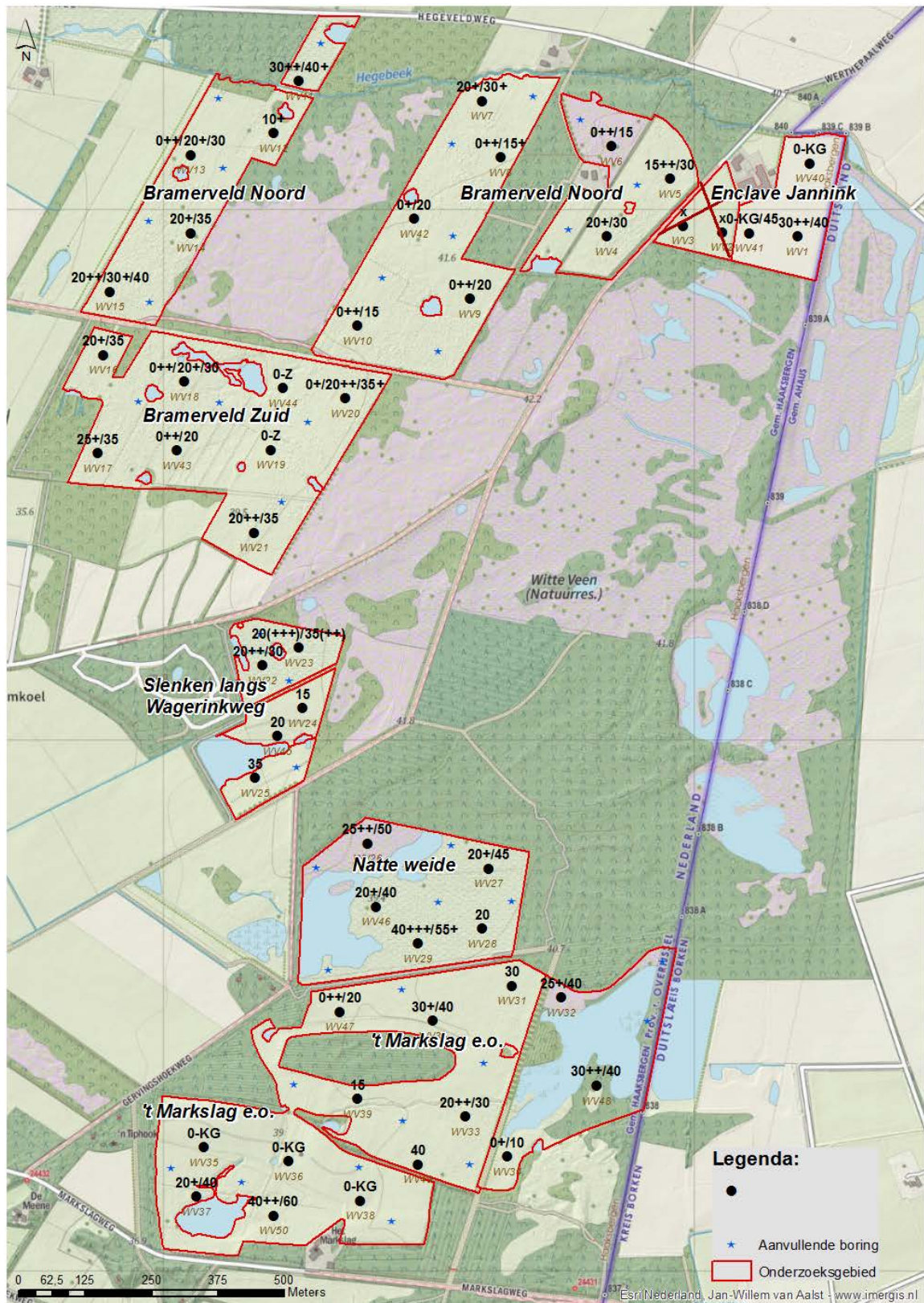
Locatie 50

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.



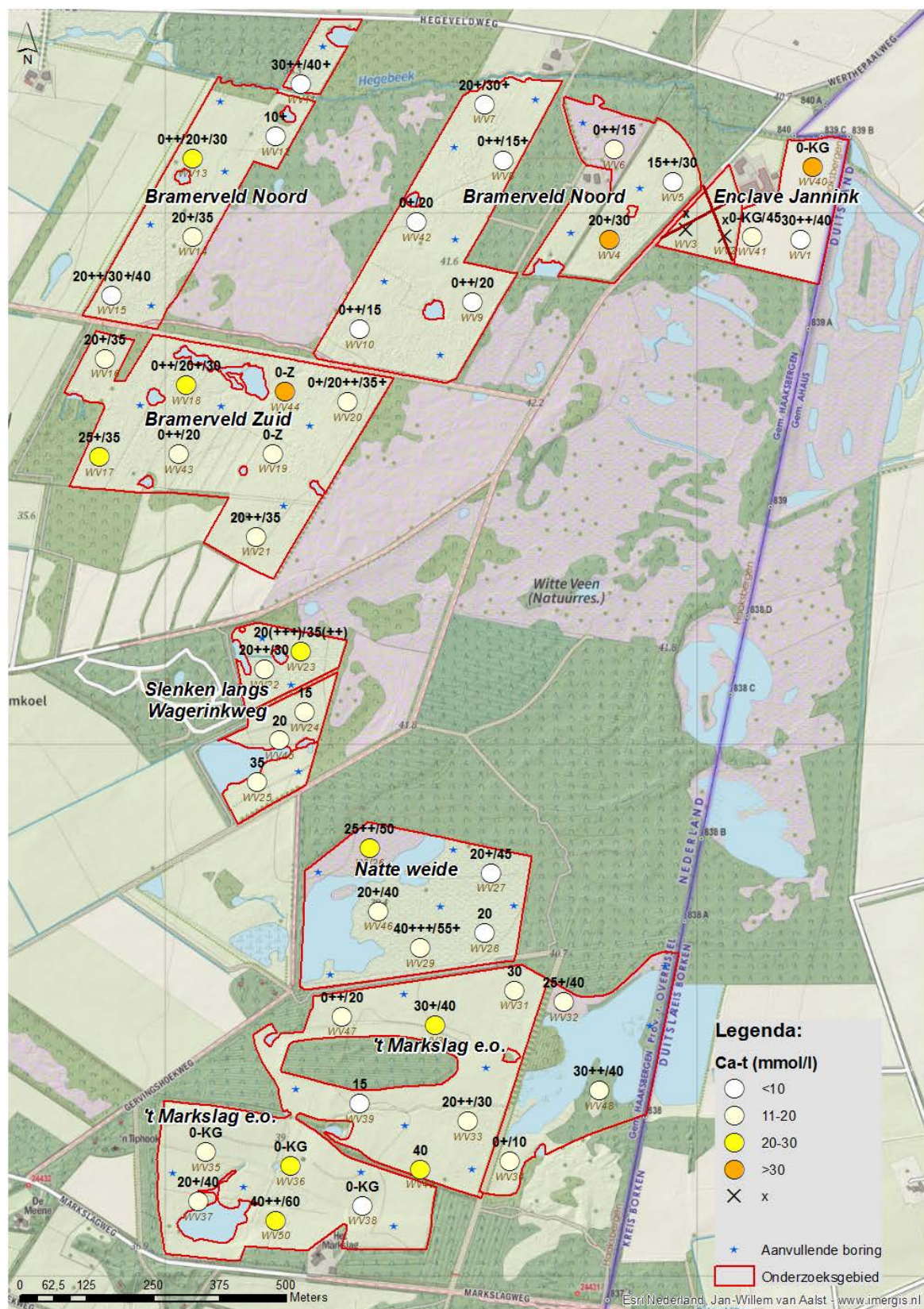
Figuur 33. Overzicht van de ruimtelijke variatie in de geadviseerde afgravingsdiepten (in cm) in het Witte Veen, waarbij + = < 10 jaar aanvullend verschrallingsbeheer (maaïen en afvoeren) vereist, ++ = 10-25 jaar aanvullend verschrallingsbeheer en +++ = > 25 jaar aanvullend verschrallingsbeheer. -KG = kruiden- en faunarijck 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.

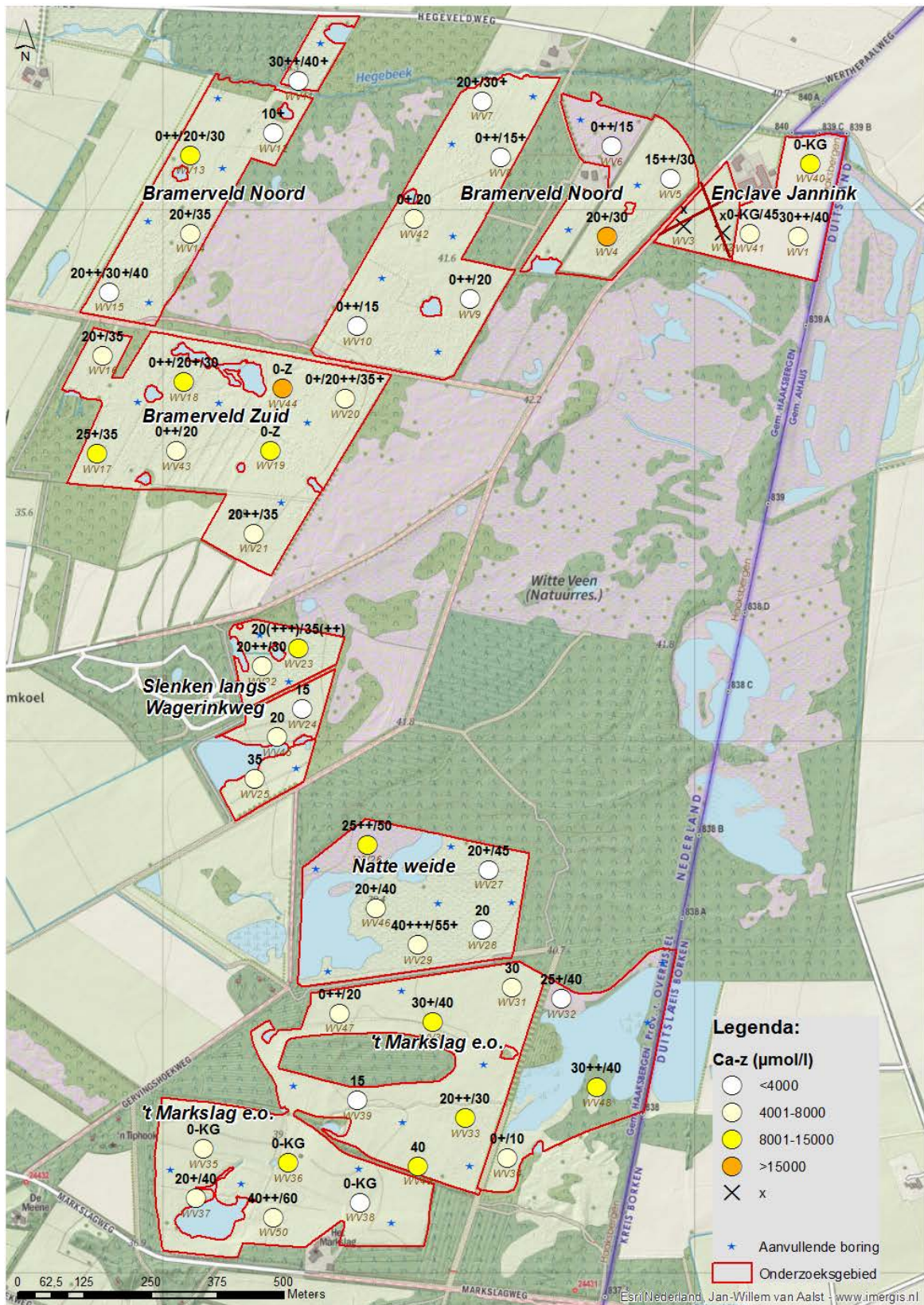
Nr	GLG	GHG	Diepte	Grondsoort	HZT	Natuurtype	Beheer	Bekalken	OS	Ols-P	P-t	Al-t	Ca-t	Fe-t	Al-z	Ca-z	K-z	pH-z	BV	P-z	NO3	NH4	M3/5	M12
DEEL GEBIED ENCLAVE JANNINK																								
1	-	90	30-40	zand, ger., insp.	Bx	HGL/HEI	++	-	2	3804	8,7	45	12	8	24	5336	1058	5,2	99	229	117	51	18	18
			40-50	zand	BC	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
DEEL GEBIED BRAMERVELD NOORD																								
4	100	30	20-30	zand, bv, humeus	Ap	BLG	+	-	16	563	9,4	107	67	69		32255							8	0
			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 gevl.	Bx	HEI	+	+	1	1173	4,6	71	8	23		2574							5	0
			30-40	zand, iets gevl.	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, gevl., uitsp.	Ex	HEI	-	+	1	567	1,4	23	7	5		2305							0	0
11	120	50	30-40	zand, iets gevl.	BCx	HEI	++	+	1	2546	7,5	49	5	12	272	1940	119	4,5	77	28	241	40	14	12
			40-50	zand, iets gevl.	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, gevl. 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
DEEL GEBIED 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, opgebr. 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	
			40-50	zand, uitl. insp.	BC	HGL/HEI	-	+	1	91	1,3	112	12	25	18	3661	195	5,5	99	0	14	38	0	0	
33	110	65	20-30	zand, bv, ger.	Ap	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.	Ap	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: veldruschraalland (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 $\mu\text{mol/l}$).

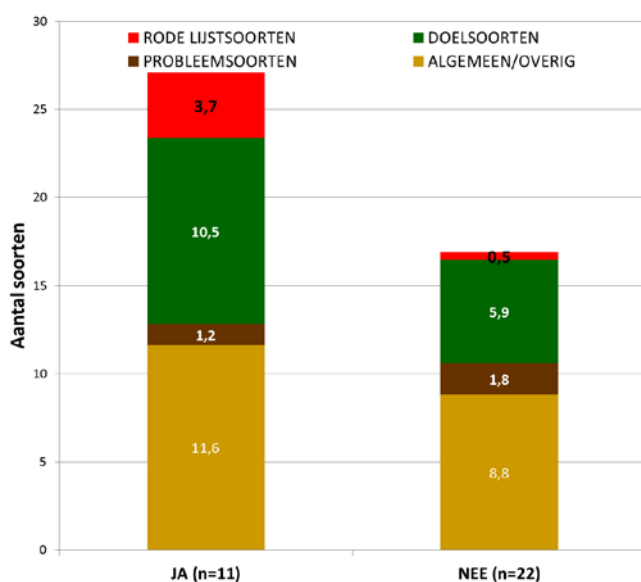
Referentielocatie 11 ligt in een in 2002 ingericht perceel. Na inrichting is geen maaisel opgebracht. De ontwikkeling lijkt richting nat schraalland te gaan. Er is echter sprake van zwak ijzerhoudende (27 mmol/l), calciumarme (Ca-t 10 mmol/l en Ca-z ± 1500 $\mu\text{mol/l}$) waardoor de verwachting is 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 andere 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.

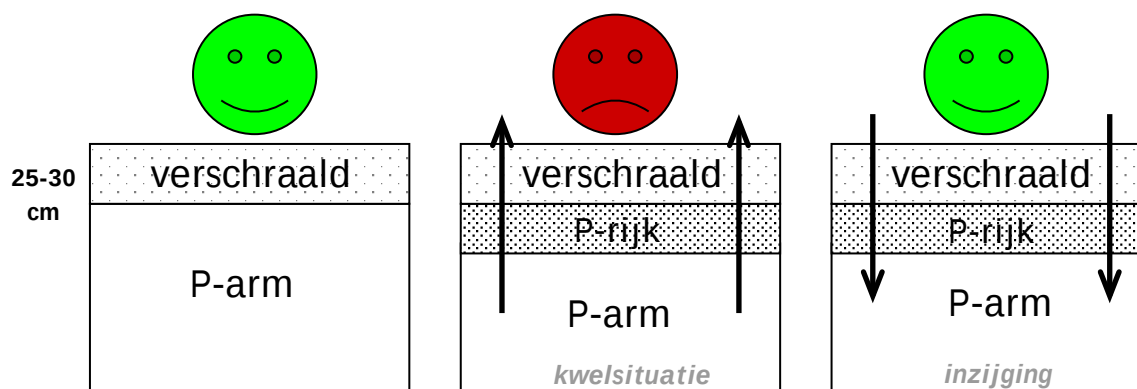


Figuur 37. Het uitstrooien van heideplagsel en het resultaat na vier jaar. Foto's: Michael Roosmalen, Stichting Het Limburgs Landschap.

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 vervuiging 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 vervuiging 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 inzijsituaties (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 µmol/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 µmol/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 CO₂ 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/onderwaterbodan (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**.

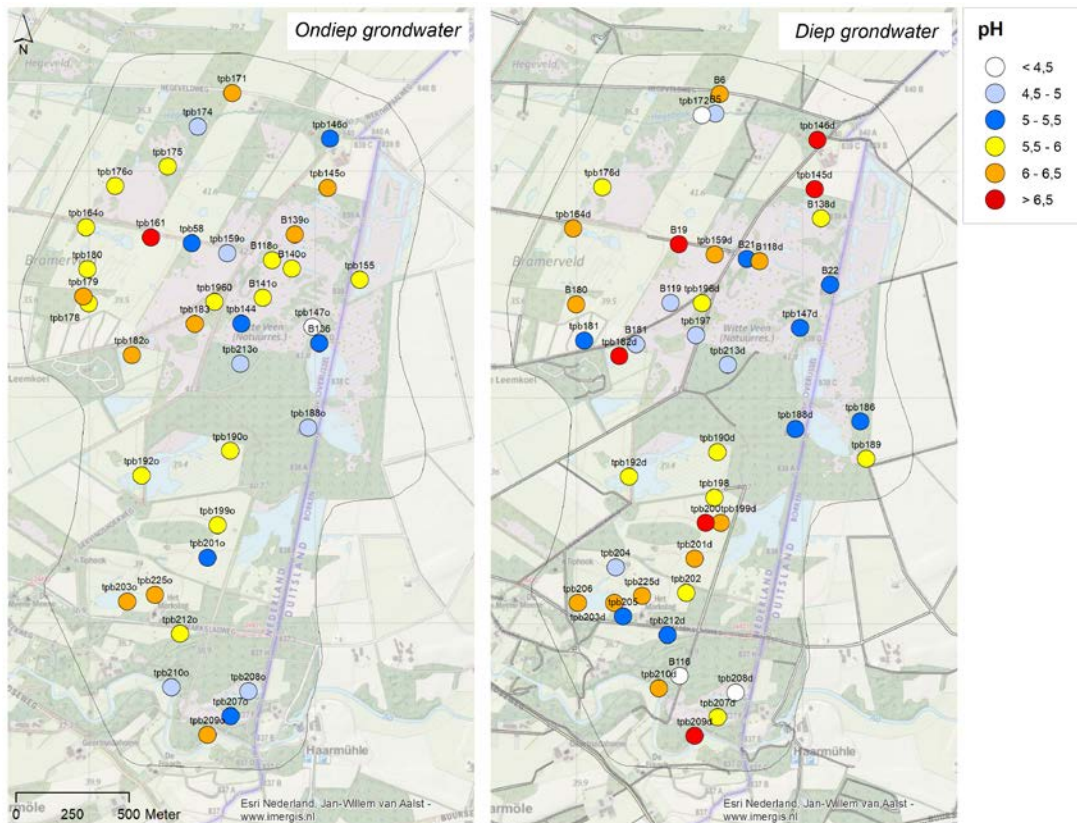
Tabel 13. Overzicht van grondwaterkwaliteit in het Witte Veen. Het betreft 'verse' grondwatermonsters met uitzondering van B22. NAP mv = N.A.P. hoogte maaiveld in meters. NAP of = N.A.P. hoogte van de onderkant van het peilbuisfilter in meters. Filter = filterdiepte t.o.v. maaiveld in centimeters. Parameters 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

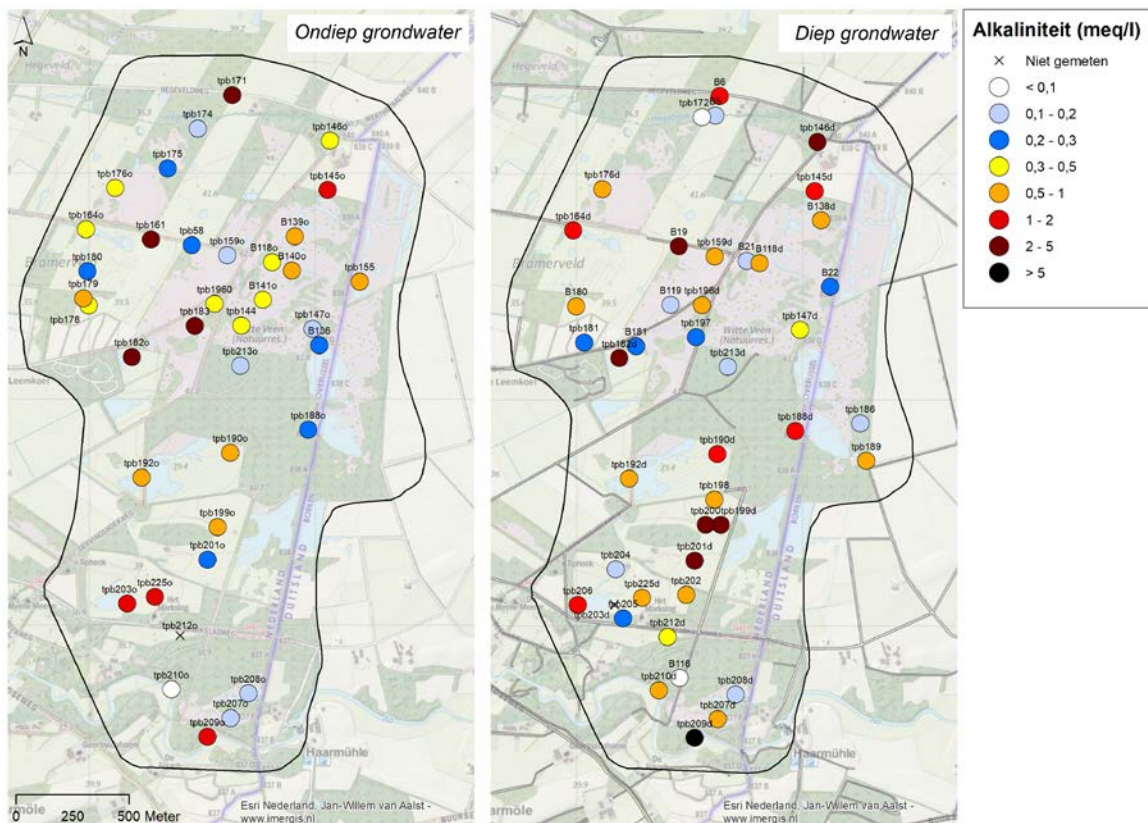
Tabel 13 vervolg.

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
tpb196o	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

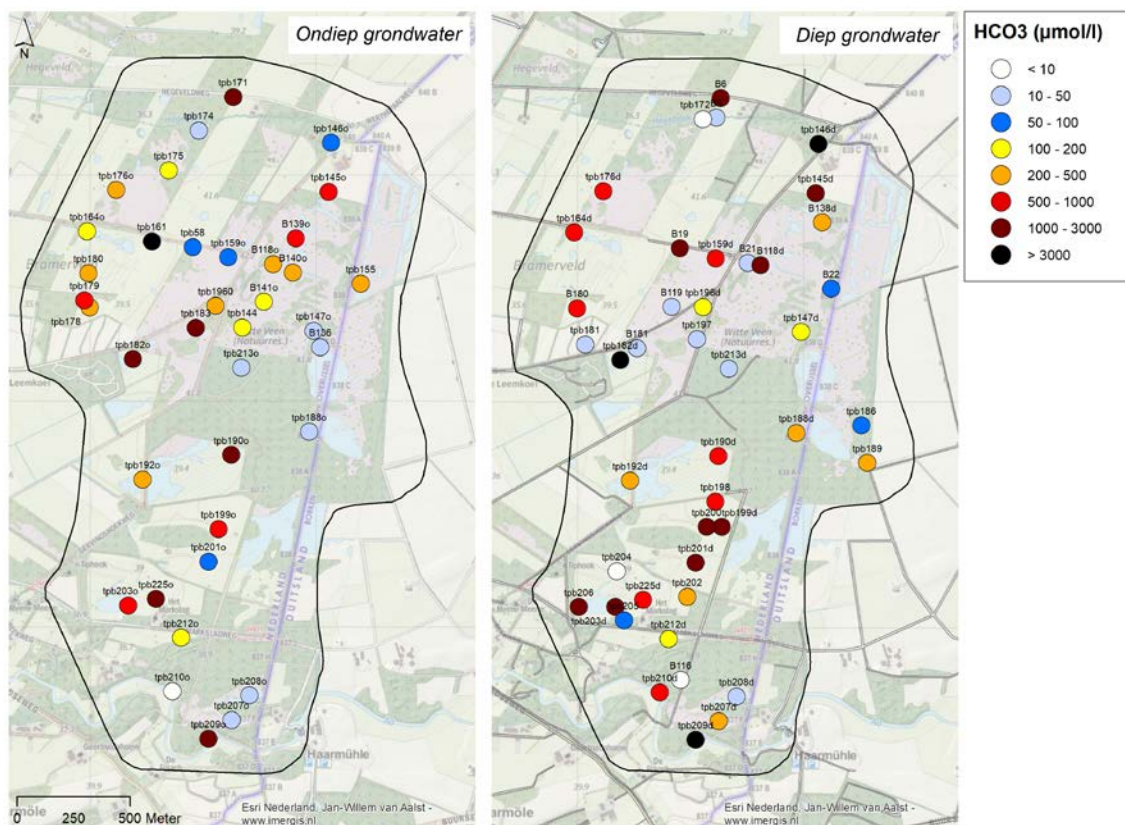
De ruimtelijke variatie in de grondwaterkwaliteit wordt weergegeven in Figuur 39 tot en met Figuur 49.



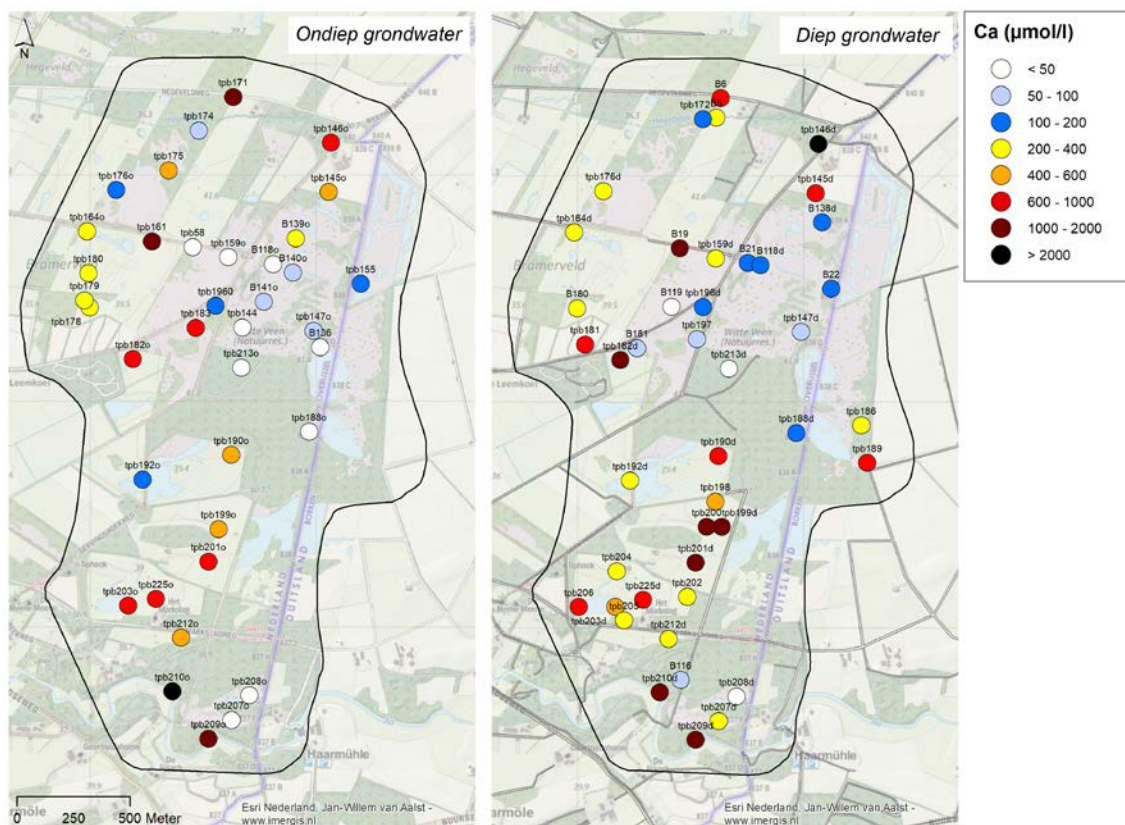
Figuur 39. Overzicht van de ruimtelijke variatie in de pH in ondiepe (≤ 100 cm-mv) en diepe (> 100 cm-mv) peilbuizen.



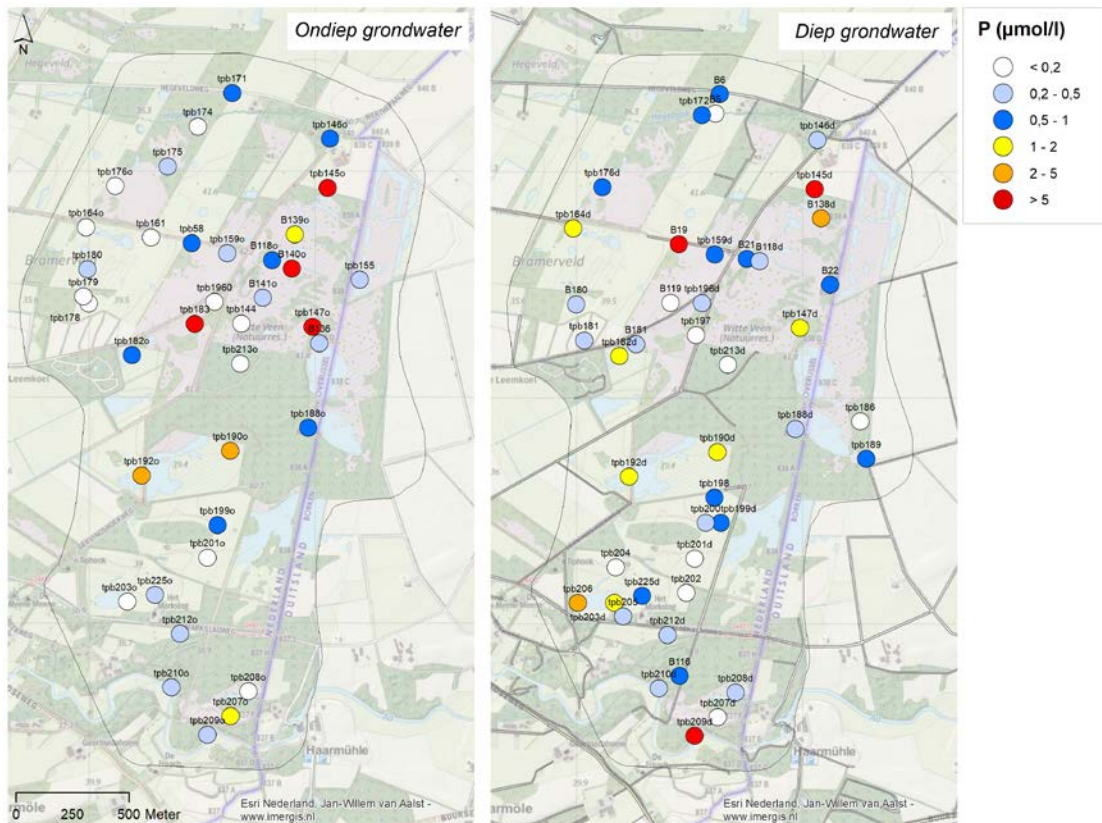
Figuur 40. Overzicht van de ruimtelijke variatie in de alkaliniteit in ondiepe (≤ 100 cm-mv) en diepe (> 100 cm-mv) peilbuizen.



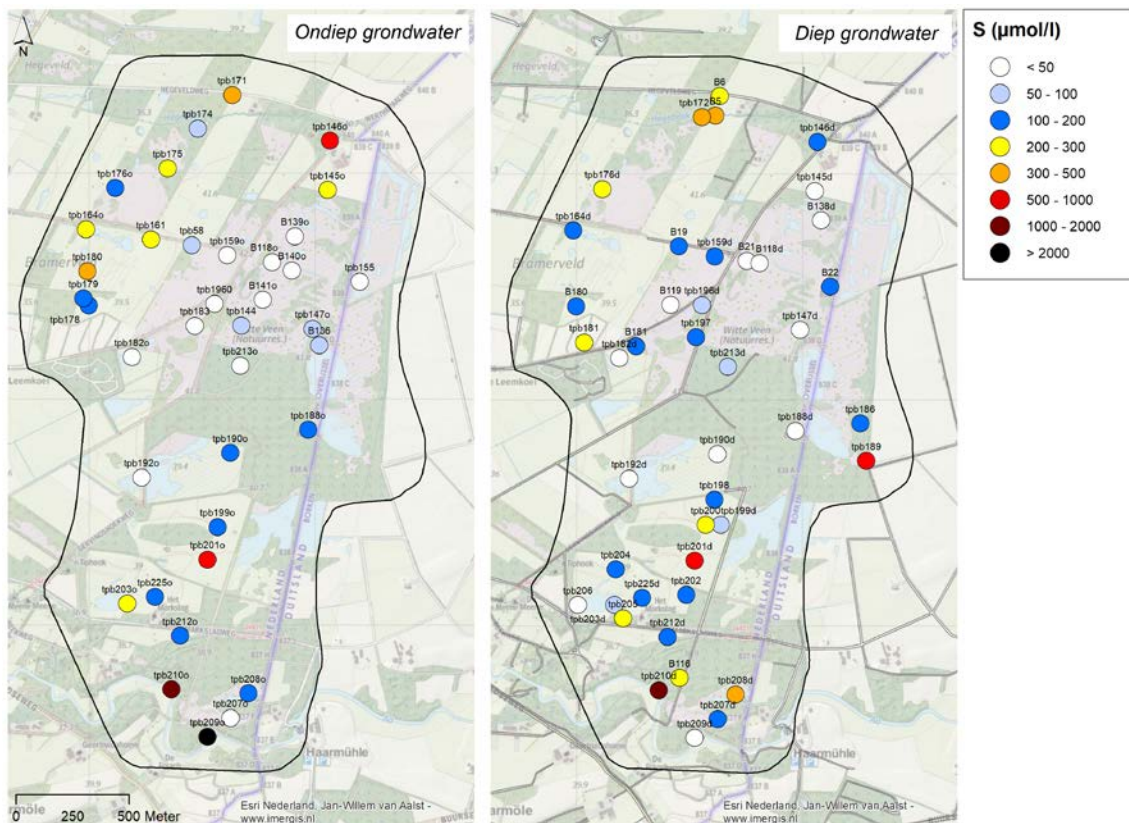
Figuur 41. Overzicht van de ruimtelijke variatie in de bicarbonaat concentratie in ondiepe (≤ 100 cm-mv) en diepe (≥ 100 cm-mv) peilbuizen.



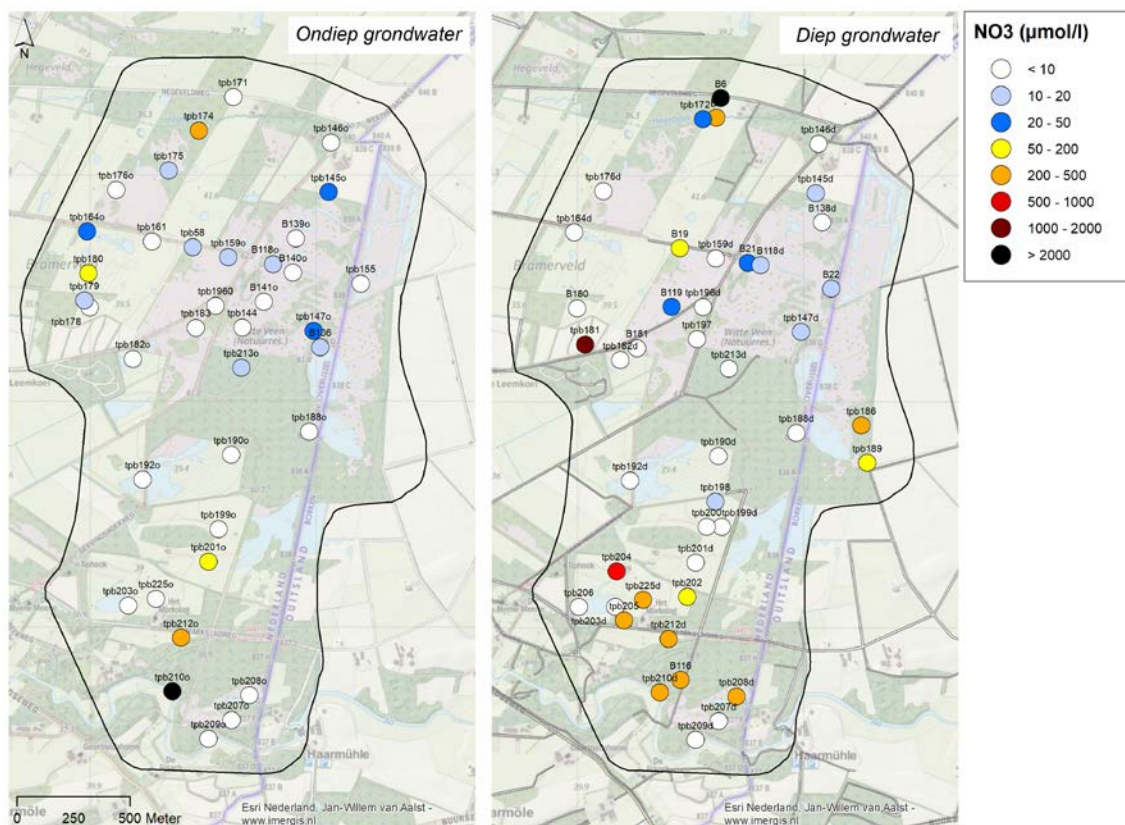
Figuur 42. Overzicht van de ruimtelijke variatie in de calciumconcentratie in ondiepe (≤ 100 cm-mv) en diepe (≥ 100 cm-mv) peilbuizen.



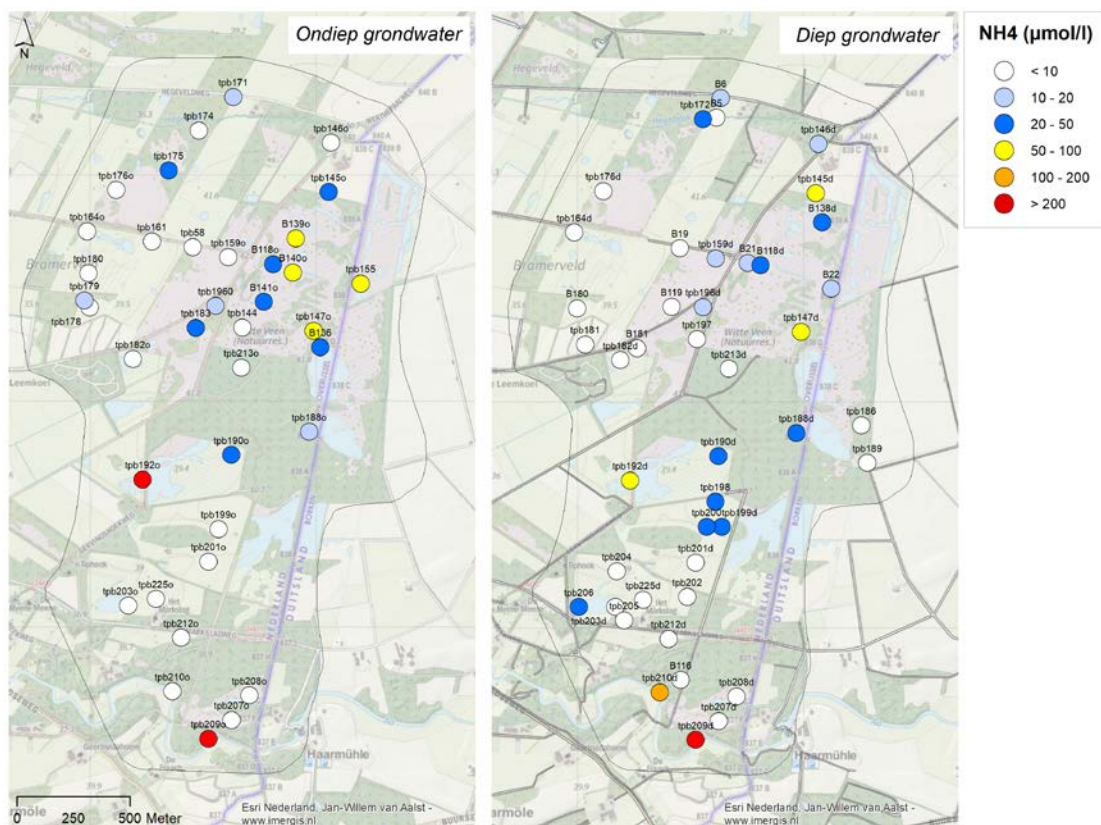
Figuur 43. Overzicht van de ruimtelijke variatie in de fosforconcentratie in ondiepe (≤ 100 cm-mv) en diepe (> 100 cm-mv) peilbuizen.



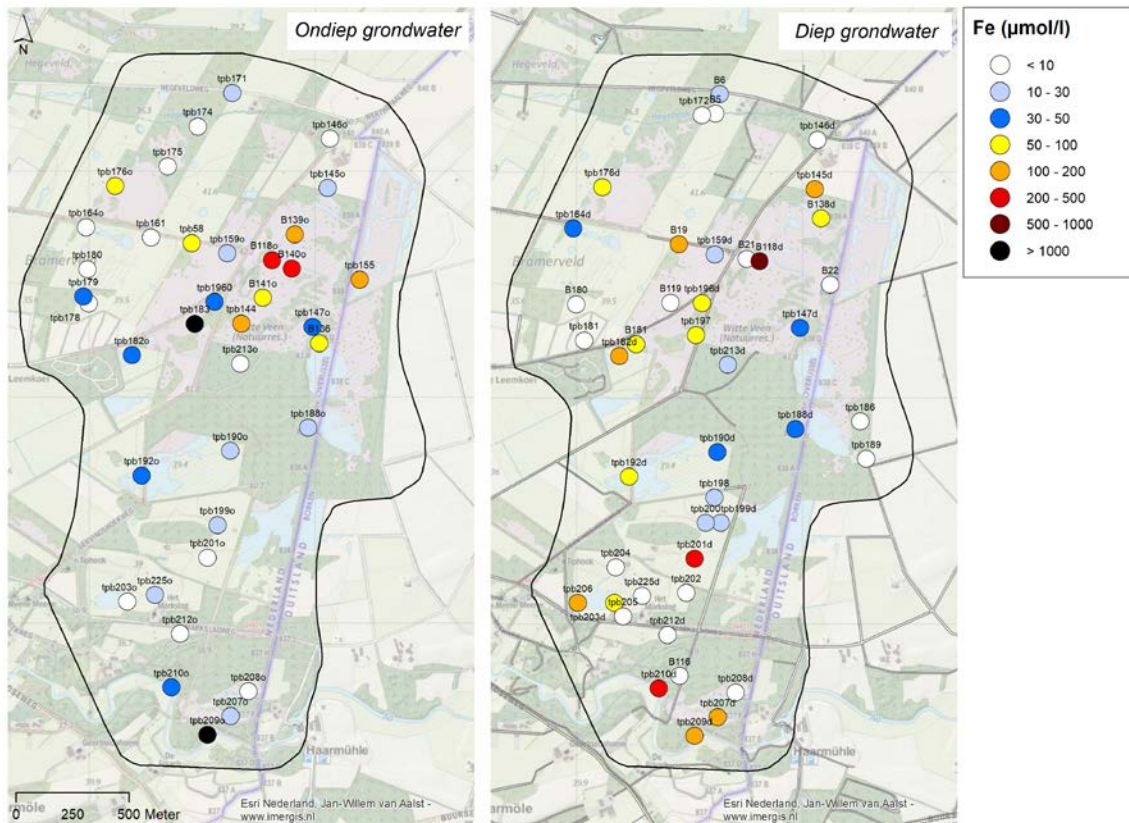
Figuur 44. Overzicht van de ruimtelijke variatie in de sulfaatconcentratie in ondiepe (≤ 100 cm-mv) en diepe (> 100 cm-mv) peilbuizen.



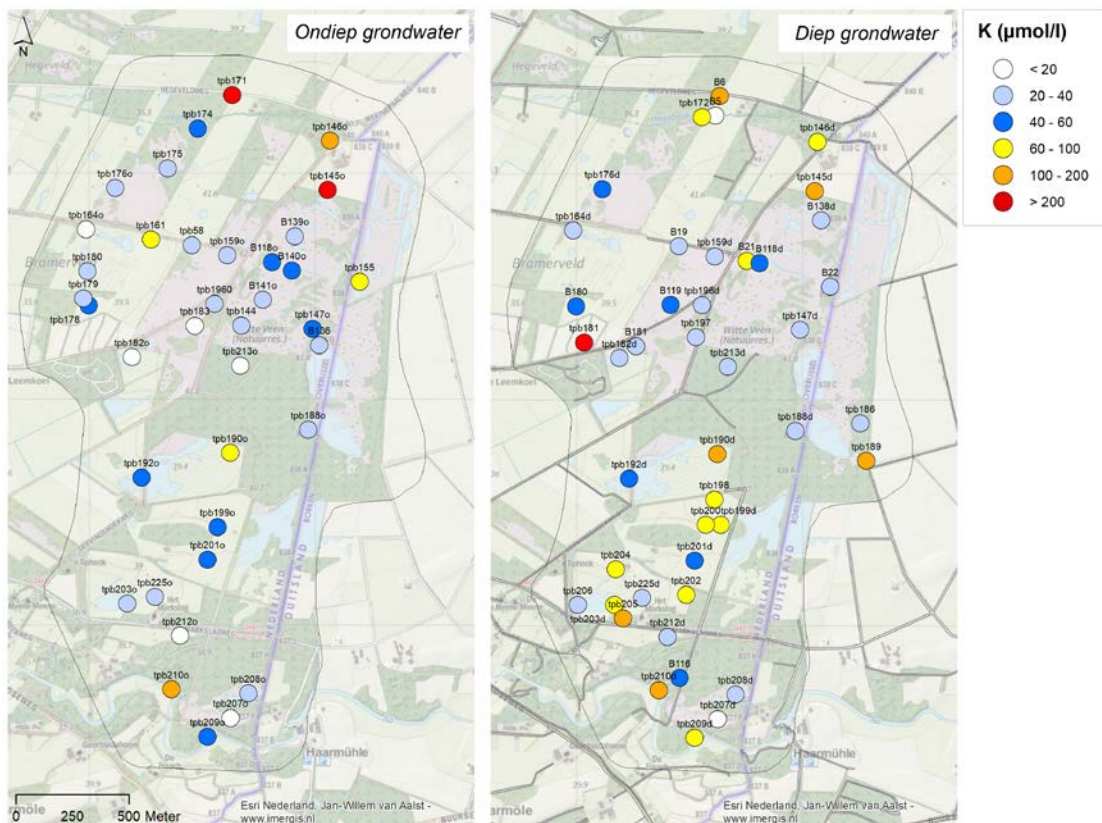
Figuur 45. Overzicht van de ruimtelijke variatie in de nitraatconcentratie in ondiepe (≤ 100 cm-mv) en diepe (> 100 cm-mv) peilbuizen.



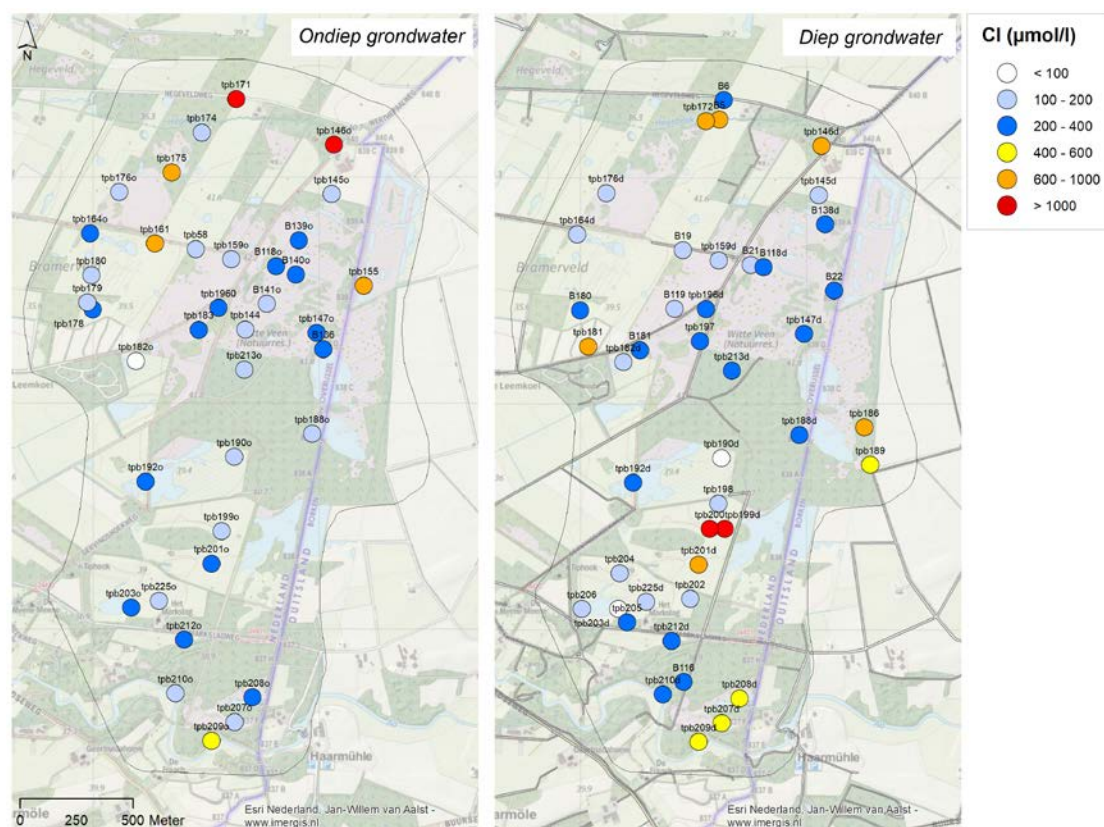
Figuur 46. Overzicht van de ruimtelijke variatie in de ammoniumconcentratie in ondiepe (≤ 100 cm-mv) en diepe (> 100 cm-mv) peilbuizen.



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.



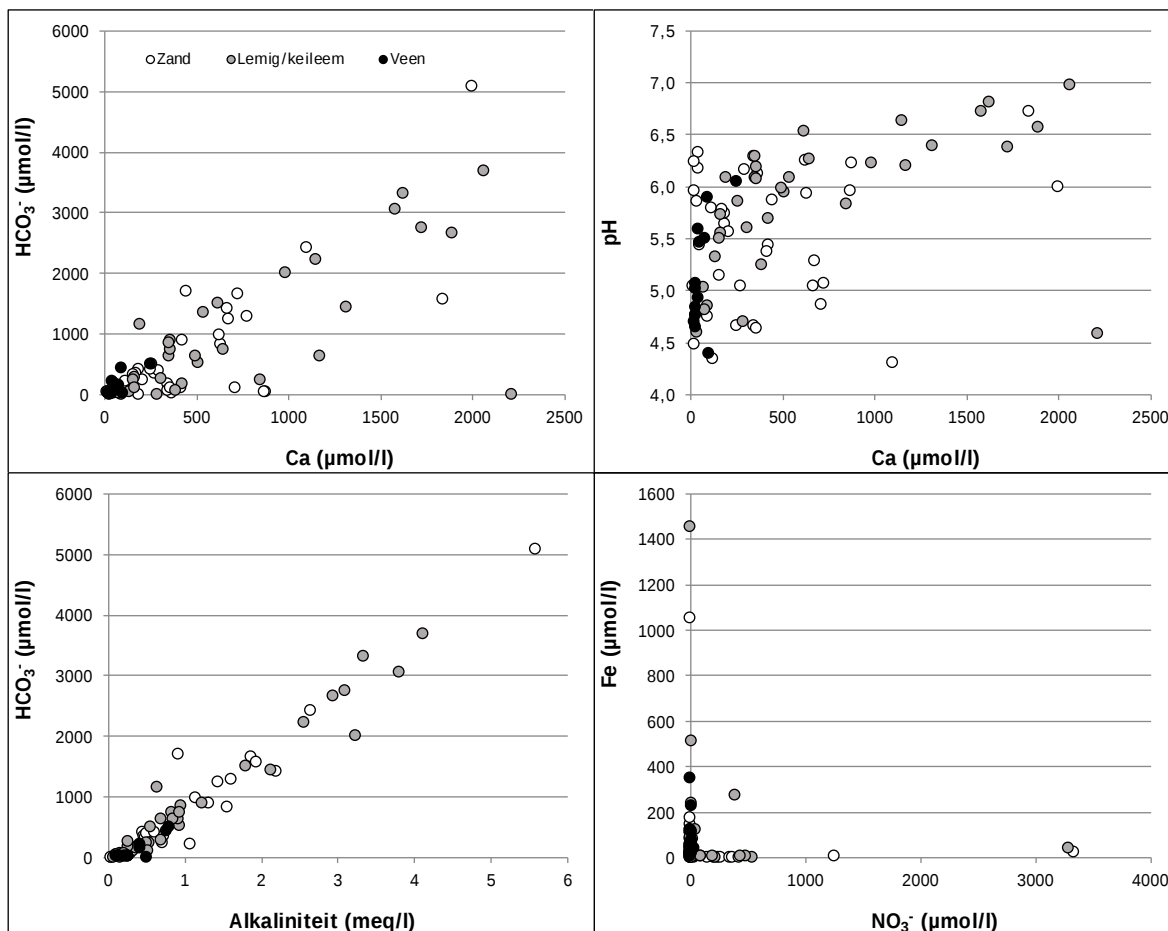
Figuur 49. Overzicht van de ruimtelijke variatie in de chlorideconcentratie in ondiepe ($< \pm 100$ cm-mv) en diepe ($> \pm 100$ cm-mv) peilbuizen.

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 ($< 1\text{-}2 \mu\text{mol/l}$). 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, stikstofinvang in bossen en mogelijk de afbraak van organisch materiaal in de hoogveenkernel. 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**).

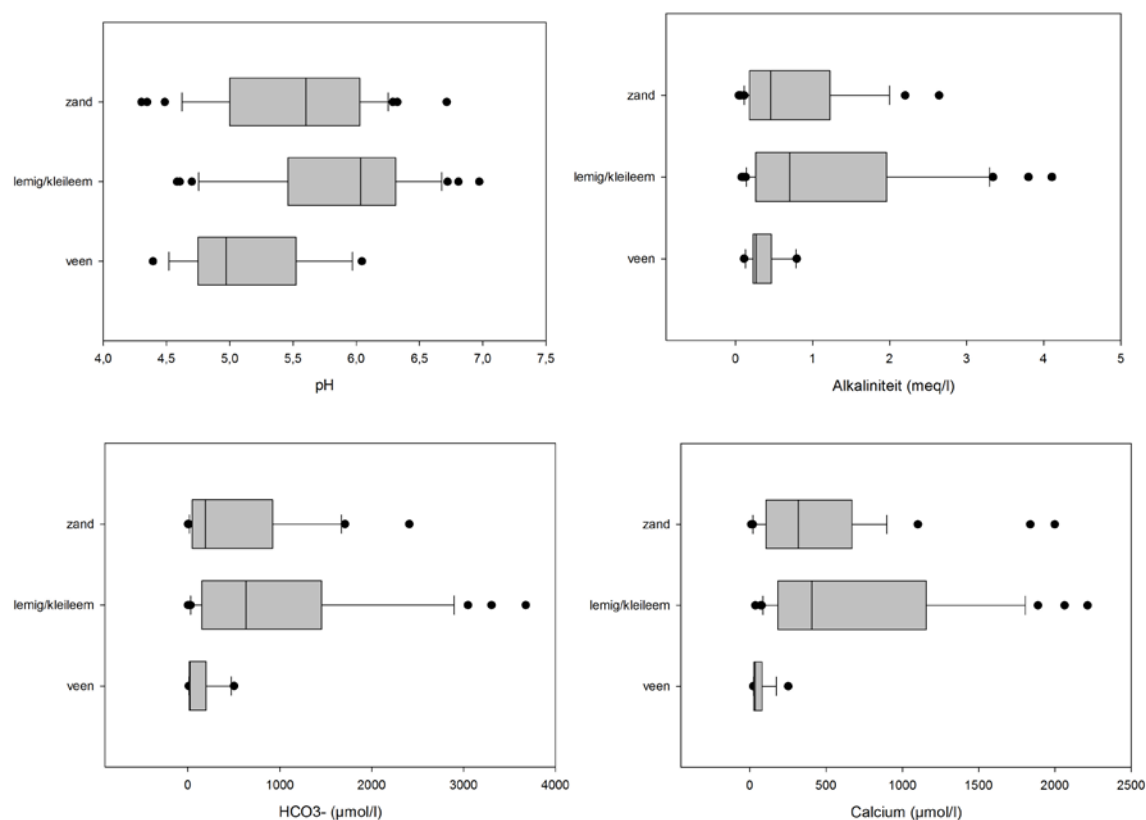


Figuur 50. Correlaties tussen enkele relevante hydrochemische variabelen in het Witte Veen waarbij 'zand' = filter in zandbodem; 'lemig/keileem' = filter in (sterk) lemige zandbodem of in/tegen keileemlaag; 'veen' = filter of poreuze cup in veen/venige bodem.

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 gebufferd (HCO_3^- ± 150 -1500 µmol/l, alkaliniteit $\pm 0,2$ -2 meq/l, ± 200 -1200 µmol/l Ca en pH $\pm 5,5$ -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 $\pm 0,1$ -1,2 meq/l, ± 150 -600 µmol/l Ca en pH $\pm 5,0$ -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 $\text{pH} \pm 4,7-5,5$).



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).

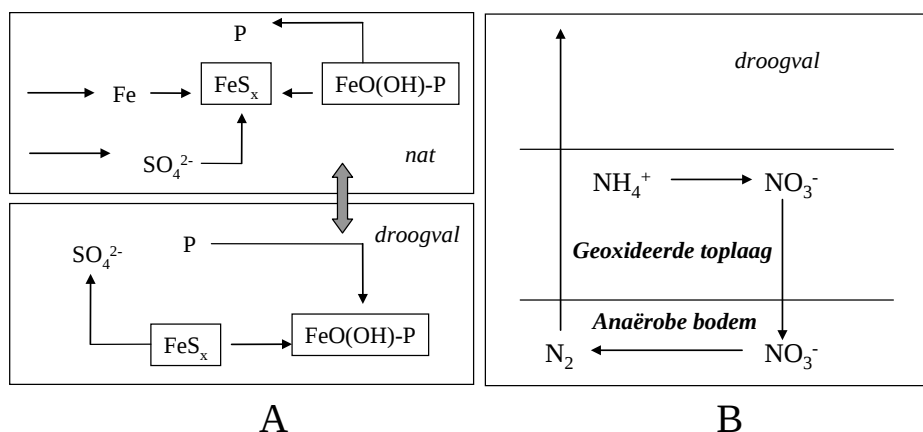
KADER 1. DOORSTROMING EN PEILFLUCTUATIE

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.

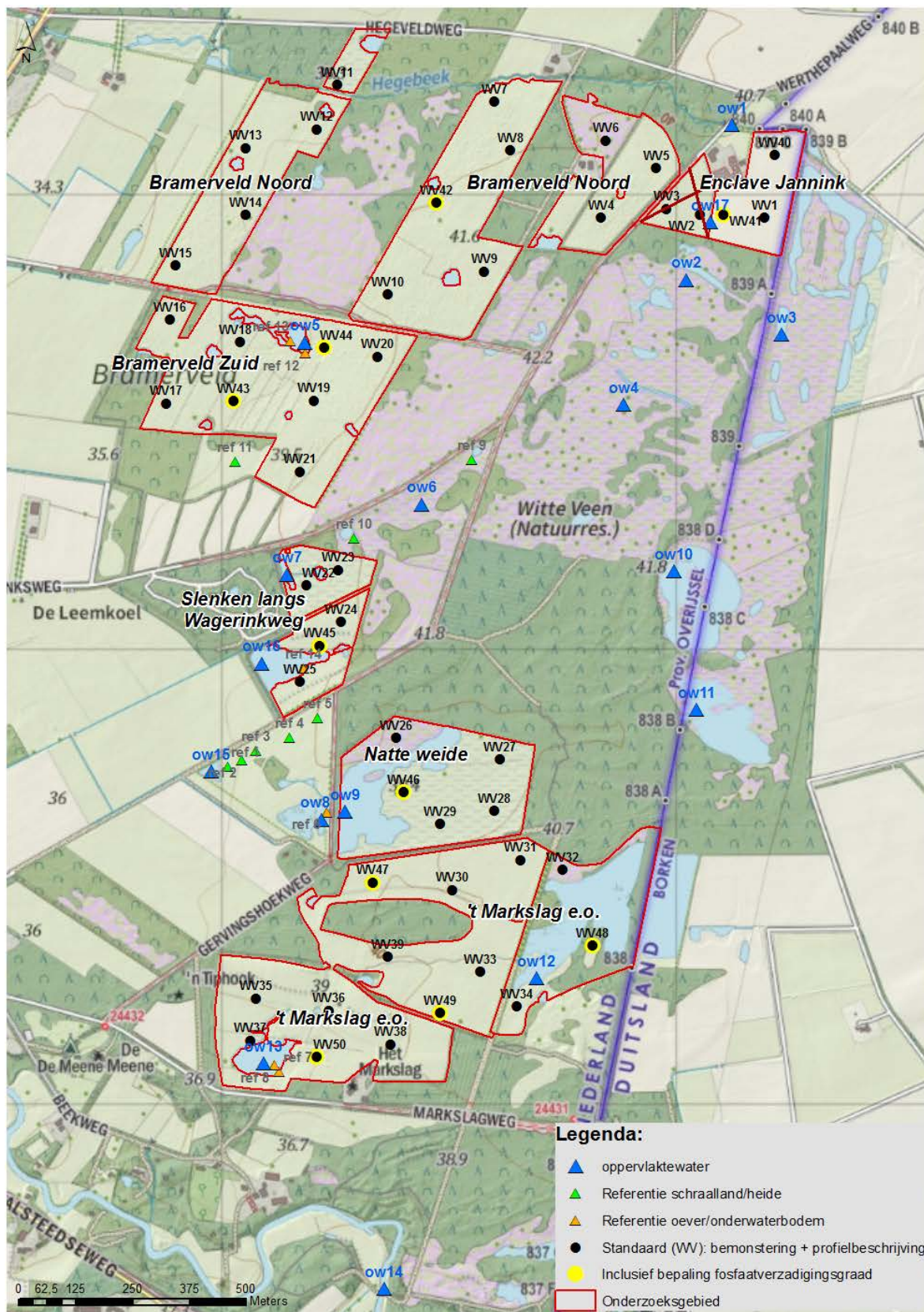
Onder anaërobe omstandigheden wordt sulfaat omgezet in sulfide (rotte-eierengeur). Sulfide is toxisch, maar wordt onder ijzerrijke omstandigheden gebonden aan ijzer (pyrietvorming). Het sulfide is dan niet meer giftig. Dit proces kan echter wel leiden tot het vrijkomen van extra fosfaat, omdat sulfide 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 NTU), 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** - sloot ten noorden van enclave Jannink: 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 $\mu\text{mol/l}$ HCO_3^- 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 CO_2 houdend (145 $\mu\text{mol/l}$). 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 (0-20/35 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 geëutrofieerd 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 luchtge vulde 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 herstelmogelijkheden.
- 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, stikstofinvang 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^- ± 150 - $1500 \mu\text{mol/l}$, alkaliniteit $\pm 0,2$ - 2 meq/l , ± 200 - $1200 \mu\text{mol/l}$ Ca en pH $\pm 5,5$ - $6,3$) 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, lokaal 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 $2000 \text{ kg Dolokal/ha}$ (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) Verpitruising 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.

.....

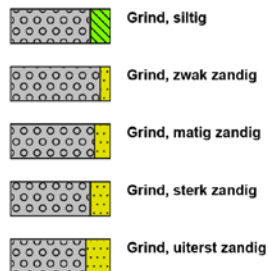
8. BIJLAGEN

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)

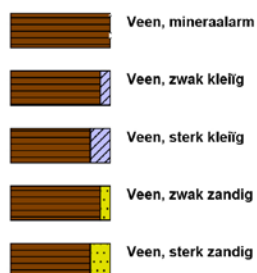
grind



zandtest



veen



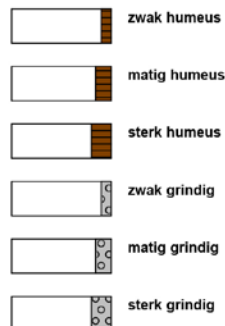
klei



leem



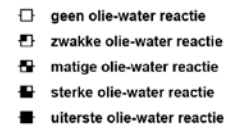
overige toevoegingen



geur



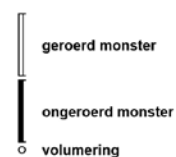
olie



p.i.d.-waarde



monsters



overig

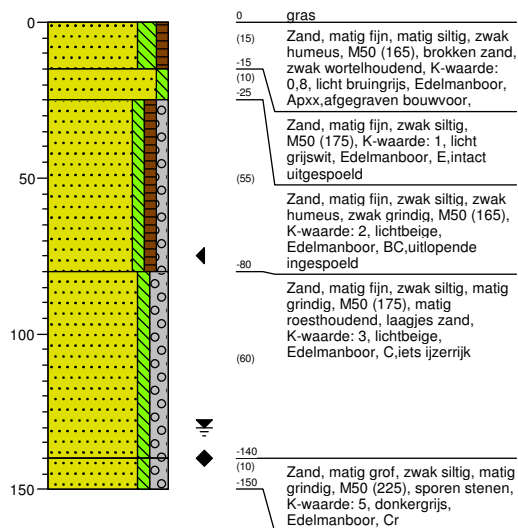


Boring: AB-01

X: 256297,00
Y: 464313,00

GWS: 130
GHG: 75
GLG: 140

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

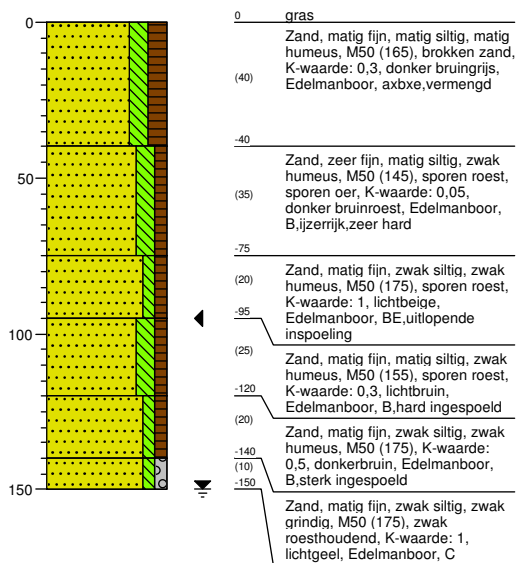


Boring: AB-02

X: 256104,00
Y: 464211,00

GWS: 150
GHG: 95

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

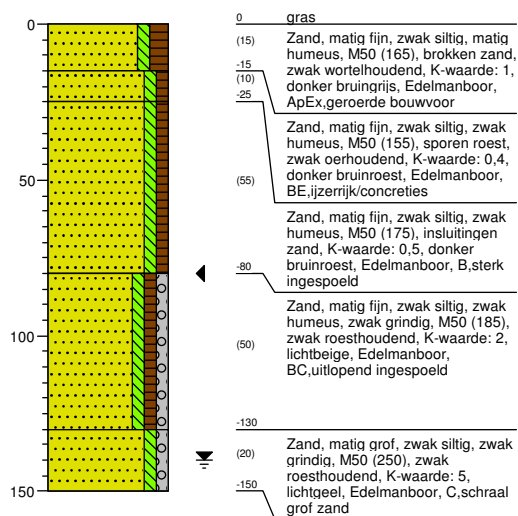


Boring: AB-03

X: 256112,00
Y: 464079,00

GWS: 140
GHG: 80

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

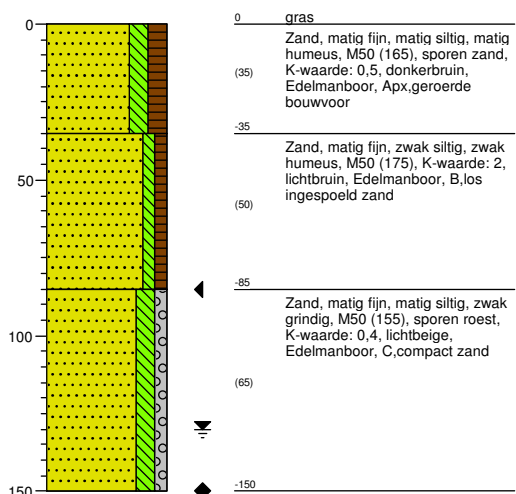


Boring: AB-04

X: 255972,00
Y: 463978,00

GWS: 130
GHG: 85
GLG: 150

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

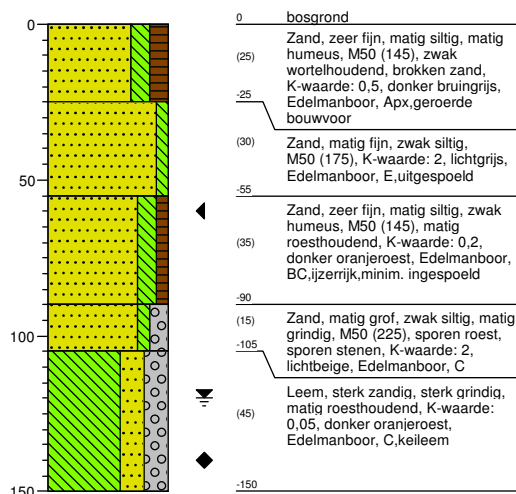


Boring: AB-05

X: 255974,00
Y: 463827,00

GWS: 120
GHG: 60
GLG: 140

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

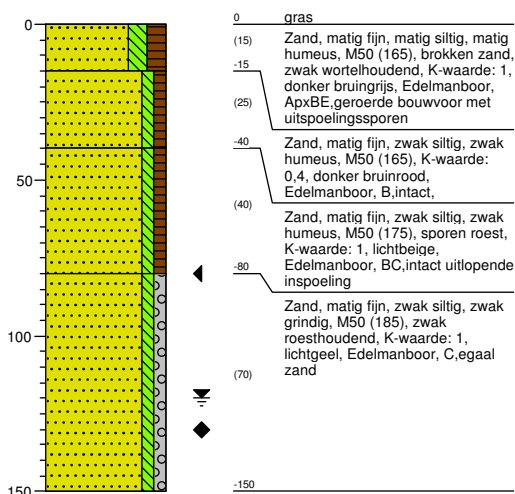


Boring: AB-06

X: 256517,00
Y: 463733,00

GWS: 120
GHG: 80
GLG: 130

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

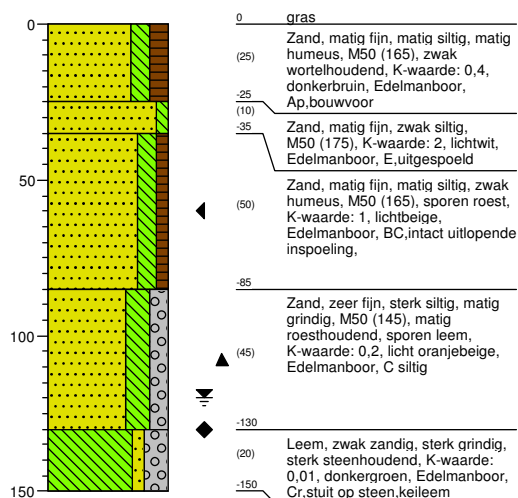


Boring: AB-07

X: 256412,00
Y: 463872,00

GWS: 120
GHG: 60
GLG: 130

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

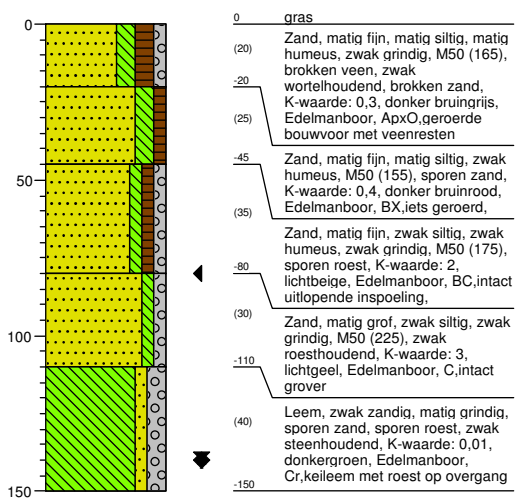


Boring: AB-08

X: 256545,00
Y: 463951,00

GWS: 140
GHG: 80
GLG: 140

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

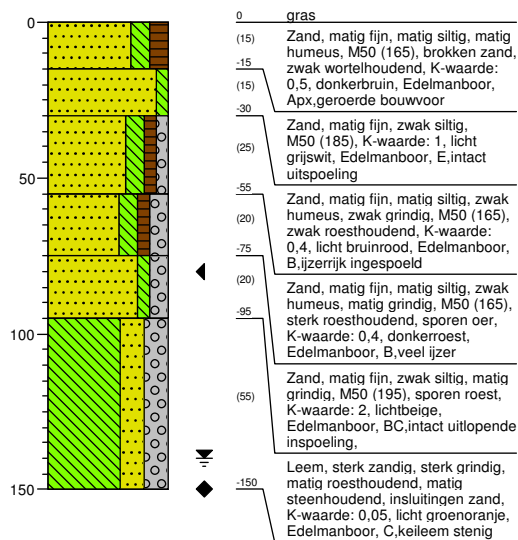


Boring: AB-09

X: 256544,00
Y: 464125,00

GWS: 140
GHG: 80
GLG: 150

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

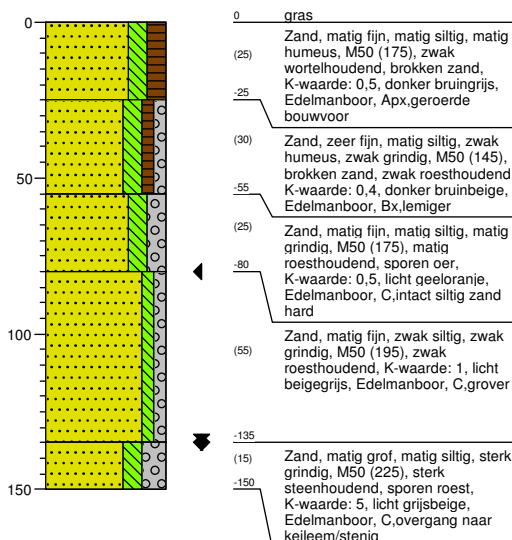


Boring: AB-10

X: 256696,00
Y: 464213,00

GWS: 135
GHG: 80
GLG: 135

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

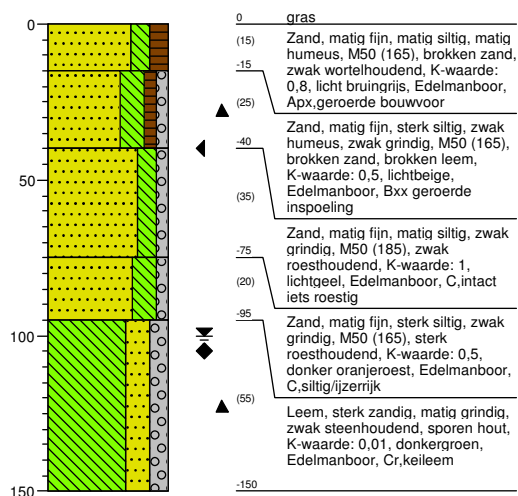


Boring: AB-11

X: 256786,00
Y: 464169,00

GWS: 100
GHG: 40
GLG: 105

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

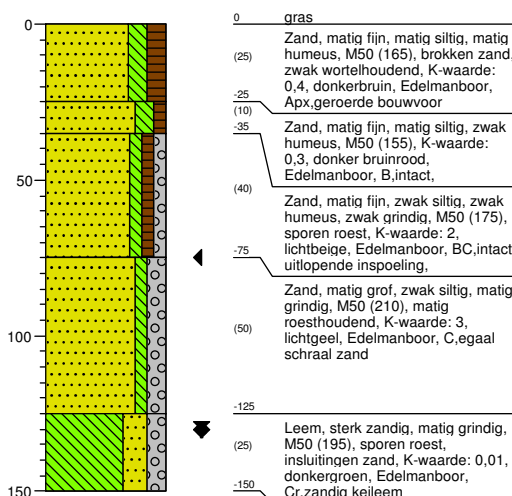


Boring: AB-12

X: 256763,00
Y: 463963,00

GWS: 130
GHG: 75
GLG: 130

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

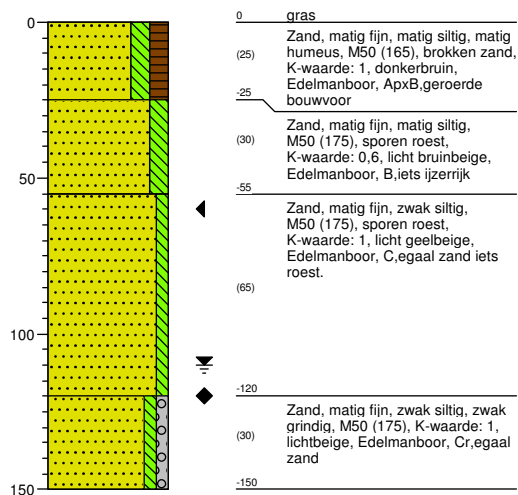


Boring: AB-13

X: 256893,00
Y: 464048,00

GWS: 110
GHG: 60
GLG: 120

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

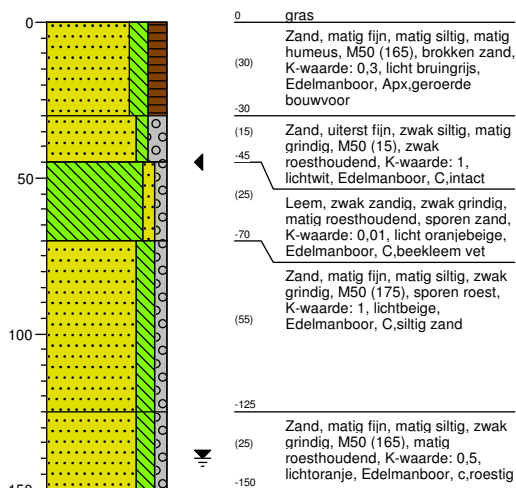


Boring: AB-14

X: 255953,00
Y: 463639,00

GWS: 140
GHG: 45

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

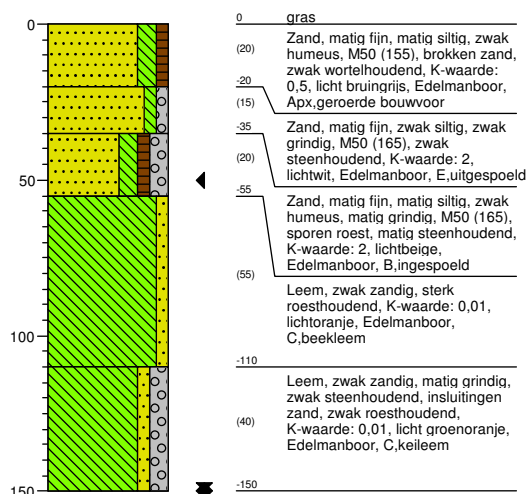


Boring: AB-15

X: 256105,00
Y: 463636,00

GWS: 150
GHG: 50
GLG: 150

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

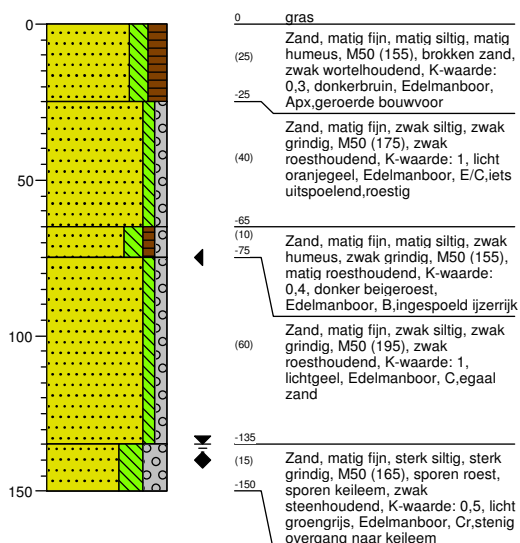


Boring: AB-16

X: 256272,00
Y: 463599,00

GWS: 135
GHG: 75
GLG: 140

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

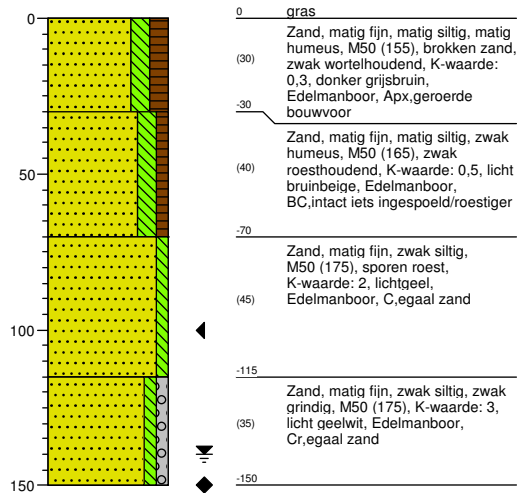


Boring: AB-17

X: 256223,00
Y: 463449,00

GWS: 140
GHG: 100
GLG: 150

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

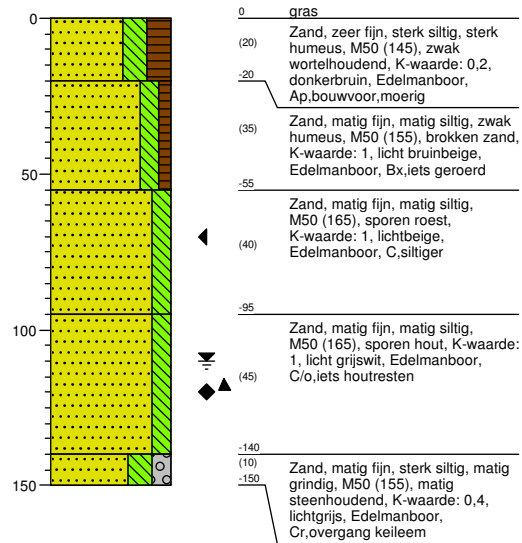


Boring: AB-18

X: 256182,00
Y: 463201,00

GWS: 110
GHG: 70
GLG: 120

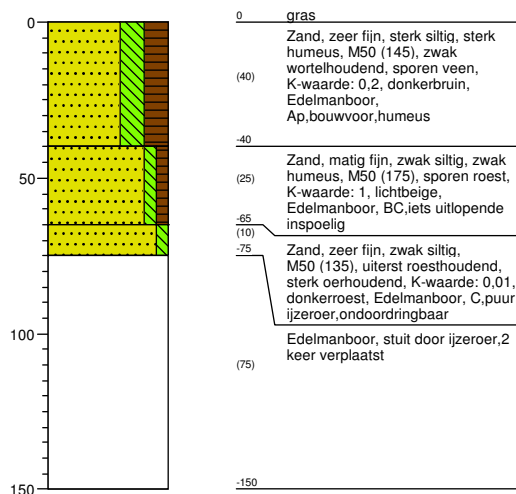
in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer



Boring: AB-19

X: 256237,00
Y: 463112,00

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

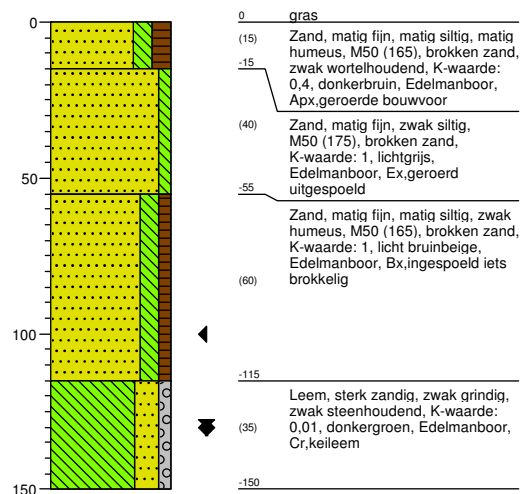


Boring: AB-20

X: 256251,00
Y: 462949,00

GWS: 130
GHG: 100
GLG: 130

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

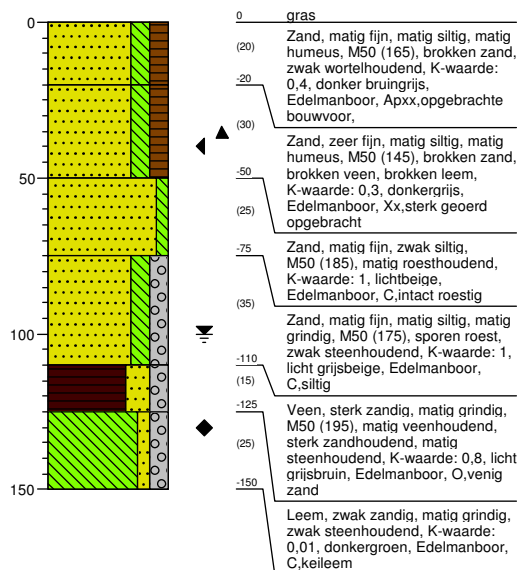


Boring: AB-21

X: 256288,00
Y: 462761,00

GWS: 100
GHG: 40
GLG: 130

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

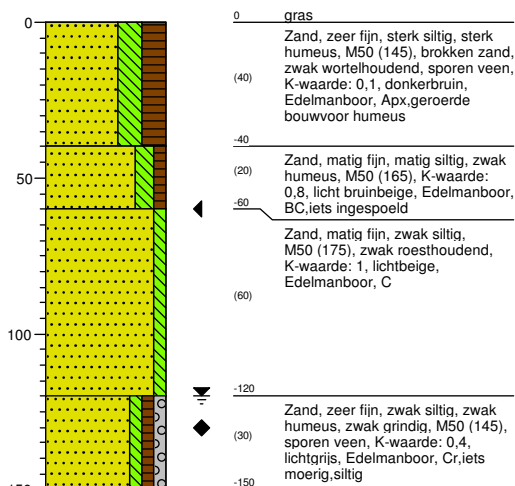


Boring: AB-22

X: 256541,00
Y: 462802,00

GWS: 120
GHG: 60
GLG: 130

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

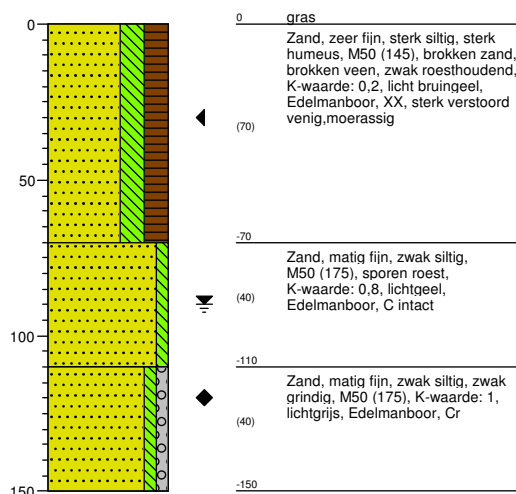


Boring: AB-23

X: 2566310,00
Y: 462567,00

GWS: 90
GHG: 30
GLG: 120

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

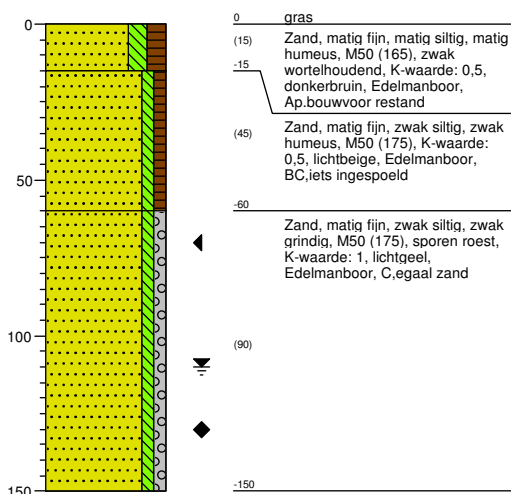


Boring: AB-24

X: 256517,00
Y: 462695,00

GWS: 110
GHG: 70
GLG: 130

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

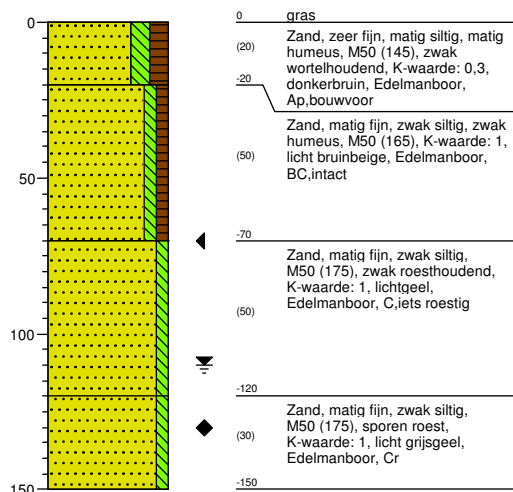


Boring: AB-25

X: 256655,00
Y: 462697,00

GWS: 110
GHG: 70
GLG: 130

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

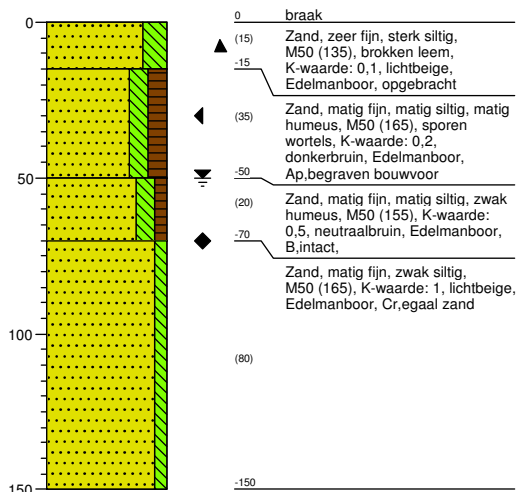


Boring: AB-26

X: 256940,00
Y: 462583,00

GWS: 50
GHG: 30
GLG: 70

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

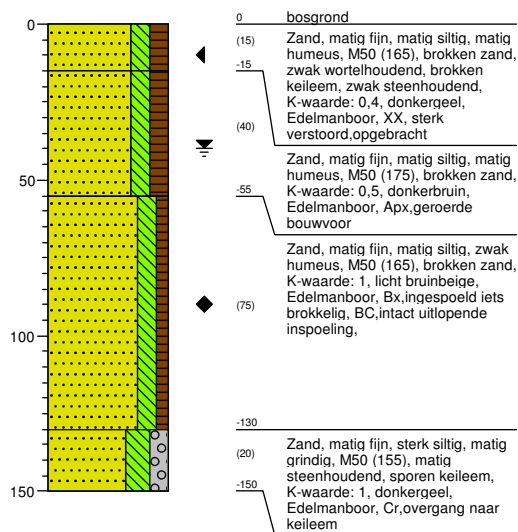


Boring: AB-27

X: 256912,00
Y: 462471,00

GWS: 40
GHG: 10
GLG: 90

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

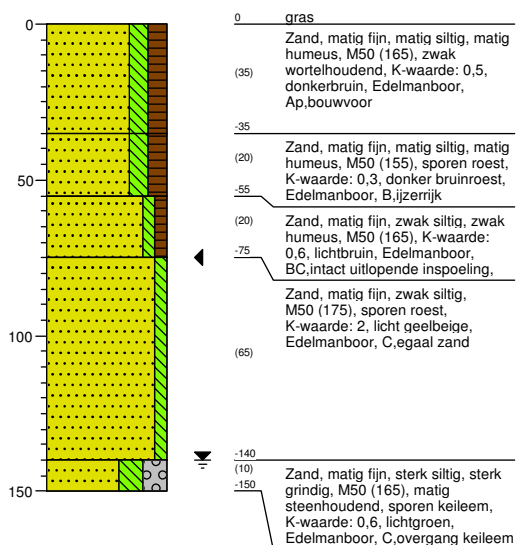


Boring: AB-28

X: 256449,00
Y: 462531,00

GWS: 140
GHG: 75

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

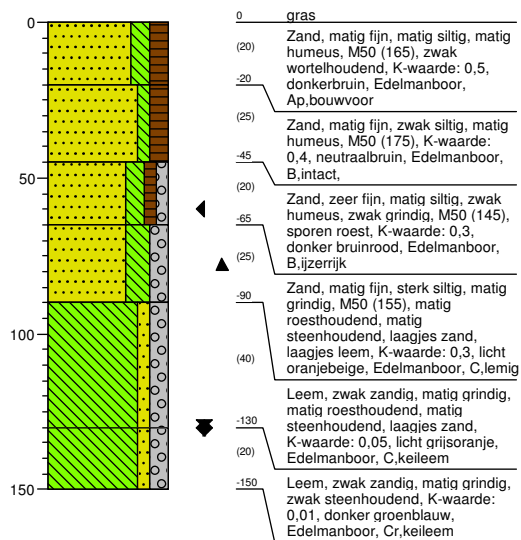


Boring: AB-29

X: 256246,00
Y: 462352,00

GWS: 130
GHG: 60
GLG: 130

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

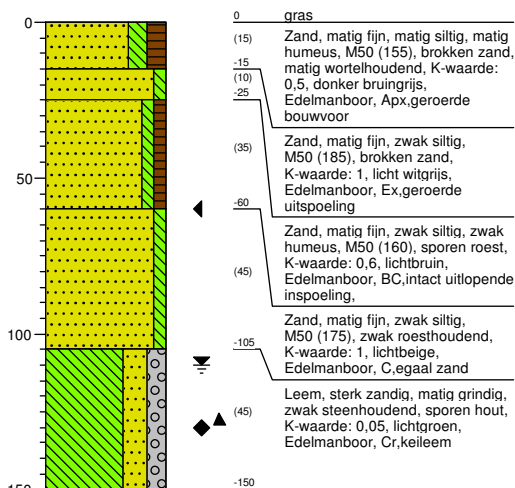


Boring: AB-30

X: 256603,00
Y: 462392,00

GWS: 110
GHG: 60
GLG: 130

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

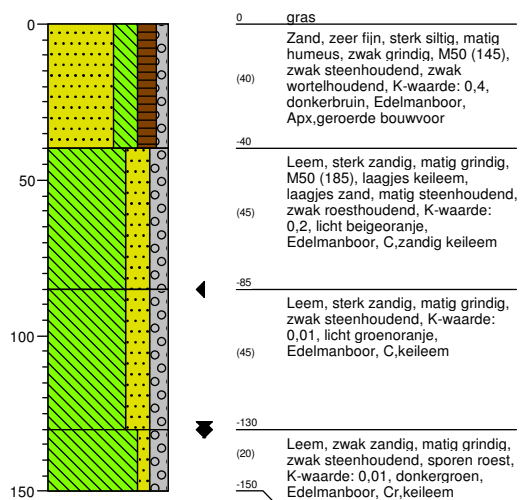


Boring: AB-31

X: 256450,00
Y: 462284,00

GWS: 130
GHG: 85
GLG: 130

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

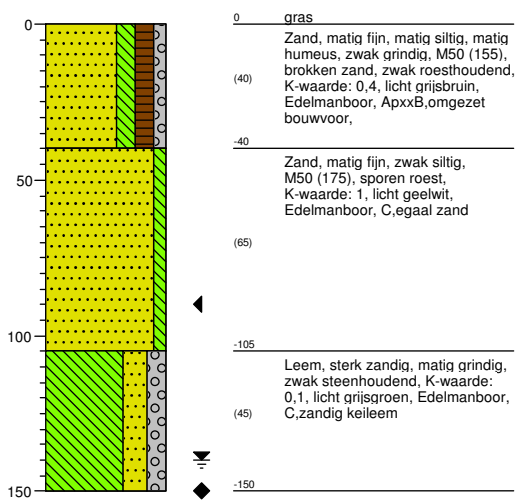


Boring: AB-32

X: 256577,00
Y: 462200,00

GWS: 140
GHG: 90
GLG: 150

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

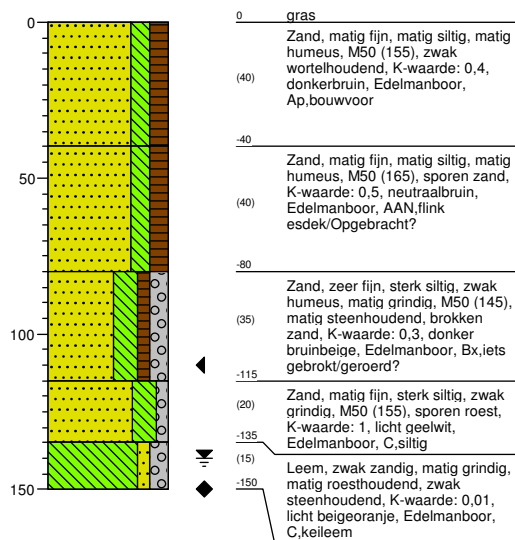


Boring: AB-33

X: 256369,00
Y: 462195,00

GWS: 140
GHG: 110
GLG: 150

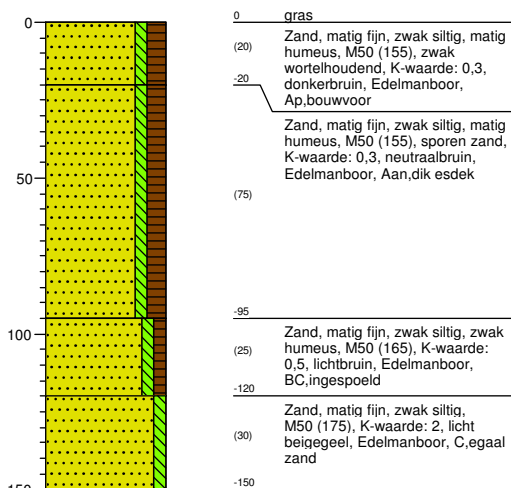
in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer



Boring: AB-34

X: 256430,00
Y: 462093,00

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

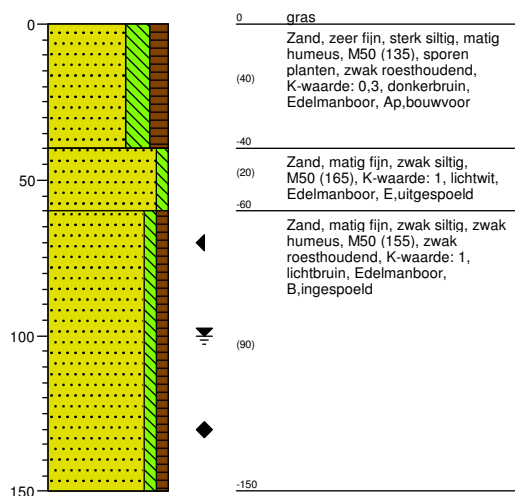


Boring: AB-35

X: 256147,00
Y: 462168,00

GWS: 100
GHG: 70
GLG: 130

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

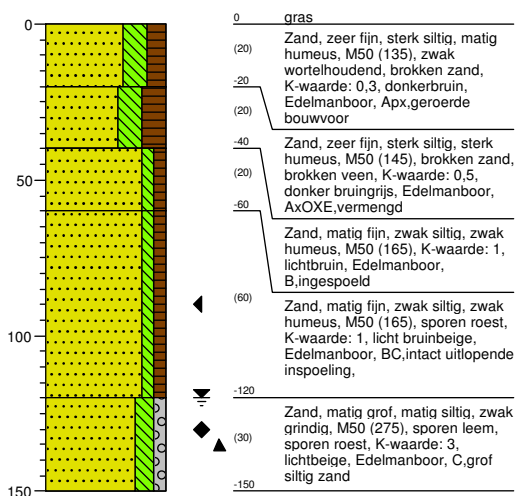


Boring: AB-36

X: 256015,00
Y: 462194,00

GWS: 120
GHG: 90
GLG: 130

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

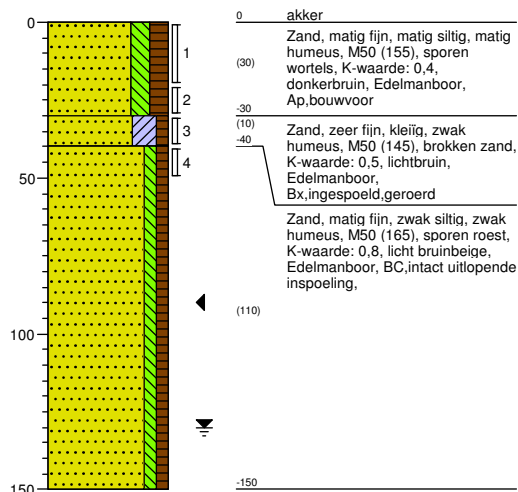


Boring: WV-01

X: 257193,00
Y: 463950,00

GWS: 130
GHG: 90

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

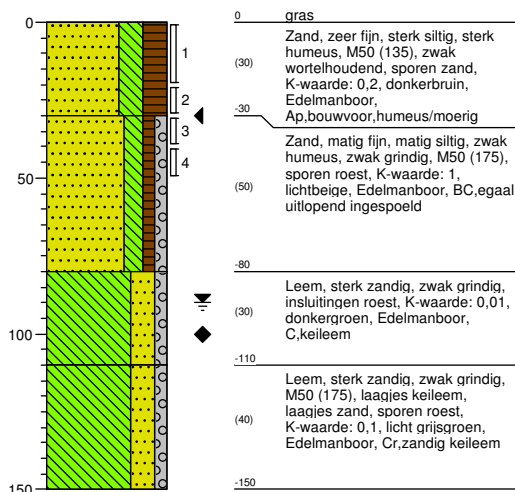


Boring: WV-04

X: 256834,00
Y: 463950,00

GWS: 90
GHG: 30
GLG: 100

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

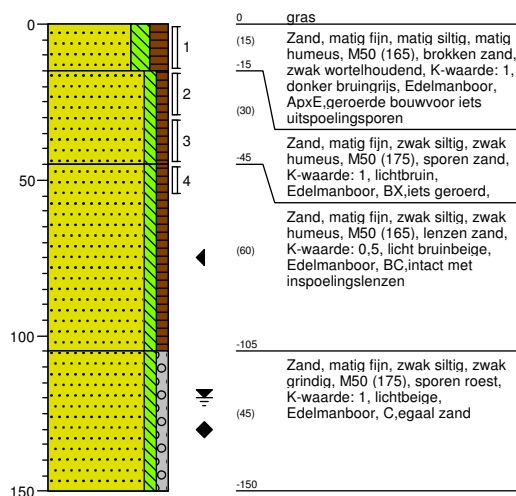


Boring: WV-05

X: 256955,00
Y: 464059,00

GWS: 120
GHG: 75
GLG: 130

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

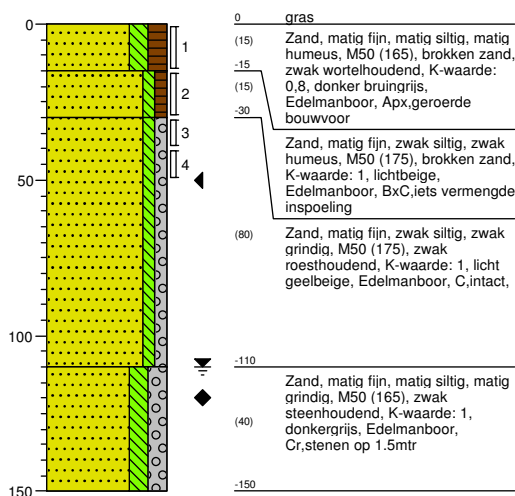


Boring: WV-06

X: 256843,00
Y: 464120,00

GWS: 110
GHG: 50
GLG: 120

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

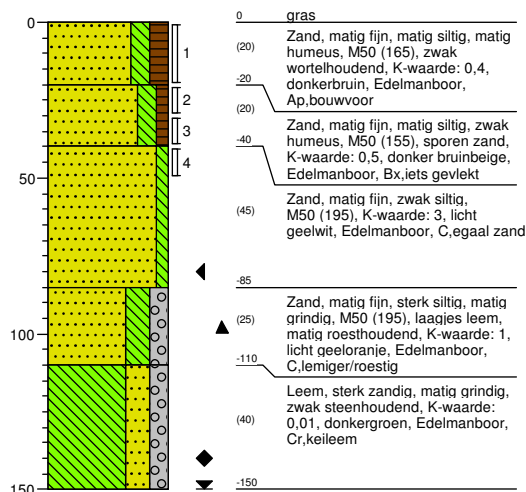


Boring: WV-07

X: 256600,00
Y: 464205,00

GWS: 150
GHG: 80
GLG: 140

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

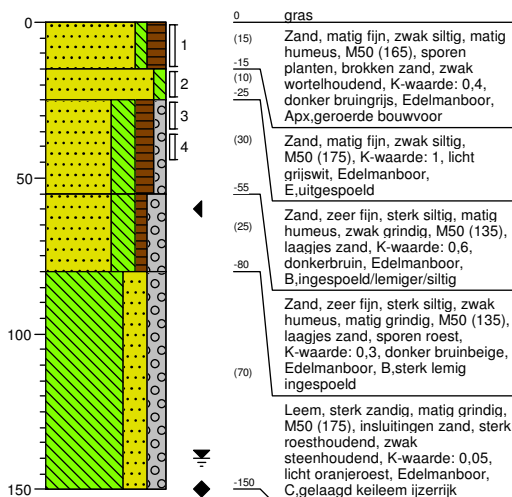


Boring: WV-08

X: 256634,00
Y: 464099,00

GWS: 140
GHG: 60
GLG: 150

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

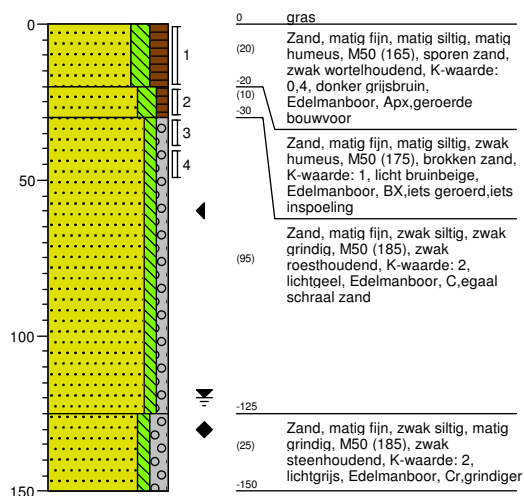


Boring: WV-09

X: 256576,00
Y: 463833,00

GWS: 120
GHG: 60
GLG: 130

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

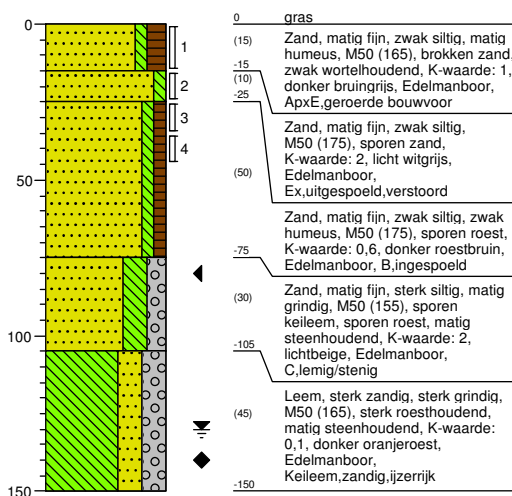


Boring: WV-10

X: 256365,00
Y: 463782,00

GWS: 130
GHG: 80
GLG: 140

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

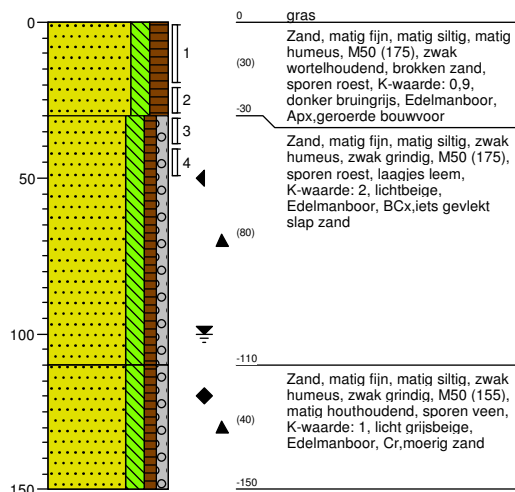


Boring: WV-11

X: 256254,00
Y: 464243,00

GWS: 100
GHG: 50
GLG: 120

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

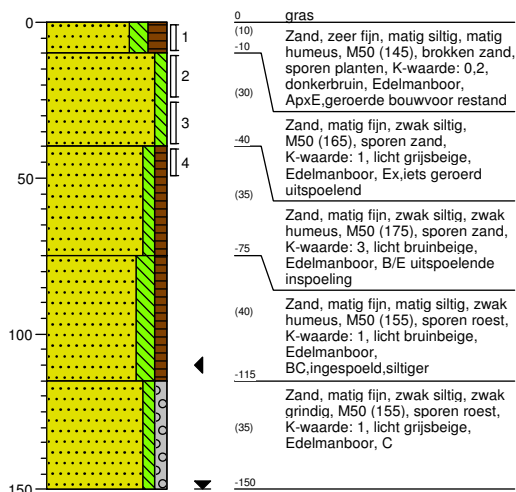


Boring: WV-12

X: 256208,00
Y: 464145,00

GWS: 150
GHG: 110

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

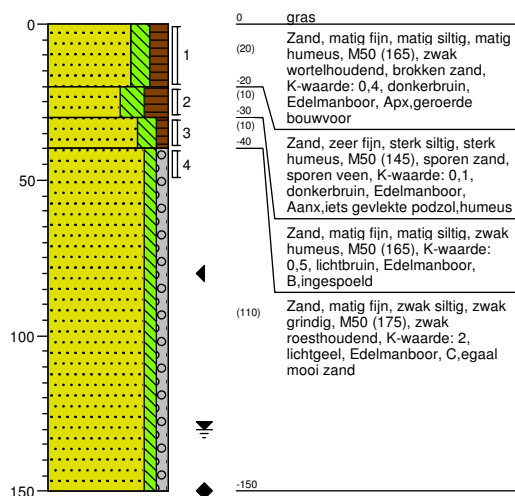


Boring: WV-13

X: 256051,00
Y: 464104,00

GWS: 130
GHG: 80
GLG: 150

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

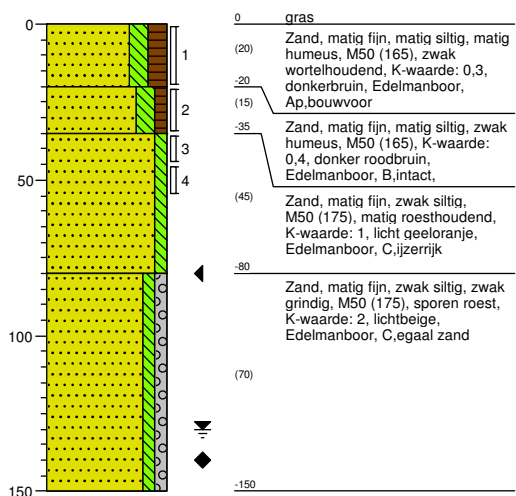


Boring: WV-14

X: 256051,00
Y: 463956,00

GWS: 130
GHG: 80
GLG: 140

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

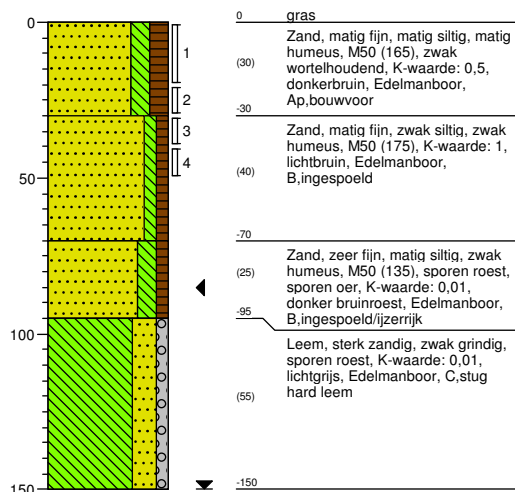


Boring: WV-15

X: 255898,00
Y: 463846,00

GWS: 150
GHG: 85

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

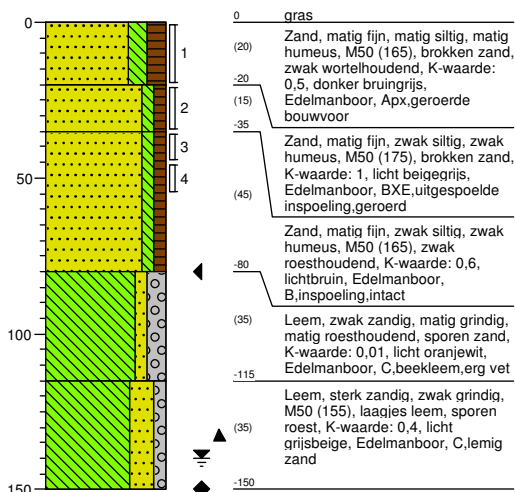


Boring: WV-16

X: 255885,00
Y: 463726,00

GWS: 140
GHG: 80
GLG: 150

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

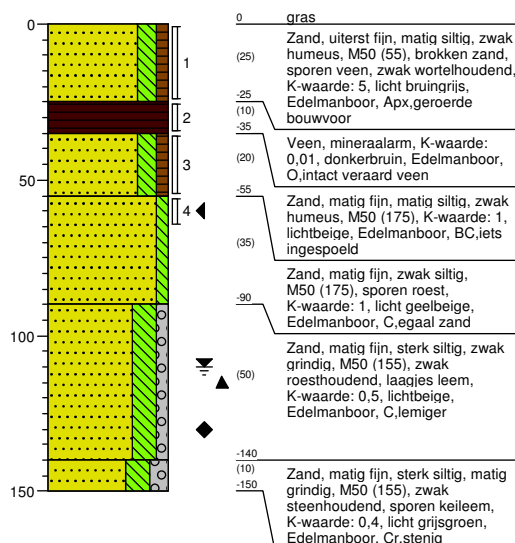


Boring: WV-17

X: 255876,00
Y: 463542,00

GWS: 110
GHG: 60
GLG: 130

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

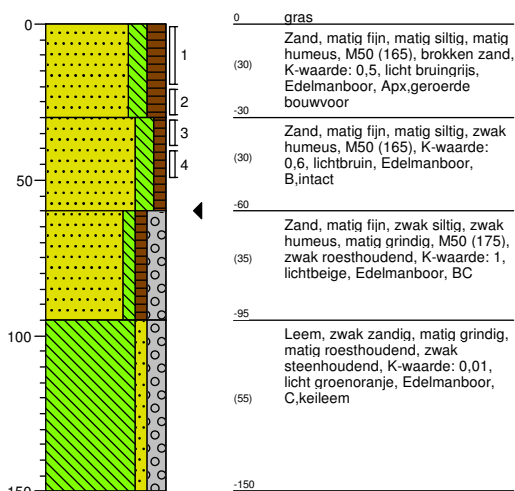


Boring: WV-18

X: 256038,00
Y: 463676,00

GHG: 60

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

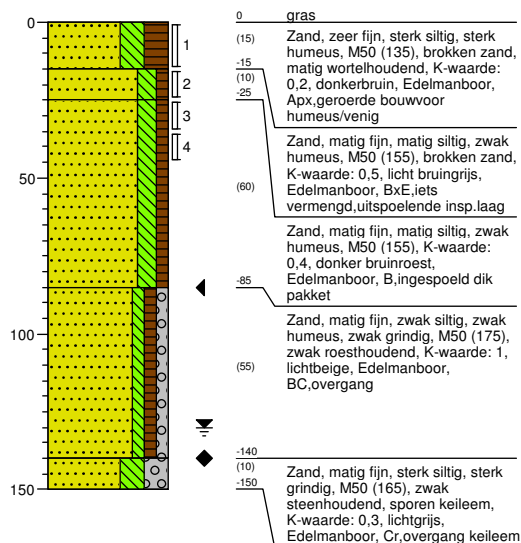


Boring: WV-19

X: 256202,00
Y: 463548,00

GWS: 130
GHG: 85
GLG: 140

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

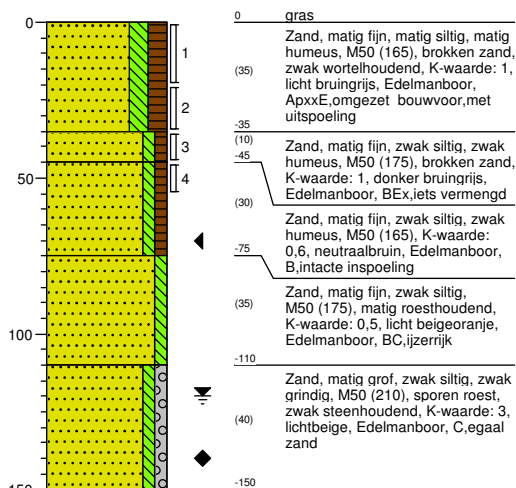


Boring: WV-20

X: 256343,00
Y: 463645,00

GWS: 120
GHG: 70
GLG: 140

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

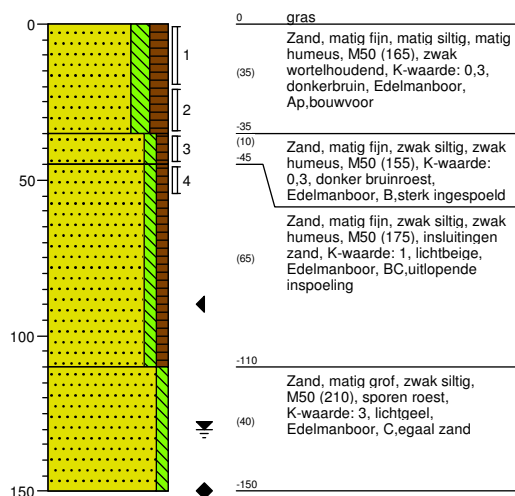


Boring: WV-21

X: 256177,23
Y: 463393,23

GWS: 130
GHG: 90
GLG: 150

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

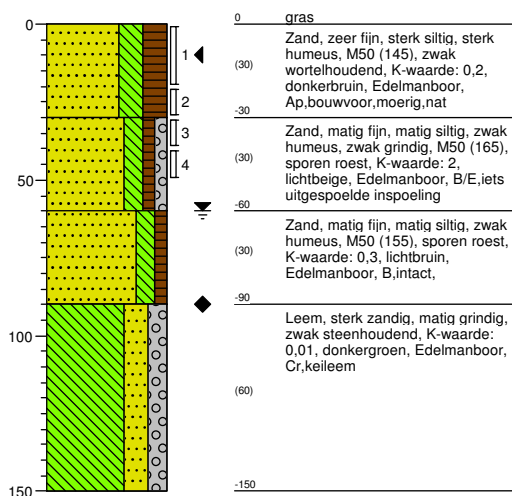


Boring: WV-22

X: 256185,00
Y: 463142,00

GWS: 60
GHG: 10
GLG: 90

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

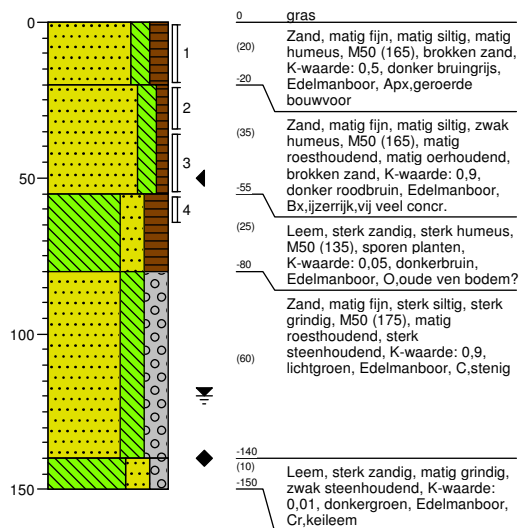


Boring: WV-23

X: 256255,00
Y: 463175,00

GWS: 120
GHG: 50
GLG: 140

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

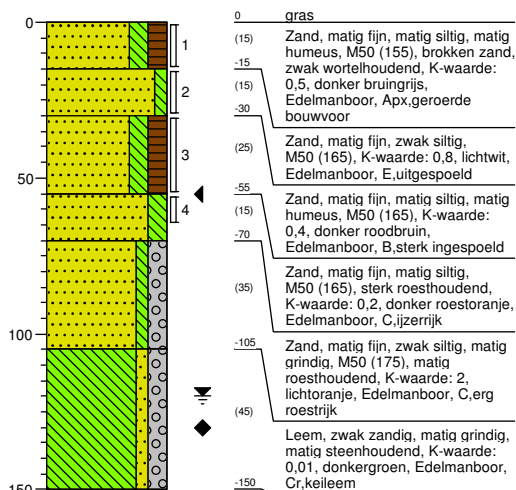


Boring: WV-24

X: 256261,00
Y: 463061,00

GWS: 120
GHG: 55
GLG: 130

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

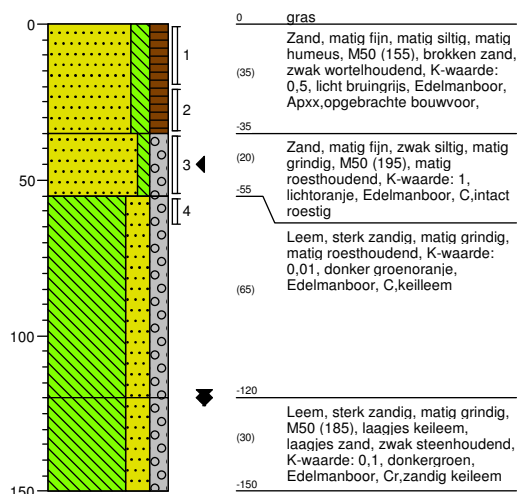


Boring: WV-25

X: 256171,00
Y: 462930,00

GWS: 120
GHG: 45
GLG: 120

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

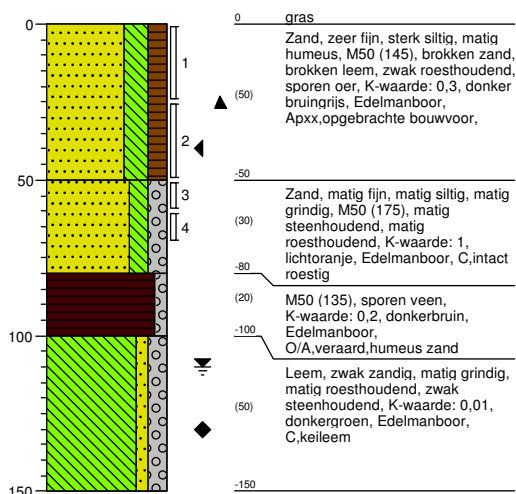


Boring: WV-26

X: 256383,00
Y: 462806,00

GWS: 110
GHG: 40
GLG: 130

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

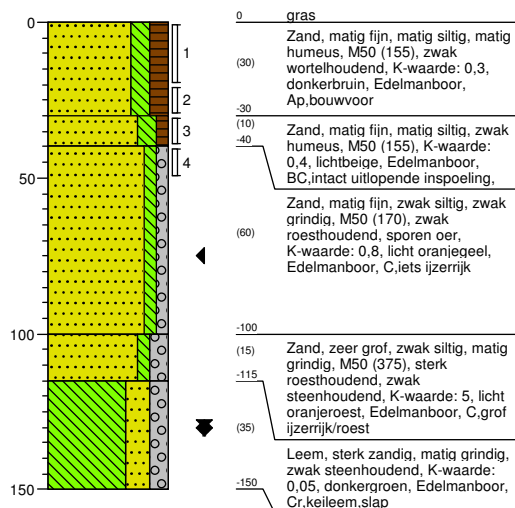


Boring: WV-31

X: 256656,00
Y: 462538,00

GWS: 130
GHG: 75
GLG: 130

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

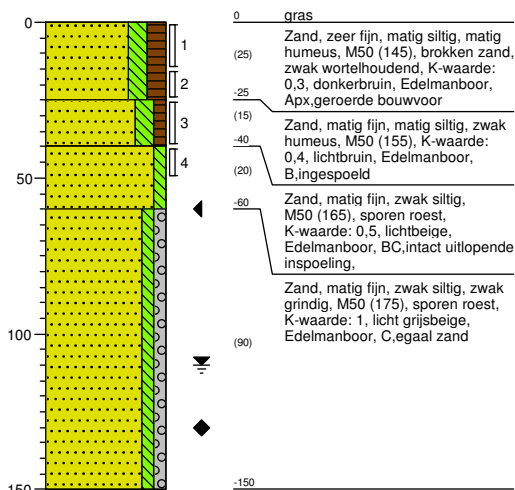


Boring: WV-32

X: 256749,00
Y: 462516,00

GWS: 110
GHG: 60
GLG: 130

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

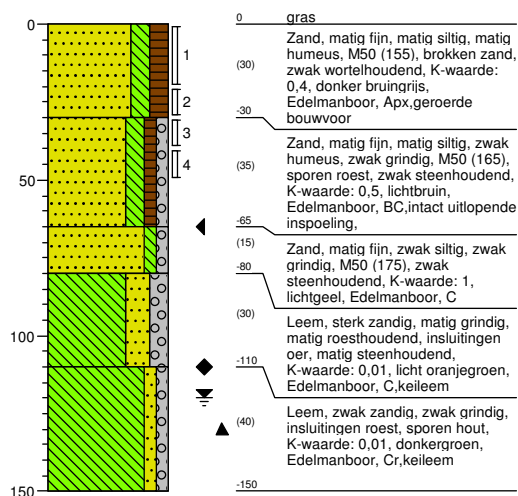


Boring: WV-33

X: 256668,00
Y: 462292,00

GWS: 120
GHG: 65
GLG: 110

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

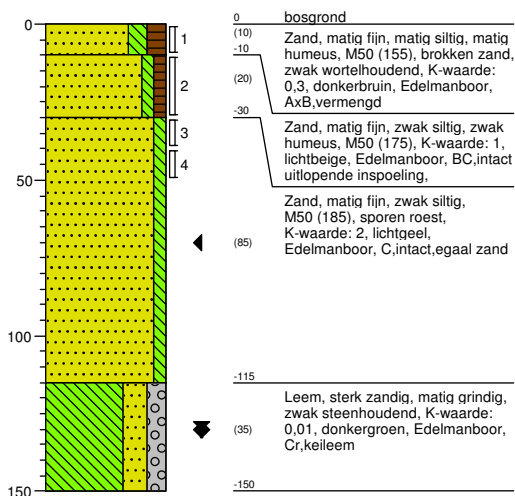


Boring: WV-34

X: 256648,00
Y: 462216,00

GWS: 130
GHG: 70
GLG: 130

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

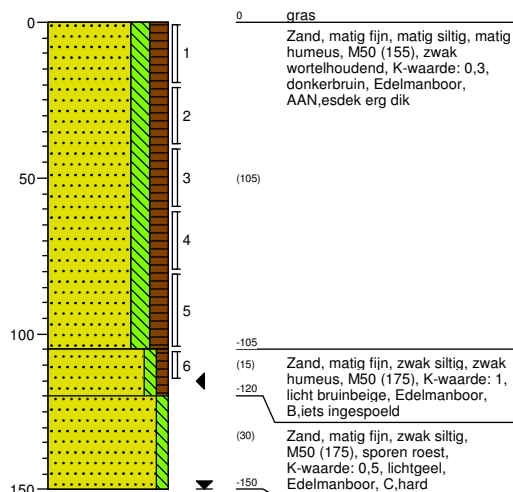


Boring: WV-35

X: 256075,00
Y: 462234,00

GWS: 150
GHG: 115

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

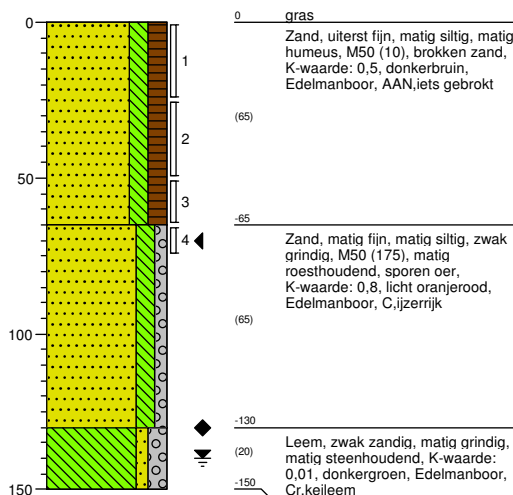


Boring: WV-36

X: 256234,00
Y: 462207,00

GWS: 140
GHG: 70
GLG: 130

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

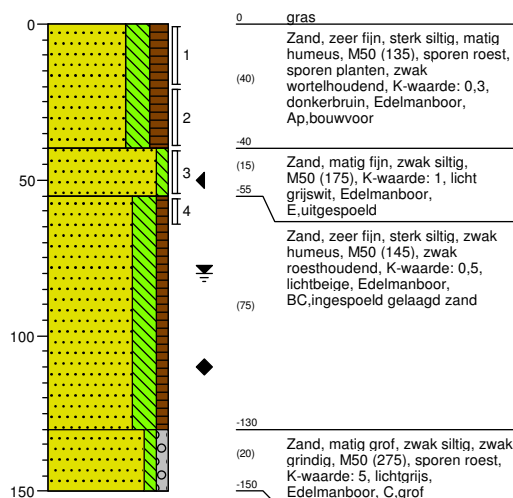


Boring: WV-37

X: 256061,00
Y: 462141,00

GWS: 80
GHG: 50
GLG: 110

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

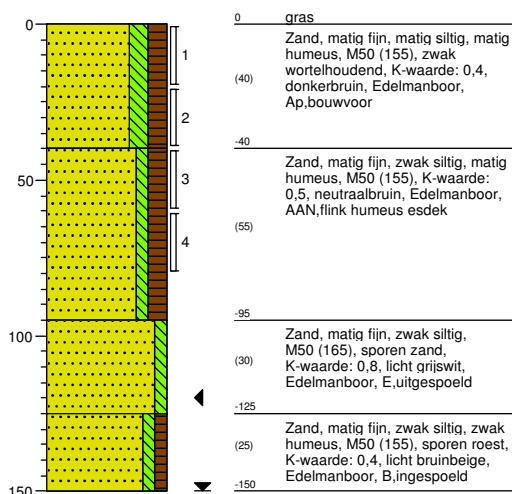


Boring: WV-38

X: 256370,00
Y: 462133,00

GWS: 150
GHG: 120

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

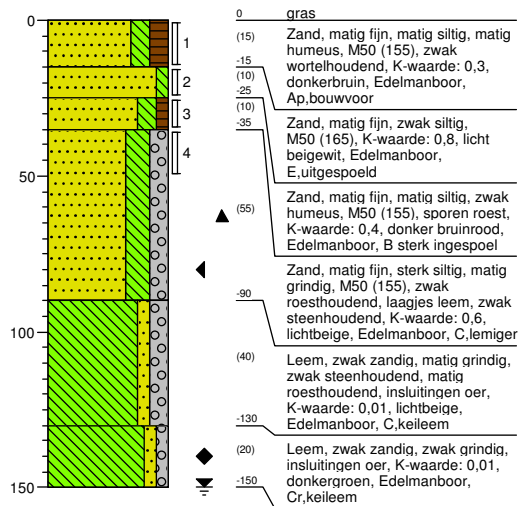


Boring: WV-39

X: 256365,00
Y: 462325,00

GWS: 150
GHG: 80
GLG: 140

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

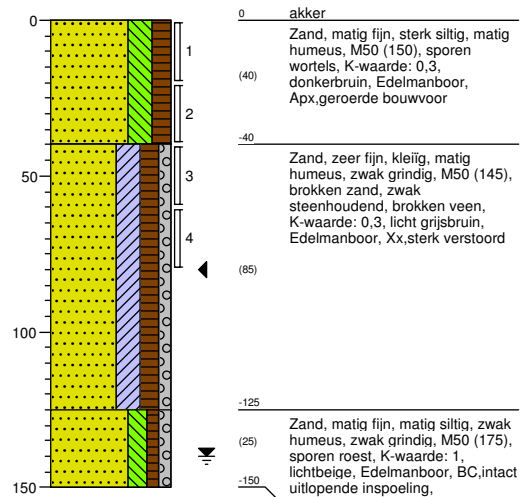


Boring: WV-40

X: 257217,00
Y: 464088,00

GWS: 140
GHG: 80

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

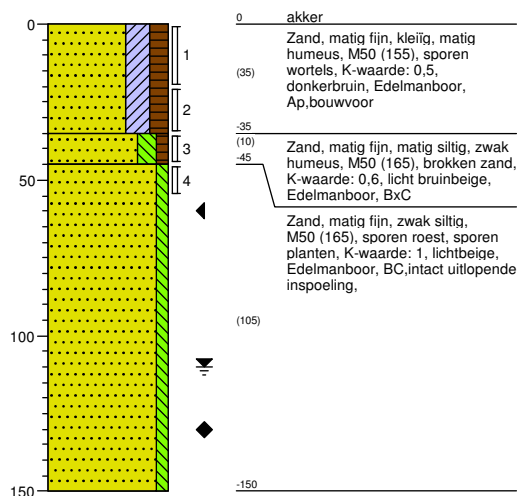


Boring: WV-41

X: 257104,00
Y: 463957,00

GWS: 110
GHG: 60
GLG: 130

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

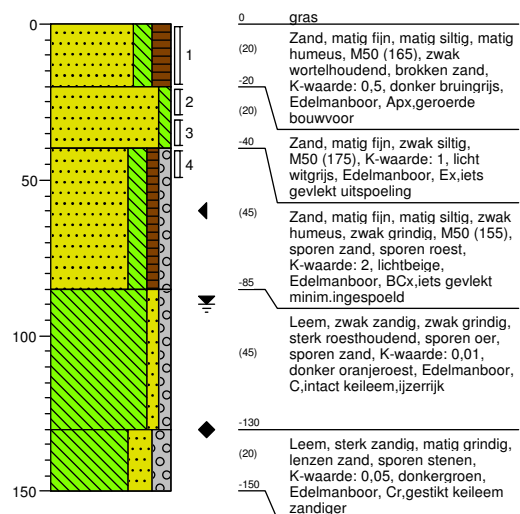


Boring: WV-42

X: 256471,00
Y: 463984,00

GWS: 90
GHG: 60
GLG: 130

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

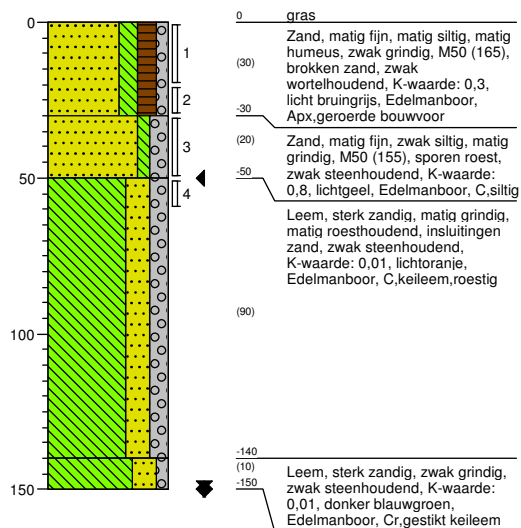


Boring: WV-43

X: 256024,00
Y: 463547,00

GWS: 150
GHG: 50
GLG: 150

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

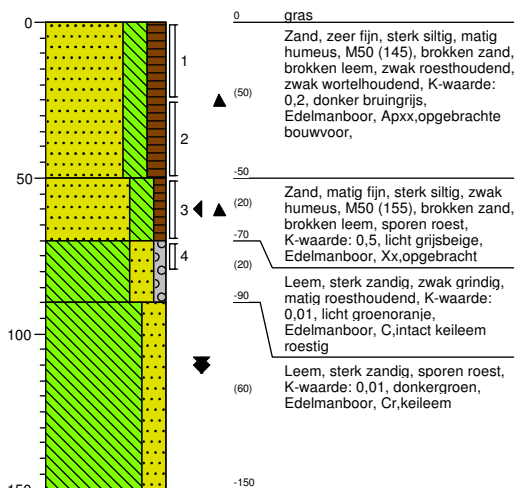


Boring: WV-44

X: 256225,00
Y: 463664,00

GWS: 110
GHG: 60
GLG: 110

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

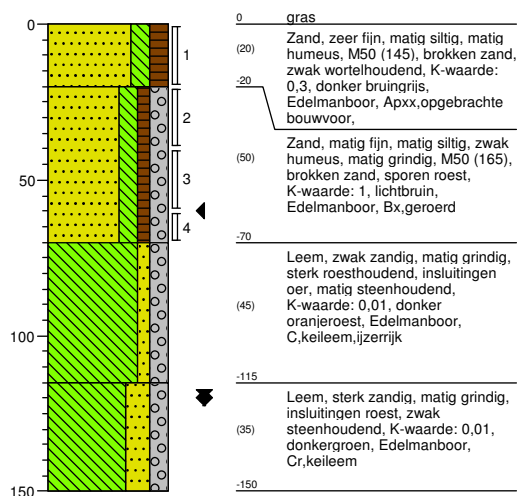


Boring: WV-45

X: 256214,00
Y: 463009,00

GWS: 120
GHG: 60
GLG: 120

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

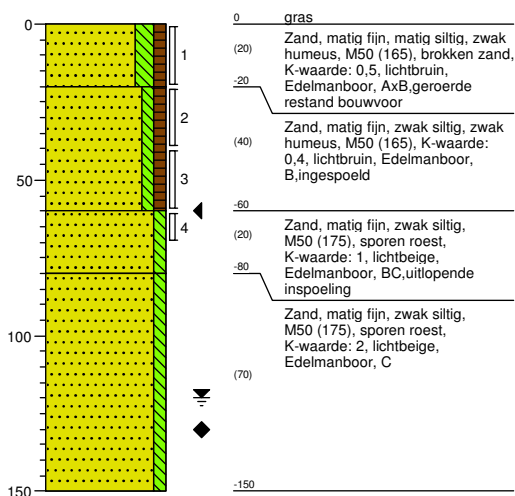


Boring: WV-46

X: 256399,00
Y: 462687,00

GWS: 120
GHG: 60
GLG: 130

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

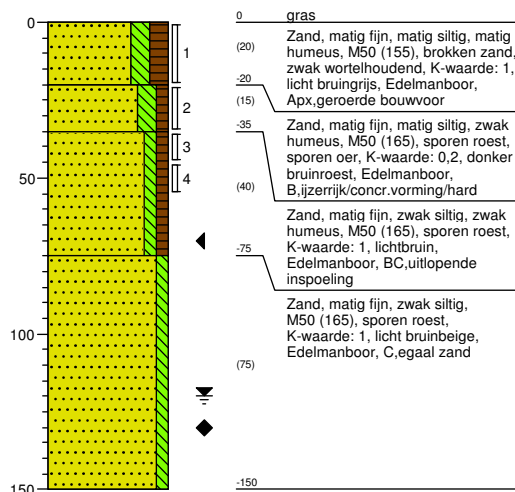


Boring: WV-47

X: 256331,00
Y: 462489,00

GWS: 120
GHG: 70
GLG: 130

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

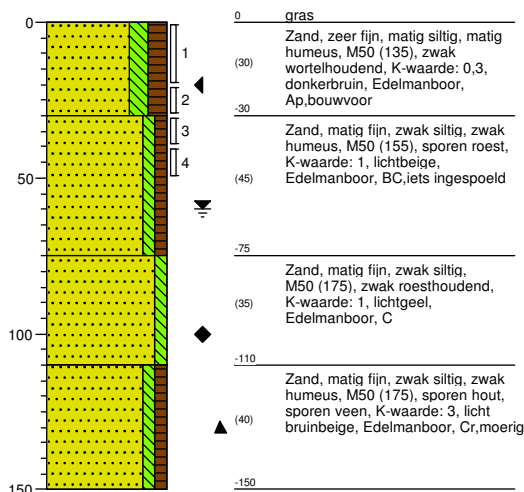


Boring: WV-48

X: 256815,00
Y: 462350,00

GWS: 60
GHG: 20
GLG: 100

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

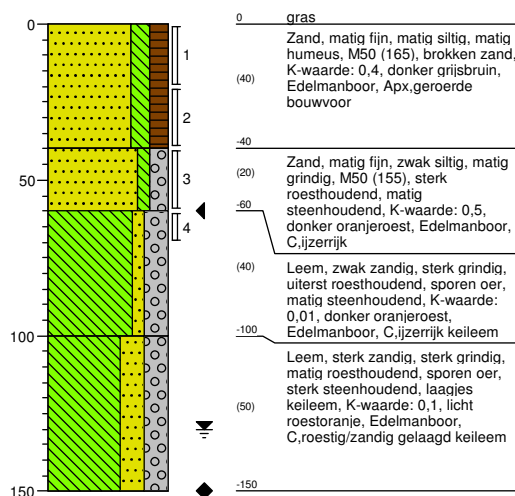


Boring: WV-49

X: 256479,00
Y: 462202,00

GWS: 130
GHG: 60
GLG: 150

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer

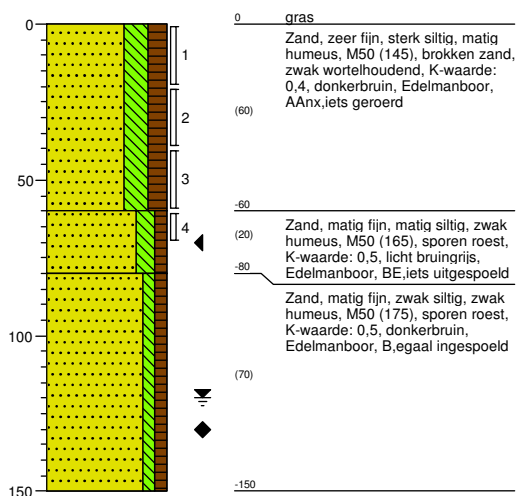


Boring: WV-50

X: 256207,00
Y: 462105,00

GWS: 120
GHG: 70
GLG: 130

in m t.o.v. NAP
Boormeester J. Vermeer



B
ware

www.b-ware.eu