



Hydro-ecologische en en bodemchemische systeemanalyse van de Schraallanden langs de Meije

Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden en
Provincie Utrecht

31 december 2012

Definitief eindrapport

9W4238a0 en 9X1414a0

HASKONING NEDERLAND B.V.
WATER TECHNOLOGY

George Hintzenweg 85
Postbus 8520
3009 AM Rotterdam
+31 10 443 36 66 Telefoon
Fax
info@rotterdam.royalhaskoning.com E-mail
www.royalhaskoning.com Internet
Arnhem 09122561 KvK

Documenttitel Hydro-ecologische en en bodemchemische
systeemanalyse van de Schraallanden langs de Meije

Verkorte documenttitel Systeemanalyse SldM

Status Definitief eindrapport

Datum 31 december 2012

Projectnaam Systeemanalyse SldM

Projectnummer 9W4238a0 en 9X1414a0

Opdrachtgever Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden en
Provincie Utrecht
dhr. J. Heijkers (HDSR) en dhr. A. Vette (PU)

Referentie 9W4238a0 en 9X1414a0/R/501663/Rott

Auteur(s) Marlies van der Welle, Ingrid Jensen en Tom van den Broek

Collegiale toets Tom van den Broek

Datum/paraaf 31122012.....)

Vrijgegeven door Mirjam Walbeek

Datum/paraaf 31122012..... b/a)

INHOUDSOPGAVE

	Blz.
1 INLEIDING	1
1.1 Achtergrond	1
1.2 Doelstelling	1
1.3 Onderzoeksvragen	2
1.4 Leeswijzer	3
2 GEBIEDSBESCHRIJVING	4
2.1 Algemeen	4
2.2 Geologie	4
2.3 Bodem	6
2.3.1 Hoogteligging	6
2.3.2 Algemene bodemopbouw	6
2.4 Vegetatie	9
2.4.1 Historische situatie	9
2.4.2 Huidige situatie	9
2.4.3 Veranderingen en oorzaken	9
2.5 Grondwaterkwantiteit	11
2.5.1 Historische situatie	11
2.5.2 Huidige situatie	12
2.5.3 Veranderingen en oorzaken	14
2.6 Grondwaterkwaliteit	15
2.6.1 Historische situatie	15
2.6.2 Huidige situatie	15
2.6.3 Veranderingen en oorzaken	15
2.7 Oppervlaktewaterkwantiteit	16
2.7.1 Historische situatie	16
2.7.2 Huidige situatie	16
2.7.3 Veranderingen en oorzaken	18
2.8 Oppervlaktewaterkwaliteit	19
2.8.1 Historische situatie	19
2.8.2 Huidige situatie	20
2.8.3 Veranderingen en oorzaken	22
3 AANPAK EN METHODIEK HYDROLOGISCH EN BODEMCHEMISCH ONDERZOEK	23
3.1 Opmaat naar het onderzoek	23
3.2 Veldonderzoek	23
3.2.1 Grondwaterstandsverloop	23
3.2.2 Grond- en oppervlaktewaterkwaliteit	24
3.2.3 Bodem- en poriewaterchemie	25
3.3 Waterkwantiteit	25
3.3.1 GXG's en droogtestress	27
3.3.2 Definiëring doelbereik	30
3.3.3 Doelbereik	30

4	RESULTATEN: HYDROLOGIE KWANTITEIT	32
4.1	Oppervlaktewater	32
4.2	Opbolling grondwater	33
4.3	Algemene analyse grondwaterstanden	35
4.3.1	GXG's op basis van peilen uit het peilbesluit	35
4.4	Doelbereik beheertypen	37
4.4.1	Nat schraalland	37
4.4.2	Kruidenrijk grasland	38
4.5	Doelbereik ambitietypen	44
4.5.1	Nat schraalland	44
4.5.2	Kruidenrijk grasland	45
4.6	Effecten peilbesluit op gemeten grondwaterstanden	50
4.7	Conclusies waterkwantiteit	50
5	RESULTATEN: HYDROLOGIE KWALITEIT	51
5.1	Oppervlaktewater	51
5.1.1	Analyses	51
5.1.2	Verlengde aanvoerweg	53
5.2	Grondwater	55
5.3	Conclusies waterkwaliteit	56
6	RESULTATEN: BODEM	57
6.1	Bodemchemie	57
6.2	Poriewaterchemie	59
6.3	Conclusies bodem	60
7	DISCUSSIE EN CONCLUSIES	62
7.1	Systeemanalyse	62
7.1.1	Oude schraallandreservaat	62
7.1.2	Nieuw verworven percelen	63
7.2	Oplossingsrichtingen	65
7.2.1	Bevloeiing met oppervlaktewater	65
7.2.2	Alternatieve oplossingen	66
7.2.3	Realisatie natuurdoelen nieuw verworven percelen	67
7.3	Conclusies	68
8	REFERENTIES	70

Bijlagen

1. Peilgebiedaanduiding
2. Details peilbuizen (informatie obv Dino-loket)
3. Resultaten analyses water en bodem

1 INLEIDING

1.1 Achtergrond

Het natuurreservaat Schraallanden langs de Meije (verder: de Schraallanden) is gelegen in de polder Zegveldbroek en wordt beheerd door eigenaar Staatsbosbeheer. Van oudsher is het reservaat bekend om zijn zeldzame natte schraallanden (blauwgraslandvegetaties en kleine zeggenvegetaties) met verschillende zeldzame soorten. De laatste decennia is de kwaliteit van de vegetatie achteruitgegaan. Eén van de oorzaken van de achteruitgang is verdroging. Het gebied komt dan ook voor op de TOP-lijst van verdroogde gebieden.

Enkele jaren geleden is er voor Polder Zegveld (waarbinnen de Schraallanden liggen) - een GGOR¹ traject doorlopen in het kader van Watergebiedsplan Zegveld/Oud-Kamerik (Hemel et al., 2005). Naar aanleiding daarvan is het peilbeheer (omstreeks 2007) geoptimaliseerd, gebaseerd op de wensen van Staatsbosbeheer en de OGOR²-eisen. De peilen in de peilgebiedpeilgebieden ten zuiden en ten zuidoosten van het oude schraallandreservaat (vak 10 en 11³) zijn verhoogd om een bufferzone te realiseren. Het doel van de maatregelen was om de wegzijging naar de omgeving, waar de percelen lager liggen door bodemdaling en inklinking, te verminderen. Uit onderzoek van KIWA (Meuleman et al., 1999) is gebleken dat door peilverhoging in de aangrenzende gebieden de wegzijging in het oude schraallandreservaat vermindert. De vraag is nu of deze aanpassing van het peilbeheer de hydrologie op orde heeft gebracht.

Naast verdroging spelen ook andere factoren een rol bij de achteruitgang van de vegetatie, zoals eutrofiëring (van bodem en oppervlaktewater) en verzuring. Aan al deze factoren wordt in deze rapportage aandacht geschonken.

1.2 Doelstelling

Er is behoefte aan een actueel inzicht in het (eco)hydrologisch functioneren van de Schraallanden om zo na te gaan of de inrichting en het waterbeheer voldoende is om de gewenste vegetatietypen te behouden c.q. te ontwikkelen of dat er hiervoor maatregelen nodig zijn en wat deze dan inhouden, er van uitgaande dat deze gericht zijn op het realiseren van een optimale situatie c.q. optimale toestand van de abiotische randvoorwaarden.

De noodzaak voor het uitvoeren van de systeemanalyse vloeit ook voort uit bestuurlijke afspraken die gemaakt zijn tussen het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden (HDSR), Staatsbosbeheer (SBB) en Natuurmonumenten (NM) ten tijde van het de vaststelling van het Watergebiedsplan Zegveld. Deze afspraken waren een voorwaarde die het bevoegd gezag stelde aan het verlenen van een Natuurbeschermingswet-vergunning voor de peilbesluiten in de omgeving. Het gaat hierbij in essentie over het zogenaamd 'hand aan de kraan'-principe. In dit geval worden hierbij gezamenlijke

¹ GGOR: Gewenst Grond- en Oppervlaktewater Regime

² OGOR: Optimaal Grond- en Oppervlaktewater Regime, onderdeel van de GGOR-methodiek

³ Voor ligging van de vlakken, zie bijlage 1.

monitoringgegevens gedeeld en geanalyseerd om te kijken of de mitigerende maatregelen uit het Watergebiedsplan daadwerkelijk significante schade voorkomen.

1.3 Onderzoeksvragen

Concreet zijn de volgende vragen aan de orde:

1. Is de verdroging c.q. verzuring conform de natuurdoeltypen/beheertypen/OGOR bestreden;
2. Zo nee, welke maatregelen moeten daarvoor nog worden genomen;
3. Zo ja, welke maatregelen moeten eventueel worden genomen om te zorgen dat de huidige hydro-ecologische staat van het gebied behouden blijft, nu en in de toekomst?

Verdroging

Het milieuthema verdroging heeft betrekking op een groot aantal processen, die te maken hebben met veranderingen in de waterhuishouding van natuurgebieden. Het omvat naast verdroging in strikte zin a) het droger worden van gebieden door het verlagen van grondwaterstanden in de bovenste bodemlaag en oppervlaktewaterpeilen, ook b) vermindering van kwel door verlaging van de stijghoogten, en de daaruit resulterende vervanging van kwelwater door regenwater, zonder dat expliciete verandering van de grondwaterstand in de bovenste bodemlaag hoeft op te treden, c) de inlaat van gebiedsvreemd water om de toegenomen wegzijging te compenseren, en d) het wegvallen van overstromingen. Daarmee heeft verdroging zowel een kwantitatieve als kwalitatieve component.

Binnen de Schraallanden langs de Meije behoren de soortenrijke, nat tot vochtige schraalgraslanden tot de echte pareltjes. Het is juist dit type vegetaties dat erg gevoelig is voor verdroging. De afgelopen jaren hebben de inzichten en de kennis op het vlak van bio-, hydro- en geochemische en hydrologische processen en interacties zich ontwikkeld, zodat de vraag gesteld kan worden of de tot nu toe beschikbare informatie toereikend is om tot een goede systeemanalyse te komen. Er is dan ook behoefte aan een hydro-ecologische en bodemchemische systeemanalyse aan de hand van de laatste inzichten, zodat de juiste en noodzakelijke conserverings- en herstelmaatregelen geformuleerd kunnen worden. Op basis van deze maatregelen kan vervolgens een inrichtingsplan worden opgesteld. Omdat inrichten alleen niet voldoende is, zal er ook een beheerplan moeten worden opgesteld.

In deze studie worden de volgende aspecten uitgewerkt binnen de systeemanalyse:

1. Literatuurstudie (van zowel de Schraallanden zelf als van algemene en op de beheertypen toegesneden kennis op het vlak van bio-, hydro- en geochemische en hydrologische processen en interacties).
2. Uitwerken en analyseren veldonderzoek (grondwaterstandsverloop, grond- en oppervlaktewaterkwaliteit, bodem- en poriewaterchemie).
3. Vlakdekkend GxG's AGOR⁴ in beeld brengen.
4. Opschalen hydrologische en bodemchemische parameters en confrontatie met gewenste toestand.
5. Knelpunten duiden en oplossingsrichtingen (maatregelen) beschrijven.

⁴ AGOR: Actueel Grond- en Oppervlaktewater Regime, onderdeel van de GGOR-methodiek

1.4 Leeswijzer

In het volgende hoofdstuk volgt een uitgebreide gebiedsbeschrijving, waarin wordt ingegaan op de historische en huidige situatie voor wat betreft bodem, grond- en oppervlaktewater en vegetatie. Ook worden veranderingen en de oorzaken daarvan kort beschreven. In hoofdstuk 3 wordt beschreven hoe het aanvullende onderzoek is uitgevoerd. Het gaat daarbij om veldmetingen aan het grondwaterstandsverloop, oppervlaktewaterpeil en de kwaliteit van bodem, grond- en oppervlaktewater. Naast veldmetingen zijn er vlakdekkende berekeningen uitgevoerd aan grondwaterkarakteristieken. Hoe dit is gedaan wordt ook in hoofdstuk 3 toegelicht. In hoofdstuk 4 t/m 6 worden de resultaten besproken. In hoofdstuk 4 worden de resultaten van de grondwaterstandsberoekeningen uitgewerkt, in hoofdstuk 5 de veldmetingen aan grond- en oppervlaktewater en in hoofdstuk 6 de veldmetingen aan de bodemchemie. In hoofdstuk 7 worden alle resultaten en overige beschikbare gegevens geïntegreerd in een beknopte systeemanalyse. Vervolgens worden alle gegevens beschouwd in relatie tot het peilbeheer en de natuurdoelen en volgen de conclusies.

2 GEBIEDSBESCHRIJVING

In dit hoofdstuk worden de huidige en historische situatie in het plangebied besproken en wordt ingegaan op veranderingen en oorzaken daarvan. Het onderdeel vegetatie is toegespitst op het oude schraallandreservaat, omdat dat het deel is waar nu al natte schraallanden voorkomen. Voor de grondwaterstanden is in dit hoofdstuk gebruik gemaakt van data t/m 2005, dat wil zeggen van de periode tot aan het aanpassen van het peilbesluit. In hoofdstuk 4 wordt ingegaan op de effecten van het aanpassen van de peilen op de grondwaterstanden.

2.1 Algemeen

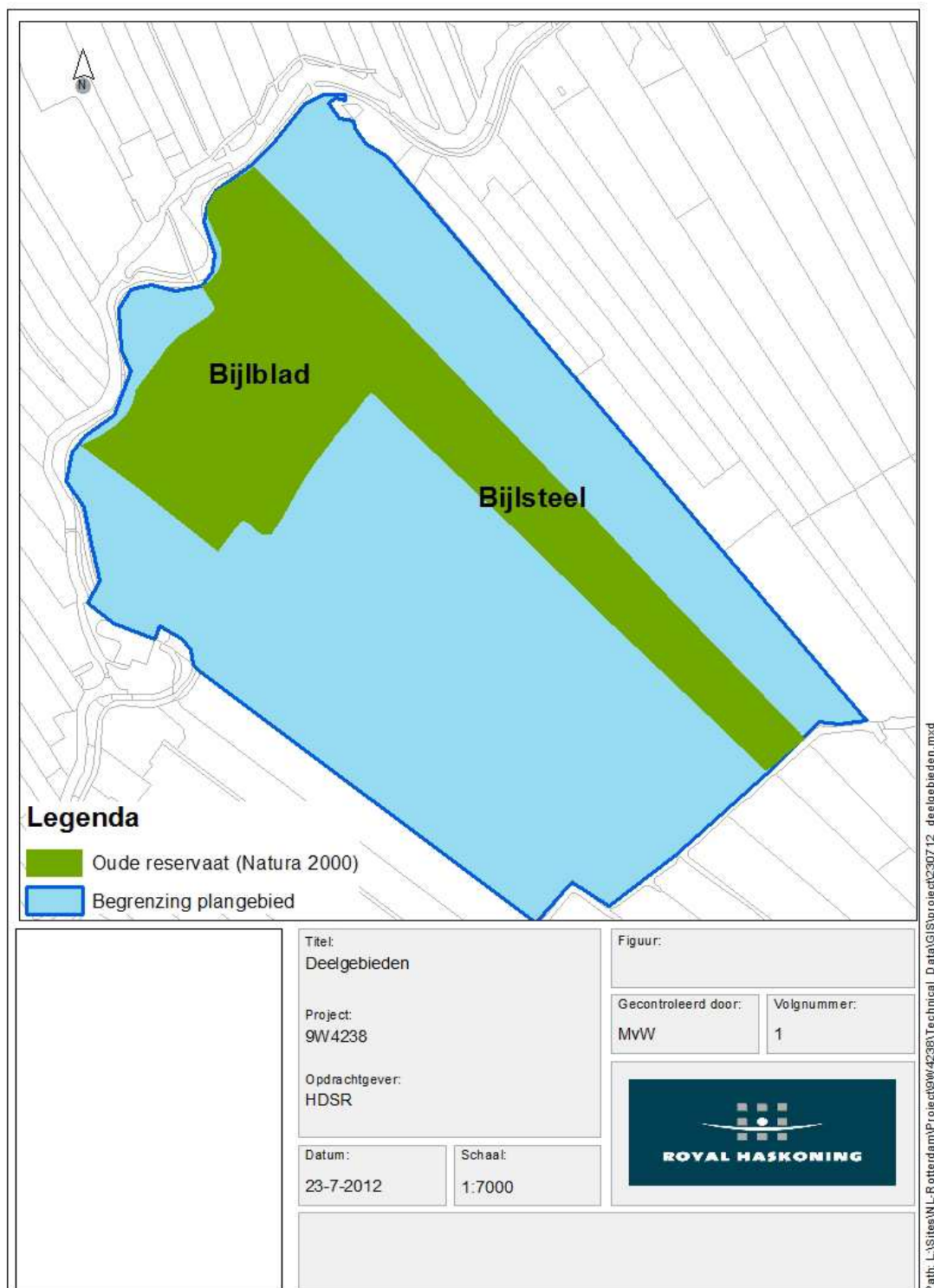
Het natuureservaat Schraallanden langs de Meije (verder: de Schraallanden) ligt in het veenweidegebied in polder Zegveldbroek en wordt beheerd door eigenaar Staatsbosbeheer. Het gebied wordt begrensd door het riviertje de Meije aan de noordwestkant en door de Slimmenwetering in het zuidoosten. Van oudsher is het reservaat bekend om zijn zeldzame natte schraallanden (blauwgraslandvegetaties en kleine zeggenvegetaties) met verschillende zeldzame soorten, zoals Draadzegge, Blauwe knoop, Hondsviooltje en Kleine zonnedaauw. De laatste decennia zijn echter veel van de zeldzame soorten, waaronder soorten die kenmerkend zijn voor blauwgrasland, uit het gebied verdwenen.

Een groot deel van het onderzoeksgebied ligt binnen de begrenzing van het Natura 2000-gebied Nieuwkoopse Plassen & De Haeck en heeft daarmee een Europese beschermde status. Deze beschermde status ontleent het gebied vooral aan het voorkomen van (goed ontwikkeld) blauwgrasland. Het Natura 2000-gebied heeft een oppervlakte van ongeveer 23 ha, het totaal onderzochte gebied is ongeveer 83 ha groot. Het Natura 2000-deel van het gebied (het oude schraallandreservaat) bestaat uit twee delen die worden aangeduid met het 'bijlblad' en de 'bijlsteel' vanwege de vorm van het reservaat (figuur 2.1). Het onderzoeksgebied bestaat uit het oude schraallandreservaat en een aantal omringende percelen (figuur 2.1). De percelen die hier omheen liggen zijn latere aangekocht en dienen als bufferzone.

2.2 Geologie

Vanaf het laat-Pleistoceen lag de Meije in het stroomgebied van de Rijn. De bovenste laag van de Pleistocene afzettingen bestaat dan ook uit (fijn tot grof) kalkrijk zand en grind van de formatie van Kreftenheye, die door de Rijn is afgezet. Hierboven ligt een dekzandpakket van de formatie van Twente, waarboven op veen is afgezet dat wordt gerekend tot het Hollandveen (Tolman & Pranger, 2009). In het Hollandveen bevinden zich kleilenzen die zijn afgezet in de Calais-II transgressiefase. De meest recente afzettingen wijzen er op dat regelmatig overstroming van het gebied plaatsvond (vanuit de Meije). Hierdoor komen er tussen het veen klei-afzettingen voor.

In de 12^e eeuw begon de ontginning van het veen. In combinatie met ontwatering door verlaging van het oppervlaktewaterpeil heeft dit geleid tot een geschatte daling van het maaiveld door inklinking van het veen met een geschatte 1,5 m (Tolman & Pranger, 2009).



Figuur 2.1. Onderzoeksgebied (blauw) met daarbinnen het oude schraallandreservaat (groen), dat begrensd is als Natura 2000 gebied. Het oude schraallandreservaat bestaat uit het bijlblad en de bijlsteel.

2.3 Bodem

2.3.1 Hoogteligging

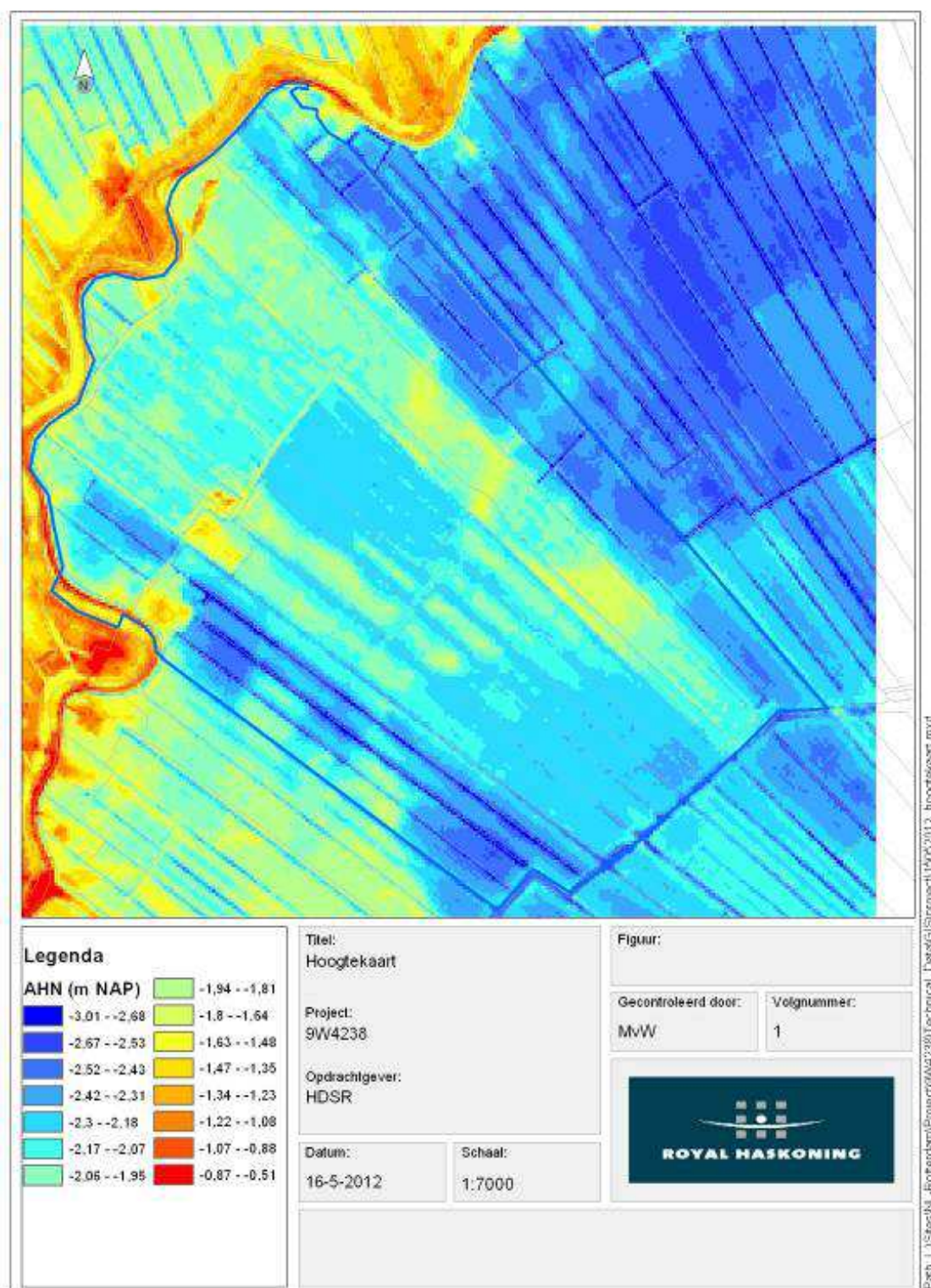
De percelen binnen de Schraallanden liggen grotendeels tussen -2,0 en -2,4 m NAP (figuur 2.2). De percelen in het oude schraallandreservaat (binnen begrenzing Natura 2000) liggen wat hoger dan de nieuw verworven percelen buiten het oude schraallandreservaat. Vooral de percelen aan de noordoostzijde van het oude schraallandreservaat liggen wat lager, rond -2,5 tot -2,7 m NAP. Binnen het oude schraallandreservaat liggen lokaal wat hogere delen op kleiruggen tot -1,5 m NAP. De kleiafzettingen langs de Meije liggen nog wat hoger tot ongeveer -0,9 m NAP.

Als gevolg van de ontwatering ten behoeve van de landbouw is de veenbodem verdroogd geraakt en ingeklonken. Hierdoor is het maaiveld de afgelopen decennia steeds lager komen te liggen. Ontwatering voor de landbouw heeft er ook voor gezorgd dat het oude schraallandreservaat hoger is komen te liggen dan de omringende (voormalig) agrarische percelen. Voor de periode tot 2050 wordt voor dit deel van Nederland een gemiddelde bodemdaling verwacht van 40-60 cm (www.natuurinformatie.nl, kaart bodemdaling TNO).

2.3.2 Algemene bodemopbouw

De bodem in het onderzoeksgebied bestaat hoofdzakelijk uit veen. De veenlaag is ongeveer 4 m dik en daaronder bevindt zich een zandlaag van ongeveer 25 m dik (Meuleman et al., 1999). Lokaal bevinden zich kleilaagjes in de bodem als gevolg van inundatie vanuit de Meije in het verleden. De overheersende bodemtypen in de Schraallanden zijn koopveen- en weideveengronden op bosveen of eutroof broekveen. Langs het riviertje de Meije komen minerale (klei-) afzettingen voor. De venige bovengrond is grotendeels veraard en ingeklonken als gevolg van verdroging. Vroeger stonden de Schraallanden in het winterhalfjaar onder water, waardoor het veel natter was. Het is onbekend tot wanneer dit heeft plaats gevonden.

In de 'bijlsteel' komen lokaal dikke kleiruggen voor op een diepte van ongeveer 1 m. Deze kleiruggen zijn duidelijk zichtbaar op de hoogtekaart (figuur 2.3). Doordat de klei minder gevoelig is voor inklinking dan het veen zijn deze ruggen in de loop van de tijd hoger in het landschap komen te liggen. Ook in het 'bijlblad' komen kleiafzettingen voor in de bodem, maar deze liggen ondieper (10-20 cm onder maaiveld) en zijn dunner dan in de bijlsteel (Tolman & Pranger, 2009).



Figuur 2.2. Hoogteligging Schraallanden (m NAP). © Het Waterschapshuis, Actueel Hoogtebestand Nederland.



Figuur 2.3. Bodemtypen Schraallanden langs de Meije.

2.4 Vegetatie

2.4.1 Historische situatie

In het verleden (tot enkele decennia geleden) kwamen blauwgraslandvegetaties nog veel in Nederland voor. In de Schraallanden kwam rond 1960 goed ontwikkeld blauwgrasland voor met heischrale elementen. In de lager gelegen delen kwamen kleine zeggenvegetaties voor en langs de randen van de percelen en in de oevers groeiden o.a. Harlekijn, Groenknolorchis Schorpioenmos, Blonde zegge, Vlozegge en Draadzegge (De Voo, 1965; Meuleman et al., 1999). In 1989 is het gebied uitgebreid gekarteerd en bleek de vegetatie zich ontwikkeld te hebben richting heischrale vegetaties op de hogere delen en kleine zeggenvegetaties op de lagere delen. Blauwgraslandvegetaties van basenrijke omstandigheden bleken sterk verarmd en vooral als rompgemeenschappen aanwezig te zijn. In 1994-1995 zijn een aantal nieuwe sloten gegraven en zijn er stroken geplagd. In de jaren daarna vestigden zich een aantal blauwgraslandsoorten in deze plagstroken, waaronder Spaanse ruiter, Blauwe zegge, Moerasviooltje en Blonde zegge (Meuleman et al., 1999). Soorten van kleine zeggenvegetaties overheersten echter ook in de plagstroken, wat wijst op verzuring en het ontbreken van de basenaanvoer die voor blauwgraslandontwikkeling noodzakelijk is.

In 2000 is opnieuw een vegetatiekartering uitgevoerd (Berg, 2001). Uit deze kartering komen vergelijkbare ontwikkelingen naar voren. Het oppervlak goed ontwikkeld blauwgrasland is afgenomen af ten gunste van verarmde rompgemeenschappen en vegetaties van zuurdere omstandigheden, zoals kleine zeggengemeenschappen.

2.4.2 Huidige situatie

De Schraallanden zijn een van de weinig plaatsen in laag Nederland waar nog (goed ontwikkeld) nat schraalland voorkomt. In het gebied komt ongeveer 0,5 ha goed ontwikkeld blauwgrasland voor. Het grootste deel (ca. 14 ha) is echter matig ontwikkeld (Van den Broek et al., 2012). Basenhoudende, karakteristieke vegetaties komen vooral langs de randen van percelen voor, waar basenrijk oppervlaktewater kan doordringen. Naast blauwgrasland komen ook andere vegetatietypen voor die gerekend kunnen worden tot nat schraalland, zoals kleine zeggenvegetaties, heischrale vegetaties en vegetaties met Klokjesgentiaan. Deze vegetaties bedekken een zeer klein oppervlak van het gebied. Daarnaast komen vegetaties voor die gerekend kunnen worden tot veenmosrietland en moerasheide.

2.4.3 Veranderingen en oorzaken

Uit een vergelijking van de vegetatiekarteringen uit 2000 (Berg, 2001) en 2008 (Tolman & Pranger, 2009) komt naar voren dat de meest waardevolle blauwgraslandvegetaties, met name de typische subassociatie met Melkeppe en de gemeenschap van Geelgroene zegge, Zonnedauw en Blauwe zegge, in oppervlak zijn afgenomen. Dit is vooral het geval in het 'bijlblad', het noordwestelijke deel van het gebied. Langs de slootkanten kunnen de zeldzame soorten zich vaak nog langer handhaven, onder invloed van gebufferd slootwater.



Figuur 2.4 Vegetatie huidige situatie (Tolman & Pranger, 2009).

De goed ontwikkelde blauwgraslandvegetaties zijn vervangen door minder soortenrijke rompgemeenschappen. Ook de verspreiding van de kensoorten die hierbij horen, zoals Blonde zegge en Spaanse ruiter is afgenomen. De toename van de verspreiding van Pijpenstrootje wijst er op dat het gebied verder verdroogd is geraakt tussen 2000 en 2008 (Tolman & Pranger, 2009). Andere veranderingen in de vegetatie wijzen vooral op voortschrijdende verzuring (Tolman & Pranger, 2009).

In 1977 en 1989 zijn een aantal aandachtssoorten in het gebied op dezelfde wijze gekarteerd. Tot deze aandachtssoorten behoren een groot aantal kenmerkende, zeldzame soorten van blauwgraslandvegetaties, zoals Spaanse ruiter, Blauwe knoop, Blonde zegge, In 2010 heeft Staatsbosbeheer op dezelfde wijze een soortskartering uitgevoerd (Peerenboom, 2010), om te kunnen bepalen hoe deze soorten zich ontwikkeld hebben tussen 1977 en 2010. Uit een vergelijking van deze kartering blijkt dat de meeste soorten in aantal achteruit zijn gegaan tussen 1977 en 1989 en tussen 1989 en 2010. Een aantal soorten is zelfs helemaal uit de onderzoeksvakken verdwenen, waaronder Hazenzegge, Vlozegge, Harlekijn en Liggend walstro en Bevertjes (Peerenboom, 2010). Wanneer wordt gekeken naar 1977 en 2010 zijn vrijwel alle soorten in aantal afgenomen. Alleen Blauwe zegge, Zwarte zegge en Waterdrieblad zijn in deze periode toegenomen. Op basis van de soortskarteringen is het lastig aan te geven of de veranderingen veroorzaakt zijn door verdroging, verzuring, eutrofiëring, versnippering of een combinatie van twee of meer van deze factoren.

Conclusie vegetatie:

- Afgelopen decennia zijn blauwgraslandvegetaties in het oude schraallandreservaat verdwenen ten gunste van met name heischrale vegetaties en in mindere mate kleine zeggenvegetaties;
- Deze vegetatieontwikkeling wijst op (oppervlakkige) verzuring en niet zozeer op verdroging;
- Verzuring hangt samen met de wegzijgingsituatie in het oude schraallandreservaat.

2.5 Grondwaterkwantiteit

2.5.1 Historische situatie

Uit een analyse van het grondwaterstandverloop sinds 1980 blijkt dat de vernattingsmaatregelen die zijn genomen hebben geleid tot een verhoging van de grondwaterstand. Met name in de jaren '90 werden lage grondwaterstanden gemeten (tabel 2.1). Door de maatregelen is vooral de laagste grondwaterstand gestegen en is de fluctuatie door het jaar heen afgenomen. De laatste 10 jaar is een lichte daling van de grondwaterstanden zichtbaar (figuur 2.6). Mogelijk hangt dit samen met voortschrijdende bodemdaling in de omgeving, waardoor de wegzijging toeneemt. Het gebied ligt in een infiltratiegebied waar inzijging van regenwater plaats vindt. De inzijging wordt versterkt door de bemaling van de omringende lager gelegen landbouwpercelen.

In tabel 2.1 zijn de GVG, GLG en GHG van de laatste drie decennia berekend voor een aantal peilbuizen met langlopende datareeksen. Hieruit blijkt dat de GVG in de jaren '90 daalde, om vervolgens in het decennium daarna weer wat te stijgen tot net onder het niveau van de jaren '80. De GHG neemt langzaam af gedurende de laatste 30 jaar, de GLG vertoont een vergelijkbaar patroon als de GVG.

Tabel 2.1. Grondwaterkarakteristieken in de afgelopen drie decennia. Bron: Dino-loket. Voor de locatie van de grondwaterbuizen, zie figuur 2.5. De GXG's van de jaren '00 zijn berekend over de periode t/m 2005 (voor peilaanpassing).

GxG	Periode	B31D0223	B31D0226	B31D0228	B31D0230
GVG	jaren '80	-19,0	-15,8	-7,6	-14,6
	jaren '90	-23,8	-19,1	-11,1	-18,4
	jaren '00	-22,8	-19,0	-8,5	-17,5
GHG	jaren '80	-10,1	-9,8	-3,1	-10,5
	jaren '90	-16,7	-12,9	-3,3	-12,6
	jaren '00	-16,6	-13,6	-3,4	-12,4
GLG	jaren '80	-42,2	-30,7	-37,5	-28,1
	jaren '90	-44,3	-36,6	-29,5	-29,7
	jaren '00	-36,5	-34,4	-21,8	-30,9

Tot 1995 vertonen de laagste grondwaterstanden in een jaar een grillig patroon, waarbij de laagste grondwaterstand sterk varieert tussen de verschillende jaren. In 1995 stijgt de laagste grondwaterstand in een jaar sterk om vervolgens in de jaren daarna een licht dalende trend in te zetten. De hoogste grondwaterstand in een jaar vertoont een

vergelijkbaar patroon, maar met minder extreme waarden voor 1995. De voorjaarsgrondwaterstand per jaar is relatief constant gedurende de hele periode waarvoor data beschikbaar zijn.

2.5.2 Huidige situatie

In het plangebied zijn al een aantal peilbuizen aanwezig die elke twee weken worden gepeild (figuur 2.4). Voor de analyse zijn alleen de peilbuizen gebruikt die meetreeksen hebben die tot 2011 doorlopen. In figuur 2.5 zijn de grondwaterstanden van de verschillende buizen in de periode 1980 t/m 2005 en 2000 t/m 2005 weergegeven. De grondwaterstanden in de periode na aanpassing van het peilbesluit worden toegelicht in hoofdstuk 4. Details over de gebruikte peilbuizen zijn opgenomen in bijlage 2. Een aantal aspecten vallen op in het grondwaterstandsverloop.

Tot halverwege de jaren '90 komen vrij sterke grondwaterstandsfluctuaties voor. Daarna is de grondwaterstand stabiel. De gemiddelde grondwaterstanden vertonen een (licht) dalende trend, met name vanaf 2000. Zowel de hoogste als de laagste grondwaterstanden per jaar dalen tussen 2000 en 2011. Dit is het duidelijkst zichtbaar bij de peilbuis met nummer B31D0242. Deze peilbuis heeft een opvallend lage grondwaterstand vergeleken met de nabij gelegen peilbuizen.

De meer westelijk gelegen peilbuizen (figuur 2.5) hebben een lagere grondwaterstand (ten opzichte van maaiveld) dan die in de meer oostelijk gelegen raai. Verder naar het oosten lijkt het dus natter te zijn. De meer westelijk gelegen buizen hebben een lagere grondwaterstand, wat zichtbaar is bij de buizen B31D0223, B31D0226 en B31D0228. Buis B31D0230 is weer opvallend droger dan de andere buizen.

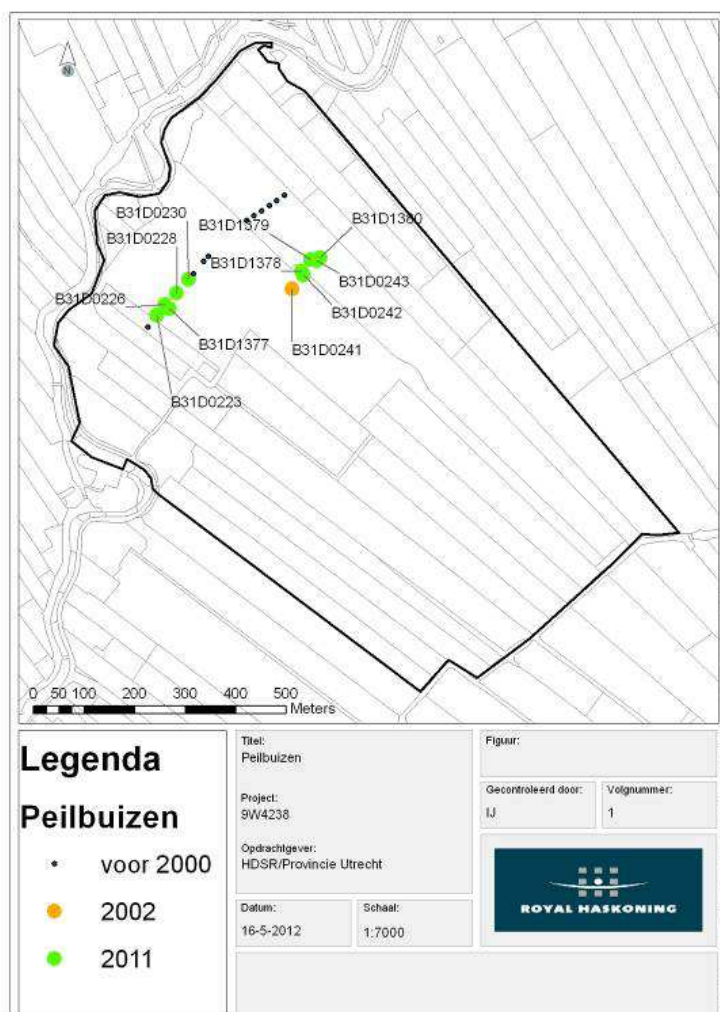
De gemiddeld hoogste, laagste en voorjaarsgrondwaterstand zijn berekend met meetreeksen van de periode vanaf 2000 t/m 2005. In tabel 2.2 zijn deze waarden per grondwaterbuis opgenomen (zie ook tabel 2.1). Ook is er een gemiddelde voor het gebied berekend.

De gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) in het gebied ligt voor de meeste peilbuizen rond de 35 cm beneden maaiveld. De laagste grondwaterstanden worden gemeten in juli t/m september. Dit kan deels samenhangen met het tijdelijk verlagen van het oppervlaktewaterpeil, zodat er kan worden gemaaid. De gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) varieert tussen 3 en 22 cm onder maaiveld en wordt meestal bereikt in januari. De gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG) ligt enkele cm's ondieper dan de GHG, tussen 9 en 26 cm beneden maaiveld.

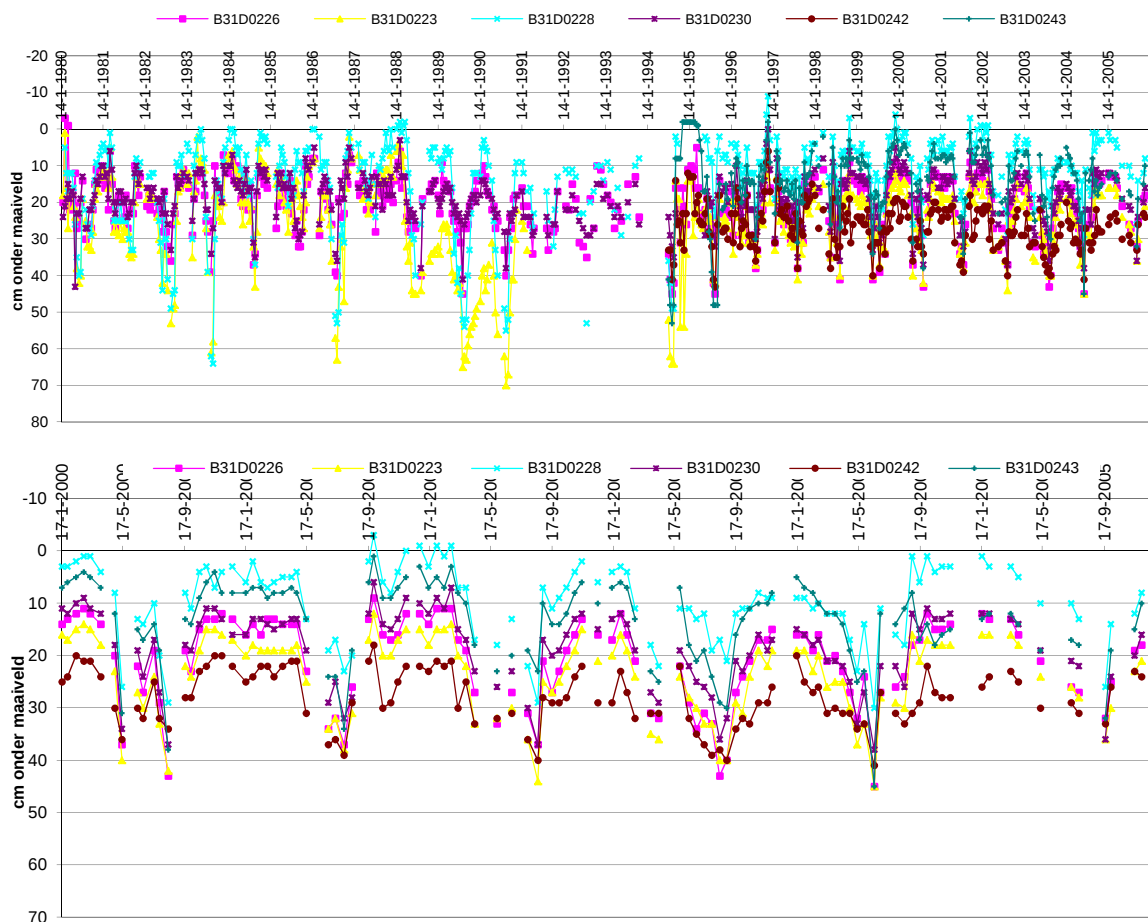
De GVG (tabel 2.2) sluit vrijwel overal goed aan bij de standplaatseisen van blauwgrasland en is wat aan de lage kant voor kleine zeggen. De GLG is wat aan de hoge kant voor blauwgrasland, maar sluit goed aan bij de eisen van kleine zeggen. De GHG is voor natte schraallanden aan de lage kant. Overall kan worden geconcludeerd dat het voor de afzonderlijke subtypen natte schraallanden (blauwgrasland en kleine zeggenvegetaties) soms te nat (GLG blauwgrasland) en soms te droog (GVG en GHG kleine zeggen; GHG blauwgrasland) is. De GXG's zijn over het hele jaar genomen suboptimaal te noemen.

Tabel 2.2. Gemiddeld laagste (GLG), hoogste (GHG) en voorjaarsgrondwaterstanden (GVG) van de bestaande peilbuizen in de schraallanden. Voor locaties van de buizen, zie figuur 2.5. Berekeningen zijn gebaseerd op data vanaf 2000 t/m 2005. Voor de berekeningen is gebruik gemaakt van de buizen met ondiepe filters (ca. 1 m beneden maaiveld). Voor meer informatie over de buizen, zie bijlage 2.

Locatie	Grondwaterstanden (cm maaiveld)		
	GLG	GHG	GVG
B31D0226	-34	-14	-19
B31D0223	-37	-17	-23
B31D0228	-22	-3	-9
B31D0230	-31	-12	-18
B31D0242	-36	-22	-26
B31D0243	-27	-7	-12
gemiddeld	-31	-13	-18
blauwgrasland	-60 tot -40	+10 tot +20	-25 tot 0
kleine zeggen	-40 tot -20	n.v.t.	0 tot +10



Figuur 2.5. Locaties peilbuizen.



Figuur 2.6. Grondwaterstanden (ten opzichte van maaiveld) in de periode 1980-2005. Bron: Dino-loket.
 Boven: de hele periode van 1980 t/m 2005, onder: de periode 2000 t/m 2005. De meest linkse buis in de legenda is telkens de meest westelijk gelegen buis, de meest rechtse de meest oostelijk gelegen buis van de reeks. Voor meer informatie over de buizen, zie bijlage 2.

2.5.3 Veranderingen en oorzaken

Tot halverwege de jaren '90 zakten de grondwaterstanden in het oude schraallandreservaat soms diep weg in de zomer. Daarna stabiliseerden de grondwaterstanden zich. Dit hangt mogelijk samen met het instellen van een eigen hoog peil in het oude schraallandreservaat (-2,20 m NAP). Het is niet bekend wanneer dit peil is ingesteld. De grondwaterstanden vertonen een licht dalende trend in de periode van 2000 t/m 2005. De grondwaterstanden in de periode t/m 2005 waren suboptimaal voor de twee belangrijkste typen natte schraallanden, blauwgrasland en kleine zeggenvetaties. Voor blauwgrasland is de GLG te hoog en de GHG te laag. Voor kleine zeggenvetaties zijn de GVG en de GHG te laag.

Conclusies grondwaterkwantiteit

- De grondwaterstandsfluctuatie in het oude schraallandreservaat is vanaf midden jaren '90 verminderd, de laagste grondwaterstand is verhoogd;
- Grondwaterstanden in het oude schraallandreservaat vertonen een licht dalende trend in de periode 2000-2005;
- De grondwaterstanden t/m 2005 waren suboptimaal voor blauwgrasland en kleine zeggenvegetaties (beiden te scharen onder natte schraallanden). Voor blauwgrasland was de GLG te hoog en de GHG te laag. Voor kleine zeggenvegetaties waren de GVG en de GHG te laag.

2.6 Grondwaterkwaliteit

2.6.1 Historische situatie

Er zijn geen gegevens beschikbaar over de grondwaterkwaliteit in het gebied in het verleden. Op basis van de vegetatieontwikkeling is het echter waarschijnlijk dat het gebied in het verleden onder invloed heeft gestaan van basenrijk grondwater of (waarschijnlijker) overstroming met oppervlaktewater. De concentraties basen in het grondwater zullen in het verleden daardoor vrij hoog geweest zijn. Omdat in het verleden (meerdere decennia geleden) de bodem in de omringende landbouwpercelen nog minder was gedaald, infiltreerde er minder regenwater en trad er minder wegzijging op. Dit zorgde voor minder uitloging van de bodem en eveneens voor hogere concentraties basen.

2.6.2 Huidige situatie

Er zijn geen recente gegevens beschikbaar van de grondwaterkwaliteit. Er wordt aangenomen dat de grondwaterkwaliteit zoals die in het veldonderzoek is gemeten representatief is voor de kwaliteit in de afgelopen jaren (zie verder §5.2).

2.6.3 Veranderingen en oorzaken

In het verleden stond het onderzoeksgebied vermoedelijk onder invloed van basenrijk grondwater en/of oppervlaktewater. Dit is nu niet meer het geval. Door uitloging van de bodem, wat wordt versterkt door het feit dat het gebied al decennia lang een infiltratiegebied is, zijn de concentraties basen in het grondwater laag. Door verdroging van het veen (met name buiten het oude schraallandreservaat) zijn de concentraties sulfaat en fosfaat in het grondwater hoog. Hoge stikstofconcentraties zijn (direct of indirect via depositie) het gevolg van bemesting.

Conclusies grondwaterkwaliteit

- Door langdurige infiltratie van regenwater is de bodem uitgeloogd. Hierdoor zijn de concentraties basen in het grondwater in het oude schraallandreservaat gedaald.
- Door verdroging (met name buiten het oude schraallandreservaat) zijn de concentraties sulfaat en fosfaat gestegen.

2.7 Oppervlaktewaterkwantiteit

2.7.1 Historische situatie

De schraallanden langs de Meije zijn volledig afhankelijk van regenwater en oppervlaktewater. Het gebied ligt in een infiltratiegebied waar inzijging van regenwater plaats vindt. De inzijging wordt versterkt door de bemaling van de omringende lager gelegen landbouwpercelen. Het oppervlaktewaterpeil in de Schraallanden is hoger dan in de omringende landbouwpercelen en hoger dan de stijghoogte in de ondergrond. Hierdoor vindt er wegzijging plaats naar de omgeving (Meuleman et al., 1996). Het oppervlaktewater wordt aangevuld vanuit de Meije en wordt via een verlengde aanvoerweg door de Schraallanden geleid. Uit gegevens van 1990 en 1996 blijkt dat netto water moet worden aangevoerd in de periode maart t/m augustus-september (Meuleman et al., 1999). De totale waterinname in een normaal jaar wordt geschat op ongeveer 100.000 m³, in een droog jaar kan dit op lopen tot 150.000 m³ (Meuleman et al., 1999). Tabel 2.3 geeft de waterbalans voor de Schraallanden weer, zoals berekend door Meuleman et al. (1999) voor 1990 en 1996.

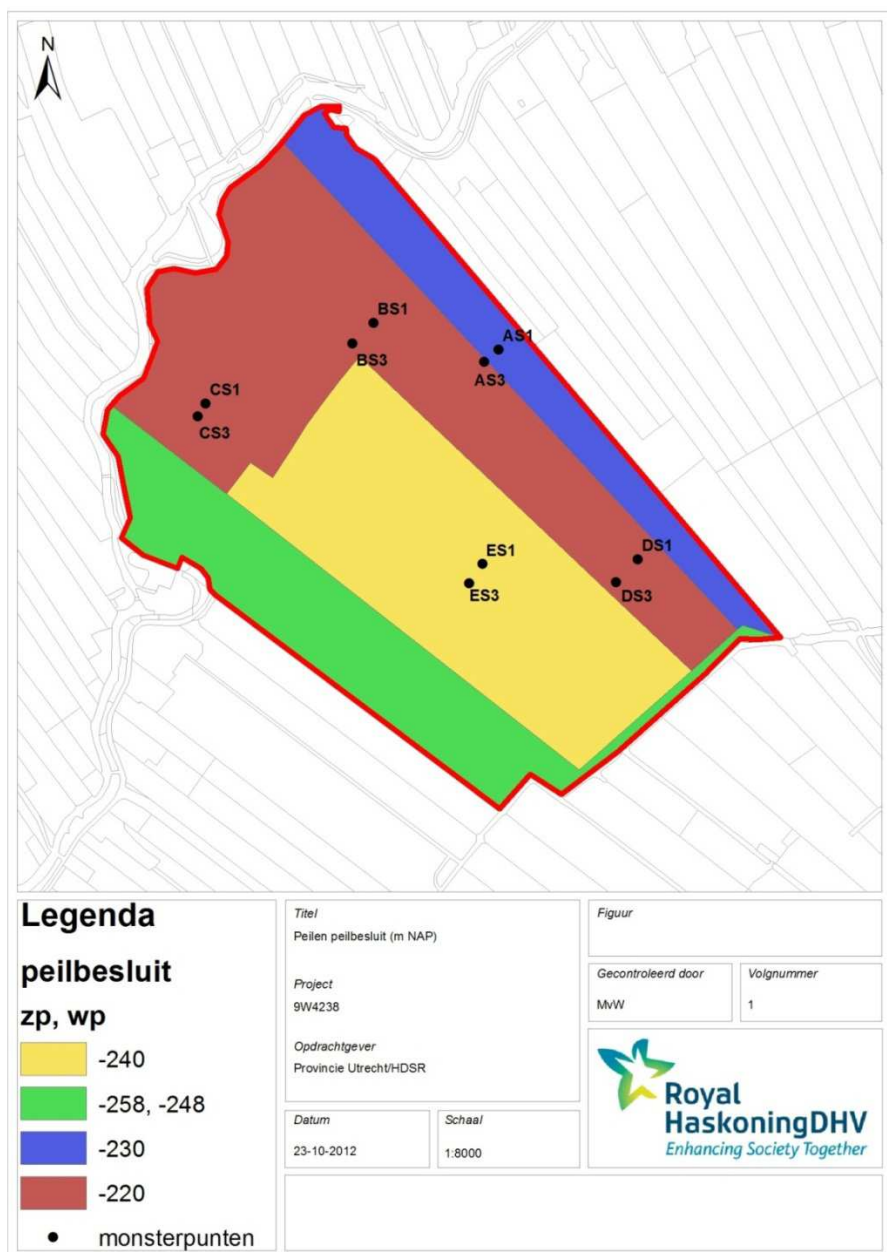
Tabel 2.3. Waterbalans voor de schraallanden op basis van modelberekeningen. Bron: Meuleman et al. (1999).

	1990				1996			
	P-ET (m ³)	Q _{inf} (m ³)	dB (m ³)	Q _{gw-opp} (m ³)	P-ET (m ³)	Q _{inf} (m ³)	dB (m ³)	Q _{gw-opp} (m ³)
ZOMER	-18.600	43.900	-11.000	-51.400	-49.500	42.100	-6.000	-85.500
WINTER	90.900	48.300	11.000	31.500	66.300	47.300	6.000	12.900
JAAR	72.300	92.200	0	-19.900	16.800	89.400	0	-72.600

Tot 2005 had alleen het oude schraallandreservaat een constant hoog peil van -2,20 m NAP. De percelen ten zuiden van het oude schraallandreservaat hadden een peil van -2,37 (zomerpeil) en -2,55 m NAP (winterpeil). Ten noordoosten was het peil nog een stuk lager, met een zomerpeil van -2,90 m NAP en een winterpeil van -2,95 m NAP. Omdat de omliggende percelen lager liggen en een flink lager peil hadden, leidde dit tot een grote wegzijging naar de omgeving.

2.7.2 Huidige situatie

Sinds 2005 is het peilbeheer in het gebied aangepast. Het gebied bestaat momenteel uit vier verschillende peilgebieden (figuur 2.7; Staatsbosbeheer, 2007). Deze vier peilgebieden worden hieronder kort toegelicht.



Figuur 2.7. Peilgebieden in het onderzoeksgebied conform het peilbesluit (HDSR, 2005). Voor de volledigheid zijn ook de gemeten slootpunten weergegeven (zie ook §3.1).

1. Het oude schraallandreservaat (bruine peilgebied)

Dit deel van het gebied heeft een eigen waterhuishouding. Om het hoge waterpeil in stand te houden, wordt in droge tijden automatisch gebiedsvreemd water ingelaten uit het riviertje de Meije. Dit water wordt in de zogenaamde bijsteel, langs een lange aanvoerweg van ongeveer 3,5 kilometer geleid, zodat het relatief voedselarm is als het water de percelen met waardevolle schraallandvegetatie in de bijsteel en het bijblad bereikt (figuur 2.8, zie ook §2.8). 's Winters wordt het gebied vooral door regenwater gevoed. Het streefpeil van het oppervlaktewater in de aanvoersloot is -2,20 NAP. Bij een peil onder -2,30 NAP wordt water ingelaten.

2. Vak 10 (gele peilgebied)

Dit gebied heeft een eigen waterpeil, dat qua hoogte tussen het en het polderpeil in het oude schraallandreservaat in ligt. Helaas is het niet mogelijk om het waterpeil even hoog in te stellen als in het oude reservaat, omdat vak 10 iets lager ligt. Bij eenzelfde peil zou het grotendeels onder water komen te staan. Het peil volgens het peilbesluit is hier – 2,40 NAP. Voor dit gebied is in het kader van het watergebiedsplan een nieuwe aanvoerweg van water uit het riviertje de Meije gerealiseerd, die los staat van de aanvoerweg naar het oude schraalland (zie figuur 2.8 en §2.8).

3. Vak 11 (paarse peilgebied)

Deze graslanden hebben sinds enige jaren een eigen waterhuishouding. Ze worden gevoed door water uit het riviertje de Meije dat langs een lange route, via vak 10, wordt aangevoerd. Het peil conform peilbesluit is hier -2,30 m NAP.

4. Meest zuidelijke percelen (groene peilgebied)

Deze percelen vormen de overgang naar de agrarische percelen verder ten zuiden van het gebied. Deze percelen hebben een apart zomer- en winterpeil van respectievelijk -2,48 en -2,58 m NAP.

2.7.3 Veranderingen en oorzaken

Door ontwatering ten behoeve van de landbouw zijn de Schraallanden de laatste decennia steeds hoger komen te liggen ten opzichte van de omgeving. Om landbouw te kunnen bedrijven in het van oorsprong natte veenweidegebied, was een behoorlijke drooglegging nodig. In de Schraallanden is het altijd nat gebleven, waardoor de bodemdaling minder groot is geweest dan in de ontwaterde landbouwpercelen. Als gevolg van het hoogteverschil zijgt infiltrerend regenwater uit het gebied weg. Om dit te verminderen is rondom het oude schraallandreservaat een bufferzone aangelegd, waarbinnen het peil vanaf 2005 is verhoogd. Deze bestaat uit het paarse en gele peilgebied uit figuur 2.7. Het peil is zo hoog als mogelijk is bij het huidige maaiveld. Dit is in de percelen buiten het oude schraallandreservaat lager doordat deze percelen in het verleden sterk ontwaterd zijn ten behoeve van de landbouw. Daarnaast is het peil in de watergang ten zuidwesten van de Schraallanden opgezet, om de hydrologische isolatie verder te verbeteren (Hemel et al., 2005). In de Schraallanden en de bufferzone wordt een flexibel peil gehanteerd, waarbij het peil 10 cm naar boven en naar beneden mag afwijken voordat er water wordt ingelaten of uitgelaten.

Conclusies oppervlaktewaterkwantiteit

- De peilen uit het peilbesluit zorgen voor een bufferzone rondom het oude schraallandreservaat;
- De huidige peilen uit het peilbesluit zijn optimaal in relatie tot maaiveldhoogte (veel hoger kan niet, dan komt het peil boven maaiveld uit).

2.8 Oppervlaktewaterkwaliteit

2.8.1 Historische situatie

Er zijn geen vaste waterkwaliteitsmetingen verricht in de Schraallanden. Wel zijn er op meerdere momenten analyses uitgevoerd ten behoeven van specifieke onderzoeken. In tabel 2.4 zijn waterkwaliteitsgegevens opgenomen uit verschillende jaren tussen 1989 en 2009. Omdat in droge periodes oppervlaktewater uit het riviertje de Meije wordt aangevoerd, wordt de waterkwaliteit voor een groot deel bepaald door de kwaliteit van het rivierwater. Dit is goed te zien aan de verschillen in de concentraties chloride tussen winter en voorjaar (lage concentraties door regenwaterinvloed) en zomer en herfst (hogere concentraties door aanvoer rivierwater). Voor zover beschikbaar zijn ook de meetgegevens van de Meije opgenomen. Uit de gegevens van de Meije blijkt dat het water sinds 1989 voedselarmer is geworden. Dit is een positieve ontwikkeling. Het lijkt er echter op dat de concentraties basen eveneens zijn gedaald, wat in het kader van basenaanvoer een negatieve ontwikkeling is.

Uit de gegevens blijkt dat de waterkwaliteit in de Schraallanden in de periode waarvoor data beschikbaar zijn redelijk constant is. In de Meije is een verbetering van de kwaliteit te zien tussen 1989-1990 en de periode vanaf 2005: de concentraties fosfaat en sulfaat zijn duidelijk gedaald. Hierbij moet wel worden opgemerkt dat de metingen uit 1989-1990 in de winter verricht zijn, wat een enigszins vertekend beeld kan geven. Wanneer echter deze metingen worden vergeleken met de winterwaardes uit 2005-2009 is een zelfde trend zichtbaar.

Tabel 2.4. Overzicht historische waterkwaliteitsmetingen die relevant zijn voor de Schraallanden langs de Meije.

Locatie	jaar	pH	SO ₄	NO ₃	NH ₄	HCO ₃	PO ₄	Cl	Mg	Ca
Schraallanden	1989-1990	6,6	22	0,32	0,15	20	0,02	40	4	16
Meije	1989-1990	7,8	46	0,24	0,10	145	0,43	104	11	55

Bron: Meuleman et al. (1996), Winter 1989-1990 (waarden in mg/l)

Locatie	jaar	pH	HCO ₃	P-PO ₄	N-NO ₃	N-tot	N-NH ₄	Ca	P-tot
Rivier Meije (101)	?	7,5	91	0,08	0,41	2,41	0,1	35	0,19
Rivier Meije	?	7,79	143	0,16		2,4	<0,3	48	0,29
Schraalland (bijlblad sl6)	?	6,6	10	0,01	0,15	0,95	0,08	44	0,02
Schraalland (sl8-z)	?	7,52	85	0,01	0,85		0,17	30,1	
Schraalland (sloot 103)	?	7,3	66	0,04	0,37	2,57	0,24	27,7	0,15
Schraalland (vak 10, 104)	?	7,2	51	0,05	0,68	3,08	0,57	29,5	0,14
Schraalland (plas vak 10)	?	6,3	219	0,94	0,05	6,75	4,2	52,9	1,0
Schraalland (sl5 zomer)	?	6,54	57		0,05	2,1	<0,2	16	0,05

Bron: Meuleman et al. (1999), waarden in mg/l

Locatie	jaar	pH	N-tot	NO ₃	NH ₄	P-tot	PO ₄	Cl	K	Ca
Slimmenwetering	2004 (10x)	7,62	3,75	0,67	0,23	0,15	0,06	64,35		
Schraallanden	2004 (3x)	7,23	1,63	0,10	0,10	0,05	0,05	47,43	1,33	26,67

Bron: Watergebiedsplan Zegveld, waarden in mg/l (gemiddelde, tussen haakjes het aantal metingen)

Systeemanalyse SldM

9W4238a0 en 9X1414a0/R/501663/Rott

Definitief eindrapport

- 19 -

31 december 2012

Locatie	Jaar/seizoen	pH	Ca	Mg	K	Na	Cl	SO ₄	HCO ₃	N-tot	N-NO ₃	N-NH ₄	P-tot	P-PO ₄
Meije	2005	7,58					67,08	29,42	120,83	2,21	0,20	0,24	0,14	0,04
Meije	v	7,80					66,00	33,33	123,33	2,17	0,05	0,22	0,17	0,03
Meije	z	7,50					70,00	29,00	135,00	2,15	0,07	0,25	0,20	0,12
Meije	h	7,37					77,00	23,00	126,67	1,83	0,12	0,25	0,08	0,02
Meije	w	7,60					59,00	31,50	107,50	2,55	0,42	0,24	0,14	0,02
Meije	2006	7,61	49,83	11,18	7,03	40,50	77,75	26,92	129,17	2,27	0,17	0,32	0,17	0,04
Meije	v	7,80	91,00	21,00	6,90	36,00	67,67	22,67	126,67	2,13	0,05	0,32	0,19	0,02
Meije	z	7,55	46,00	9,20	6,50	42,00	94,50	24,00	145,00	1,75	0,05	0,20	0,18	0,02
Meije	h	7,37	43,50	10,30	6,75	51,00	95,33	27,67	130,00	2,27	0,20	0,35	0,14	0,04
Meije	w	7,68	37,50	8,15	7,65	31,50	63,75	31,00	122,50	2,63	0,31	0,37	0,18	0,05
Meije	2009	7,69	37,79		6,59	36,58	60,63	23,46	118,29	2,48	0,27		0,16	0,03
Meije	v	7,91	32,86		5,41	27,57	44,29	21,00	102,71	2,33	0,20		0,16	0,02
Meije	z	7,86	41,60		6,46	41,80	70,80	21,40	134,00	2,20	0,20		0,17	0,02
Meije	h	7,57	40,83		7,67	52,50	88,83	21,17	131,67	1,97	0,22		0,09	0,02
Meije	w	7,42	37,33		7,00	26,83	43,00	30,33	110,00	3,38	0,46		0,21	0,06

Bron: data waterschap ten behoeve van het beheerplan Nieuwkoopse Plassen & De Haeck. Meetpunt lig in de Meije (t.o. Stichtse Meije 1B), jaargemiddeldes in mg/l en per seizoen (voorjaar, zomer, herfst, winter).

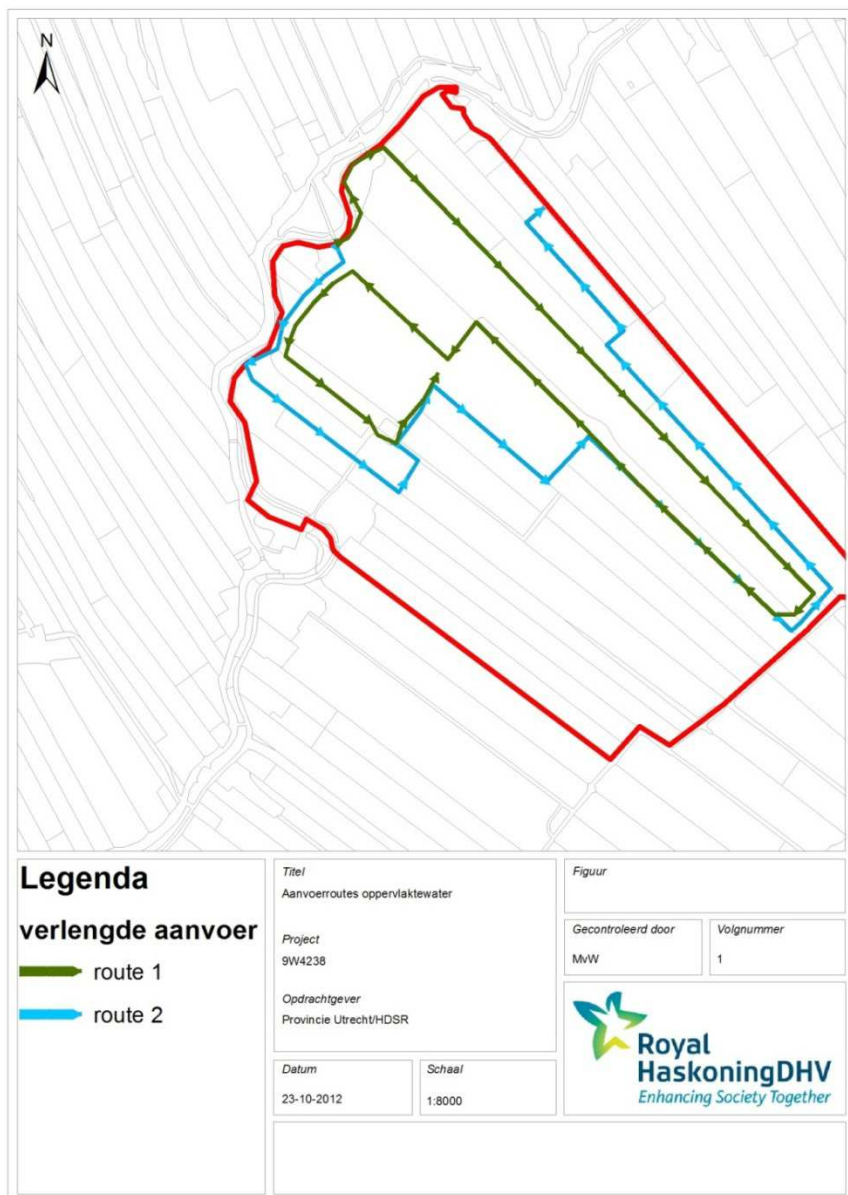
2.8.2 Huidige situatie

Bij de Schraallanden langs de Meije wordt het rivierwater tegenwoordig via een lange aanvoerroute ingelaten, zodat dit water onderweg langs natuurlijke weg grotendeels van haar fosfaatlast wordt ontdaan. De verlengde aanvoerweg van oppervlaktewater vanuit de Meije naar de Schraallanden bestaat uit twee aparte trajecten. Beide trajecten beginnen bij de inlaat in het noordoosten van het oude schraallandreservaat. Doel van de langere aanvoerroute is dat het water op natuurlijke wijze wordt gezuiverd door de aanwezige water- en oevervegetatie. Door regenval wordt het water bovendien verder verdund, waardoor de kwaliteit nog verder kan verbeteren.

Het eerste traject loopt vanaf de inlaat in zuidwestelijke richting om het bijblad heen. De aanvoerroute wordt van de schraallandpercelen gescheiden door de kade die hier langs loopt. Het traject doorkruist vak 10 en loopt ruim om de bijsteel heen en eindigt aan de noordoostkant van vak 11, 12 en 13⁵.

Het tweede traject loopt vanaf de inlaat via de oostkant van de bijsteel naar het zuiden. Deze ringsloot loopt vervolgens aan de westkant van de bijsteel weer noordwaarts, doorkruist het bijblad en eindigt via een overstort in het zuiden van het bijblad bij vak 10.

⁵ De vaknummers verwijzen naar percelen, zoals weergegeven op de kaart in bijlage 1.



Figuur 2.8. De twee trajecten (globale ligging) van de wateraanvoer in de Schraallanden. Bron: Staatsbosbeheer (2007).

De oppervlaktewaterkwaliteit in het oude schraallandreservaat wordt bepaald door regenwater en inlaatwater (Meijewater). Het inlaatwater uit het riviertje de Meije is voedselrijker dan het gebiedseigen water, de concentraties aan nutriënten (N, P, K) zijn relatief hoog. Het inlaatwater bevat ook relatief hoge concentraties macro-ionen, waaronder calcium, magnesium, bicarbonaat en chloride en heeft een basisch karakter (pH=7,9; Staatsbosbeheer, 2007). Regenwater heeft lage concentraties van genoemde ionen en is zuur (gemiddelde pH in de zomer is 5,4). In vak 10 wordt water ingelaten dat afkomstig is uit de Slimmenwetering. De EGV daarvan varieert van 300-650 uS/cm. De aanvoerweg naar vak 10 is te kort om deze zwaardere last te filteren. De pieken worden amper afgezwakt. De EGV in vak 10 varieert van 200-600 uS/cm (Staatsbosbeheer, 2007).

2.8.3 Veranderingen en oorzaken

Sinds eind jaren '80 is de waterkwaliteit in het riviertje de Meije verbeterd. Met name de concentraties fosfaat en sulfaat zijn afgenomen. De waterkwaliteit in het oude schraallandreservaat lijkt redelijk constant te zijn.

Het effect van de langere aanvoerroute op de waterkwaliteit is onderzocht door Meuleman et al. (1996). Uit deze studie blijkt duidelijk dat de verlengde wateraanvoer zorgt voor een flinke verbetering van de waterkwaliteit. De concentratie fosfaat neemt sterk af naarmate de afstand tot het inlaatpunt toeneemt (vanaf ongeveer 1500 m vanaf de inlaat) en ook de concentraties van macro-ionen, zoals bicarbonaat, sulfaat en chloride, nemen af, wat duidt op verdunning met regenwater. De concentraties ammonium en nitraat vertonen een minder duidelijke relatie met afstand tot de inlaat. Dit komt waarschijnlijk doordat ook stikstof uitspoelt vanuit de percelen. Deze resultaten komen overeen met andere projecten waarin een verlengde wateraanvoer is gerealiseerd, zoals in project Nooitgedacht (Van der Welle & Van den Broek, 2007) en de Wydlannen (Grootjans et al., 2004).

Sinds het onderzoek van Meuleman et al. (1996) is de aanvoerroute aangepast (med. A. van Leerdam, SBB), omdat aangrenzende percelen waren verworven. De nieuw verworven percelen waren nog niet aangesloten op de langere aanvoer, waardoor de hydrologie in deze percelen nog niet optimaal was (Bilius & Van Leerdam, 2007). Om de percelen op te nemen in de lange aanvoerweg is een 'tweede ring' aangelegd (figuur 2.8). Nadien is nog bekeken wat de effecten van de aangepaste aanvoerroute zijn op de watervegetaties. Uit opnames langs de invoertrajecten uit 2008 (Tolman & Pranger, 2009) blijkt eveneens dat de voedselrijkdom van het oppervlaktewater, met name de stikstofconcentraties, afneemt. De positieve effect zijn vooral duidelijk zichtbaar in het tweede traject, waar soorten van voedselarmere omstandigheden in frequentie toenemen in de loop van het traject. In het eerste traject zijn de verschillen minder duidelijk. Dit hangt vermoedelijk samen met het grotendeels ontbreken van watervegetatie, waardoor opname van nutriënten door vegetatie beperkt is (Meuleman et al., 1999). Wel neemt de bedekking met algen ook in het eerste traject af (Tolman & Pranger, 2009).

Conclusies oppervlaktewaterkwaliteit

- In de winter wordt de waterkwaliteit in het oude schraallandreservaat vooral beïnvloed door regenwater, in de zomer door rivierwater uit de Meije;
- De verlengde aanvoer heeft een positief effect op de concentraties nutriënten in het oppervlaktewater in het oude schraallandreservaat, maar zorgt ook voor een daling van de concentraties basen;
- De concentraties basen in de Meije zijn hierdoor een stuk hoger dan in het oude schraallandreservaat;
- Sinds eind jaren '80 is de kwaliteit van het oppervlaktewater in de Meije sterk verbeterd: de concentraties fosfaat en sulfaat zijn gedaald. Hierdoor is het effect van de verlengde aanvoer minder dan toen deze net was aangelegd;
- Ondanks de verbetering zijn de concentraties fosfaat en sulfaat nog steeds vrij hoog.

3 AANPAK EN METHODIEK HYDROLOGISCH EN BODEMCHEMISCH ONDERZOEK

3.1 Opmaat naar het onderzoek

Uit voorgaand hoofdstuk blijkt dat de oorspronkelijke blauwgraslandvegetaties de laatste decennia zijn achteruitgegaan ten gunste van kleine zeggenvegetaties en met name heischrale vegetaties. Deze vegetatieontwikkelingen wijzen op verzuring van de bodem. Uit grondwaterstanden blijkt dat de hydrologische condities suboptimaal waren voor zowel blauwgrasland als kleine zeggenvegetaties. Om de hydrologische condities te verbeteren is in 2006 een aangepast peilbesluit ingegaan. In dit onderzoek wordt onderzocht wat de effecten hiervan zijn geweest op de grondwaterstanden. Daarnaast wordt onderzocht hoe de verzuring in het oude schraallandreservaat het best kan worden bestreden. Een van de opties die hiertoe genoemd zijn is bevoeiing met oppervlaktewater. In voorliggend onderzoek is gekeken of de huidige kwaliteit van het oppervlaktewater hiervoor voldoende is. Tot slot is onderzocht of het mogelijk is het areaal natte schraallanden uit te breiden naar de nieuw verworven percelen rondom het oude schraallandreservaat en welke maatregelen daarvoor nodig zijn.

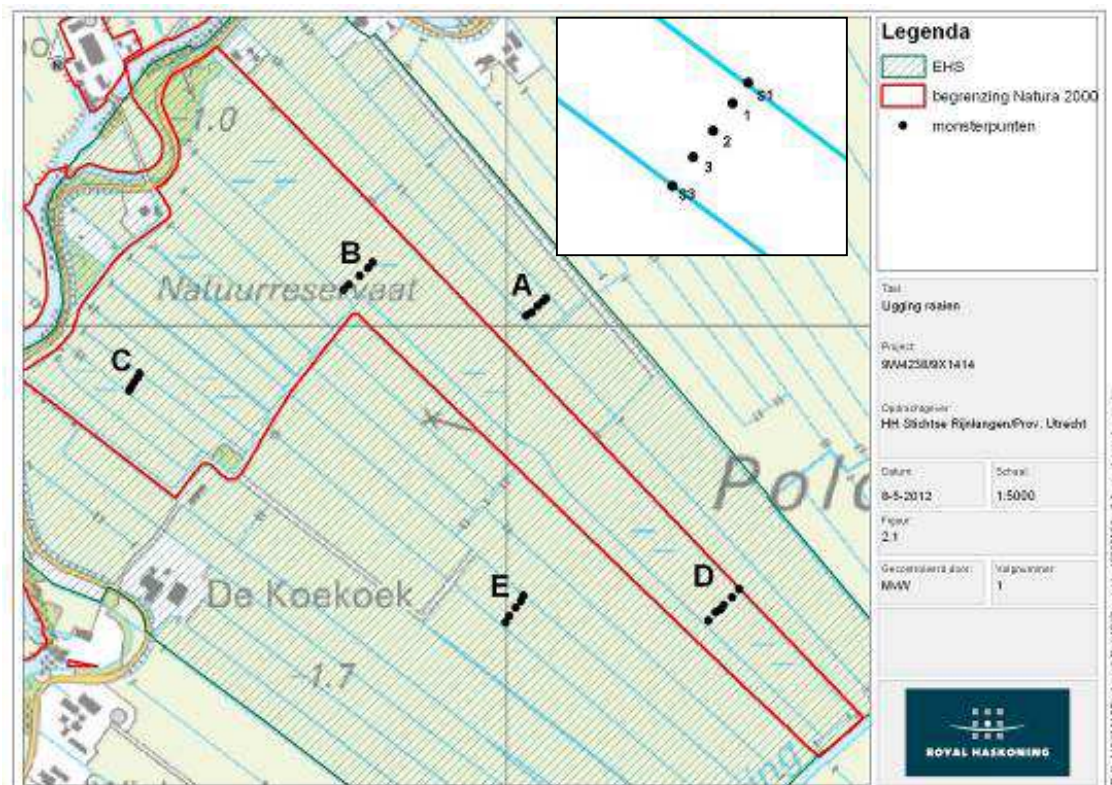
3.2 Veldonderzoek

Het aanvullend veldonderzoek is gericht op het (aanvullend) in beeld brengen van de huidige situatie voor wat betreft het grondwaterstandsverloop (door het jaar heen en ruimtelijk binnen een perceel), de grond- en oppervlaktewaterkwaliteit en bodem- en poriewaterchemie. In onderstaande paragrafen is kort toegelicht hoe deze parameters in beeld zijn gebracht.

3.2.1 Grondwaterstandsverloop

Voor de realisatie van grondwaterafhankelijke natuurdoelen (o.a. blauwgrasland) is het belangrijk om te weten hoe de grondwaterstand in de percelen verloopt. In verdroogde veengebieden is er vaak sprake van een 'hol' grondwaterpeilverloop. De randen van de percelen zijn dan natter dan het centrale deel. In de centrale delen van percelen ontstaan dan ongunstige condities voor de gewenste grondwaterafhankelijke natuurdoelen. Het grondwaterpeil is hier immers lager dan aan de randen. Inzicht in de het verloop (zowel verticaal als horizontaal) van de grondwaterstand is niet alleen belangrijk omdat dit informatie geeft over waar doelen te realiseren zijn maar over welke eisen aan de waterhuishoudkundige inrichting moeten worden gesteld (instellen peil).

Het grondwaterstandsverloop is bepaald door een vijftal raaien te maken waarin telkens vijf metingen zijn gedaan (figuur 3.1). De raaien zijn zo goed mogelijk ruimtelijk verdeeld door het hele onderzoeksgebied, waarbij (voor zover mogelijk) locaties bemonsterd zijn waarvan de vegetatie tussen 2000 en 2008 is achteruit gegaan als (mogelijk) gevolg van verdroging. Per raai zijn er vijf meetpunten voor het meten van de oppervlakte- en de grondwaterstand: slootpeil aan weerszijde van het perceel (2 metingen) en grondwaterstand (stijghoogte in open boorgat) op midden van het perceel en aan weerszijde op 1/3 tussen het midden en de sloot (3 metingen). Met GPS zijn de meetpunten vastgelegd, zodat de afstand ten opzichte van de sloot kan worden bepaald. Het grondwaterstandsverloop is op vier momenten gemeten: 2 mei, 5 juni, 10 juli en 3 september.



Figuur 3.1. Locatie raaien binnen onderzoeksgebied en verdeling van punten binnen een raai (inzet). De volgorde van de punten is telkens van noordoost naar zuidwest. S1 en S3 zijn de monsterpunten in de sloot, 1 t/m 3 de boorgaten op de percelen.

Door middel van nauwkeurige GPS metingen kunnen de gemeten waterstanden worden gerelateerd aan de hoogte ten opzichte van NAP tot op minder dan 2 cm nauwkeurig. Om na te gaan of de stijghoogte van het grondwater vooral bepaald wordt door de neerslag of door een combinatie van kweldruk en de neerslag erboven is uitgezocht of de sloten per raai al of niet door de deklaag snijden. De verzamelde gegevens worden gebruikt ter controle bij het berekenen van de GxG's (zie §3.2).

3.2.2 Grond- en oppervlaktewaterkwaliteit

Omdat niet alleen de grondwaterstanden, maar ook de waterkwaliteit van grote invloed is op een goede ontwikkeling van de gewenste vegetatie (nat schraalland), is op twee momenten (mei en juli 2012) de kwaliteit van het grond- en oppervlaktewater bepaald. Per raai zijn de twee "1/3-metingen" (punt 1 en 3) bij elkaar gedaan. Per raai zijn dus vier monsters verzameld. Van elk monster zijn de volgende parameters geanalyseerd: fosfaat, nitraat, ammonium, sulfaat (totaal S), chloride, ijzer, totaal-P, kalium, calcium, magnesium, bicarbonaat en alkaliniteit. De chemische analyses zijn uitgevoerd door onderzoekscentrum B-WARE in Nijmegen.

De monsters zijn ook bekeken in relatie tot hun positie binnen de verlengde aanvoerweg om een beeld te krijgen van het effect van de aanvoerlengte op de kwaliteit van het oppervlaktewater.

3.2.3 Bodem- en poriewaterchemie

Op veenbodems kan het hydrologische regime van grote invloed zijn op de ontwikkeling van de vegetatie. Verdroging kan leiden tot de oxidatie van gereduceerde verbindingen zoals gereduceerd ijzer en zwavel. Deze processen zijn zuurgenererend en kunnen leiden tot een verzuring van de bodem. Indien een belangrijk deel van het fosfaat in de bodems gebonden is in de vorm van calciumfosfaatcomplexen, dan kan verzuring (en dus verdroging) leiden tot de mobilisatie van fosfaat waardoor niet alleen verzuring van de vegetatie (toename van veenmosbedekking), maar ook verzuiging van de vegetatie kan optreden.

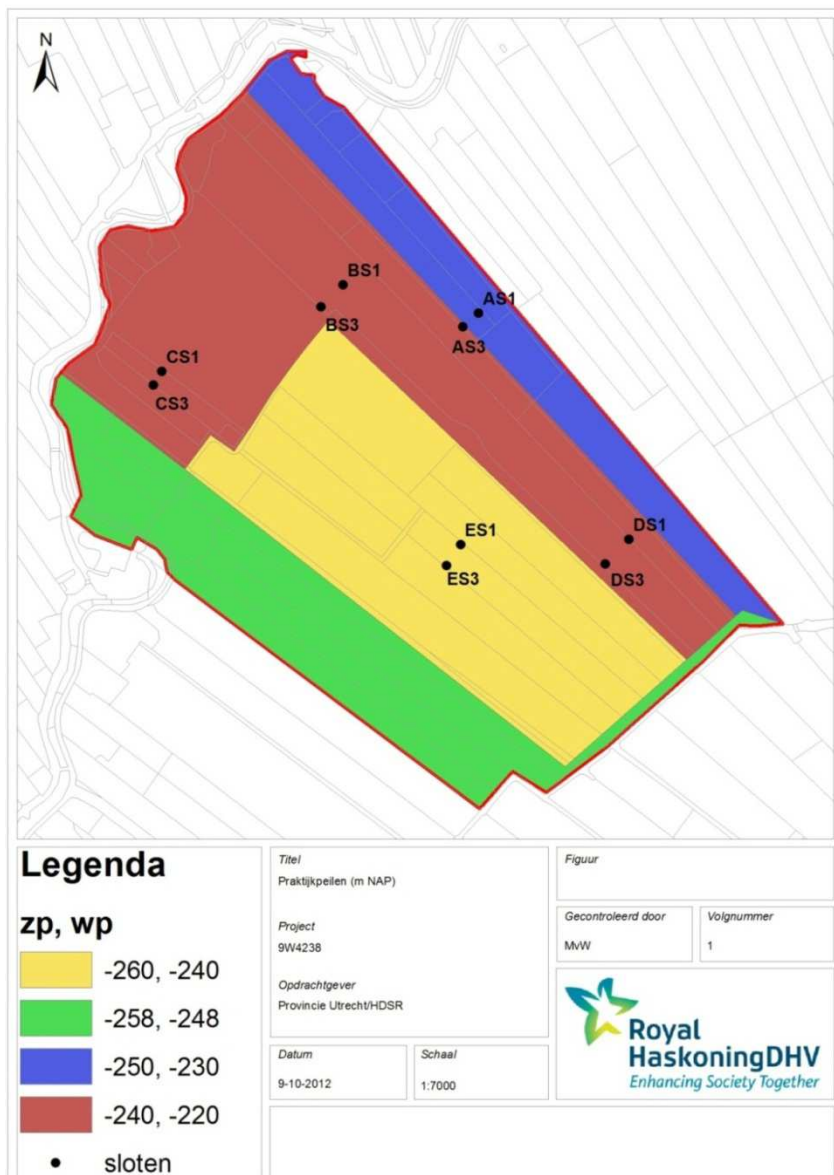
Omgekeerd kan inundatie (wanneer dat bijvoorbeeld als herstel- of conserveringsmaatregel aangewend zou worden) leiden tot reductie van ijzer(hydr)oxiden en sulfaat waardoor juist een toename van de buffering optreedt. Indien de bodem veel aan ijzer gebonden fosfaat bevat kan ook hierdoor verzuiging optreden omdat gereduceerd ijzer minder fosfaat kan binden dan geoxideerd ijzer. Vernatting kan er dus eveneens toe leiden dat fosfaat wordt gemobiliseerd.

Om in te kunnen schatten hoe bodems reageren op vernatting c.q. verdroging is het belangrijk te weten of de bodem gevoelig is voor verzuring en hoe het in de bodem aanwezige fosfaat in de bodem is gebonden. Om dit te bepalen zijn bodemonsters verzameld in de bemonsterde raaien. In elk van de drie boorgaten op de percelen (de twee 1/3 boorgaten en het boorgat midden op het perceel) is op drie dieptes eenmalig (op 2 mei 2012) een bodemonster verzameld: 0-10 cm, 10-20 cm en 20-30 cm. Op dezelfde locaties zijn in mei poriewatermonsters verzameld met behulp van zogenaamde rhizons. In een aantal gevallen was de bodem niet vochtig genoeg om op deze manier poriewater te verzamelen. In die gevallen is er geen poriewater verzameld.

Aan de bodemonsters zijn de volgende analyses gedaan: Olsen-P (beschikbaar fosfaat), destructie (totaal gehaltes van fosfaat, zwavel, calcium, magnesium en ijzer), strontiumchloride-extractie (bepalen basenverzadiging/zuurbuffering van de bodem), zoutextractie (beschikbaar anorganische stikstof). Voor een deel van de monsters is aanvullend een P-fractionering uitgevoerd om de verschillende fosfaatfracties in de bodem te kunnen bepalen. De poriewatermonsters zijn geanalyseerd op macro-ionen en nutriënten, zoals reeds beschreven bij het grond- en oppervlaktewater.

3.3 Waterkwantiteit

In deze paragraaf wordt toegelicht op welke manier de GXG's zijn bepaald. De GXG bestaat uit de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG), de gemiddelde voorjaars grondwaterstand (GVG) en de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG). De GLG is het gemiddelde van de drie laagste gemeten waarden per jaar, over een periode van ten minste acht jaar. De GHG is het gemiddelde van de drie hoogste gemeten waarden per jaar, over een periode van ten minste acht jaar. De GVG is het gemiddelde van de jaarlijkse waarden op 14 maart, 28 maart en 14 april over een periode van ten minste acht jaar.



Figuur 3.2. Peilgebieden en peilen zoals die gebruikt zijn voor de berekeningen. Met uitzondering van het groene peilgebied, staan in het peilbesluit vaste peilen jaarrond. In de praktijk is er wel sprake van een zomerpeil, omdat het peil in de zomer wordt verlaagd om te kunnen maaien. Dit is in de berekeningen meegenomen. Voor de volledigheid zijn ook de gemeten slootpunten weergegeven (§3.1).

Het peilbesluit voor polder Zegveld (HDSR, 2005⁶) is gebruikt als uitgangspunt bij het berekenen van de GXG. In figuur 3.2 zijn de verschillende peilgebieden en peilen uit dit peilbesluit ruimtelijk weergegeven. In de figuur zijn voor de volledigheid ook de monsterpunten van het veldonderzoek weergegeven (zie §3.1). Het bruine peilgebied met monsterpunten B, C en D is het oude schraallandreservaat, het paarse peilgebied met monsterpunt A wordt aangeduid met de noordoostelijke percelen en het gele peil

⁶ http://www.hdsr.nl/regelgeving/peilbesluit_zegveld_2005

vak met monsterpunt E wordt omschreven als de percelen ten zuiden van het oude schraallandreservaat.

In het peilbesluit geldt voor de meeste peilgebieden een vast peil. In de praktijk is er echter sprake van een lager zomerpeil, omdat het peil in de zomer wordt verlaagd om het schraalland te kunnen maaien.

Bij het berekenen van het doelbereik is gebruik gemaakt van de beheertypen- en ambitiekaarten van de provincie Utrecht (figuur 3.3). In het beheerplan van de provincie Utrecht is aan het onderzoeksgebied, voor zover gelegen binnen de Natura 2000 begrenzing van Nieuwkoopse Plassen & De Haeck, het beheertype 'nat schraalland' toegekend (figuur 3.3). Aan een klein deel in het noorden is 'broek- en bronbos' toegekend en de recenter verworven percelen zijn begrensd als 'kruidenrijk grasland'. De ambitie is om vrijwel het gehele gebied, met uitzondering van het bosje in het noorden, het wandelpad en een paar percelen in het zuidoosten, om te vormen naar het beheertype 'nat schraalland' (figuur 3.3). Nat schraalland is de laatste decennia sterk in oppervlakte afgenomen in Nederland en het is dan ook zeer gewenst waar mogelijk het oppervlak van dit type uit te breiden.

Onder het beheertype 'nat schraalland' vallen verschillende schrale vegetaties van vochtige tot natte omstandigheden, zoals blauwgrasland en kleine zeggenvegetaties. Ook het habitatype blauwgrasland (Natura 2000 doel voor het gebied) valt te scharen onder het beheertype 'nat schraalland'.

3.3.1 GXG's en droogtestress

Bij het berekenen van de GXG's is gebruik gemaakt van de meetreeksen van Staatsbosbeheer die via het Dinoloket beschikbaar zijn (zie ook §2.5). Op basis van deze puntinformatie is een inschatting gemaakt van het verloop van de grondwaterstand over de percelen (in termen van GHG, GVG en GLG).

Deze *puntinformatie* is opgeschaald naar gebiedsdekkende *vlakinformatie*. Onderstaand wordt de methodiek beschreven die is gebruikt te komen tot vlakdekkende informatie. De methodiek heeft geleid tot een set van drie kaarten (GLG, GVG en GHG). Vervolgens is op basis van de GXG's en de bodemkaart de droogtestress bepaald.

In het plangebied zijn verschillende peilbuizen aanwezig (zie ook §2.5). De gemeten grondwaterstanden zijn uit het Dinoloket gehaald. Recente metingen zijn nog niet verwerkt in het Dinoloket en zijn daarom handmatig toegevoegd. Alleen de meetpunten waarvoor metingen beschikbaar zijn na 2008, zijn gebruikt om de GHG, GVG en GLG (verder te noemen GXG) af te leiden. De GXG in elk meetpunt is in meerdere of mindere mate afhankelijk van:

- het bodemtype;
- de maaiveldhoogte;
- de afstand tot de sloot;
- het oppervlaktewaterpeil.



Figuur 3.3. Boven: beheertypen provincie Utrecht (actuele situatie), onder: ambitie beheertypen provincie Utrecht.

Binnen het plangebied komen de bodemtypes weideveen en koopveen voor (figuur 2.3). De meetpunten die gebruikt zijn voor de berekeningen liggen allemaal binnen het bodemtype weideveen. Het was dus niet mogelijk om een onderscheid te maken naar bodemtype.

Vervolgens is van de gebruikte meetpunten de gemeten grondwaterstand (GHG, GLG en GVG) uitgezet tegen de afstand tot de sloot, waarbij de gemeten waterstanden zijn uitgedrukt in meter ten opzichte van het oppervlaktewater peil. Vervolgens is, per blok van 5 meter, bepaald hoe groot de verhoging of verlaging van de grondwaterstand is ten opzichte van het oppervlaktewaterpeil. In tabel 3.1 zijn deze verhogingen en verlagingen weergegeven.

Tabel 3.1: Relatie tussen slootafstand en de grondwaterstand

	Afstand [m]								
	0 – 5	5 – 10	10 – 15	15 – 20	20 – 25	25 – 30	30 – 35	35 – 40	> 40
GXG (cm t.o.v peil)									
GHG	0	2	3	4	5	6	6	6	6
GVG	0	2	4	7	10	10	11	11	11
GLG	0	-1	-2	-4	-7	-8	-9	-9	-9

Deze gegevens zijn gebruikt om de kaarten per deelgebied op te stellen. Hiertoe is binnen ArcMap een grid aangemaakt met cellen van 5 x 5 meter. Voor elke cel is de afstand tot de dichtstbijzijnde sloot bepaald. Hierop gebaseerd is voor elke gridcel bepaald hoe groot de verhoging/verlaging ten opzichte van het peil is. Vervolgens is het oppervlaktepeil hierbij opgeteld om de GXG ten opzichte van NAP te bepalen. Hierbij zijn voor de GHG en de GLG de vigerende peilen aangehouden. Voor het bepalen van de GLG is het vigerende peil verlaagd met 20 cm (omdat dit in de praktijk gebeurt om maaien mogelijk te maken).

Vervolgens zijn deze grondwaterstand omgerekend naar een grondwaterstand in meter ten opzichte van maaiveld. Hierbij is gebruik gemaakt van het AHN. Op basis van de inmetingen van de raaien is geconstateerd dat het maaiveld ter plaatste van de raaien gemiddeld 10 cm lager ligt dan in het AHN. Het AHN is daarom eerst 10 cm verlaagd voordat de grondwaterstanden ten opzichte van maaiveld zijn berekend.

De droogtestress is het aantal dagen dat de vochtspanning in de bovengrond dicht bij of op het verwelkingspunt ligt. Door Jansen & Runhaar (2001, in Runhaar *et al.* 2009) zijn op basis van modelberekeningen functies opgesteld die het mogelijk maken de droogtestress te berekenen als functie van de gemiddeld laagste grondwaterstand, het bodemtype en de ligging binnen Nederland. Deze functies worden in Watnood toegepast om vochtleverantie-eisen te vertalen in eisen aan de grondwaterstand (vlakdekkend). De droogtestress is vlakdekkend bepaald met Watnood op basis van de GLG en de bodemkaart (1:50.000, HDSR).

3.3.2 Definiëring doelbereik

Voor de twee beheertypen (nat schraalland en kruidenrijk grasland) waarvoor het doelbereik wordt getoetst, is voor de volgende grondwaterkarakteristieken het doelbereik geformuleerd:

- gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG);
- gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG);
- gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG);
- droogtestress.

Bij het formuleren van het doelbereik is onderscheid gemaakt in: optimaal bereik, (één- of tweezijdig begrensd) suboptimaal bereik en (één- of tweezijdig begrensd) buiten bereik. Deze situaties zijn als bandbreedtes uitgedrukt. In tabel 3.2 is dit samengevat. Overigens is het zo dat ook het suboptimale bereik binnen de (nogal brede) bandbreedte ligt waarbinnen nat schraalland kan voorkomen. Blauwgrasland, wat het belangrijkste doeltype is in de Schraallanden, zit aan de wat drogere zijde van Nat schraalland. Om de optimale omstandigheden voor blauwgrasland te kunnen duiden, is ervoor gekozen om de standplaatseisen van blauwgrasland te gebruiken om het optimale bereik te definiëren. Andere typen natte schraallanden vallen dan binnen het suboptimale bereik. Dit heeft als consequentie dat zowel het optimale als het suboptimale bereik voldoen voor realisatie van het beheertype nat schraalland.

Tabel 3.2. Doelbereik grondwaterkarakteristieken van nat schraalland en kruidenrijk grasland. Weergegeven zijn het optimale bereik (groen), het suboptimale bereik (geel) en waarden waarbij doelrealisatie niet mogelijk is (buiten bereik, oranje). Alle waarden zijn in cm beneden maaiveld (cm –mv).

Grondwater-karakteristiek	Nat schraalland			Kruidenrijk grasland		
	<i>Optimaal</i>	<i>Suboptimaal</i>	<i>Buiten bereik</i>	<i>Optimaal</i>	<i>Suboptimaal</i>	<i>Buiten bereik</i>
GVG (cm –mv)	0 – 25	-10 -0 en 25 – 40	< -10 en > 40	30 – 40	40 - 60	< 30 en > 60
GLG (cm –mv)	40 – 60	20 – 40 en 60 – 80	< 20 en > 80	40 – 60	60 – 80	< 40 en > 80
GHG (cm –mv)	-20 – 10	10 – 30	< -20 en > 30	10 – 30	30 – 40	< 10 en > 40
Droogtestress (dagen)	<13		>13	13 tot 32		<13 en >32

3.3.3 Doelbereik

De GXG's voor de verschillende situaties zijn in GIS beschikbaar als raster met waarden ten opzichte van maaiveld. De droogtestress is beschikbaar als raster met waarden in dagen. De rasters hebben gridcellen met afmetingen van 5 bij 5 meter.

Om te bepalen binnen welk deel van het gebied de GXG optimaal, suboptimaal en buiten bereik is, is in GIS een legenda opgesteld op basis van het beheertype (nat schraalland en kruidenrijk grasland) en de betreffende grondwaterkarakteristiek (GHG, GVG, GLG en droogtestress).

Met de 'zonal histogram' functie uit de Spatial Analyst Toolbox in GIS is vervolgens bepaald hoeveel cellen optimaal, suboptimaal of buiten bereik scoren. Wanneer er meerdere klassen suboptimaal en/of buiten bereik zijn, zoals in bovenstaand voorbeeld,

zijn de cellen van beide klassen suboptimaal bij elkaar opgeteld en zijn de cellen van beide klassen buiten bereik bij elkaar opgeteld. Het aantal cellen is omgerekend naar oppervlak en percentage.

Voor de GXG's is ook bepaald hoe veel deze binnen een cel afwijken van het optimale bereik. Dit is gedaan door in GIS een legenda op te stellen op basis van het optimale bereik voor het betreffende beheertype (nat schraalland of kruidenrijk grasland) en de betreffende grondwaterkarakteristiek (GHG, GVG of GLG), waarbij is aangegeven hoeveel de GXG afwijkt van het optimale bereik.

Met de 'zonal histogram' functie uit de Spatial Analyst Toolbox in GIS is vervolgens bepaald hoeveel gridcellen in de verschillende klassen vallen. Het aantal cellen is omgerekend naar oppervlak en percentage.

4 RESULTATEN: HYDROLOGIE KWANTITEIT

4.1 Oppervlaktewater

In het oude schraallandreservaat komen de gemeten oppervlaktewaterpeilen goed overeen met de peilen uit het peilbesluit (tabel 4.1, locatie B, C en D). Dit geldt zowel voor de peilen die in het kader van dit onderzoek zijn gemeten als voor de peilen die door Staatsbosbeheer al meerdere jaren worden opgenomen. Uit de gegevens van Staatsbosbeheer blijkt dat de peilen in het oude schraallandreservaat over de afgelopen 5 jaar gemiddeld enkele cm's afwijken van het peilbesluit (tabel 4.2).

Tabel 4.1. Peilafwijkingen van gemeten peil (2012) ten opzichte van de peilen conform peilbesluit (zie ook figuur 2.7). Voor locaties van de gemeten sloten, zie figuur 2.1). Een negatieve afwijking betekent een gemeten peil lager dan het peilbesluit. Peilen zijn in juli en september vergeleken met een 20 cm lager peil (ivm verlaging voor maaien) dan in mei en juni. Locaties B, C, en D liggen binnen het oude schraallandreservaat, A en E daarbuiten (zie ook figuur 3.1)

Locatie	Peilafwijking (cm) ten opzichte van het peilbesluit				
	2-5-2012	5-6-2012	10-7-2012	3-9-2012	gemiddeld
AS1	-48	-32	-11	-22	-28
AS3	-54	-37	-64	-20	-44
BS1	2	0	17	15	9
BS3	-9	-12	-7	-8	-9
CS1	-9	-10	-5	-11	-9
CS3	-15	-22	-5	-9	-13
DS1	-8	-25	-7	-3	-11
DS3	-13	-17	-9	-3	-11
ES1	-1	0	23	5	7
ES3	-1	2	15	8	6

De lagere gemeten grondwaterstanden in de percelen aan de noordoostzijde van het oude schraallandreservaat kunnen (deels) worden verklaard door een lager oppervlaktewaterpeil. Het gemeten slootpeil ligt hier volgens metingen die dit jaar gedaan zijn (tabel 4.1, locatie A)) gemiddeld ongeveer 25 cm lager dan de (zomer)peilen die gebruikt zijn voor de berekeningen (figuur 2.7). Er zijn geen peilschalen van Staatsbosbeheer beschikbaar om deze metingen te controleren.

In de percelen aan de zuidwestzijde ligt het gemeten peil op locatie E gemiddeld ongeveer 15 cm hoger dan de peilen uit het peilbesluit. Uit de gegevens van Staatsbosbeheer voor dit peilgebied blijkt geen afwijking van het peilbesluit. De peilschaal van Staatsbosbeheer ligt echter langs de rand van het peilgebied. Mogelijk staan de sloten die in het onderzoek gemeten zijn (en die midden in het peilgebied liggen) in verbinding met de sloten in het oude schraallandreservaat, waardoor het peil wat hoger ligt. In tabel 4.1 is een overzicht gegeven van de peilafwijkingen in de gemeten sloten. De afwijkende waarde van meetpunt BS1 komt vermoedelijk omdat dit een geïsoleerde sloot lijkt te zijn. Deze sloot staat niet ingetekend op de kaarten.

Tabel 4.2. Peilafwijking (cm) ten opzichte van de peilen uit het peilbesluit. Bron: data Staatsbosbeheer. Negatieve waarden geven een lager (droger) peil aan, positieve waarden een hoger (natter) peil. * de datareeks van 2012 loopt t/m 27 juli 2012.

Jaar	Peilschaal vak 10 binnenkant reservaat	Peilschaal vak 10 buitenkant reservaat	Peilschaal bij Kantelstuw 02	Peilschaal binnenkant reservaat bij overloop
2007	7,3	0,6	1,0	
2008	8,6	1,1	0,3	
2009	4,0	-0,9	-2,9	-0,9
2010	1,8	-0,3	-3,9	-4,8
2011	4,8	1,3	-3,4	-4,8
2012	5,4	2,4	-5,6	-3,9

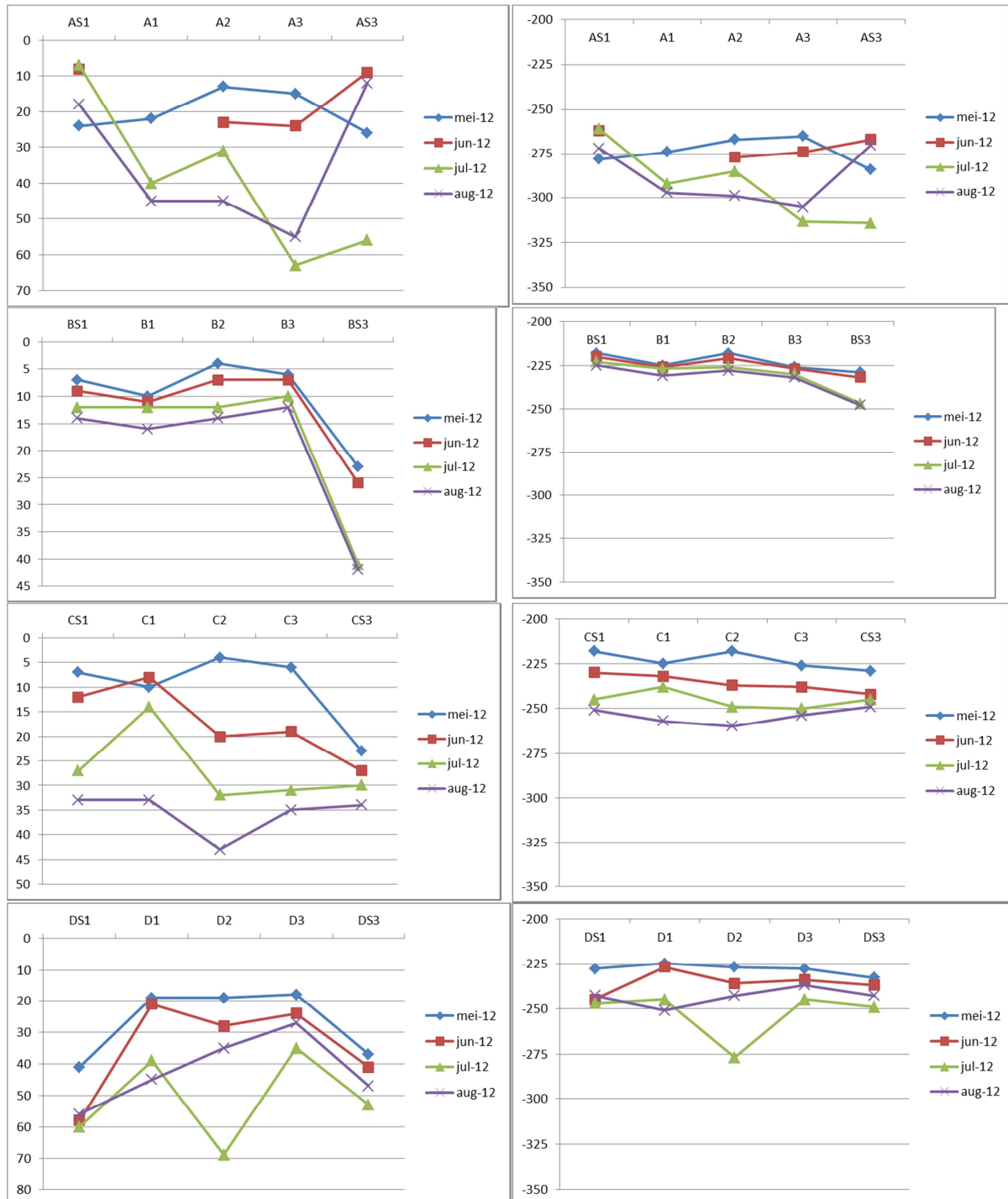
De slootpeilen zijn met name in juli-september lager dan de peilen uit het peilbesluit (ca. 20 cm lager in oude schraallandreservaat en percelen aan zuidwestzijde). Dit wordt veroorzaakt door een verlaging van het peil om de schraallanden te kunnen maaien. Hiermee is in de berekeningen rekening gehouden door bij de GLG-berekeningen uit te gaan van een 20 cm lager peil. Deze verlaging lijkt geen negatief effect te hebben op de optimale GLG voor de natte schraallanden in het gebied.

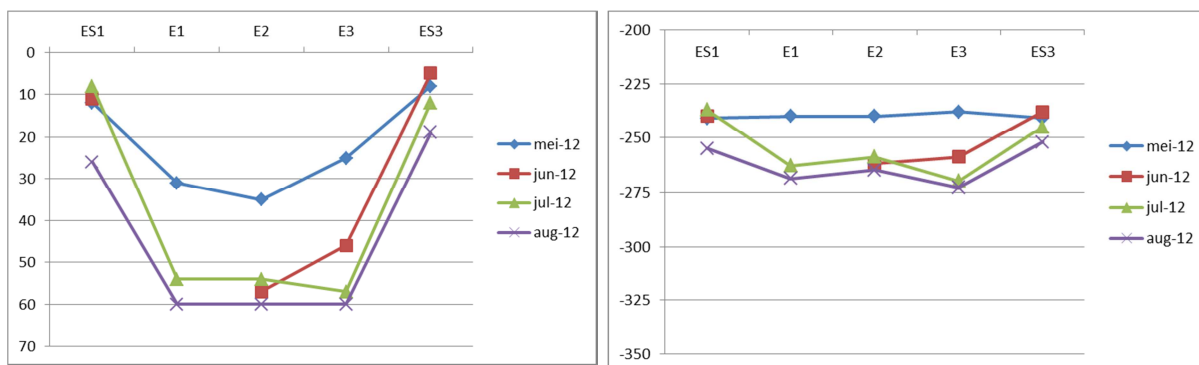
4.2 Opbolling grondwater

Binnen het oude schraallandreservaat is de grondwaterstand behoorlijk constant. In de zomer zakt het grondwaterpeil in het midden van de percelen iets verder weg dan dicht bij de sloten, maar het verschil is relatief gering. Op locatie B ligt de grondwaterstand dichtbij het oppervlaktewaterpeil (-2,20 m NAP), op locatie C en D ligt de grondwaterstand wat lager. Op locatie B is de grondwaterspiegel vrij recht, waardoor in het hele perceel een vergelijkbare grondwaterstand wordt gemeten. Aan één kant van het perceel loopt het af richting de sloot.

Buiten het oude schraallandreservaat zakt het grondwater dieper weg in de zomer. Ook is het verschil tussen de meetpunten midden op de percelen en de meetpunten dicht bij de sloten toe groter, wat zich uit in een duidelijk holle grondwaterspiegel. Dit is het duidelijkst zichtbaar bij locatie E, aan de zuidkant van het oude schraallandreservaat. Op locatie A, en in mindere mate locatie C, lijkt er een in de loop van het jaar een omslag plaats te vinden van een bolle naar een holle grondwaterspiegel.

In figuur 4.1 is het grondwaterstandverloop van de vier meetmomenten weergegeven. Opmerking hierbij is dat tijdens de meting in juli het oppervlaktewaterpeil was verlaagd om te kunnen maaien. Om de schraallandvegetatie te kunnen maaien wordt jaarlijks het peil gedurende enige weken verlaagd. In 2012 duurde deze periode van begin juli t/m eind juli.





Figuur 4.1 Grondwaterstandsverloop over de percelen. Links de grondwaterstand ten opzichte van maaiveld (cm beneden maaiveld), rechts ten opzichte van NAP.

4.3 Algemene analyse grondwaterstanden

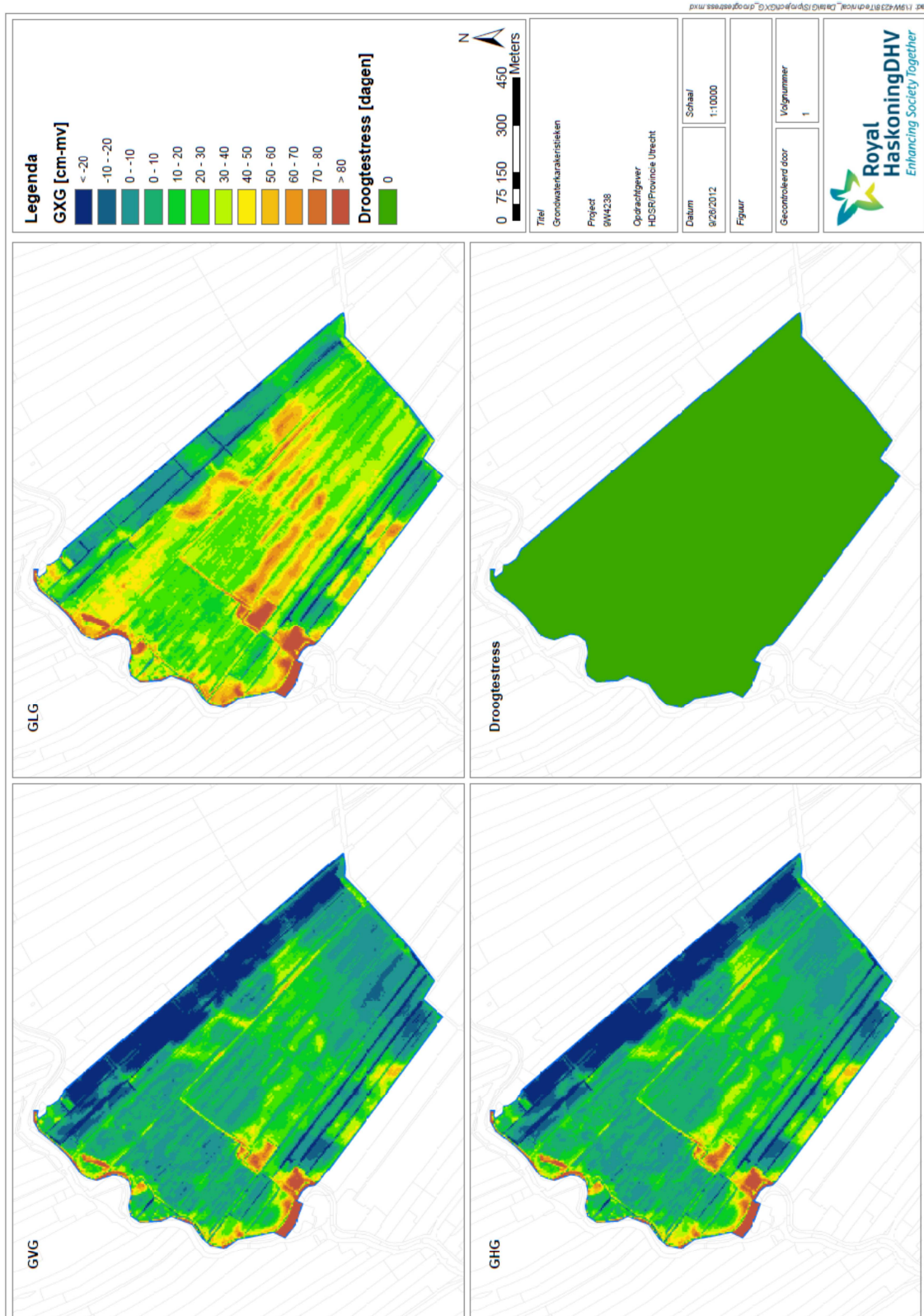
4.3.1 GXG's op basis van peilen uit het peilbesluit

De Schraallanden worden gekenmerkt door relatief hoge grondwaterstanden (figuur 4.2). In het voorjaar (GVG) liggen de grondwaterstanden in het oude schraallandreservaat (bijlblad en bijlsteel) rondom maaiveld, met uitzondering van enkele hoger gelegen kleiruggen in de bijlsteel. Buiten het oude schraallandreservaat worden zowel hogere als lagere grondwaterstanden berekend. Aan de noordoostzijde van het oude schraallandreservaat worden hoge GVG's berekend, tot meer dan 20 cm boven maaiveld. Ook in een aantal percelen aan de zuidkant van het gebied worden lokaal hoge voorjaarsgrondwaterstanden berekend. De percelen waar hogere grondwaterstanden worden berekend liggen lager dan de percelen in het oude schraallandreservaat. In de percelen die in het verlengde van het bijlblad liggen, zijn de berekende grondwaterstanden vergelijkbaar met die in het oude schraallandreservaat. Lokaal komen in wat hoger gelegen delen lagere grondwaterstanden voor. De grondwaterstanden in het voorjaar zijn vergelijkbaar met de hoogste gemiddelde grondwaterstanden (GHG).

In de zomer zakt de grondwaterstand enkele decimeters weg. In het oude schraallandreservaat ligt de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) grotendeels 10-30 cm onder maaiveld, met uitzondering van wat hoger gelegen delen, waar de grondwaterstand 40-70 cm onder maaiveld ligt. In de percelen aan de noordoostzijde van het oude schraallandreservaat worden GLG's rond maaiveld berekend.

Voor alle GXG's geldt dat de berekende grondwaterstanden vlak langs de sloten hoger zijn dan midden in de percelen. Er is nergens in het gebied sprake van droogtestress.

Uit metingen die zijn verricht in voorjaar en zomer van 2012 blijkt dat de gemeten waarden binnen het oude schraallandreservaat goed overeenkomen met de berekende waarden (figuur 4.2). Buiten het oude schraallandreservaat zakt de grondwaterstand in de zomer weg tot meer dan 50-60 cm beneden maaiveld. Dit wijkt in flink af van de berekende GLG die rond maaiveld ligt.



Figuur 4.2. Grondwaterkarakteristieken (GXG's en droogtestress).

4.4 Doelbereik beheertypen

In deze paragraaf wordt besproken wat het doelbereik van de grondwaterkarakteristieken is op basis van de huidige beheertypenkaart voor nat schraalland en kruidenrijk grasland.

4.4.1 Nat schraalland

De berekende grondwaterkarakteristieken liggen voor vrijwel het hele gebied in het optimale of suboptimale bereik (figuur 4.3). Zowel het optimale als het suboptimale bereik zijn geschikt voor het beheertype nat schraalland. Binnen het optimale bereik zijn de condities optimaal voor blauwgrasland. De GVG zit voor 59% van het oppervlak in het optimale en 38,5% in het suboptimale bereik. Dit betekent dat over 97,5% van het oppervlak de GVG binnen het bereik van Nat schraalland ligt.

De GLG ligt grotendeels in het suboptimale bereik (65,7% van het oppervlak). Voor 21,9% van het oppervlak is de GLG optimaal. Het doelbereik voor nat schraalland is in totaal 87,7%. Over 12,3% van het oppervlak ligt de GLG buiten bereik van nat schraalland. De GHG is grotendeels optimaal (70,8% van het oppervlak). Nog eens 23,3% van het oppervlak heeft een suboptimale GHG en voor slechts 5,9% ligt de GHG buiten het doelbereik. Dit betekent dat de doelrealisatie voor nat schraalland voor de GHG op 94,1% ligt.

De suboptimale locaties zijn over het algemeen iets natter dan het optimale bereik. De GVG ligt slechts op enkele hooggelegen plekken (net) buiten het bereik. Op die plekken is de grondwaterstand net (enkele cm's) te laag. In totaal gaat het om 2,5% van het oppervlak. De berekende GLG is eerder te nat dan te droog (figuur 4.4). Over 3,8% van het oppervlak is het droger dan het optimale bereik, over 75% (iets) natter. In totaal ligt de GLG over 12,3% van het oppervlak buiten het doelbereik. Over het algemeen ligt in de nattere delen de GLG 5-20 cm hoger dan het optimale bereik. Voor 11,7% van het oppervlak ligt de berekende GLG meer dan 20 cm hoger dan optimaal. De relatief natte delen liggen vooral in het zuiden van de bijlsteel en verspreid over kleine oppervlaktes in het bijlblad. Op deze locaties komen in de huidige situaties kleine zeggenmoerassen voor (Tolman & Pranger, 2009), die ook tot nat schraalland behoren.

Waar de GHG buiten het optimale doelbereik ligt, is het iets te droog (figuur 4.4). Over het algemeen gaat het slechts om enkele cm's te droog. Over 5,7% van het oppervlak ligt de GHG meer dan 20 cm lager dan het optimale bereik. In de overige gevallen gaat het om maximaal 20 cm te laag. Op de droogste delen komen in de huidige situatie pijpestrootjevegetaties (bijlsteel) of relatief droge blauwgraslandvegetaties (bijlblad) voor (Tolman & Pranger, 2009). Beide vegetatietypes zijn (ook in enigszins gedegradeerde vorm) te rekenen tot natte schraallanden. Droogtestress komt niet voor en ligt daarmee volledig binnen het optimale bereik.

In tabel 4.3 is samengevat hoe groot het oppervlak optimaal, suboptimaal en buiten bereik is. Ook is weergegeven hoe groot de afwijking (in cm) ten opzichte van het optimale bereik is.

Tabel 4.3: Samenvatting voor oppervlakte (ha) en % gebied binnen een bepaald bereik (optimaal, suboptimaal en buiten bereik) en afwijking in klassen (cm) te droog (-) en te nat (+) voor nat schraalland (huidige beheertypen)

Karakteristiek	Optimaal		Suboptimaal		Buiten bereik	
	Opp	%	Opp	%	Opp	%
GVG	12,2	59,0	8,0	38,5	0,5	2,5
GLG	4,6	21,9	13,6	65,7	2,6	12,3
GHG	14,7	70,8	4,8	23,3	1,2	5,9
Droogtestress	20,7	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Karakteristiek		0 - 2		2 - 5		5 - 10		10 - 20		20 - 30		30 - 50		> 50	
		Opp	%	Opp	%	Opp	%	Opp	%	Opp	%	Opp	%	Opp	%
GVG	+	2,3	11,1	2,6	12,4	1,6	7,9	0,2	1,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0
	-	0,3	1,5	0,4	2,0	0,5	2,4	0,3	1,3	0,1	0,4	0,1	0,5	0,1	0,3
GLG	+	0,8	3,7	1,5	7,3	2,7	13,2	8,0	38,7	2,3	11,1	0,1	0,5	0,0	0,1
	-	0,2	0,8	0,2	0,9	0,1	0,7	0,1	0,5	0,1	0,2	0,1	0,4	0,0	0,1
GHG	+	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	-	1,0	4,6	1,0	4,8	1,1	5,4	1,7	8,4	0,9	4,4	0,1	0,7	0,1	0,6

Samenvattend kan worden gesteld dat de berekende hydrologische condities zeer gunstig zijn voor nat schraalland. Waar de GXG's buiten het doelbereik vallen, heeft dit te maken met de hoogteligging binnen het perceel: lagere delen zijn wat natter en hogere delen wat droger. Verder optimalisatie van het peilbeheer lijkt op basis van de berekeningen niet mogelijk.

4.4.2 Kruidenrijk grasland

De berekende grondwaterkarakteristieken zijn zeer ongunstig voor kruidenrijk grasland (figuur 4.5). Over vrijwel het gehele oppervlak liggen de GXG's buiten bereik. In het geval van de GVG ligt deze over slechts 4,0% binnen het optimale of suboptimale bereik. Over 96% van het oppervlak ligt de GVG buiten bereik. Ook de GLG en de GHG liggen grotendeels buiten bereik. Alleen in wat hoger gelegen perceelsdelen aan de zuidkant van het oude schraallandreservaat worden optimale of suboptimale grondwaterstanden berekend. Voor de GLG ligt 19,8% van het oppervlak in het optimale of suboptimale bereik, voor de GHG is dat 26,9% (tabel 4.4).

De droogtestress die voor het hele areaal kruidenrijk grasland wordt berekend is in feite geen droogte-, maar 'natstress'. Over hele jaar genomen zijn de berekende GXG's te hoog voor een goede ontwikkeling van kruidenrijk grasland. In de praktijk zullen de grondwaterstanden in de noordoostelijke percelen gunstiger voor dit beheertype zijn dan nu is berekend, omdat de gemeten grondwaterstanden een stuk lager zijn. Dit blijkt ook uit de huidige vegetatie, met name in de noordoostelijk gelegen percelen waar de huidige vegetatie kwalificeert als kruidenrijk grasland. In de zuidelijk gelegen percelen is de huidige vegetatie meer gevarieerd. Op nattere delen komen overstromingsgraslanden voor en op de drogere delen bloemrijke graslanden en matig voedselrijke graslanden. Ook deze vegetaties zijn te beschouwen als kruidenrijk grasland (Staatsbosbeheer et al., 2008).

Over ruim 70% van het oppervlak is de GVG meer dan 20 cm te hoog (tabel 4.4). Met name aan de noordoostzijde van het oude schraallandreservaat worden veel te hoge grondwaterstanden berekend (figuur 4.6). De GVG ligt hier vaak meer dan 50 cm te hoog. In de huidige situatie komen in deze percelen voornamelijk vochtige, voedselrijke graslanden voor en lokaal zelfs vegetaties die worden gekarakteriseerd als overstromingsgraslanden (Tolman & Pranger, 2009). Dit wijst weliswaar op relatief vochtige omstandigheden, maar sluit niet aan bij de berekende hoge grondwaterstanden. Ook de GLG en den GHG liggen over het algemeen hoger dan het optimale bereik (figuur 4.6). Het afwijking van de optimale waarden is kleiner dan bij de GVG. In de zuidelijke percelen ligt de berekende waarden meestal slechts enkele cm's hoger dan gewenst, oplopend tot ongeveer 20 cm in het zuidoostelijke deel. In de percelen aan de noordoostzijde van het oude schraallandreservaat liggen de GLG en GHG vaak meer dan 50 cm hoger dan het optimale bereik.

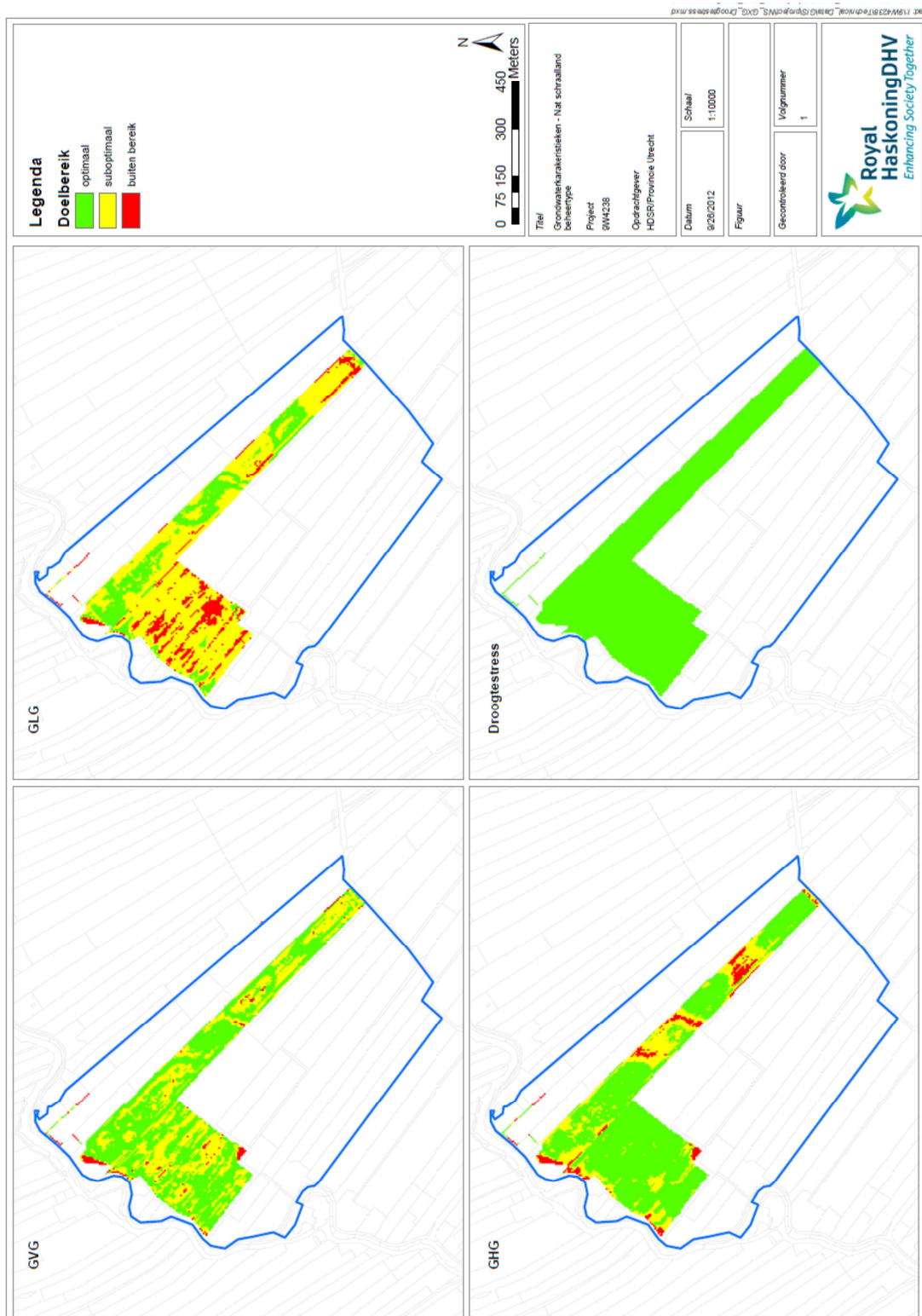
In tabel 4.4 is samengevat hoe groot het oppervlak optimaal, suboptimaal en buiten bereik is. Ook is weergegeven hoe groot de afwijking (in cm's) ten opzichte van het optimale bereik is.

Tabel 4.4. Samenvatting voor oppervlakte (ha) en % gebied binnen een bepaald bereik (optimaal, suboptimaal en buiten bereik) en afwijking in klassen (cm) te droog (-) en te nat (+) voor kruidenrijk grasland (huidige beheertypen)

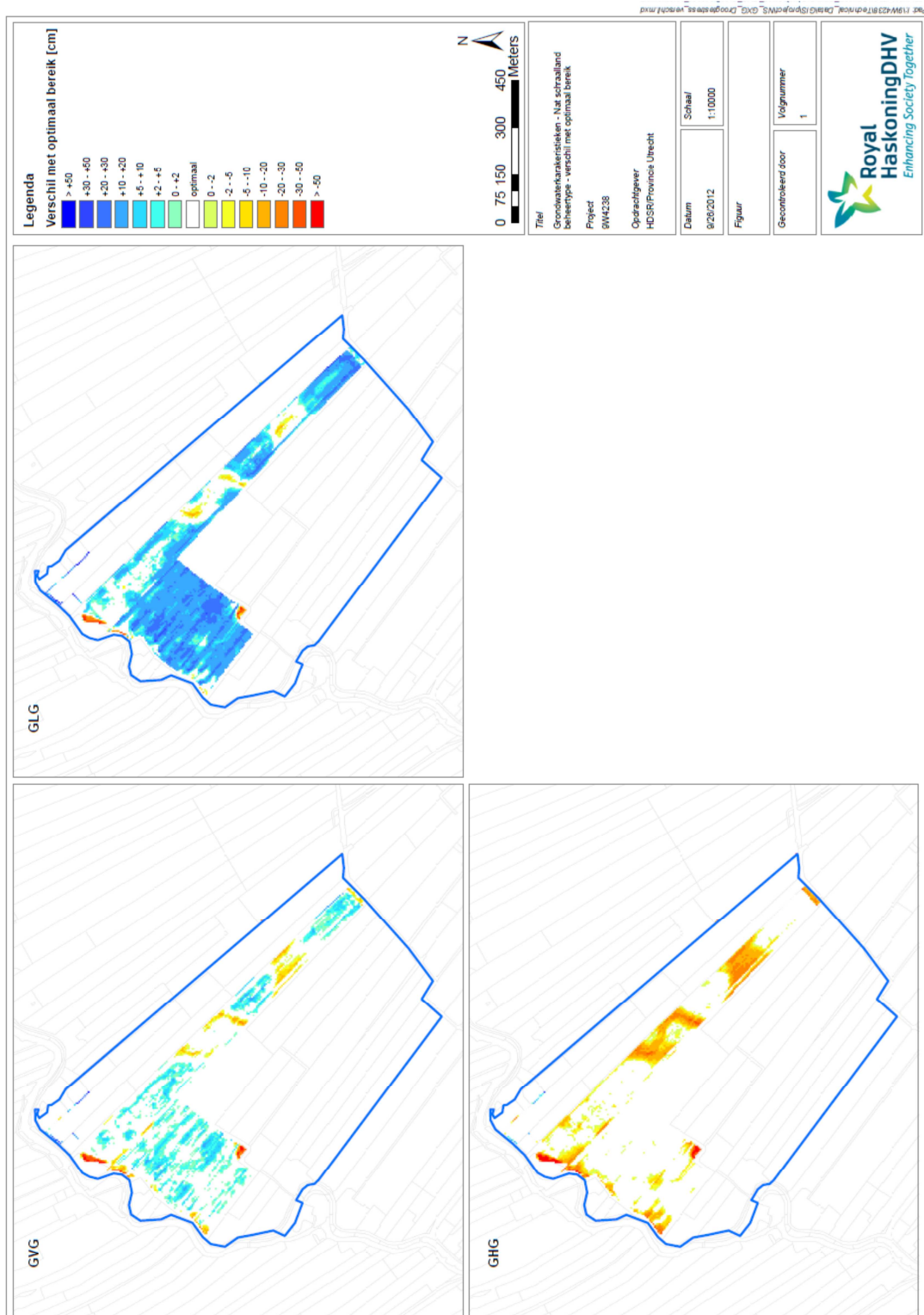
Karakteristiek	Optimaal		Suboptimaal		Buiten bereik	
	Opp	%	Opp	%	Opp	%
GVG	1,0	2,5	0,6	1,5	38,8	96,0
GLG	6,4	15,7	1,7	4,1	32,3	80,2
GHG	9,4	23,3	1,5	3,6	29,5	73,1
Droogtestress	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0

Karakteristiek		0 - 2		2 - 5		5 - 10		10 - 20		20 - 30		30 - 50		> 50	
		Opp	%	Opp	%	Opp	%	Opp	%	Opp	%	Opp	%	Opp	%
GVG	+	0,40	1,00	0,79	1,97	1,80	4,45	6,27	15,53	10,43	25,84	10,62	26,31	8,12	20,13
	-	0,10	0,24	0,09	0,22	0,15	0,36	0,26	0,63	0,18	0,44	0,14	0,35	0,00	0,01
GLG	+	1,08	2,69	2,10	5,20	5,01	12,43	11,03	27,34	3,96	9,81	7,60	18,83	1,17	2,91
	-	0,37	0,92	0,41	1,02	0,49	1,22	0,38	0,93	0,12	0,30	0,24	0,58	0,03	0,08
GHG	+	1,83	4,53	3,51	8,71	6,44	15,95	6,04	14,98	3,20	7,93	6,96	17,24	0,54	1,33
	-	0,47	1,17	0,53	1,30	0,46	1,15	0,38	0,95	0,25	0,62	0,30	0,75	0,04	0,09

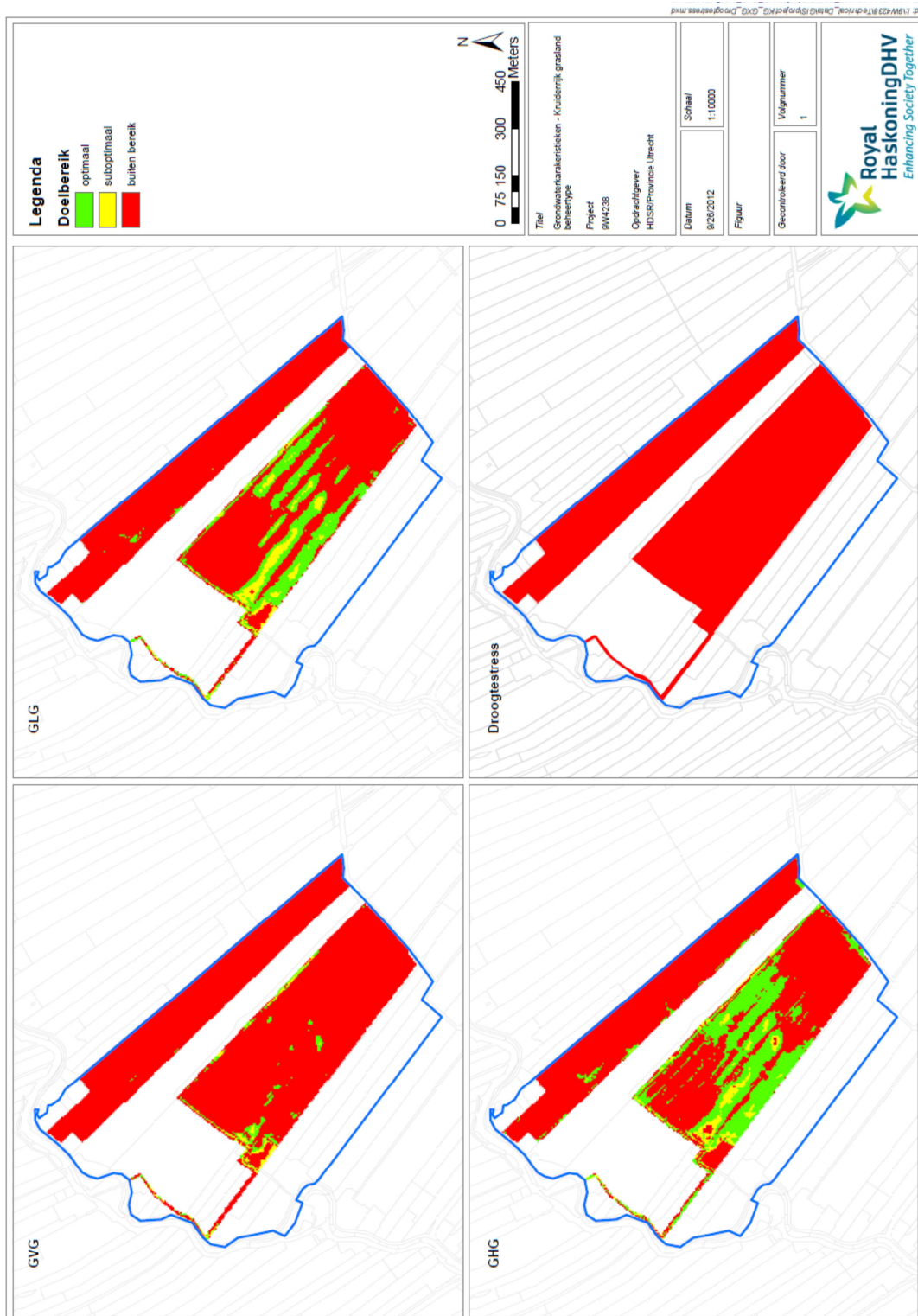
Samenvattend kan worden gesteld dat de berekende grondwaterstanden zeer ongunstig zijn voor kruidenrijk grasland. In vrijwel het hele gebied worden te hoge grondwaterstanden berekend.



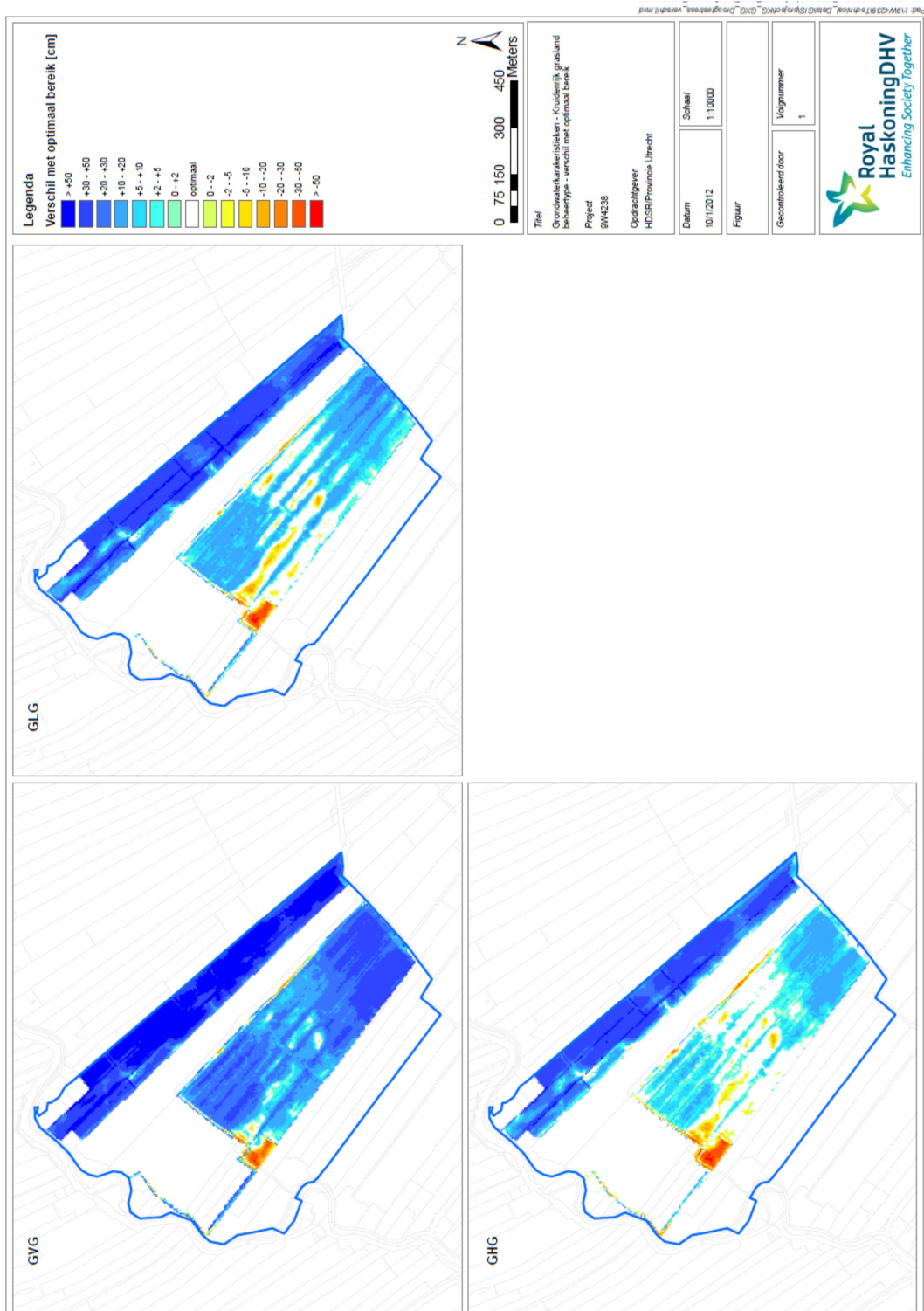
Figuur 4.3. Grondwaterkarakteristieken nat schraalland (huidige beheertypen).



Figuur 4.4. Afstand tot doelbereik nat schraalland (huidige beheertypen).



Figuur 4.5. Grondwaterkarakteristieken kruidenrijk grasland (huidige beheertypen).



Figuur 4.6. Afstand tot doelbereik kruidenrijk grasland (huidige beheertypen).

4.5 Doelbereik ambitietypen

In deze paragraaf wordt ingegaan op het doelbereik van nat schraalland en kruidenrijk grasland op basis van de ambitiekaart uit het natuurbeheerplan (Provincie Utrecht, 2012).

4.5.1 Nat schraalland

Op termijn ligt er de ambitie om in het hele studiegebied nat schraalland te ontwikkelen. Op basis van de berekende GXG's liggen er goede kansen voor nat schraalland in de percelen ten zuiden van het oude schraallandreservaat (figuur 4.7). Hier liggen de berekende GVG's en GHG's grotendeels in het optimale bereik (resp. 34,9 ha en 42,2 ha). Dat is een toename ten opzichte van het huidige areaal binnen het optimale bereik van 22,7 ha (GVG) en 27,5 ha (GHG). De GLG ligt grotendeels in het suboptimale bereik (52,2% van het totale oppervlak). In 18,8% of 13,6 ha (GHG) tot 31,5% of 22,8 ha (GLG) ligt de GXG buiten het doelbereik van nat schraalland. Het betreft vooral de percelen aan de noordoostzijde van het oude schraallandreservaat en wat hoger gelegen delen aan de zuidkant van het studiegebied.

De noordoostelijk gelegen percelen zijn te nat voor nat schraalland. Met name de GVG en de GLG liggen hier grotendeels meer dan 30 cm te hoog. In de rest van het gebied worden iets te lage hoogste grondwaterstanden berekend. Met name de GHG ligt in de hogere gelegen delen enkele cm tot enkele dm te laag (figuur 4.8). De afwijking van het optimale bereik is voor de GLG relatief klein. Voor 49% van het oppervlak is het maximaal 20 cm natter dan optimaal. Voor 31% is het meer dan 20 cm te nat, en voor 5% van het areaal is het droger dan optimaal (tabel 4.5). De natste delen liggen ten noordoosten van het oude schraallandreservaat.

Tabel 4.5. Samenvatting voor oppervlakte (ha) en % gebied binnen een bepaald bereik (optimaal, suboptimaal en buiten bereik) en afwijking in klassen (cm) te droog (-) en te nat (+) voor nat schraalland (ambitie beheertypen)

Beheertype	Optimaal		Suboptimaal		Buiten bereik	
	Opp	%	Opp	%	Opp	%
GVG	34,9	48,3	21,0	29,1	16,4	22,6
GLG	11,8	16,3	37,8	52,2	22,8	31,5
GHG	42,2	58,3	16,6	22,9	13,6	18,8
Droogtestress	72,3	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Karakteristiek		0 - 2		2 - 5		5 - 10		10 - 20		20 - 30		30 - 50		> 50	
		Opp	%	Opp	%	Opp	%	Opp	%	Opp	%	Opp	%	Opp	%
GVG	+	5,0	6,9	6,1	8,4	5,6	7,7	4,8	6,7	5,2	7,2	3,8	5,3	0,2	0,3
	-	1,0	1,4	1,3	1,7	1,3	1,8	1,1	1,5	0,4	0,6	0,6	0,8	0,9	1,2
GLG	+	2,1	2,9	4,0	5,6	8,6	11,9	20,8	28,7	8,9	12,3	10,4	14,3	2,1	2,9
	-	0,5	0,7	0,6	0,8	0,7	0,9	0,5	0,6	0,3	0,3	0,7	1,0	0,5	0,7
GHG	+	1,0	1,4	1,6	2,3	2,9	4,0	2,3	3,1	0,5	0,7	0,2	0,3	0,0	0,0
	-	2,9	4,0	3,2	4,4	4,3	5,9	6,2	8,6	2,7	3,7	1,0	1,4	1,4	1,9

Samenvattend kan worden gesteld dat ook buiten het oude schraallandreservaat op basis van de peilen uit het peilbesluit gunstige hydrologische condities zijn voor nat schraalland. Alleen in de percelen ten noordoosten van het oude schraallandreservaat is het met de peilen uit het peilbesluit te nat voor nat schraalland.

4.5.2 Kruidenrijk grasland

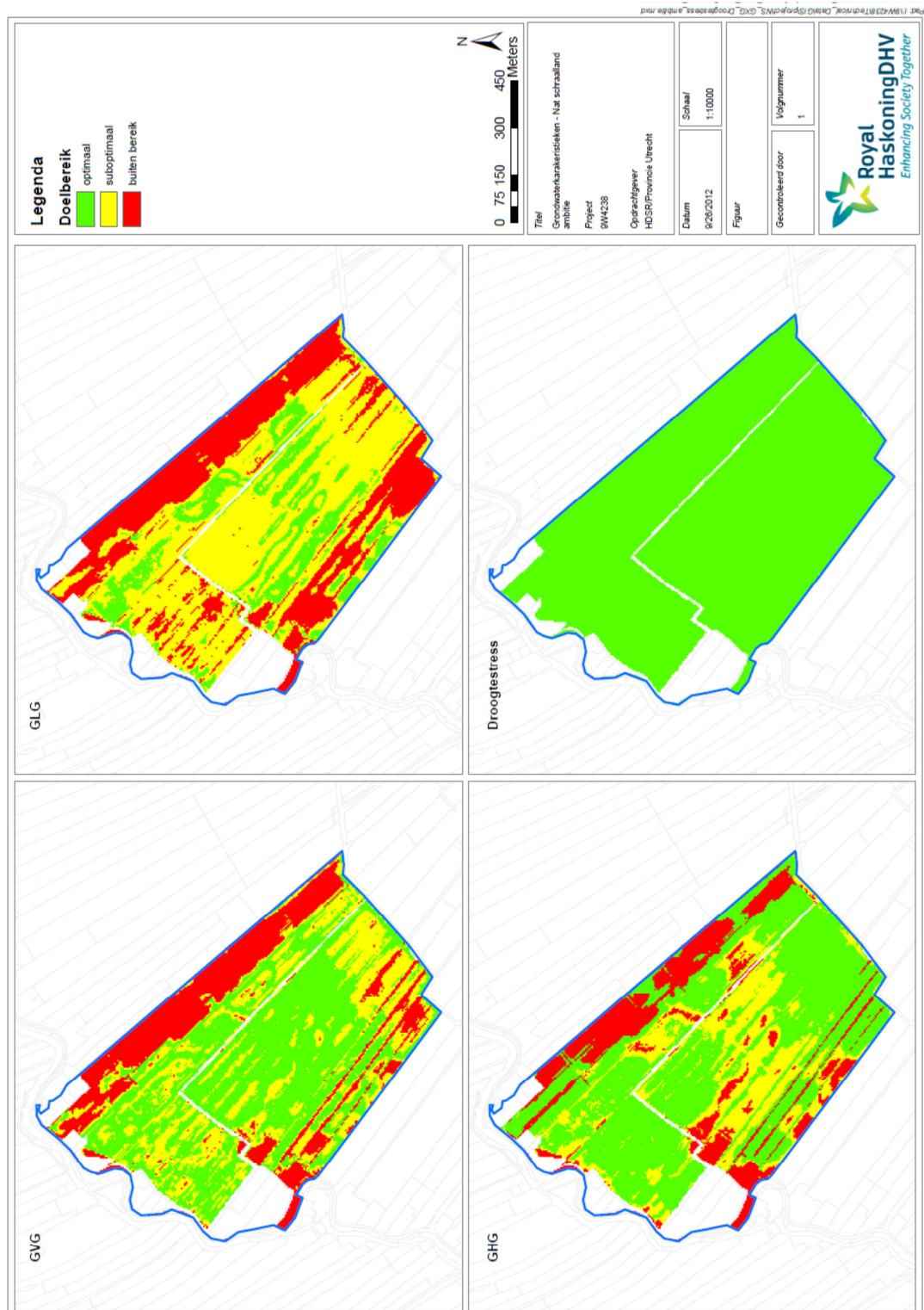
Op de ambitiekaart is slechts nog voor een heel klein gedeelte van het studiegebied Kruidenrijk grasland gepland. De berekende GXG's liggen grotendeels buiten het optimale en suboptimale bereik (figuur 4.9). Met name in het voorjaar is het te nat en ligt de GVG over 63,4% van het oppervlak buiten bereik (tabel 4.6). Ook de berekende GLG en GHG liggen te hoog en liggen voor minder dan de helft van het oppervlak binnen het optimale bereik.

Tabel 4.6. Samenvatting voor oppervlakte (ha) en % gebied binnen een bepaald bereik (optimaal, suboptimaal en buiten bereik) en afwijking in klassen (cm) te droog (-) en te nat (+) voor kruidenrijk grasland (ambitie beheertypen)

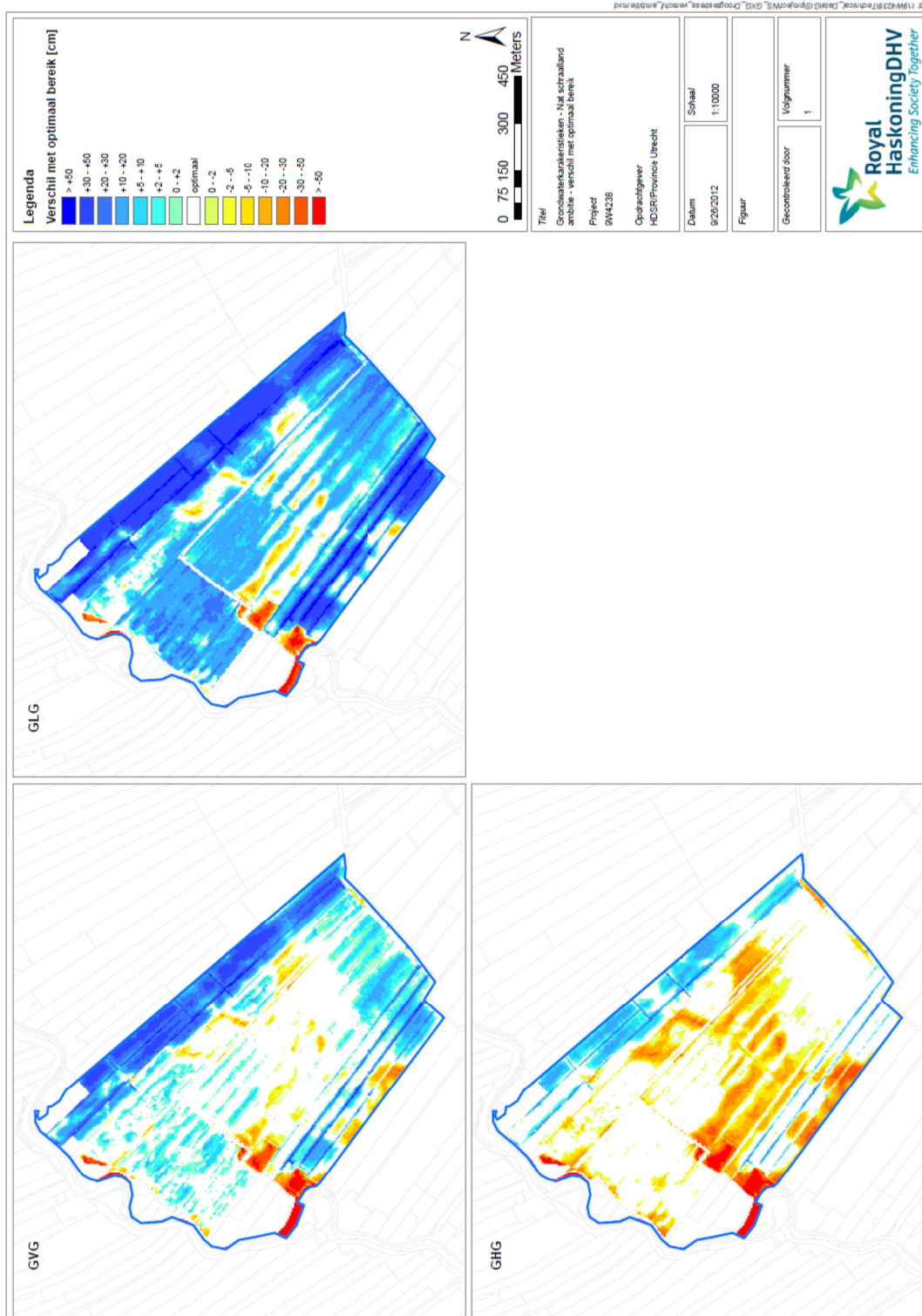
Karakteristiek	Optimaal		Suboptimaal		Buiten bereik	
	Opp	%	Opp	%	Opp	%
GVG	0,3	19,7	0,3	16,8	1,0	63,4
GLG	0,6	37,6	0,3	17,6	0,7	44,8
GHG	0,6	38,7	0,3	19,7	0,7	41,6
Droogtestress	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0

Karakteristiek		0 - 2		2 - 5		5 - 10		10 - 20		20 - 30		30 - 50		> 50	
		Opp	%	Opp	%	Opp	%	Opp	%	Opp	%	Opp	%	Opp	%
GVG	+	0,07	3,95	0,12	6,98	0,12	7,13	0,34	20,64	0,22	13,51	0,14	8,35	0,0	0,0
	-	0,04	2,43	0,05	2,73	0,07	3,95	0,13	7,74	0,03	1,52	0,02	1,37	0,0	0,0
GLG	+	0,10	5,92	0,09	5,16	0,15	9,10	0,24	14,72	0,11	6,68	0,01	0,30	0,0	0,0
	-	0,05	2,73	0,05	2,88	0,07	4,25	0,13	7,74	0,03	1,52	0,02	1,37	0,0	0,0
GHG	+	0,05	2,88	0,04	2,58	0,13	8,04	0,13	8,04	0,01	0,30	0,00	0,00	0,0	0,0
	-	0,07	4,40	0,13	8,04	0,12	7,28	0,15	9,10	0,13	7,74	0,04	2,58	0,01	0,30

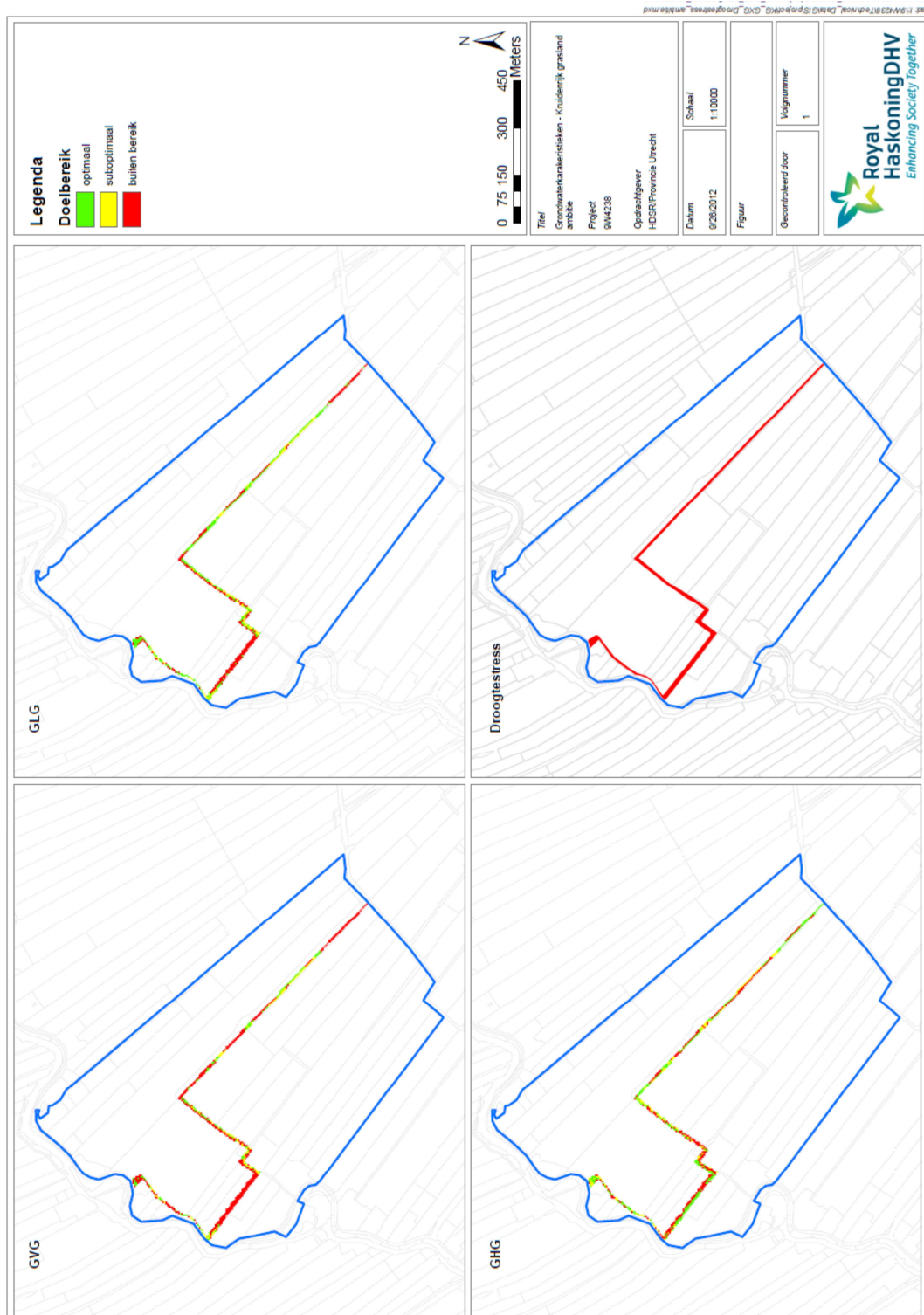
Samenvattend kan worden gesteld dat de berekende grondwaterstanden grotendeels ongunstig zijn voor kruidenrijk grasland.



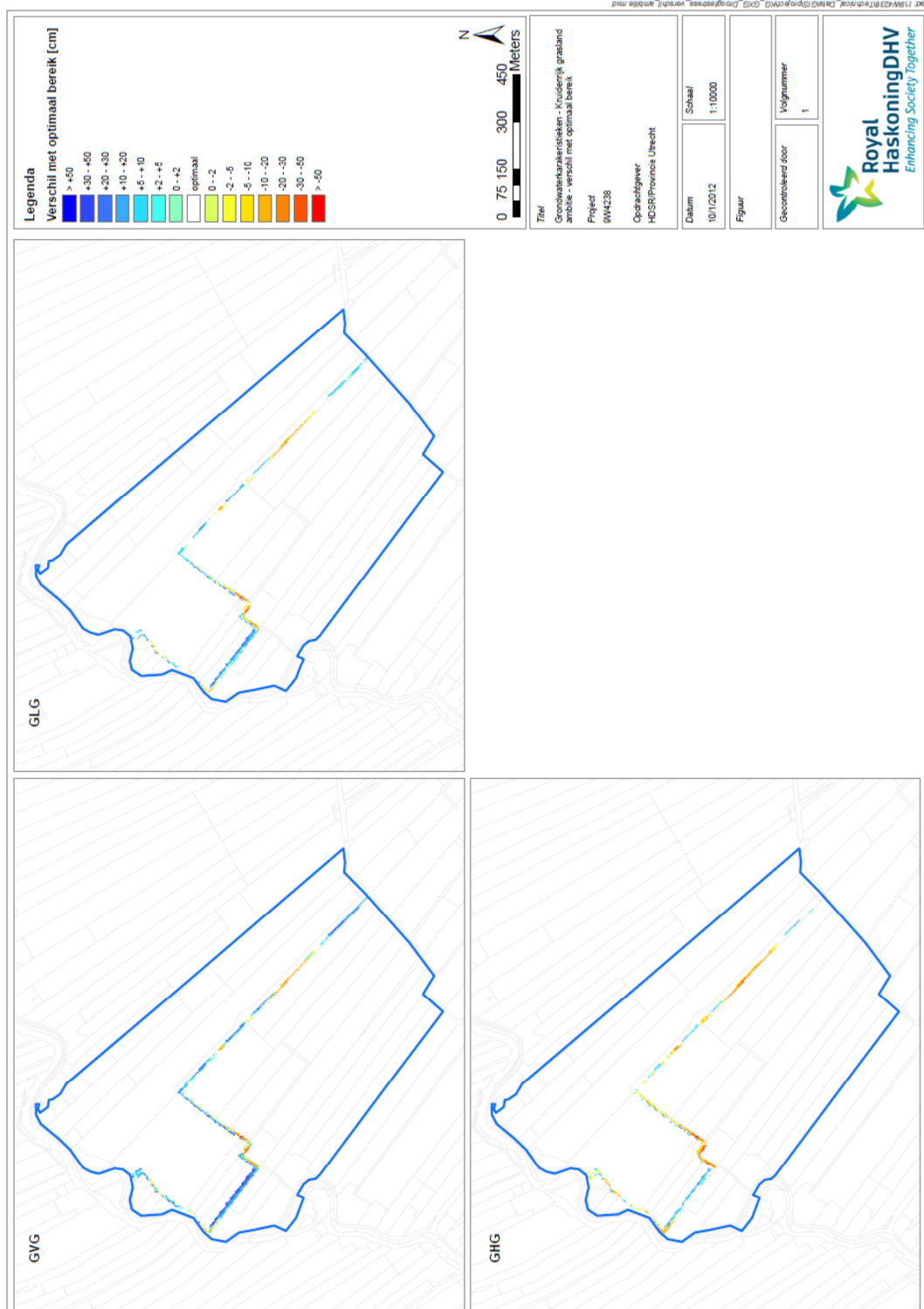
Figuur 4.7. Grondwaterkarakteristieken nat schraalland (ambitie beheertypen).



Figuur 4.8. Afstand tot doelbereik nat schraalland (ambitie beheertypen).



Figuur 4.9. Grondwaterkarakteristieken kruidenrijk grasland (ambitie beheertypen).



Figuur 4.10. Afstand tot doelbereik kruidrijk grasland (ambitie beheertypen).

4.6 Effecten peilbesluit op gemeten grondwaterstanden

Het aanpassen van het peilbesluit heeft nauwelijks effect gehad op de grondwaterstanden in het oude schraallandreservaat. De GLG en GHG zijn zelfs enkele cm's gedaald, de GVG is gelijk gebleven. De meetpunten liggen echter wat verder in het oude schraallandreservaat, het is mogelijk dat de effecten van de peilaanpassing vooral langs de rand zichtbaar zijn. Het is niet bekend wat de effecten van de peilaanpassingen in de bufferzone zijn op de grondwaterstanden in de percelen rondom het oude schraallandreservaat, want er zijn geen metingen beschikbaar van voor de peilaanpassing.

De iets lagere GLG is gunstig voor blauwgrasland, waarvoor het in de zomer wat droger mag zijn dan voor kleine zeggenvegetaties. De GLG ligt nu op de meeste meetpunten binnen het optimale bereik van blauwgraslanden. Verder zijn de grondwaterstanden suboptimaal gebleven. De GHG blijft te laag voor blauwgrasland en kleine zeggenvegetaties en ook de GVG blijft voor kleine zeggenvegetaties te laag.

Tabel 4.7. Vergelijking grondwaterkarakteristieken voor en na aanpassen peilbesluit.

2000 t/m 2005				2006 t/m 2011			
Locatie	GLG	GHG	GVG	Locatie	GLG	GHG	GVG
B31D0226	-34,4	-13,6	-19,0	B31D0226	-41	-17	-21
B31D0223	-36,5	-16,6	-22,8	B31D0223	-40	-18	-21
B31D0228	-21,8	-3,4	-8,5	B31D0228	-29	-7	-9
B31D0230	-30,9	-12,4	-17,5	B31D0230	-37	-15	-18
B31D0242	-35,6	-22,2	-26,2	B31D0242	-41	-27	-31
B31D0243	-26,7	-7,3	-12,3	B31D0243	-43	-7	-11
gemiddeld	-31	-13	-18	gemiddeld	-38	-15	-18

4.7 Conclusies waterkwantiteit

- In een groot deel van het onderzoeksgebied worden op basis van de peilen uit het peilbesluit gunstige grondwaterstanden berekend voor natte schraallanden. Dit geldt zowel binnen het oude schraallandreservaat als daarbuiten.
- In de percelen aan de noordoostzijde worden te hoge grondwaterstanden berekend. In dit deel van het gebied worden echter ook lagere oppervlaktewaterstanden gemeten dan het peil uit het peilbesluit. Hierdoor is het in de praktijk een stuk droger in dit deel van het onderzoeksgebied.
- De veldmetingen van het oppervlaktewaterpeil komen goed overeen met de peilen uit het peilbesluit, behalve in de percelen ten noordoosten van het oude schraallandreservaat. De meetreeksen van Staatsbosbeheer bevestigen dat de peilen in het oude schraallandreservaat goed overeenkomen met het peilbesluit.
- De peilaanpassingen hebben nauwelijks effect gehad op de grondwaterstanden in het oude schraallandreservaat. De grondwaterstanden blijven suboptimaal voor natte schraallanden.

5 RESULTATEN: HYDROLOGIE KWALITEIT

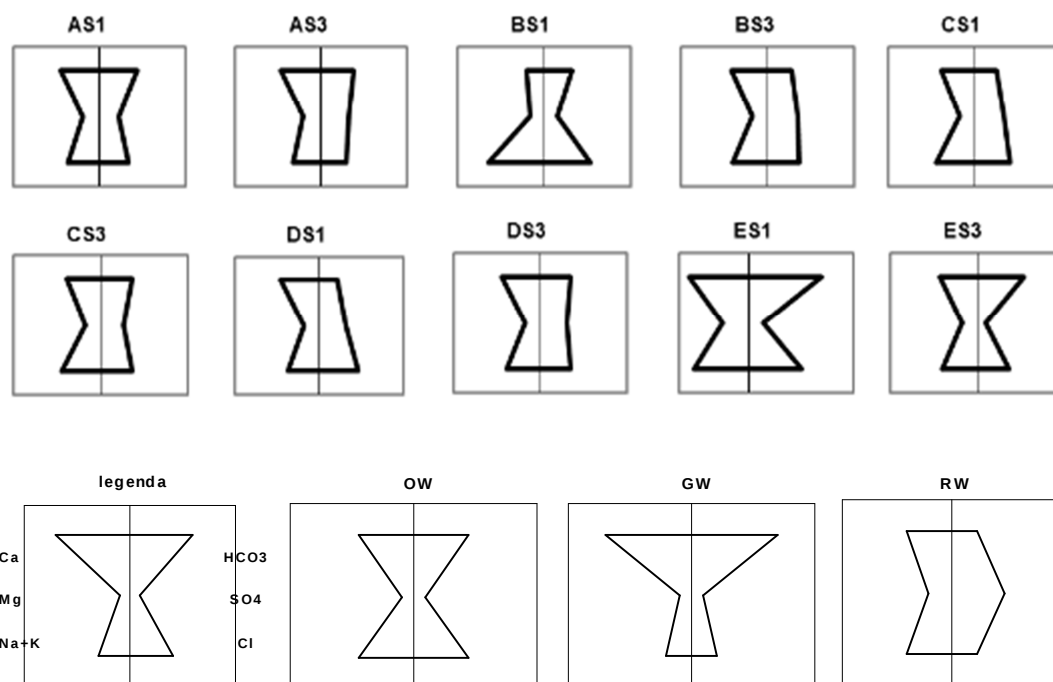
5.1 Oppervlaktewater

5.1.1 Analyses

Uit de analyses die zijn uitgevoerd in het kader van dit project blijkt dat het oppervlaktewater vrijwel overal mesotroof is. Bovendien dalen de concentraties nutriënten als een punt op grotere afstand van de inlaat ligt. De verschillen tussen de bemonsterde sloten zijn relatief klein, behalve bij locatie E waar de concentraties nutriënten aanzienlijk hoger liggen. De concentraties basen (Ca, Mg, K) zijn duidelijk lager in het oude schraallandreservaat dan daarbuiten, waarbij locatie D relatief intermediaire concentraties basen heeft. Door de verlengde aanvoerweg van het water wordt het inlaatwater verdund en dalen de concentraties basen in het water.

De concentratie sulfaat neemt binnen het oude schraallandreservaat eveneens af met afstand tot de inlaat. De meetpunten in de sloten buiten het oude schraallandreservaat hebben zeer hoge sulfaatconcentraties, die waarschijnlijk voor een groot deel veroorzaakt zijn door bemesting (in het verleden) van en uitspoeling uit de percelen. Ook in het oude schraallandreservaat worden nog zeer hoge concentraties sulfaat gemeten (tabel 5.1). Dit kan voor problemen zorgen wanneer het oppervlaktewater wordt gebruikt om de percelen te vernatten. Sulfaat wordt onder anaërobe omstandigheden omgezet in sulfide. Sulfide bindt sterker aan ijzer dan fosfaat, waardoor fosfaat vrijkomt (interne eutrofiëring) en de beschikbaarheid van fosfaat dus toeneemt. Wanneer vervolgens zuurstof in de bodem kan doordringen (bijv. door dalende grondwaterstanden), worden de sulfide geoxideerd waarbij zuur wordt gevormd. Dit kan leiden tot (oppervlakkige) verzuring van de bodem. Sulfide is voor veel soorten al vanaf lage concentraties giftig. Soorten als Zwarte zegge, Tweerijige zegge, Holpijp, Waterdriblad en Zomprus (en vermoedelijk veel andere schraallandsoorten waarvoor dit niet specifiek is onderzocht) zijn hiervoor heel gevoelig (Lamers et al., 1998; Lamers et al., in voorber.; Geurts et al., 2009). In hoofdstuk 6 wordt nader ingegaan op de risico's van interne eutrofiëring en sulfidevorming.

In de Stiff-diagrammen die zijn gemaakt van het oppervlaktewater is duidelijk het verschil te zien tussen de sloten in het oude schraallandreservaat en de sloten daarbuiten. Buiten het oude schraallandreservaat heeft het oppervlaktewater over het algemeen de zandlopervorm die karakteristiek is voor oppervlaktewater. Regenwater heeft over het algemeen meer een pijlvorm, grondwater een aambeelvorm. Binnen het oude schraallandreservaat komen vooral mengvormen voor tussen oppervlakte en regenwater, wat overeenkomt met een vermenging van inlaatwater met regenwater zoals dat binnen de verlengde aanvoerweg plaatsvindt. Het meetjaar 2012 kende een relatief nat voorjaar en zomer, waardoor er relatief veel regenwaterinvloed is. In een droger jaar zal er meer water ingelaten worden en zal het oppervlaktewater meer de typische zandlopervorm hebben.



Figuur 5.1 Stiffdiagrammen van de oppervlaktewaterkwaliteit. Zie figuur 2.1 voor locatie van de monsters.

Later in het jaar (metingen juli) hebben de Stiffdiagrammen vrijwel in alle bemonsterde sloten de karakteristieke zandlopervorm van oppervlaktewater. Alleen in punt BS1 is sprake van een afwijkende vorm. Net als in mei heeft het Stiffdiagram van deze sloot een omgekeerde aambeeldvorm. Het oppervlaktewater bevat in deze sloot dus relatief veel natrium, kalium en chloride ten opzichte van de andere ionen. Deze sloot wijkt ook op andere punten af en lijkt geïsoleerd te liggen van de rest van het watersysteem.

Tabel 5.1. Belangrijkste meetresultaten kwaliteit in het oppervlaktewater (5.1A mei 2012; 5.1B juli 2012). Getallen zijn weergegeven in $\mu\text{mol/l}$. De volledige analyseresultaten zijn opgenomen in bijlage 3.

Tabel 5.1A

locatie	pH	Alkal	Ca	Fe	Mg	P	SO4	NO3	NH4	PO4
AS1	7,0	1188,0	582,8	29,8	257,0	2,5	299,7	3,0	17,7	0,8
AS3	7,2	1069,0	644,2	24,3	295,1	1,8	457,4	3,0	14,3	0,6
BS1	5,4	224,2	56,9	6,8	45,2	0,8	52,7	3,0	12,7	0,4
BS3	6,8	435,4	294,7	8,5	124,0	0,8	276,7	2,5	15,1	0,8
CS1	6,8	319,3	225,1	4,6	98,5	0,5	207,0	7,5	16,1	0,4
CS3	6,5	425,7	189,6	3,0	87,4	0,6	157,5	3,0	16,4	0,6
DS1	5,1	512,6	674,2	3,4	261,4	0,7	377,6	2,3	16,3	0,5
DS3	7,0	757,9	463,6	9,9	185,9	0,5	332,4	9,8	14,2	0,5
ES1	7,1	1420,0	568,6	33,1	246,7	4,3	143,9	3,9	26,7	1,5
ES3	7,3	1691,0	647,7	29,8	268,9	5,7	141,2	21,5	29,9	2,4

Tabel 5.1B

locatie	pH	Alkal	Ca	Fe	Mg	P	S	NO3	NH4	PO4
AS1	7,3	1402,0	606,0	15,6	243,7	1,2	147,8	1,1	4,8	0,5
AS3	7,2	1357,0	619,5	17,9	270,5	1,4	165,7	0,5	5,4	0,4
BS1	5,4	178,7	71,7	10,4	53,5	0,3	46,6	0,2	2,6	0,1
BS3	7,3	978,4	490,8	14,3	207,5	0,6	202,1	0,6	4,4	0,2
CS1	6,5	469,0	246,6	4,4	108,5	0,6	143,8	0,7	4,5	0,2
CS3	6,9	542,0	302,6	12,2	121,6	0,4	176,2	0,6	5,6	0,2
DS1	7,3	1569,0	692,9	5,6	265,2	0,8	157,4	0,8	5,7	0,4
DS3	7,3	1477,0	644,5	7,1	244,1	0,6	138,4	2,2	10,5	0,2
ES1	6,9	1109,0	500,7	17,2	208,4	2,4	151,7	0,9	6,9	1,2
ES3	7,0	1033,0	497,3	34,2	199,7	7,8	199,9	4,1	36,8	4,2

De gemeten oppervlaktewaterkwaliteit in juli is vergelijkbaar met die in mei (tabel 5.1B). De concentraties nutriënten zijn over het algemeen wat lager. Dat is een normaal patroon voor sloten met waterplanten. Door opname van nutriënten door de planten, dalen de concentraties in het water.

5.1.2 Verlengde aanvoerweg

De huidige meetresultaten bevestigen dat de verlengde aanvoerroute een positief effect heeft op de nutriëntenconcentraties. Locatie E heeft veel hogere nutriëntenconcentraties dan A t/m D. Dit komt wellicht doordat het water hier vroeger werd ingelaten vanuit de Slimmenwetering en niet vanuit de Meije (Bilius & Van Leerdam, 2007). Monsterpunt A ligt het dichtst bij de inlaat. Hier worden dan ook de hoogste concentraties nutriënten gemeten (na locatie E). De andere locaties (volgorde D, B en C) liggen op grotere afstand van de inlaat, maar de verschillen in nutriëntenconcentraties zijn klein. Toen de verlengde aanvoer werd aangelegd was het effect van de verlengde aanvoer groter, omdat de concentraties nutriënten in het inlaatwater toen veel hoger lagen (zie o.a. Meuleman et al., 1996) dan nu het geval is. Overigens ligt ook de concentratie calcium aan het begin van de aanvoerweg nu een stuk lager dan in 1989 (ruim 40 mg/l in 1989 tegenover ongeveer 25 mg/l in 2012).

Uit eerder onderzoek is gebleken dat de basenconcentraties een goede indicator zijn voor hoever een monsterpunt van de inlaat afligt, of eigenlijk, in hoeverre een monsterpunt wordt beïnvloed door inlaatwater (Van den Broek et al., 2009). Dit is ook duidelijk zichtbaar bij de veldmetingen. Uit de gegevens blijkt dat de concentraties calcium, magnesium en kalium het hoogst zijn bij locaties A en E (figuur 5.2). Ook de sloot bij locatie D lijkt nog een vrij grote invloed van inlaatwater te kennen. Op locaties B en C is deze invloed veel minder en worden lage basenconcentraties gemeten. Een zelfde patroon is zichtbaar bij de alkaliniteit (maat voor de buffercapaciteit) van het oppervlaktewater.

Samenvattend kan worden gezegd dat de verlengde aanvoer een duidelijk effect heeft. Locaties A en E en, in mindere mate, D hebben concentraties basen en nutriënten die meer lijken op oppervlaktewater. Locaties A en E liggen in de buitenring van de aanvoer, waar meer sprake zal zijn van doorstroming van oppervlaktewater. Binnen de

5.2 Grondwater

Er zijn op twee momenten analyses uitgevoerd aan het grondwater in de boorgaten (tabel 5.2A en 5.2B). De concentraties calcium, magnesium, sulfaat en ammonium in het oude schraallandreservaat zijn relatief laag. De relatief hoge concentraties silicium midden op het perceel op locatie C (C2) zijn mogelijk een indicator voor verdroging.

Tabel 5.2. Belangrijkste meetresultaten kwaliteit grondwater in boorgaten in het oude schraallandreservaat (5.2A: mei 2012; 5.2B juli 2012). Getallen zijn weergegeven in $\mu\text{mol/l}$. De volledige analyseresultaten zijn opgenomen in bijlage 3.

Tabel 5.2A

locatie	pH	Alkal	Ca	Fe	Mg	P	SO4	NO3	NH4	PO4	Cl
B1-3	5,6	990,4	169,5	22,3	42,6	1,4	50,7	2,7	18,4	0,7	552,1
B2	5,2	362,5	140,4	17,6	38,0	1,6	40,6	2,2	18,0	0,5	510,4
C1-3	5,7	1962,0	249,8	19,2	74,3	1,4	88,8	2,8	19,8	0,5	566,2
C2	5,6	2967,0	267,7	23,9	71,3	2,0	99,5	3,7	28,1	1,7	752,6
D1-3	7,4	1210,0	685,6	4,5	266,5	1,0	382,6	6,6	15,0	0,5	1129,6
D2: geen data											

Tabel 5.2B.

locatie	pH	Alkal	Ca	Fe	Mg	P	SO4	NO3	NH4	PO4	Cl
B1	5,3	1190,0	193,8	34,4	37,4	0,4	119,8	1,5	8,8	0,4	477,9
B2	5,0	200,2	148,0	15,2	38,9	0,3	75,4	0,4	4,6	0,1	350,8
B3	5,0	237,4	314,6	15,4	86,1	0,4	207,1	0,8	6,8	0,2	704,2
C1	5,1	463,7	720,8	11,9	172,1	0,3	809,8	0,4	4,6	0,2	570,7
C2	5,6	12940	273,2	36,1	75,6	0,8	222,3	0,9	13,7	0,4	523,6
C3	5,6	9546,0	227,6	19,9	67,5	0,7	291,8	1,2	9,8	0,4	410,1
D1, D2 en D3: geen bemonstering mogelijk (grondwater te diep)											

De lage concentraties basen (calcium, magnesium) in het grondwater wijzen er op dat er geen of weinig basen worden aangevoerd met grond- of eventueel oppervlaktewater. Dit is niet gunstig voor de ontwikkeling van natte schraallanden, met name blauwgrasland, omdat deze afhankelijk zijn van omstandigheden met aanvoer van basenrijk (grond)water. Het grondwater staat duidelijk onder invloed van regenwater, gezien de lage concentraties chloride. Dit is duidelijker in het midden van de percelen dan langs de randen, waar wellicht nog enige invloed is van oppervlaktewater.

Buiten het oude schraallandreservaat is de grondwaterkwaliteit duidelijk anders (tabel 5.3). De grootste verschillen worden gevonden bij de concentraties calcium, magnesium, sulfaat en ammonium. Buiten het oude schraallandreservaat liggen deze concentraties aanzienlijk hoger dan daarbinnen. De hoge concentraties silicium op locatie A en E wijzen op een vergaande veraarding van het veen, wat samenhangt met verdroging. De hoge concentraties sulfaat in het grondwater buiten het oude schraallandreservaat kunnen zijn veroorzaakt door verdroging, maar kunnen ook samenhangen met recent landbouwkundig gebruik (kunstmest).

Tabel 5.3. Belangrijkste meetresultaten kwaliteit grondwater in boorgaten buiten het oude schraallandreservaat (5.3A: mei 2012; 5.3B juli 2012). Getallen zijn weergegeven in $\mu\text{mol/l}$. De volledige analyseresultaten zijn opgenomen in bijlage 3.

Tabel 5.3A

locatie	pH	Alkal	Ca	Fe	Mg	P	SO4	NO3	NH4	PO4	Cl
A1-3	5,4	1386,0	1079,3	245,3	298,5	5,8	666,0	3,8	151,3	1,6	327,0
A2	5,5	2591,0	2664,7	1249,4	683,5	7,4	1121,9	7,4	176,5	2,2	524,9
E1-3	4,3	90,1	1809,1	23,7	581,5	1,9	2474,3	6,5	68,3	0,6	403,5
E2	4,3	42,6	1944,9	176,8	585,6	3,5	2613,0	3,8	106,9	0,5	499,3

Tabel 5.3B.

locatie	pH	Alkal	Ca	Fe	Mg	P	SO4	NO3	NH4	PO4	Cl
A1	5,7	2406,0	1046,7	90,2	328,5	3,8	881,8	2,1	71,8	0,7	287,9
A2 en A3: geen bemonstering mogelijk (grondwater te diep)											
E1: geen bemonstering mogelijk (grondwater te diep)											
E2	4,9	4118,0	1381,2	539,7	455,6	3,7	2177,1	2,3	148,9	0,5	459,8

5.3 Conclusies waterkwaliteit

Grondwater:

- De concentraties basen in het grondwater binnen het oude schraallandreservaat zijn laag en wijzen op uitloging van de bodem;
- De lage concentraties chloride wijzen op infiltrerend regenwater;
- Buiten het oude schraallandreservaat zijn de concentraties basen hoger, maar is het grondwater ook voedselrijker (m.n. stikstof) en worden ook extreem hoge sulfaatconcentraties gemeten;
- Hoge concentraties silicium wijzen op veraarding van het veen buiten het oude schraallandreservaat.

Oppervlaktewater:

- Op basis van de concentraties nutriënten is het oppervlaktewater mesotroof te noemen. Dit is in principe voldoende voedselarm om te benutten voor vernattingsmaatregelen, waaronder het bevoeien van de percelen (mits sulfaatconcentraties omlaag gaan);
- De concentraties basen in het oppervlaktewater zijn vrij hoog in het inlaatwater, maar nemen af naarmate een punt verder van de inlaat af ligt;
- De sulfaatconcentraties in het oppervlaktewater zijn zeer hoog over de gehele lengte van de aanvoerweg en kunnen zorgen voor interne eutrofiëring en sulfidevorming wanneer dit water op de percelen komt. De risico's hiervan worden toegelicht in hoofdstuk 6;
- De huidige kwaliteit van het oppervlaktewater is onvoldoende om te gebruiken om de percelen te bevoeien, vanwege de hoge sulfaatconcentraties.

6 RESULTATEN: BODEM

6.1 Bodemchemie

De bodems in het oude schraallandreservaat zijn zeer voedselarm. Dit geldt zowel voor stikstof als voor fosfaat in de bodem. De fosfaatbeschikbaarheid in het oude schraallandreservaat ligt overal onder de 500 $\mu\text{mol/l}$ Olsen-P (bovengrens voor schrale graslanden) en in veel gevallen ook onder de 300 $\mu\text{mol/l}$, wat vaak gehanteerd wordt als een indicatiewaarde voor goed ontwikkelde blauwgraslanden. De top laag is iets voedselrijker dan de diepere lagen. Ook de totale fosfaatlast in de bodem is gering. Binnen het oude schraallandreservaat ligt de totaal-P concentratie overal onder of rondom 10 mmol/l. Hierdoor is het risico op mobilisatie van fosfaat vanuit de bodem gering. Dit wordt ook bevestigd door de Fe/P ratio, die overal boven de twee ligt. Het risico op mobilisatie van P is dan gering.

Een ander belangrijk resultaat is dat de bodems in het oude schraallandreservaat een afname van de pH en de basenverzadiging naar het maaiveld toe laten zien. Dit is ook te zien aan de calciumconcentratie die eveneens afneemt in de ondieper gelegen lagen. Dit duidt op een oppervlakkige verzuring van de top laag van de bodem, die veroorzaakt kan zijn door verdroging en/of stagnatie van regenwater. Deze verzuring, in de vorm van een lage pH en een relatief lage basenverzadiging, is het duidelijkst zichtbaar op locatie D. Hier zijn ook relatief hoge anorganische N (ammonium plus nitraat in het zoutextract gemeten) concentraties gemeten. Het risico op verdere verzuring in het oude schraallandreservaat is groot, omdat de verhouding tussen zwavel en basen in de bodem ongunstig is ($>2/3$; Lucassen et al., 2002). In tabel 6.1 zijn de belangrijkste bodemchemische parameters samengevat. De volledige analyseresultaten zijn opgenomen in bijlage 3.

Tabel 6.1. Belangrijkste bodemchemische karakteristieken.

	Diepte	Org. Stof	Ca	P-tot	Olsen-P	Anorg. N	pH	Basenverz.
Locatie	cm	% drooggewicht	mmol/l	mmol/l	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$		%
A	0-10	54	81	28,94	1108	1266	4,36	97
A	10-20	56	105	19,55	559	810	4,61	99
A	20-30	70	105	8,95	194	992	4,70	99
B	0-10	66	24	7,50	338	126	3,85	92
B	10-20	54	45	8,18	199	95	4,10	97
B	20-30	63	80	6,62	95	103	4,45	99
C	0-10	58	29	9,08	349	358	3,88	90
C	10-20	45	40	10,60	395	174	4,10	95
C	20-30	53	66	8,15	160	172	4,49	99
D	0-10	44	25	8,57	361	680	3,79	81
D	10-20	43	39	8,80	280	641	3,90	88
D	20-30	62	59	5,35	132	480	4,02	94
E	0-10	35	55	37,28	2032	2189	4,03	92
E	10-20	32	66	41,34	1909	906	4,01	92
E	20-30	34	65	30,73	1440	1044	4,05	94

De voedselrijkdom van de bodem sluit goed aan bij de standplaatseisen van natte schraallanden. De lage pH en matig hoge calciumconcentraties wijzen echter op uitloging van de bodem, doordat geen of weinig basen worden aangevoerd via het grond- of eventueel oppervlaktewater. Dit is niet gunstig voor de ontwikkeling van natte schraallanden, met name blauwgrasland, omdat deze afhankelijk zijn van omstandigheden met aanvoer van basenrijk (grond)water.

De locaties buiten het oude schraallandreservaat (A en E) zijn duidelijk voedselrijker dan de locaties daarbinnen (B, C en D). Dit geldt zowel voor stikstof als voor fosfaat in de bodem. Op locatie A is het verschil vooral zichtbaar in de toplaag, op locatie E is de bodem op alle bemonsterde dieptes veel voedselrijker dan in het oude schraallandreservaat. De bovenste 10-20 cm is op beide locaties zeer voedselrijk. Op locatie A neemt de fosfaatbeschikbaarheid sterk af en is de bodem op 20-30 cm niet of nauwelijks voedselrijker dan in het oude schraallandreservaat. Locatie E is veel voedselrijker, met op alle bemonsterde dieptes Olsen-P concentraties ruim boven de 500 $\mu\text{mol/l}$.

De stikstofconcentraties zijn ook aanmerkelijk hoger buiten het oude schraallandreservaat dan daarbinnen. Dit hangt samen met vrij recente bemesting (tot 2003) in de betreffende percelen. De concentraties basen, met name in de bovenste 20 cm, zijn buiten het oude schraallandreservaat aanzienlijk hoger. De bodem is hier minder uitgelooagd dan in het oude schraallandreservaat. Dit hangt samen met het feit dat in het oude schraallandreservaat al vele decennia uitloging van de bodem plaatsvindt door wegzijging van infiltrerend regenwater.

In het vorige hoofdstuk is reeds aangegeven dat bevloeiing met oppervlaktewater kan leiden tot interne eutrofiëring en sulfidevorming in de bodem. Gezien de lage totale hoeveelheid fosfaat en de lage concentraties ijzer in de bodem in het oude schraallandreservaat, is de kans op interne eutrofiëring na bevloeiing met oppervlaktewater echter gering. Uit eerder onderzoek (o.a. Geurts et al., 2008) is gebleken dat het risico op fosfaatmobilisatie vanuit de bodem gering is bij een Fe/P ratio boven de twee. Dit is zowel in het oude schraallandreservaat als daarbuiten overal het geval. In het schraallandreservaat is bovendien de totale P-last in de bodem klein, waardoor weinig fosfaat gemobiliseerd kan worden. Door de lage ijzerconcentraties in de bodem is de fractie aan ijzer gebonden fosfaat, die het makkelijkst gemobiliseerd kan worden, ook gering.

Vorming van giftig sulfide kan wel een groot probleem zijn. In de winterperiode, wanneer bevloeiing met oppervlaktewater plaats zou vinden, is de temperatuur laag, waardoor vrijwel geen sulfaatreductie plaatsvindt (Loeb et al., 2008). Het probleem ontstaat in het voorjaar, wanneer de temperatuur stijgt en de bodem nog zeer nat is. Bovendien is de bodem in het oude schraallandreservaat het hele jaar door vrij nat. Dit schept gunstige condities voor de vorming van sulfide.

Sulfide kan al bij zeer lage concentraties giftig zijn (Lamers et al., 1998, Van der Welle et al., 2006, Geurts et al., 2009). Uit verschillende studies komt naar voren dat sulfide de soortensamenstelling van de vegetatie kan beïnvloeden (Adema et al., 2003, Li et al., 2009, Lamers et al., in voorb.). De mate waarin sulfide giftig is voor planten lijkt samen te hangen met de mate en patronen waarin zij zuurstof verliezen via hun wortels. Uit

onderzoek is gebleken dat planten met alleen zuurstofverlies aan de worteltoppen, zoals veel hogere grassoorten hebben, vaak goed bestand zijn tegen hoge sulfideconcentraties. Veel karakteristieke kruidachtige soorten van blauwgraslanden, maar ook zeggesoorten zoals Zwarte zegge en Tweerijige zegge, hebben deze aanpassingen niet en ondervinden al negatieve gevolgen van lage concentraties sulfide (Lamers et al., 1998). In sommige studies wordt zelfs gesuggereerd dat toxines, zoals sulfide, maar ook ammonium en ijzer, in vochtige tot natte vegetaties in belangrijke mate de soortensamenstelling bepalen (o.a. Lamers, 2002; Adema et al., 2003; Lamers et al., in voorber.). Bevloeien met sulfaatrijk oppervlaktewater zou dus zeer goed kunnen leiden tot een verdere achteruitgang van de vegetaties. Wanneer eerst wordt doorgespoeld om de basenconcentraties zo hoog mogelijk te maken, zullen de concentraties sulfaat eveneens toenemen.

6.2 Poriewaterchemie

De poriewaterchemie is eveneens duidelijk verschillend tussen de monsterpunten binnen en buiten het oude schraallandreservaat. In het oude schraallandreservaat (B, C, D) is het poriewater duidelijk zuurder, kalkarmer en minder voedselrijk dan daarbuiten (A, locatie E was te droog voor bemonstering van het poriewater). Opvallend zijn de hoge concentraties nutriënten (NO_3 , NH_4 , PO_4 , P-totaal) op locaties D2 en D3. Deze concentraties zijn vergelijkbaar met de concentraties buiten het oude schraallandreservaat. De lage pH in het oude schraallandreservaat is duidelijk gerelateerd aan uitloging van de bodem: in het oude schraallandreservaat worden zeer lage concentraties calcium gemeten. Buiten het oude schraallandreservaat (locatie A) worden veel hogere concentraties calcium gemeten. De hoge concentraties sulfaat (SO_4) op locatie A kunnen zijn veroorzaakt door oxidatieprocessen (ijzersulfiden) in de bodem (door verdroging), maar kunnen evengoed een restant zijn van het voormalig agrarisch gebruik. Dit geldt ook voor de relatief hoge concentraties ijzer en calcium. Het feit dat er geen verband bestaat tussen de sulfaat- en ijzerconcentraties wijst in de richting van agrarisch gebruik, maar mogelijk is door verdroging vrijgekomen ijzer inmiddels in de bodem gebonden (aan fosfaat) of uitgespoeld naar het oppervlaktewater.

De lage pH in het poriewater op locaties B, C en D kan zijn veroorzaakt door verdroging. Bij een (te) lage grondwaterstand kan er meer zuurstof in de bodem doordringen en zullen gereduceerde verbindingen in de bodem worden geoxideerd. De analyseresultaten geven echter geen duidelijke aanwijzing voor verdroging. De concentraties sulfaat zijn relatief laag, evenals de ijzer en fosfaatconcentraties. Alleen op locatie D, met name D2 en D3, zouden de hoge fosfaatconcentraties het gevolg kunnen zijn van verdroging. De lage pH in het poriewater op locatie D wordt waarschijnlijk veroorzaakt door stagnerend regenwater.

De concentraties chloride in het poriewater kunnen indicatief zijn voor de invloed van regenwater. Als gevolg van verdroging in het verleden is het veen ingeklonken. Langs de randen van percelen is deze inklinking minder sterk, omdat hier nog wat oppervlaktewater kan indringen. Hierdoor zijn vaak holle percelen ontstaan waar gemakkelijk regenwater in blijft staan. Daarnaast laat verdroogd veen minder water door. Dit versterkt het ontstaan van holle percelen. Omdat regenwater slecht gebufferd is, kan onder invloed van regenwater gemakkelijk verzuring optreden door uitloging van

de bodem. Het feit dat vooral langs de randen van de percelen nog goed ontwikkeld blauwgrasland voorkomt is gerelateerd aan deze processen. De (zeer) lage chlorideconcentraties in de monsters A3, D2 en D3 lijken te wijzen op een grote invloed van regenwater op die locaties. Op de overige locaties lijkt hiervan geen sprake te zijn, hoewel de concentraties chloride op alle locaties vrij laag zijn.

De lage pH en lage concentraties calcium wijzen op verzuring van de bodem. Dit is niet gunstig voor een goede ontwikkeling van natte schraallanden, met name blauwgrasland. Verzuring is niet alleen een gevolg van uitloging van de bodem als gevolg van de wegzijgingssituatie maar ook van de overmaat aan stikstofdepositie. De kritische depositiewaarde voor stikstof van blauwgrasland wordt over het hele oppervlak fors overschreden (provincie Zuid-Holland, 2012). Stikstof komt met name in de vorm van ammoniak neer op de schraallandvegetaties hetgeen leidt tot verzuring.

Ook de relatief hoge concentraties nutriënten en sulfaat zijn ongunstig. Deze kunnen leiden tot een verandering van de soortensamenstelling, doordat (zeldzame) karakteristieke soorten concurrentie ondervinden van soorten die kunnen profiteren van hoge nutriëntenbeschikbaarheid of die beter bestand zijn tegen hoge sulfide- en of ammoniumconcentraties.

In bijlage 3 zijn de volledige analyseresultaten opgenomen.

Tabel 6.2. Belangrijkste meetresultaten poriewater (mei 2012). Getallen zijn weergegeven in $\mu\text{mol/l}$. De volledige analyseresultaten zijn opgenomen in bijlage 3.

Locatie	pH	Ca	Fe	P-tot	SO ₄	NO ₃	NH ₄	PO ₄	Cl
A1	6,3	1184,8	115,8	31,0	727,6	17,8	91,2	18,7	219,8
A2	6,0	2312,9	2342,0	31,5	520,6	96,6	86,6	10,4	418,9
A3	5,9	605,1	31,0	14,9	599,3	5,8	23,6	8,8	74,7
B1	5,1	42,1	7,1	3,7	49,3	4,4	38,0	8,0	568,9
B2	5,2	90,8	15,3	13,6	37,2	4,8	37,5	9,8	508,7
C1	5,0	85,2	25,9	6,2	110,1	3,5	25,6	4,9	409,3
C2	4,9	72,3	13,9	9,4	96,6	3,8	29,6	7,0	338,0
C3	5,1	64,2	11,8	5,3	73,5	2,3	23,1	4,4	242,1
D1	4,9	65,0	12,7	5,9	85,2	31,9	33,0	4,8	334,7
D2	5,0	60,0	22,0	39,5	71,5	1,0	15,4	29,3	64,5
D3	4,9	51,3	21,9	17,3	71,2	11,1	89,0	12,8	63,0

6.3 Conclusies bodem

Bodem:

- Voedselrijkdom van de bodem in het oude schraallandreservaat sluit goed aan bij de eisen van het huidige en het ambitie-beheertype (schraalgrasland);
- Buiten het oude schraallandreservaat is de voedselrijkdom hoog (te hoog voor ambitiebeheertype nat schraalland), maar met name aan de noordoostzijde geldt dit alleen voor de bovenste 10-20 cm. De percelen aan de noordoostzijde hebben na afgraven van de toplaag een gunstige bodemchemie voor het ambitiebeheertype nat schraalland;

- Het risico op fosfaatmobilisatie is op alle onderzochte percelen gering;
- Basenverzadiging is nog hoog, maar lijkt dalende trend te vertonen: binnen het oude schraallandreservaat is de basenverzadiging lager dan daarbuiten. De concentraties basen in de toplaag van de bodem zijn buiten het oude schraallandreservaat 2-3 keer hoger dan erbinen. De lage basenconcentraties en dalende basenverzadiging zijn indicatief voor verzuring (mede veroorzaakt door de hoge stikstofdepositie op het gebied);
- De pH is vrij laag voor blauwgrasland en sluit beter aan bij heischrale en kleine zeggenvegetaties (die dan ook zijn toegenomen de laatste decennia, zie §2.4), met name in de bovenste 10 cm, wat oppervlakkige verzuring indiceert;
- Bevoeiing met oppervlaktewater is risicovol vanwege de hoge concentraties sulfaat in het oppervlaktewater. Wanneer dit sulfaat in de percelen kan doordringen wordt in de natte bodems van het oude schraallandreservaat gemakkelijk sulfide gevormd. Veel plantensoorten zijn hiervoor zeer gevoelig.

7 DISCUSSIE EN CONCLUSIES

7.1 Systeemanalyse

7.1.1 Oude schraallandreservaat

Uit de GXG-berekeningen komt naar voren dat de grondwaterstanden in het oude schraallandreservaat goed aansluiten bij de standplaatseisen van nat schraalland. Op de wat lager gelegen delen is het iets te nat voor blauwgraslanden, maar daar zijn de condities gunstig voor kleine zeggenvegetaties. Dit is ook duidelijk terug te zien op de vegetatiekaart, waar kleine zeggenvegetaties op de lagere, nattere delen voorkomen. Dat de grondwaterstanden goed aansluiten bij de standplaatseisen van natte schraallanden wordt bevestigd door langjarige metingen in peilbuizen van Staatsbosbeheer en aanvullende veldmetingen uit 2012. De berekende grondwaterstanden bevestigen ook de keuze voor de oppervlaktewaterpeilen. Omdat de laatste jaren een licht dalende trend in grondwaterstanden lijkt op te treden, is het wel belangrijk de grondwaterstanden te blijven monitoren.

Ook de bodemchemie sluit grotendeels goed aan bij de standplaatseisen. De bodem is voldoende voedselarm voor natte schraallanden en het risico op interne eutrofiëring is gering, omdat de totale fosfaatvoorraad in de bodem klein is. Dit sluit aan bij het huidige en historische gebruik van het gebied. Het oude schraallandreservaat is nooit gebruikt als intensief landbouwgebied. De basenverzadiging is nu nog vrij hoog, maar is duidelijk dalende. De pH van de toplaag is veelal te laag voor blauwgrasland en sluit beter aan bij de eisen van heischrale vegetaties en kleine zeggenvegetaties. Deze twee vegetatietypen zijn dan ook de afgelopen decennia in oppervlak toegenomen. Uit de analyses blijkt dat het risico op verdere verzuring groot is (mede ook vanwege de hoge stikstofdepositie zoals die ook in de komende jaren zijn invloed zal hebben op het gebied (provincie Zuid-Holland, 2012), omdat de concentraties basen laag zijn. Aanvoer van basen is dus zeer gewenst.

Gezien de huidige hydrologische situatie is aanvoer van basen via het grondwater onmogelijk. Het gebied is al decennia lang een wegzijgingsgebied. De omringende percelen liggen lager (en komen steeds lager te liggen) door ontwatering ten behoeve van de landbouw. Door de sterke wegzijging wordt de grondwaterkwaliteit sterk bepaald door regenwater. Doordat regenwater zwak gebufferd is, vindt uitloging van de bodem plaats. Dit zorgt voor een daling van de buffercapaciteit en de pH, zoals ook duidelijk zichtbaar is aan de bodemchemische metingen en de huidige vegetatie, die meer kenmerken heeft van heischraal grasland en kleine zeggenvegetaties dan van blauwgrasland. Het oppervlaktewater heeft nauwelijks een relatie met het grondwater. Laterale indringing van oppervlaktewater naar de percelen vindt nauwelijks plaats. Aanrijking vanuit het oppervlaktewater met basen vindt dan ook nauwelijks plaats. Alleen direct langs de slootoevers kan oppervlaktewater indringen. Hier worden dan ook nog de meeste soorten van blauwgraslanden aangetroffen.

Omdat het oppervlaktewater nauwelijks in de percelen doordringt, heeft de verlengde aanvoerweg vooral een positief effect op de watervegetatie. Doordat het oppervlaktewater in de Meije (het inlaatwater) de laatste 20 jaar minder voedselrijk is geworden, is het effect van de aanvoerweg relatief veel minder groot dan eind jaren '80.

Verdunning met regenwater in de verlengde aanvoer zorgt er ook voor dat het oppervlaktewater lage concentraties basen heeft. Dit maakt dat het oppervlaktewater aan het eind van de aanvoerweg (in het oude schraallandreservaat) relatief weinig kan bijdragen aan de aanvulling van basen in de bodem. Een ander aandachtspunt voor het oppervlaktewater is de hoge sulfaatconcentratie, die ook nog aan het einde van de aanvoerweg (te) hoog is. In §7.2 wordt nader ingegaan op de risico's daarvan.

Samenvattend zijn er de volgende knelpunten voor behoud van natte schraallanden in het oude schraallandreservaat:

- Binnen het oude schraallandreservaat heeft uitloging van de bodem plaatsgevonden. Hierdoor is de toplaag verzuurd.
- Basenaanvoer vindt op dit moment niet plaats, omdat het gebied al decennia lang een wegzijgingsgebied is en overstrooming met oppervlaktewater niet plaatsvindt.
- Het oppervlaktewater is in de huidige situatie onvoldoende geschikt, vanwege relatief lage basenconcentraties en hoge sulfaatconcentraties.

7.1.2 Nieuw verworven percelen

Staatsbosbeheer ambieert het ontwikkelen van natte schraallanden in de percelen ten noordoosten en zuiden van de huidige natte schraallanden. Uit de analyse van de GXG's is gebleken dat de berekende grondwaterstanden hiervoor met name in de noordoostelijke percelen te hoog zijn. Uit grondwaterstandsmetingen in 2012 blijkt echter dat het in deze percelen juist relatief droog is. Afgelopen zomer zakte de grondwaterstand hier weg tot meer dan 50-60 cm beneden maaiveld, terwijl het model laagste grondwaterstanden van maximaal 20-30 cm beneden maaiveld voorspelt. Deze lagere grondwaterstanden dan voorspeld worden (deels) veroorzaakt door een lager oppervlaktewaterpeil dan in het peilbesluit. Daarnaast kan sterke wegzijging naar de omgeving hieraan bijdragen. Uit onderzoek van KIWA (Meuleman et al., 1999) is naar voren gekomen dat een peilverhoging in dit deel van het studiegebied leidt tot minder wegzijging vanuit het oude schraallandreservaat, maar meer wegzijging vanuit de percelen met peilverhoging. Mogelijk hangen de lage gemeten grondwaterstanden ook samen met de vroegere dieper ontwatering ten behoeve van de landbouw, waardoor de venige bodem veraard is. Sterk veraard veen heeft vaak een lage doorlatendheid, waardoor weinig zijdelingse indringing van oppervlaktewater plaatsvindt. Dit is ook terug te zien in een sterk hol grondwaterstandsverloop over de percelen in de zomer. De metingen die dit jaar gedaan zijn wijzen eerder op iets te droge (suboptimale) omstandigheden dan te natte. Voor dit deel van het gebied zijn geen peilschaalmetingen voor meerdere jaren beschikbaar die kunnen bevestigen dat het oppervlaktewaterpeil hier structureel lager is dan vastgelegd in het peilbesluit.

Naast de hydrologische condities, zijn ook de bodemchemie en grondwaterkwaliteit van belang voor het al dan niet kunnen realiseren van natte schraallanden buiten het oude schraallandreservaat. Uit de grondwateranalyses komt naar voren dat de concentraties calcium, magnesium, sulfaat en ammonium buiten het oude schraallandreservaat aanzienlijk hoger zijn dan daarbinnen. De hoge concentraties sulfaat in het grondwater buiten het oude schraallandreservaat kunnen zijn veroorzaakt door verdroging, maar kunnen ook samenhangen met recent landbouwkundig gebruik (kunstmest). De hoge concentraties silicium op locatie A en E wijzen op een vergaande veraarding van het

veen, wat samenhangt met verdroging. De hoge concentraties calcium en magnesium zijn gunstig voor de ontwikkeling van natte schraallanden. De hoge concentraties sulfaat en ammonium zijn echter ongunstig voor de ontwikkeling van natte schraallanden. In venige bodems wordt bij een hoge grondwaterstand gemakkelijk sulfide gevormd uit sulfaat. Zowel sulfaat als ammonium zijn voor veel planten giftig. Bovendien leidt reductie van sulfaat tot mobilisatie van fosfaat uit de bodem (Smolders et al., 2006), waardoor het gemakkelijk te voedselrijk wordt voor natte schraallanden.

Ook de bodemchemie verschilt duidelijk tussen de bemonsterde locaties binnen en buiten het oude schraallandreservaat. De locaties buiten het oude schraallandreservaat (A en E) zijn duidelijk minder voedselrijk dan de locaties daarbuiten. Dit geldt zowel voor stikstof als voor fosfaat in de bodem. Op locatie A is het verschil vooral zichtbaar in de toplaag, op locatie E is de bodem op alle bemonsterde dieptes veel voedselrijker dan in het oude schraallandreservaat. Op locatie A neemt de fosfaatbeschikbaarheid sterk af en is de bodem op 20-30 cm niet of nauwelijks voedselrijker dan in het oude schraallandreservaat. Locatie E is veel voedselrijker, met op alle bemonsterde dieptes Olsen-P concentraties ruim boven de 500 $\mu\text{mol/l}$. Op basis van deze resultaten zou afgraven van de bovenste 10 cm (met aanvullend verschralingsbeheer) of de bovenste 20 cm in de noordoostelijk gelegen percelen (locatie A) leiden tot gunstige bodemchemische condities voor de ontwikkeling van natte schraallanden. De zuidelijk gelegen percelen (locatie E) zijn te voedselrijk voor natte schraallanden.

De stikstofconcentraties zijn ook aanmerkelijk hoger buiten het oude schraallandreservaat dan daarbinnen. Dit hangt samen met vrij recente bemesting (tot 2003) in de betreffende percelen. De pH is iets hoger dan in het oude schraallandreservaat, evenals de basenverzadiging. Met name in de percelen aan de noordoostzijde worden hoge concentraties calcium en een hoge basenverzadiging gemeten, wat gunstig is voor de ontwikkeling van natte schraallanden.

De hogere concentraties calcium en nutriënten in de bodems buiten het oude schraallandreservaat zijn ook zichtbaar in de poriewateranalyses (bijlage 3). De hoge concentraties sulfaat (SO_4) op locatie A kunnen zijn veroorzaakt door oxidatieprocessen (ijzersulfiden) in de bodem (door verdroging), maar kunnen evengoed een restant zijn van het voormalig agrarisch gebruik. Dit geldt ook voor de relatief hoge concentraties ijzer en calcium. Het feit dat er geen verband bestaat tussen de sulfaat- en ijzerconcentraties wijst in de richting van agrarisch gebruik, maar mogelijk is door verdroging vrijgekomen ijzer inmiddels in de bodem gebonden (aan fosfaat) of uitgespoeld naar het oppervlaktewater.

Op basis van de analyseresultaten is ontwikkeling van nat schraalland mogelijk in de percelen die ten noordoosten liggen van het oude schraallandreservaat. Wanneer hier 20 cm wordt afgegraven is de bodem voldoende voedselarm voor schraallandontwikkeling en is de hydrologie vermoedelijk eveneens gunstig voor nat schraalland, omdat de daadwerkelijk gemeten grondwaterstanden wat lager liggen dan de berekende. Met het grondwater worden voldoende basen aangevoerd. De hoge sulfaat- en ammoniumconcentraties vormen echter een belangrijk knelpunt voor een goede vegetatieontwikkeling.

Samenvattend zijn er de volgende knelpunten voor uitbreiding van natte schraallanden buiten het oude schraallandreservaat:

- Buiten het oude schraallandreservaat is de bodem te voedselrijk voor natte schraallanden. In de noordoostelijke percelen is alleen de toplaag te voedselrijk.
- In de noordoostelijke percelen worden te natte condities berekend voor natte schraallanden. In de praktijk worden echter veel lagere grondwaterstanden gemeten en is het oppervlaktewaterpeil lager dan in het peilbesluit.
- De sulfaat- en ammoniumconcentraties in het grondwater zijn te hoog voor natte schraallanden.

7.2 Oplossingsrichtingen

7.2.1 Bevoeiing met oppervlaktewater

Uit de systeemanalyse komt naar voren dat verzuring het belangrijkste knelpunt vormt voor behoud van natte schraallanden in het oude schraallandreservaat. Dit komt doordat het gebied al decennia lang een wegzijgingsgebied is en er geen inundatie meer plaatsvindt. Ook wordt het gebied al heel lang niet meer bemest (bijv. met stalmest of slootbagger), waardoor ook op die manier geen basen meer worden aangevoerd. Voor een duurzame instandhouding van de natte schraallanden is aanvoer van basen een vereiste. Herstel van basenrijke kwel naar het gebied zal niet mogelijk zijn gezien de hoogteligging en de peilen in de omgeving. Mogelijk is inundatie met basenrijk oppervlaktewater (mits van een goede kwaliteit) een geschikte maatregel.

Het oppervlaktewater is voldoende voedselarm om te gebruiken om de percelen te bevoeien, zodat de basenvoorraad in de bodem kan worden aangevuld. Er zijn echter twee mogelijke knelpunten die het water in de huidige samenstelling minder geschikt maken ter plaatse van het oude schraallandreservaat. Dit hangt samen met de aanleg van de verlengde aanvoerweg (die wel goed heeft gewerkt voor verlagen concentraties fosfaat).

Allereerst zijn de concentraties basen in het oppervlaktewater vrij laag. Door verdunning met regenwater in de verlengde aanvoerweg dalen de concentraties basen, waardoor vooral in het oude schraallandreservaat lage concentraties worden gemeten. Aanvoer van basen is het meest cruciaal in dit deel van het studiegebied, omdat de basenvoorraad in de bodem hier nagenoeg is uitgeput. Bevoeiing vanuit de sloten in het gebied levert dus relatief weinig voordeel op. Dit zou kunnen worden opgelost door voor inundatie eerst goed door te spoelen met inlaatwater. Daarmee gaat echter het positieve effect van de verlengde aanvoerweg op de nutriëntenconcentraties verloren. Omdat de waterkwaliteit in de Meije sterk verbeterd is de laatste decennia, zullen ook zonder verlengde aanvoerweg de concentraties fosfaat een stuk lager zijn dan in het verleden. Bovendien is het risico van bevoeiing met (relatief) voedselrijk water gering wanneer de bevoeiing in de winter plaatsvindt, omdat planten dan niet groeien en dus ook niet of nauwelijks voedingsstoffen opnemen.

Een tweede probleem zijn de hoge concentraties sulfaat in het oppervlaktewater. Uit onderzoek in laagveengebieden in heel Nederland (Lamers et al., 2006) blijkt dat de grenswaarde voor sulfaatconcentraties in het oppervlaktewater tussen 100 en 200 $\mu\text{mol/l}$ sulfaat ligt (10-19 mg/l). Wanneer eerst wordt doorgespoeld om de

basenconcentraties zo hoog mogelijk te maken, zullen de concentraties sulfaat eveneens toenemen en boven deze grenswaarde komen te liggen. Dit is overigens ook nu al in een groot deel van de verlengde aanvoerweg het geval. Boven 100 $\mu\text{mol/l}$ sulfaat neemt de kans op interne eutrofiëring sterk toe. In gebieden met hoge ijzerconcentraties (bijv. door aanvoer van ijzerrijke kwel) is het risico op interne eutrofiëring lager, maar daarvan is in de Schraallanden geen sprake. Gezien de lage totale hoeveelheid fosfaat en de lage concentraties ijzer in de bodem (weinig ijzergebonden fosfaat in de bodem) in het oude schraallandreservaat, is de kans op interne eutrofiëring na bevloeiing met oppervlaktewater echter gering. Vorming van giftig sulfide kan wel een groot probleem zijn. In de winterperiode, wanneer bevloeiing met oppervlaktewater plaats zou vinden, is de temperatuur laag, waardoor vrijwel geen sulfaatreductie plaatsvindt (Loeb et al., 2008). Het probleem ontstaat in het voorjaar, wanneer de temperatuur stijgt en de bodem nog zeer nat is. Door de vorm van de percelen (langs de randen vaak wat hoger dan midden op de percelen) blijft het oppervlaktewater op de percelen staan. Door bevloeiing met oppervlaktewater wordt in feite het regenwater dat nu op de percelen blijft staan vervangen door oppervlaktewater. Bovendien is de bodem in het oude schraallandreservaat het hele jaar door vrij nat. Dit schept gunstige condities voor de vorming van sulfide. De vorming van giftige sulfides kan worden voorkomen door te zorgen dat het oppervlaktewater na inundatie weer snel wordt afgevoerd, zodat sulfaat niet in de bodem kan doordringen. Het is dan echter de vraag of er dan wel basen in de bodem terecht zullen komen.

In het oude schraallandreservaat zijn de percelen een groot deel van het jaar, en zeker in de winter, waterverzadigd. Vaak staat er ook regenwater op de percelen. Oppervlaktewater zal niet of nauwelijks in de bodem terecht komen en basenaanvulling zal moeten plaatsvinden door diffusie. Dit is een zeer langzaam proces, en dus zal vrij langdurig moeten worden bevloed om effect te hebben. Aan de andere kant is door KIWA berekend dat de wegzijging over het hele jaar vrij constant is (Meuleman et al., 1999). Oppervlaktewater zou dus ook in natte periodes in de bodem moeten komen, in ieder geval in de bovenste laag. Door de aanleg van de bufferzone zal de wegzijging uit het oude schraallandreservaat echter zijn verminderd. De indringing van oppervlaktewater zal hierdoor dus ook zijn verminderd.

7.2.2 Alternatieve oplossingen

Er zijn drie mogelijke alternatieven om de basenvoorraad terug op peil te brengen: bekalken, opbrengen slootbagger en bemesten met ruige stalmest. Deze alternatieven hebben echter ook duidelijke nadelen die hier kort worden besproken.

Bekalken van de percelen lijkt een logische oplossing op basen aan te vullen. Door bekalken zullen de concentraties basen in de bodem direct toenemen. Er kleven echter een aantal risico's aan het bekalken van veenbodems. Bekalken van bodems met een hoog organische stofgehalte kan leiden tot interne eutrofiëring en ammoniumtoxiciteit (Aggenbach et al., 2009). Het risico op interne eutrofiëring (door versnelde mineralisatie) is in het oude schraallandreservaat gering door de lage totale fosfaatvoorraad in de bodem. Ammoniumtoxiciteit kan wel problematisch zijn. De verwachting is dat veel typische blauwgraslandsoorten daarvoor gevoelig zijn. Voor Spaanse ruiter is dit in ieder geval ook aangetoond (Lucassen et al., 2003). Bovendien is er nog weinig ervaring met bekalken in blauwgraslanden (Beije et al., 2012).

Een tweede alternatief is het opbrengen van slootbagger. In het verleden werd slootbagger over de percelen verspreid om de percelen (licht) te bemesten. Nu gebeurt dat zelden meer, omdat men bang is voor een te grote aanvoer van nutriënten en verzuring. Of het opbrengen van slootbagger een realistisch alternatief is, hangt af van de kwaliteit van de slootbodem. Uit onderzoek van HDSR (Dijkstra, 2012) blijkt dat de concentraties calcium in de slootbagger vergelijkbaar zijn met die op de percelen. Opbrengen van slootbagger voegt dus niets toe aan de basentoestand van de bodem. Bovendien bevat de slootbagger vrij hoge concentraties zwavel in verhouding tot ijzer (Witteveen+Bos, 2012), hetgeen kan leiden tot verdere verzuring van de bodem. Het opbrengen van slootbagger is dus geen goed alternatief.

Een andere oplossing is bemesten met ruige stalmest. Dit gebeurde vroeger ook vaak met soortgelijke hooilanden. Nadeel is uiteraard dat niet alleen basen, maar ook nutriënten worden aangevoerd. Bemesten met ruige stalmest wordt soms toegepast als maatregel in wat voedselrijkere hooilanden, zoals dotterbloemhooilanden (Zwaenepoel et al., 2002; website SNL⁷), met als doel het tegengaan van verzuring. Voor blauwgrasland is het effect niet bekend.

7.2.3 Realisatie natuurdoelen nieuw verworven percelen

De percelen ten zuiden van het oude schraallandreservaat hebben gunstige hydrologische omstandigheden voor ontwikkeling van nat schraalland, maar zijn te voedselrijk. Afgraven heeft hier daarom geen meerwaarde en leidt bovendien tot te natte omstandigheden. Langdurig verschralen biedt hier het beste perspectief voor een goede vegetatieontwikkeling. Het is echter onwaarschijnlijk dat zich hier natte schraallanden zullen ontwikkelen. Het is beter de ambitie hier bij te stellen. Voor veel vegetaties die onder het beheertype kruidenrijk grasland (huidige beheertype) vallen is het hier te nat met de nieuw ingestelde peilen. De omstandigheden zijn wel geschikt voor wat nattere typen, zoals zilverschoongraslanden. Ook in de huidige situatie (obv kartering 2009) komen dit soort graslanden (overstromingsgraslanden met Geknikte vossenstaart, Mannagras en Fioringras) hier al op de wat lager gelegen delen voor.

Voor de percelen ten noordoosten van het oude schraallandreservaat worden te natte omstandigheden berekend. In de praktijk is het hier echter een stuk droger, omdat de oppervlaktewaterpeilen hier 30-40 cm lager liggen dan in het peilbesluit. Op basis van gemeten grondwaterstanden is het hier eerder iets te droog. De huidige toplaag van de bodem is te voedselrijk voor nat schraalland, maar wanneer de bovenste 20 cm zou worden verwijderd ontstaan gunstige bodemchemische condities. Waarschijnlijk zullen de hydrologische condities dan ook verbeteren ten opzichte van de huidige situatie (als gemeten in 2012). De kwaliteit van het grondwater vormt echter een knelpunt in dit deel van het gebied. De concentraties sulfaat en ammonium zijn hoog, wat kan leiden tot toxische effecten op gevoelige typische nat schraallandsoorten. De concentraties sulfaat in het grondwater kunnen mogelijk sterk verbeteren wanneer het hele watersysteem deel uitmaakt van de verlengde aanvoerweg. In monsterpunt AS1 (verlengde aanvoer) is de sulfaatconcentratie veel lager dan in AS3 (geen verlengde aanvoer). Uit de analyses blijkt dat het grondwater relatief sterk wordt beïnvloed door de oppervlaktewaterkwaliteit. Een verbetering van de oppervlaktewaterkwaliteit zal dus (op

⁷ <http://www.portaalnatuurenlandschap.nl/snl/overzicht-typen/natuurbeheertypen/n10-vochtige/n10-02-vochtig/>

termijn) leiden tot een verbetering van de grondwaterkwaliteit. De hoge ammoniumconcentraties in het grondwater zullen verbeteren wanneer de percelen niet meer of minder bemest worden.

7.3 Conclusies

Hieronder worden de belangrijkste conclusies van het onderzoek kort samengevat:

- De hydrologische omstandigheden voor nat schraalland in het oude schraallandereservaat zijn gunstig;
- De bodemchemische condities in het oude schraallandereservaat zijn gunstig voor wat betreft voedselrijkdom;
- De basenvoorraad en de pH zijn echter niet op orde: er is sprake van voortschrijdende verzuring;
- In het oude schraallandereservaat moet dus worden gezorgd voor basenaanvoer in de wortelzone;
- Het oppervlaktewater is daarvoor in de huidige samenstelling niet geschikt vanwege lage basenconcentraties en hoge sulfaatconcentraties;
- Het inlaatwater uit de Meije heeft hogere concentraties basen, maar ook hogere concentraties sulfaat en nutriënten. De risico's van hogere nutriënten- en sulfaatconcentraties zijn gering bij overstroming in de winter en wanneer het water niet op de percelen blijft staan. Het is dan echter de vraag of er wel voldoende basen in de bodem kunnen doordringen;
- Het opbrengen van slootbagger is geen alternatieve mogelijkheid voor basenaanvulling;
- Mogelijke alternatieven als bekalken en opbrengen van ruige stalmest zijn tot op heden niet goed onderzocht. Voor deze worden toegepast is nader onderzoek aan te bevelen. Wij stellen voor om de mogelijkheden eerst middels een expert meeting nader te verkennen;
- In de percelen ten zuiden van het oude schraallandereservaat worden gunstige hydrologische condities berekend voor uitbreiding van nat schraalland, maar is de bodem te voedselrijk. Hier kan beter worden ingezet op kruidenrijk grasland;
- De percelen ten noordoosten lijken te nat voor uitbreiding van nat schraalland. In de praktijk waren de oppervlaktewaterpeilen en de grondwaterstanden hier echter lager dan berekend omdat het peil nog niet conform het peilbesluit was ingesteld (maar wel mee is gerekend). Met afgraven van 20 cm ontstaan hier gunstige bodemchemische condities voor uitbreiding van nat schraalland. Echter, met ingang van medio november is het peil wel conform het besluit ingesteld. Plaggen zou leiden tot een vele te natte situatie voor de gewenste vegetatietypen. Het is beter om niet te plaggen en op die manier het grondwater hoger in het perceel te houden waardoor er meer tegendruk tegen wegzijging van uit het schraallandereservaat wordt gegeven dan bij een lager maaiveld. De ambitie ten aanzien van het beheertype op deze percelen dient dan wel realistisch te worden aangepast. Uit metingen zou overigens kunnen blijken dat het met de verwachte mobilisatie van fosfaat uit de bodem, meevalt en nat schraalland meer binnen bereik ligt dan op basis van de resultaten uit deze studie mocht worden verwacht.

Beantwoording onderzoeksvragen:

1. *Is de verdroging c.q. verzuring conform de natuurdoeltypen/beheertypen/OGOR bestreden;*

Verdroging in kwantitatieve zin vormt geen knelpunt (meer) in het oude schraallandreservaat. De aanvulling met water tot hoog in het profiel lukt goed. Door de aanpassing van het peilbesluit worden ook in de meeste aangrenzende percelen gunstige grondwaterstanden berekend voor natte schraallanden. In de percelen aan de noordoostzijde van het oude schraallandreservaat worden te natte condities berekend, maar in de praktijk zijn het peil en de grondwaterstanden hier lager dan conform het peilbesluit. Verzuring vormt wel een belangrijk knelpunt: de bodem in het oude schraallandreservaat is uitgedroogd geraakt door de decennia lange inzijging van slecht gebufferd regenwater en de overmaat aan stikstofdepositie. Dit heeft geleid tot oppervlakkige verzuring van de bodem en een dalende buffercapaciteit.

In kwalitatieve zin is de verdroging echter nog niet bestreden. De kwaliteit van het bodemporiewater en de bodemchemie zijn als gevolg van de jarenlange inzijgingssituatie niet op orde.

2. *Zo nee, welke maatregelen moeten daarvoor nog worden genomen;*

Er zijn maatregelen nodig om de verzuring te bestrijden. Mogelijke maatregelen zijn bevoeien met oppervlaktewater, bekalken, slootbagger opbrengen en ruige stalmest opbrengen. Bevoeien stuit op problemen vanwege lage basenconcentraties door de lange aanvoerweg en hoge sulfaatconcentraties wat kan leiden tot sulfide toxiciteit. Dit kan worden opgelost door eerst door te spoelen voor wordt bevoeid. De concentraties basen zijn dan hoger, maar ook de sulfaatconcentraties zijn dan hoger. Sulfidevorming kan worden voorkomen door bevoeien in de winter en ervoor te zorgen dat sulfaatrijk water niet tot in het voorjaar op de percelen blijft staan. Het is dan nog wel de vraag of basen in voldoende mate in de bodem kunnen indringen.

Slootbagger opbrengen is geen optie. Het sediment heeft geen hogere basenconcentraties dan de bodem op de percelen en er is een groot risico op verdere verzuring. Bekalken of ruige stalmest aanbrengen zouden beiden opties kunnen zijn, maar hiervoor is nader onderzoek vereist. Over de effecten van ruige stalmest op blauwgrasland is niets bekend en bekalken is risicovol op veenbodems vanwege de vorming van ammonium.

In onderstaand kader wordt een voorstel gedaan voor onderzoek naar de bestrijding van de verzuring.

Kader: Proef met winterinundatie

Om verzuring – mede als gevolg van hoge depositiewaarden van Blauwgrasland te voorkomen c.q. te vertragen wordt allereerst middels een kolomproef onder lab-condities wordt onderzocht of winterinundatie van bodemprofielen leidt tot aanrijking van de bodem (wortelzone) met basen. Het effect van watertype (winterperiode) wordt hierin meegenomen: oppervlaktewater uit de sloot nabij waar de bodemprofielen gestoken worden (al dan niet aangerijkt met kalk), oppervlaktewater uit de Meije, regenwater. Bodem- en poriewateranalyses moeten inzicht geven in de effectiviteit van winterinundatie en het effect van watertype.

Op basis van de resultaten wordt de kolomproef opgeschaald naar een veldproef met het watertype dat als best toepasbaar volgt uit de kolomproef. Najaars/ c.q. winterinundatie van een verzuurd en vegetatiekundig gedegradieerd blauwgraslandperceel gedurende een periode van twee tot drie jaar. Het (sloot)water wordt opgebracht door middel van een pomp aan de zuidzijde van het perceel. Het water kan dan – door de vorm van de percelen – afstromen naar het noorden, en mogelijk stagneren in de 'centrale laagte'. Het water wordt opgebracht voordat de bodemmatrix verzadigd is met regenwater, dus in het vroege najaar (periode eind september – november). Middels het monitoren van de bodem- en poriewaterchemie (voorafgaand en na aflaten van het water) en het opgezette water (voorafgaand en tijdens) en de vegetatie (in juni (voorafgaand aan het maaien) in een aantal kleine pq's voorafgaand en seizoen na aflaten van het water) dient te worden nagegaan of met het inunderen daadwerkelijk de bodem basenrijker wordt en of er geen negatieve effecten zijn.

Dit experiment kan worden uitgebreid met onderzoek naar de effecten van het opbrengen van slootbagger, bekalken en het gebruik van ruige stalmest.

3. *Zo ja, welke maatregelen moeten eventueel worden genomen om te zorgen dat de huidige hydro-ecologische staat van het gebied behouden blijft, nu en in de toekomst?*

8

REFERENTIES

Adema, E.B., H. van Gernerden & A.P. Grootjans (2003) Is succession in wet calcareous dune slacks affected by free sulfide? *Journal of Vegetation Science* 14: 153-162.

Aggenbach, C.J.S., D. Groenendijk, R.H. Kemmers, H.H. van Kleef, A.J.P. Smolders, W.C.E.P. Verberk & P.F.M. Verdonschot (2009) Preadvies beekdallandschappen; Knelpunten, kennislacunes en kennisvragen voor natuurherstel in beekdalen. Ministerie van LNV, directie IFZ/Bedrijfsuitgeverij.

Beije, H.M., A.J.M. Jansen, Q.L. Slings & N.A.C. Smits (2012) Herstelstrategie H6410: Blauwgraslanden. Versie april 2012.

Berg, G.J. (2001) Vegetatiekartering schraallanden langs de Meije & Armenland Ruwiel. Evert & De Vries e.a., Ecologisch Advies & Onderzoeksbureau/Staatsbosbeheer regio Zuid-Holland-Utrecht.

Bilius, M. & A. Wiersma (2002) Uitwerkingsplan RBS. Object: de Meije. Periode 2003-2012. Staatsbosbeheer, Utrecht.

9W4238a0 en 9X1414a0/R/501663/Rott

Systeemanalyse SldM

31 december 2012

- 70 -

Definitief eindrapport

Geurts, J.J.M., A.J.P. Smolders, J.T.A. Verhoeven, J.G.M. Roelofs & L.P.M. Lamers (2008) Sediment Fe:PO₄ ratio as a diagnostic and prognostic tool for the restoration of macrophyte biodiversity in fen waters. *Freshwater Biology* 53: 2101-2116.

Geurts, J.J.M., J.M. Sarneel, B.J.C. Willers, J.G.M. Roelofs, J.T.A. Verhoeven & L.P.M. Lamers (2009) Interacting effects of sulphate pollution, sulphide toxicity and eutrophication on vegetation development in fens: A mesocosm experiment. *Environmental Pollution* 157, 2072-2081.

Grootjans, A.P., E.B. Adema & F.H. Everts (2004) Effectgerichte maatregelen tegen verdroging, verzuring en stikstofdepositie in boezemlanden en beekdalen (Friesland en Drenthe). Rapport OBN-onderzoek Natte Schraallanden. Expertisecentrum LNV, Ede.

Hemel, R.B.J., L. Nederlof, C.J.M. van Vliet, W.J.M. Heijkers, H.M. Holtman, R.E. van de Kamp, I. van Leth, L.B. Oomes, F.P. Blom & A. J. Menkveld (2005) Watergebiedsplan Zegveld en Oud-Kamerik. Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden, Houten. Versie 25 juli 2005.

Lamers, L.P.M., H.B.M. Tomassen & J.G.M. Roelofs (1998). Sulfate induced eutrophication and phytotoxicity in freshwater wetlands. *Environmental Science & Technology* 32: 199-205.

Lamers, L.P.M. (2001) Tackling biogeochemical questions in peatlands. Proefschrift Katholieke Universiteit Nijmegen.

Lamers, L. (red.), J. Geurts, B. Bontes, J. Sarneel, H. Pijnappel, H. Boonstra, J. Schouwenaars, M. Klinge, J. Verhoeven, B. Ibelings, E. van Donk, W. Verberk, B. Kuijper, H. Esselink & J. Roelofs (2006). Onderzoek ten behoeve van het herstel en beheer van Nederlandse laagveenwateren. Eindrapportage 2003-2006 (Fase 1). Ede, Directie Kennis, Ministerie van LNV.

Lamers, L.P.M., I.C.J.M. Jansen, M.E.W. van der Welle, J.G.M. Roelofs & A.J.P. Smolders, in voorber. Subterranean blues: differential responses of freshwater wetland plants to low concentrations of hydrogen sulfide.

Li, S., I.A. Mendelssohn, H. Chen & W.H. Orem (2009) Does sulphate enrichment promote the expansion of *Typha domingensis* (cattail) in the Florida Everglades? *Freshwater Biology* 54: 1909–1923.

Loeb, R., L.P.M. Lamers & J.G.M. Roelofs (2008). Effects of winter versus summer flooding and subsequent desiccation on soil chemistry in a riverine hay meadow. *Geoderma* 145: 84-90.

Lucassen, E.C.H.E.T., A.J.P. Smolders & J.G.M. Roelofs (2002) Potential sensitivity of mires to drought, acidification and mobilisation of heavy metals: the sediment S/(Ca+Mg) ratio as a diagnostic tool. *Environmental Pollution* (2002) 120: 635-646.

Lucassen, E.C.H.E.T., R. Bobbink, A.J.P. Smolders, P.J.M. van der Ven, L.P.M. Lamers & J.G.M. Roelofs (2003) Interactive effects of low pH and high ammonium levels responsible for the decline of *Cirsium dissectum* (L.) Hill. Plant Ecology 165: 45–52.

Meuleman, A., B. Beltman & R. Scheffer (1996) Aanvoer van gebiedsvreemd water. Probleem of oplossing voor natte natuur in het veenweidegebied? Landschap 13 (3): 181-191.

Meuleman, A.F.M. (1999) Performance of treatment wetlands. Proefschrift Universiteit Utrecht.

Meuleman, A., B. Beltman, T. Croese & M. Zwamborn (1999) Herstel natte schraallanden De Meije. KIWA, Nieuwegein.

Provincie Utrecht (2012) Natuurbeheerplan 2013. Vastgesteld op 25 september 2012.

Provincie Zuid-Holland (2012) Definitieve PAS-rapportage Fase III Nieuwkoopse Plassen & De Haeck.

Smolders, A.J.P., L.P.M. Lamers, E.C.H.E.T. Lucassen, G. van der Velde & J.G.M. Roelofs (2006) Internal eutrophication: How it works and what to do about it – a review. Chemistry & Ecology 22: 93-111.

Staatsbosbeheer (2007) Uitwerkingsplan de Meije 2003-2012. Supplement 2007 n.a.v. nieuwe hydrologische inrichting. Intern document Staatsbosbeheer, Staatsbosbeheer regio West.

Staatsbosbeheer, Natuurmonumenten, De Landschappen, Unie van Bosgroepen, Federatie Particulier Grondbezit (2008) Index Natuur, Landschap en Recreatie. Beschrijvingen beheer- en recreatietypen. Versie 10 april 2008.

Tolman, M.E. & D.P. Pranger (2009) Vegetatiekartering De Meije, Armenland Ruwiel en Kamerik-Teylingens, 2008. EGG-Consult, Groningen.

Van den Broek, T., L. Brouwer & K.H. Grootjans (2007) Verdrogingsonderzoek in De Bijleveld: Ecohydrologisch onderzoek en voorstel voor maatregelen. Royal Haskoning, Rotterdam.

Van den Broek, T., F. Smolders, C. Laan & M. van der Welle (2009) Voorbereidingsonderzoek en -plan Reeuwijk. Herstelplan gericht op Kievitsbloemhooiland. Royal Haskoning, Rotterdam.

Van den Broek, T., H. Kossen & M. van der Welle (2012) Ontwerp-Beheerplan bijzondere natuurwaarden Nieuwkoopse Plassen & De Haeck - Periode 2011 – 2016. Een bijdrage aan het Europese programma Natura 2000. Concepteindrapport d.d. 1 december 2012. Royal Haskoning, Rotterdam.

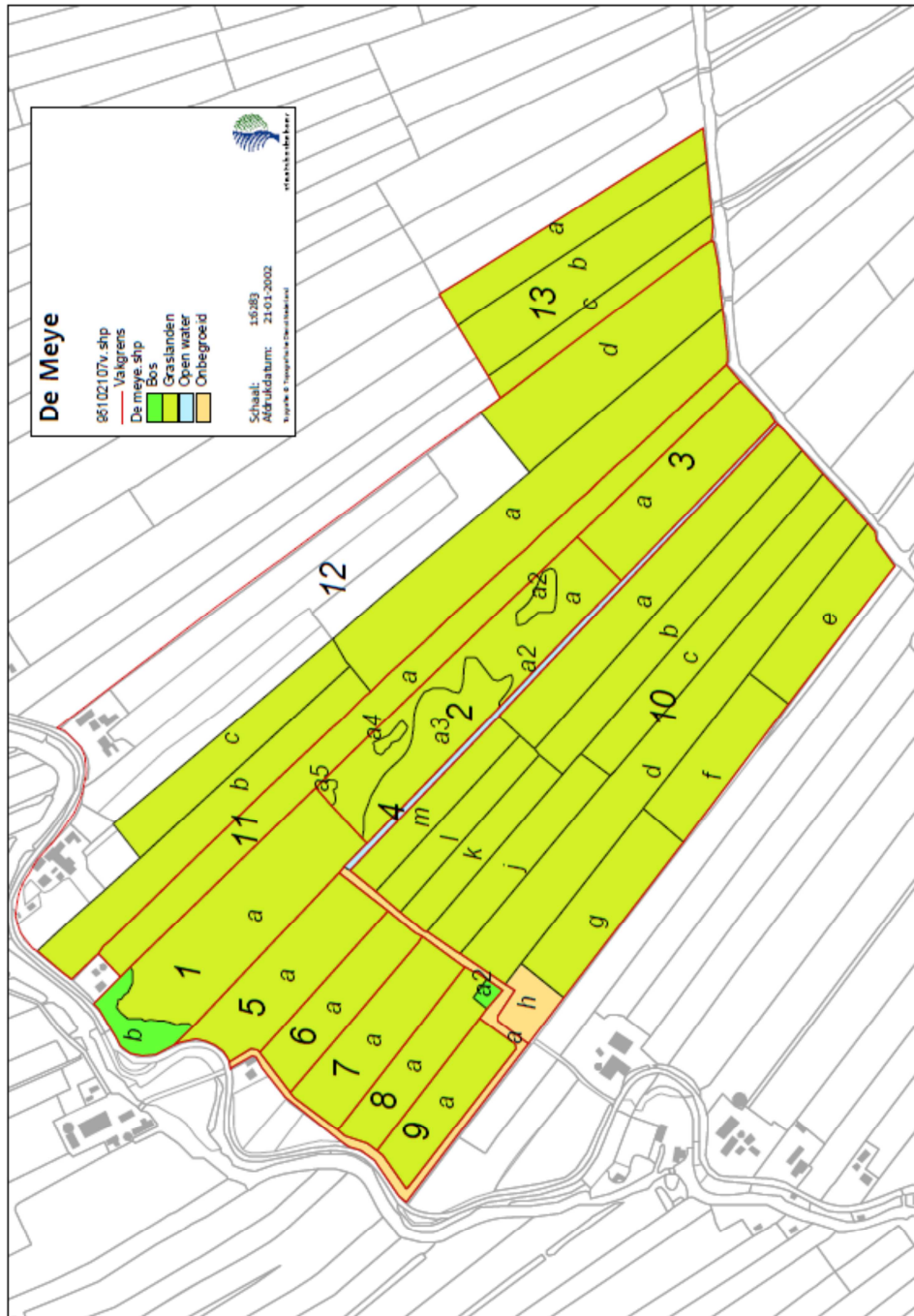
Van der Welle, M.E.W., K. Niggebrugge, L.P.M. Lamers & J.G.M. Roelofs (2006) Differential responses of *Juncus effusus* L. and *Caltha palustris* L. to iron supply in sulphidic environments. Environmental Pollution (in press).

Van der Welle, M.E.W. & T. van den Broek (2007) Evaluatie inrichtings- en beheermaatregelen project Polder Nooitgedacht. Royal Haskoning, Rotterdam.

Wittenveen + Bos (2012) Systeemanalyse waterparels. In opdracht van Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden.

Zwaenepoel, A., F. T'Jolyn, V. Vandenbussche & M. Hoffmann (2002) Systematiek van natuurtypen voor Vlaanderen: 6.3 Graslanden, Natte hooilanden op (matig) voedselarme gronden. Westvlaamse intercommunale, Universiteit Gent & Instituut voor Natuurbehoud.

Bijlage 1 Peilgebiedaanduiding



Bijlage 2

Details peilbuizen (informatie obv Dino-loket)

LOCATIE	FILTERNUMMER	EXTERNE AANDUIDING	X-COORDINAAT	Y-COORDINAAT	MAAIVELD NAP	MEETPUNT NAP	BOVENKANT FILTER	ONDERKANT FILTER	START DATUM	EIND DATUM
B31D0223	1	31DP7001	115533	460938	-196	-175		-309	19-12-1979	30-5-1984
B31D0223	1	31DP7001	115533	460938	-196	-175		-309	30-5-1984	22-3-1988
B31D0223	1	31DP7001	115533	460938	-200	-194		-328	22-3-1988	11-2-1994
B31D0223	1	31DP7001	115533	460938	-200	-130	-285	-335	11-2-1994	14-12-2005
B31D0223	1	31DP7001	115533	460938	-200	-132	-282	-332	14-12-2005	29-11-2006
B31D0223	1	31DP7001	115533	460938	-200	-131	-282	-332	29-11-2006	26-10-2011
B31D0226	1	31DP7003	115549	460960	-200	-183		-313	19-12-1979	30-5-1984
B31D0226	1	31DP7003	115549	460960	-202	-185		-315	30-5-1984	22-3-1988
B31D0226	1	31DP7003	115549	460960	-203	-185		-315	22-3-1988	11-2-1994
B31D0226	1	31DP7003	115549	460960	-203	-121	-303	-323	11-2-1994	29-11-2006
B31D0226	1	31DP7003	115549	460960	-203	-122	-303	-323	29-11-2006	26-10-2011
B31D0228	1	31DP7004	115572	460982	-206	-190		-325	19-12-1979	30-5-1984
B31D0228	1	31DP7004	115572	460982	-204	-188		-323	30-5-1984	22-3-1988
B31D0228	1	31DP7004	115572	460982	-213	-188		-323	22-3-1988	11-2-1994
B31D0228	1	31DP7004	115572	460982	-214	-136	-312	-332	11-2-1994	23-5-1995
B31D0228	1	31DP7004	115572	460982	-214	-141	-309	-329	23-5-1995	29-11-2006
B31D0228	1	31DP7004	115572	460982	-214	-138	-312	-332	29-11-2006	26-10-2011
B31D0230	1	31DP7005	115595	461009	-202	-189		-314	19-12-1979	30-5-1984
B31D0230	1	31DP7005	115595	461009	-200	-187		-312	30-5-1984	22-3-1988
B31D0230	1	31DP7005	115595	461009	-207	-189		-314	22-3-1988	11-2-1994
B31D0230	1	31DP7005	115595	461009	-201	-130	-310	-330	11-2-1994	23-5-1995
B31D0230	1	31DP7005	115595	461009	-201	-154	-330	-350	23-5-1995	29-11-2006
B31D0230	1	31DP7005	115595	461009	-201	-151	-326	-346	29-11-2006	26-10-2011
B31D0242	1	31DP7020	115823	461018	-207	-140	-355	-405	17-12-1993	12-1-2001
B31D0242	1	31DP7020	115823	461018	-207	-140	-355	-405	12-1-2001	14-12-2005
B31D0242	1	31DP7020	115823	461018	-211	-145	-353	-403	14-12-2005	29-11-2006
B31D0242	1	31DP7020	115823	461018	-211	-144	-352	-402	29-11-2006	26-10-2011
B31D0242	2	31DP7020	115823	461018	-207	-143	-1075	-1125	17-12-1993	12-1-2001
B31D0242	2	31DP7020	115823	461018	-207	-143	-1075	-1125	12-1-2001	14-12-2005
B31D0242	2	31DP7020	115823	461018	-211	-141	-1073	-1123	14-12-2005	29-11-2006
B31D0242	2	31DP7020	115823	461018	-211	-139	-1071	-1121	29-11-2006	26-10-2011
B31D0243	1	31DP7021	115849	461046	-207	-145	-355	-405	17-12-1993	12-1-2001
B31D0243	1	31DP7021	115849	461046	-207	-145	-355	-405	12-1-2001	14-12-2005
B31D0243	1	31DP7021	115849	461046	-211	-149	-359	-409	14-12-2005	29-11-2006

LOCATIE	FILTERNUMMER	EXTERNE AANDUIDING	X-COORDINAAT	Y-COORDINAAT	MAAIVELD NAP	MEETPUNT NAP	BOVENKANT FILTER	ONDERKANT FILTER	START DATUM	EIND DATUM
B31D0243	1	31DP7021	115849	461046	-211	-147	-357	-407	29-11-2006	26-10-2011
B31D0243	2	31DP7021	115849	461046	-207	-147	-837	-887	17-12-1993	12-1-2001
B31D0243	2	31DP7021	115849	461046	-207	-147	-837	-887	12-1-2001	14-12-2005
B31D0243	2	31DP7021	115849	461046	-211	-149	-839	-889	14-12-2005	29-11-2006
B31D0243	2	31DP7021	115849	461046	-211	-146	-837	-887	29-11-2006	26-10-2011
B31D1377	1		115557	460951	-201	-146	-200	-350	14-12-2005	29-11-2006
B31D1377	1		115557	460951	-201	-145	-207	-357	29-11-2006	26-10-2011
B31D1378	1		115819	461026	-203	-146	-205	-355	14-12-2005	29-11-2006
B31D1378	1		115819	461026	-203	-144	-207	-357	29-11-2006	26-10-2011
B31D1379	1		115837	461048	-212	-158	-213	-363	14-12-2005	29-11-2006
B31D1379	1		115837	461048	-212	-156	-218	-368	29-11-2006	26-10-2011
B31D1380	1		115856	461052	-211	-163	-211	-361	14-12-2005	29-11-2006
B31D1380	1		115856	461052	-211	-162	-226	-376	29-11-2006	26-10-2011

Bijlage 3

Resultaten analyses water en bodem

PORIEVOCHT																
datum	locatie	Al	Ca	Fe	Mg	Mn	P	SO4	Si	Zn	NO3	NH4	PO4	K	Na	Cl
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg S/l	mg/l	mg/l	mg N/l	mg N/l	mg P/l	mg/l	mg/l	mg/l
2-5-2012	A1	2,05	47,49	6,47	9,29	1,28	0,96	23,33	4,90	1,49	0,25	1,28	0,58	2,12	1,62	7,79
2-5-2012	A2	3,92	92,70	130,80	15,29	3,37	0,98	16,69	4,87	0,56	1,35	1,21	0,32	1,58	2,65	14,85
2-5-2012	A3	0,71	24,25	1,73	4,77	1,25	0,46	19,21	1,89	0,40	0,08	0,33	0,27	0,74	0,80	2,65
2-5-2012	B1	0,06	1,69	0,40	0,71	0,01	0,12	1,58	1,03	0,48	0,06	0,53	0,25	0,96	8,95	20,17
2-5-2012	B2	0,07	3,64	0,85	0,98	0,03	0,42	1,19	1,29	0,34	0,07	0,53	0,30	1,31	8,47	18,03
2-5-2012	B3															
2-5-2012	C1	0,22	3,42	1,45	0,96	0,01	0,19	3,53	0,67	0,28	0,05	0,36	0,15	0,44	9,64	14,51
2-5-2012	C2	0,31	2,90	0,78	0,75	0,01	0,29	3,10	0,71	0,29	0,05	0,41	0,22	0,25	7,74	11,98
2-5-2012	C3	0,54	2,57	0,66	0,69	0,01	0,16	2,36	0,63	0,34	0,03	0,32	0,14	0,20	7,13	8,58
2-5-2012	D1	0,12	2,60	0,71	0,88	0,05	0,18	2,73	1,84	0,33	0,45	0,46	0,15	0,20	5,47	11,86
2-5-2012	D2	0,22	2,40	1,23	0,67	0,06	1,22	2,29	0,78	0,68	0,01	0,22	0,91	0,08	0,27	2,29
2-5-2012	D3	0,16	2,06	1,22	0,89	0,04	0,54	2,28	0,56	0,30	0,16	1,25	0,40	0,05	0,20	2,23

OPPERVLAKTEWATER																
datum	locatie	Al	Ca	Fe	Mg	Mn	P	SO4	Si	Zn	NO3	NH4	PO4	K	Na	Cl
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg S/l	mg/l	mg/l	mg N/l	mg N/l	mg P/l	mg/l	mg/l	mg/l
2-5-2012	AS1	0,15	23,36	1,67	6,25	0,03	0,08	9,61	0,23	0,14	0,04	0,25	0,03	3,78	19,42	32,94
2-5-2012	AS3	0,18	25,82	1,36	7,17	0,03	0,05	14,67	0,37	0,15	0,04	0,20	0,02	2,92	18,19	30,09
2-5-2012	BS1	0,16	2,28	0,38	1,10	0,04	0,02	1,69	0,43	0,20	0,04	0,18	0,01	0,52	8,11	13,34
2-5-2012	BS3	0,17	11,81	0,48	3,01	0,01	0,02	8,87	0,35	0,13	0,03	0,21	0,02	1,08	12,57	20,43
2-5-2012	CS1	0,13	9,02	0,26	2,39	0,01	0,01	6,64	0,32	0,12	0,11	0,23	0,01	0,89	11,54	18,00
2-5-2012	CS3	0,17	7,60	0,17	2,13	0,01	0,02	5,05	0,43	0,14	0,04	0,23	0,02	0,83	9,53	14,84
2-5-2012	DS1	0,11	27,02	0,19	6,36	0,00	0,02	12,11	0,30	0,09	0,03	0,23	0,02	3,68	22,86	38,45
2-5-2012	DS3	0,19	18,58	0,55	4,52	0,01	0,02	10,66	0,60	0,12	0,14	0,20	0,01	2,18	17,06	27,16
2-5-2012	ES1	0,23	22,79	1,85	6,00	0,17	0,13	4,61	0,72	0,23	0,05	0,37	0,05	5,34	20,84	36,67
2-5-2012	ES3	0,13	25,96	1,66	6,54	0,21	0,18	4,53	0,30	0,15	0,30	0,42	0,07	6,43	23,69	41,22
10-7-2012	AS1	0,09	24,29	0,87	5,92	0,01	0,04	4,74	0,24	0,09	0,02	0,07	0,02	2,62	24,45	40,57
10-7-2012	AS3	0,09	24,83	1,00	6,58	0,00	0,04	5,31	0,37	0,07	0,01	0,08	0,01	3,04	26,36	45,20
10-7-2012	BS1	0,10	2,87	0,58	1,30	0,04	0,01	1,49	0,51	0,11	0,00	0,04	0,00	0,94	8,27	15,06
10-7-2012	BS3	0,07	19,67	0,80	5,04	0,02	0,02	6,48	0,34	0,08	0,01	0,06	0,01	2,20	21,66	33,80
10-7-2012	CS1	0,10	9,88	0,24	2,64	0,01	0,02	4,61	0,38	0,10	0,01	0,06	0,01	1,35	11,55	18,97
10-7-2012	CS3	0,09	12,13	0,68	2,96	0,01	0,01	5,65	0,45	0,12	0,01	0,08	0,01	0,88	12,96	20,78
10-7-2012	DS1	0,06	27,77	0,31	6,45	0,00	0,03	5,05	0,28	0,08	0,01	0,08	0,01	3,53	28,30	49,70
10-7-2012	DS3	0,07	25,83	0,40	5,93	0,01	0,02	4,44	0,30	0,03	0,03	0,15	0,01	3,31	26,56	47,83
10-7-2012	ES1	0,07	20,07	0,96	5,07	0,01	0,07	4,86	0,33	0,05	0,01	0,10	0,04	0,91	16,64	28,36
10-7-2012	ES3	0,25	19,93	1,91	4,85	0,05	0,24	6,41	1,24	0,11	0,06	0,52	0,13	1,05	14,41	24,54

OPPERVLAKTEWATER																
datum	locatie	Al	Ca	Fe	Mg	Mn	P	SO4	Si	Zn	NO3	NH4	PO4	K	Na	Cl
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg S/l	mg/l	mg/l	mg N/l	mg N/l	mg P/l	mg/l	mg/l	mg/l
BOORGATEN																
datum	locatie	Al	Ca	Fe	Mg	Mn	P	SO4	Si	Zn	NO3	NH4	PO4	K	Na	Cl
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg S/l	mg/l	mg/l	mg N/l	mg N/l	mg P/l	mg/l	mg/l	mg/l
2-5-2012	A1-3	1,58	43,26	13,70	7,26	0,51	0,18	21,35	4,31	0,71	0,05	2,12	0,05	1,39	6,54	11,59
2-5-2012	A2	3,27	106,80	69,78	16,62	1,22	0,23	35,97	3,71	0,47	0,10	2,47	0,07	1,18	8,45	18,61
2-5-2012	B1-3	1,05	6,79	1,25	1,04	0,01	0,04	1,63	3,11	0,55	0,04	0,26	0,02	0,98	12,91	19,57
2-5-2012	B2	0,79	5,63	0,99	0,92	0,02	0,05	1,30	2,61	0,25	0,03	0,25	0,02	0,50	9,32	18,09
2-5-2012	C1-3	0,65	10,01	1,07	1,81	0,04	0,04	2,85	2,66	0,52	0,04	0,28	0,02	0,83	14,56	20,07
2-5-2012	C2	1,22	10,73	1,33	1,73	0,02	0,06	3,19	4,06	0,85	0,05	0,39	0,05	1,14	15,82	26,68
2-5-2012	D1-3	0,20	27,48	0,25	6,48	0,01	0,03	12,27	0,51	0,14	0,09	0,21	0,02	3,65	22,96	40,05
2-5-2012	D2															
2-5-2012	E1-3	1,62	72,51	1,33	14,14	1,61	0,06	79,33	11,18	0,74	0,09	0,96	0,02	1,29	7,98	14,30
2-5-2012	E2	1,92	77,95	9,87	14,24	1,59	0,11	83,77	11,10	0,50	0,05	1,50	0,02	1,05	8,20	17,70
10-7-2012	A1	0,74	41,95	5,04	7,99	0,35	0,12	28,27	3,64	0,37	0,03	1,01	0,02	0,96	4,94	10,21
10-7-2012	A2															
10-7-2012	A3															
10-7-2012	B1	0,56	7,77	1,92	0,91	0,02	0,01	3,84	1,69	0,47	0,02	0,12	0,01	0,78	12,82	16,94
10-7-2012	B2	0,28	5,93	0,85	0,95	0,01	0,01	2,42	1,27	0,12	0,01	0,06	0,00	0,51	6,98	12,44
10-7-2012	B3	0,39	12,61	0,86	2,09	0,03	0,01	6,64	2,03	0,15	0,01	0,10	0,01	0,42	10,34	24,96
10-7-2012	C1	0,33	28,89	0,67	4,18	0,06	0,01	25,96	1,19	0,13	0,01	0,06	0,01	0,53	12,73	20,23
10-7-2012	C2	0,87	10,95	2,01	1,84	0,04	0,02	7,13	2,58	0,55	0,01	0,19	0,01	0,86	13,80	18,56
10-7-2012	C3	0,49	9,12	1,11	1,64	0,04	0,02	9,36	1,75	0,46	0,02	0,14	0,01	0,82	13,86	14,54
10-7-2012	D1															
10-7-2012	D2															
10-7-2012	D3															
10-7-2012	E1															
10-7-2012	E2	2,80	55,36	30,14	11,07	1,22	0,11	69,80	12,19	0,89	0,03	2,09	0,01	1,72	10,08	16,30
10-7-2012	E3															

BOORGATEN																
datum	locatie	Al	Ca	Fe	Mg	Mn	P	SO4	Si	Zn	NO3	NH4	PO4	K	Na	Cl
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg S/l	mg/l	mg/l	mg N/l	mg N/l	mg P/l	mg/l	mg/l	mg/l
2-5-2012	A1-3	1,58	43,26	13,70	7,26	0,51	0,18	21,35	4,31	0,71	0,05	2,12	0,05	1,39	6,54	11,59
2-5-2012	A2	3,27	106,80	69,78	16,62	1,22	0,23	35,97	3,71	0,47	0,10	2,47	0,07	1,18	8,45	18,61
2-5-2012	B1-3	1,05	6,79	1,25	1,04	0,01	0,04	1,63	3,11	0,55	0,04	0,26	0,02	0,98	12,91	19,57
2-5-2012	B2	0,79	5,63	0,99	0,92	0,02	0,05	1,30	2,61	0,25	0,03	0,25	0,02	0,50	9,32	18,09
2-5-2012	C1-3	0,65	10,01	1,07	1,81	0,04	0,04	2,85	2,66	0,52	0,04	0,28	0,02	0,83	14,56	20,07
2-5-2012	C2	1,22	10,73	1,33	1,73	0,02	0,06	3,19	4,06	0,85	0,05	0,39	0,05	1,14	15,82	26,68
2-5-2012	D1-3	0,20	27,48	0,25	6,48	0,01	0,03	12,27	0,51	0,14	0,09	0,21	0,02	3,65	22,96	40,05
2-5-2012	D2															
2-5-2012	E1-3	1,62	72,51	1,33	14,14	1,61	0,06	79,33	11,18	0,74	0,09	0,96	0,02	1,29	7,98	14,30
2-5-2012	E2	1,92	77,95	9,87	14,24	1,59	0,11	83,77	11,10	0,50	0,05	1,50	0,02	1,05	8,20	17,70
10-7-2012	A1	0,74	41,95	5,04	7,99	0,35	0,12	28,27	3,64	0,37	0,03	1,01	0,02	0,96	4,94	10,21
10-7-2012	A2															
10-7-2012	A3															
10-7-2012	B1	0,56	7,77	1,92	0,91	0,02	0,01	3,84	1,69	0,47	0,02	0,12	0,01	0,78	12,82	16,94
10-7-2012	B2	0,28	5,93	0,85	0,95	0,01	0,01	2,42	1,27	0,12	0,01	0,06	0,00	0,51	6,98	12,44
10-7-2012	B3	0,39	12,61	0,86	2,09	0,03	0,01	6,64	2,03	0,15	0,01	0,10	0,01	0,42	10,34	24,96
10-7-2012	C1	0,33	28,89	0,67	4,18	0,06	0,01	25,96	1,19	0,13	0,01	0,06	0,01	0,53	12,73	20,23
10-7-2012	C2	0,87	10,95	2,01	1,84	0,04	0,02	7,13	2,58	0,55	0,01	0,19	0,01	0,86	13,80	18,56
10-7-2012	C3	0,49	9,12	1,11	1,64	0,04	0,02	9,36	1,75	0,46	0,02	0,14	0,01	0,82	13,86	14,54
10-7-2012	D1															
10-7-2012	D2															
10-7-2012	D3															
10-7-2012	E1															
10-7-2012	E2	2,80	55,36	30,14	11,07	1,22	0,11	69,80	12,19	0,89	0,03	2,09	0,01	1,72	10,08	16,30
10-7-2012	E3															

BODEM-totaalgehaltenes (2 mei 2012)												
locatie	diepte	Al	Ca	Fe	K	Mg	Mn	P	S	Si	Zn	Olsen-P
	cm	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
A1	0-10	13121,97	3855,78	12525,14	1404,90	1688,83	119,00	979,74	2058,51	73,16	65,03	37228,44
A1	10-20	12436,00	4531,81	15033,45	1142,37	1574,23	145,86	710,18	1937,48	90,83	55,24	16939,72
A1	20-30	5563,11	4475,64	7680,39	540,33	820,52	92,91	346,55	1952,90	37,30	26,45	6723,60
A2	0-10	8181,66	3180,50	10773,18	827,00	1076,89	113,76	731,38	1846,06	59,44	48,15	27757,98
A2	10-20	4274,74	4572,00	8858,57	468,38	639,11	75,97	318,30	1888,19	29,13	22,54	5662,21
A2	20-30	2724,48	3706,12	5347,85	356,98	460,78	41,03	177,58	1835,44	40,80	12,51	4889,87
A3	0-10	7957,80	2709,33	8117,87	882,38	1093,95	192,42	977,92	1704,59	52,65	59,62	37942,03
A3	10-20	8043,25	3536,79	11432,94	552,38	932,34	120,57	787,96	1794,56	187,90	52,74	29328,19
A3	20-30	2847,01	4414,97	6588,80	182,88	444,20	79,98	307,70	2020,33	145,30	22,91	6434,17
B1	0-10	5871,17	1051,19	2891,28	347,99	469,71	4,13	254,57	1021,50	150,01	16,87	9381,75
B1	10-20	8050,84	2279,05	4937,68	459,16	736,81	6,48	278,78	1327,14	227,43	20,33	8157,42
B1	20-30	6246,04	3202,99	4300,93	416,13	686,83	5,58	249,41	1593,54	147,61	16,64	4886,22
B2	0-10	4006,43	939,47	1828,11	219,93	303,11	2,73	213,93	970,89	108,67	12,43	11255,78
B2	10-20	5582,99	1880,84	3177,89	310,67	493,52	4,43	237,66	1312,17	132,81	16,46	4851,53
B2	20-30	2201,34	3519,74	2912,25	101,64	297,12	4,81	165,92	2000,39	111,70	9,24	1395,46
B3	0-10	2624,09	862,72	1697,68	190,42	219,78	2,00	228,11	1139,08	94,85	12,97	10745,27
B3	10-20	3833,63	1212,69	1811,73	222,76	321,12	2,85	243,55	1325,79	106,57	13,70	5510,19
B3	20-30	3712,51	2914,91	2706,79	217,87	511,13	5,93	199,82	2436,55	118,08	18,46	2551,54
C1	0-10	1404,87	508,10	704,78	135,41	130,17	1,52	185,17	801,02	65,89	8,77	13462,87
C1	10-20	5446,94	1150,20	2222,07	330,88	473,62	5,40	382,86	1404,37	135,40	20,69	13177,09
C1	20-30	5195,72	2437,45	2928,63	278,81	614,94	8,73	252,83	1915,86	121,33	27,37	3829,78
C2	0-10	5028,98	965,02	2626,34	271,55	417,84	5,31	306,10	1075,12	133,24	19,04	10754,43
C2	10-20	5926,49	1042,46	3431,54	369,78	514,08	6,16	331,41	1203,09	129,07	19,83	17722,42
C2	20-30	8171,81	1941,45	5298,66	544,27	817,86	8,59	318,20	1535,34	115,98	26,07	8511,68
C3	0-10	10539,55	2028,05	5033,35	748,35	1084,70	9,83	352,37	1495,35	154,17	27,49	8187,13
C3	10-20	7643,62	2659,77	3897,76	619,75	888,37	8,34	270,99	1785,79	141,80	22,54	5778,03
C3	20-30	4752,46	3596,80	3155,70	431,77	712,97	9,17	186,02	2183,36	88,33	13,48	2543,08
D1	0-10	11069,65	807,25	6728,00	807,25	1033,84	8,88	281,37	1230,21	169,70	27,66	12591,67
D1	10-20	10412,32	1338,06	8992,00	748,61	983,04	7,97	261,73	1686,73	162,67	25,18	7733,68
D1	20-30	4253,61	2411,86	3741,34	303,26	358,49	5,11	136,80	3000,34	86,89	14,49	2642,44
D2	0-10	10011,74	883,79	4621,69	738,81	951,00	8,04	254,48	1061,92	171,08	23,20	11828,57
D2	10-20	13656,53	1188,56	7329,71	1062,73	1374,61	11,41	291,92	1274,66	288,38	29,91	12225,94
D2	20-30	7933,17	1660,18	5235,21	564,24	714,35	6,88	205,65	2072,19	212,32	18,64	5744,67
D3	0-10	10315,97	1255,91	6196,65	814,50	987,79	7,78	260,24	1345,31	227,69	22,60	9127,57
D3	10-20	9691,20	2193,18	7859,03	879,03	958,81	7,73	263,56	2420,85	241,20	21,21	6081,84
D3	20-30	5786,34	2997,71	4034,79	608,74	578,04	6,24	154,72	3369,43	136,92	18,29	3915,89
E1	0-10	13941,44	1919,78	11433,18	1531,55	2059,08	151,30	1260,13	1763,84	356,68	78,96	74954,47
E1	10-20	16575,45	2264,38	13961,44	1670,75	2323,86	109,54	1477,78	2068,06	352,04	95,87	65343,42
E1	20-30	15205,90	2316,40	14013,34	1368,42	2127,28	91,51	1378,52	1864,21	359,79	88,75	65364,36

BODEM-totaalgehaltenes (2 mei 2012)												
locatie	diepte	Al	Ca	Fe	K	Mg	Mn	P	S	Si	Zn	Olsen-P
	cm	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
E2	0-10	12528,51	1937,51	12922,80	1200,37	1796,20	128,68	1229,09	1908,45	285,66	72,71	64749,80
E2	10-20	14323,28	2413,61	14717,67	1114,00	1912,33	112,15	1464,88	2067,09	432,58	80,78	70829,41
E2	20-30	13064,87	2669,51	13427,04	970,22	1769,80	121,76	991,42	1568,36	393,39	74,13	43028,20
E3	0-10	17328,67	2768,00	15802,58	1362,65	2261,40	92,81	974,28	1986,17	486,18	77,38	49074,72
E3	10-20	17362,57	3242,76	16687,88	1440,55	2311,30	89,05	898,37	2299,91	399,04	117,02	41161,35
E3	20-30	10681,67	2862,45	11872,17	969,47	1255,14	56,24	485,61	3686,33	320,17	38,97	25394,63

BODEM-zoutextractie (2 mei 2012)														
locatie	diepte	Al	Ca	Fe	K	Mg	Mn	P	S	Si	Zn	NO3	NH4	totaal anorg. N
	cm	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mgN/kg	mgN/kg	mgN/kg
A1	0-10	1,96	1,56	1130,60	45,45	0,28	191,28	12,61	4,17	85,67	0,00	42,73	5,52	48,25
A1	10-20	0,97	0,72	1182,59	10,89	0,19	184,11	13,03	1,09	40,94	1,00	20,42	4,10	24,52
A1	20-30	1,89	0,90	1370,43	1,58	0,22	317,38	11,53	0,56	94,80	2,00	47,28	3,30	50,58
A2	0-10	1,69	1,65	935,38	33,42	0,12	193,63	11,12	2,03	101,66	3,00	50,71	9,38	60,09
A2	10-20	2,27	1,49	1250,72	7,71	0,19	267,20	10,59	1,07	66,61	4,00	33,22	6,28	39,50
A2	20-30	3,23	0,72	1405,45	15,39	0,24	355,80	13,75	0,75	109,38	5,00	54,55	9,20	63,75
A3	0-10	1,11	1,27	1062,61	41,24	0,39	181,55	13,19	4,73	62,43	6,00	31,14	3,35	34,49
A3	10-20	0,91	2,22	889,46	33,80	0,23	158,72	11,45	1,80	64,00	7,00	31,92	2,40	34,32
A3	20-30	1,56	0,79	1283,56	26,44	0,26	301,98	15,36	1,76	89,25	8,00	44,51	4,75	49,27
B1	0-10	11,00	0,50	387,19	0,80	0,16	117,02	14,43	2,12	3,99	9,00	1,99	4,46	6,45
B1	10-20	0,45	1,33	422,33	0,36	0,10	107,91	8,88	0,97	2,36	10,00	1,18	2,22	3,40
B1	20-30	0,53	0,59	580,08	0,37	0,13	130,13	8,85	0,69	3,23	11,00	1,61	2,80	4,41
B2	0-10	0,81	1,57	484,29	0,38	0,10	110,49	16,89	2,99	2,36	12,00	1,18	5,73	6,91
B2	10-20	0,84	0,34	535,93	0,61	0,11	121,16	12,62	1,51	2,11	13,00	1,05	6,08	7,13
B2	20-30	0,66	1,29	919,54	1,91	0,05	314,58	11,90	0,76	2,40	14,00	1,20	8,32	9,51
B3	0-10	12,80	3,29	540,40	1,06	0,66	159,36	18,75	3,13	2,22	15,00	1,11	9,27	10,38
B3	10-20	1,70	0,86	763,66	1,07	0,11	191,36	15,00	1,56	1,94	16,00	0,97	3,79	4,76
B3	20-30	0,70	3,91	1125,87	2,25	0,18	669,26	10,60	0,55	1,84	17,00	0,92	3,41	4,33
C1	0-10	1,09	1,10	622,96	2,59	0,21	207,22	19,26	4,02	6,02	18,00	3,00	6,72	9,72
C1	10-20	0,92	0,24	486,30	0,80	0,12	123,80	11,78	1,12	5,74	19,00	2,86	3,35	6,21
C1	20-30	1,74	1,79	855,17	3,88	0,17	753,79	12,90	2,20	5,36	20,00	2,68	3,94	6,62
C2	0-10	20,64	3,65	369,66	1,01	0,21	112,01	12,64	2,18	4,05	21,00	2,02	39,66	41,68
C2	10-20	3,09	1,40	393,71	0,40	0,12	103,83	10,19	1,40	5,66	22,00	2,82	9,49	12,31
C2	20-30	0,26	0,40	611,45	1,07	0,08	200,77	7,23	0,85	2,14	23,00	1,07	8,68	9,75
C3	0-10	0,56	1,11	489,96	0,49	0,10	92,41	8,52	1,69	3,37	24,00	1,68	3,51	5,19
C3	10-20	0,96	1,46	701,38	1,86	0,07	143,48	9,18	1,13	2,82	25,00	1,41	4,25	5,66
C3	20-30	0,24	2,63	1131,78	2,85	0,13	339,29	8,65	0,53	3,09	26,00	1,54	6,57	8,11
D1	0-10	8,38	7,95	310,71	1,51	0,12	92,00	13,79	2,57	22,15	27,00	11,05	24,11	35,15
D1	10-20	1,16	4,84	351,53	1,22	0,04	95,49	10,99	1,74	33,67	28,00	16,79	11,39	28,18
D1	20-30	0,94	1,68	545,98	3,36	0,06	221,68	13,81	1,73	14,36	29,00	7,16	30,84	38,00
D2	0-10	9,47	7,37	335,73	1,00	0,10	113,70	12,86	2,97	25,74	30,00	12,84	6,83	19,67
D2	10-20	2,75	5,63	305,15	1,12	0,07	113,93	11,31	1,86	41,09	31,00	20,49	5,54	26,04
D2	20-30	1,33	3,83	421,59	2,15	0,12	274,93	11,68	2,21	7,55	32,00	3,77	13,31	17,07
D3	0-10	3,13	4,60	315,73	0,36	0,08	90,15	10,44	1,57	39,55	33,00	19,73	11,32	31,05
D3	10-20	1,22	5,08	342,85	0,81	0,06	120,22	9,33	1,16	17,26	34,00	8,61	15,59	24,20
D3	20-30	0,91	3,37	601,10	2,84	0,10	241,07	10,43	2,74	7,81	35,00	3,89	22,26	26,16
E1	0-10	4,43	15,31	656,01	49,96	0,38	118,93	11,89	11,88	165,44	36,00	82,51	35,69	118,20

BODEM-zoutextractie (2 mei 2012)														
locatie	diepte	Al	Ca	Fe	K	Mg	Mn	P	S	Si	Zn	NO3	NH4	totaal anorg. N
	cm	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mgN/kg	mgN/kg	mgN/kg
E1	10-20	3,42	5,24	456,97	40,64	0,17	97,75	11,22	5,62	42,05	37,00	20,97	5,02	25,99
E1	20-30	0,31	3,30	478,54	36,61	0,09	126,12	14,85	5,35	53,59	38,00	26,73	2,57	29,30
E2	0-10	2,28	5,00	655,42	36,02	0,15	87,86	9,14	6,10	69,47	39,00	34,65	5,99	40,64
E2	10-20	1,92	4,13	509,77	47,12	0,16	109,36	11,48	5,24	28,30	40,00	14,12	2,83	16,94
E2	20-30	0,39	3,44	563,36	30,67	0,11	147,39	13,08	3,04	51,41	41,00	25,64	1,34	26,98
E3	0-10	4,68	3,87	512,91	38,96	0,12	186,17	9,77	4,41	26,05	42,00	12,99	3,54	16,53
E3	10-20	0,49	3,04	507,42	26,00	0,08	205,84	13,89	2,84	37,90	43,00	18,90	1,05	19,95
E3	20-30	1,58	3,94	848,07	35,69	0,13	343,67	23,46	3,94	45,59	44,00	22,74	2,15	24,89

=0=0=0=