



ALTERRA

WAGENINGEN UR

Evaluatie monitoring Deurnese Peel en Mariapeel

Kwantificering van effecten van maatregelen en advies over het monitoringplan

M. Knotters
S.P.J. van Delft
H.E. Keizer-Vlek
P.C. Jansen
J.R. von Asmuth
F.P. Sival
C.E. van 't Klooster



Alterra-rapport 1717, ISSN 1566-7197

kiwa 
Partner for progress



Evaluatie monitoring Deurnese Peel en Mariapeel

In opdracht van het waterschap Aa en Maas, het waterschap Peel en Maasvallei, het Staatsbosbeheer en de provincies Noord-Brabant en Limburg.

Evaluatie monitoring Deurnese Peel en Mariapeel

Kwantificering van effecten van maatregelen en advies over het monitoringplan

**M. Knotters
S.P.J. van Delft
H.E. Keizer-Vlek
P.C. Jansen
J.R. von Asmuth
F.P. Sival
C.E. van 't Klooster**

Alterra-rapport 1717

Alterra, Wageningen, 2008

REFERAAT

Knotters, M., S.P.J. van Delft, H.E. Keizer-Vlek, J.R. von Asmuth, P.C. Jansen, F.P. Sival, C.E. van 't Klooster, 2008. *Evaluatie monitoring Deurnese Peel en Mariapeel. Kwantificering van effecten van maatregelen en advies over het monitoringplan*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1717. 109 blz.; 14 fig.; 33 tab.; 35 ref.

In de Deurnese Peel en Mariapeel vinden maatregelen plaats om de natuur te herstellen. Monitoring van grondwater- en oppervlaktewaterstanden, chemische en ecologische waterkwaliteit en vegetatie vindt plaats om de effecten van de herstelmaatregelen vast te stellen. Een aantal effecten kon worden vastgesteld, en een aantal niet omdat er weinig gegevens beschikbaar zijn die de situatie van vóór de ingrepen beschrijven. De gestelde natuurdoelen komen slechts op kleine oppervlakten voor, maar in grotere delen van het gebied zijn er wel ontwikkelingen in de richting van deze doelen. Vegetatiebeheer kan bijdragen tot de ontwikkeling van hoogveenbos en natte heide. In de toekomst moet monitoring vooral gericht zijn op vergelijking van de actuele met de gewenste situatie, waarbij het type informatie en de doelgrootheden nauwkeurig worden gedefinieerd.

Trefwoorden: Natuurherstel, hoogveen, tijdreeksmodellering, grondwaterstanden, Menyanthes, PIRFICT, chemische waterkwaliteit, Natles, macrofauna, diatomeeën, multivariate analyse, monitoring

ISSN 1566-7197

Dit rapport is digitaal beschikbaar via www.alterra.wur.nl. Een gedrukte versie van dit rapport, evenals van alle andere Alterra-rapporten, kunt u verkrijgen bij Uitgeverij Cereales te Wageningen (0317 46 66 66). Voor informatie over voorwaarden, prijzen en snelste bestelwijze zie www.boomblad.nl/rapportenservice

Fotoverantwoording: Frans Verdonschot, Waterschap Peel en Maasvallei

© 2008 Alterra

Postbus 47; 6700 AA Wageningen; Nederland

Tel.: (0317) 480700; fax: (0317) 419000; e-mail: info.alterra@wur.nl

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Alterra.

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

Inhoud

Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	17
1.1 Achtergrond en probleemstelling	17
1.2 Doel	18
1.3 Opbouw van het rapport	18
2 Opzet van het onderzoek	19
3 Maatregelenoverzicht	21
4 Tijdreeksanalyse van grond- en oppervlaktewaterstanden	29
4.1 Inleiding	29
4.2 Materiaal en methode	29
4.2.1 Processtappen	29
4.2.2 Gegevens	30
4.2.3 Controle van de gegevens	31
4.2.4 Schatten van het effect van de herstelmaatregelen	32
4.2.5 Controle en selectie van de definitieve tijdreeksmodellen	33
4.2.6 Simulatie van de GxG's en schatten van de verschillen	34
4.3 Resultaten	34
4.3.1 Effect van de herstelmaatregelen	34
4.4 Conclusies	40
4.4.1 Effect ingrepen	40
4.4.2 Opzet monitoring	40
5 Beoordeling chemische waterkwaliteitsgegevens	43
5.1 Inleiding	43
5.2 Materiaal en methode	43
5.2.1 Gegevens chemische waterkwaliteit	43
5.2.2 Watertyping	44
5.3 Resultaten	46
5.3.1 Meetpunten serie 1 – Kanalen en verspreide natuurgebieden	46
5.3.2 Meetpunten serie 2 - Peelvenen	46
5.3.3 Meetpunten serie 3 - Macrofauna	47
5.3.4 Relatie tussen waterkwaliteit en compartimentering Mariapeel	48
5.4 Conclusies en aanbevelingen	49
6 Standplaatsconditie en terrestrisch natuurdoel	51
6.1 Inleiding	51
6.2 Materiaal en methode	51
6.2.1 Te beoordelen natuurdoeltypen	51
6.2.2 Werkwijze Natles	52
6.2.3 Beheer	53
6.2.4 Bodemkaart	54

6.2.5	Procedure vervaardiging GxG-kaarten	55
6.2.6	Deterministische component GxG: regressie met hulpinformatie	56
6.2.7	Stochastische component GxG: kriging van residuen	60
6.2.8	Kwantificeren van onzekerheid over de GxG	63
6.2.9	Kwelflux	63
6.2.10	Watertype	63
6.2.11	Interpretatie Natles-uitvoer	64
6.3	Resultaten	64
6.3.1	GxG-kaarten	64
6.3.2	Onzekerheid over de GxG	66
6.3.3	Kwelflux	66
6.3.4	Watertypen	67
6.3.5	Realisatiekansen terrestrische natuurdoelen	67
6.4	Conclusies en aanbevelingen	75
7	Oppervlaktewater: macrofauna en diatomeeën	79
7.1	Inleiding	79
7.2	Materiaal en methoden	79
7.2.1	Gegevens macrofauna en diatomeeën	79
7.2.2	Multivariate analyse	80
7.2.3	Beschrijving aquatische natuurwaarden	80
7.3	Resultaten	82
7.3.1	Resultaten van multivariate analyse	82
7.3.2	Aquatische natuurwaarden	86
7.4	Conclusies en aanbevelingen	90
7.4.1	Conclusies uit multivariate analyse	90
7.4.2	Conclusies aquatische natuurwaarden	90
8	Synthese, algemene conclusies en aanbevelingen	91
8.1	Inleiding	91
8.2	Integratie deelonderzoeken	91
8.2.1	Interpretatie vegetatiekartering Staatsbosbeheer	91
8.2.2	Realisatie terrestrische natuurdoelen	93
8.2.3	Realisatie semiterrestrische natuurdoelen	94
8.2.4	Vernatting en realisatie natuurdoelen	98
8.2.5	Chemische waterkwaliteit en vegetatie	100
8.2.6	Conclusies integratie deelonderzoeken	101
8.2.7	Aanbevelingen voor beheer en onderhoud	102
8.3	Opzet monitoring	103
8.3.1	Algemeen	103
8.3.2	Conclusies opzet monitoring	103
8.3.3	Aanbevelingen voor toekomstige monitoring	104
	Literatuur	107
	Bijlagen separaat	

Woord vooraf

“Als men een man van de natuur is – en vader Lange was het – kan men zelfs in zo’n vlak land als de Peel van alles beleven.

De lente is een openbaring. Telkenjare doet zij de grauwe vlakte weer tintelen van leven, ontspruit zij als een feestelijke fontein van groen en bloesems uit schijnbaar dorre grond en morsdood hout. De zilverberken krijgen hun groen, dat in den beginne zo teer lijkt alsof God zelf er Zijn adem overheen blaast. En vlamrende toortsen zijn de struiken van de gele brem. Ze steken het land in brand, zodat alleen de donkergroene dennen en sparren de gloed van dit vuur weten te doorstaan. Het goudgele bundgras wuift daartussen. En hoog boven de wereld vliegt met rukken de heikneuter. In het veen werken de mannen, de turfstekers met hun bonte boezeroenen. Boven de rand van de turfkuil ziet men het vlijtig beweeg van deze gravers in hun ritme van eendere handelingen.”

Aldus Toon Kortooms in zijn roman ‘Mijn kinderen eten turf’. De titel was het motto van Wouter Lange, vader van veertien kinderen, en daarbij directeur van turfstrooiselfabriek ‘Brabantia’. Deze fabriek aan de Halt, bij Griendtsveen, verwerkte turf dat werd gestoken in de Deurnese Peel. Aan de overzijde van het kanaal stond de fabriek ‘Norge’ van concurrent Woudemans. De turf voor ‘Norge’ werd gestoken in de Mariapeel.

Toon Kortooms vertelt op onnavolgbare wijze de belevenissen van het gezin Lange. Er werd geleefd en dus gelachen. Ondertussen verdween het hoogveen in rap tempo, want er moesten onder andere veertien kelen worden gevuld.

Inmiddels zijn er andere tijden aangebroken in de Deurnese Peel en Mariapeel. Niemand verdient er meer de kost met het steken en verwerken van turf. Sterker nog, nieuwe generaties traden aan, die de kost winnen met natuurherstel: het tot leven brengen van hoogveen. Ze werken niet bij ‘Brabantia’ en ‘Norge’, maar bij het waterschap Aa en Maas, het waterschap Peel en Maasvallei, het Staatsbosbeheer, de provincies, en diverse onderzoeksbureaus en –instituten. Hun kinderen eten levend hoogveen.

In dit rapport blikken we terug op een periode waarin maatregelen werden genomen om de natuur in de Deurnese Peel en Mariapeel te herstellen. Hebben deze maatregelen effect gehad? Maar we blikken ook vooruit. Wat kunnen we leren? Zijn er extra maatregelen nodig? Moet er anders worden gemonitord? Bij projecten als deze ontkomen we niet aan onzekerheid. We kunnen het verdoezelen, ervoor weglopen, of doen alsof we zeker zijn. We houden onszelf en anderen dan voor de gek, met als resultaat dat er beslissingen worden genomen of investeringen worden gedaan die later niet zo verstandig bleken te zijn. Omdat niemand onder ons eindeloos kan meten en onderzoeken, laat staan alwetend is, weten we nooit helemaal zeker of maatregelen effect hebben gehad, en of de natuur is hersteld. We doen natuurlijk wel ons best om de onzekerheid binnen redelijke proporties te houden, en bij onze beslissingen en uitspraken houden we rekening met onze onzekerheid.

De tekst van dit rapport is plaatselijk misschien wel zo droog als turf. Dat komt omdat natuurherstel vergezeld gaat van gedegen wetenschappelijke analyses, die niet anders dan met serieuze bewoordingen kunnen worden verantwoord. Wordt het u te machtig, wissel dan het lezen van dit rapport af met een roman van Toon Kortooms.

Het project werd uitgevoerd in opdracht van het waterschap Aa en Maas, het waterschap Peel en Maasvallei, het Staatsbosbeheer en de provincies Noord-Brabant en Limburg. De begeleidingscommissie bestond uit Nila Taminiau, Frans Verdonschot en Jeroen van Mil van het waterschap Peel en Maasvallei, Harold van Dijk, Hans de Bruin en Wietse Velthuijs van het waterschap Aa en Maas, en Philip Bossenbroek van het Staatsbosbeheer.

Wageningen, mei 2008

Martin Knotters
Bas van Delft
Hanneke Keizer-Vlek
Peter Jansen
Jos von Asmuth (KIWA Water Research)
Francisca Sival
Kees van 't Klooster

Samenvatting

Waarom natuurherstel?

De Deurnese Peel en de Mariapeel zijn overblijfselen van het hoogveen dat eens de grensstreek van Noord-Brabant en Limburg bedekte. Het kaartje geeft aan waar het gebied van circa 2700 hectare ligt. Gedurende de laatste anderhalve eeuw veranderde hier veel. Veenveld verdween door turfwinning, grondwaterstanden daalden, voedselrijk water kwam het gebied binnen. De karakteristieke natuur van het hoogveen kwam hierdoor onder druk te staan. Steeds sterker groeide het besef dat als er niet werd ingegrepen de bijzondere natuur van de Peel voorgoed verloren zou gaan.



Ligging van de Deurnese Peel en Mariapeel

Sinds 1990 maken de Deurnese Peel en de Mariapeel deel uit van de Ecologische Hoofdstructuur, zeg maar het hoofdwegennet van de natuur in Nederland. Bovendien wezen de provincies in 1991 het gebied aan als 'prioritair verdroogd gebied', wat actie betekende om de verdroogde natuur te herstellen. Daarom nemen de waterschappen Peel en Maasvallei en Aa en Maas, in samenwerking met terreinbeheerder Staatsbosbeheer, maatregelen om de waterhuishouding te verbeteren. De uitvoering ervan startte in 1994, maar ook eerder al vonden op kleine schaal herstelmaatregelen plaats. Het doel van de maatregelen is de waterhuishouding zodanig te verbeteren dat de voedselarme vegetaties van natte heiden en hoogvenen nieuwe kansen krijgen.

Waarom monitoring?

Voorwaarde voor subsidie voor herstelmaatregelen is dat door monitoring de effecten ervan moeten worden vastgesteld. Het Staatsbosbeheer, waterschap Aa en Maas, waterschap Peel en Maasvallei en de Provincies Noord-Brabant en Limburg besloten gezamenlijk in 1996 om met een monitoringprogramma de effecten van de maatregelen te volgen en zo nodig het systeem bij te sturen. Het monitoringprogramma heeft de volgende onderdelen:

- het waarnemen van grond- en oppervlaktewaterpeilen;
- het bepalen van de fysisch-chemische kwaliteit van het oppervlaktewater;
- tweejaarlijkse vegetatieopnamen;
- tweemaal een gebiedsdekkende vegetatiekartering;
- verschillende opnamen van de aquatische macrofauna op een beperkt aantal locaties, en een eenmalige gebiedsdekkende opname van de aquatische macrofauna.

Waarom een evaluatie?

Na ruim tien jaar monitoring is er behoefte aan antwoord op een aantal vragen. Wat zijn tot nu toe de effecten van maatregelen? Zijn er aanvullende maatregelen nodig? Voldoet de opzet van het monitoringplan om effecten vast te stellen? Kan de monitoring in de toekomst worden verbeterd?

Het doel van deze evaluatie is om op basis van de verzamelde gegevens de bovenstaande vragen zo goed mogelijk te beantwoorden. Dit gebeurt in een aantal deelonderzoeken:

- Analyse van grondwaterstanden en oppervlaktewaterpeilen.
- Beoordeling van de chemische kwaliteit van het oppervlaktewater.
- Analyse van standplaatscondities en terrestrische natuurdoelen.
- Analyse van macrofauna en diatomeeën in het oppervlaktewater.

Ten slotte vergelijken we de resultaten van de deelonderzoeken, en maken we de balans op. Wat is er tot nu toe bereikt, en wat kunnen we leren?



Compartiment 3 in de Mariapeel

Grondwaterstanden en oppervlaktewaterpeilen

Hoogveen ontwikkelt zich onder natte omstandigheden: ondiepe grondwaterniveaus en hoge oppervlaktewaterpeilen. Om te beoordelen of aan deze voorwaarden wordt voldaan, zijn op 279 locaties grondwaterstanden gemeten, en op 94 locaties oppervlaktewaterpeilen. Na controle van de gegevens spitsten de analyses zich toe op 52 reeksen van grondwaterstanden, die voldoende informatie van goede kwaliteit bevatten om effecten van ingrepen nauwkeurig vast te kunnen stellen. De analyses

voerden we uit met een computerprogramma, Menyanthes, waarmee we de effecten van ingrepen kunnen scheiden van invloeden van het weer op de grondwaterstand.



Peilbuizen in de Mariapeel (compartiment 3)

Omdat de meeste ingrepen rond 1996 plaatsvonden, vergeleken we de grondwaterstanden van vóór 1996 met die van erna. Belangrijke karakteristieken van de seizoensfluctuatie van de grondwaterstand zijn de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG), de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG), en de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG). Dit zijn de grondwaterstanden die je gemiddeld genomen mag verwachten als de grondwaterstand op z'n ondiepst is in de winter, op z'n diepst is in de zomer, en in het voorjaar rond 1 april. Tezamen noemen we deze karakteristieken de GxG. Op 32 van de 52 locaties bleek dat de GHG na 1996 ondieper is geworden, op 26 locaties is de GLG ondieper geworden en op 14 locaties werd de GVG ondieper.

Een verband met herstelmaatregelen is in een aantal gevallen aannemelijk. Voor circa acht locaties constateerden we dat de GxG's na 1996 zijn gedaald. Dit is in een aantal gevallen goed te verklaren.

Chemische kwaliteit van het oppervlaktewater

Hoogveen ontwikkelt zich in een voedselarm, zuur milieu. De samenstelling van grond- en oppervlaktewater lijkt veel op dat van regenwater. In grotere vennen kan het water wat minder zuur zijn als er grondwater bij zit dat afkomstig is uit diepere bodemlagen. Op 28 locaties werden meer of minder frequent watermonsters genomen, gedurende kortere of langere tijd. Bovendien werd op 42 locaties in 2007 de chemische waterkwaliteit eenmalig bepaald.

Uit de analyseresultaten blijkt dat het water in de Deurnese Peel en Mariapeel doorgaans veel op regenwater lijkt. Bij een paar meetpunten is er kalk in het water, waardoor het wat minder zuur is. Dit is waarschijnlijk de invloed van Maaswater dat via de kanalen is aangevoerd. Bij verschillende meetpunten zijn er mogelijk via de lucht meststoffen in het water terechtgekomen, bij twee meetpunten mogelijk ook via bijvoorbeeld vogelmest.

Het water in de hoogste compartimenten van de Mariapeel lijkt het meest op regenwater (atmoclien); in de laagste compartimenten komt ook plaatselijk een groter aandeel grondwater (lithoclien) voor. We vonden geen samenhang tussen het gehalte aan nutriënten (fosfor en stikstof) en de compartimentering.

Standplaatscondities en terrestrische natuurdoelen

Dit zijn moeilijke woorden voor iets heel eenvoudigs: het hangt af van de plaatselijke omstandigheden of op een bepaalde plek op het land de natuur komt die je er graag wilt. Net zoals bij tuinieren dus.

Met het computerprogramma Natles kun je de kans uitrekenen dat de natuur die je nastreeft er komt, onder de gegeven omstandigheden. De volgende vier natuurdoelen worden in de Deurnese Peel en Mariapeel nagestreefd: *hoogveenbos*, *natte heide*, *levend hoogveen* en *zwak gebufferd ven*. Het programma Natles rekent op basis van informatie over hydrologie (GxG's en kwel), de bodemgesteldheid en het beheer de kans uit dat deze natuurdoelen kunnen worden gerealiseerd. Belangrijk is dat deze informatie gebiedsdekkend beschikbaar is. Voor de bodemgesteldheid, de kwel en het beheer was deze informatie voorhanden. De GxG's moesten we interpoleren vanuit de locaties van de peilbuizen, waarbij we gebruik maakten van de samenhang met maaiveldshoogte, oppervlaktewaterpeil en veendikte.



Veenmos

De berekende kansen dat de natuurdoelen worden gerealiseerd onder de gegeven omstandigheden zijn over het algemeen klein. Dit lijkt vooral te worden veroorzaakt door diepe grondwaterstanden. De onzekerheid over de werkelijke grondwaterstanden is echter groot, en mogelijk zijn grondwaterstanden te diep geschat op basis van de beschikbare informatie.

Macrofauna en diatomeeën in het oppervlaktewater

Met 'macro'-fauna worden de ongewervelde waterdieren aangeduid die je met het blote oog kunt zien. Diatomeeën zijn eencellige wieren met een extern skelet van kiezel. Macrofauna en diatomeeën geven een goed idee van de ecologische toestand van het water.

Uit de analyses van de gegevens die in 2007 op 42 locaties zijn verzameld blijkt dat de soortenaantallen sterk variëren in het gebied. Doelsoorten van macrofauna, die specifiek zijn voor levend hoogveen, komen voor op plekken met levend hoogveen, maar ook elders.

Een effect van de herstelmaatregelen die rond 1996 werden genomen op de samenstelling van soorten kon niet worden aangetoond. Verschillen tussen locaties blijken veel groter te zijn dan verschillen tussen jaren.

Hebben de maatregelen effect?

Het is aannemelijk dat op een aantal peilbuislocaties de grondwaterstand is gestegen door compartimentering in de Mariapeel en de aanleg van dammen in het

Defensiekanaal, het opstuwen de Vlier en wateraanvoer in de Vreekwijkse Loop, en het verplaatsen van een stuw in Heitrakse Loop naar de westzijde van de Heitrakse Peel. In de omgeving van de overige maatregelen zien we grondwaterstandsverhoging als effect optreden, maar ook verlaging. De verhogingen zijn toe te schrijven aan vernattingsmaatregelen.

Omdat er nauwelijks gegevens van vóór 1996 voorhanden zijn, is het moeilijk om het effect van maatregelen op de chemische waterkwaliteit te beoordelen. Wel is duidelijk dat ná 1996 de chemische waterkwaliteit sterk overeenkomt met regenwater, wat karakteristiek is voor een hoogveen gebied.



Ingrijpen in de waterhuishouding

Of de maatregelen effect hebben op de macrofauna is niet vast te stellen op basis van de beschikbare gegevens. De soortensamenstelling blijkt erg variabel te zijn. Tussen locaties, tussen jaren en ook binnen jaren komen grote verschillen voor. In de huidige situatie blijken doelsoorten van macrofauna, die specifiek zijn voor levend hoogveen, voor te komen op plekken met levend hoogveen en elders.

Is het hoogveen hersteld?

Vegetaties die volledig beantwoorden aan de natuurdoeltypen *hoogveenbos*, *natte heide*, *levend hoogveen* en *zwak gebufferd ven* komen slechts in kleine delen van het gebied voor. Op zeer grote schaal komen zogeheten *vervangingsgemeenschappen* voor natte heide en levend hoogveen voor, die wijzen op verdroging (645 ha), en typen van droge heide (139 ha). Ook komt er 253 ha bos voor dat ontstaat als natte heide niet als heide wordt beheerd.

Levend hoogveen komt voor op kleine oppervlaktes in het zuidoosten van de Mariapeel en op een stukje in de Liesselse Peel. Op vrij grote schaal komen vegetaties voor die je kunt zien als een voorstadium in de ontwikkeling naar levend hoogveen. Dit is voor een deel open water waar door verlanding hoogveen kan gaan groeien. Er is ook 126 ha vegetatie van het waterveenmos van gekarteerd, dat een eerste aanzet is tot de vorming van hoogveen. Er komen diverse oppervlakten met (deels) open water voor met vervangingsgemeenschappen die zich zouden kunnen gaan ontwikkelen tot *zwak gebufferd ven*.

Samenvattend is het beeld dat de natuurdoelen slechts op kleine oppervlakten voorkomen, maar dat er in grotere delen van de Deurnese Peel en Mariapeel, circa 43 % van de oppervlakte, wel ontwikkelingen zijn in de richting van de doelen.



Waterveenmos tegen pijpestrootje

Wat kunnen we leren over natuurherstel?

Om natuur te herstellen moet eerst de toestand van de bodem en het grondwater worden geoptimaliseerd. Voor natuur die afhankelijk is van stabiele, natte en voedselarme omstandigheden is dat bepaald geen sinecure. En ook als die optimale omstandigheden zijn gerealiseerd, kunnen ingrepen uit het verleden ervoor zorgen dat het gewenste herstel van de natuur nog lang op zich laat wachten of zelfs nooit op zal treden. In de Deurnese Peel en Mariapeel speelt een combinatie van deze factoren.

Dat zuivere vegetatietypen van natte heide nog vrijwel ontbreken, komt waarschijnlijk door verdroging en door eutrofiëring als gevolg van stikstofdepositie. En omdat Pijpestrootje hardnekkig is, blijven de effecten van verdroging en eutrofiëring nog lange tijd in de vegetatie zichtbaar, ondanks de vernattingsmaatregelen. Een vegetatiebeheer dat is gericht op het herstel van de natte heide kan hier verbetering in brengen.

Er zijn plaatsen waar de omstandigheden goed zijn voor hoogveenbos, maar daar komen alleen korte vegetaties voor. Met een ander vegetatiebeheer kan op deze plekken hoogveenbos ontstaan.

Het beeld van de actuele grondwaterstand is mogelijk te droog, waardoor de kansen op de ontwikkeling van levend hoogveen mogelijk te laag zijn geschat. Feit is wel dat er nog geen uitgebreide ontwikkeling van hoogveen op gang is gekomen. Om beter zicht te krijgen op de mogelijkheden voor natuurherstel moet de actuele grondwatersituatie beter in kaart worden gebracht.

Wat kunnen we leren over monitoring?

Een monitoringnetwerk kun je vergelijken met een huis. Het zijn beide grote investeringen, vaak voor een lange termijn. Een huis biedt wooncomfort, een monitoringnetwerk informatie. Zowel een monitoringnetwerk als een huis verdienen een zorgvuldig ontwerp. Je begint niet zomaar ergens te metselen. Eerst denk je na over het gewenste wooncomfort, het type huis, de eisen waar het huis aan moet voldoen, hoeveel het mag kosten en hoe het er uit moet zien. Je laat de constructies beoordelen door een bouwtechnicus, want je wilt later niet tussen de brokstukken zitten. Je houdt, als het even kan, vooraf rekening met verbouwingen die later misschien nodig zijn, zoals een aanbouw of een dakkapel.

Zo is het ook met het ontwerpen van een monitoringplan. Eerst denk je na over de vereiste informatie, de nauwkeurigheid ervan, de kosten, verwerkingsmethoden en steekproefopzet. Je laat de verwerkingsmethode, de steekproefopzet en de benodigde steekproefomvang beoordelen door een statisticus, want je wilt later geen informatie waar je niets mee kunt. Je houdt zoveel mogelijk rekening met wijzigingen in de omstandigheden die zich voor kunnen doen tijdens de monitoring, zoals nieuwe vragen om informatie. Zowel voor een huis als voor een monitoringnetwerk geldt het ontwerpprincipes 'Begin aan het eind, en redeneer dan terug'.

Heeft de monitoring in de Deurnese Peel en Mariapeel na tien jaar de benodigde informatie opgeleverd? Tot nu toe was de monitoring erop gericht de vraag te beantwoorden wat het effect van



Gemaal Griendtsveen

maatregelen is geweest. Het blijkt dat, om allerlei redenen, de gegevens slechts ten dele bruikbaar waren om de effecten van ingrepen te analyseren. Dit komt vaak voor bij langjarige monitoringprogramma's waarbij verschillende instanties zijn betrokken. Achteraf is het niet mogelijk hier iets aan te veranderen. Niettemin ontstond op basis van de gegevens toch een beeld van een aantal effecten van ingrepen in de waterhuishouding.

Hoe moet de monitoring worden voortgezet? Nu inmiddels veel maatregelen achter de rug zijn, is het van belang te weten hoe ver de actuele situatie nog verwijderd is van de gewenste situatie. Dit vergt een andere aanpak dan monitoring van effecten. Allereerst moeten we de gewenste situatie duidelijk omschrijven. Wanneer hebben we ons doel bereikt? Formuleren we onze doelen voor elke locatie afzonderlijk, of voor het gebied als geheel?



Mariapeel, compartiment 7

Als we willen weten wáár we onze doelen hebben bereikt en waar niet, dan hebben we patrooninformatie nodig, een kaartje. Dit kaartje zou bijvoorbeeld de kansen kunnen weergeven dat de actuele situatie gelijk is aan de gewenste situatie. Als de kans dat de gewenste situatie is bereikt groot is, bijvoorbeeld groter dan 90 %, dan is er weinig reden om extra maatregelen te treffen. Is deze kans klein, bijvoorbeeld kleiner dan 10 %, dan is er juist wel

reden om maatregelen te treffen. Ligt de kans rond de 50 %, dan wil dat zeggen dat niet duidelijk is of de gewenste situatie is bereikt. We zijn in dit geval dus erg onzeker over de werkelijke situatie, bijvoorbeeld omdat er te weinig gegevens van goede kwaliteit beschikbaar zijn. Er moet dan eerst aanvullend onderzoek worden gedaan alvorens er een beslissing kan worden genomen over het al of niet treffen van maatregelen.

De onzekerheid over de actuele grondwaterstandssituatie is te groot om aan te geven wáár aanvullende herstelmaatregelen nodig zijn. Het huidige beeld is waarschijnlijk systematisch te droog voor grote delen van het gebied. Wij bevelen daarom aan om in de Deurnese Peel en de Mariapeel de actuele grondwaterstandssituatie nauwkeurig in kaart te brengen, en daarbij gebruik te maken van gedetailleerde informatie over de veendikte.

Doelen kunnen we ook formuleren voor het gebied als geheel, bijvoorbeeld een gebiedsgemiddelde, of het oppervlaktepercentage waarbinnen het hoogveen is hersteld. Het doel is dan dus geformuleerd als één getal voor een heel gebied. Met bijvoorbeeld een toets kan worden beoordeeld of het doel is bereikt. Dit vergt een andere opzet van het monitoringnetwerk dan wanneer er een kaartje moet worden gemaakt.

Belangrijk is dat er goed wordt nagedacht over de nauwkeurigheid van de vereiste informatie. Onzekerheid is nooit weg te nemen, de informatie heeft altijd een bepaalde onnauwkeurigheid. Beslissingen die je neemt op basis van onnauwkeurige informatie kunnen anders uitpakken dan je hoopte. Dit betekent dat er risico's

bestaan van desinvesteringen en/of schade aan de natuur. Voorafgaand aan de monitoring moet je vaststellen welke risico's nog acceptabel zijn. Daarna is het mogelijk de benodigde meetinspanning vast te stellen.

Conclusie

De belangrijkste conclusie van deze evaluatie is dat de resultaten van de vegetatiemonitoring een positiever beeld van de effecten van herstelmaatregelen geven dan de resultaten van monitoring van grondwaterstand, chemische waterkwaliteit en macrofauna. Je zou kunnen zeggen: wandelend door het veld krijg je een positiever beeld van het succes van de maatregelen dan rekenend met de monitoringgegevens. De oorzaak van dit verschil ligt in het monitoringplan, dat in de huidige opzet geen volledig of een vertekend beeld geeft. Om effecten van maatregelen objectief te kunnen kwantificeren, zou de opzet van het monitoringplan in de nabije toekomst onder de loep moeten worden genomen. De aanbevelingen uit dit onderzoek geven hiervoor een goede aanzet.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond en probleemstelling

De Deurnese Peel en de Mariapeel zijn restanten van het grote hoogveengebied van de Peel, in het grensgebied van de provincies Noord-Brabant en Limburg. Door vervening en ontwatering is de situatie gedurende de laatste 150 jaar ingrijpend veranderd: grond- en oppervlaktewaterpeilen daalden, en voedselrijk water kwam de gebieden binnen. Door deze veranderingen kwamen de ecosystemen die karakteristiek zijn voor hoogveengebieden onder druk te staan. De Deurnese Peel en Mariapeel maken sinds 1990 deel uit van de Ecologische Hoofdstructuur. In 1991 wezen de provincies het gebied aan als 'prioritair verdroogd gebied', wat betekende dat er actief naar moest worden gestreefd de verdroogde natuur te herstellen. Om het hoogveen te herstellen zijn sinds 1994, maar ook op kleinere schaal daarvoor, door het waterschap Aa en Maas (voorheen waterschap de Aa), het waterschap Peel en Maasvallei, en Werkgroep 'Behoud de Peel', samen met de terreinbeheerder Staatsbosbeheer, maatregelen uitgevoerd om de waterhuishouding te verbeteren zodat de voedselarme vegetaties van natte heiden en hoogvenen nieuwe kansen kunnen krijgen. Een voorwaarde voor de verkregen subsidie was dat de effecten van maatregelen gemonitord moesten worden.

Omdat er geen leidraad voor monitoring beschikbaar was, kozen de toenmalige organisaties en leden van de begeleidingscommissie voor een aanpak waarbij elke instantie verantwoordelijk is voor haar gegevensinwinning en be- en verwerking. De monitoringprogramma's bestaan uit het waarnemen van grond- en oppervlaktewaterpeilen, het bepalen van de fysisch-chemische waterkwaliteit, tweejaarlijkse vegetatieopnamen, tweemaal een gebiedsdekkende vegetatiekartering, verschillende opnamen van de aquatische macrofauna op een beperkt aantal locaties, en een eenmalige gebiedsdekkende opname van de aquatische macrofauna.

Het Staatsbosbeheer, de waterschappen Aa en Maas en Peel en Maasvallei en de provincies Noord-Brabant en Limburg besloten gezamenlijk in 1996 om met een monitoringprogramma de effecten van de maatregelen te volgen en eventueel het systeem bij te sturen. De eerste monitoringsrapportage dateert van 1996. In 1998 zijn de gegevens gebundeld, maar is er geen evaluatie uitgevoerd. In 2002/2003 is een tussenevaluatie opgesteld met conclusies en aanbevelingen (Buro Hemmen, 2003). Na ruim tien jaar monitoring is er behoefte aan een eindevaluatie: wat zijn de effecten van maatregelen, voldoet de opzet van het monitoringplan om effecten vast te stellen, kan de monitoring in de toekomst worden verbeterd?

1.2 Doel

Het onderzoek heeft als doel om op basis van de monitoringgegevens de effecten van maatregelen die zijn genomen voor de realisatie van vegetatie- en macrofaunadoelen te kwantificeren, en voorts aanbevelingen te geven voor verbetering van de monitoringprogramma's.

1.3 Opbouw van het rapport

Hoofdstuk 2 beschrijft de algemene opzet van het onderzoek. De lijst met maatregelen, die in overleg met de opdrachtgever is opgesteld en die in alle onderdelen van het onderzoek een belangrijke rol speelt, wordt in hoofdstuk 3 gepresenteerd.

Hoofdstuk 4 tot en met 7 beschrijven de deelonderzoeken. Hoofdstuk 4 beschrijft hoe met behulp van het programma 'Menyanthes' door middel van tijdreeksmodellering effecten van ingrepen op de grondwaterstand zijn gekwantificeerd. Hoofdstuk 5 behandelt de analyse van de gegevens over de chemische waterkwaliteit. Hoofdstuk 6 beschrijft hoe met behulp van het landevaluatiesysteem 'Natles' is vastgesteld of de standplaatscondities overeenkomen met de abiotische randvoorwaarden voor de beoogde natuurdoelen. Voor dit doel zijn nieuwe kaarten van het actuele grondwaterstandsverloop gemaakt, waarbij ook de onzekerheid is gekwantificeerd. De realisatiekansen die uit 'Natles' volgen hangen immers mede af van de nauwkeurigheid van deze kaart. Hoofdstuk 7 gaat in op de analyse van gegevens over macrofauna en diatomeeën in het oppervlaktewater. De macrofaunagegevens zijn in twee stappen geanalyseerd. Eerst is met multivariate analyse bepaald of de herstelmaatregelen die tussen 1994 en 1997 plaatsvonden gevolgen hebben gehad voor de samenstelling van de levensgemeenschap op verschillende locaties in het gebied. Vervolgens is getracht om op basis van gegevens over macrofauna die de Stichting Bargerveen in 2006 en 2007 heeft verzameld een overzicht te geven van de aquatische natuurwaarden in relatie tot maatregel-, peil- en waterkwaliteitsgegevens.

Hoofdstuk 4 tot en met 7 bediscussiëren ook de bruikbaarheid van de monitoringgegevens voor de verschillende deelonderzoeken, en geven aanbevelingen voor verbeteringen in de monitoringprogramma's.

Hoofdstuk 8 integreert de bevindingen uit de deelonderzoeken tot algemene conclusies en aanbevelingen. Paragraaf 8.2 beschrijft de samenhang tussen de effecten van maatregelen die in de verschillende deelonderzoeken zijn bespeurd, geeft algemene conclusies over de effecten van maatregelen en aanbevelingen voor beheer en onderhoud. Paragraaf 8.3 bediscussieert de opzet van de monitoringprogramma's in de Deurnese Peel en Mariapeel, en geeft aanbevelingen voor verbetering van deze monitoringprogramma's.

2 Opzet van het onderzoek

De evaluatie kent twee deelprojecten:

- A. Inventarisatie van monitoringgegevens;
- B. Analyse van monitoringgegevens, formuleren van conclusies en aanbevelingen.

Deelproject A: Inventarisatie

Fase A1: Vaststellen natuurdoelen (vegetatie en macrofauna)

De natuurdoelenkaarten van beide provincies worden in samenspraak met medewerkers van de provincies op elkaar afgestemd tot één kaart, met een eenduidige legenda. Van de terrestrische en de aquatische natuurdoelen worden de hydrologische randvoorwaarden vastgesteld. Hiermee kan in Fase A3 worden beoordeeld of de beschikbare gegevens bruikbaar zijn om te toetsen of aan deze hydrologische randvoorwaarden wordt voldaan. Belangrijk daarbij is de vraag *wanneer* kan worden vastgesteld dat een natuurdoel gerealiseerd is, met het oog op successie van de vegetatie en de jaardynamiek in de samenstelling van de macrofauna.

Fase A2: Overzicht van de gegevens

In samenspraak met de opdrachtgever wordt een lijst van herstelmaatregelen opgesteld, zie hoofdstuk 3. De gegevens op het gebied van grond- en oppervlaktewaterkwantiteit, chemische oppervlaktewaterkwaliteit, vegetatie en macrofaunagegevens worden geïnventariseerd en geordend.

Fase A3: *Go or no go*

In samenspraak met de opdrachtgever wordt beoordeeld er voldoende gegevens beschikbaar zijn om met de gewenste nauwkeurigheid uitspraken te kunnen doen over de effecten van herstelmaatregelen.

Deelproject B: Analyse van monitoringgegevens, formuleren van conclusies en aanbevelingen

Fase B1: Analyse van de hydrologische gegevens

De kwaliteit van tijdreeksen van grondwater- en oppervlaktewaterpeilen wordt gecontroleerd. Hierbij worden meetfouten verwijderd, en wordt beoordeeld of de gemeten grondwaterstanden het freatische vlak representeren en niet diepere stijghoogtes. Bij het controleren van de gegevens wordt gebruik gemaakt van het programma Menyanthes voor modellering van tijdreeksen van de grondwaterstand.

Met behulp van Menyanthes worden karakteristieken van de grondwaterdynamiek geschat: GHG, GLG en GVG, voor de situatie van vóór en na de ingreep (uitgangsen eindsituatie). Voorwaarde is dat de reeksen voldoende lang zijn om de karakteristieken te kunnen schatten. Afhankelijk hiervan zal worden beoordeeld of de ingreep effect heeft gehad, en of het huidige grondwaterregime overeenstemt met het gewenste grondwaterregime.

Gezien de zeer ondiepe grondwaterregimes in het gebied zal de grondwaterfluctuatie op niveaus rond of kort onder het maaiveld vaak worden 'afgeroomd'. Dit leidt tot

een zogeheten drempel-nietlineariteit in de relatie tussen neerslagoverschot en grondwaterstand, die met Menyanthes wordt gemodelleerd.

Fase B2: Analyse van de vegetatiegegevens

Om vast te stellen of de vegetatiedoelen zijn gerealiseerd, worden de vegetatiegegevens uit 1995 en 2005 getoetst aan de te realiseren natuurdoelen. Tevens worden de veranderingen, de gehaalde en de niet-gehaalde doelen vastgesteld.

Fase B3: Analyse macrofaunagegevens

Analyses van de macrofauna in het oppervlaktewater worden uitgevoerd aan de hand van kartering uit 2007 en de tweejaarlijkse bemonstering, en vervolgens getoetst aan het aquatische natuurdoel.

Fase B4: Analyse van grond-, oppervlaktewater- en vegetatiegegevens

Of natuurdoelen wel of niet zijn gehaald wordt beoordeeld met behulp van het Natuurgericht Landevaluatiekennismodel Natles (Van Delft, 2004), met de beschikbare bodemkundige en hydrologische gegevens. De GHG, GLG en GVG die met Menyanthes voor locaties zijn geschat worden met behulp van gebiedsdekkende hulpinformatie geostatistisch geïnterpoleerd. De kaarten die op deze manier totstandkomen dienen als invoer voor Natles, en worden vertaald naar een gebiedsdekkend beeld van natuurdoelen.

Fase B5: Analyse van gegevens over macrofauna in oppervlaktewater

Op basis van de waarnemingen aan de macrofauna wordt geanalyseerd of maatregelen hebben geleid tot realisatie van het aquatische doel, in samenhang met de gegevens over peilen en de waterkwaliteit.

Fase B6: Evaluatie van het huidige monitoringnetwerk en aanbevelingen voor voortzetting

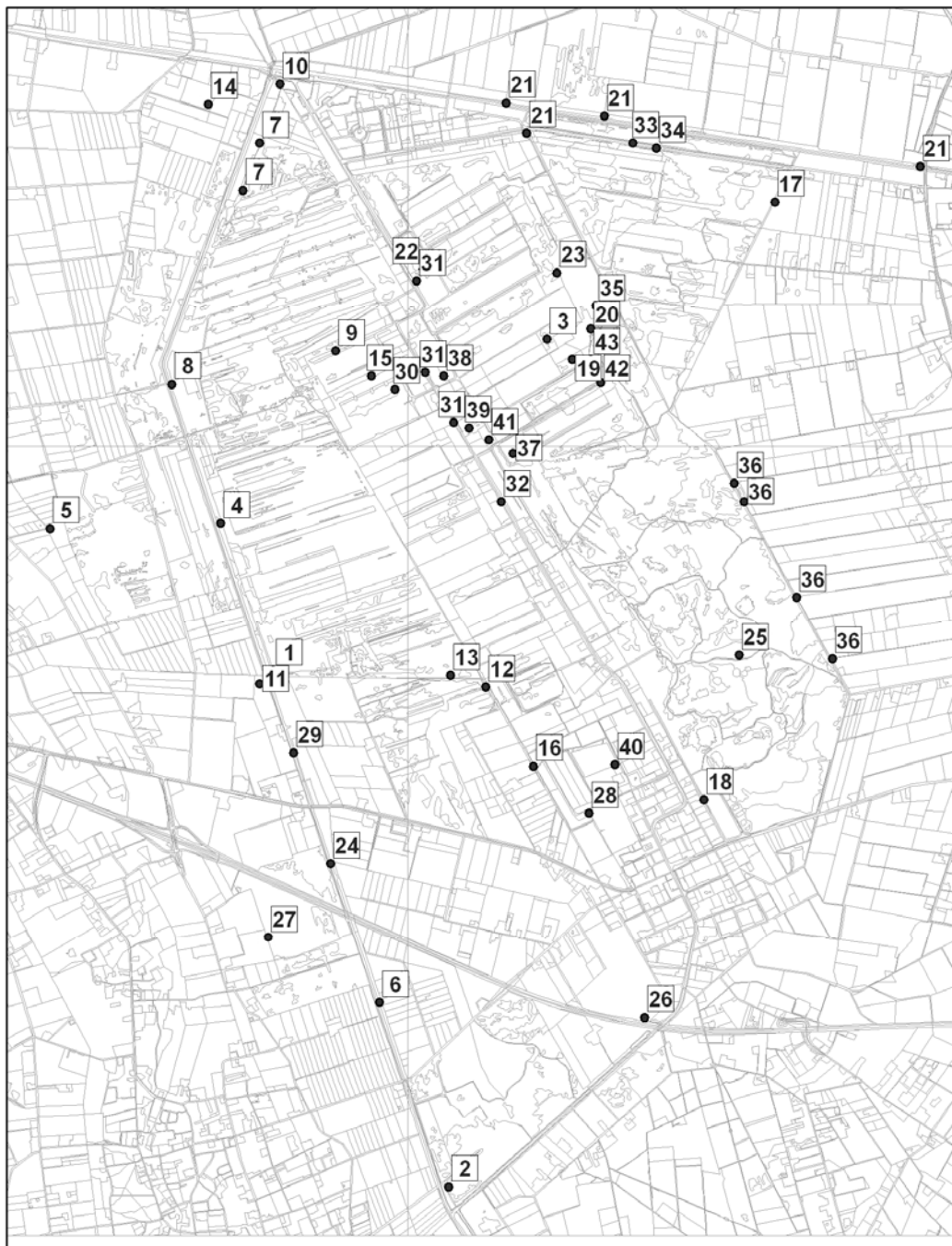
De bruikbaarheid van de monitoringgegevens voor het kwantificeren van effecten van herstelmaatregelen wordt beoordeeld. Aanbevelingen voor toekomstige monitoring worden geformuleerd. Op basis van de resultaten van de analyse van het effect van herstelmaatregelen worden aanbevelingen gedaan voor maatregelen, daar waar de natuurdoelen niet zijn gehaald.

Fase B7: Rapportage

In dit rapport worden de methodiek, de resultaten en de conclusies en aanbevelingen gepresenteerd. Kaartmateriaal wordt ook digitaal aangeleverd.

3 Maatregelenoverzicht

De lijst van herstelmaatregelen speelt een belangrijke rol in de verschillende fasen van de evaluatie. Figuur 3.1 geeft een overzicht van de locaties waar ingrepen in de waterhuishouding hebben plaatsgevonden.



Figuur 3.1 Overzicht van de locaties waar ingrepen in de waterhuishouding hebben plaatsgevonden. De nummers verwijzen naar Tabel 3.1, waarin de maatregelen worden omschreven.

Tabel 3.1 omschrijft de maatregelen die plaatsvonden op de locaties die Figuur 3.1 weergeeft.

Tabel 3.1 Omschrijving van de ingrepen in de waterhuishouding van de Deurnese Peel en Mariapeel. De nummers corresponderen met Figuur 3.1. WAM = Waterschap Aa en Maas, WPM = Waterschap Peel en Maasvallei, SBB = Staatsbosbeheer.

Nr.	Omschrijving	Datum	Opdrachtgever
1	Oude stuw in Soeloop bovenstrooms kanaal van Deurne reeds vervallen	<1970	WAM
2	Inlaat Maaswater via inlaatstuw	1972	WAM
3	Verbinding Wijken 3/4 6/7 9/10 11/hoofdwijk middels watergangen	aug. 1976	SBB
4	Kanaal van Deurne ong. 1,5 m. diep gemaakt (OVb) berm sloten westzijde dicht	1976	WAM
5	Flauwe taluds lange wal 75-15-5; SBB na verwerving, steeds minder onderhoud	1976	WAM
6	Aan de heuvel / schouw sloten		WAM
	Meer overlast voor aangrenzende percelen		WAM
	Plan gemaakt maar niet afgesloten		WAM
	Tweede noordelijke sifon vervangen door duikers	jaren '70	WAM
	261 BRN verbeterd en verhoogd, aanleg in 1980	1980	WAM
7	Bouw 261CPA + 261CPB		WAM
8	Bouw 261BRZ	verhoogd jaren '90	WAM
9	Verlegging bovenloop Soeloop uit de Peel		WAM
10	Doorverbinding Kanaal van Deurne > Peelkanaal		WAM
11	Stuwen 275HI aangelegd; vervangt stuw 1: Soeloop bovenstrooms, afvoer gehalveerd	in 1997 effectief	WAM
12	Stuw 275HJ aangelegd; hoger peil	in 1996 effectief	WAM
13	Dijkjes gelegd langs Soeloop ten noorden		WAM
	Stuw 275JO van Waterschap naar andere gegaan: SBB of provincie; vaste stuw was er al		WAM
14	Inlaat 26BM + bouw 261COA + waterlopen		WAM
15	Dijkjes aangelegd ten westen van gemaal Soemeer	winter 1980/1985	WAM
16	Stuw 75-HN; vaste overlaat (noodoverloop), winter 1995/96	winter 1995/1996	WPM
17	Aanleg van een kade vanaf de spoorlijn Eindhoven - Venlo in zuidelijke richting, richting het Defensiekanaal Noord	winter 1995/1996	WPM
18	Aanleg van een kade aan de Zuidwesthoek van de Mariapeel (ten zuiden van Helenaveen)	winter 1995/1996	WPM
19	Wijken verbonden	winter 1995/1996	WPM
20	Wijken afgesloten	winter 1995/1996	WPM
21	Gemaal aan de Lavendellaan; 3 stuwen noordzijde spoordijk Eindhoven-Venlo	winter 1995/1996	WPM
22	Plaatsing duikers; (begrenzing compartimenten)	winter 1995/1996	WPM
23	Plaatsing zelfregulerende niveaulekken	winter 1995/1996	WPM
24	Afdamming ten westen kanaal van Deurne	winter 1995/1996	WAM
25	Aanleg compartimenten Mariapeel door regelbare duikers	winter 1997/1998	SBB

Nr.	Omschrijving	Datum	Opdrachtgever
26	Gemaal 't Zinkske gebouwd	winter 1995/1996	WAM
27	275JL gebouwd	winter 1995/1996	WAM
28	Gemaal via Schoolwijk op Helenavaart gebouwd: vrije afwatering naar Soeloop nu via gemaal Helenavaart	winter 1995/1996	WAM
28a	Na gemaal Schoolwijk dijkjes aangepast om te voorkomen dat 'teveel' water de Peel uitstroomt	winter 1995/1996	WAM
29	Gemaal Hoge Brug; Gebied van Soeloop afgekoppeld	winter 1995/1996	WAM
30	Bouw gemaal Soemeer	winter 1995/1996	WAM
31	Sifon handhaven en dichten: 3x; stopt afvoer westwaarts in de Soeloop	winter 1996/1997	WPM
32	Dijk aangelegd tussen Helenavaart en 'eerste wijk'	winter 1996/1997	WPM
33	Aanleg van een kade aan de spoorlijn Venlo - Eindhoven (spoorweghuis en dan in westelijke richting tot aan de Lavendellaan)	februari- mei 1997	WPM
34	Verbetering van de kade (1995) spoorweghuis (in zuidelijke richting). Aanpassingen aan kunstwerken (1995), uitstroomvoorzieningen.	februari- mei 1997	WPM
35	Afgraven van bezanding, realiseren veenputten (land van Bommel)	winter 1997/1998	SBB
36	Aanleg dammen Defensiekanaal	winter 1997/1998	SBB
37	Ringkade aanleggen Drietand	winter 1997/1998	SBB
38	Plaatsing gemaal	winter 1996/1997	WPM
39	Plaatsing gemaal Anker: gemaal 38 vervalt; peil gelijk gebleven	maart 1997	WPM
40	Gemaal Soemeer/Bakker: vroeger afvoer op Soeloop, nu afvoer op de Helenavaart	winter 1995/1996	WAM
41	Stuw tussen eerste en tweede wijk	winter 2000	WPM
42	Buis vervangen door brede overlaat	winter 2000	WPM
43	Buis vervangen door brede overlaat	winter 2000	WPM

Buro Hemmen (2003) beschrijft in de ‘Tussenevaluatie Deurnese Peel en Mariapeel 2002’ uitvoerig de diverse herstelmaatregelen die in de Deurnese Peel en Mariapeel zijn uitgevoerd. De onderstaande toelichting bij tabel 3.1 is voor een belangrijk deel op deze beschrijving gebaseerd.

Al vanaf de jaren ‘70 is met diverse maatregelen getracht een stabiel en hoog waterpeil in de Deurnese Peel en Mariapeel te handhaven, om verdroging en eutrofiëring tegen te gaan (onder andere maatregel 1 t/m 6, 15, in tabel 3.1). Sinds het begin van de jaren ‘90 wordt verdroging meer offensief bestreden, onder meer door landbouwgebieden te verwerven en te beïnvloeden. Een onderzoek startte naar het antwoord op de vraag hoe de waterhuishouding van de Deurnese Peel en

Mariapeel verder kon worden geoptimaliseerd, op basis van een modelstudie van Oranjewoud (1993). Deze studie gaat uit van:

- optimalisatie van de interne waterhuishouding;
- herziening van de afwatering van de natuurgebieden en de tussenliggende en omliggende landbouwgebieden;
- het mogelijk maken van wateraanvoer naar de landbouwgebieden vanuit de Peelkanalen;
- omzetting van de tussenliggende landbouwgebieden in natuurgebieden met een hoog waterpeil;
- aankoop van een deel van de omliggende landbouwgebieden en het stoppen van de beregening in de bufferzone.

Al tijdens de studie van Oranjewoud (1993) bereidde het waterschap De Aa (tegenwoordig 'Aa en Maas') maatregelen voor als Regiwa-project. Het waterschap Peel en Maasvallei startte hiermee direct na publicatie van de studieresultaten.

Regiwa-project Deurnese Peel (Waterschap De Aa)

Dit project bestond uit maatregelen om

1. de drainerende werking van de Soeloop en in mindere mate van de Heitrakse Loop en de Vlier te verminderen;
2. de wateraanvoer uit de Peelkanalen naar de landbouwgebieden ten zuiden en ten westen van de Deurnese Peel mogelijk te maken of te verbeteren.

Hieronder worden deze maatregelen kort beschreven, op basis van de 'Tussenevaluatie Deurnese Peel en Mariapeel 2002' (Buro Hemmen, 2003).

Maatregelen Soeloop

Doel is om het peil in de Soeloop hoog op te stuwen of het gedeelte door het natuurgebied zelfs grotendeels te dempen. Hiertoe zijn de volgende maatregelen getroffen:

- *afkoppelen Mariapeel*, door de drie sifons onder de Helenavaart dicht te stoppen: de noordelijke ter hoogte van de 9^e wijk, de middelste bij de 6^e wijk, en de zuidelijke tussen de 3^e en de 4^e wijk (maatregel 31 in tabel 3.1, uitgevoerd door het waterschap Peel en Maasvallei).
- *afkoppelen noordelijke landbouwenclave (gemaal Soemeer/Bakker)* (maatregel 40 in tabel 3.1. Het landbouwgebiedje tussen de Helenavaart en het Grootvenbos (tussen de bajonetbocht en de 5^e wijk) is losgekoppeld van de Soeloop door hem af te dammen bij het Grootvenbos. Een nieuwe sloot zorgt voor de ontwatering langs de kade van de oude Soeloop, en een gemaaltje bij de dichtgestopte sifon zorgt voor de lozing van het water op de Helenavaart.
- *afkoppelen Helenaveen (gemaal Schoolwijk)* (maatregel 28 en 28a in tabel 3.1. Dit betreft het gebied tussen het Broomeerbos (Douglasweg), de Soemeersingel, de Oude Peelstraat en de Deurnese Peel. Ook het landbouw- en kassengebied van de Centurioweg wordt hiermee bemalen. De zuidtak van de Soeloop is daartoe bij het Broomeerbos afgedamd met een bodemval en via een nieuwe waterloop naar een gemaaltje aangesloten op de Schoolwijk, die in verbinding staat met de Helenavaart. Het gedeelte van de zuidtak van de Soeloop langs het Broomeerbos is aanvankelijk op peil 30,15 m+NAP gebracht via de stuw bij de samenloop van

- de zuid- en de noordtak. Vanaf 1997 is het peil iets verlaagd tot 30,00 m+NAP, omdat er voedselrijk water uit de zuidtak naar het Broomeerbos stroomde.
- *stuwen Soeloop* (maatregel 11 en 12 in tabel 3.1). Om drainage via de zandondergrond van de Deurnese Peel zoveel mogelijk te beperken is de Soeloop zoveel mogelijk gestuwd. Er zijn twee stuwen gebouwd in het kader van het Regiwa-project: 1) een stuw bovenstrooms waar de noordelijke en de zuidelijke tak bij elkaar komen en het water dwars door de Deurnese Peel naar het westen wordt afgevoerd (maatregel 12), 2) een stuw in de vorm van een sifon die de kruising met het Kanaal van Deurne vormt aan de westgrens van het gebied (maatregel 11). Zolang de noordtak van de Soeloop een deel van het gebied tussen de Helenavaart en de Deurnese Peel afwatert, is er een kortsluiting gemaakt om de stuw heen naar het benedenstroomse pand van de Soeloop. De stuw stuwt dus momenteel alleen de zuidtak van de Soeloop, op 30,00 m+NAP. Door een groot deel van het bovenstroomse gebied af te koppelen was het wel mogelijk om het peil bij het Kanaal van Deurne te verhogen.
 - *afkoppelen landbouwgebied Einderveg (gemaal Hoge Brug)* (maatregel 29 in tabel 3.1). Dit gebied tussen de Oude Peelstraat aan de zuidzijde, de Einderveg aan de oostzijde, de Deurnese Peel aan de noordzijde en het Kanaal van Deurne aan de westzijde, is aangewezen als reservaatgebied en zal te zijner tijd worden aangekocht als natuurgebied. Het gemaal is dus niet permanent. Het gemaal houdt het peil langs het Kanaal van Deurne dan op 29,00 m+NAP, omdat de percelen daar last hebben van kanaalkwel (peil 31,00 m+NAP).

Maatregelen wateraanvoer 't Zinkske (gemaal 't Zinkske)

Dit is maatregel 26 in tabel 3.1. Het gebied ligt tussen de Oude Peelstraat en de autoweg Eindhoven - Venlo (A67). Het ontwatert naar de Heitrakse Loop. De ontwatering is eind jaren '70 verbeterd, waarbij bij de Zinkskeslaan een schotbalkstuwte is gebouwd. Bij de kruising met het Kanaal van Deurne wordt de waterloop 's zomers tot ca. 30,00 m+NAP opgestuwd. Het gehele bovengedeelte tot ca. 700 m benedenstrooms van de Zinkskeslaan valt 's zomers droog. Door op deze plaats een stuw te bouwen met een maximaal instelbaar stuwpeil van 31,00 m+NAP en nabij de Lage Brugweg een stuw met een stuwpeil van 32,00 m+NAP kon het peil in dit aanzienlijk worden verhoogd. Hiervoor moet het stuwpannd via een gemaaltje en een waterloop vanuit de Helenavaart worden gevoed, waarbij voor een deel gebruik kon worden gemaakt van de noordelijke bermsloot van de A67. De wateraanvoer via een verruimde bermsloot langs de Zinkskeslaan en de Oude Peelstraat en een bestaande duiker onder de Oude Peelstraat beïnvloedt zowel het oppervlaktewater als het grondwater in het Zinkske zeer gunstig. Er is hierdoor minder noodzaak van beregening uit grondwater in dit gebied. De hogere grondwaterstanden in dit infiltratiegebied beïnvloeden de aangrenzende delen van de Peel gunstig.

Opstuwen Heitrakse Loop

Dit is maatregel 27 in tabel 3.1. Door de stuw in de Heitrakse Loop (75 jl) te verplaatsen van vlakbij het Kanaal van Deurne naar de westzijde van de Heitrakse Peel werden zowel het zomer- als het winterpeil in dit gebied verhoogd met 60 cm, tot resp. 30,20 en 29,80 m+NAP. Hierdoor ontstonden echter problemen in een stukje landbouwgrond ten noorden van de Heitrakse Peel. Daarom wordt dit perceel nu in westelijke richting ontwaterd langs de noordgrens van de Heitrakse Peel naar de noordelijke bermsloot van de A67. Deze krijgt juist bovenstrooms van deze aantakking een bodemval op 29,50 m+NAP, zodat het landbouwwater niet naar het oosten de Heitrakse Peel kan instromen. Het gedeelte van de oude sloot langs en door de Heitrakse Peel kon vervallen, waarbij de duiker onder de A67 werd ingericht als dassentunnel.

Opstuwen de Vlier en wateraanvoer Vreekwijkse Loop

Dit betreft maatregel 14 in tabel 3.1. Het gebied noordelijk van de Liesselse Peel (Leegveld/Horik) ligt ontwaterd gedeeltelijk op de Vlier (waterloop 61-10) en gedeeltelijk op de Vreekwijkse Loop (waterloop 61-8-13). In het midden van de jaren '90 verwierf het Staatsbosbeheer hier landbouwgronden. Door een extra stuw te bouwen kon het peil in de bovenloop van de Vlier aanzienlijk worden verhoogd. Het oorspronkelijke stuwpeil van stuw 61-co is 28,40 m+NAP. Terwijl met de nieuwe stuw een peil van maximaal 29,30 m+NAP kan worden ingesteld. In de oorspronkelijke situatie werd de Vreekwijkse Loop van water voorzien vanuit de Oude Aa (via stuw 61-bq). Deze stuw en stuw 61-bih hebben in principe hetzelfde maximum streefpeil van 29,20 m+NAP. Als de behoefte aan aanvoer 's zomers toeneemt, dan moet stuw 61-bih verlaagd worden tot 29,75 m+NAP om voldoende verhang te scheppen, waardoor de waterlopen 61-8-13-6 en 61-8-13-7 over een groot gedeelte droogvallen. Door de inlaatmogelijkheid vanuit de Vlier kan het peil 's zomers westelijk van het Leegveld met 40 à 50 cm worden verhoogd.

Regiwa-project Mariapeel (Waterschap Peel en Maasvallei)

Buro Hemmen (2003) beschrijft dit project in detail in de 'Tussenevaluatie Deurnese Peel en Mariapeel 2002'. De navolgende tekst is een verkorte versie hiervan. Het Regiwa-project Mariapeel is gebaseerd op de studie van Oranjewoud (1993). Het 'Plan Zandstra' (Zandstra, z.j.) is een uitwerking voor het Mariaveen. Doel van dit Regiwa-project is om zoveel mogelijk water op een zo hoog mogelijk niveau te conserveren binnen de Mariapeel. Om dit te bereiken worden bestaande hoogteverschillen in het terrein uiteraard zo economisch mogelijk benut. Door bestaande wegen en dammen op te hogen en te laten aansluiten op natuurlijke of kunstmatige terreinhoogten ontstond een soort "sawa-systeem", waarbij de hoogste compartimenten neerslagoverschotten afgeven aan lagere, die op hun beurt neerslagoverschotten afgeven aan nog lagere, enzovoorts. Als het laagste compartiment is bereikt dan wordt het water geloosd op de Kabroekse Beek (maatregel 22, 23 en 25 in tabel 3.1).

Om het Regiwa-project en het Plan Zandstra te kunnen uitvoeren moesten het oppervlaktewater, en ten dele ook het grondwater, worden gescheiden tussen het natuurgebied en de aangrenzende laaggelegen landbouwgebieden. Daarom werden dammen gelegd langs de grens, waarna het water in het natuurgebied kon worden

opgestuwd: langs de oost- en noordgrens van de Horster Driehoek/Kanaalbos, en langs de westzijde van het Mariaveen, met een onderbreking in het midden (maatregel 17, 18, 32, 33 en 34 in tabel 3.1).

Het waterpeil aan de noordzijde (Griendtsveenkanaal en Zijtak Kabroekse Beek/Kanaalbos) wordt hoger gezet door het dorp Griendtsveen te ontwateren via gemaal Lavendel, dat het drainagewater in het Kanaalbos pompt (maatregel 21 in tabel 3.1).

Door deze maatregelen ontstond een ‘waterscherp’: door de hoge waterstanden langs de randen van het gebied vermindert de wegzijging vanuit het natuurgebied naar de omgeving. Dit is gedaan in de Horster Driehoek en het Kanaalbos. Tevens voeden deze waterpartijen de regionale grondwaterstand, waardoor wegzijging uit de natuurgebieden afneemt of eventueel zelfs kwel ontstaat.

De afwatering van delen van het Mariaveen en de Driehonderd Bunders werd omgelegd naar het oosten, om de Soeloop te ontlasten (zie boven, bij het Regiwa-project Deurnese Peel). De verpachte landbouwgronden binnen de Driehonderd Bunders kregen een eigen waterhuishouding door middel van een gemaaltje dat het water uitmaalt op de Helenavaart (maatregel 38 en 39 in tabel 3.1). Ook een deel van het bebouwde gebied langs de Helenavaart watert af op dit gemaaltje.

De waterhuishouding van het wijkensysteem in de Driehonderd Bunders wijzigde ingrijpend (maatregel 19 en 20 in tabel 3.1). Er wordt geen water meer vanuit de Helenavaart ingelaten, en het ‘zig-zagsysteem’ met het oog op een lange gradiënt is opgeheven. Door de wijken aan de westzijde met elkaar te verbinden en de verbindingen aan de oostzijde af te dammen, werden alle wijken vrijwel stagnant. Ze worden alleen nog gevoed worden door regen en gebiedseigen water.

De verbindingen tussen de Helenavaart en de Mariapeel via het Broemeerkanaal in het zuiden werden afgesloten, om verdere voedselverrijking vanuit de Helenavaart te voorkomen. Er blijft een overstort vanuit de Mariapeel met hoogte 31,80 m+NAP.

Tenslotte werd de ontwatering van het Grauwveen verminderd door het water in de omliggende watergangen te stuwen (natuurgebied ten noorden van de spoorlijn Eindhoven-Venlo).

Door de maatregelen om water vast te houden tot boven het maaiveld zijn in het Kanaalbos en de Horster Driehoek min of meer grote waterplassen ontstaan, soms in combinatie met afgestorven bossen. Door de hogere waterstanden komen ook elders afgestorven bossen voor.

GeBeVe- en OBN-maatregelen Mariapeel

De maatregelen door de waterschappen vonden vooral op de grens van of buiten de eigenlijke natuurgebieden plaats. Daarnaast werden er in het kader van de regeling Gebiedsgerichte Bestrijding Verdroging (GeBeVe) onder meer meet- en regelvoorzieningen voor de peilbeheersing in de Horster Driehoek gerealiseerd. Verder is er in 2001 in datzelfde kader het Defensiekanaal aan de oostzijde van het

Mariaveen gecompartmenteerd, waarbij delen van het Defensiekanaal zijn opgestuwd tot maximaal de hoogte van het aangrenzende maaiveld.

Binnen het gebied van Mariapeel en Driehonderd Bunders zijn op diverse plaatsen dammen gelegd om te kunnen dienen als compartimentsgrens. Zo is een dam langs de zuidzijde van het verpachte landbouwgebied (Ankers) gelegd om het peil in compartiment 2 en 3 te kunnen verhogen.

Gefinancierd met gelden uit het Overlevingsplan Bos en Natuur (OBN) heeft het Staatsbosbeheer onder meer wegen opgehoogd zodat ze kunnen dienen als compartimentsgrens. Ook is het zand dat indertijd was opgebracht op het Land van Van Bommel afgegraven.

Overige maatregelen Deurnese Peel

Sinds de jaren '80 zijn op veel plaatsen in de Deurnese Peel interne wijken, laagtes en watergangen afgedamd en gecompartmenteerd om zoveel mogelijk water vast te kunnen houden. Veel van dit werk is gedaan door Werkgroep Behoud de Peel en/of de Gemeente Deurne. De Werkgroep Behoud de Peel legde een deel van deze maatregelen op kaarten vast. Verder zijn de maatregelen in het terrein en op kaarten en luchtfoto's ten dele te achterhalen. Het resultaat van de maatregelen is dat op veel plaatsen water dicht bij het maaiveld staat, omdat er in tijden met grote neerslagoverschotten vrijwel alleen oppervlakkige afvoer mogelijk is.

De belangrijkste waterafvoer uit het Stuk van Minke en Deurnese Peel-Noord vindt nu plaats via een sloot evenwijdig aan het Kanaal van Deurne. Dit betreft grotendeels afvoer in de richting van het Soeloopmoeras en vandaar naar de Soeloop. Het noordelijk deel watert echter af naar de sifons onder het Kanaal van Deurne, naar de Oude Aa en de Vlier.

4 Tijdreeksanalyse van grond- en oppervlaktewaterstanden

4.1 Inleiding

In de Deurnese Peel en Mariapeel hebben diverse ingrepen in de waterhuishouding plaatsgevonden, die tot doel hadden de hydrologie van het hoogveengebied te herstellen. In een netwerk van peilbuizen en peilschalen werden vóór en nadat de ingrepen plaatsvonden grondwaterstanden en oppervlaktewaterstanden in de tijd gevolgd. Nu veel maatregelen inmiddels zijn genomen is de vraag: wat is het effect van deze maatregelen op de grondwaterregimes? Om deze vraag te kunnen beantwoorden moeten de verschillende factoren die de fluctuatie van de grondwaterstand bepalen van elkaar worden gescheiden. Het effect van een ingreep moet immers niet worden verward met effecten van neerslag en verdamping. Tijdreeksmodellering maakt het mogelijk om effecten te scheiden, en te kwantificeren wat het effect van ingrepen in de waterhuishouding op de grondwaterstand is (Hipel en McLeod, 1994).

Het doel van dit deelonderzoek is om de effecten van ingrepen in de waterhuishouding op het grond- en oppervlaktewaterregime te kwantificeren.

Het grondwaterregime wordt gekarakteriseerd met de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG), de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) en de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG), samen afgekort tot GxG. De GHG (GLG) is de statistische verwachtingswaarde van de HG3 (LG3) in enig toekomstig jaar, gegeven de huidige hydrologische en klimatologische condities. De HG3 (LG3) is het gemiddelde van de drie hoogste (laagste) grondwaterstanden in een hydrologisch jaar. De GVG is gedefinieerd als de statistische verwachtingswaarde van de VG3, dat het gemiddelde is van de standen op 14 maart, 28 maart en 14 april.

Paragraaf 4.2 beschrijft de beschikbare gegevens en de analysemethode. Bijzondere aandacht wordt besteed aan de controle van de gegevens (paragraaf 4.2.3). De resultaten worden gepresenteerd in paragraaf 4.3, en paragraaf 4.4 bevat de conclusies en aanbevelingen.

4.2 Materiaal en methode

4.2.1 Processtappen

Om de effecten van ingrepen in de waterhuishouding op de grondwaterstand te kwantificeren, werden met behulp van het programma Menyanthes tijdreeksen van peilbuizen en peilschalen in de Deurnese Peel en de Mariapeel geanalyseerd. Dit programma is gebaseerd op het zogeheten PIRFICT-model (Von Asmuth *et al.*, 2002), dat een bijzondere vorm van een transfer-ruismodel is (TFN, Box en Jenkins, 1976). Het PIRFICT-model heeft als voordeel ten opzichte van TFN-modellen dat

het in staat is zeer uiteenlopende regimes te beschrijven, een fysische basis heeft (Von Asmuth en Knotters, 2004) en toegepast kan worden op reeksen met onregelmatige waarnemingsintervallen. Recent is het model uitgebreid met een mogelijkheid om regimes met een zogeheten drempel-nietlineariteit te beschrijven (Knotters en De Gooijer, 1999; Von Asmuth en Knotters, in voorbereiding). Dit is in het bijzonder relevant in natte natuurterreinen met ondiepe grondwaterregimes, waarbij de grondwaterstand wordt ‘afgeroomd’ door oppervlakkige afstroming en ondiepe drainage (Knotters en Jansen, 2004). Meer informatie over de achterliggende methodiek van Menyanthes is te vinden op www.menyanthes.nl.

Door de veelheid aan veranderingen en maatregelen is het niet mogelijk om de effecten van elke maatregel afzonderlijk te schatten. De effecten van de herstelmaatregelen zijn als som genomen, en geschat door de periode vóór en na de maatregelen apart te modelleren. De meeste maatregelen blijken in 1996 te hebben plaatsgevonden; daarom is de periode vóór 1-1-1996 en na 31-12-1996 beschouwd. Meer hierover is te vinden in paragraaf 4.2.4.

De belangrijkste stappen in het proces van tijdreeksanalyse zijn:

1. opschonen van de dataset;
2. opknippen van de tijdreeksen in reeksen vóór en na de periode waarin maatregelen hebben plaatsgevonden;
3. lineaire tijdreeksanalyse met neerslag en verdamping als verklarende variabelen voor beide periodes;
4. niet-lineaire tijdreeksanalyse met neerslag en verdamping als verklarende variabelen voor beide periodes;
5. verwijderen van die delen van reeksen waarvoor geen stationariteit kan worden verondersteld;
6. herhaling van de tijdreeksanalyse voor de aangepaste reeksen;
7. controle en selectie van de definitieve tijdreeksmodellen;
8. schatten van de GxG's voor de situatie vóór en na de maatregelen.

4.2.2 Gegevens

Door de opdrachtgever werden 382 tijdreeksen van grondwaterstanden aangeleverd (279 locaties), en 94 tijdreeksen van oppervlaktewaterstanden. Deze reeksen zijn gecontroleerd op meetfouten etc. alvorens er analyses mee werden uitgevoerd, zie paragraaf 4.2.3.

Etmaalsommen van de neerslag zijn aangeleverd door de opdrachtgever voor de stations Deurne voor de periode 1-1-1975 t/m 30-4-2007 en Sevenum voor de periode 1-1-1975 t/m 30-11-2005. De data zijn afkomstig van het KNMI.

Etmaalsommen van de referentiegewasverdamping (Makkink) zijn aangeleverd door de opdrachtgever voor het station Eindhoven VB, voor de periode 1-7-1984 t/m 30-4-2007. De data zijn aangevuld met KNMI-gegevens voor de periode 1-1-1975 t/m 30-6-1984, 20-8-1984 t/m 31-8-1984 en 5-11-1988 t/m 10-11-1988. Uit een vergelijking van de data bleek dat het KNMI de referentiegewasverdamping vóór 1991 op verschillende manieren heeft gereconstrueerd. De verschillen zijn echter

klein: jaargemiddelden verschillen honderden van millimeters, op dagbasis kan het verschil soms oplopen tot ca. 0.5 mm. In overleg met de opdrachtgever is besloten beide reeksen zonder verdere bewerkingen te koppelen, gezien de geringe verschillen.

4.2.3 Controle van de gegevens

De beschikbare grond- en oppervlaktewaterreeksen die in de Deurnese Peel en Mariapeel waargenomen zijn allereerst individueel bekeken en doorgenomen, waarbij zogenaamde ‘uitbijters’ of afwijkende waarnemingen uit de data zijn verwijderd. Ook alle reeksen die niet bruikbaar en/of kwalitatief onvoldoende bleken te zijn, zijn verwijderd. Waarnemingen zijn als uitbijter bestempeld wanneer:

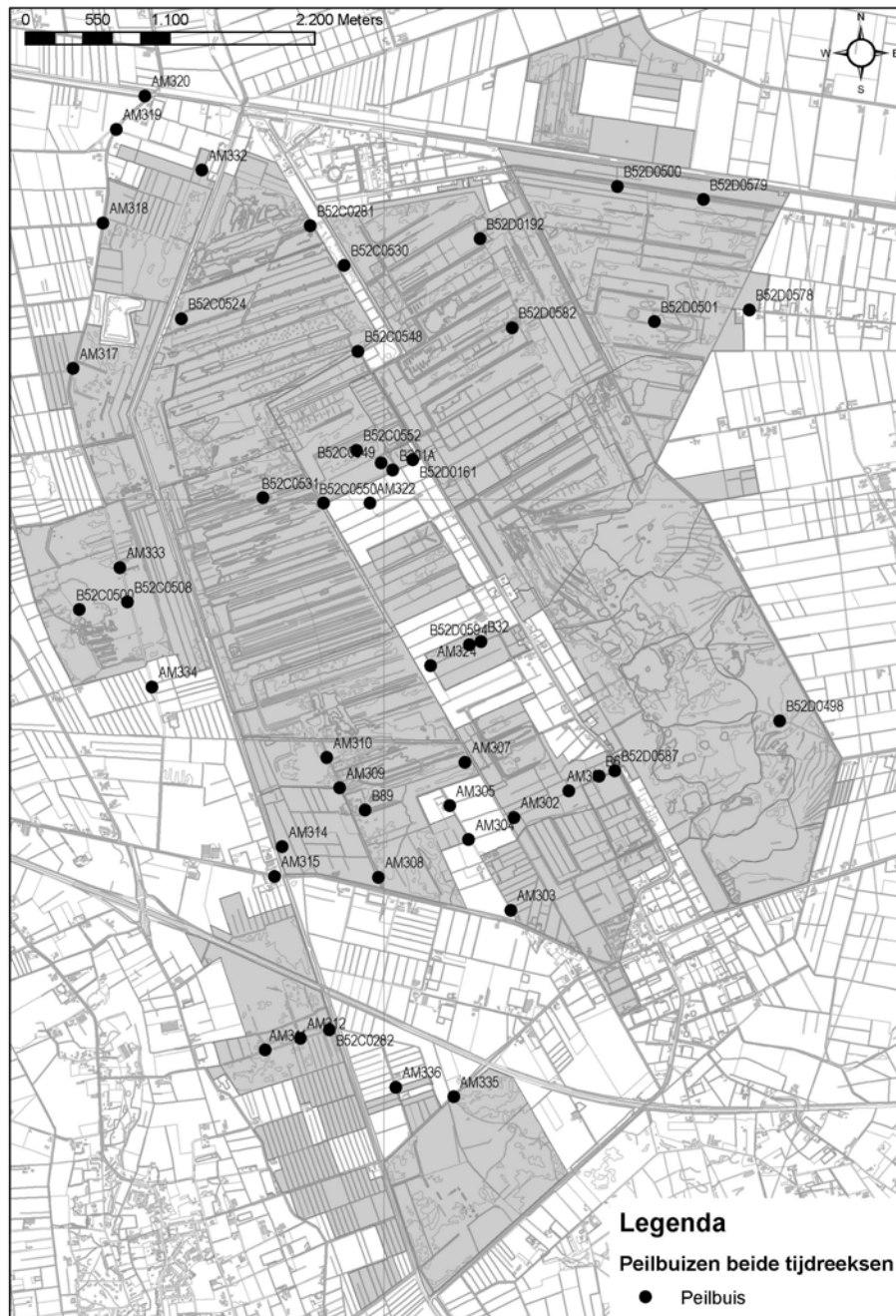
1. deze duidelijk ver buiten het normale fluctuatiepatroon vallen (visuele beoordeling). Als uitschieters niet zijn te vinden in de andere filters van de peilbuis, of peilbuizen in de omgeving, is het onwaarschijnlijk dat ze veroorzaakt worden door bijvoorbeeld extreme neerslag, omdat het effect daarvan ook in de omgeving zichtbaar moet zijn;
2. de metingen op een onnatuurlijke manier een tijdlang exact dezelfde waarde hebben, bijvoorbeeld door het droogvallen of overlopen van de peilbuis, of omdat het klokje op een las van twee buisdelen blijft hangen.

Een reeks wordt betrokken in de analyses als deze aan de volgende voorwaarden voldoet:

1. de reeks dient voldoende gegevens te hebben om ófwel de huidige situatie vast te stellen, ófwel om het effect van de herstelmaatregelen goed vast te stellen. In het laatste geval dient de reeks voor en na de periode van de ingrepen (d.w.z. voor 1-1-1996 en na 31-12-1996), voldoende waarnemingen bevatten;
2. de reeks moet minimaal twee jaar lang zijn;
3. een reeks moet voldoende waarnemingen hebben ten opzichte van de lengte van de reeks. Als er bijvoorbeeld metingen op kwartaalbasis zijn uitgevoerd, en veel periodes ontbreken, is de reeks niet meegenomen in de analyse. Als criterium is gesteld dat een reeks minimaal 30 waarnemingen moet hebben.

Bijlage 1 bevat een overzicht van de metingen en reeksen die na controle zijn verbeterd of uit de dataset zijn verwijderd, met toelichting. Oppervlaktewaterstanden zijn uiteindelijk niet gebruikt in de analyse, omdat de meetperiodes slecht overeenstemden met de momenten waarop de ingrepen plaatsvonden en er weinig samenhang was met de grondwaterstanden. De reeksen zijn echter wel gecontroleerd op meetfouten, en de resultaten daarvan zijn vermeld in Bijlage 1.

Uiteindelijk bleven na deze selectie 64 reeksen over die in beide periodes voldoende metingen hadden om het verschil tussen de GxG's vóór en na de ingreep te kunnen schatten. De 64 reeksen vertegenwoordigen 52 locaties. Kaart 1 (Bijlage 11) en figuur 4.1 geven de ligging van de gebruikte meetpunten weer.



Figuur 4.1 Ligging van de peilbuizen die zijn gebruikt bij de tijdreeksmodellering

4.2.4 Schatten van het effect van de herstelmaatregelen

Door de veelheid aan veranderingen en maatregelen konden de effecten daarvan niet afzonderlijk worden onderscheiden. De inventarisatie van de herstelmaatregelen levert een lijst met 43 maatregelen op die diffuus in ruimte en tijd hebben plaatsgevonden, zie tabel 4.1. Hierdoor is het vrijwel niet mogelijk om de effecten van afzonderlijke maatregelen op grondwaterregimes te kwantificeren. De buizen

liggen immers vaak in de invloedssfeer van meerdere maatregelen. Wanneer alle 43 maatregelen als verklarende reeksen zouden worden gebruikt in de tijdreeksmodellering, dan zou dit leiden tot onbetrouwbare analyseresultaten. Duidelijk is echter dat de belangrijkste maatregelen in 1996 zijn genomen. Daarom is ervoor gekozen om de tijdreeksen op te splitsen in een reeks vóór 1-1-1996 (de situatie vóór de maatregelen) en een reeks na 31-12-1996 (de situatie na de maatregelen), die vervolgens apart zijn gemodelleerd.

De effecten van de herstelmaatregelen zijn dus als som genomen, en geschat door de periode vóór en na de maatregelen apart te modelleren. Dat heeft als bijkomend voordeel dat de resultaten bruikbaar zijn, ongeacht het type maatregel.

4.2.5 Controle en selectie van de definitieve tijdreeksmodellen

Alle (deel)tijdreeksen zijn zowel lineair als niet-lineair gemodelleerd, met alleen neerslag en verdamping als verklarende variabelen. Hierna zijn de modellen gecontroleerd, om tot de definitieve tijdreeksmodellen te komen. Deze controle was nodig om de volgende redenen:

1. De aanpak die in paragraaf 4.2.4 is beschreven veronderstelt dat het hydrologische regime tijdens de gemodelleerde periode ‘stationair’ is. Dat wil in deze studie zeggen dat verondersteld wordt dat er in de gemodelleerde periodes geen effecten optraden van activiteiten door de mens. Niet-stationariteit als gevolg van neerslag en verdamping worden door de modellen beschreven. Om te controleren of aan deze veronderstelling wordt voldaan zijn alle resultaten van de tijdreeksmodellering handmatig doorgelopen. Bijlage 2 geeft een overzicht van de tijdreeksen waarbij, op grond van deze controle, niet-stationariteit moet worden verondersteld. De periodes waarin de metingen afwijkend gedrag vertonen zijn uit de data verwijderd, waarna de resulterende reeksen opnieuw zijn gemodelleerd.
2. Het model kan teveel afwijken van de waargenomen reeks. Een groot verschil tussen model en waarnemingen uit zich in een laag percentage verklaarde variantie. GxG's die met een dergelijk model worden geschat zullen onnauwkeurig zijn. Als criterium is gehanteerd dat het percentage verklaarde variantie groter dan 50% moet zijn. Dat is aan de lage kant, maar de meeste modellen bleken de dynamiek ondanks een wat lagere verklaarde variantie over het geheel genomen toch goed te beschrijven. Dit komt omdat bij het schatten van de GxG's ook gebruik wordt gemaakt van het niet-verklaarde deel, de zogeheten stochastische of ruiscomponent.
3. Om diverse redenen kunnen de geschatte parameters van het tijdreeksmodel waarden aannemen die fysisch niet plausibel zijn. De modelfit in de kalibratieperiode is dan wel goed, maar bij extrapolatie van de grondwaterstanden buiten de kalibratieperiode moeten de schattingen niet betrouwbaar worden geacht.

4. Wanneer na stap 1-3 twee modellen van dezelfde deeltijdreeks overbleven (in veruit de meeste gevallen), is ofwel het lineaire ofwel het niet-lineaire model geselecteerd afhankelijk van welk van de twee de hoogste verklaarde variantie gaf.

Na alle controles bleven 54 locaties over waarvoor effecten van de ingrepen konden worden gekwantificeerd met behulp van Menyanthes. Daarna bleek dat bij twee filters, B52D0500 en AM320, een grote daling van de grondwaterstand optrad, die alleen te verklaren is uit een niet-geregistreerde verplaatsing van het filter. Deze twee reeksen zijn verder buiten beschouwing gelaten, zodat het aantal geanalyseerde reeksen op 52 kwam.

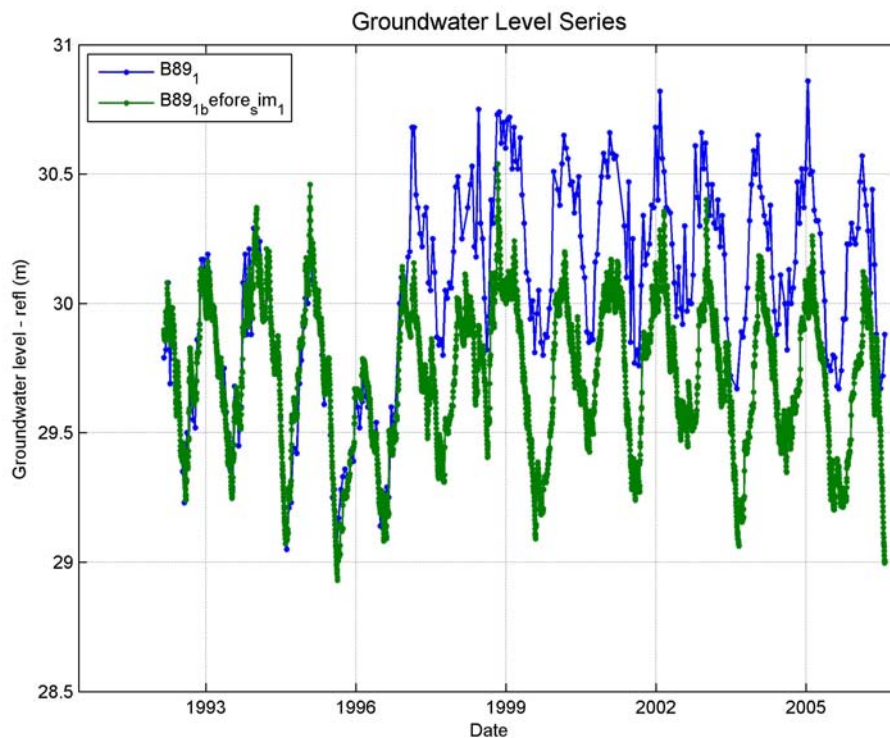
4.2.6 Simulatie van de GxG's en schatten van de verschillen

Met behulp van de overgebleven modellen zijn stochastische simulaties uitgevoerd van de grondwaterstandsfluctuaties, met per model 1000 realisaties, over een periode van 30 jaar (van 30-4-1977 tot 30-4-2007). Hieruit zijn vervolgens de GxG-waarden geschat, en samengevat in een gemiddelde en een bandbreedte per deeltijdreeks. Op grond hiervan kunnen de verschillen in het grond- en oppervlaktewaterregime (GOR) worden vastgesteld, en tevens kan worden beoordeeld of het actuele GOR (AGOR) voldoet aan de eisen die de vegetatie hieraan stelt (het gewenste grond- en oppervlaktewaterregime ofwel GGOR).

4.3 Resultaten

4.3.1 Effect van de herstelmaatregelen

Op verschillende locaties is de grondwaterstand gestegen sinds 1996. Figuur 4.2 toont een waargenomen reeks grondwaterstanden, en een simulatie met een tijdreeksmodel dat is gekalibreerd op waarnemingen van vóór 1-1-1996. Duidelijk blijkt dat sinds 1996 de grondwaterstand is gestegen.



Figuur 4.2 Gemeten grondwaterstanden in filter B089_1 (blauw), vergeleken met grondwaterstanden, gesimuleerd met een model dat is gekalibreerd op de periode februari 1992-december 1995 (groen). Vanaf begin 1997 is de grondwaterstand gestegen.

Tabel 4.2 geeft de veranderingen in de GxG's voor de 64 filters waarvoor zowel voor als na de periode van 1-1-1996 tot en met 31-12-1996 voldoende data aanwezig waren om de analyses te kunnen uitvoeren. De standaardfouten van de geschatte GxG's zijn klein, waardoor de meeste verschillen significant zijn, gegeven dat het PIRFICT-model en zijn parameters juist zijn. In deze studie was het niet mogelijk het effect van model- en parameteronzekerheid te kwantificeren. Opmerkelijk is dat de resultaten in tabel 4.2 zowel verhogingen als verlagingen van de grondwaterstand indiceren.

Kaart 5d, 6a en 7a in Bijlage 11 geven de verhogingen en verlagingen in de ondiepste filters op 52 locaties weer. Op 26 locaties is de GHG gestegen en op 10 locaties is de GHG gedaald. Op 32 locaties is de GLG gestegen, terwijl op 8 locaties de GLG is verlaagd. Op 14 locaties is de GVG gestegen en op 7 locaties is deze gedaald.

Tabel 4.2 *Vergelijking van de GxG's van vóór en na de periode 1-1-1996 t/m 31-12-1996. AM: buizen van waterschap Aa en Maas. Positieve waarden geven een stijging aan, negatieve waarden een daling.*

buisnr.	filternr.	x (m)	y (m)	z (m)	GHGvoor- GHGna (cm)	GLGvoor- GLGna (cm)	GVGvoor- GVGna (cm)
B52C0281	1	189440	383320	30.78	1.97	-15.64	5.27
B52C0281	2	189440	383320	30.78	2.6	4.8	3.28
B52C0282	1	189570	377230	30.81	12.88	8.07	14.84
B52C0282	2	189570	377230	30.81	9.72	3.93	11.77
B52C0500	1	187755	380220	30.35	0.42	6	3.62
B52C0500	4	187755	380220	30.35	-6.2	4.72	-4.53
B52C0500	5	187755	380220	30.35	-4.5	-5.67	-0.79
B52C0508	1	188030	380430	29.3	-9.9	6.38	-12.47
B52C0508	2	188030	380430	29.3	3.7	8.93	9.05
B52C0524	1	188520	382365	32.23	-5.95	-10.81	-4.24
B52C0530	1	189700	383030	30.66	-3.79	-13.45	-1.63
B52C0531	1	189010	381280	30.35	19.35	26.36	19.24
B52C0531	2	189010	381280	30.35	9.24	19.69	15.05
B52C0548	1	189730	382100	28.58	5.78	7.45	6.64
B52C0548	2	189730	382100	28.58	17.93	23.19	17.84
B52C0549	1	189980	381530	30.27	-1.01	-7.87	-1.36
B52C0549	2	189980	381530	30.27	-10.68	-11.88	-4.75
B52C0550	1	189570	381280	30.37	0.22	12.88	1.31
B52C0550	2	189570	381280	30.37	-6.57	7.42	-3.76
B52C0552	2	189795	381625	31.05	1.78	-9.7	2.03
B52D0161	1	190200	381540	29.21	2.61	-1.87	0.64
B52D0161	2	190200	381540	29.21	-7.1	-6.16	-4.68
B52D0161	3	190200	381540	29.21	-5.31	-6.11	-3.14
B52D0192	1	190715	383280	31.23	-3.95	25.89	1.67
B52D0192	2	190715	383280	31.23	-6.89	-1.91	-0.25
B52D0498	1	192995	379610	32.21	17.52	24.63	17.67
B52D0501	1	192020	382610	31.03	-10.96	5.94	-0.74
B52D0502	1	192320	382590	31.29	12.23	-9.43	16.69
B52D0578	1	192790	382700	30.47	3.41	10.48	8.2
B52D0579	1	192460	383515	30.69	33.43	44.59	38.81
B52D0582	1	190950	382530	31.33	-16.66	6.87	-17.76
B52D0587	1	191745	379205	32.03	2.96	4.89	-0.33
B52D0594	1	190725	380175	31.4	-9.22	-9.84	-4.55
AM301	1	191404	379039	32.12	3.02	2.06	1.68
AM302	1	190988	378837	31.48	2.77	5	3.02
AM303	1	190962	378132	31.73	11.77	15.62	4.4
AM304	1	190646	378669	31.24	2.89	3.46	-1.75
AM305	1	190501	378927	31.59	-8.78	-1.44	-12.2
AM307	1	190619	379256	30.84	-10.76	-21.79	-16.91
AM308	1	189961	378383	31.15	4.62	4.89	0.32
AM309	1	189665	379061	30.68	-5.68	0.11	-7.08
AM310	1	189569	379292	29.78	3.07	25.53	6.22
AM311	1	189099	377070	30.24	16.23	7.99	12.47
AM312	1	189367	377160	30.32	13.77	8.82	15.34
AM314	1	189230	378615	30.23	-3.71	2.11	-4.01
AM315	1	189173	378390	32.24	0.29	6.63	0.86
AM317	1	187641	382245	30.51	-2.63	4.04	-3.72
AM318	1	187867	383351	31.07	7.31	12	7.42
AM319	1	187969	384063	30.92	-0.24	8.37	1.79
AM322	1	189896	381224	30.47	17.84	8.05	14.01
AM324	1	190357	379990	30.79	4.71	-7.19	8.16

buisnr.	filternr.	x (m)	y (m)	z (m)	GHGvoor- GHGna (cm)	GLGvoor- GLGna (cm)	GVGvoor- GVGna (cm)
AM332	1	188619	383753	30.40	13.32	10.8	15.02
AM333	1	187995	380736	29.94	1.41	8.59	2.29
AM334	1	188240	379829	29.45	2.59	2.9	2.73
AM335	1	190532	376714	32.14	6.74	-0.96	4.54
AM336	1	190092	376787	31.68	11.25	8.33	9.08
B201A	1	190069	381474	30.21	4.29	-2.34	1.55
B202A	1	189545	381229	30.29	13.48	20	14.27
B32	1	190735	380174	31.40	-3.62	12.56	-7.46
B6	1	191634	379152	32.03	6.94	8.33	8.96
B89	1	189858	378893	31.11	51.79	51.28	48.72
W18ondiep	2	187269	382777	30.14	0.34	3.54	-1.47
W34	1	187769	382778	31.26	7.35	7.66	3.8
W3	1	187151	383266	30.16	5.13	3.71	-0.42

Tabel 4.3 geeft de GxG's voor de actuele grondwaterregimes. Op basis van de informatie Tabel 4.2 en 4.3 kunnen de GxG's van vóór 1996 worden teruggerekend.

Tabel 4.3 GxG's van de grondwaterregimes van 31-12-1996 tot beden

buisnr.	filternr.	x (m)	y (m)	z (m)	GHGna (cm-mv)	GLGna (cm-mv)	GVGna (cm-mv)
B52C0281	1	189440	383320	30.78	18	141	34
B52C0281	2	189440	383320	30.78	58	119	66
B52C0282	1	189570	377230	30.81	43	78	55
B52C0282	2	189570	377230	30.81	60	102	72
B52C0500	1	187755	380220	30.35	67	122	73
B52C0500	4	187755	380220	30.35	36	77	44
B52C0500	5	187755	380220	30.35	163	216	174
B52C0508	1	188030	380430	29.3	50	94	65
B52C0508	2	188030	380430	29.3	-1	47	6
B52C0524	1	188520	382365	32.23	38	75	44
B52C0530	1	189700	383030	30.66	10	67	15
B52C0531	1	189010	381280	30.35	0	29	5
B52C0531	2	189010	381280	30.35	1	34	9
B52C0548	1	189730	382100	28.58	63	100	67
B52C0548	2	189730	382100	28.58	70	114	75
B52C0549	1	189980	381530	30.27	24	73	31
B52C0549	2	189980	381530	30.27	46	86	53
B52C0550	1	189570	381280	30.37	8	46	11
B52C0550	2	189570	381280	30.37	34	69	40
B52C0552	2	189795	381625	31.05	102	171	111
B52D0161	1	190200	381540	29.21	53	90	62
B52D0161	2	190200	381540	29.21	59	95	67
B52D0161	3	190200	381540	29.21	59	99	67
B52D0192	1	190715	383280	31.23	-1	37	5
B52D0192	2	190715	383280	31.23	68	156	77
B52D0498	1	192995	379610	32.21	-5	86	8
B52D0501	1	192020	382610	31.03	37	122	51
B52D0502	1	192320	382590	31.29	25	129	40
B52D0578	1	192790	382700	30.47	31	90	39
B52D0579	1	192460	383515	30.69	28	92	35
B52D0582	1	190950	382530	31.33	9	92	26
B52D0587	1	191745	379205	32.03	60	132	77

buisnr.	filternr.	x (m)	y (m)	z (m)	GHGna (cm-mv)	GLGna (cm-mv)	GVGna (cm-mv)
B52D0594	1	190725	380175	31.4	83	182	91
AM301	1	191404	379039	32.12	69	147	81
AM302	1	190988	378837	31.48	72	122	84
AM303	1	190962	378132	31.73	61	136	83
AM304	1	190646	378669	31.24	54	122	72
AM305	1	190501	378927	31.59	108	179	128
AM307	1	190619	379256	30.84	37	128	107
AM308	1	189961	378383	31.15	67	144	89
AM309	1	189665	379061	30.68	93	165	115
AM310	1	189569	379292	29.78	15	67	28
AM311	1	189099	377070	30.24	9	70	24
AM312	1	189367	377160	30.32	18	57	31
AM314	1	189230	378615	30.23	48	99	65
AM315	1	189173	378390	32.24	229	283	249
AM317	1	187641	382245	30.51	53	104	63
AM318	1	187867	383351	31.07	153	203	168
AM319	1	187969	384063	30.92	158	211	175
AM322	1	189896	381224	30.47	27	96	45
AM324	1	190357	379990	30.79	80	191	95
AM332	1	188619	383753	30.4	71	121	85
AM333	1	187995	380736	29.94	53	90	58
AM334	1	188240	379829	29.45	112	144	125
AM335	1	190532	376714	32.14	64	174	85
AM336	1	190092	376787	31.68	95	143	112
B201A	1	190069	381474	30.21	16	70	27
B202A	1	189545	381229	30.29	0	40	4
B32	1	190735	380174	31.4	80	176	95
B6	1	191634	379152	32.03	63	125	75
B89	1	189858	378893	31.11	49	130	70
W18ondiep	2	187269	382777	30.14	81	130	97
W34	1	187769	382778	31.26	172	226	185
W3	1	187151	383266	30.16	75	148	96

De veranderingen in de GxG op een locatie zijn vaak niet uit één ingreep te verklaren, maar uit meerdere. Daarom groeperen we in Tabel 4.4 ingrepen, en vergelijken we deze met effecten op de GxG bij peilbuislocaties in de omgeving. Verhoging van de grondwaterstand zien we optreden als gevolg van compartimentering in de Mariapeel en aanleg van dammen (maatregel 25, 33, 34 en 36, tabel 3.1), het opstuwen de Vlier en wateraanvoer in de Vreekwijkse Loop (maatregel 14), en het verplaatsen van een stuw in Heitrakse Loop naar de westzijde van de Heitrakse Peel (maatregel 27). De stijging van vooral de GLG bij buis B52D0578 hangt waarschijnlijk samen met toegenomen kwel, als gevolg van de peilverhogingen binnen de Mariapeel. Daling van de GHG's bij B52D0192 en B52D0582 kunnen niet goed worden verklaard, stijgingen van de GLG's zijn toe te schrijven aan de vernattingsmaatregelen. In de omgeving van de overige maatregelen zien we zowel grondwaterstandsverhoging als –verlaging als effect optreden. De steekproefopzet laat niet toe uitspraken te doen over het effect van ingrepen voor hele gebieden, wel voor peilbuislocaties, zoals in tabel 4.4.

Tabel 4.4 Relatie tussen ingrepen en veranderingen in de GxG op locaties van peilbuisen. De ingrepen vonden plaats rond 1996. Veranderingen in cm; positieve waarden geven een stijging van de grondwaterstand aan, negatieve een daling. De nummers van de ingrepen verwijzen naar tabel 3.1.

ingreep	omschrijving	buisnr.	GHGvoor-GHGna, GLGvoor-GLGna, GVGvoor-GVGna (cm)
33, 34	aanleg van een kade aan de spoorlijn Venlo-Eindhoven, verbetering van de kade, aanpassing aan kunstwerken, uitstroomvoorzieningen	B52D0579	+33, +45, +39
17	aanleg van een kade vanaf de spoorlijn Eindhoven – Venlo in zuidelijke richting, richting het Defensiekanaal Noord	B52D0501	-11, +6, -1
19, 20,	afsluiten en verbinden van wijken, plaatsen	B52D0192	-4, +26, +2
23, 35	zelfregulerende niveaulekken, afgraven van bezanding en realiseren van veenputten	B52D0582	-17, +7, -18
25, 36	aanleg compartimenten Mariapeel door regelbare duikers, aanleg dammen Defensiekanaal	B52D0498 B52D0578	+18, +25, +18 +3, +10, +8
14	opstuwen de Vlier en wateraanvoer Vreekwijkse Loop	AM318 AM332	+7, +12, +7 +13, +11, +15
30, 31	bouw gemaal Soemeer, afkoppelen Mariapeel door de drie sifons onder de Helenavaart dicht te stoppen	AM322 B52C0548 B52C0549 B52C0550 B52C0552 B52D0161 B52D0594 B201A	+18, +8, +14 +6, +7, +7 -1, -8, -1 +0, +13, +1 +2, -10, +2 +3, -2, +1 -9, -10, -5 +4, -2, +2
11, 12, 13, 16, 28, 29, 40	diverse maatregelen rond de Soeloop	AM301 AM302 AM303 AM304 AM305 AM307 AM308 AM309 AM310 AM314 B6 B89	+3, +2, +2 +3, +5, +3 +12, +16, +4 +3, +3, -2 -5, -1, -12 -11, -22, -17 +5, +5, +0 -6, 0, -7 +3, +26, +6 -4, +2, -4 +7, +8, +9 +52, +51, +49
27	verplaatsen stuw in Heitrakse Loop naar westzijde Heitrakse Peel	AM311 AM312 B52C0282	+16, +8, +12 +14, +9, +15 +13, +8, +15

4.4 Conclusies

4.4.1 Effect ingrepen

Voor 52 locaties kon het effect van ingrepen in 1996 op de GxG worden gekwantificeerd. Samengevat zijn deze effecten:

- Op 26 locaties verhoging van de GHG, op 10 locaties verlaging.
- Op 32 locaties verhoging van de GLG, op 8 locaties verlaging.
- Op 14 locaties verhoging van de GVG, op 7 locaties verlaging.

Het is niet zonder meer mogelijk deze aantallen te vertalen naar oppervlaktepercentages, omdat de locaties destijds gericht zijn geselecteerd, zie paragraaf 4.4.2. Veel veranderingen in de GxG's op peilbuislocaties kunnen in verband worden gebracht met ingrepen die in de omgeving hebben plaatsgevonden, zoals uit tabel 4.4 blijkt. In paragraaf 8.2.4 worden de geconstateerde effecten vergeleken met de resultaten van de analyse met Natles (hoofdstuk 6) en met de vegetatiekartering (Van den Boom *et al.*, 2007).

4.4.2 Opzet monitoring

Zoals uit paragraaf 4.2.3 blijkt is een beperkt aantal tijdreeksen geschikt om effecten van maatregelen te kwantificeren: van de oorspronkelijke 382 tijdreeksen (279 locaties) van de grondwaterstand bleken er uiteindelijk 64 (52 locaties) bruikbaar te zijn. Dat er geen duidelijke relatie is tussen gegevensverzameling, gegevensverwerking en gewenste informatie, namelijk kwantificering van het effect van maatregelen, blijkt uit het volgende:

- De meetperiodes verhouden zich veelal slecht tot de datums van ingrepen. Als er weinig of geen data voor de periode vóór of na de ingreep zijn, dan kan een effect niet worden gekwantificeerd.
- In een aantal gevallen was de waarnemingsfrequentie te laag om GxG's te kunnen schatten.
- Maaiveldhoogtes waren soms niet bekend, waardoor controle van de reeks niet goed mogelijk was en GxG's niet t.o.v. maaiveld konden worden geschat.
- Een aantal ondiepe filters ligt mogelijk onder het freatische pakket, waardoor er geen freatische standen worden gemeten en het dus niet mogelijk is GxG's te schatten. Dit kan vooral het geval zijn op locaties waar in de bovengrond veen voorkomt, terwijl het filter zich in de zandondergrond bevindt. Een veldcontrole was in het kader van dit onderzoek echter niet mogelijk.
- De gegevens bleken in een aantal gevallen beter te kunnen worden georganiseerd: overlap in reeksen, fouten in de nummering, etc.. Dit bemoeilijkte de verwerking van de gegevens tot de gewenste informatie.
- Een onderbouwing van de selectie van de peilbuislocaties ontbreekt, de reden waarom een bepaalde buis op een bepaalde locatie staat is niet duidelijk.
- Het aantal waarnemingen is niet afgestemd op een nauwkeurigheidseis voor de uiteindelijke informatie.

Zoals gezegd in paragraaf 4.4.1, kunnen de geconstateerde effecten niet zonder meer worden vertaald naar oppervlaktepercentages. Wanneer de locaties waren geselecteerd volgens een kanssteekproef had dit wel gekund (De Gruijter *et al.*, 2006). Oppervlaktepercentages kunnen wel worden geschat met behulp van een model van ruimtelijke samenhang (semivariogram, zie paragraaf 6.2.7). Webster en Oliver (1992) adviseren om de parameters van een dergelijk model te schatten op basis van 100-150 waarnemingen. Het aantal van 52 in dit onderzoek is dus aan de lage kant voor een nauwkeurige interpolatie.

5 Beoordeling chemische waterkwaliteitsgegevens

5.1 Inleiding

In de Deurnese Peel en Mariapeel is ingegrepen in de waterhuishouding, met als doel de hydrologie van het hoogveen te optimaliseren. Daarbij is, naast de hoogte en fluctuatie van het grondwater, ook de chemische samenstelling van het water van belang. De samenstelling van grondwater, vennen en ander oppervlaktewater in hoogveengebieden vertoont grote overeenkomst met dat van regenwater. Normaliter is het zuur, bevat het weinig nutriënten en is het arm aan macro-ionen. Alleen wanneer er ook bijmenging plaatsvindt met grondwater dat afkomstig is uit minerale bodemlagen zal dat te merken zijn aan een hogere pH en hogere concentraties calcium en bicarbonaat.

Het doel van deze analyse is om de chemische samenstelling van de watermonsters die in de Deurnese Peel en Mariapeel zijn verzameld te typeren. Op basis hiervan beoordelen we of maatregelen effect hebben gehad op de chemische waterkwaliteit, en of de huidige waterkwaliteit gunstig is voor de ontwikkeling van hoogveen. Verder geven we aanbevelingen voor toekomstige monitoring van de chemische samenstelling van het oppervlaktewater.

In paragraaf 5.2 beschrijven we de beschikbare gegevens en de analysemethode. De resultaten presenteren we in paragraaf 5.3. Paragraaf 5.3.1 tot en met 5.3.3 geven een overzicht van de resultaten voor de drie verschillende gegevensbestanden. In paragraaf 5.3.4 gaan wij in op de relatie tussen waterkwaliteit en compartimentering in de Mariapeel. We sluiten het hoofdstuk af in paragraaf 5.4 met conclusies en aanbevelingen.

5.2 Materiaal en methode

5.2.1 Gegevens chemische waterkwaliteit

Er zijn drie series met geschikte analyseresultaten van watermonsters om de samenstelling te kunnen typeren:

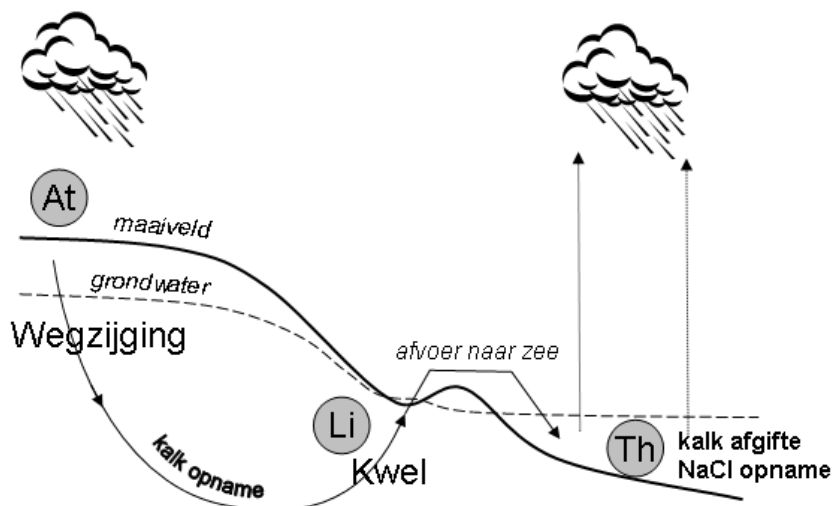
1. Serie 1. Deze serie bestaat uit zes meetpunten die in kanalen en verspreide natuurgebieden liggen (figuur B3.1 in Bijlage 3). Van deze meetpunten liggen er drie in grotere waterlopen (Eerste zijlsloot 't Molentje, Kanaal van Deurne, Helenaveense grenssloot) en drie in natuurgebieden (Kwelstrook langs Kanaal van Deurne, Soeloopmoerassen, Veenput Deurnese Peel). De Soeloopmoerassen zijn in 2005 viermaal bemonsterd. Bij de andere punten varieert het aantal bemonsteringen van 17 (Eerste zijlsloot 't Molentje) tot 50 (Kanaal van Deurne). Al deze bemonsteringen vonden plaats tussen 1997 en 2004/2005.

2. Serie 2. Dit betreft een set gegevens die wordt aangeduid met 'Peelvenen'. In totaal gaat het om 22 meetpunten (figuur B3.8). De periodes en aantallen bemonsteringen wisselen sterk. Zo is een meetpunt (OHELE800) in de periode 1989-2005 in totaal 59 keer bemonsterd, terwijl van een ander punt (OMARTP01) slechts één meting uit 1997 bekend is.
3. Serie 3. Op 42 plekken waar de macrofauna is onderzocht zijn ook eenmalig watermonsters voor chemische analyse genomen. Op vier punten na heeft de bemonstering in april/mei 2007 plaatsgevonden. In figuur B3.24 staan de meetlocaties.

Van de vaak uitgebreide overzichten met fysische en chemische analyseresultaten zijn zuurgraad, elektrisch geleidingsvermogen, de macro-ionen en totaal-N en totaal-P gebruikt voor de typering van het water. In een aantal gevallen waarin geen bicarbonaat is gemeten en het water zuur was, is aangenomen dat er een minimale concentratie bicarbonaat aanwezig was.

5.2.2 Watertypering

Tijdens de hydrologische kringloop (figuur 5.1) ondergaat de waterkwaliteit ingrijpende veranderingen. Hierbij kunnen drie hoofdwatertypen worden onderscheiden (Van Wirdum, 1990): zeewater (**Thalassoclien**), regenwater (**Atmoclien**) en grondwater (**Lithoclien**). Zeewater heeft hoge concentraties van vooral eenwaardige ionen (Na^+ , K^+ , Cl^-). In sterk verdunde vorm komt het als waterdamp in de atmosfeer terecht, waarna het als zwak zuur regenwater in de bodem infiltreert. Tijdens de stroming van het water door de grond treden onder andere CO_2 opname, vertering, ionenwisselingen en reductieprocessen op. Daarbij wordt vooral kalk in de ondergrond opgelost, met als gevolg dat er basische kationen (Ca^{2+}) en anionen (HCO_3^-) in het water oplossen en de pH stijgt. De uiteindelijke samenstelling van het grondwater hangt samen met de verblijftijd en de samenstelling van de doorstroomde bodemlagen. Kenmerkend voor grondwater zijn het basische karakter en de hogere concentraties tweewaardige ionen (Ca^{2+} , Mg^{2+}).



Figuur 5.1 Schematische weergave van de hydrologische kringloop met kenmerkende watertypen op basis van opgeloste ionen

Karakteristiek voor de samenstelling van grondwater, vennen en ander oppervlaktewater in hoogveengebieden is dat het grote overeenkomst vertoont met dat van regenwater, omdat de recent geïnfiltreerde neerslag het nog geen uitwisseling heeft ondergaan met meer basenrijke sedimenten. Normaliter zal het water zuur zijn, weinig nutriënten bevatten en arm zijn aan macro-ionen. Alleen wanneer er ook bijmenging plaatsvindt met grondwater dat afkomstig is uit minerale bodemlagen zal dat te merken zijn aan een hogere pH en hogere concentraties calcium en bicarbonaat. Door atmosferische depositie, de invloed van gebiedsvreemd (inlaat-)water en antropogene invloeden als bemesting kan de natuurlijke differentiatie in waterkwaliteit verloren gaan en er een antropogeen watertype tot ontwikkeling komen.

De watermonsters worden beoordeeld op grond van de ionenratio en de overeenkomst met referentiewatertypen. De ionenratio (Van Wirdum, 1990) geeft de verhouding calcium – chloride weer volgens de vergelijking:

$$IR = 100 \{0.5Ca^{2+}/(0.5Ca^{2+}+Cl)\}$$

met:

IR = ionenratio (%)

Ca²⁺ = concentratie calcium (mol_e/m³)

Cl⁻ = concentratie chloride (mol_e/m³)

De ionenratio van regenwater ligt rond de 20 en van (zacht) grondwater rond de 85.

MAIONF (Van Wirdum, 1990) is een model waarmee aan de hand van de macro-ionensamenstelling de overeenkomst van een watermonster met referentiewatertypen wordt berekend volgens de formule:

$$r(X,Y) = \left(n \sum_i x_i y_i - \sum_i x_i \sum_i y_i \right) / \left[\left(n \sum_i x_i^2 - \left(\sum_i x_i \right)^2 \right) \left(n \sum_i y_i^2 - \left(\sum_i y_i \right)^2 \right) \right]^{1/2},$$

met:

x_i = concentratie van ion *i* van het referentiemonster;

y_i = concentratie van ion *i* van het watermonster.

De samenstelling van de gebruikte referentiemonsters staan in tabel 5.1. Het gaat om regenwater cq. *atmoclien* water (Atm) afkomstig bij Witteveen, een zacht type (diep) grondwater cq. *lithoclien* water bij Hoge Duvel op de Veluwe (Li-Du) en Rijnwater bij Lobith uit 1975 (Rijn). Het Rijnwater is een algemene referentie voor verontreinigd, grondwaterachtig water.

Tabel 5.1 Samenstelling van referentiemonsters voor MAIONF

	EC	pH	Na	K	Ca	Mg	Cl	SO ₄	HCO ₃
	mS/m	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Atmoclien (Atm)	5.0	4.2	1.6	0.2	0.4	0.2	3.0	5.8	0.0
Lithoclien (Li-Du)	22.5	8.3	11.5	1.0	33.0	4.1	12.0	10.9	119.0
Rijnwater (Rijn)	99.6	7.8	96.0	7.0	82.0	10.0	178.0	80.0	158.6

Jansen en Kemmers (1995) vulden de watertypering van MAIONF aan met een module die aangeeft welke onderlinge verhouding van referentiewatertypen het beste overeenkomt met de samenstelling van een watermonster. Voor

beïnvloed/verontreinigd water is hier een mix van Rijnwater (van oorsprong lithoclien) en doorval in een bosrand (van oorsprong atmoclien) genomen.

5.3 Resultaten

5.3.1 Meetpunten serie 1 – Kanalen en verspreide natuurgebieden

De analyseresultaten die gebruikt zijn voor de typering van het water staan in Bijlage 3. De meetlocaties staan in figuur B3.1. Per meetpunt zijn in de figuren B3.2 t/m B3.7 drie figuren opgenomen waarbij tevens korte toelichtingen worden gegeven:

- een figuur met de gehalten kalium, chloride, totaal-N en totaal-P;
- een figuur met de ionenratio en de overeenkomst met de referentiewatertypen (verontreinigd) Rijnwater en (zacht lithoclien) grondwater;
- de (fictieve) verdeling in aandelen van referentiewatertypen voor atmoclien, beïnvloed en zacht lithoclien water.

5.3.2 Meetpunten serie 2 - Peelvenen

De analyseresultaten die gebruikt zijn voor de typering van het water van serie 2 (Peelvenen) staan in Bijlage 3. Per meetpunt zijn in de figuren B3.9 t/m B3.23 conform de resultaten van serie 1 (paragraaf 5.3.1) per meetpunt drie figuren en een korte toelichting opgenomen.

Van zeven meetpunten zijn vier of minder analysegegevens beschikbaar. Van deze punten zijn de resultaten in tabelvorm gegeven (tabel 5.2). Hierbij kunnen de volgende opmerkingen worden gemaakt:

- Meetpunt ORGRVE100 heeft een atmocliene samenstelling met relatief hoge concentraties kalium en totaal-N.
- Meetpunt OMARI200 heeft een atmocliene samenstelling.
- Het watertype van meetpunt OMARIA80 is tussen 2003 en 2004 veranderd, van dominant lithoclien naar dominant atmoclien.
- Bij OMARK200 is, binnen het jaar 2002, het omgekeerde gebeurd, van atmoclien naar lithoclien, door waterinlaat of kanaalkwel.
- OMARTP01 heeft lage concentraties kalium en chloride en heeft een dominant atmocliene samenstelling. De concentratie N-totaal is hoog.
- Bij een meting in 2003 van meetpunt OMARVP10 was de kaliumconcentratie vrij hoog en bij de tweede meting in 2003 de chlorideconcentratie.
- Meetpunt OZTK100 heeft vrij hoge concentraties chloride, kalium en totaal-N. Hoewel het atmocliene watertype domineert zijn er permanent aandelen lithoclien en beïnvloed water aanwezig.

Tabel 5.2 Typering van water van meetpunten met minder dan 5 waarnemingen

Meetpunt	Datum	Cl mg/l	K mg/l	tot-N mg/l	tot-P mg/l	ionen- ratio %	Overeenkomst met Rijnwater %	Overeenkomst met grondwater %	Aandeel (%)		
									Atmo- clien	beïnvloed	litho- clien
OGRVE100	24-02-2003	25	10.0	4.8	0.34	58.6	44.3	8.2	95	5	0
OGRVE100	25-03-2003	25	12.0	5.4	0.54	58.6	47.8	44.3	85	10	5
OMARI200	10-05-1989	13	3.0		0.13	45.8	-32.5	-38.8	95	5	0
OMARI200	05-06-1989	19	6.6			50.6	17.7	-10	85	15	0
OMARIA80	03-07-2003	30	1.6	1	0.11	70.7	50.5	91.8	15	15	70
OMARIA80	29-10-2003	69	10.0	2	0.22	60.2	86.1	66.1	0	35	65
OMARIA80	01-06-2004	8	3.2	3.6	0.21	64.5	24.5	31.8	90	5	5
OMARK200	26-06-2002	12	6.0	2.9	0.4	56.5	7.5	9.1	85	10	5
OMARK200	29-08-2002	32	9.2	3.7	0.83	59	53.2	76.7	55	15	30
OMARK200	22-10-2002	60	4.6	2.3	0.19	40.4	84.8	46.7	15	40	45
OMARTP01	07-05-1997	13	2.8	8.2	0.1	33.5	3.9	-27.1	95	5	0
OMARVP10	03-07-2003	6	15.0	3.8	0.1	63.5	-23.4	-20.7	90	5	5
OMARVP10	29-10-2003	28	7.3	1	0.1	51.8	42.5	-1.7	70	25	5
OMARVP10	06-04-2004	5	1.0	1.9	0.1	51.5	-9.3	2.2	100	0	0
OMARVP10	20-07-2004	5	1.4	2.1	0.1	51.5	-11.6	4.8	90	10	0
OZTKA100	24-02-2003	38	20.0	5.9	1	60.6	56.1	57.8	65	15	20
OZTKA100	25-03-2003	37	18.0	2.6	0.44	59.7	57	68.9	60	15	25

5.3.3 Meetpunten serie 3 - Macrofauna

De analyseresultaten die gebruikt zijn voor de typering van het water van serie 3 (macrofauna) staan in Bijlage 3. In alle gevallen betreft het zuur water dat afkomstig is uit het hoogveengebied. De meetlocaties staan in figuur B3.24. Omdat de punten maar eenmaal zijn bemonsterd zijn de resultaten in één tabel en in één figuur samengevoegd.

In tabel 5.3 staan de concentraties chloride, kalium, totaal-N, totaal-P, de ionenratio en de overeenkomst met Rijnwater en zacht grondwater. De concentraties en overeenkomsten zijn (erg) laag. De hoogste waarden zijn in de tabel vet weergegeven. Meetpunt ODEURP40 heeft de hoogste concentratie totaal-N en totaal-P. De relatief hoge ionenratio's bij OMARRL19 en OMARIP01 hangen samen met de erg lage concentraties chloride.

Figuur B3.25 geeft de aandelen referentiewater weer in histogrammen. Alle punten hebben een dominant atmoclien karakter. Er moet rekening mee worden gehouden dat naarmate de concentraties macro-ionen lager zijn, kleine verschillen in concentraties al gevolgen kunnen hebben voor de typering van het water. Een klein aandeel (5%) lithoclien water kan het gevolg zijn van deze onnauwkeurigheid, maar er kan ook sprake zijn van locale toestroming van ondiep grondwater of indikking door verdamping. Bij de meetpunten ODEURP15 en ODERP16 is wel duidelijk sprake van beïnvloeding door (wat) water met een lithoclien karakter. De calciumconcentratie is er met respectievelijk 26 en 20 mg/l calcium het hoogste van alle meetpunten. Bij verschillende meetpunten is de natuurlijke samenstelling mogelijk beïnvloed door depositie. Bij de meetpunten OHORIK39 en OBOMM017 is het aandeel groter en is er mogelijk ook een andere verontreinigingsbron.

Tabel 5.3 Typering van watermonsters van serie 3.

Meetpunt	Cl mg/l	K mg/l	tot-N μmol/l	tot-P μmol/l	Ionen- ratio %	Overeenkomst met	
						Rijnwater %	grondwater %
OZINVP20	4.7	0.8	6.1	3.0	50	-30	-39
OZINSL21	4.4	1.2	4.1	2.5	48	-29	-40
OMINKS29	7.6	0.8	40.5	4.2	27	-25	-45
OMINKP28	8.6	1.8	48.9	1.6	16	-35	-38
OMINKO27	10.8	3.3	88.0	17.8	9	-38	-39
OMINKI26	8.2	1.0	5.0	2.3	23	-39	-35
OMARVP38	6.6	0.7	58.9	0.8	24	-26	-49
OMARVP37	6.5	0.8	37.9	1.1	23	-38	-36
OMARVP36	5.2	0.9	21.7	2.3	34	-28	-49
OMARVP35	7.3	0.7	52.3	1.1	29	-26	-47
OMARVP34	10.7	1.2	44.6	2.4	28	-10	-48
OMARVP33	16.1	0.9	105.6	1.9	17	-6	-48
OMARVP32	10.5	1.2	79.4	5.4	23	-1	-49
OMARVP31	15.8	1.0	8.6	1.7	25	1	-47
OMARVP03	5.2	1.1	109.1	0.8	39	-28	-50
OMARVP02	5.1	1.7	81.7	1.4	31	-32	-56
OMARRL19	6.1	0.5	6.7	1.3	61	-19	-33
OMAROW18	7.1	2.6	8.5	5.2	20	-37	-58
OMAROW05	4.9	0.7	43.8	0.8	13	-24	-48
OMARIP06	7.4	2.1	3.7	4.5	14	-39	-39
OMARIP01	7.0	1.3	40.3	3.2	75	-7	1
OMARIA24	16.9	2.2	110.7	7.9	36	-18	-38
OMARBE04	7.4	1.4	33.3	4.5	19	-4	-48
OLIESV13	7.9	0.4	17.5	0.6	31	-14	-35
OLIESV12	3.1	0.9	19.5	1.4	41	-28	-46
OLIESV11	6.0	0.9	76.8	3.8	25	-37	-37
OLIESV10	4.3	0.6	54.2	1.9	31	-41	-36
OLIESV09	5.4	0.3	35.3	1.4	30	-39	-35
OLIESV08	5.8	0.4	26.5	0.6	27	-38	-36
OHORIK39	31.9	1.0	4.2	1.2	29	29	-17
OHORDI30	15.4	1.0	10.4	1.3	40	-30	-18
OHORDI07	10.0	1.8	79.1	7.8	27	-26	-45
OGRAUW23	6.5	0.8	7.5	3.1	38	-34	-35
OGRAUW22	13.0	0.5	97.1	1.2	31	-30	-37
ODEURP41	13.2	2.3	8.4	1.8	28	-33	-34
ODEURP40	9.6	1.8	120.8	25.4	32	-36	-34
ODEURP25	12.0	0.5	24.0	9.2	16	-29	-41
ODEURP16	20.3	1.6	49.5	1.9	63	40	33
ODEURP15	23.5	1.9	41.1	0.8	66	33	40
ODEURP14	12.1	1.4	6.5	0.8	17	-34	-36
OBROEM42	6.6	0.2	3.0	1.0	23	-12	-40
OBOMMO17	8.8	1.4	4.0	1.8	39	26	-10

5.3.4 Relatie tussen waterkwaliteit en compartimentering Mariapeel

De gemiddelde concentraties en berekende waarden relateerden we aan de verschillende compartimenten waarin de meetplekken liggen (tabel 5.4). Een deel van de compartimenten zijn met elkaar verbonden, anderen wateren rechtstreeks af op de grotere kanalen in de omgeving (zie hoofdstuk 3). Omdat de meeste meetpunten niet in doorgaande waterlopen liggen, kunnen de resultaten niet met elkaar in verband worden gebracht. Wel is duidelijk dat het water in de compartimenten met de hoogste peilen een dominant atmocliene samenstelling heeft. Het wordt niet beïnvloed door inlaat van gebufferd water of door kwel. Bij de compartimenten

‘Horster Driehoek’ en ‘Wijken’, die het laagste peil hebben, is bij een aantal plekken een groter aandeel lithoclien water aanwezig. In de Wijken zijn dit de plekken OMARIA10 en OMARIA80 (figuur B3.8) die centraal in het gebied in respectievelijk de tiende en achtste wijk liggen. Hier treedt mogelijk lokale kwel op. Bij meetpunt OGRIE800 in de Horster Driehoek kan mogelijk ook inlaatwater de kwaliteit mede bepalen. Bij OHORDH02 lijkt dat vanwege de geïsoleerde en relatief hoge ligging niet mogelijk en moet er een andere oorzaak zijn. De andere plekken in de Wijken en de Horster Driehoek hebben een dominant atmocliene samenstelling. Dat geldt ook voor plek OMARIA30 in de derde wijk. Er is geen verband aangetroffen tussen de positie van de compartimenten en de hoeveelheid nutriënten in het oppervlaktewater.

Bij de eenmalige bemonstering voor de macrofauna zijn twee meetpunten aangetroffen met een klein aandeel lithoclien water. Beide punten, ODEURP15 en ODEURP16 (figuur B3.24), liggen vlak naast elkaar op een laaggelegen plek langs het Kanaal van Deurne, wat duidt op kwel. Bij twee locaties, OHORIK39 en OBOMMO17, is het aandeel beïnvloed water wat hoger. De oorzaak van de wat afwijkende samenstelling van het water is hier niet duidelijk. Mogelijk dat de oorzaak gezocht moet worden bij atmosferische depositie of guanotrofie (vogelpoep).

Tabel 5.4 Vergelijking van de hydrologische compartimenten den de samenstelling van het oppervlaktewater

Compartiment	peil (cm+NAP)	MP water	n	EC mS/m	pH	K	Na	Ca	Mg	Cl	SO4	HCO3	P tot	N tot	ionen-ratio %	aandeel (%)
																ATM BEINV LI-D
MV08	3220	OMARTE10	8	gem. 7.0 st.dev. 1.8	4.6 1.1	2.9 1.3	4.0 1.1	1.9 0.9	1.0 0.4	8.8 3.6	19.5 6.8	5.0 -	0.4 0.5	3.8 1.8	28.1 12.7	96 4
MV07	3210	OMAREE10	42	gem. 8.3 st.dev. 2.9	4.7 0.7	3.2 1.6	4.9 1.6	2.3 0.9	1.1 0.5	9.5 4.2	21.1 9.4	5.0 0.0	0.9 0.8	6.0 4.2	30.7 10.6	92 6
MV06	3200	OMARDE10	31	gem. 14.9 st.dev. 6.3	3.7 0.1	2.0 0.7	5.9 2.6	5.2 3.6	1.5 0.9	13.3 5.7	35.0 21.8	5.0 -	0.2 0.2	5.0 2.4	37.6 11.8	93 6
MV02	3150	OHORDH10	10	gem. 5.5 st.dev. 5.5	4.8 2.6	3.0 1.2	3.1 4.1	3.0 7.2	0.9 1.0	5.2 6.7	17.1 8.5	5.0 18.2	0.2 0.1	3.3 1.1	49.2 23.7	94 35
MV03	3180	OMARIA90	9	gem. 11.5 st.dev. 4.4	4.5 0.6	2.8 1.6	7.2 3.6	7.5 7.3	2.4 1.1	14.6 7.0	31.7 8.9	8.8 11.3	0.3 0.4	3.8 1.4	42.2 16.2	92 8
MV05	3190	OMARPE03	8	gem. 5.3 st.dev. 1.1	4.5 0.9	1.5 1.0	2.6 0.9	2.3 0.8	0.7 0.3	5.3 0.7	17.0 5.2	5.0 -	0.3 0.2	3.6 2.1	42.9 9.4	95 4
MV12	3180	OMARVP10	4	gem. 11.2 st.dev. 9.3	5.5 1.2	6.2 6.6	7.5 8.4	7.2 6.6	2.4 2.0	11.0 11.3	27.3 15.6	5.0 -	0.1 -	2.2 1.2	54.6 6.0	88 13
MV13	3200	OVEENP01	31	gem. 8.9 st.dev. 1.6	4.2 0.5	1.8 1.7	6.0 1.4	3.4 2.2	1.6 0.6	8.7 2.7	24.9 8.8	5.0 0.2	0.3 0.8	6.9 10.8	39.7 13.2	95 3
MV13	3200	OMARTP01	1	gem. 13.7 st.dev. -	3.9	2.8	7.4	3.7	2.2	13.0	37.0	5.0	0.1	8.2	33.5	95
Wijken	3100	OMARLB10	6	gem. 7.8 st.dev. 0.6	5.5 0.6	1.1 0.4	6.1 0.7	5.0 1.0	1.5 0.2	8.3 2.1	20.0 5.3	5.0 -	0.1 0.0	1.5 0.5	51.6 7.3	89 2
Wijken	3100	OGRVE100	2	gem. 23.7 st.dev. 1.0	6.7 0.1	11.0 1.4	17.0 -	20.0 -	3.9 0.2	25.0 -	40.0 7.1	16.5 16.3	0.4 0.1	5.1 0.4	58.6 -	90 7
Wijken	3100	OMARIA10	26	gem. 18.8 st.dev. 15.0	6.3 0.7	3.0 2.0	13.1 11.0	21.0 19.2	3.4 2.2	22.0 20.7	27.6 13.8	37.9 55.1	0.1 0.1	2.1 0.9	63.4 6.6	71 31
Wijken	3100	OMARIA80	3	gem. 33.7 st.dev. 23.7	6.7 0.5	4.9 4.5	25.2 19.7	36.0 25.7	5.6 3.7	35.7 30.9	30.0 19.1	86.7 73.7	0.2 0.1	2.2 1.3	65.1 5.3	35 48
Horster driehoek	3050	OHORDH01	31	gem. 13.7 st.dev. 6.8	5.5 0.7	5.1 2.3	11.5 6.2	10.0 4.9	2.7 1.3	19.7 12.8	27.5 12.3	8.0 8.6	0.3 0.2	3.8 2.6	49.7 9.6	84 11
Horster driehoek	3050	OHORDH02	17	gem. 19.2 st.dev. 11.0	6.1 0.5	4.7 2.0	14.8 7.8	22.0 11.2	3.9 1.6	24.2 13.1	26.9 12.5	36.1 34.7	0.3 0.1	3.1 1.2	61.2 8.0	73 26
Horster driehoek	3050	OGRIE800	35	gem. 22.6 st.dev. 11.0	6.9 0.6	5.8 2.9	16.2 8.1	22.8 12.6	3.9 1.6	26.9 13.5	33.3 17.2	42.2 46.3	0.2 0.2	2.2 1.1	59.5 6.9	70 29

5.4 Conclusies en aanbevelingen

In de Deurnese Peel en Mariapeel is altijd al sprake geweest van wegzijging of van grondwater dat stagneert op slecht doorlatende lagen. Daardoor komt de samenstelling van het grond- en oppervlaktewater in deze hoogveengebieden sterk overeen met dat van regenwater. Maatregelen die gericht zijn op een verhoging van

de freatische grondwaterstand zullen de invloed van de neerslagcomponent versterken, maar dat zal nauwelijks gevolgen hebben op de kwaliteit van het water dat al een dominant atmoclien karakter heeft. Ook bij de meetpunten waar wel sprake is van 'bijmenging' met lithoclien water is de samenstelling in afgelopen jaren weinig veranderd. Dat betreft zowel meetpunten in de grotere waterlopen als meetpunten waar mogelijk oppervlakkige kwel optreedt. Bij verschillende meetpunten is rond 1998 wel een geringe afname van de concentratie chloride opgetreden, mogelijk door het stopzetten van wateraanvoer.

Op grond van het aantal en de ligging van de meetpunten is het niet mogelijk om een verspreidingskaart met watertypen samenstellen. Daarvoor biedt een combinatie van humusprofielonderzoek en een gerichte bemonstering van ondiep grondwater goede mogelijkheden.

Het water in de hoogste compartimenten van de Mariapeel heeft een dominant atmocliene samenstelling, wat gunstig is voor de ontwikkeling van hoogveen. In de laagste compartimenten komen locaties met een groter aandeel lithoclien water voor. Er is geen verband gevonden tussen de positie van de compartimenten en de hoeveelheid nutriënten in het oppervlaktewater.

Alleen als wordt ingegrepen in de waterhuishouding en de effecten daarvan bij de meetpunten duidelijk merkbaar zijn, hebben vervolgmetingen van de chemische waterkwaliteit toegevoegde waarde. Voor meetpunten waar de waterkwaliteit door inlaatwater beïnvloed wordt, of kan worden, is het wel zinvol om de ontwikkelingen te volgen. Om op termijn veranderingen aan te kunnen tonen is het beter om (weinig) op vaste tijdstippen te bemonsteren, in plaats van (veel) op onregelmatige tijdstippen. Voor verspreide meetpunten in het hoogveengebied waar geen veranderingen te verwachten zijn, kan worden volstaan met een routinematige bemonstering, bijvoorbeeld bij de aanvang van het groeiseizoen.

6 Standplaatsconditie en terrestrisch natuurdoel

6.1 Inleiding

De vegetaties die deel uitmaken van de beoogde natuurdoelen stellen specifieke eisen aan de plaatselijke bodemgesteldheid en het grondwaterregime. Dit noemen we standplaatscondities. Bij de natuurdoeltypen die in de Deurnese Peel en Mariapeel worden beoogd horen natte, voedselarme en zure standplaatsen. De precieze eisen kunnen enigszins verschillen per natuurdoeltype. Het succes van het natuurherstel is dus afhankelijk van de mate waarin de standplaatscondities overeenkomen met de eisen die de vegetaties eraan stellen.

Om vast te stellen of de standplaatscondities na de genomen maatregelen overeenkomen met de abiotische randvoorwaarden voor de beoogde natuurdoelen is een analyse uitgevoerd met het NATuurgericht LandEvaluatieSysteem Natles (Runhaar *et al.*, 2003). Hiervoor worden kaarten die de bodemkundige en hydrologische situatie beschrijven vertaald naar standplaatskenmerken (vocht, zuurgraad, voedselrijkdom) en realisatiekansen voor de beoogde natuurdoelen. Een deel van deze kaarten was reeds beschikbaar. Voor het grondwaterstandsverloop zijn nieuwe kaarten gemaakt op basis van de GxG's die voor peilbuislocaties werden berekend (hoofdstuk 4).

Op basis van de realisatiekansen die uit Natles volgen, kan aangegeven worden waar en in welke mate voldaan wordt aan de abiotische randvoorwaarden voor de natuurdoelen. Of de vegetatie ook daadwerkelijk tot ontwikkeling is gekomen kan van een aantal factoren afhangen, zoals beheer en successie. Een vegetatietype verschijnt niet ineens maar ontwikkelt zich over een lange periode. Ook onnauwkeurigheden in de invoergegevens kunnen een rol spelen. Als een GxG niet juist voorspeld is, heeft dit ook gevolgen voor de berekende realisatiekansen. Om die reden is een kwantificering gemaakt van de onzekerheid bij het voorspellen van de GxG.

Paragraaf 6.2 beschrijft met welke basisgegevens met Natles de realisatiekansen voor natuurdoelen zijn bepaald. Paragraaf 6.3 geeft de resultaten hiervan, en paragraaf 6.4 geeft de conclusies en aanbevelingen die hieraan verbonden kunnen worden.

6.2 Materiaal en methode

6.2.1 Te beoordelen natuurdoeltypen

Het Staatsbosbeheer heeft, samen met de waterschappen, aangegeven voor welke natuurdoeltypen de analyse uitgevoerd moest worden (zie Tabel 6.1). Dit betreft natuurdoelen volgens de Staatsbosbeheer-systematiek. Natuurdoelen worden in Natles volgens de landelijke indeling beoordeeld. Om de vertaling te kunnen maken

naar de SBB-doeltypen is aangegeven welke vegetatietypen behoren bij de verschillende natuurdoelen. Een geografische toedeling van de natuurdoeltypen is hier niet bij gegeven. Voor alle natuurdoelen is nagegaan waar deze voor zouden kunnen komen. Tevens is per vak/afdeling bepaald in welke mate de abiotische randvoorwaarden voor de diverse natuurdoelen voldoen.

Natles bepaalt standplaatscondities voor terrestrische natuurdoelen. Dat zijn in dit geval hoogveenbos en natte heide en in mindere mate levend hoogveen. Zwak gebufferd ven is een semi-terrestrisch doel. De vegetatietypen die Tabel 6.1 vermeldt komen binnen dit natuurdoelen voor op venoevers. Een belangrijk deel van vegetatietypen die voor dit natuurdoel relevant zijn, kunnen niet met Natles beoordeeld worden. Dat geldt met name voor vegetatietypen uit de *Oeverkruidklasse* (*Littorelletea*).

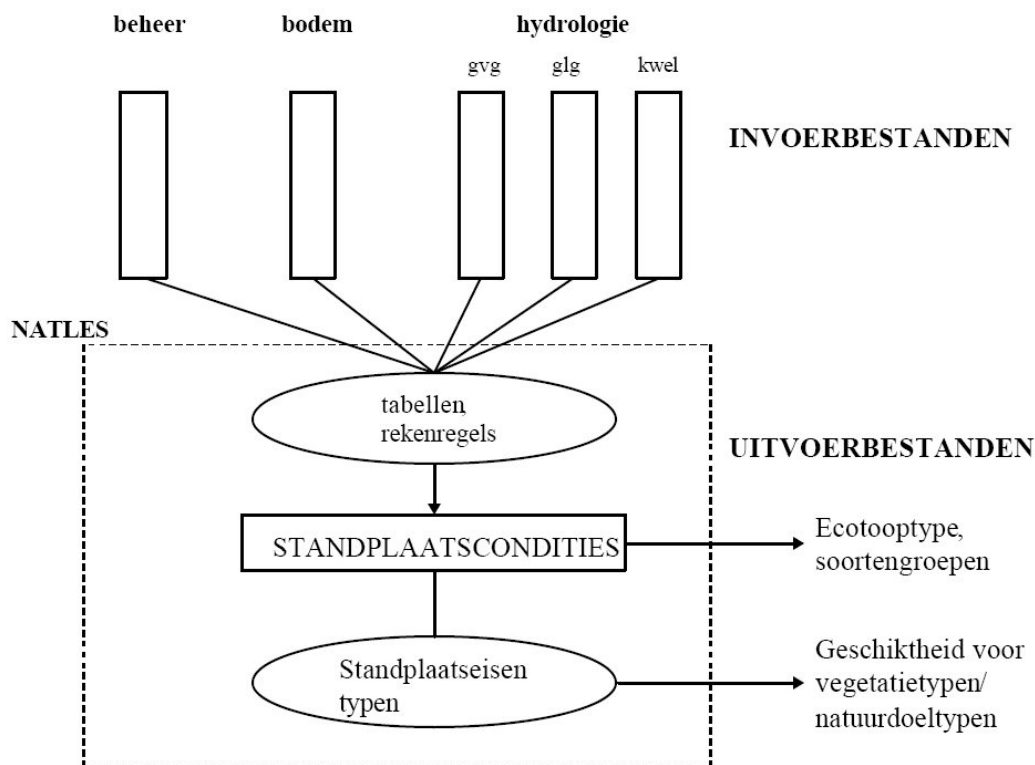
Tabel 6.1 Beoordeelde natuurdoeltypen en vegetatietypen. Het cijfer 1 of 2 geeft het gewicht aan van een vegetatietype binnen een natuurdoeltype. Een vegetatietype met gewicht 1 is minder belangrijk dan met gewicht 2.

Vegetatietype volgens SBB-classificatie		Doeltype				
		Broekbos op zure venen	natte heide	Hoogveen	vennen en plassen op zand, zwak gebufferd	heide met struweel en bos
		Subdoeltype				
		hoogveenbos	natte heide	levend hoogveen (incl zuur ven)	zwak gebufferd ven	combi van voorgaande 4
40A1	<i>Erico-Betuletum pubescentis</i>	2				
40A2	<i>Carici curtae-Betuletum pubescentis</i>	2				
9A3	<i>Carici curtae-Agrostietum caninae</i>		2	1	1	
11A1	<i>Lycopodio-Rhynchosporium</i>		2	1		
11A2	<i>Ericetum tetralicis</i>		2			
10A1	<i>Sphagnetum cuspidato-obesi</i>			2		
10A2	<i>Sphagno-Rhynchosporium</i>			2		
11B1	<i>Erico-Sphagnetum magellanicum</i>			2		
06C3	<i>Eleocharitetum multicaulis</i>				2	

6.2.2 Werkwijze Natles

Figuur 6.1 geeft de opzet van Natles schematisch weer. Voor de achtergronden en werking wordt verwezen naar de handleiding (Runhaar *et al.*, 2003). Standplaatscondities worden voorspeld op basis van een aantal geografische invoerbestanden (kaarten), via tabellen en rekenregels. De kaarten worden als gridkaarten ingevoerd, zodat per gridcel een analyse wordt uitgevoerd. De aldus bepaalde standplaatscondities worden vergeleken met standplaatsseisen van de vegetatietypen of natuurdoeltypen, waarna de geschiktheid voor deze typen wordt

berekend als een realisatiekans per gridcel. In dit project is gebruik gemaakt van gridkaarten met celgrootte van 5 x 5 m, waarbij het Algemeen Hoogtebestand Nederland (AHN) als basis diende. De volgende paragrafen (6.2.3 t/m 6.2.10) zetten uiteen hoe de invoerbestanden tot stand kwamen. De interpretatie wordt toegelicht in paragraaf 6.2.11.



Figuur 6.1 Opzet van het programma Natles

6.2.3 Beheer

In Natles kan voor een aantal verschillende vormen van beheer worden gekozen. De keuze van een beheersvorm is van invloed op de vegetatiestructuur, zuurgraad en voedselrijkdom. Bij de analyse in dit onderzoek is in eerste instantie uitgegaan van een beheer van 'Niets doen' voor de realisatiekansen voor hoogveenbos en levend hoogveen (type 70). Bij de bepaling van de realisatiekansen voor de overige natuurdoeltypen is uitgegaan van 'Heidebeheer' (60). Deze beheersvormen komen goed overeen met de huidige praktijk, met uitzondering van enkele graslandpercelen die gemaaid en/of begraaasd worden. Voor het type 9A3 (*Carici curtae-Agrostietum caninae*) is echter extensief begrazen (code 30) of extensief maaien (code 10) noodzakelijk als beheersvorm. Voor dit type is Natles toegepast met extensieve begrazing als beheersvorm. Alle beheersvormen zijn voor het hele gebied opgelegd, zodat potenties voor natuurdoelen ook in beeld kunnen komen op locaties waar nu een andere beheersvorm geldt.

Tabel 6.2 *Beheersvormen in Natles*

Code	Beheer	Omschrijving
10	Extensief maaibeheer	Niet bemesten, jaarlijks maaien
20	Rietlandbeheer	niet mesten, onregelmatig maaien
30	Extensieve begrazing	Niet bemesten, extensieve begrazing (grotere eenheden)
40	Semi-intensieve begrazing	Niet of licht bemesten, intensieve begrazing (kleinere eenheden)
50	Intensief graslandbeheer	Zwaar bemesten, beweiden + maaien
60	Heidebeheer	Niet bemesten, extensieve begrazing en plaggen
70	Niets doen	Niets doen
80	Bosbouw	Dunnen, kappen, aanplant
90	Intensieve akkerbouw	Bemesten, ploegen en zaaien
98	Open water	Open water
99	Bebouwing	Bebouwing

6.2.4 Bodemkaart

Het bodemtype wordt in Natles gebruikt om de voedselrijkdom, zuurgraad en vochttoestand te bepalen in samenhang met hydrologische en beheerkenmerken. Bij een analyse die sterk locatiegebonden is, zoals in dit project, heeft een gedetailleerde bodemkaart (schaal 1 : 10 000 of groter) de voorkeur. Een dergelijke kaart is echter niet beschikbaar en kon ook niet in het kader van dit project vervaardigd worden. Daarom is gebruik gemaakt van de bodemkaart op schaal 1 : 50 000 (Stichting voor Bodemkartering, 1968). Deze kaart is gemaakt voor regionale toepassingen. In verband met de kaartschaal zijn grenzen tussen kaarteenheden globaler aangegeven dan bij grootschalige karteringen het geval is.

Behalve voor het afleiden van standplaatskenmerken in Natles is de bodemkaart ook gebruikt als hulpinformatie bij het interpoleren van de GxG's (zie paragraaf 6.2.6).

Kaart 2 in Bijlage 11 geeft de gebruikte bodemkaart. De bodemeenheden die hier onderscheiden zijn staan in Tabel 6.3.

Tabel 6.3 *Lijst van in het gebied voorkomende bodemeenheden volgens de bodemkaart 1 : 50 000.*

Bodemcode	Opp (ha)	Omschrijving
aVp	0,01	Madeveengronden; Eerdveengronden met een kleiarme moerige eerdlaag 15-50 cm dik en zand met humuspodzol ondieper dan 120 cm – mv.
aVs	2,66	Madeveengronden; Eerdveengronden met een kleiarme moerige eerdlaag 15-50 cm dik en veenmosveen tot dieper dan 120 cm – mv.
zVp	147	Meerveengronden; Rauwveengronden met een zanddek, al of niet met minerale eerdlaag dik en zand met humuspodzol ondieper dan 120 cm – mv.
zVs	39,7	Meerveengronden; Rauwveengronden met een zanddek, al of niet met minerale eerdlaag dik en veenmosveen tot dieper dan 120 cm – mv.
Vp	1029	Vlieveengronden; Rauwveengronden zonder zavel-, klei- of zanddek dik en zand met humuspodzol ondieper dan 120 cm – mv.
Vs	728,3	Vlieveengronden; Rauwveengronden zonder zavel-, klei- of zanddek dik en veenmosveen tot dieper dan 120 cm – mv.
zWp	160,9	Moerpodzolgrond; Moerige podzolgrond met een zanddek waarin een minerale eerdlaag
vWp	303,9	Moerpodzolgrond; Moerige podzolgrond met moerige bovengrond
Hn21	382,6	Veldpodzolgrond; Humuspodzolgrond zonder ijzerhuidjes en met een

Bodemcode	Opp (ha)	Omschrijving
cHn21	2,56	dunne humushoudende bovengrond (< 30 cm) in leemarm en zwak lemig fijn zand Laarpodzolgrond; Humuspodzolgrond zonder ijzerhuidjes en met een matig dikke humushoudende bovengrond (30 - 50 cm) in leemarm en zwak lemig fijn zand
OPHOOG	0,51	Opgehoogd terrein
WATER	9,14	Open water
Eindtotaal	2807	

6.2.5 Procedure vervaardiging GxG-kaarten

Voor het bepalen van de vochttoestand maakt Natles gebruik van kaarten van de GVG en GLG, in combinatie met de bodemkaart. De GxG-kaarten zijn afgeleid uit de GxG-waarden die voor de peilbuislocaties zijn berekend, door middel van regressie met hulpvariabelen en kriging van residuen. Deze methode is een nadere uitwerking van de Gd-karteringen zoals bij Alterra is ontwikkeld (Finke *et al.*, 2002), en bij een kartering van zware metalen in de bovengrond (Knotters *et al.*, 2007). Figuur 6.2 geeft de methode schematisch weer.

De methode heeft als uitgangspunt dat grondwaterstanden, althans voor een deel, bepaald worden door terreinkenmerken die voor het hele gebied (vlakdekkend) bekend zijn. Deze ‘deterministische’ component kan worden beschreven met een regressiemodel dat voor het hele gebied geldt (zie paragraaf 6.2.6). Een dergelijk model kan echter nooit de verschillende grondwaterstanden volledig verklaren. Het niet-verklaarde deel van de grondwaterstand wordt daarom beschreven met een ‘stochastische’ component. Deze stochastische component wordt geschat uit de residuen van het regressiemodel, die bekend zijn voor de meetpunten. Hiervoor wordt het verschil berekend tussen GxG’s die met Menyanthes zijn berekend voor peilbuislocaties, en de GxG-voorspellingen van het regressiemodel voor die locaties. Van deze residuen wordt vervolgens een vlakdekkend beeld gemaakt door via kriging te interpoleren (zie paragraaf 6.2.7). De som van de GxG volgens het regressiemodel (de deterministische component) en de geïnterpoleerde residuen (de stochastische component) vormt een voorspelling van de GxG ten opzichte van NAP:

$$\hat{z}(\mathbf{u}) = m(\mathbf{u}) + \hat{\varepsilon}(\mathbf{u}), \quad (6.1)$$

waarin:

$\mathbf{u}$ de locatie weergeeft;

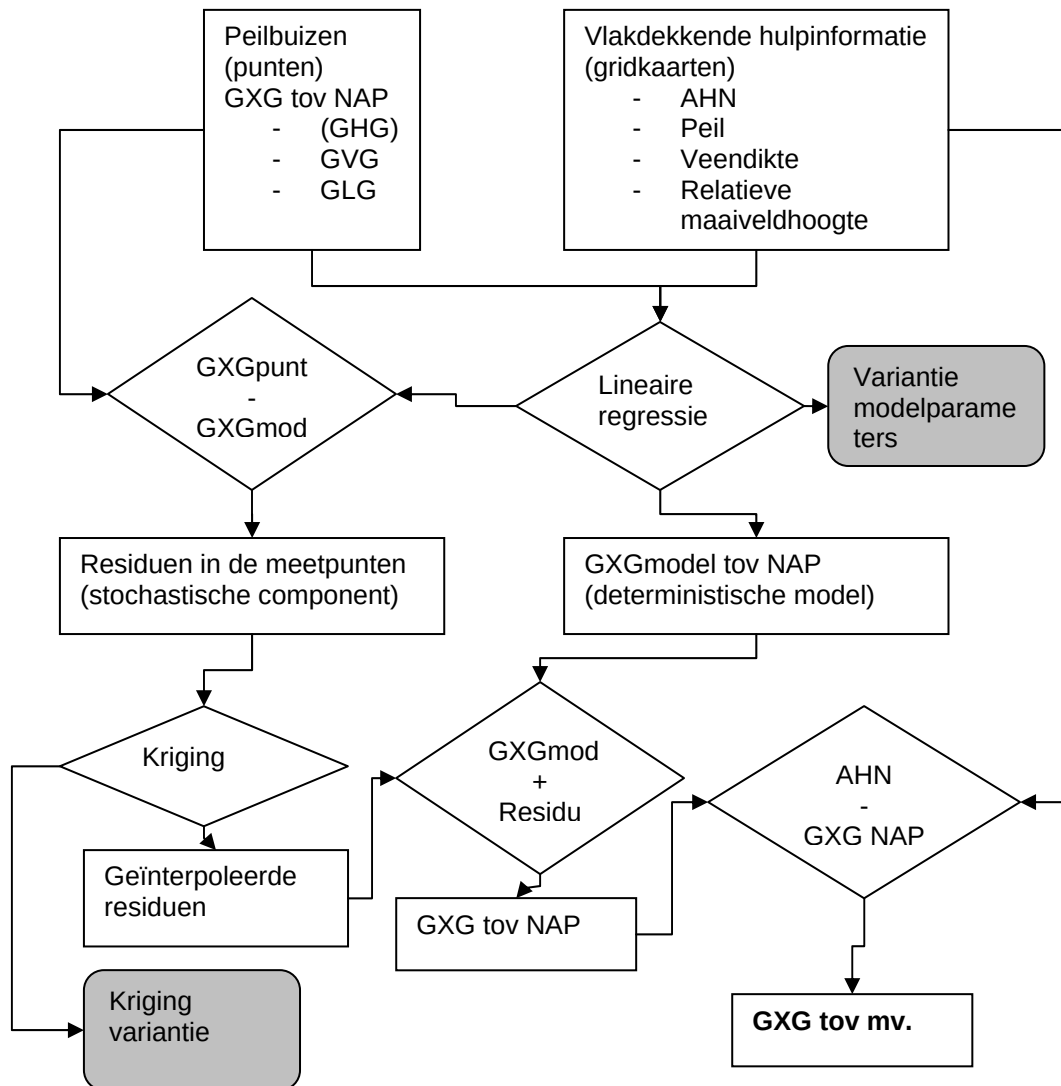
$m(\mathbf{u})$ de deterministische voorspelling met het regressiemodel is;

$\hat{\varepsilon}(\mathbf{u})$ het geïnterpoleerde residu is;

$\hat{z}(\mathbf{u})$ de uiteindelijke GxG-voorspelling t.o.v. NAP is.

Na $\hat{z}(\mathbf{u})$ af te trekken van de maaiveldhoogte (AHN) ontstaat een kaart van GxG’s ten opzichte van maaiveld.

Zowel bij het afleiden van het regressiemodel als bij het interpoleren van de residuen is sprake van onzekerheid over de geschatte parameters. Deze onzekerheid kan van plaats tot plaats verschillen door de ruimtelijke verschillen in de waarden van de hulpvariabelen en vanwege de afstand tot waarnemingspunten (peilbuizen). Deze onzekerheid is gekwantificeerd (paragraaf 6.2.8) op basis van de variantie van de parameters van het regressiemodel en de krigingvariantie van de residuen.



Figuur 6.2 Werkwijze interpolatie GxG

6.2.6 Deterministische component GxG: regressie met hulpinformatie

Beschikbare peilbuizen

De basis van de interpolatie zijn de GxG's die zijn geschat voor peilbuislocaties waar in de periode na de ingrepen geschikte tijdreeksen voor beschikbaar waren. Dit zijn er dus meer dan de peilbuislocaties waarop de vergelijking tussen de periode vóór en

na de ingrepen is gebaseerd (hoofdstuk 3). Voor deze buizen is een controle uitgevoerd om de exacte ligging en maaiveldhoogte vast te kunnen stellen. Uit eerder onderzoek is namelijk gebleken dat in veel gebieden de coördinaten die in databestanden voor de peilbuizen zijn opgegeven niet altijd overeenkomen met de werkelijkheid (Van Delft *et al.*, 2002). Dit kan grote fouten veroorzaken bij de interpolatie van grondwaterstanden t.o.v. NAP en de omrekening naar maaiveld. Bij de controle is gelet op de volgende vragen:

- Wijkt maaiveldhoogte die in het databestand voor de peilbuis is opgegeven sterk af van de AHN-hoogte op die locatie?
- Wijkt de GxG ten opzichte van NAP sterk af van de GxG bij buizen in de omgeving?

Beide afwijkingen zijn een aanwijzing voor onjuistheden in de coördinaten die het databestand vermeldt. Gesignaleerde afwijkingen zijn voorgelegd aan de waterschappen, die vervolgens een aantal peilbuizen in het veld hebben bezocht en opnieuw ingemeten. Ook bleken een aantal correcties aangebracht te kunnen worden op basis van andere gegevens waarover de waterschappen beschikken. Peilbuizen zijn niet geselecteerd voor interpolatie wanneer de afwijkingen niet goed konden worden verklaard.

Bijlage 4 geeft een overzicht van de peilbuizen waarvoor GxG's berekend konden worden voor de periode ná de ingrepen. De eerste selectie bestond uit 72 peilbuizen. Bij 33 buizen bleek na controle de werkelijke ligging gemiddeld 150 meter af te wijken van de opgegeven ligging, met uitschieters tot rond de 1000 meter. De opgegeven maaiveldhoogte bleek na controle in 12 gevallen af te wijken. De gemiddelde absolute afwijking bedroeg 51 cm (maximaal 249 cm). Een aantal buizen bleek na correctie wel goed aan te sluiten bij de AHN-hoogte ter plekke, en ook de GxG ten opzichte van NAP gaf geen grote afwijking te zien met buizen in de omgeving. Wanneer dat toch nog het geval was is een buis uit de selectie verwijderd. De uiteindelijke selectie voor de interpolatie bestond uit 55 peilbuizen (zie kaart 1, Bijlage 11).

AHN

Een voor de hand liggende hulpvariabele voor het interpoleren van grondwaterstanden is de maaiveldhoogte. Grondwaterstanden volgen voor een deel het reliëf. De maaiveldhoogte is afgeleid van het Algemeen Hoogtebestand Nederland (AHN) met gridcelgrootte 5 x 5 m (zie kaart 3, Bijlage 11).

De hoogste delen van het gebied zijn te vinden in het zuidoosten, in het zuidelijk deel van de Mariapeel en het oostelijk deel van 't Zinkske (ongeveer 32 tot 34 m + NAP). In deze hogere delen zijn duidelijk de dekzandruggen te herkennen waarin veldpodzolgronden zijn ontwikkeld (zie kaart 2, Bijlage 11). Naar het westen en noorden neemt de hoogte af. Binnen het onderzoeksgebied komen de laagste delen voor in het westelijk deel van de Liesselse Peel (28 à 29 m + NAP), in Leegveld en langs de Soeloop (beide ca. 29,5 m+ NAP). Op veel plaatsen, met name in het deelgebied De Wijken en het grootste deel van de Deurnese Peel zijn de sporen van de vervening goed zichtbaar op de hoogtekkaart. Wijken en verveende stroken steken

duidelijk af tegen stroken met restveen, bijvoorbeeld in het noordelijk deel van de Deurnese Peel.

Op de hoogtekaart komen witte vlekken voor (No Data) die overeen komen met open water. Hier kan geen hoogte aangegeven worden.

In het deelgebied Leegveld komt een opgehoogd terrein voor (buiten het studiegebied), waarvan de maximale hoogte ca. 39 meter bedraagt. Dat is ongeveer 10 meter hoger dan de directe omgeving.

Peilbeheer

Ook het peilbeheer zal een grote invloed hebben op de grondwaterstanden. Kaart 4 (Bijlage 11) geeft de streefpeilen aan in verschillende deelgebieden. Als onderdeel van de antiverdrogingsmaatregelen (zie hoofdstuk 3) is op veel plaatsen een hoog peil ingesteld. In de Mariapeel is een aantal compartimenten ingesteld waar neerslagwater wordt vastgehouden en via vaste stuwen volgens een cascademodel van het ene compartiment in het andere kan stromen. Hier zijn ook de hoogste peilen te vinden in het centrale deel van de zuidelijke Mariapeel. Compartiment MV08 heeft het hoogste streefpeil (3220 cm + NAP). Van daaruit loopt het peil in aangrenzende compartimenten geleidelijk af tot 3150 cm + NAP in MV02. In de rest van het gebied is niet zozeer sprake van compartimentering. De peilen die hier aangegeven staan zijn gerelateerd aan de peilen van aangrenzende waterlopen. In het gebied tussen Mariapeel en Deurnese Peel is sprake van een vrij ingewikkeld stelsel van wijken en sloten die sterk uiteenlopende peilen kennen. Ook is hier sprake van onderbemaling in de deelgebieden Bakker, Schoolwijk en Hoge Brug.

De werkelijke peilen van het oppervlaktewater kunnen afwijken van de op kaart 4 aangegeven peilen. Binnen de compartimenten gelden streefpeilen die bereikt moeten worden door het vasthouden van neerslagwater. Of deze peilen ook bereikt worden is sterk afhankelijk van het neerslagoverschot en de mate waarin water wegzijgt naar de ondergrond. In de deelgebieden met onderbemaling wordt het streefpeil kunstmatig gehandhaafd. Buiten de gebieden met een peilbeheer hangt het actuele peil sterk af van de conserverende maatregelen die genomen zijn. Op veel plaatsen zijn sloten gedempt en andere maatregelen genomen zonder dat daar een concreet streefpeil aan gekoppeld is. Omdat er geen of weinig gegevens beschikbaar zijn over de werkelijke oppervlaktewaterpeilen (in elk geval niet gebiedsdekkend) zijn de peilen volgens kaart 4 als hulpvariabele gebruikt bij de interpolatie.

Veendikte

De dikte van het veenpakket is gebruikt als hulpvariabele omdat de doorlatendheid van veen veel geringer is dan van dekzand. Het gebied als geheel is een infiltratiegebied, maar de mate waarin water wegzijgt naar de ondergrond hangt sterk af van de dikte van het veenpakket. Daarom worden, zeker bij waterconservering, ondiepere grondwaterstanden verwacht naarmate het veenpakket dikker is.

De veendikte is in vier klassen afgeleid van de bodemkaart volgens Tabel 6.4. De bodemkaart (kaart 2, Bijlage 11) geeft deze klassen door middel van een arcering aan.

Tabel 6.4 Dikteklassen van de veenlaag, op basis van de bodemkaart.

Dikteklasse	Dikte veenlaag (cm)	Bodemeenheden
1	< 15	Hn21, cHn21
2	15 – 40	zWp, vWp
3	40 – 120	aVp, zVp, Vp
4	> 120	aVs, zVs, Vs

Relatieve maaiveldhoogte

Behalve de absolute maaiveldhoogte (zie boven bij AHN) kan ook de relatieve maaiveldhoogte bepalend zijn voor grondwaterstanden. De relatieve maaiveldhoogte van een punt is de hoogteligging van dat punt ten opzichte van het gemiddelde van de omgeving. Als omgeving kan bijvoorbeeld een cirkel met een bepaalde straal rond het punt worden gekozen. Binnen een kleiner gebied met bijvoorbeeld een gelijk peilbeheer en een gelijke veendikte zal in relatief hogere terreindelen een diepere grondwaterstand voorkomen dan in lagere terreindelen. Ook is te verwachten dat door wegzijging uit hogere ruggen plaatselijk hogere grondwaterstanden kunnen optreden (lokale kwel). Daarom is de relatieve maaiveldhoogte gebruikt als hulpvariabele. Omdat de afstand waarbinnen dit een rol speelt niet bekend is, is de relatieve maaiveldhoogte bepaald uit het AHN met verschillende zoekstralen. Bij de regressieanalyse is voor elke GxG nagegaan welke zoekstraal de grootste bijdrage aan het model zou kunnen leveren. De relatieve maaiveldhoogte is bepaald voor zoekstralen van 25, 50, 100, 200 en 400 meter.

Afleiden regressiemodel

Voor het deterministische deel van de interpolatiemethode is voor elke GxG (t.o.v. NAP) een meervoudig lineair regressiemodel afgeleid met als mogelijke verklarende variabelen: maaiveldhoogte volgens het AHN, Peil, Veendikte (klasse) en relatieve maaiveldhoogte. Bij elke peilbuis ($N = 55$, zie Bijlage 11, kaart 1) is de waarde van de hulpvariabelen bepaald en is met voorwaartse selectie beoordeeld welke hulpvariabelen een significante bijdrage aan de verklaring van de GxG kunnen leveren. Voor de relatieve maaiveldhoogte is als voorwaarde opgenomen dat deze slechts één keer (met één zoekstraal) in het model voor mag komen. Bijlage 5 bevat de resultaten van de voorwaartse selectie van hulpvariabelen.

AHN en Peil blijken in bijna alle gevallen een zeer sterk significante bijdrage te kunnen leveren ($P < 0,001$, een zeer kleine kans dat de bijdrage 0 is). Alleen voor GLG zou de bijdrage van Peil sterk significant zijn ($P = 0,005$).

Veendikte is voor GHG en GVG sterk significant ($P = \text{resp. } 0,008 \text{ en } 0,002$). Voor GLG is de veendikte nog net significant ($P = 0,041$). Dit kan er op wijzen dat de stagnerende werking van het veen vooral van invloed is op de ondiepere grondwaterstanden bij GHG en GVG, en dat de GLG toch vooral door de drainagebasis bepaald wordt. Ook speelt een rol dat van de buizen niet bekend is of het filter in het veenpakket staat of in het onderliggende dekzand. In het laatste geval wordt in de buis de stijghoogte van het dekzandpakket gemeten in plaats van de freatische grondwaterstand in het veen. Dit probleem zal zich eerder voordoen bij dunnere veenpakketten dan bij dikkere.

Bij de relatieve maaiveldhoogte blijkt in alle gevallen de relatieve maaiveldhoogte bij een zoekstraal van 100 meter de beste bijdrage aan het model te kunnen geven. Voor GHG en GVG is deze zeer sterk significant, bij GLG op de grens tussen significant en sterk significant ($P = 0,010$). De GLG hangt kennelijk minder af van lokaal reliëf dan GHG en GVG.

Na de keuze van de variabelen is voor elke GxG een model afgeleid met absolute en relatieve maaiveldhoogte, peil en veendikte als verklarende variabelen. Dit levert het volgende lineaire regressiemodel op:

$$z(\mathbf{u}) = \beta_0 + \beta_1 \times z_{\text{AHN}}(\mathbf{u}) + \beta_2 \times p(\mathbf{u}) + \beta_3 \times v(\mathbf{u}) + \beta_4 \times r_{100}(\mathbf{u}) + \varepsilon(\mathbf{u}), \quad (6.2)$$

waarin:

$\mathbf{u}$ een locatie in het gebied van de Deurnese Peel en Mariapeel weergeeft;

$z(\mathbf{u})$ de GxG t.o.v. NAP is;

$z_{\text{AHN}}(\mathbf{u})$ de maaiveldhoogte op locatie $\mathbf{u}$ volgens het AHN-bestand is;

$p(\mathbf{u})$ het peil is voor het peilvak waarin locatie $\mathbf{u}$ ligt, volgens kaart 4;

$v(\mathbf{u})$ de veendikte is op locatie $\mathbf{u}$, volgens de bodemkaart schaal 1 : 50 000 en tabel 6.4;

$r_{100}(\mathbf{u})$ de relatieve maaiveldhoogte van locatie $\mathbf{u}$ is, ten opzichte van een omgeving met een straal van 100 meter;

$\varepsilon(\mathbf{u})$ het residu van het regressiemodel is.

De parameters voor deze vergelijking bij elke GxG zijn opgenomen in Tabel 6.5. Met deze vergelijking is het deterministische deel van de interpolatie vlakdekkend toegepast. Voor de GHG is dit als voorbeeld weergegeven op kaart 5a in Bijlage 11.

Tabel 6.5 Parameters voor het regressiemodel in vergelijking 6.2, waarmee het deterministische deel van de interpolatie van GxG's kan worden voorspeld.

GxG	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_2$	$\hat{\beta}_3$	$\hat{\beta}_4$	P -waarden				R^2
						$z_{\text{AHN}}(\mathbf{u})$	$p(\mathbf{u})$	$v(\mathbf{u})$	$r_{100}(\mathbf{u})$	
GHG	-279	0.7862	0.2862	8.03	-0.629	<.001	<.001	0.008	<.001	92.2
GVG	-309	0.7779	0.2987	9.71	-0.602	<.001	<.001	0.002	<.001	91.5
GLG	125	0.6506	0.2694	8.68	-0.519	<.001	0.005	0.041	0.010	80.6

6.2.7 Stochastische component GxG: kriging van residuen

Met vergelijking 6.2 kunnen voorspellingen van GxG's worden gemaakt uit hulpvariabelen die gebiedsdekkend bekend zijn. Dit noemen we het deterministische deel van de interpolatie. Het hoge percentage verklaarde variantie (R^2) geeft aan dat de GxG's inderdaad voor een groot deel uit de hulpvariabelen verklaard kunnen worden. De rest van de variatie in de GxG's noemen we het stochastische deel, de residuele variatie. Deze residuen zijn vanuit de peilbuislocaties gebiedsdekkend geïnterpoleerd met behulp van Ordinary Kriging (Isaaks en Srivastava, 1989). De residuen op de peilbuislocaties zijn het verschil tussen de GxG's die uit de

waargenomen tijdreeks zijn berekend en de GxG's die met vergelijking 6.2 zijn voorspeld:

$$\varepsilon(\mathbf{u}_i) = z(\mathbf{u}_i) - m(\mathbf{u}_i), \quad (6.3)$$

waarin

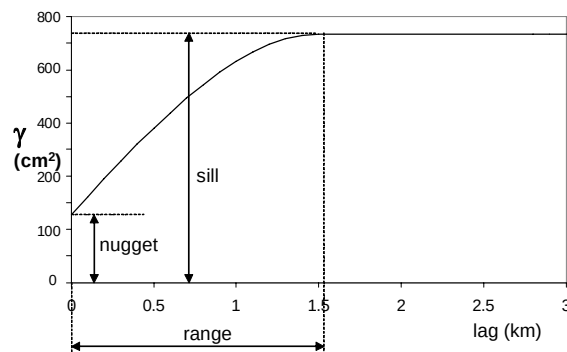
$\mathbf{u}_i$ de peilbuislocatie i , $i=1 \dots N$ indiceert;

$z(\mathbf{u}_i)$ de GxG is die uit de tijdreeks is berekend met Menyanthes;

$m(\mathbf{u}_i)$ de GxG is die met model 5.2 is voorspeld.

Bijlage 6 geeft de GxG's die met Menyanthes zijn berekend, de GxG's die met vergelijking 6.2 zijn voorspeld en de verschilwaarden.

Kriging is een interpolatiemethode waarbij een model van de ruimtelijke samenhang wordt gebruikt, het zogeheten semivariogram: naarmate de afstand toeneemt zullen eigenschappen minder 'op elkaar lijken', de verschilwaarden zullen groter worden. Het semivariogram ligt ten grondslag aan de berekening van de gewichten bij interpolatie. In dit onderzoek gebruiken wij zogeheten sferische semivariogrammen. Deze hebben drie parameters: *nugget*, *range* en *sill*, zie figuur 6.3.

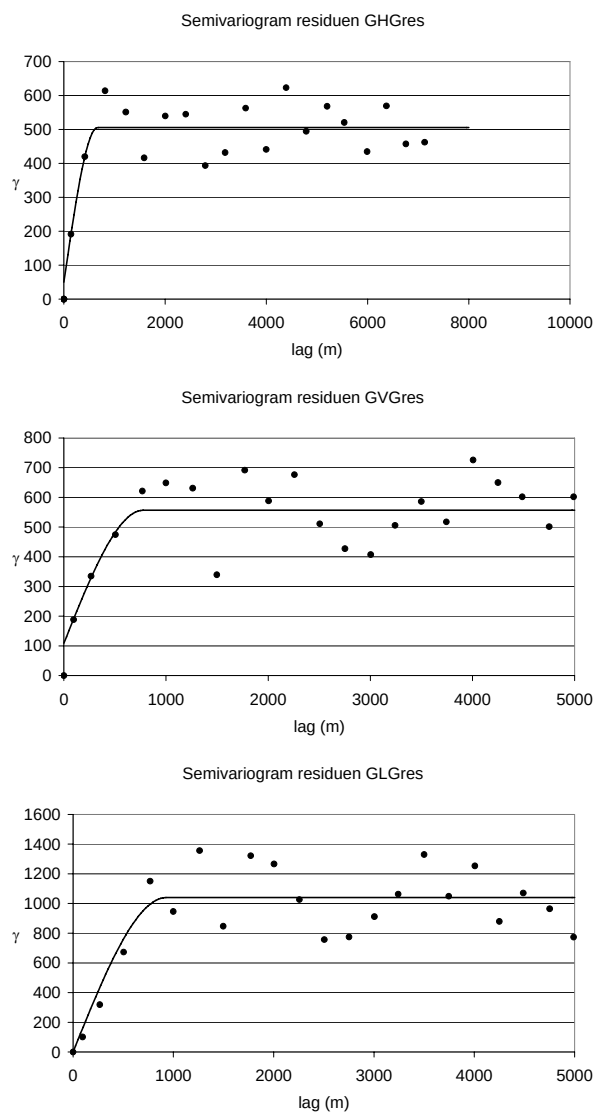


Figuur 6.3 Schematische voorstelling van een sferisch semivariogram

De *nugget* geeft de variatie op heel korte afstand weer, en bevat bijvoorbeeld de variatie als gevolg van meetfouten. Met de afstand neemt de variatie van verschilwaarden toe, tot zij een bepaald maximum bereikt: de *sill*. De afstand waarbij de variatie niet verder toeneemt is de *range*. Binnen deze *range* is sprake van ruimtelijke correlatie, daarbuiten niet meer.

Voor elke GxG is een experimenteel semivariogram afgeleid met het programma GAMV.EXE (Deutsch en Journel, 1998), waarna met de *solvertool* in MS-Excel de parameters zijn geschat. Figuur 6.4 geeft de semivariogrammen weer en Tabel 6.6 vermeldt de parameters. Met behulp van deze parameters is in Arc-GIS de kriging van de residuen uitgevoerd. Een voorbeeld voor de GHG staat op kaart 5b.

Webster en Oliver (1992) raden aan om variogrammen te modelleren op basis van tenminste 100 tot 150 waarnemingen. Het aantal van 54 in deze studie is dus aan de lage kant. Voorzichtigheid is daarom geboden bij de interpretatie van de resultaten.



Figuur 6.4 Semivariogrammen voor de residuen van GHG, GVG en GLG

Tabel 6.6 Kriging parameters voor de residuen van GHG, GVG en GLG

	GHG	GVG	GLG
Nugget (cm ²)	49,879	108,801	0,000
Sill (cm ²)	505,789	556,885	1039,846
Range (m)	666,820	779,253	929,886

GxG-kaarten

De uiteindelijke GxG-kaarten zijn verkregen door de geïnterpoleerde residuen op te tellen bij de door het model voorspelde GxG t.o.v. NAP (zie kaart 5c) en vervolgens af te trekken van het AHN (kaart 5d):

$$\hat{z}_{mv}(\mathbf{u}) = z_{AHN}(\mathbf{u}) - [m(\mathbf{u}) + \hat{e}(\mathbf{u})], \quad (6.4)$$

waarin:

$\hat{z}_{mv}(\mathbf{u})$ de voorspelde GxG t.o.v. maaiveld is op locatie $\mathbf{u}$.

De resultaten worden besproken in 6.3.1.

6.2.8 Kwantificeren van onzekerheid over de GxG

De GxG-kaarten zijn, zoals in de vorige paragrafen is uitgelegd, gebaseerd op een regressiemodel en geïnterpoleerde residuen (kriging). De totale voorspelfout e heeft twee componenten: een fout als gevolg van de regressievoorspelling en een fout als gevolg van de interpolatie van het residu. Deze componenten worden verondersteld onafhankelijk te zijn van elkaar. De totale variantie van de voorspelfout is daarom de som van de variantie van de verwachtingswaarde van de GxG (variantie als gevolg van onzekerheid in de regressieparameters, $\sigma^2[Ez(\mathbf{u})]$) en de krigingvariantie, $\sigma_K^2(\mathbf{u})$:

$$\sigma_e^2(\mathbf{u}) = \sigma^2[Ez(\mathbf{u})] + \sigma_K^2(\mathbf{u}). \quad (6.5)$$

Deze totale variantie is omgerekend naar een standaardafwijking van de voorspelfout:

$$SE(\mathbf{u}) = \sqrt{\sigma_e^2(\mathbf{u})}. \quad (6.6)$$

Als voorbeeld zijn de modelvariantie, de krigingvariantie en totale variantie van de voorspelfout voor de GHG gegeven op kaart 5e, 5f en 5g. Kaart 5h geeft de standaardafwijking van de voorspelfout voor de GHG.

6.2.9 Kwelflux

Voor het bepalen van de zuurgraad en voedselrijkdom maakt Natles gebruik van de kwelflux. Voor het studiegebied is aangenomen dat het in zijn geheel een infiltratiegebied is, vanwege de hoge ligging ten opzichte van de omgeving en de aanwezigheid van podzolgronden die zijn ontstaan onder invloed van infiltratie. In de dekzandruggen komen veld- en laarpodzolgronden voor, maar ook onder het veen in de moerige en veengronden komen podzolprofielen voor (letter ..p in de code). Daarom is de kwelflux overal gelijk gesteld aan 0. Bij de bespreking van de resultaten in paragraaf 6.3.3 wordt de juistheid van deze veronderstelling getoetst.

6.2.10 Watertype

Als er een kwelflux wordt verondersteld, gebruikt Natles het watertype (Hard, Matig hard of Zacht water) bij de beoordeling van de zuurgraad en voedselrijkdom. Omdat

echter overal infiltratie wordt verondersteld (zie vorige paragraaf) heeft de keuze van het watertype hier geen invloed. Natles heeft deze invoer echter wel nodig; daarom is overal zacht water verondersteld, wat aannemelijk is voor een hoogveengebied. In paragraaf 6.3.4 wordt deze aanname getoetst aan de waterkwaliteitsgegevens zoals die beschreven zijn in hoofdstuk 5.

6.2.11 Interpretatie Natles-uitvoer

Door Natles wordt per vegetatietype een gridkaart gegenereerd waarop per gridcel is aangegeven wat de realisatiekans is van het beoordeelde vegetatietype. Op de kaarten 8a, 8b, 9a en 9b zijn voor vier vegetatietypen binnen de eerste twee (terrestrische) natuurdoeltypen de realisatiekansen weergegeven. In tabellen is in paragraaf 6.3.5 per beheersvak van Staatsbosbeheer aangegeven over welk oppervlakte een realisatiekans (%) verwacht wordt. Deze oppervlaktes zijn omgerekend naar een gewogen oppervlakte, waarbij een cel meetelt naar rato van de realisatiekans. Ook zijn deze gewogen oppervlaktes weergegeven als percentage van het vak.

6.3 Resultaten

6.3.1 GxG-kaarten

De GxG ten opzichte van maaiveld is weergegeven op kaart 5d (GHG), 6a (GVG) en 7a (GLG). Op deze kaarten vormen drogere ruggen (dekzandruggen, restveen) een duidelijk contrast met de natte terreindelen bij wijken, vennen en andere laagtes. Door het hele gebied komen GHG-niveaus aan of nabij het maaiveld voor, plaatselijk ook boven maaiveld. Het grootste deel van het gebied heeft GHG-waarden tussen 30 en 80 cm – mv. In dekzandruggen, maar ook plaatselijk in restveen is de GHG vaak dieper dan 100 cm – mv.

Ondiepe GLG's (< 60 cm – mv) komen vooral voor in het noordelijk deel van de Deurnese Peel. In de Mariapeel en het zuidelijk deel van de Deurnese Peel, waar veel hoger gelegen dekzandruggen voorkomen, zijn ondiepe standen beperkt tot lokale laagtes. Het grootste deel van het gebied heeft standen dieper dan 80 en vaak zelfs dieper dan 120 cm – mv.

Permanent open water zou op alle GxG-kaarten weergegeven moeten worden door standen ondieper dan maaiveld. Dit is vrijwel nergens het geval, met uitzondering van kleine oppervlaktes in het noordelijk deel van de Deurnese Peel (zie GLG-kaart 7a). Voor de VVG en de GHG zijn deze oppervlaktes groter. Op de GxG-kaarten komen witte vlekken voor, daar waar geen GxG berekend kon worden omdat in de AHN-kaart gegevens ontbreken (gridcellen met 'No Data'). Dit is bijvoorbeeld het geval op plaatsen waar tijdens de opname van het AHN open water voorkwam. Dat betekent dat de oppervlakte met grondwaterstanden boven maaiveld waarschijnlijk groter zal zijn dan de GxG-kaarten aangeven. Om dit te controleren kan een *overlay* worden gemaakt van GxG-kaarten met andere bronnen die open water beschrijven.

Hiervoor is een vergelijking gemaakt met de vegetatiekarteringen van 2005. Voor vlakken waar deze kaarten (deels) open water aangeven zijn de berekende GxG's vergeleken (kaart 5i, Bijlage 11). Daarbij zijn de GHG- en de GLG-kaart gecombineerd. Gridcellen waar zowel de GHG als de GLG ondieper zijn dan maaiveld worden als permanent water beschouwd. Geldt dit alleen voor de GHG, dan is er sprake van tijdelijk open water. De cellen met "No Data" zijn als "Onbekend" aangemerkt. Bij de vegetatiekaart zijn vegetatietypen uit de klassen 1 (*Lemnetea minoris*) en 5 (*Potametea*) samen met het type 50A (Open water) als open water beschouwd. Er zijn ook veel vegetatietypen onderscheiden die als mozaïek van één van de voorgaande typen met een terrestrisch type beschouwd moeten worden. Deze zijn op kaart 5i als "Deels open water" aangeduid. In Deurnese Peel Noord, Stuk van Minke en de Horster Driehoek komen grondwaterstanden boven maaiveld bij de GHG en de cellen met "No Data" redelijk overeen met de vegetatietypen van open water. Dit geldt ook voor de Soeloopse moerassen en peilvak DP03 (zie kaart 4). In de rest van het gebied is de overlap veel minder. In Leegveld komt, op de overgang naar een opgehoogd terrein (zie kaart 3), een zone voor waar volgens de GxG-kaarten permanent open water voorkomt. Dit is niet in overeenstemming met de werkelijkheid en waarschijnlijk een effect van de relatieve maaiveldhoogte in het regressiemodel. Vanwege het opgehoogde terrein is de relatieve maaiveldhoogte hier erg laag en worden te ondiepe grondwaterstanden voorspeld.

Omdat althans een deel van het open water op de hoogtekaart met "No Data" is aangeduid zijn hier geen GxG's voorspeld en kan dus ook geen uitspraak gedaan worden over de diepte van het water.

Door het Staatsbosbeheer is een interpretatie uitgevoerd van de vegetatiekarteringen van 1995 en 2005, waarbij op basis van de vegetatietypen een schatting is gemaakt van de gemiddelde zomergrondwaterstand (Van den Boom *et al.*, 2007). Deze maat is niet zonder meer te vergelijken met de berekende GxG's. Wel lijkt het er op dat de berekende GxG's over het algemeen een droger beeld geven dan de vegetatiegegevens die door Van den Boom *et al.* (2007) zijn geïnterpreteerd. Mogelijke verklaringen hiervoor zijn:

- Als voor de gridcellen met "No Data" een waarde bekend was geweest van de NAP-hoogte van de bodem zou hier mogelijk open water berekend zijn.
- Het aantal peilbuizen dat gebruikt kon worden voor de interpolatie was beperkt en niet gelijkmatig verdeeld over het gebied. Er zijn vrij grote stukken waar peilbuizen ontbreken. Over de GxG in de tussenliggende gebieden bestaat onzekerheid (zie paragraaf 6.3.2).
- Bij veengronden kan stagnatie van neerslagwater een rol spelen. Het is goed mogelijk dat bij, althans een deel van, de peilbuizen in veengronden het filter zich niet in het veen, maar in het onderliggende zandpakket bevindt. De meting in de peilbuis geeft dan niet het freatische grondwater weer, maar de stijghoogte in de laag eronder. Daardoor wordt de GxG te diep geschat, met name de GLG. In het kader van dit project was het niet mogelijk de diepte van de filters ten opzichte van het veenpakket te controleren.
- De interpretatie van de vegetatiekaart is gebaseerd op indicatiewaarden van plantensoorten en is niet direct afgeleid van metingen van de grondwaterstand. Vergelijking met GxG-kaarten op basis van gemeten grondwaterstanden is daarom lastig.

Op de GxG-kaarten (5d, 6a en 7a) is, naast de huidige GxG (gridkaart) ook de verandering als gevolg van maatregelen weergegeven, zoals die uit de tijdreeksanalyse volgt (zie hoofdstuk 4). Peilbuislocaties die natter geworden zijn, zijn weergegeven met een groene stip, drogere met een rode en ongewijzigde met een gele stip. In het *label* is de verandering in cm aangegeven. GHG's werden vooral ondieper in Groot Venbosch en het aangrenzende deel Deurnese Peel Noord, in Schoolwijk, Deurnese Peel Zuid, Heitrakse Peel en 't Zinkske. De GLG is Groot Venbosch en Deurnese Peel Noord juist dieper geworden. Voor Mariapeel zijn maar weinig peilbuizen beschikbaar met reeksen die lang genoeg zijn voor een tijdreeksanalyse. In het oostelijk deel van Horster Driehoek en in peilvak MV13 kan een vernatting waargenomen worden. Het westelijk deel van Horster Driehoek en het deel de Wijken is droger geworden. Bij de GVG en vooral bij de GLG zijn meer peilbuislocaties natter geworden.

6.3.2 Onzekerheid over de GxG

De onzekerheid over de GxG is gekwantificeerd als standaardafwijking van de voorspelfout op kaart 5h, 6b en 7b. In de directe omgeving van de peilbuizen, waar de GxG immers berekend is, is de onzekerheid over het algemeen klein. Op grotere afstand van de buizen neemt deze toe. De onzekerheid is het kleinst voor de GHG, waar de standaardafwijking van de voorspelfout in grote delen van het gebied 18 tot 25 cm bedraagt. Bij de GLG neemt de standaardafwijking van de voorspelfout in dezelfde gebieden toe van 20 tot 37 cm. Dat betekent ook dat de toename van de standaardafwijking van de voorspelfout met de afstand tot de peilbuizen veel sterker is.

6.3.3 Kwelflux

Voor de Natles-analyse wordt overal infiltratie verondersteld (zie paragraaf 6.2.9). Dit lijkt in tegenstelling tot de opmerking in de Staatbosbeheer Kwaliteitsbeoordeling (Cruysberg *et al.*, 2006) waarin melding gemaakt wordt van kwel in 't Molentje, Soeloopdal en Horster Driehoek.

In Tabel 6.7 is nagegaan of deze aanname correct is door de stijghoogte te vergelijken op locaties waar voor meerdere filters een tijdreeksanalyse kon worden uitgevoerd. Een positief stijghoogteverschil in een dieper filter ten opzichte van een ondieper filter wijst op een drukhoogteverschil dat bij voldoende doorlatendheid tot een kwelflux kan leiden. Een negatief stijghoogteverschil wijst op infiltratie.

Bij B52C0500, in het noorden van Horster Driehoek komt een positief stijghoogteverschil voor bij alle GxG's tussen filter 4 en 1, vergelijking van filter 5 en 1 geeft juist een sterk negatief stijghoogteverschil te zien. Hieruit kan niet opgemaakt worden of en in welke mate kwel tot in de wortelzone voor komt.

Bij B52C0508 in de Liesselse Peel wordt eveneens een positief stijghoogteverschil gevonden tussen filter 1 en 2. Hier zou wellicht sprake kunnen zijn van kwel. Gegevens om hier een ruimtelijke interpolatie mee uit te voeren ontbreken.

Alle andere buizen met meerdere filters geven een negatief drukverschil te zien, waardoor de aanname dat overal sprake is van infiltratie gerechtvaardigd lijkt.

Tabel 6.7 Stijghoogteverschillen voor locaties met meerdere filters. Positief verschil: indicatie voor kvel (bij voldoende doorlatendheid), negatief verschil: indicatie voor infiltratie.

Locatie	Filternr.	GHG (cm – mv.)	GLG (cm – mv.)	GVG (cm – mv.)	Stijghoogteverschillen		
					dGHG	dGLG	dGVG
B52C0281	1	18	141	34			
B52C0281	2	58	119	66	-40	22	-32
B52C0282	1	43	78	55			
B52C0282	2	60	102	72	-17	-24	-17
B52C0500	1	67	122	73			
B52C0500	4	36	77	44	31	45	29
B52C0500	5	163	216	174	-96	-94	-101
B52C0508	1	50	94	65			
B52C0508	2	-1	47	6	51	47	59
B52C0531	1	0	29	5			
B52C0531	2	1	34	9	-1	-5	-4
B52C0548	1	63	100	67			
B52C0548	2	70	114	75	-7	-14	-8
B52C0549	1	24	73	31			
B52C0549	2	46	86	53	-22	-13	-22
B52C0550	1	8	46	11			
B52C0550	2	34	69	40	-26	-23	-29
B52D0161	1	53	90	62			
B52D0161	2	59	95	67	-6	-5	-5
B52D0161	3	59	99	67	-6	-9	-5
B52D0192	1	-1	37	5			
B52D0192	2	68	156	77	-69	-119	-72

6.3.4 Watertypen

In paragraaf 6.2.10 is aangenomen dat overal sprake is van zacht water. Dit komt overeen met atmoclien water volgens de typologie die in hoofdstuk 5 is gehanteerd. Zoals blijkt uit de analyse in hoofdstuk 5 komt lithoclien water vrijwel alleen voor in het Kanaal van Deurne, waardoor Maaswater met een lithoclien karakter wordt aangevoerd. Dit wordt niet (meer) in het gebied ingelaten en is verder alleen te vinden in een punt in de Helenavaart en een punt net ten noorden van het gebied. De veronderstelling van zacht water in het hele gebied lijkt daarom terecht.

Overigens moet hier bij opgemerkt worden dat de watermonsters afkomstig zijn van oppervlaktewater. Voor de standplaatscondities van de terrestrische vegetatie is kwaliteit van het bovenste grondwater meer relevant. Vooral de samenstelling van het bodemvocht in de wortelzone bepaalt de uiteindelijke kwaliteit.

6.3.5 Realisatiekansen terrestrische natuurdoelen

In deze paragraaf worden de realisatiekansen van de terrestrische natuurdoelen volgens Natles besproken. Dit betreft vooral Hoogveenbos (NDT 3.2) en Natte

heide (NDT 5.4). Levend Hoogveen (NDT 5.2) en Zwak gebufferd ven (NDT 11.2) horen eigenlijk bij de semiterrestrische natuurdoelen, maar zijn hier wel beoordeeld omdat enkele kenmerkende vegetatietypen met Natles beoordeeld kunnen worden.

NDT 3.2 Hoogveenbos

Voor dit natuurdoeltype zijn twee vegetatietypen beoordeeld (zie Tabel 6.1) met als beheersvorm “Niets doen”. Op kaart 8a en 8b zijn de realisatiekansen van deze typen weergegeven. Deze zijn per vak samengevat in Tabel 6.8 en Tabel 6.9. De arealen waar deze typen voor kunnen komen overlappen elkaar voor een groot deel, waarbij de kansen voor 40A2 (*Carici curtae-Betuletum pubescentis*) groter zijn dan voor 40A1 (*Erico-Betuletum pubescentis*). Volgens SynBioSys (Hennekens *et al.*, 2001) kan 40A2 ontstaan uit 40A1 door inlaat van gebiedsvreemd water (zie hoofdstuk 5). De ontwikkeling in de andere richting vindt plaats als successie onder invloed van verzuring.

Als gewogen wordt voor de realisatiekansen, kan 40A1 voor komen op 94 ha (3,6 %) en 40A2 op 210 ha (8,1 %). Geschikte locaties zijn vooral te vinden in het noordelijk deel van Deurnese Peel, in Soemeer en verspreid in de Mariapeel. De rest van het gebied is te droog voor deze typen. 40A2 stelt de hoogste eisen aan de vochttoestand (zeer nat¹ of nat) maar is voor de GLG iets minder kritisch dan 40A1 (optimaal 20-60 cm – mv., suboptimaal tot 80). Voor 40A1 is de optimale vochttoestand ‘nat’ maar het kan ook nog voor komen bij ‘zeer vochtig’. Voor de GLG is dit type wel kritischer (optimaal < 40, suboptimaal 40 – 60 cm – mv.).

¹ Voor een verklaring van de klassenindelingen voor de standplaatsfactoren in Natles verwijzen wij naar de handleiding (Runhaar *et al.*, 2003).

Tabel 6.8 Realisatie van vegetatietype 40.A1 (*Erico-Betuletum pubescentis*) per vak. Onder percentage realisatie staat in rij 2 de mate waarin het natuurdoel gerealiseerd wordt (0 – 100%). In de rijen daaronder is per vak aangegeven op welke oppervlakte deze mate van realisatie voor komt. Onder 'Gew opp' is de oppervlakte uit de voorgaande kolommen gewogen voor het percentage realisatie waarop het betrekking heeft en gesommeerd per vak. In de laatste kolom is dan aangegeven op welke percentage van het vak het natuurdoel gerealiseerd kan worden, rekening houdend met het gewogen oppervlak.

Vak	Opp vak (ha)	Percentage realisatie (%)					Gew opp (ha)	Rel opp (%)
		0	12	25	50	100		
DP461	8,39	8,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DP462	22,78	22,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
DP463	196,42	195,79	0,00	0,41	0,21	0,01	0,22	0,11
DP466	157,46	151,04	0,43	1,15	4,11	0,74	3,13	1,99
DP467	143,96	135,20	1,12	1,24	5,67	0,74	4,02	2,79
DP468	10,70	2,41	0,01	0,60	3,08	4,60	6,29	58,81
DP469	359,22	288,49	0,05	12,90	40,07	17,72	40,98	11,41
DP470	37,43	31,76	0,49	1,21	3,58	0,39	2,54	6,79
DP471	395,23	345,46	0,32	13,47	24,37	11,62	27,20	6,88
DP472	15,72	15,63	0,01	0,05	0,03	0,00	0,03	0,18
DP830	33,22	32,85	0,02	0,08	0,25	0,03	0,18	0,53
DP852	56,81	54,36	0,00	1,20	1,15	0,11	0,98	1,73
MP466	95,15	94,10	0,00	0,00	1,03	0,02	0,54	0,56
MP467	147,18	146,31	0,00	0,20	0,67	0,00	0,39	0,26
MP468	48,82	48,81	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01
MP469	165,31	163,19	0,00	0,31	1,81	0,00	0,98	0,59
MP471	119,07	118,26	0,00	0,06	0,75	0,00	0,39	0,33
MP472	595,00	583,40	0,06	0,66	10,85	0,03	5,62	0,94
MP852	1,83	1,64	0,00	0,00	0,20	0,00	0,10	5,39
Totaal	2609,67	2439,85	2,50	33,51	97,81	36,01	93,59	3,59

Tabel 6.9 Realisatie van vegetatietype 40.A2 (*Carici curtae-Betuletum pubescentis*) per vak. Voor uitleg zie Tabel 6.8.

Vak	Opp vak (ha)	Percentage realisatie (%)				Gew opp (ha)	Rel opp (%)
		0	25	50	100		
DP461	8,39	8,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DP462	22,78	22,78	0,00	0,01	0,00	0,01	0,02
DP463	196,42	195,98	0,01	0,19	0,24	0,34	0,17
DP466	157,46	151,48	0,35	0,57	5,06	5,43	3,45
DP467	143,96	130,94	0,08	5,89	7,05	10,01	6,96
DP468	10,70	2,67	0,00	0,30	7,73	7,88	73,63
DP469	359,22	281,64	0,01	15,58	61,99	69,78	19,43
DP470	37,43	32,65	0,05	0,70	4,04	4,40	11,75
DP471	395,23	320,15	1,04	32,19	41,84	58,20	14,72
DP472	15,72	15,64	0,00	0,06	0,02	0,05	0,33
DP830	33,22	32,55	0,15	0,17	0,35	0,47	1,42
DP852	56,81	54,66	0,11	0,75	1,30	1,70	2,99
MP466	95,15	89,75	0,05	4,23	1,12	3,24	3,41
MP467	147,18	142,60	0,97	2,87	0,74	2,42	1,64
MP468	48,82	46,59	0,37	1,71	0,16	1,10	2,26
MP469	165,31	149,85	2,06	10,31	3,09	8,76	5,30
MP471	119,07	112,59	0,45	4,91	1,13	3,69	3,10
MP472	595,00	543,95	0,65	37,04	13,36	32,04	5,38
MP852	1,83	0,38	0,00	1,00	0,45	0,95	51,84
Totaal	2609,67	2335,23	6,34	118,45	149,65	210,46	8,06

NDT 5.4 Natte heide

Voor dit natuurdoeltype zijn drie vegetatietypen beoordeeld (zie Tabel 6.1), waarvan de laatste twee met als beheersvorm “Heidebeheer”. Het type 9A3 *Carici curtae-Agrostietum caninae* heeft bij heidebeheer overal realisatiekansen 0 %. Als in Natles als beheertype “Extensief maaien” gekozen wordt is dit vegetatietype in delen van het gebied wel mogelijk. Op kaart 9a, 9b en 9c zijn de realisatiekansen van deze typen weergegeven. Deze zijn per vak samengevat in Tabel 6.10, Tabel 6.11 en Tabel 6.12.

Voor 9A3 geldt dat het verspreid voor kan komen in de nattere delen van het gebied, iets meer in de Deurnese Peel dan in de Mariapeel (kaart 9a). De realisatiekansen is echter maximaal 25%. Ongeveer 265 ha heeft een geringe geschiktheid. Gewogen naar de realisatiekansen is dit 46 ha (1,8 %) (Tabel 6.10). De zure omstandigheden zijn suboptimaal waardoor de realisatiekansen gedrukt worden. Het vegetatietype geeft de voorkeur aan een matig zure standplaats. Mocht inderdaad lokaal kwel voorkomen (zie paragraaf 6.3.3) dan zijn op die locaties de realisatiekansen groter als de kwel ook tot een minder zure standplaats leidt. Een extensief maaibeheer of extensieve begrazing zou de ontwikkeling van dit type kunnen bevorderen.

Tabel 6.10 Realisatie van vegetatietype 9A3 (*Carici curtae-Agrostietum caninae*) per vak bij extensieve begrazing of extensief maaibeheer. Voor uitleg zie Tabel 6.8.

Vak	Opp vak (ha)	Percentage realisatie (%)			Gew opp (ha)	Rel opp (%)
		0	12	25		
DP461	8,39	8,39	0,00	0,00	0,00	0,00
DP462	22,78	22,78	0,01	0,00	0,00	0,01
DP463	196,42	195,98	0,21	0,23	0,08	0,04
DP466	157,46	151,59	1,64	4,24	1,26	0,80
DP467	143,96	130,94	6,42	6,60	2,42	1,68
DP468	10,70	2,91	4,68	3,10	1,34	12,51
DP469	359,22	284,38	34,18	40,66	14,27	3,97
DP470	37,43	32,75	0,78	3,90	1,07	2,85
DP471	395,23	325,44	42,27	27,52	11,95	3,02
DP472	15,72	15,64	0,02	0,06	0,02	0,11
DP830	33,22	32,58	0,34	0,31	0,12	0,35
DP852	56,81	54,66	0,86	1,29	0,42	0,75
MP466	95,15	89,76	4,32	1,07	0,78	0,83
MP467	147,18	142,60	3,64	0,94	0,67	0,46
MP468	48,82	46,59	2,07	0,16	0,29	0,59
MP469	165,31	149,85	12,21	3,25	2,28	1,38
MP471	119,07	112,59	5,28	1,20	0,93	0,78
MP472	595,00	543,97	38,27	12,75	7,78	1,31
MP852	1,83	0,38	1,06	0,39	0,22	12,26
Totaal	2609,67	2343,78	158,26	107,64	45,90	1,76

Het type 11A1 (*Lycopodio-Rhynchosporium*, kaart 9b) is een pioniervegetatie van vooral minerale bodems die o.a. ontstaat na het plaggen van heide. De realisatiekansen zijn dan ook beperkt tot de zandgronden (Hn21, vgl. kaart 2) en moerige gronden (vWp en zWp). Het type heeft een voorkeur voor natte standplaatsen maar kan ook

voorkomen in de aangrenzende klassen “zeer nat” en “zeer vochtig”. De diepte van de GLG maakt hierbij geen verschil. De oppervlakte waar type 11A1 zich kan ontwikkelen is 70 ha, gewogen naar de realisatiekansen is dat 42 ha (1,6%, zie Tabel 6.11).

Tabel 6.11 Realisatie van vegetatietype 11A1 (*Lycopodio-Rhynchosporietum*) per vak. Voor uitleg zie Tabel 6.8.

Vak	Opp vak (ha)	Percentage realisatie (%)			Gew opp (ha)	Rel opp (%)
		0	50	100		
DP461	8,39	8,39	0,00	0,00	0,00	0,00
DP462	22,78	22,78	0,00	0,00	0,00	0,00
DP463	196,42	196,35	0,05	0,03	0,05	0,03
DP466	157,46	152,12	4,81	0,53	2,94	1,86
DP467	143,96	139,67	3,31	0,98	2,63	1,83
DP468	10,70	10,65	0,03	0,02	0,04	0,33
DP469	359,22	358,95	0,21	0,06	0,17	0,05
DP470	37,43	34,72	2,13	0,58	1,65	4,40
DP471	395,23	389,50	3,34	2,38	4,05	1,03
DP472	15,72	15,33	0,33	0,06	0,23	1,46
DP830	33,22	32,51	0,51	0,20	0,46	1,38
DP852	56,81	56,18	0,38	0,24	0,43	0,76
MP466	95,15	92,32	2,56	0,28	1,55	1,63
MP467	147,18	136,29	8,95	1,94	6,42	4,36
MP468	48,82	44,66	3,24	0,92	2,54	5,20
MP469	165,31	147,27	15,06	2,99	10,51	6,36
MP471	119,07	114,04	3,74	1,29	3,16	2,65
MP472	595,00	585,92	6,86	2,22	5,65	0,95
MP852	1,83	1,83	0,00	0,00	0,00	0,00
Totaal	2609,67	2539,46	55,50	14,72	42,46	1,63

Verreweg de grootste realisatiekansen worden bij heidebeheer gevonden voor vegetatietype 11A2 (*Ericetum-tetralicis*, kaart 9c en Tabel 6.12). Vrijwel het hele gebied is hier min of meer geschikt voor. De gewogen oppervlakte bedraagt 1743 ha (66,8 %). De meest geschikte standplaatsen met realisatiekans 100% hebben vochtklasse “nat” of “zeer vochtig”. Bij de aangrenzende vochtclassen “zeer nat” en “vochtig” is de realisatiekans 50%. Op 7,3 ha is de standplaats te nat (4,6 ha) of te droog (2,7 ha). Op de vochtige standplaatsen (realisatiekans 50%; 1687 ha) zijn overgangen naar droge heide te verwachten die zich optimaal kan ontwikkelen in kleine oppervlakte die als te droog voor natte heide is aangemerkt. De overige standplaatsfactoren zijn in het hele gebied optimaal voor 11A2.

Tabel 6.12 Realisatie van vegetatietype 11A2 (*Ericetum-tetralicis*) per vak. Voor uitleg zie Tabel 6.8.

Vak	Opp vak (ha)	Percentage realisatie (%)			Gew opp (ha)	Rel opp (%)
		0	50	100		
DP461	8,39	0,00	8,38	0,01	4,20	50,04
DP462	22,78	0,00	22,61	0,18	11,48	50,38
DP463	196,42	0,30	188,46	7,66	101,89	51,87
DP466	157,46	0,29	136,02	21,15	89,16	56,63
DP467	143,96	0,74	109,68	33,53	88,37	61,39
DP468	10,70	0,00	1,38	9,32	10,01	93,56
DP469	359,22	0,90	201,71	156,62	257,47	71,67
DP470	37,43	0,06	26,68	10,69	24,03	64,20
DP471	395,23	3,09	248,46	143,67	267,90	67,78
DP472	15,72	0,00	15,10	0,62	8,17	51,98
DP830	33,22	0,08	31,74	1,41	17,28	52,00
DP852	56,81	0,01	43,66	13,14	34,97	61,55
MP466	95,15	0,04	50,24	44,87	69,99	73,56
MP467	147,18	0,25	109,24	37,69	92,31	62,72
MP468	48,82	0,19	34,29	14,34	31,48	64,50
MP469	165,31	0,17	72,00	93,14	129,14	78,12
MP471	119,07	0,83	77,80	40,44	79,34	66,63
MP472	595,00	0,37	341,21	253,42	424,02	71,26
MP852	1,83	0,02	0,26	1,55	1,68	91,75
Totaal	2609,67	7,33	1718,91	883,44	1742,89	66,79

Volgens SynBioSys (Hennekens *et al.*, 2001) kan 11A1 ontstaan uit (onder andere) 11A2 na afplaggen van de bodem. De ontwikkeling in de andere richting vindt plaats als normale successie. Op standplaatsen die geschikt zijn voor 11A1 zal dit type waarschijnlijk ook ontstaan na afplaggen in andere vegetatietypen (bijvoorbeeld vergraste heide) waarna op termijn de successie naar 11A2 al volgen.

11A2 wordt in SynBioSys genoemd als “overige contactgemeenschap” van 9A3. Het laatste type is volgens “De Vegetatie van Nederland” (Schaminée *et al.*, 1995) in hoogveengebieden gebonden aan de “lagg-zone” (vroeger) en komt verder voor op de overgang van zand naar veen. In deze milieus kan het voorkomen naast 11A2 en in overgangen naar gagelstruweel. Gewoonlijk wordt de vegetatie in stand gehouden door maaien, maar zij verdraagt ook lichte beweiding door paarden en herkauwers.

NDT 5.2 Levend hoogveen (incl. zuur ven)

Binnen dit natuurdoeltype zijn twee vegetatietypen beoordeeld die ook voor de natte heide beoordeeld zijn (9A3 en 11A1). Binnen het levend hoogveen hebben ze een laag gewicht (zie Tabel 6.1). De overige drie typen zijn beoordeeld voor beheertype “niets doen”. Deze drie hoogveentypen kunnen op een kleine oppervlakte voorkomen in de natste delen van het noordelijk deel van de Deurnese Peel. De oppervlaktes voor 10A1 (*Sphagnetum cuspidato-obesi*, kaart 10a) en 10A2 (*Sphagno-Rynchosporium*, kaart 10b) zijn zeer klein. 11B1 (*Erico-Sphagnetum magellanicum*, kaart 10c) kan nog wel op een gewogen oppervlak van 45 ha (1,7 %) ontwikkeld worden. De verbreiding van de typen 10A1 en 10A2 vallen samen met de natste delen voor het derde type.

Tabel 6.13 Realisatie van vegetatietype 10.A1 (*Sphagnetum cuspidato-obesi*) per vak. Voor uitleg zie Tabel 6.8

Vak	Opp vak (ha)	Percentage realisatie (%)			Gew opp (ha)	Rel opp (%)
		0	50	100		
DP461	8,39	8,39	0,00	0,00	0,00	0,00
DP462	22,78	22,78	0,00	0,00	0,00	0,00
DP463	196,42	196,42	0,00	0,00	0,00	0,00
DP466	157,46	157,40	0,05	0,01	0,03	0,02
DP467	143,96	143,95	0,01	0,00	0,01	0,00
DP468	10,70	10,70	0,00	0,00	0,00	0,00
DP469	359,22	358,41	0,59	0,22	0,51	0,14
DP470	37,43	37,37	0,01	0,06	0,06	0,16
DP471	395,23	392,73	0,53	1,97	2,23	0,56
DP472	15,72	15,72	0,00	0,00	0,00	0,00
DP830	33,22	33,20	0,02	0,00	0,01	0,04
DP852	56,81	56,80	0,01	0,00	0,01	0,01
MP466	95,15	95,14	0,01	0,01	0,01	0,01
MP467	147,18	147,18	0,00	0,00	0,00	0,00
MP468	48,82	48,81	0,00	0,01	0,01	0,01
MP469	165,31	165,29	0,02	0,00	0,01	0,01
MP471	119,07	118,94	0,10	0,03	0,08	0,07
MP472	595,00	594,76	0,19	0,05	0,14	0,02
MP852	1,83	1,83	0,00	0,00	0,00	0,00
Totaal	2609,67	2605,80	1,53	2,35	3,11	0,12

Tabel 6.14 Realisatie van vegetatietype 10.A2 (*Sphagno-Rhynchosporium*) per vak. Voor uitleg zie Tabel 6.8

Vak	Opp vak (ha)	Percentage realisatie (%)			Gew opp (ha)	Rel opp (%)
		0	50	100		
DP461	8,39	8,39	0,00	0,00	0,00	0,00
DP462	22,78	22,78	0,00	0,00	0,00	0,00
DP463	196,42	196,41	0,01	0,00	0,00	0,00
DP466	157,46	157,30	0,10	0,06	0,11	0,07
DP467	143,96	143,94	0,01	0,01	0,01	0,01
DP468	10,70	10,49	0,21	0,00	0,10	0,96
DP469	359,22	356,41	2,05	0,76	1,79	0,50
DP470	37,43	37,32	0,07	0,04	0,07	0,20
DP471	395,23	388,64	5,00	1,59	4,09	1,03
DP472	15,72	15,72	0,00	0,00	0,00	0,00
DP830	33,22	33,18	0,02	0,02	0,03	0,09
DP852	56,81	56,80	0,01	0,00	0,01	0,01
MP466	95,15	95,12	0,02	0,01	0,02	0,02
MP467	147,18	147,18	0,00	0,00	0,00	0,00
MP468	48,82	48,82	0,00	0,00	0,00	0,00
MP469	165,31	165,29	0,00	0,02	0,02	0,01
MP471	119,07	118,99	0,01	0,06	0,07	0,06
MP472	595,00	594,75	0,04	0,21	0,23	0,04
MP852	1,83	1,83	0,00	0,00	0,00	0,00
Totaal	2609,67	2599,36	7,55	2,76	6,54	0,25

Tabel 6.15 Realisatie van vegetatietype 11B1 (*Erico-Sphagnetum magellanicum*) per vak. Voor uitleg zie Tabel 6.8

Vak	Opp vak (ha)	Percentage realisatie (%)			Gew opp (ha)	Rel opp (%)
		0	50	100		
DP461	8,39	8,39	0,00	0,00	0,00	0,00
DP462	22,78	22,78	0,00	0,00	0,00	0,00
DP463	196,42	196,38	0,03	0,01	0,03	0,01
DP466	157,46	156,38	0,34	0,74	0,91	0,58
DP467	143,96	142,65	0,56	0,74	1,02	0,71
DP468	10,70	5,81	0,29	4,60	4,74	44,32
DP469	359,22	335,12	6,39	17,72	20,91	5,82
DP470	37,43	36,78	0,26	0,39	0,52	1,38
DP471	395,23	374,38	9,23	11,62	16,23	4,11
DP472	15,72	15,71	0,01	0,00	0,01	0,03
DP830	33,22	33,10	0,10	0,03	0,08	0,24
DP852	56,81	56,65	0,05	0,11	0,13	0,23
MP466	95,15	95,09	0,04	0,02	0,04	0,04
MP467	147,18	147,14	0,04	0,00	0,02	0,01
MP468	48,82	48,82	0,00	0,00	0,00	0,00
MP469	165,31	165,12	0,19	0,00	0,10	0,06
MP471	119,07	118,95	0,12	0,00	0,06	0,05
MP472	595,00	593,69	1,28	0,03	0,67	0,11
MP852	1,83	1,77	0,06	0,00	0,03	1,64
Totaal	2609,67	2554,70	18,97	36,01	45,49	1,74

NDT 11.2 Zwak gebufferd ven

Binnen dit natuurdoeltype is één vegetatietype beoordeeld dat ook voor de natte heide beoordeeld is (9A3). Binnen het levend hoogveen heeft het een laag gewicht (zie Tabel 6.1). Het andere vegetatietype binnen dit natuurdoeltype (6C3 *Eleocharitetum multicaulis*) is gebonden aan de combinatie van ondiep droogvallend water of een zeer natte bodem op zand. Deze combinatie komt zeer zeldzaam voor in het gebied (zie Tabel 16.6) en is daarom niet op een kaart weergegeven.

Tabel 6.16 Realisatie van vegetatietype 6C3 (*Eleocharitetum multicaulis*) per vak. Voor uitleg zie Tabel 6.8.

Vak	Opp vak (ha)	Percentage realisatie (%)			Gew opp (ha)	Rel opp (%)
		0	50	100		
DP461	8,39	8,39	0,00	0,00	0,00	0,00
DP462	22,78	22,78	0,00	0,00	0,00	0,00
DP463	196,42	196,42	0,00	0,00	0,00	0,00
DP466	157,46	157,45	0,01	0,00	0,00	0,00
DP467	143,96	143,96	0,00	0,00	0,00	0,00
DP468	10,70	10,70	0,00	0,00	0,00	0,00
DP469	359,22	359,21	0,01	0,00	0,01	0,00
DP470	37,43	37,36	0,07	0,00	0,04	0,10
DP471	395,23	394,78	0,36	0,08	0,26	0,07
DP472	15,72	15,72	0,00	0,00	0,00	0,00
DP830	33,22	33,19	0,03	0,01	0,02	0,06
DP852	56,81	56,77	0,03	0,00	0,02	0,03
MP466	95,15	95,14	0,01	0,00	0,00	0,00
MP467	147,18	147,14	0,04	0,00	0,02	0,01
MP468	48,82	48,65	0,14	0,04	0,10	0,21
MP469	165,31	165,24	0,06	0,01	0,04	0,03
MP471	119,07	118,77	0,18	0,12	0,21	0,17
MP472	595,00	594,85	0,15	0,00	0,08	0,01
MP852	1,83	1,83	0,00	0,00	0,00	0,00
Totaal	2609,67	2608,33	1,08	0,26	0,80	0,03

6.4 Conclusies en aanbevelingen

Ten aanzien van de standplaatsfactoren en de terrestrische natuurdoelen die in dit hoofdstuk zijn beschreven kunnen een aantal conclusies en aanbevelingen geformuleerd worden:

GxG-kaarten

Conclusies:

- Op de GxG-kaarten is geologische opbouw en het daarmee samenhangende reliëf goed herkenbaar. Natte gronden zijn min of meer beperkt tot laagtes, vennen en wijken, voornamelijk binnen de veengronden. Op de hoger gelegen dekzandruggen zijn de grondwaterstanden over het algemeen dieper.
- Grondwaterstanden boven maaiveld (open water) komen volgens de GxG-kaarten niet veel voor.
- De interpretatie van de vegetatiekaart door Staatsbosbeheer (Van den Boom *et al.*, 2007) geeft wel een natter beeld van het gebied.
- Voor deze afwijkingen kan een aantal mogelijke verklaringen gegeven worden:
 - o “gaten” in het AHN-bestand;
 - o beperkt aantal en ongelijkmatige verdeling van de meetpunten (peilbuizen);

- stagnatie van water op het veen, wat in de peilbuizen niet goed gemeten kan worden wanneer filters in het onderliggende zandpakket staan;
 - oververtegenwoordiging van relatief droge locaties in het meetnet (*preferential sample*), bijvoorbeeld omdat buizen op goed bereikbare locaties zijn geplaatst;
 - interpretatie van de vegetatiekaart op basis van indicatiewaarden.
- Er is een ruimtelijk patroon te herkennen in de mate waarin de grondwaterstanden gestegen of gedaald zijn.
- De onzekerheid van de voorspellingen van de GxG is het grootst bij de GLG en het kleinst bij de GHG. De onzekerheid bij de peilbuizen is gering en deze neemt toe met de afstand tot de peilbuizen.
- Webster en Oliver (1992) adviseren om de parameters van een semivariogram te schatten op basis van 100-150 waarnemingen. Het aantal van 54 in dit onderzoek is dus aan de lage kant voor een nauwkeurige interpolatie.

Aanbevelingen:

- Een beter inzicht in de filterdiepte ten opzichte van het veenpakket kan de interpretatie van de metingen verbeteren, zodat duidelijk is of de freatische grondwaterstand in het veen gemeten is of de stijghoogte in het onderliggende pakket. Hiervoor zou bij de peilbuizen door een veldbodemkundige een profielbeschrijving gemaakt moeten worden.
- Bij nieuw te plaatsen peilbuizen dient het filter zich in het freatisch pakket te bevinden. Van alle nieuw te plaatsen peilbuizen moet een nauwkeurige bodemkundige profielbeschrijving worden gemaakt, en deze moet goed worden opgeslagen.
- Verdichting van het meetnet door “gerichte metingen” in boorgaten kan de onzekerheid verminderen in de gebieden tussen de peilbuizen. Door deze metingen ook in de directe nabijheid van de peilbuizen uit te voeren kunnen de standen in de buizen vergeleken worden met de standen in de boorgaten.
- Het aantal peilbuislocaties waar de GxG voor kan worden berekend moet van 54 worden vergroot naar 100 tot 150, om het model van ruimtelijke structuur nauwkeurig te kunnen schatten.
- Bij gebruik van een gedetailleerde bodemkaart (schaal 1 : 10 000 of groter) die ook de actuele veendikte beter in kaart brengt kan de GxG in relatie tot de veendikte beter voorspeld worden. Een bodemkartering op schaal 1 : 10 000 of groter is in de Deurnese Peel en de Mariapeel echter nog niet uitgevoerd.
- Voor de delen van het terrein waar grondwaterstanden gedaald zijn, verdient het aanbeveling na te gaan of de genomen maatregelen nog verbeterd kunnen worden.

Kwelflux

Conclusie:

- Aangenomen kan worden dat in vrijwel het hele gebied sprake is van infiltratie, hoewel er aanwijzingen zijn dat in lagere delen lokaal kwel voor kan komen.

Aanbeveling:

- Omdat het voorkomen van lokale kwel van belang kan zijn voor de ontwikkelingsmogelijkheden van zeldzame vegetatietypen kan nader onderzoek naar het voorkomen van kwel in de lagere delen van het gebied beter inzicht geven in de potenties.

Watertypen

Conclusies:

- Op basis van de oppervlaktewatermonsters wordt geconcludeerd dat in de natuurterreinen overal sprake is van zacht water.
- Gegeven de aanname dat overal sprake is van infiltratie maakt het watertype geen verschil. Indien lokaal wel sprake is van enige kwel kan het watertype wel relevant zijn

Aanbeveling:

- Nader onderzoek naar de samenstelling van het bovenste grondwater op plaatsen waar kwel voor zou kunnen komen kan een betere onderbouwing geven van de watertypenkaart. Vooral zwak gebufferd grondwater kan in deze situatie kansen bieden voor een aantal meer zeldzame vegetatietypen. De potenties hiervoor kunnen dan beter in kaart gebracht worden.

Realisatiekansen Natuurdoelen

Conclusies:

- Met uitzondering van het *Ericetum tetralicis* (type 11A2 uit natuurdoel natte heide) zijn de realisatiekansen voor de onderzochte natuurdoelen over het algemeen laag.
- De lage realisatiekansen worden voornamelijk veroorzaakt door te lage gekarteerde grondwaterstanden, zie de conclusies hierboven over de GxG-kaarten.
- Voor zover de grondwaterstanden werkelijk te laag zijn hebben de genomen maatregelen (nog) niet voldoende effect gehad.
- Het zuidelijk deel van het gebied, waar dekzand aan maaiveld of op geringe diepte voor komt is geen echt 'hoogveengebied', hoge realisatiekansen voor de natuurdoelen zijn hier dus niet te verwachten. De dikste pakketten veen komen van oudsher al voor in het noordelijk deel van de Deurnese Peel.
- Mogelijk zijn de grondwaterstanden in delen van het gebied te laag ingeschat (zie boven). Als dat zo is zullen de werkelijke realisatiekansen hoger liggen.
- De veronderstelling van de afwezigheid van kwel in het hele gebied heeft mogelijk geleid tot een onderschatting van de realisatiekansen voor 9A3 (*Carici curtae-Agrostietum caninae*).

- Naast de abiotische randvoorwaarden (vocht, zuurgraad en voedselrijkdom) is ook het gevoerde vegetatiebeheer (boskap, maaibeheer, afplaggen en begrazing) van grote invloed op de ontwikkelingsmogelijkheden van de verschillende natuurdoelen.

Aanbevelingen:

- Onderzocht moet worden of uitbreiding van vernattingsmaatregelen haalbaar en zinvol is, om zo het areaal met hogere realisatiekansen voor de beoogde natuurdoelen te vergroten.
- Om een beter inzicht te krijgen in de werkelijke realisatiekansen kunnen de aanbevelingen om te komen tot betere GxG-kaarten in overweging genomen worden. Hetzelfde geldt voor een betere inschatting van kwel en grondwatertype.
- Gegeven de realisatiekansen voor vegetatietypen die afhankelijk zijn van extensief maaien zoals 9A3 (*Carici curtae-Agrostietum caninae*) kan overwogen worden deze beheersvorm gericht in te zetten op kansrijke locaties. Bij afwezigheid van beheer (niets doen) zal een vegetatie zich ontwikkelen naar een climax. In Nederland is dat bijna altijd bos. (Natte) heide kan alleen bestaan onder invloed van een actief heidebeheer. Dat wil zeggen extensief begrazen, lokaal en periodiek plaggen. Voor de ontwikkeling van moerasbos is juist de afwezigheid van deze ingrepen essentieel. Levend hoogveen kan wel ontstaan in afwezigheid van beheer, als de hydrologische omstandigheden maar gunstig zijn. Wij bevelen aan om eventueel aanwezig bos te verwijderen op plaatsen waar open vegetaties worden nagestreefd. Verder komen uitgestrekte vegetaties van Pijpestrootje voor. Om deze om te vormen naar heide moet een actief heidebeheer gevoerd worden (afplaggen en begrazen).

7 Oppervlaktewater: macrofauna en diatomeeën

7.1 Inleiding

Met macrofauna worden de ongewervelde waterdieren aangeduid die je met het blote oog kunt zien. Diatomeeën zijn eencellige wieren met een extern skelet van kiezel. Soortensamenstelling en aantallen van macrofauna en diatomeeën geven een goed idee van de ecologische toestand van het water.

Het doel van de analyse van de gegevens over macrofauna en diatomeeën is om 1) te bepalen of de herstelmaatregelen gevolgen hebben gehad voor de samenstelling van levensgemeenschappen, en 2) een overzicht te geven van de aquatische natuurwaarden.

Paragraaf 7.2 van dit hoofdstuk beschrijft de methodiek. Paragraaf 7.3 geeft de resultaten van de analyses. Paragraaf 7.4 sluit het hoofdstuk af met conclusies en aanbevelingen.

De beschrijving van de samenhang tussen aquatische natuurwaarden en maatregel-, peil- en waterkwaliteitsgegevens maakt deel uit van de synthese en wordt besproken in paragraaf 8.2.3.

7.2 Materiaal en methoden

7.2.1 Gegevens macrofauna en diatomeeën

Door de opdrachtgever zijn macrofaunagegevens van 58 locaties aangeleverd. De gegevens van 42 locaties zijn verzameld door Stichting Bargerveen in 2006 en 2007. Hiervoor zijn 47 monsters genomen. Op de overige 16 locaties zijn door Waterschap Peel en Maasvallei in totaal 47 monsters verzameld tussen 1988 en 2006. Naast gegevens over de macrofauna zijn door de opdrachtgever diatomeeëngegevens aangeleverd van 16 locaties. In totaal waren gegevens van 79 monsters beschikbaar, verzameld tussen 1989 en 2005.

De gegevens over de macrofauna zijn in twee verschillende stappen geanalyseerd. In de eerste stap is een multivariate analyse uitgevoerd met gegevens van macrofauna en diatomeeën, om te bepalen of de tussen 1994 en 1997 uitgevoerde herstelmaatregelen gevolgen hebben gehad voor de samenstelling van de levensgemeenschap op verschillende locaties in het gebied. In de tweede stap is getracht om op basis van de gegevens over macrofauna die de Stichting Bargerveen in 2006 en 2007 heeft verzameld een overzicht te geven van de aquatische natuurwaarden in relatie tot maatregel-, peil- en waterkwaliteitsgegevens.

7.2.2 Multivariate analyse

Om de belangrijkste patronen in een complex gegevensbestand weer te geven kan gebruik worden gemaakt van multivariate analyse. In dit onderzoek is gebruik gemaakt van ordinatie. Ordinatie is een vorm van multivariate analyse waarbij objecten (in dit geval monsters) door middel van gewogen middelen in een multidimensionale ruimte, en wel langs denkbeeldige geoptimaliseerde gradiënten, worden geplaatst. Hierbij staan overeenkomstige objecten dicht bij elkaar en worden objecten die van elkaar verschillen ver uiteen geplaatst. De plaatsing van de monsters in de ruimte geschiedt op basis van de soortensamenstelling. Ordinatie is uitgevoerd met het programmapakket CANOCO 4.5 (Ter Braak, 1987; Ter Braak & Šmilauer, 1998).

De resultaten van de berekeningen worden in ordinatiediagrammen weergegeven. Deze diagrammen geven de belangrijkste patronen in de gegevens weer. De techniek indiceert mogelijke relaties, maar geeft geen oorzakelijke verbanden. In het ordinatiediagram staan de monsters weergegeven. De positie van monsters, al dan niet gegroepeerd, vertelt iets over de onderlinge relaties. Hoe dichter de monsters bij elkaar liggen, des te meer ze op elkaar lijken. Monsters in het midden van het diagram geven gemiddelde omstandigheden. Monsters aan de buitenkant van het diagram betreffen vaak uitzonderlijke milieuomstandigheden of afwijkingen.

7.2.3 Beschrijving aquatische natuurwaarden

Uitgangspunt voor de beschrijving van de aquatische natuurwaarden in de Deurnese Peel en de Mariapeel is het 'Aquatisch Supplement' (achtergronddocument bij het Handboek Natuurdoeltypen). Ieder watertype uit het 'Aquatisch Supplement' bevat een beschrijving van de levensgemeenschap en het bijbehorende milieu van de natuurlijke ecologische situatie. De beschrijving fungeert daarmee als referentie.

In 2006 en 2007 bemonsterde de Stichting Bargerveen de macrofaunagemeenschap op 42 verschillende locaties. De aangetroffen samenstellingen van de macrofaunagemeenschap zijn vervolgens vergeleken met de indicatoren en doelsoorten uit het 'Aquatisch Supplement'. Om deze vergelijking te kunnen maken moesten de monsterlocaties worden gekoppeld aan een watertype uit het 'Aquatisch Supplement'. Door het waterschap Peel en Maasvallei zijn destijds doelen geformuleerd voor drie verschillende deelgebieden. Deze doelen zijn beschreven in bijlage 7. Deze doelen zijn vertaald naar een AS-type (Tabel 7.1) op basis van de in bijlage 7 beschreven waterkwaliteit en samenstelling van de macrofaunagemeenschap. Voor het gebied van het waterschap Aa en Maas heeft een dergelijke beschrijving nooit plaatsgevonden.

Tabel 7.1 De door het waterschap Peel en Maasvallei opgestelde doelen in termen van AS-type voor drie deelgebieden.

deelgebied	AS-type	Beschrijving
Mariapeel Zuid compartiment 4 t/m7	AS13_04	Open water in hoogveengebieden
Mariapeel Zuid compartiment 8 t/m 13	AS13_04	Open water in hoogveengebieden
Mariapeel compartiment 2 en 3	AS13_05	Ionenrijkere hoogveenvennen

Voor een groot aantal locaties waren echter geen duidelijke doelen beschreven. Daarnaast is het ook de vraag of de doelen gesteld in tabel 7.1 voorlopig niet te hoog gegrepen zijn, gegeven de huidige abiotische omstandigheden op de locaties. Daarom is gekeken welk AS-type het meest voor de hand ligt, gegeven de huidige abiotische omstandigheden en samenstelling van de macrofaunagemeenschap.

De AS-typen die in eerste instantie betrekking hebben op de Deurnese Peel en Mariapeel staan beschreven in tabel 7.2 en betreffen ventypen in hoogveenrestanten. Andere ventypen, beschreven in het 'Aquatisch Supplement: Deel 13, Vennen' (Arts, 2000), komen niet in aanmerking omdat de zuurgraad op alle locaties (met uitzondering van de locaties ODEURP16 en ODEURP15) onder de 4.6 ligt. Voor deze andere ventypen moet de zuurgraad namelijk tussen de 5.5 en 6.5 of tussen de 6.5 en 7.5 liggen. Gezien de zuurgraad van het water op de locaties komen de AS-typen 'Temporaire poelen' (AS05-01) en 'Permanente zure poelen' (AS05-02) beschreven in het 'Aquatisch Supplement: Deel 5, Poelen' (Jaarsma & Verdonchot, 2000), eveneens in aanmerking.

Uit tabel 7.2 blijkt dat het lastig is om op basis van de abiotische randvoorwaarden, beschreven in het 'Aquatisch Supplement: Deel 13, Vennen' en het 'Aquatisch Supplement: Deel 5, Poelen', een onderscheid te maken tussen de AS-typen uit tabel 7.2. In eerste instantie is daarom op alle locaties voor al deze zeven AS-typen een analyse uitgevoerd om te bepalen van welk AS-type vaak de meeste indicatoren zijn aangetroffen.

Tabel 7.2 Watertypen uit het 'Aquatisch Supplement' van toepassing op wateren in de Deurnese Peel en Mariapeel met bijbehorende abiotische randvoorwaarden.

AS-code	omschrijving	pH	alkaliniteit (meq/l)	ortho-P (mg/l)	ammonium- N (mg/l)	sulfaat (mg/l)
AS13_01	Zure vennen zonder hoogveenontwikkeling	<4.5	<0.1	<0.017	<0.4	<10
AS13_02	Ionenrijke, matig zure vennen zonder hoogveenontwikkeling	<5.5	<0.1	<0.017	<0.4	<10
AS13_03	Hoogveenvennen	<4.5	<0.1	<0.017	<0.4	<10
AS13_04	Open water in hoogveengebieden	<4.5	<0.1	<0.017	<0.4	<10
AS13_05	Ionenrijkere hoogveenvennen	<5.5	0.1-0.5	<0.017	<0.4	<10
AS05_01	Temporaire zure poelen*	<5.5	<0.1	<0.007	<0.4	<10
AS05_02	Permanente zure poelen*	<5.5	<0.1	<0.007	< 0.08	<10

* Voor de temporaire en permanente zure poelen zijn naast de bovenstaande variabelen ook randvoorwaarden voor totaal-fosfaat, nitraat, EGV en zuurstof gegeven.

Gezien het lage aantal aangetroffen indicatoren per individueel AS-type zijn verdere analyses uitgevoerd op het totaal aantal indicatoren van AS-typen in tabel 7.2. Het aantal aangetroffen AS-indicatoren per deelgebied is vastgesteld en onderling vergeleken. Verder is er gekeken of er een verband bestond tussen het aantal

Tabel 7.3 Overzicht van de locaties waar drie of meer monsters zijn verzameld. Per locatie en jaar is het in de monsters aangetroffen aantal taxa en individuen vermeld.

locatiecode	jaar	aantal taxa	abundantie
OVEENP01	1994	21	246
OVEENP01	1995	18	122
OVEENP01	1997	13	596
OVEENP01	2000	30	592
OVEENP01	2002	42	239
OLIESV01	1994	16	296
OLIESV01	1995	3	13
OLIESV01	1998	11	112
OLIESV01	2000	17	78
OLIESV01	2002	11	42
OMINKV02	1994	22	821
OMINKV02	1996	16	231
OMINKV02	1998	18	136
OMINKV02	2000	19	440
OMINKV02	2002	14	65
OMINKV02	2006	22	237
OMAREE10	1988	20	255
OMAREE10	1990	13	151
OMAREE10	1994	5	403
OMAREE10	1997	12	112
OMAREE10	2000	14	233
OMAREE10	2001	7	329
OMAREE10	2002	24	275
OMAREE10	2004	32	226
OMARTE10	1988	8	33
OMARTE10	1990	9	171
OMARTE10	1988	16	104
OMARTE10	1990	8	486

Het is natuurlijk mogelijk, dat ondanks dat er geen verschillen zijn tussen monsters in het aantal taxa er wel verschillen zijn in soortensamenstelling voor en na herstel. Om meer inzicht te krijgen in eventuele verschuivingen in de samenstelling van de levensgemeenschap is gekeken welke soorten alleen voor herstel zijn aangetroffen en welke soorten alleen na herstel zijn aangetroffen. Voor de categorie na herstel zijn alleen de monsters vanaf het jaar 2000 meegenomen, omdat veranderingen in de levensgemeenschap mogelijk pas na een aantal jaren optraden. Vervolgens is voor de soorten vóór en na herstel de verdeling over de klassen voor zuurgraad en trofie bepaald. Deze verdeling is voor de soorten vóór en na herstel gemiddeld.

Behalve op de locatie OLIESV01 zijn geen duidelijke verschuivingen opgetreden in de voorkeur van soorten voor een bepaalde zuurgraad (Tabel 7.4). Op de locatie OLIESV01 lijkt na herstel de gemiddelde voorkeur te zijn verschoven van neutraal naar meer zwak-zuur en zuur (Tabel 7.4). Hierbij moeten wel twee kanttekeningen worden geplaatst: 1) voor en na herstel zijn niet in alle gevallen evenveel monsters genomen, en 2) de soorten zijn vaak slechts in één monsters aangetroffen.

Tabel 7.4 Gemiddelde verdeling over de verschillende zuurgraad klassen van de soorten die alleen voor herstel zijn aangetroffen en van de soorten die alleen na herstel zijn aangetroffen.

locatiecode	klasse zuurgraad	voor 1996	na 2000
OMAREE10	zuur	1.5	2
OMAREE10	zwak-zuur	3.1	2.5
OMAREE10	neutraal	3.9	3.3
OMAREE10	basisch	2.1	2.4
aantal locaties		5	4
OMINKV02	zuur	2	2.6
OMINKV02	zwak-zuur	2.7	2.8
OMINKV02	neutraal	3.3	2.8
OMINKV02	basisch	2	1.9
aantal locaties		2	3
OLIESV01	zuur	1.9	2.9
OLIESV01	zwak-zuur	2.1	2.9
OLIESV01	neutraal	3.4	2.4
OLIESV01	basisch	2.6	1.9
aantal locaties		2	2
OVEENP01	zuur	2	2.4
OVEENP01	zwak-zuur	3	3.1
OVEENP01	neutraal	3	2.8
OVEENP01	basisch	2	2
aantal locaties		2	3

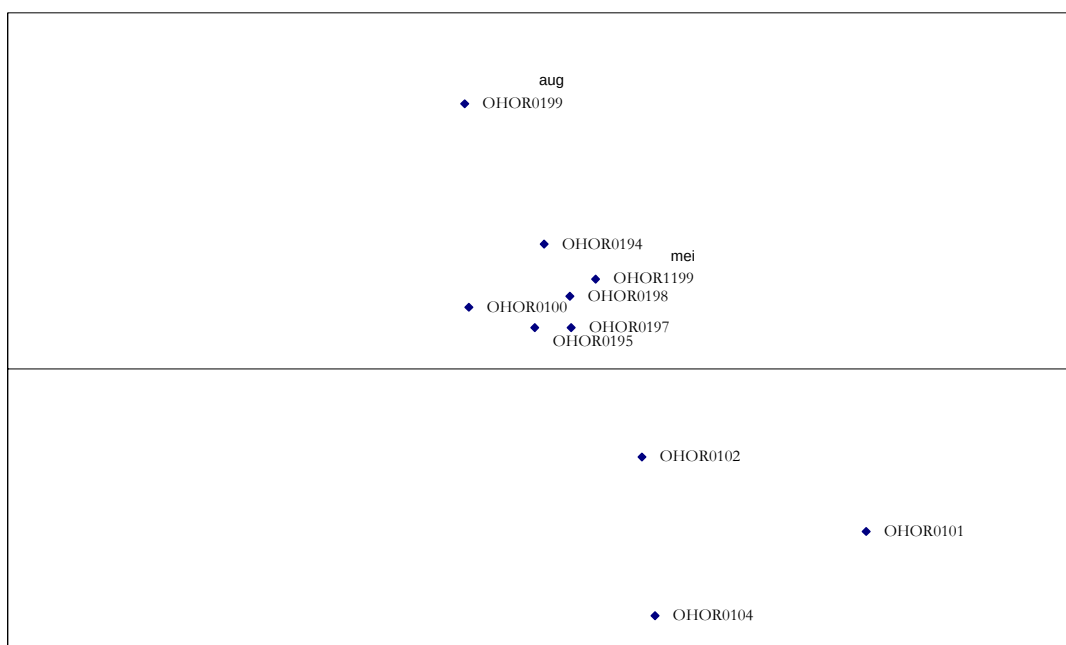
Op de locaties OMAREE10 en OMINKV02 lijkt na herstel de gemiddelde voorkeur te zijn verschoven van meso-eutrofe naar meer eutrofe omstandigheden (Tabel 7.5). Op de andere twee locaties zijn geen duidelijke verschuivingen opgetreden in de voorkeur van soorten voor een bepaalde trofiegraad (Tabel 7.5). Ook hier gelden de kanttekeningen dat vóór en na herstel niet in alle gevallen evenveel monsters zijn genomen, en dat de soorten vaak slechts in één monsters zijn aangetroffen. Gegeven deze beperkingen kunnen geen eenduidige conclusies worden getrokken.

Tabel 7.5 Gemiddelde verdeling over de verschillende trofie klassen van de soorten die alleen voor herstel zijn aangetroffen en van de soorten die alleen na herstel zijn aangetroffen.

locatiecode	klasse trofie	voor 1996	na 2000
OMAREE10	oligotroof	0.1	0
OMAREE10	meso-oligotroof	0.1	0
OMAREE10	mesotroof	2.6	1.9
OMAREE10	meso-eutroof	4.3	4
OMAREE10	eutroof	2.9	4.1
Aantal locaties		5	4
OMINKV02	Oligotroof	0.7	0
OMINKV02	meso-oligotroof	0.7	0
OMINKV02	Mesotroof	2.7	2.3
OMINKV02	meso-eutroof	3.3	4.3
OMINKV02	Eutroof	2.7	3.5
Aantal locaties		2	3
OLIESV01	Oligotroof	0	0
OLIESV01	meso-oligotroof	0	0
OLIESV01	Mesotroof	1.5	1.4
OLIESV01	meso-eutroof	3.3	3.8
OLIESV01	Eutroof	5.3	4.8
Aantal locaties		2	2
OVEENP01	Oligotroof	0	0
OVEENP01	meso-oligotroof	0	0
OVEENP01	Mesotroof	2.5	2.4
OVEENP01	meso-eutroof	4	3.7
OVEENP01	Eutroof	3.5	3.9
Aantal locaties		2	3

Diatomeeën

De resultaten van de ordinatie met de diatomeeëngegevens zijn vergelijkbaar met die voor de macrofaunagegevens; ook hier is vanwege de grote verschillen tussen de locaties verder gegaan met een analyse op locatieniveau. Als voorbeeld zijn de resultaten voor de locatie OHORDH01 weergegeven. In eerste instantie lijkt het alsof er sprake is van een trend in de tijd (Figuur 7.3). Bij nadere bestudering blijkt echter dat het monster van 1994 is verzameld in mei, van 1995 in april, van 1997 in mei, van 1998 in juni, van 1999 in mei en augustus, van 2000 en 2001 in oktober, van 2002 in april en van 2004 in juli. Hierdoor lopen seizoensinvloeden en effecten van eventuele herstelmaatregelen door elkaar. Op basis van het ordinatiediagram zijn daarom geen uitspraken te doen over de effecten van de genomen herstelmaatregelen (Figuur 7.3). Bovendien valt op dat het monster van mei 1999 zoveel afwijkt van het monster van augustus 1999 dat beide ver van elkaar verwijderd liggen (Figuur 7.3). Dit is een extra indicatie dat seizoensinvloeden mogelijk veel invloed op de resultaten van de analyse hebben.



Figuur 7.3 PCA-ordinatiediagram van as 1 en 2 met daarin weergegeven de monsters van locatie OHORDH01. De monstercodes zijn zodanig aangepast (ten opzichte van de aangeleverde data) dat de laatste twee cijfers het jaar weergeven waarin de bemonstering is uitgevoerd.

7.3.2 Aquatische natuurwaarden

Stichting Bargerveen bemonsterde in 2006 en 2007 in het totaal 42 locaties, waarvan voor 38 het deelgebied bekend was. Bijlage 8 geeft een overzicht van alle bemonsterde locaties met het AS-type dat oorspronkelijk als doel is gesteld door het waterschap Peel en Maasvallei, en het AS-type dat gegeven de huidige abiotische omstandigheden volgens *expert-judgement* het beste past bij de locatie. Aan de locaties, die op basis van de beschrijving duiden op een moerassituatie in plaats van open water, is in eerste instantie geen AS-type toegekend. Het gaat om locaties met beschrijvingen als 'geïnundeerd pijpestro'. Op 20 van de 42 locaties zijn temporaire wateren bemonsterd (bijlage 8). Omdat de ventypen uit tabel 7.1 niet specifiek temporair zijn is aan deze locaties het AS-type 'Temporaire zure poelen' gekoppeld.

Opvallend is dat juist tijdelijke wateren zijn bemonsterd terwijl het waterschap Peel en Maasvallei in de deelgebieden Mariapeel compartiment 2 t/m 13 juist de ventypen AS13-04 en AS13-05, welke geen tijdelijk karakter hebben, oorspronkelijk als doel hebben toegekend.

Doelsoorten

Op basis van de doelsoorten kunnen geen verschillen in aquatische natuurwaarden worden afgeleid tussen de monsters of de verschillende deelgebieden. In alle monsters tezamen zijn slechts drie doelsoorten aangetroffen: *Limnephilus luridus*, *Limnephilus elegans* en *Trichostegia minor* (Tabel 7.6). *Limnephilus luridus* is doelsoort van het AS-type ‘Tijdelijke zure poelen’. *Limnephilus elegans* is doelsoort van alle zeven geselecteerde AS-typen, behalve het AS-type ‘Tijdelijke zure poelen’. *Trichostegia minor* is geen doelsoort van één van de zeven geselecteerde AS-typen, maar van (zeer) zwak gebufferde ondiepe en diepe zandbodemvennen.

Tabel 7.6 Overzicht van het aantal doelsoorten aangetroffen per deelgebied en het aantal locaties binnen het deelgebied waar de soort is aangetroffen.

deelgebied	Aantal bemonsterde locaties	aangetroffen doelsoorten	aantal locaties met doelsoort
Mariapeel Zuid compartiment 4 t/m7	4	<i>Limnephilus elegans</i>	1
Mariapeel Zuid compartiment 4 t/m7	4	<i>Limnephilus luridus</i>	1
Mariapeel Zuid compartiment 8 t/m 13	10	<i>Trichostegia minor</i>	1
Mariapeel Zuid compartiment 8 t/m 13	10	<i>Limnephilus luridus</i>	1
Mariapeel compartiment 2 en 3	3	Geen	
Horster Driehoek	2	<i>Trichostegia minor</i>	1
Wijkensysteem	2	<i>Limnephilus luridus</i>	1
Wijkensysteem	2	<i>Trichostegia minor</i>	2
Deurnese Peel	17	<i>Limnephilus elegans</i>	2
Deurnese Peel	17	<i>Limnephilus luridus</i>	3
Deurnese Peel	17	<i>Trichostegia minor</i>	3

Indicatoren

In bijlage 9 staat per AS-type vermeld welk percentage van de indicatoren beschreven voor het AS-type zijn aangetroffen in de verschillende monsters.

Permanente wateren – In de meeste gevallen zijn op de locaties met door het waterschap geformuleerde natuurdoel AS13-04 of AS13-05 relatief weinig van de in het ‘Aquatisch Supplement’ beschreven indicatoren aangetroffen. Meestal is slechts één indicator (8%) aangetroffen van AS13-04 of AS13-05. Daarentegen zijn vaak relatief veel indicatoren van AS05-02 (permanente zure poelen) aangetroffen. Deze bevinding indiceert dat de hoogveenontwikkeling achterblijft. In geen van de monsters zijn echter meer dan 46% van de voor AS05-02 beschreven indicatoren aangetroffen, dit kan meerdere oorzaken hebben:

- een monster zal nooit alle soorten bevatten die op een locatie aanwezig zijn (trekfrans);

- de abiotische omstandigheden voldoen niet aan de abiotische randvoorwaarden behorend bij het type;
- de indicatoren die in het 'Aquatisch Supplement' zijn beschreven zijn een verzameling van indicatoren die kunnen worden aangetroffen op een willekeurige locatie, dit wil niet zeggen dat alle beschreven indicatoren op één locatie kunnen worden aangetroffen. Keizer-Vlek & Verdonschot (in voorbereiding) troffen in 10 referentiesloten in totaal ook slechts 68% van de beschreven indicatoren aan.

De nutriëntenconcentraties voldoen op een groot aantal locaties niet aan de abiotische randvoorwaarden voor AS05-02, maar ook de andere twee oorzaken spelen zeker een rol.

Temporaire wateren – Zoals verwacht zijn nauwelijks tot geen van de indicatoren aangetroffen van AS-type 13-04. Toch liggen deze wateren wel in gebieden met de doelstelling AS13-04, maar doordat de wateren droogvallen kunnen ze niet aan dit doel voldoen. De temporaire wateren bevatten relatief veel soorten van AS05-02, AS05-01, AS13-02 en AS13-01. Ook voor de temporaire wateren geldt dat nooit meer dan 50% van de beschreven AS-indicatoren is aangetroffen.

Uit tabel 7.7 kan worden opgemaakt dat de verschillen tussen het aantal aangetroffen indicatoren sterk kan verschillen tussen opeenvolgende jaren. Zolang niet meer inzicht bestaat in de oorzaak van deze verschillen kunnen geen uitspraken worden gedaan over verschillen in natuurwaarde binnen het gebied op basis van de aangetroffen AS-indicatoren. De verschillen tussen locaties kunnen net zo goed veroorzaakt worden door natuurlijke variatie als gevolg van weersomstandigheden, seizoen of door het simpele feit dat een soort die wel aanwezig is niet altijd in een monster terecht komt (trefkans).

Tabel 7.7 Overzicht van locaties waar de macrofaunagemeenschap meerder malen is bemonsterd. Per locatie en AS-type is het aantal aangetroffen AS-indicatoren weergegeven als percentage van het aantal indicatoren beschreven in het 'Aquatisch Supplement'.

locatiecode	monstercode							
	Alterra	AS05_01	AS05_02	AS13_01	AS13_02	AS13_03	AS13_04	AS13_05
OMARIA24	ARIA2406	35	11	25	25		8	
OMARIA24	ARIA2407	48	29	38	38		8	
OKSKDEU0	OKSKD094	3						
OKSKDEU0	OKSKD098	6						
OLIESV01	OLIE0100	3	25	25	25	6		
OLIESV01	OLIE0102		14	13	13	6		
OLIESV01	OLIE0194	10	7	13	13			
OLIESV01	OLIE0198	3	14	25	25			
OMARBE04	ARBE0406	10	14	13	13			
OMARBE04	ARBE0407	6	25			6	8	8
OMARBE04	ARBE0417	3	7					
OMARDE10	ARDE1088	3	11	13	13			
OMARDE10	ARDE1090	3	18	25	25		8	
OMARDE10	ARDE1188		4				8	8
OMAREE10	AREE1002	6	11	13	13	6	8	8
OMAREE10	AREE1004	3	11			13	8	8
OMAREE10	AREE1020							
OMAREE10	AREE1088	6	14	13	13	6		
OMAREE10	AREE1090	3	14	13	13		8	
OMAREE10	AREE1094	3	4					

locatiecode	monstercode	AS05_01	AS05_02	AS13_01	AS13_02	AS13_03	AS13_04	AS13_05
	Alterra							
OMAREE10	AREE1097	6	4	13	13			
OMAREE10	AREE1188		7					8
OMAREE10	AREE1190	3	14	13	13		8	
OMARIP06	ARIP0606	16	14	13	13		8	
OMARIP06	ARIP0607	19	18	13	13		8	
OMAROW05	AROW0507	6	21			6	8	8
OMAROW05	AROW0517		7			6	8	8
OMARTE10	ARTE1088		7			6		
OMARTE10	ARTE1090	3	11	13	13		8	
OMARTE10	ARTE1188	3	11			6	8	15
OMARTE10	ARTE1190	6	7	13	13			
OMINKV02	INKV0200	13	18	25	25	6	8	8
OMINKV02	INKV0202	3	7			13		
OMINKV02	INKV0206		18	13	13	13	8	8
OMINKV02	INKV0294		21	13	13	19	8	15
OMINKV02	INKV0296	3	14	13	13			
OMINKV02	INKV0298	6	18	13	13	6		
OSOEL800	OSO80000	6				6	8	8
OSOEL800	OSO80098	3	4					
OVEENP01	OVEE0100	10	39	25	25	19	17	15
OVEENP01	OVEE0102	23	43	25	25	19	17	15
OVEENP01	OVEE0194	16	29	38	38	6	8	8
OVEENP01	OVEE0195	6	11	13	13	13	25	15
OVEENP01	OVEE0197	10	7	13	13			

Tot slot is gekeken of er verschillen in het aantal AS-indicatoren bestonden tussen de deelgebieden. Voor dit doel zijn per compartiment alle aangetroffen indicatoren van de typen AS13-01 t/m AS13-05, AS05-01 en AS05-02 bij elkaar geteld (Tabel 7.8). Uit tabel 7.8 kan worden opgemaakt dat de verschillen tussen locaties binnen een deelgebied erg groot zijn. Hierdoor is het niet mogelijk uitspraken te doen over verschillen in aquatische natuurwaarden tussen de deelgebieden.

Tabel 7. 8 Overzicht per compartiment van: (1) het aantal aangetroffen AS-indicatoren van de typen AS13-01 t/m AS13-05 AS05-02 en AS05-01, (2) het aantal genomen monsters per compartiment, (3) het gemiddelde aantal AS-indicatoren aangetroffen per monster en (4) het minimum en maximum aantal aangetroffen AS-indicatoren per monster.

	aantal AS-indicatoren	aantal monsters	gem. aantal AS-indicatoren per monster	min- max per locatie
Mariapeel Zuid compartiment 2 en 3	21	6	4	2 – 15
Mariapeel Zuid compartiment 4 t/m 7	26	5	5	8 - 20
Mariapeel Zuid compartiment 8 t/m 13	31	10	3	5 – 20
Horster Driehoek	16	2	8	9 – 13
Wijkensysteem	20	3	7	13 – 19
Deurnese Peel	39	17	2	5 -19

7.4 Conclusies en aanbevelingen

7.4.1 Conclusies uit multivariate analyse

Het monitoringnetwerk voor macrofauna en diatomeeën in de Deurnese Peel en de Mariapeel blijkt niet te zijn toegespitst op het constateren van de effecten van de uitgevoerde herstelmaatregelen. Hierdoor kunnen geen conclusies worden getrokken ten aanzien van de effecten van herstelmaatregelen. Om het in de toekomst effecten van herstelmaatregelen te kunnen beoordelen moet monitoring worden toegespitst op het kwantificeren van trends, waarbij minstens jaarlijks een monster wordt genomen op dezelfde locatie en waarbij tevens monitoring dient plaats te vinden vóórdat de herstelmaatregelen zijn uitgevoerd. Door ieder jaar andere locaties te bemonsteren wordt namelijk nooit duidelijk of eventuele verschillen tussen jaren te wijten zijn aan verschillen tussen locaties of aan de effecten van herstelmaatregelen. Om geld te besparen zou men er wel voor kunnen kiezen om de monitoring pas enkele jaren na de herstelmaatregelen te starten, omdat het enkele jaren kan duren voordat effecten van herstelmaatregelen optreden. Hierbij gaat wel informatie verloren over de snelheid waarmee veranderingen optreden. Door ieder jaar in hetzelfde seizoen te bemonsteren en/of meerder malen per jaar te bemonsteren kunnen vergelijkingen tussen jaren beter worden uitgevoerd. Door gegevens van meerder bemonsteringen per jaar te combineren zal de trefkans van soorten ook een minder groot probleem spelen bij de analyse van de data. De uiteindelijke monitoringsinspanning hangt af van het doel en de betrouwbaarheid waarmee men uitspraken wil doen.

7.4.2 Conclusies aquatische natuurwaarden

Het aantal aangetroffen AS-indicatoren verschilde sterk tussen locaties. Het is echter onduidelijk of deze verschillen het gevolg zijn van: (1) natuurlijke variatie in de samenstelling van de macrofaunagemeenschap tussen jaren, (2) onnauwkeurigheid in de toegepaste bemonsteringsmethodiek, of (3) verschillen in ecologische kwaliteit. Zolang niet meer inzicht in de oorzaak van deze verschillen ontstaat, kunnen geen uitspraken worden gedaan over verschillen in natuurwaarde binnen het gebied op basis van de aangetroffen AS-indicatoren. De verschillen tussen locaties kunnen net zo goed veroorzaakt worden door natuurlijke variatie als gevolg van weersomstandigheden en seizoen, of door het simpele feit dat een soort die wel aanwezig is niet altijd in een monster terecht komt (trefkans). In ieder geval bleek er geen relatie te bestaan tussen de concentraties ammonium en orthofosfaat en het aantal aangetroffen AS-indicatoren op de locaties.

Voor conclusies over de relatie tussen aquatische natuurwaarden en vegetatieontwikkeling verwijzen we naar paragraaf 8.2.3.

8 Synthese, algemene conclusies en aanbevelingen

8.1 Inleiding

Het eerste doel van de evaluatie is om te beoordelen in hoeverre de herstelmaatregelen hebben bijgedragen aan de realisatie van vegetatie- en macrofaunadoelen. In hoofdstuk 4 tot en met 6 van dit rapport stond de interpretatie van abiotische monitoringsgegevens centraal. In hoofdstuk 7 is de ontwikkeling van de macrofauna in het water geëvalueerd. Paragraaf 8.2 laat de verbanden zien tussen deze deelonderzoeken, en bediscussieert de overeenkomsten en verschillen tussen berekende realisatiekansen van natuurdoelen en gekarteerde vegetatietypen. Eerst wordt de vegetatiekartering van Staatsbosbeheer geïnterpreteerd (paragraaf 8.2.1), en worden de realisatiekansen van natuurdoeltypen, die met Natles zijn berekend, vergeleken met de resultaten van de vegetatiekartering (paragraaf 8.2.2). Verschillen tussen patronen van realisatiekansen en vegetatietypen worden geanalyseerd en verklaard vanuit maatregelen, beheer en ontwikkelingen als verdroging en eutrofiëring door depositie. Vervolgens geeft paragraaf 8.2.3 een analyse van de aquatische natuurwaarden in relatie tot gegevens over de chemische waterkwaliteit, de peilen en de maatregelen. Paragraaf 8.2.4 vergelijkt de effecten van vernattingsmaatregelen op het grondwaterregime (hoofdstuk 4) met de realisatiekansen van gewenste natuurdoelen (hoofdstuk 5) en de vegetatiekartering (Van den Boom *et al.*, 2007). Om te beoordelen of verschillen tussen de realisatiekansen van natuurdoelen en de vegetatiekartering kunnen worden verklaard uit waterkwaliteit, gaat paragraaf 8.2.5 in op de samenhang tussen de chemische kwaliteit van het oppervlaktewater en de vegetatie. Paragraaf 8.2.6 geeft de conclusies van de integratie van de deelonderzoeken, en paragraaf 8.2.7 geeft enkele aanbevelingen voor beheer en onderhoud.

Het tweede doel van de evaluatie is om aanbevelingen te geven voor eventuele verbetering van de monitoringprogramma's, inclusief het GGOR-meetnet. Paragraaf 8.3 bediscussieert de bruikbaarheid van de beschikbare gegevens voor het kwantificeren van effecten van maatregelen, en bevat aanbevelingen voor toekomstige monitoring in de Deurnese Peel en Mariapeel.

8.2 Integratie deelonderzoeken

8.2.1 Interpretatie vegetatiekartering Staatsbosbeheer

Door Staatsbosbeheer is een analyse uitgevoerd van de veranderingen in de vegetatie tussen 1995 en 2005. Voor de conclusies daaruit verwijzen we naar de rapportage (Van den Boom *et al.*, 2007). In dit onderzoek is nagegaan of de vegetatietypen die tot de natuurdoelen gerekend worden ook voorkomen in het onderzoeksgebied. Een probleem hierbij was dat de gekarteerde vegetatietypen niet altijd één op één te vertalen zijn naar de voor de natuurdoeltypen gehanteerde vegetatietypen (zie Tabel 6.1). Ook bleek dat de “zuivere” vegetatietypen op associatieniveau slechts weinig

worden aangetroffen, terwijl er wel positieve ontwikkelingen worden gerapporteerd zoals een “spectaculaire toename van open water en verlandingsvegetaties gedomineerd door Waterveenmos” (Van den Boom *et al.*, 2007). Omdat het gebied duidelijk in een overgangsituatie verkeert, kan aangenomen worden dat veel specifieke hoogveenvegetaties zich nog niet ontwikkeld hebben op associatieniveau, maar nog in een successiefase voorafgaand daaraan verkeren. Soms kunnen deze successiefasen benoemd worden op associatieniveau maar het kan ook zijn dat ze aangeduid moeten worden als “rompgemeenschap” of “derivaatgemeenschap”². Daarom is aan de hand van successieschema’s uit SynBioSys (Hennekens *et al.*, 2001) nagegaan welke vervangingsgemeenschappen van de beoordeelde vegetatietypen in de vegetatiekartering van 2005 zijn opgenomen. De successieschema’s staan in Bijlage 12. Bijlage 13 geeft aan hoe de SBB-vegetatietypen zijn toegedeeld aan de natuurdoeltypen en waar het vervangingsgemeenschappen betreft is aangegeven in welke verhouding ze staan tot vegetatietypen uit het natuurdoeltype. De kaarten 11a t/m 11d in Bijlage 11 is geven aan waar vegetatietypen voorkomen die hetzij geheel bij het natuurdoel horen, hetzij als vervangingsgemeenschap hiermee in relatie staan.

NDT 3.2 Hoogveenbos

Kaart 11a geeft de verbreiding aan van vegetatietypen en vervangingsgemeenschappen die gerekend kunnen worden tot het hoogveenbos. Slechts kleine stukjes bos verspreid door het gebied behoren tot dit natuurdoeltype. Deze liggen over het algemeen aan de randen. In het zuidoosten van de Mariapeel en in het zuidwesten van ’t Zinkske komen vegetaties voor die althans gedeeltelijk tot het hoogveenbos gerekend kunnen worden. Bij elkaar vertegenwoordigt dit zo’n 44 ha. Verder komen op 17 ha vervangingsgemeenschappen voor, voornamelijk als gevolg van kappen en plaggen.

In het onderzoeksgebied komen wel bossen voor, maar dat betreft bostypen van veel drogere gronden zoals *Betulo-Quercetum roboris molinietosum* (42A1d, 480 ha) en *Fago-Quercetum pteridietosum* (42A2b, 253 ha). Deze kunnen niet als vervangingsgemeenschappen van hoogveenbos worden beschouwd.

NDT 5.4 Natte hei

Ook van dit natuurdoeltype zijn nauwelijks vegetatietypen aangetroffen die het type goed vertegenwoordigen, bij elkaar 0,3 ha. Wel komen op zeer grote schaal vervangingsgemeenschappen voor die wijzen op verdroging (11i, RG *Molinia caerulea*-[*Oxycocco-Sphagnetum*], 645 ha) en typen van droge hei (20A1, 139 ha). Het bostype *Fago-Quercetum pteridietosum* (42A2b, 253 ha) kan beschouwd worden als een successiestadium na de natte hei, dat kan ontstaan in afwezigheid van heidebeheer.

NDT 5.2 Levend hoogveen

Vegetatietypen die tot het levend hoogveen behoren komen voor op kleine oppervlaktes in het zuidoosten van de Mariapeel en op een stukje in de Liesselse

² Voor een toelichting op de wijze waarop vegetatietypen ingedeeld worden en de betekenis van rompen derivaatgemeenschappen in dit verband verwijzen wij naar de inleiding bij De Vegetatie van Nederland (Schaminée *et al.*, 1995): *De Vegetatie van Nederland; Deel 1. Inleiding tot de plantensociologie - grondslagen, methoden en toepassingen*. Uppsala/Leiden, Opuluspress.

Peel. Voor het overige komen op vrij grote schaal verdroogde vervangingsgemeenschappen voor. Net als bij natte hei is dat voornamelijk 11i (RG *Molinia caerulea*-[*Oxycocco-Sphagnetum*], 645 ha). Eveneens op vrij grote schaal komen vegetaties voor die als een voorstadium in de successie naar Levend Hoogveen gerekend kunnen worden. Dit betreft voor een deel typen van open water waar door verlanding hoogveen kan ontstaan. Op 126 ha is echter ook RG *Sphagnum cuspidatum*-[*Scheuchzerietum*] (10-c) gekarteerd. Dit is een eerste aanzet tot de vorming van hoogveenvegetaties.

NDT 11.2 Zwak gebufferd ven

Dit natuurdoeltype komt alleen voor in een klein vlak in het zuidoosten van de Mariapeel, samen met andere typen, en in een paar kleine vlakjes verspreid door het gebied (kaart 11d). Als vervangingsgemeenschappen komen diverse oppervlakten met (deels) open water voor die zich zouden kunnen gaan ontwikkelen tot dit type.

8.2.2 Realisatie terrestrische natuurdoelen

Hoofdstuk 6 beschrijft waar, gezien de abiotische randvoorwaarden, de natuurdoelen ontwikkeld zouden kunnen worden. In deze paragraaf vergelijken we het vóórkomen van de betreffende vegetatietypen (zie vorige paragraaf) met de realisatiekansen. We bediscussiëren de oorzaken van eventuele verschillen tussen de realisatiekansen van natuurdoelen en het vóórkomen van de bijbehorende vegetatietypen.

NDT 3.2 Hoogveenbos

Uit vergelijking van kaart 11a met 8a en 8b blijkt dat er vrijwel geen relatie is tussen de locaties waar op basis van de abiotiek hoogveenbos voor zou kunnen komen en de locaties waar het ook is aangetroffen. We verklaren dit deels uit verschillen in vegetatiebeheer. Hoogveenbos komt op geschikte plekken door spontane, natuurlijke successie tot stand. Op de geschikte locaties (vooral in het noordwesten van de Deurnese Peel) komen echter korte vegetaties voor.

NDT 5.4 Natte hei

Omdat typen van natte hei in het hele gebied voor kunnen komen (kaart 9c, maar ook 9a en 9b) is het zeer opmerkelijk dat er vrijwel geen zuivere typen van natte hei worden aangetroffen. Oorzaken hiervan zoeken we in verdroging en eutrofiëring door stikstofdepositie. Kaart 11b wijst op een lichte tot sterke verdroging ten opzichte van de standplaatsen voor natte hei. Bij vegetatietype 11i, (RG *Molinia caerulea*-[*Oxycocco-Sphagnetum*]) is wellicht ook sprake van eutrofiëring door stikstofdepositie. In 'De Vegetatie van Nederland' (Schaminée *et al.*, 1995) wordt deze rompgemeenschap in verband gebracht met verdroogde natte hei en afgetakeld hoogveen. Omdat Pijpestrootje erg persistent is kan het zijn dat ze ondanks vernattingsmaatregelen nog lange tijd aanwezig blijft.

Vervangingsgemeenschappen die op sterke verdroging wijzen (20A1, 139 ha) komen veelal voor op droge dekzandgronden waar ze van nature thuishoren. Hier is dus niet

zozeer sprake van verdroging, maar van – natuurlijke - droogte. Dat geldt vooral voor de dekzandrug in het zuiden van de Mariapeel.

NDT 5.2 Levend hoogveen

De patronen van realisatiekansen voor 9A3 (*Carici curtae-Agrostietum caninae*, kaart 9a) komen redelijk goed overeen met locaties waar voorstadia van successie van hoogveen voorkomen (kaart 11c). Ook voor het *Lycopodio-Rhynchosporietum* (11A1, kaart 9b) zijn er overeenkomsten met de patronen van realisatiekansen, vooral bij de voorstadia van successie. Omdat dit echter een type van minerale bodems is wordt het op weinig plekken voorspeld. De “echte” hoogveentypen 10A1 en 10A2 worden alleen in enkele laagtes in het noorden van de Deurnese Peel voorspeld (kaart 10a en 10b). De ontwikkelingen, vooral in de Mariapeel, geven aan dat dit mogelijk een onderschatting is, als gevolg van de onzekerheid in de voorspeling van de GxG. Kaart 10a en 10b geven dus mogelijk een wat conservatief, pessimistisch beeld van de mogelijkheden om hoogveen te ontwikkelen.

NDT 11.2 Zwak gebufferd ven

Het enige vegetatietype uit dit natuurdoeltype waarvoor de realisatiekansen aanwezig zijn is 9A3 (*Carici curtae-Agrostietum caninae*, kaart 9a). In het bijzonder in het noordelijk deel van de Deurnese Peel en in delen van Horster Driehoek komen de patronen op deze kaart goed overeen met de vervangingsgemeenschappen van (deels) open water op kaart 11d.

8.2.3 Realisatie semiterrestrische natuurdoelen

Hoofdstuk 7 beschrijft de aquatische natuurwaarden op basis van gegevens die in 2006 en 2007 door de Stichting Bargerveen zijn verzameld. Deze waarden zijn uitgedrukt in zogeheten AS-indicatoren. In deze paragraaf leggen we verbanden tussen deze AS-indicatoren en gekarteerde vegetatietypen, chemische waterkwaliteit (nutriënten) en peilen. Zoals uit het navolgende zal blijken bieden de resultaten van de analyse van macrofauna geen aanknopingspunten bij de gekarteerde vegetatietypen. Daarom onderschrijven deze resultaten de overeenkomsten tussen realisatiekansen en gekarteerde vegetatietypen, die in paragraaf 8.2.2 werden beschreven, niet.

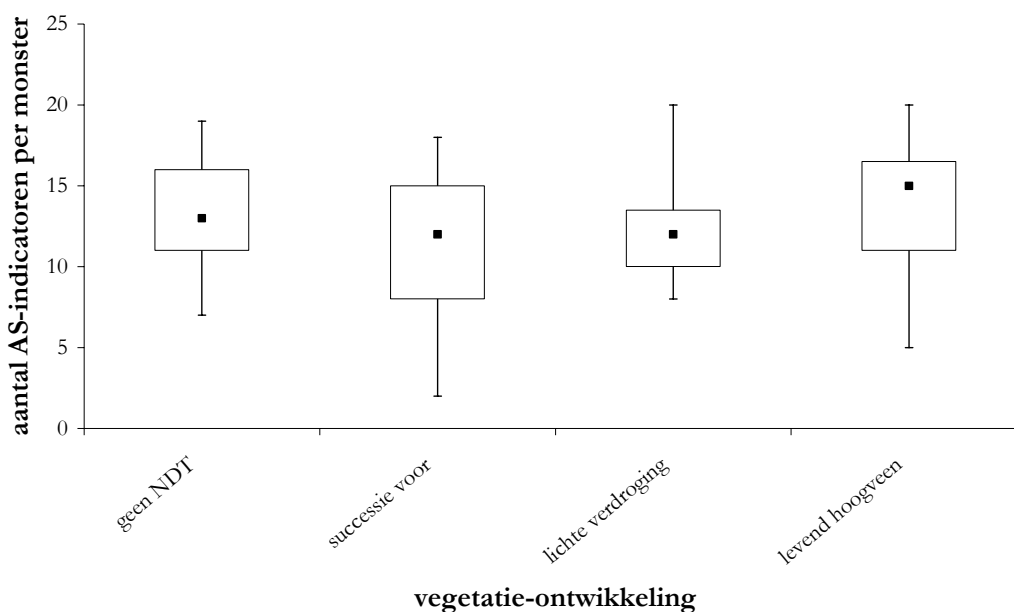
Relatie macrofauna en vegetatietypen

Alleen de natuurdoeltypen ‘levend hoogveen’ en ‘zwak gebufferd ven’ zijn in relatie tot de macrofauna van belang, omdat die ook gedeeltelijk open water omvatten. Kaart 11c en d geven aan op welke locaties deze natuurdoeltypen zich volledig of gedeeltelijk hebben ontwikkeld, op welke locaties zich vervangingsgemeenschappen bevinden en op welke locaties helemaal geen sprake is van ontwikkeling richting het natuurdoeltype. De locaties waar de macrofauna is bemonsterd zijn vervolgens op deze kaart geplot. Hiermee werd het mogelijk het aantal aangetroffen AS-indicatoren en doelsoorten per categorie (natuurdoeltype/vervangingsgemeenschap/geen natuurdoeltype) op de vegetatiekaart te bepalen.

Levend hoogveen - Kaart 12 (Bijlage 11) geeft aan op welke locaties binnen het gebied de verschillende doelsoorten zijn aangetroffen in combinatie met de ontwikkeling van het natuurdoeltype levend hoogveen. De doelsoorten zijn zowel aangetroffen op locaties waar sprake is van (successie richting) levend hoogveen als op locaties waar het natuurdoeltype zich helemaal niet heeft ontwikkeld. Dat er geen relatie blijkt te zijn tussen de ontwikkeling van het hoogveen en de aanwezigheid van doelsoorten is niet opmerkelijk, immers de doelsoorten *Limnephilus luridus* en *Limnephilus elegans* worden ook als doelsoort vermeld bij “gewone” zure poelen en zijn niet specifiek gebonden aan levend hoogveen.

Het aantal aangetroffen AS-indicatoren per monster verschilt niet tussen locaties waar sprake is van levend hoogveen en locaties waar het natuurdoeltype zich helemaal niet heeft ontwikkeld (Figuur 8.1). Ook zijn op de locaties waar sprake is van levend hoogveen niet significant meer indicatoren aangetroffen van AS13-03, AS13-04 en AS13-05 (de echte hoogveentypen). Ook het totaal aantal aangetroffen AS-indicatoren verschilt niet erg veel tussen drie van de vier categorieën van vegetatie (Tabel 8.1). Alleen op de locaties behorend tot de categorie ‘successie voor’ zijn beduidend meer AS-indicatoren aangetroffen. Het gaat in dit geval vooral om indicatoren van AS05-02, AS13-01 en AS13-02. Omdat het aantal monsters per categorie wisselt zijn deze totalen echter lastig te vergelijken.

Van in totaal 41 aangetroffen AS-indicatoren zijn 25 soorten in alle vier de categorieën aangetroffen. Het gaat voor het grootste deel om soorten die staan beschreven als indicator voor AS05-01 en/of AS05-02 (bijlage 10). Dit geeft aan dat er veel overlap bestaat in samenstelling van de macrofaunagemeenschap voor de verschillende categorieën van vegetatie-ontwikkeling. Er zijn in totaal slechts vier AS-indicatoren aangetroffen die uitsluitend bij een AS13-type staan vermeld als indicator (bijlage 10).



Figuur 8.1 Aantal AS-indicatoren aangetroffen per monster voor de verschillende categorieën van vegetatie-ontwikkeling van levend hoogveen. Voor uitleg over de verschillende categorieën wordt verwezen naar hoofdstuk 7. De zwarte blokjes komen overeen met de mediaan, de onder- en bovenkant van de blokken met het 25- en 75-percentiel en de foutbalken met het minimum en maximum.

Tabel 8.1 Overzicht van het aantal aangetroffen AS-indicatoren in gebieden met verschillende categorieën van hoogveenontwikkeling.

AS-type	geen NDT	levend hoogveen	lichte verdroging	successie
				voor
AS05_01	17	18	19	18
AS05_02	18	17	18	23
AS13_01	3	4	5	7
AS13_02	3	4	5	7
AS13_03	4	5	5	5
AS13_04	4	3	4	3
AS13_05	3	3	3	3
aantal bemonsterde locaties	7	11	12	17
totaal aantal AS-indicatoren	30	30	33	38

Zwak gebufferd ven - Voor het natuurdoeltype zwak gebufferd ven geldt dat bijna geen monsters van de macrofauna zijn verzameld op locaties waar sprake is van vegetatie-ontwikkeling richting dit natuurdoeltype. Aangezien de alkaliniteit van het oppervlaktewater op geen van de macrofauna locaties de 0.1 meq/l overschrijdt, is het logisch dat geen sprake is van vegetatie-ontwikkeling richting een zwak gebufferd ven op de macrofaunalocaties. In totaal is één locatie bemonsterd van de categorie 'licht eutroof' (OMARIA24) en twee locaties van de categorie 'overig' (OHORDI30 en OMAROW05). Op deze locaties zijn niet meer AS-indicatoren aangetroffen van AS13-06, AS13-07 en AS13-08 (zeer zwak gebufferde ventypen) dan op andere locaties. Op drie locaties na (OLIESV12, OHORDH10 en OZINVP20) zijn op alle locaties tussen de acht en negen AS-indicatoren of geen AS-indicatoren aangetroffen van AS13-06, AS13-07 of AS13-08.

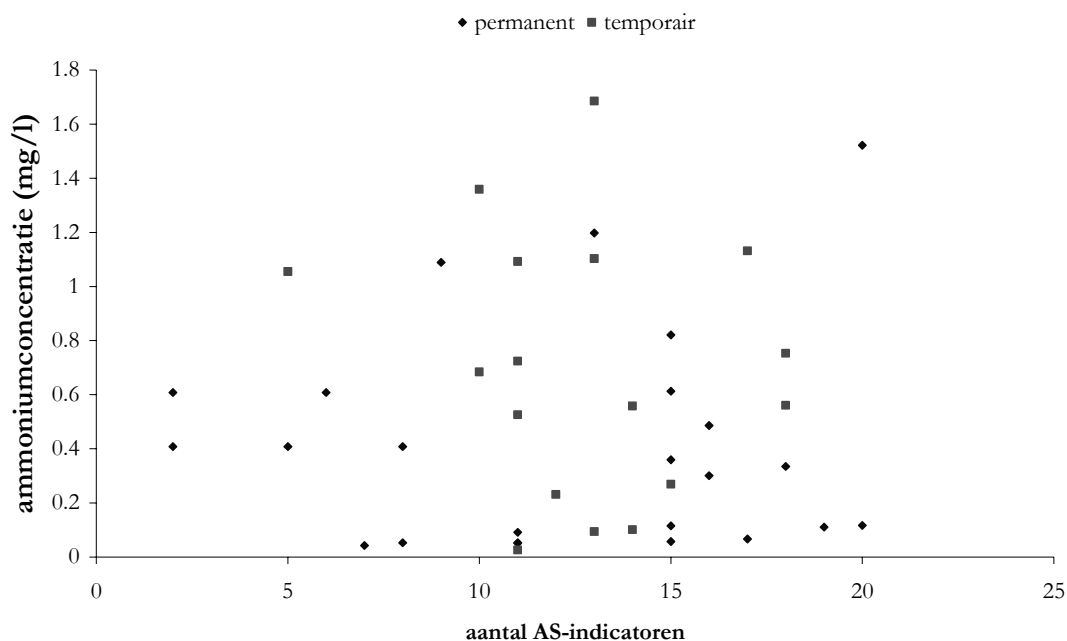
Op de locaties in de Deurnese Peel en de Mariapeel zijn voornamelijk AS-indicatoren aangetroffen van permanente en tijdelijke zure poeltjes (AS05-01 en AS05-02). Dit kan betekenen dat de ontwikkeling van hoogveen op de bemonsterde locaties niet optimaal is. Hierbij moet wel worden opgemerkt dat voor de echte hoogveentypen AS13-03, AS13-04 en AS13-05 slechts tussen de 13 en 16 AS-indicatoren staan beschreven, veel minder dan voor de typen AS05-01 en AS05-02 (31 en 28 indicatoren).

Op locaties waar vegetatietypen aanwezig waren van levend hoogveen zijn niet meer AS-indicatoren aangetroffen dan op de overige locaties. Een groot deel van de AS-indicatoren is dan ook aangetroffen in alle categorieën van hoogveenontwikkeling. Het gaat voor het grootste deel om soorten die staan beschreven als indicator voor AS05-01 en/of AS05-02. De overlap in soortensamenstelling van de macrofaunagemeenschap tussen de verschillende categorieën van vegetatie-ontwikkeling is groot. De vraag is of veel indicatoren die staan vermeld bij de typen AS05-01 en AS05-02 niet ook kunnen worden vermeld bij de AS13-typen, of dat de ontwikkeling van de macrofaunagemeenschap achterblijft bij de vegetatie-ontwikkeling. Het feit dat in totaal slechts vier indicatoren zijn aangetroffen, die uitsluitend bij een AS13-type staan vermeld als indicator, lijkt toch te duiden op het laatste. Om meer inzicht te krijgen in de redenen van het ontbreken van de AS13-indicatoren raden we een vergelijking met buitenlandse referentiegebieden aan. Daarnaast ligt het onderscheid

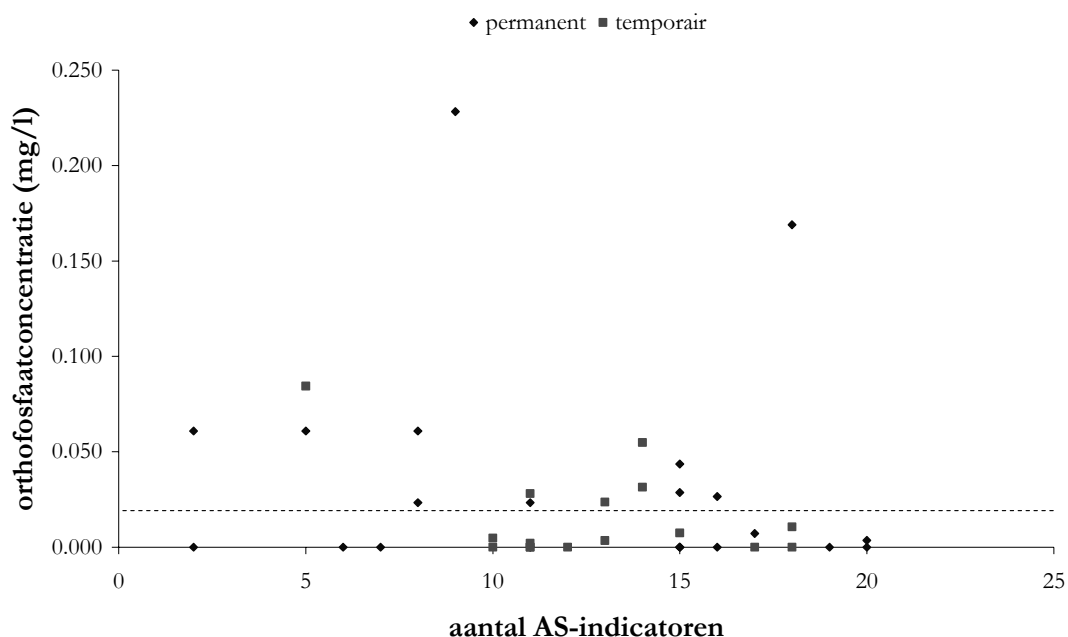
tussen de typen (en de verschillen in ecologische kwaliteit) misschien wel in het meer of minder aanwezig zijn van indicatoren die negatieve omstandigheden indiceren, iets waar het 'Aquatisch Supplement' niet op is gericht.

Relatie tussen AS-indicatoren en nutriënten

De Stichting Bargerveen voerde op exact dezelfde locaties als waar in 2006 en 2007 monsters van de macrofauna zijn genomen, eenmalige metingen uit van een groot aantal fysische en chemische variabelen. Voor orthofosfaat en ammonium relateerden we deze eenmalige metingen aan het aantal gevonden AS-indicatoren (Figuur 8.2 en 8.3). Uit figuur 8.2 blijkt dat op locaties waar de randvoorwaarde voor ammonium wordt overschreden niet meer of minder AS-indicatoren aanwezig zijn dan op locaties waar wel wordt voldaan aan de randvoorwaarde van 0.4 mg/l. Hetzelfde geldt voor orthofosfaat (Figuur 8.3). Ook is er geen duidelijke relatie tussen de concentraties ammonium en orthofosfaat en het aantal aangetroffen AS-indicatoren. Het lijkt hierbij geen verschil te maken of de bemonsterde wateren permanent of temporair van aard zijn (Figuur 8.2 en 8.3).



Figuur 8.2 Ammoniumconcentratie per locatie uitgezet tegen het aantal aangetroffen AS-indicatoren (van de typen AS13-01 t/m AS13-05, AS05-01 en AS05-02). Op alle locaties boven de stippellijn voldoet de ammoniumconcentratie niet aan de randvoorwaarde voor de AS-typen (0.4 mg/l).



Figuur 8.3 Orthofosfaatconcentratie per locatie uitgezet tegen het aantal aangetroffen AS-indicatoren (van de typen AS13-01 t/m AS13-05, AS05-01 en AS05-02). Op alle locaties boven de stippellijn voldoet de orthofosfaatconcentratie niet aan de randvoorwaarde voor de AS-typen (0.017 mg/l).

Relatie tussen AS-indicatoren en peil

In veengebieden als de Deurnese Peel en de Mariapeel is het onmogelijk om op basis van grondwaterpeilen uitspraken te doen over wisselingen in oppervlaktewaterpeilen. Aangezien er geen directe relatie bestaat tussen het grondwaterpeil en de samenstelling van de macrofaunagemeenschap, is gekeken in hoeverre analyses mogelijk waren op basis van oppervlaktewaterpeilen. Op 13 locaties is het oppervlaktewaterpeil ten opzichte van NAP gemeten. Door de hoogteverschillen binnen een hoogveengebied zijn deze oppervlaktewaterpeilen echter niet te relateren aan het waterpeil van individuele wateren. Hiervoor is informatie nodig over de hoogteligging van de bodem van een water en het maaiveld. Omdat deze informatie niet voorhanden was, was het niet mogelijk de verschillen in samenstelling van de macrofaunagemeenschap tussen de locaties te relateren aan de verschillen in peilbeheer binnen het gebied. Daar komt bij dat een groot deel van de locaties die op macrofauna zijn bemonsterd temporair van aard is: 20 van de 42. Hier wordt in ieder geval niet voldaan aan de randvoorwaarden voor de ontwikkeling van het AS-type AS13-04 of AS13-05.

8.2.4 Vernatting en realisatie natuurdoelen

In hoofdstuk 4 bespraken we de analyse van de effecten van ingrepen in de waterhuishouding op de grondwaterstand. In deze paragraaf vergelijken we deze effecten met de realisatiekansen die met Natles zijn berekend (hoofdstuk 6), zodat we kunnen beoordelen of de geconstateerde effecten bijdragen aan de *gewenste* situatie. Ook vergelijken we de effecten van vernattingsmaatregelen op de grondwaterstand

met de resultaten van de vegetatiekartering (Van den Boom *et al.*, 2007), om te beoordelen in hoeverre veranderingen in het grondwaterregime al de vegetatie hebben beïnvloed. De vergelijking voeren we locatiegewijs uit, omdat gezien de steekproefopzet en het aantal peilbuislocaties geen gebiedsdekkende analyses of uitspraken op (deel-)gebiedsniveau mogelijk zijn. Locaties waar geen of slechts zeer kleine veranderingen in het grondwaterregime zijn opgetreden en locaties in landbouwgebieden blijven buiten beschouwing. Voor de ligging van de peilbuizen verwijzen we naar kaart 1 in Bijlage 11.

Verhoging van de grondwaterstand sinds 1996

B52C0531 (Deurnese Peel Noord, nabij Stuk van Minke): de GHG en GVG zijn hier na de ingrepen rond 1996 gestegen met 19 cm, de GLG met 26 cm. De realisatiekansen voor het natuurdoel 3.2 Hoogveenbos, zijn hier voor zowel Type 40A1 als 40A2 (kaart 8a en b) berekend op 50 en 100 %. Rond de peilbuislocatie zijn licht verdroogde natte hei (kaart 11b) en licht verdroogd levend hoogveen (kaart 11c) gekarteerd. De relatief grote stijging van de grondwaterstand strookt met de hoge realisatiekansen voor typen hoogveenbos die met Natles zijn berekend. Ten tijde van de vegetatieopname was de situatie licht verdroogd. Mogelijk is het herstelproces rond deze locatie nog gaande.

B89 (Deurnese Peel Zuid): de GHG is gestegen met 52 cm, de GVG met 49 cm en de GLG met 51 cm. De peilbuis ligt nabij licht verdroogde, natte hei. Er zijn voor deze locatie geen grote realisatiekansen voor natuurdoelen berekend met Natles. Er is dus een groot effect van maatregelen op het grondwaterregime, maar dit effect heeft niet geleid tot hogere realisatiekansen.

AM311, AM312, B52C0282 (Heitrakse Peel, langs de Bospeelweg): de GHG's en GVG's zijn op deze locaties met circa 15 cm gestegen, de GLG's met circa 8 cm. Deze effecten hebben niet geleid tot grotere realisatiekansen voor natuurdoelen. De locaties liggen nabij een klein stukje volledig hoogveenbos (kaart 11a) en licht verdroogde natte hei (kaart 11b). De GxG-kaarten (kaart 5d, 6a en 7a) geven een droger beeld dan de vegetatiekaart. Mogelijk heeft de gerichte locatiekeuze van de peilbuizen langs een weg hier geleid tot een te droog beeld van het gebied.

B52D0579 (Horster Driehoek): de GHG is hier gestegen met 33 cm, de GVG met 39 cm en de GLG met 45 cm. Voor de omgeving van deze peilbuis zijn met Natles realisatiekansen van 50 en 100 % berekend voor het natuurdoel 3.2 Hoogveenbos, Type 40A2 (kaart 8b). Voor het natuurdoel 5.4 Natte heide, Type 9A3 (kaart 9a) werd een realisatiekans van 12 % berekend. Nabij de peilbuis is "deels hoogveenbos" gekarteerd (kaart 11a) en een associatie van volledig open water en een vervangingsgemeenschap voor zwak gebufferd ven (kaart 11d). Het gekwantificeerde effect van vernatting wordt bevestigd door zowel de berekende realisatiekansen als de gekarteerde vegetaties.

B52D0498 (Mariaveen, nabij Kanaalweg): de GHG en GVG zijn gestegen met 18 cm, de GLG met 25 cm. Met Natles zijn voor een kleine oppervlakte in de omgeving van deze peilbuis kansen van 50 en 100 % berekend voor de realisatie van natuurdoel 5.4 Natte heide, Type 11A1 (kaart 9b). In de omgeving is licht tot sterk verdroogde natte heide gekarteerd (kaart 11b) en een licht verdroogd successiestadium voorafgaand aan levend hoogveen. Mogelijk is het herstelproces hier nog gaande.

AM303, AM318, AM332, AM335, AM336: de effecten van vernatting die op deze locaties werden waargenomen worden niet bevestigd door de realisatiekansen die met Natles zijn berekend of door de gekarteerde vegetaties.

Verlaging van de grondwaterstand sinds 1996

B52D0501, B52D0582 (Horster Driehoek, Driehonderd Bunders): hier werden verlagingen van de GHG en de GVG sinds 1996 waargenomen (tot 18 cm). Er is licht verdroogde natte hei en licht verdroogd levend hoogveen gekarteerd (kaart 11b en c). Er zijn geen grote kansen voor realisatie van gewenste natuurdoelen berekend. Mogelijk is hier een proces van verdroging gaande.

AM307 (Deurnese Peel Zuid): de GHG is met 11 cm gedaald, de GVG met 17 cm en de GLG met 22 cm. De vegetatiekaart geeft successie na natte heide aan. Er zijn geen grote kansen voor de realisatie van gewenste natuurdoelen berekend. Mogelijk zet zich hier een proces van verdroging voort.

B52D0500 (Horster Driehoek): in 1996 daalde de GHG met 71 cm, de GVG met 61 cm en de GLG met 44 cm. Voor deze locatie zijn geen grote realisatiekansen voor gewenste natuurdoelen berekend, en er zijn geen natte vegetatietypen gekarteerd.

8.2.5 Chemische waterkwaliteit en vegetatie

Mogelijk kunnen verschillen tussen berekende realisatiekansen van natuurdoelen en aangetroffen vegetaties, die niet kunnen worden verklaard uit het grondwaterregime, wel worden verklaard uit de waterkwaliteit.

Om vegetatiesamenstelling en waterkwaliteit goed met elkaar te kunnen vergelijken zijn kwaliteitsgegevens van het bodemvocht in de wortelzone of van het bovenste grondwater het meest geschikt. Hier zijn echter alleen gegevens van het oppervlaktewater beschikbaar. Daarom moeten we er rekening mee houden dat het oppervlaktewater door drainage van dieper grondwater, aanvoer van elders en biochemische processen een andere samenstelling heeft dan het water dat door de vegetatie wordt opgenomen.

In tabel 8.2 staan gemiddelde concentraties en kwaliteitsparameters van de meetplekken die zich in een vegetatie-eenheid van kaart 11a t/m d in Bijlage 11 bevinden. De verschillen in concentraties totaal-P en totaal-N tussen de verschillende vegetatietypen zijn dusdanig klein dat een relatie met vegetatietype niet waarschijnlijk is.

Wel lijkt er een verband te zijn tussen de samenstelling van de vegetatie en het aandeel lithoclien water. Waar lithoclien water ontbreekt komen vegetatietypen met droge en natte heide voor. Op twee van de vier plekken met een groot aandeel lithoclien water komt berken-eikenbos voor. Bij de derde meetplek, OMARIA30, komen vegetatietypen voor die bij matig voedselrijke tot voedselrijke omstandigheden voorkomen. De hoeveelheid nutriënten is hier echter klein. Bij de vierde plek met een substantieel aandeel lithoclien water (OMARIA80), komt een associatie van Waterpeper en Tandgras voor.

Tabel 8.2 *Vergelijking vegetatietypen met de samenstelling van het oppervlaktewater*

Index veg	MP veg	vegetatie *)	MP water	n	EC mS/m	pH	K	Na	Ca	Mg	Cl	SO4	HCO3	P tot	N tot	ionen- ratio %	aan- deel (%) ATM BEINV LI-D		
MP0517	46988	01A2+08-d	OMARIA30	15	gem. 25.7 st.dev. 15.8	6.8 0.9	6.0 5.4	16.4 11.5	33.3 17.6	4.7 2.2	25.9 18.3	36.5 17.0	61.8 65.4	0.4 0.4	3.2 1.7	70.5 5.6	61 37	9 6	30 29
MP0836	46979	05C2	OMAREE10	42	gem. 8.3 st.dev. 2.9	4.7 0.7	3.2 1.6	4.9 1.6	2.3 0.9	1.1 0.5	9.5 4.2	21.1 9.4	5.0 0.0	0.9 0.8	6.0 4.2	30.7 10.6	92 6	7 6	0 1
MP0917	46778	09-k	OMARDE10	31	gem. 14.9 st.dev. 6.3	3.7 0.1	2.0 0.7	5.9 2.6	5.2 3.6	1.5 0.9	13.3 5.7	35.0 21.8	5.0 -	0.2 0.2	5.0 2.4	37.6 11.8	93 6	5 5	2 3
MP0433	47210	09-k+10-c	OMARLB10	6	gem. 7.8 st.dev. 0.6	5.5 0.6	1.1 0.4	6.1 0.7	5.0 1.0	1.5 0.2	8.3 2.1	20.0 5.3	5.0 -	0.1 0.0	1.5 0.5	51.6 7.3	89 2	7 3	4 2
MP0981	46979	10-c	OMARTE10	8	gem. 7.0 st.dev. 1.8	4.6 1.1	2.9 1.3	4.0 1.1	1.9 0.9	1.0 0.4	8.8 3.6	19.5 6.8	5.0 -	0.4 0.5	3.8 1.8	28.1 12.7	96 4	3 4	1 2
MP0656	46979	11-i+10-c	OMARPE03	8	gem. 5.3 st.dev. 1.1	4.5 0.9	1.5 1.0	2.6 0.9	2.3 0.8	0.7 0.3	5.3 0.7	17.0 5.2	5.0 -	0.3 0.2	3.6 2.1	42.9 9.4	95 4	4 2	1 2
MP0937	46690	11B1b+20A1d	OMARVP10	4	gem. 11.2 st.dev. 9.3	5.5 1.2	6.2 6.6	7.5 8.4	7.2 6.6	2.4 2.0	11.0 11.3	27.3 15.6	5.0 -	0.1 -	2.2 1.2	54.6 6.0	88 13	10 6	3 3
MP0754	46809	11B1b	OVEENP01	31	gem. 8.9 st.dev. 1.6	4.2 0.5	1.8 1.7	6.0 1.4	3.4 2.2	1.6 0.6	8.7 2.7	24.9 8.8	5.0 0.2	0.3 0.8	6.9 10.8	39.7 13.2	95 3	5 3	1 2
MP0256	47196	16-l	OGRVE100	2	gem. 23.7 st.dev. 1.0	6.7 0.1	11.0 1.4	17.0 -	20.0 -	3.9 0.2	25.0 -	40.0 7.1	16.5 16.3	0.4 0.1	5.1 0.4	58.6 -	90 7	7 2	3 4
MP0767	46894	20A1e	OMARTP01	1	gem. 13.7 st.dev.	3.9	2.8	7.4	3.7	2.2	13.0	37.0	5.0	0.1	8.2	33.5	95	5	0
MP0566	47210	42A1d	OMARIA90	9	gem. 11.5 st.dev. 4.4	4.5 0.6	2.8 1.6	7.2 3.6	7.5 7.3	2.4 1.1	14.6 7.0	31.7 8.9	8.8 11.3	0.3 0.4	3.8 1.4	42.2 16.2	92 8	6 4	3 7
MP0110	47210	42A1d	OHORDH01	31	gem. 13.7 st.dev. 6.8	5.5 0.7	5.1 2.3	11.5 6.2	10.0 4.9	2.7 1.3	19.7 12.8	27.5 12.3	8.0 8.6	0.3 0.2	3.8 2.6	49.7 9.6	84 11	13 8	3 3
MP0194	47210	42A1d	OHORDH02	17	gem. 19.2 st.dev. 11.0	6.1 0.5	4.7 2.0	14.8 7.8	22.0 11.2	3.9 1.6	24.2 13.1	26.9 12.5	36.1 34.7	0.3 0.1	3.1 1.2	61.2 8.0	73 26	9 6	18 20
MP0237	47210	42A1d	OMARIA10	26	gem. 18.8 st.dev. 15.0	6.3 0.7	3.0 2.0	13.1 11.0	21.0 19.2	3.4 2.2	22.0 20.7	27.6 13.8	37.9 55.1	0.1 0.1	2.1 0.9	63.4 6.6	71 31	10 8	19 23
MP0455	47114	50A	OHORDH10	10	gem. 5.5 st.dev. 5.5	4.8 2.6	3.0 1.2	3.1 4.1	3.0 7.2	0.9 1.0	5.2 6.7	17.1 8.5	5.0 18.2	0.2 0.1	3.3 1.1	49.2 23.7	94 35	5 3	1 9
MP0280	47210	50A+29A1	OMARIA80	3	gem. 33.7 st.dev. 23.7	6.7 0.5	4.9 4.5	25.2 19.7	36.0 25.7	5.6 3.7	35.7 30.9	30.0 19.1	86.7 73.7	0.2 0.1	2.2 1.3	65.1 5.3	35 48	18 8	47 36

*)

01A2	Lemno-Spirodeletum polyrhizae	
08-d	RG Typha latifolia-[Phragmitetea]	Rompgemeenschap met Grote lisdodde van de Riet-klasse
05C2	Utricularietum vulgaris	Associatie van Groot blaasjeskruid
09-k	RG Juncus effusus-[Parvocaricetea]	
10-c	RG Sphagnum cuspidatum-[Scheuchzerietea]	Rompgemeenschap met Waterveenmos van de Klasse der hoogveenslenken
11B1b	Erico-Sphagnetum magellanici rhynchosporetosum	
20A1d	Genisto angelicae-Callunetum danthonietosum	Associatie van Struikhei en Stekelbrem (subassociatie met Tandjesgras)
16-l	RG Holcus lanatus - Festuca pratensis - Lolium perenne-[Molinio-Arrhenatheretea]	
20A1e	Genisto angelicae-Callunetum inops	Associatie van Struikhei en Stekelbrem (typische subassociatie)
42A1d	Betulo-Quercetum roboris molinietosum	Berken-Eikenbos (subassociatie met Pijpestrootje)
50A	Type van Open water	
29A1	Polygono-Bidentetum	Associatie van Waterpeper en Tandzaad

8.2.6 Conclusies integratie deelonderzoeken

De analyse in paragraaf 8.2.1 tot en met 8.2.5 leidt tot de volgende conclusies:

1. Vegetatiebeheer is er de oorzaak van dat hoogveenbos niet voorkomt op locaties waar het gezien de abiotiek wel door spontane, natuurlijke successie tot stand kan komen. Op deze locaties komen nu korte vegetaties voor.
2. Verdroging en eutrofiëring door stikstofdepositie veroorzaken dat zuivere natte heide vrijwel nergens voorkomt, terwijl het gezien de abiotiek zich vrijwel overal zou kunnen ontwikkelen.
3. De vegetatiekartering bevestigt over het algemeen de berekende realisatiekansen voor levend hoogveen. Vooral voor de Mariapeel lijken de kansen echter te worden onderschat, waarschijnlijk als gevolg van onnauwkeurigheid in de geïnterpoleerde GxG's; waarschijnlijk zijn de voorspellingen systematisch te diep.
4. De resultaten van de analyse van de macrofauna onderschrijven de overeenkomsten tussen de realisatiekansen van natuurdoelen en de gekarteerde vegetatietypen niet. De resultaten sluiten niet aan bij de gekarteerde vegetatietypen.
5. Er kon op basis van de beschikbare gegevens geen relatie worden vastgesteld tussen de aquatische waarde, uitgedrukt in aantal AS-indicatoren, en gehalten

- orthofosfaat en ammonium. Hierbij maakt het geen verschil of het water permanent of temporair is.
6. Omdat oppervlaktewaterpeilen niet te relateren waren aan waterdieptes van individuele wateren was het niet mogelijk verschillen in samenstelling van macrofauna in verband te brengen met verschillen in peilbeheer.
 7. Doelsoorten van macrofauna, die specifiek zijn voor levend hoogveen, worden aangetroffen op locaties waar sprake is van levend hoogveen, en op locaties waar dit natuurdoeltype zich niet heeft ontwikkeld.
 8. Voor drie locaties waar een effect van vernattingsmaatregelen op de grondwaterstand is vastgesteld zijn ook hoge realisatiekansen van gewenste natuurdoelen berekend. Voor deze locaties kan worden geconcludeerd dat de maatregelen het gewenste effect hebben gehad (B52C0531, B52D0579, B52D0498, zie Bijlage 11 kaart 1).
 9. Bij vier locaties waar de grondwaterstand na 1996 daalde, blijken de realisatiekansen voor de gewenste natuurdoelen klein te zijn. Bij deze locaties is nog sprake van verdroging (B52D0501, B52D0582, AM307, B52D0500, Bijlage 11 kaart 1).
 10. De verschillen in concentraties totaal-P en totaal-N tussen de verschillende vegetatietypen zijn klein. Een relatie met vegetatietype is niet waarschijnlijk.
 11. De samenstelling van de vegetatie hangt mogelijk samen met het aandeel lithoclien water. Waar lithoclien water ontbreekt komen vegetatietypen met droge en natte heide voor. Op twee van de vier plekken met een groot aandeel lithoclien water komt eiken-berkenbos voor. Bij de derde meetplek komen vegetatietypen voor die bij matig voedselrijke tot voedselrijke omstandigheden horen. De hoeveelheid nutriënten is hier echter klein. Bij de vierde plek met een substantieel aandeel lithoclien water komt een associatie van Waterpeper en Tandgras voor.

Samenvattend concluderen we dat de resultaten van de vegetatiemonitoring (Van den Boom *et al.*, 2007) een positiever beeld van de effecten van herstelmaatregelen geven dan de resultaten van monitoring van grondwaterstand, chemische waterkwaliteit en macrofauna. Van den Boom *et al.* (2007) concluderen namelijk dat de grootschalige inrichtingsmaatregelen van medio jaren '90 in de voorbije jaren al sterke veranderingen in de vegetatie hebben veroorzaakt. De oorzaak van het verschil met de resultaten van dit onderzoek moet worden gezocht in de opzet van het monitoringplan. In paragraaf 8.3 gaan wij in op mogelijkheden om het monitoringplan te verbeteren.

8.2.7 Aanbevelingen voor beheer en onderhoud

Dat zuivere vegetatietypen van natte heide nog vrijwel ontbreken komt waarschijnlijk door verdroging en door eutrofiëring als gevolg van stikstofdepositie. Omdat Pijpestrootje nogal persistent is, blijven de effecten van verdroging en eutrofiëring nog lange tijd in de vegetatie zichtbaar, ondanks de vernattingsmaatregelen. Een vegetatiebeheer dat is gericht op het herstel van de natte heide kan hier verbetering in brengen.

Er zijn plaatsen waar de omstandigheden goed zijn voor hoogveenbos, maar daar komen alleen korte vegetaties voor. Met een ander vegetatiebeheer kan op deze plekken hoogveenbos ontstaan.

8.3 Opzet monitoring

8.3.1 Algemeen

Uit de conclusies van de deelonderzoeken (paragraaf 4.4, 5.4, 6.4 en 7.4) blijkt dat op basis van de verzamelde gegevens niet alle vragen over effecten van herstelmaatregelen en realisatie van natuurdoelen konden worden beantwoord. Dit is een vrij algemeen beeld bij langjarige monitoringprogramma's. De monitoring in de Deurnese en Mariapeel wijkt niet van dit algemene beeld af, wat niet wegneemt dat het mogelijk is om de opzet van de monitoring te verbeteren.

Gegevensverzameling sluit vaak niet goed aan op gegevensverwerking en informatiebehoefte. Dit komt omdat bij het ontwerp van het monitoringnetwerk de gewenste informatie niet als startpunt is genomen, en omdat gegevensverzameling niet goed is afgestemd op de methode van gegevensverwerking. Daarnaast kunnen allerlei organisatorische en praktische omstandigheden tijdens de monitoringperiode ertoe leiden dat tijdreeksen bijvoorbeeld te vroeg eindigen, grote gaten hebben en meetfouten bevatten.

Paragraaf 8.3.2 vat de conclusies over de opzet van monitoring uit de deelonderzoeken samen, en paragraaf 8.3.3 geeft aanbevelingen voor de opzet van toekomstige monitoring.

8.3.2 Conclusies opzet monitoring

Grondwaterstanden

Zoals uit hoofdstuk 4 blijkt vielen veel tijdreeksen af bij de analyse van het effect van ingrepen: van de oorspronkelijke 382 tijdreeksen (279 locaties) van de grondwaterstand bleken er uiteindelijk 64 (52 locaties) bruikbaar te zijn.

De geconstateerde effecten kunnen niet zonder meer worden vertaald naar oppervlaktepercentages. Wanneer de locaties waren geselecteerd volgens een kanssteekproef zou dit wel mogelijk zijn geweest (De Gruijter *et al.*, 2006). Met behulp van een model van ruimtelijke samenhang kunnen wel oppervlaktepercentages worden geschat (semivariogram, zie paragraaf 6.2.7). Webster en Oliver (1992) adviseren echter om de parameters van een dergelijk model te schatten op basis van 100-150 waarnemingen. Het aantal van 52 in dit onderzoek is voor dit doel dus aan de lage kant.

Chemische kwaliteit oppervlaktewater

Op grond van het aantal en de ligging van de meetpunten is het niet mogelijk om een verspreidingskaart met watertypen samenstellen.

Macrofauna en diatomeeën

Monitoring in de Deurnese Peel en de Mariapeel blijkt niet te zijn toegespitst op het constateren van de effecten van de uitgevoerde herstelmaatregelen. Hierdoor kunnen geen conclusies worden getrokken ten aanzien van de effecten van herstelmaatregelen. Om in de toekomst dit wel mogelijk te maken moet monitoring worden toegespitst op het kwantificeren van trends, waarbij minstens jaarlijks een monster wordt genomen op dezelfde locatie en waarbij tevens monitoring dient plaats te vinden vóórdat de herstelmaatregelen zijn uitgevoerd. Door ieder jaar andere locaties te bemonsteren wordt namelijk nooit duidelijk of eventuele verschillen tussen jaren te wijten zijn aan verschillen tussen locaties of aan de effecten van herstelmaatregelen.

Standplaatsconditie en terrestrisch natuurdoel

Het aantal peilbuislocaties van 54 is aan de lage kant voor nauwkeurige interpolatie van de GxG's (Webster en Oliver, 1992). Uit vergelijking met de vegetatiekaart blijkt dat de GxG-kaarten mogelijk een te droog beeld geven van het gebied. Oorzaken zijn onder meer:

- beperkt aantal en ongelijkmatige verdeling van de meetpunten (peilbuizen);
- stagnatie van water op het veen, wat in de peilbuizen niet goed gemeten kan worden wanneer filters in het onderliggende zandpakket staan;
- oververtegenwoordiging van relatief droge locaties in het meetnet (*preferential sample*), bijvoorbeeld omdat buizen op goed bereikbare locaties zijn geplaatst.

8.3.3 Aanbevelingen voor toekomstige monitoring

Algemeen

Stel het monitoringplan bij volgens het ontwerpprincipe 'Begin aan het eind, en redeneer dan terug' (De Gruijter *et al.*, 2006). Dit garandeert dat de gegevensverzameling is afgestemd op de gewenste informatie. Cruciaal is dat eerst nauwkeurig wordt beschreven

- voor welk gebied en welke periode informatie vereist is;
- wat de variabelen zijn waarover informatie vereist is (concentraties van stoffen, grond- en oppervlaktewaterstanden, etc.);
- welke parameters moeten worden geschat (gemiddelden, totalen, etc.);
- wat de doelgrootheden zijn (combinatie van het voorgaande: bijvoorbeeld de gemiddelde concentratie in een bepaald gebied over een bepaalde periode);
- wat voor type informatie gewenst is (schattingen voor (deel)gebieden, of voorspellingen voor locaties, een classificatie, een toets aan een norm, etc.);
- welke randvoorwaarden er zijn t.a.v. nauwkeurigheid en kosten;
- welke praktische randvoorwaarden er zijn (bereikbaarheid, laboratoriumcapaciteit etc.);
- welke hulp- en voorinformatie er beschikbaar is.

Grondwaterstanden

Voor toekomstige monitoring stellen wij de volgende praktische aanbevelingen voor:

- Richt de monitoring op vergelijking van de huidige met de gewenste situatie. Geen trend- en effectmonitoring dus maar zogeheten *compliance*-monitoring:

voldoet de toestand aan een bepaalde norm, in dit geval een nauwkeurig gedefinieerde gewenste situatie? Dit heeft als eerste voordeel dat er geen eisen worden gesteld aan de gegevens van vóór de ingreep, en als tweede voordeel dat meteen duidelijk is of de doelen zijn bereikt.

- Kwantificeer de onzekerheid over de actuele status.
- Vertaal deze onzekerheid naar de kans dat de gewenste situatie is bereikt. Dit kan bijvoorbeeld door overschrijdingskansen van kritische niveaus uit te rekenen, zie de uitleg hieronder.
- Op basis van deze kansen kunnen beslissingen worden genomen over extra ingrepen in de waterhuishouding, en over vervolgonderzoek.

De uitleg bij dit laatste punt is als volgt. Als de kans dat de gewenste situatie is bereikt groot is, bijvoorbeeld groter dan 90 %, dan is er weinig reden om extra maatregelen te treffen. Is deze kans klein, bijvoorbeeld kleiner dan 10 %, dan is er juist wel reden om maatregelen te treffen. Ligt de kans rond de 50 %, dan wil dat zeggen dat niet duidelijk is of de gewenste situatie is bereikt. We zijn in dit geval dus erg onzeker over de werkelijke situatie, bijvoorbeeld omdat er te weinig gegevens van goede kwaliteit beschikbaar zijn. Er moet dan eerst aanvullend onderzoek worden gedaan alvorens er een beslissing kan worden genomen over het al of niet treffen van maatregelen. De methode die gevolgd is bij de kartering van de GxG (hoofdstuk 6) kan als vertrekpunt dienen voor toekomstige monitoring, gericht op vergelijking van AGOR met GGOR uitgedrukt in kansen dat doelen zijn bereikt.

Ter illustratie berekenden wij de kansen dat de GLG ondieper is dan 40 cm, door de informatie van kaart 7a en 7b te combineren. Een GLG die ondieper is dan 40 cm is gewenst voor de ontwikkeling van het natuurdoeltype Levend Hoogveen, Type 11B1: *Erico-Sphagnetum magellanicum*. Kaart 7c in bijlage 11 geeft het ruimtelijke patroon van de berekende kansen weer.

In grote delen van het gebied is de kans kleiner dan 10 % dat de GLG ondieper is dan 40 cm. Dit zou inhouden dat hier extra maatregelen nodig zijn om het natuurdoeltype Levend Hoogveen te realiseren.

Er moet hier echter een belangrijke kanttekening worden geplaatst: de systematische fout (*bias*) in de GLG-voorspellingen is niet verdisconteerd, want de omvang hiervan is niet bekend, en kan op basis van de beschikbare gegevens ook niet bekend zijn. Uitsluitend toevallige of *random* fouten zijn verdisconteerd bij de berekening van de overschrijdingskansen. Zoals gezegd zijn er wel aanwijzingen voor een systematische fout in de GxG-kaarten. Het ziet ernaar uit dat ze een te droog beeld geven, omdat de buizen op relatief droge plekken staan (*preferential sample*) of omdat de filters niet in het veenpakket maar in het onderliggende zandpakket zijn geplaatst.

Met een aanvullende validatiesteekproef zou de systematische fout kunnen worden gekwantificeerd en een vollediger beeld van de onzekerheid kunnen ontstaan (Knotters en Bierkens, 2002). Gezien de grote standaardafwijkingen van de voorspelfouten (kaart 7b) is het echter beter om de GxG nauwkeuriger in kaart te brengen, waarbij meteen eventuele systematische fouten moeten worden opgeheven. Wij bevelen daarom het volgende aan:

- Onderzoek voor elke buis wat de filterdiepte is ten opzichte van het veenpakket. Dit kan de interpretatie van de metingen verbeteren, zodat duidelijk is of de freatische grondwaterstand in het veen gemeten is of de stijghoogte in het

- onderliggende pakket. Hiervoor zou bij de peilbuizen door een velbodemkundige een profielbeschrijving gemaakt moeten worden.
- Verdicht het meetnet door “gerichte metingen” in boorgaten. Hierdoor kan de onzekerheid worden gereduceerd in de gebieden tussen de peilbuizen. Door deze metingen ook in de directe nabijheid van de peilbuizen uit te voeren kunnen de standen in de buizen vergeleken worden met de standen in de boorgaten.
 - Vergroot het aantal peilbuislocaties waar de GxG kan worden berekend van 54 naar 100 tot 150, om het model van ruimtelijke structuur nauwkeurig te kunnen schatten.
 - Gebruik een gedetailleerde bodemkaart (schaal 1 : 10 000 of groter) die ook de actuele veendikte beter in kaart brengt, zodat de GxG in relatie tot de veendikte beter voorspeld kan worden.

Als de aanbevelingen over het meetnet, die hiervoor zijn gegeven, worden uitgevoerd zal de onzekerheid over de voorspelling van de GxG's afnemen.

Chemische kwaliteit oppervlaktewater

Voor een gebiedsdekkende kaart van de verspreiding van watertypen biedt een combinatie van humusprofielonderzoek en een gerichte bemonstering van ondiep grondwater goede mogelijkheden.

Alleen als wordt ingegrepen in de waterhuishouding en de effecten daarvan bij de meetpunten duidelijk merkbaar zijn, hebben vervolgmetingen van de chemische waterkwaliteit toegevoegde waarde. Voor meetpunten waar de waterkwaliteit door inlaatwater beïnvloed wordt, of kan worden, is het wel zinvol om de ontwikkelingen te volgen. Om op termijn veranderingen aan te kunnen tonen is het beter om (weinig) op vaste tijdstippen te bemonsteren, in plaats van (veel) op onregelmatige tijdstippen. Voor verspreide meetpunten in het hoogveengebied waar geen veranderingen te verwachten zijn, kan worden volstaan met een routinematige bemonstering, bijvoorbeeld bij de aanvang van het groeiseizoen.

Macrofauna en diatomeeën

Om geld te besparen zou men er voor kunnen kiezen om de monitoring pas enkele jaren na de herstelmaatregelen te starten, omdat het enkele jaren kan duren voordat effecten van herstelmaatregelen optreden. Hierbij gaat wel informatie verloren over de snelheid waarmee veranderingen optreden. Door ieder jaar in hetzelfde seizoen te bemonsteren en/of meerder malen per jaar te bemonsteren kunnen vergelijkingen tussen jaren beter worden uitgevoerd. Door gegevens van meerder bemonsteringen per jaar te combineren zal de trefkans van soorten ook een minder groot probleem spelen bij de analyse van de data. De uiteindelijke monitoringsinspanning hangt af van het doel en de betrouwbaarheid waarmee men uitspraken wil doen.

Literatuur

- Arts, G.H.P., 2000. *Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren. Deel 13, Vennen. Achtergronddocument bij het 'Handboek Natuurdoeltypen in Nederland'*. Rapport AS-13, EC-LNV. Wageningen, Alterra.
- Asmuth, J.R. von, M.F.P. Bierkens & C. Maas, 2002. Transfer function-noise modeling in continuous time using predefined impulse response functions. *Water Resources Research* **38**(12): 23.1-23.12.
- Asmuth, J.R. von & M. Knotters, 2004. Characterising groundwater dynamics based on a system identification approach. *Journal of Hydrology* **296**: 118-134.
- Asmuth, J.R. von & M. Knotters, in voorbereiding. Modelling threshold non-linear groundwater regimes using predefined impulse response functions in continuous time.
- Boom, B.W.A.F.H. v. d., Ph. Bossenbroek & J. Holtland, 2007. 10 jaar hoogveenregeneratie in de Peel. *De Levende Natuur* **108**(4): 155-161.
- Box, G.E.P. & G.M. Jenkins, 1976. *Time series analysis: forecasting and control*. San Francisco, Holden-Day, 575 pp.
- Braak, C.J.F. ter, 1987. *CANOCO – A FORTRAN program for canonical community ordination by [partial] [detrended] [canonical] correspondence analysis, principal component analysis and redundancy analysis (version 2.1)*. Wageningen, TNO Institute of Applied Computer Science, 95 pp.
- Braak, C.J.F. ter & P. Šmilauer, 1998. *CANOCO Reference Manual and User's Guide to Canoco for Windows: Software for Canonical Community Ordination (version 4)*. Ithaca, NY, USA, Microcomputer Power, 352 pp.
- Buro Hemmen, 2003. *Tussenevaluatie Deurnese Peel - Mariapeel 2002*.
- Cruysberg, W. P., P. M. Zegers, et al., 2006. *Interne kwaliteitsbeoordeling op terreincondities en doelcomponenten; 6. Eindrapport; Regio 8 Limburg - Oost-Brabant; Object(en): Mariapeel-Deurnsche Peel. Objectcode: 9810*. Staatsbosbeheer. Interne Kwaliteitsbeoordeling.
- Delft, S.P.J. van, 2004. *Validatie Natuurgericht Landevaluatiesysteem NATLES; Toetsing van de voorspelling van ecotooptypen aan veldgegevens in proefgebied Beerze-Reusel*. Wageningen, Alterra-rapport 947.
- Delft, S. P. J. van, J. Runhaar, T. Hoogland & P.C. Jansen, 2002. *Verdrogingskartering in natuurgebieden: Proefkartering Strijper Aa*. Wageningen, Alterra-rapport 566-1

- Deutsch, C. V. & A. G. Journel, 1998. *GSLIB, Geostatistical Software Library and User's Guide*. New York, Oxford University Press.
- Finke, P.A., M.F.P. Bierkens, D.J. Brus, J.W.J. van der Gaast, T. Hoogland, M. Knotters & F. de Vries, 2002. *Klimaatrepresentatieve grondwaterdynamiek in Waterschap De Dommel*. Wageningen, Alterra-rapport 381.
- Gruijter, J.J. de, D.J. Brus, M.F.P. Bierkens & M. Knotters, 2006. *Sampling for natural resource monitoring*. Berlijn, Springer, 332 pp.
- Hennekens, S.M., Schaminée, J.H.J. & A.H.F. Stortelder, 2001. *SynBioSys, een biologisch kennisstelsel ten behoeve van natuurbeheer, natuurbeleid en natuurontwikkeling*. Alterra, Wageningen.
- Hipel, K.W. & A.I. McLeod, 1994. *Time series modelling of water resources and environmental systems*. Amsterdam, Elsevier, 1013 pp.
- Isaaks, E. H. & R. H. Srivastava, 1989. *An introduction to Applied Geostatistics*. New York, Oxford University Press.
- Jaarsma, N.G. & P.F.M. Verdonschot, 2000. *Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren. Deel 5, Poelen. Achtergronddocument bij het 'Handboek Natuurdoeltypen in Nederland'*. Rapport AS-5, EC-LNV. Wageningen, Alterra.
- Jansen, P.C. & R.H. Kemmers, 1995. *Evaluatie van de ecohydrologische systeembeschrijving van de Gelderse Poort*. Wageningen, DLO-Staring Centrum, SC-DLO rapport 397.
- Knotters, M. & J.G. de Gooijer, 1999. TARSO modeling of water table depths. *Water Resources Research* **35**: 695-705.
- Knotters, M. & M.F.P. Bierkens, 2002. Accuracy of spatio-temporal RARX model predictions of water table depths. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment* **16**: 112-126.
- Knotters, M., D. J. Brus & A.H. Heidema, 2007. *Heavy metal concentrations in the top soils of 'Achterhoek-Kreis Borken'*. Wageningen, Alterra-rapport 1455.
- Knotters, M. & P.C. Jansen, 2004. *Drempel-nietlineariteit in ondiepe grondwaterregimes. Modelleren van hoogfrequente reeksen met TARSO, DR, KALMAX, KALTFN, SSD en SWAP*. Wageningen, Alterra-rapport 981.
- Kortooms, T., 1959. *Mijn kinderen eten turf*. Utrecht, Westers.
- Oranjewoud, 1993. *Ecohydrologisch onderzoek Mariapeel - Deurnese Peel. Hoofdrapport, deelrapport Ecologische deelgebieden, deelrapport Modelleren en Tekeningen*. Oosterhout, Oranjewoud. In opdracht van Prov. Limburg, Prov. Noord-Brabant en Directie Natuur, Bos, Landschap en Fauna (projectnr. 7176-47021).

Oude Voshaar, J.H., 1994. *Statistiek voor onderzoekers. Met voorbeelden uit de landbouw- en milieuwetenschappen*. Wageningen, Wageningen Pers.

Payne, R.W. (Ed.), 2000. *The Guide to Genstat*. Rothamsted, Lawes Agricultural Trust.

Runhaar, J., H. Kuijpers, H.L. Boogaard, E.P.A.G. Schouwenberg & P.C. Jansen, 2003. *Natuurgericht Landevaluatiesysteem (NATLES) versie 2*. Wageningen, Alterra-rapport 550.

Schaminée, J. H. J., A. H. F. Stortelder & J.J. Barkman, 1995. *De Vegetatie van Nederland; Deel 1. Inleiding tot de plantensociologie - grondslagen, methoden en toepassingen*. Uppsala/Leiden, Opuluspress.

Schaminée, J. H. J., E. Weeda & G.H.P. Arts, 1995. *De Vegetatie van Nederland; Deel 2. Plantengemeenschappen van wateren, moerassen en natte heiden*. Uppsala/Leiden, Opuluspress.

Stichting voor Bodemkartering, 1968. *Bodemkaart van Nederland Schaal 1 : 50 000; Toelichting bij kaartblad 52 West Venlo*. Wageningen, Stiboka.

Webster, R. & M.A. Oliver, 1992. Sample adequately to estimate variograms of soil properties. *Journal of Soil Science* **43**: 177-192.

Wirdum, G. van, 1990. *Vegetation and hydrology of floating rich-fens*. Maastricht, Datawyse.

Zandstra, R.J., z.j.: *Mariapeel, waterconserveringsplan*. Roermond, Staatsbosbeheer.