

# *Vooronderzoek Wierdense Veld*

Eindrapportage  
mei 2005

In opdracht van





# Vooronderzoek Wierdense Veld

Eindrapportage mei 2005

*Hilde Tomassen  
Gert-Jan van Duinen  
Fons Smolders  
Emiel Brouwer  
Sake van der Schaaf  
Geert van Wirdum  
Hans Esselink  
Jan Roelofs*



WAGENINGEN UNIVERSITEIT  
OMGEVINGSWETENSCHAPPEN



Radboud Universiteit Nijmegen



In opdracht van



Foto voorzijde: drijfzillen gedomineerd door veenmossen langs de Prinsendijk (maart 2003)

Niets uit dit rapport mag worden gereproduceerd, opnieuw vastgelegd, vermenigvuldigd of uitgegeven door middel van druk, fotokopie, microfilm, langs elektronische of elektromagnetische weg of op welke andere wijze dan ook zonder schriftelijke toestemming van de auteurs.

*Vooronderzoek Wierdense Veld  
Eindrapportage mei 2005*

Informatie:

Gert-Jan van Duinen  
Stichting Bargerveen  
Radboud Universiteit Nijmegen  
Toernooiveld 1  
6525 ED Nijmegen  
Tel: 024-3653275  
G.vanduinen@science.ru.nl

Hilde Tomassen  
Onderzoekcentrum B-ware  
Radboud Universiteit Nijmegen  
Toernooiveld 1  
6525 ED Nijmegen  
Tel: 024-3652813  
H.Tomassen@ocbw.nl

© Onderzoekcentrum B-ware, Stichting Bargerveen, Wageningen Universiteit, NITG-TNO & Radboud Universiteit Nijmegen, 2005.

## Voorwoord

Voor u ligt het eindrapport 'Vooronderzoek Wierdense Veld' waarin de belangrijkste resultaten van het vooronderzoek en de aanbevolen herstelmaatregelen worden besproken. Het onderzoek werd in opdracht van Landschap Overijssel uitgevoerd door een consortium gevormd door de Radboud Universiteit Nijmegen (leerstoelgroep Aquatische Ecologie en Milieubiologie), Onderzoekcentrum B-ware, Wageningen Universiteit (sectie Waterhuishouding), Stichting Bargerveen/Afdeling Dierecologie (RU) en het Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen (TNO-NITG).

We willen hierbij iedereen bedanken die heeft meegeholpen met de uitvoering van het onderzoek. Rick Kuiperij, Susanne Sleenhoff en Koen Antonise hebben meegeholpen met het veldwerk en analyse van de monsters voor het hydrochemische onderzoek. Elisabeth Tietema werkte mee aan het hydrologische onderzoek. Ankie Brock, Albert Dees, Jorge Candeias, Marten-Jan Vonk, Niels Evers, Jan Kuper, Mirjam Kollenaar, Wilco Verberk, Tarmo Timm, Arie Kersbergen en Theo Peeters assisteerden bij het veldwerk voor het watermacrofauna-onderzoek en/of namen een deel van de determinaties voor hun rekening. Bas Drost controleerde determinaties van waterkevers van het geslacht *Helophorus*. Determinaties van de watermijten werden gecontroleerd door Tjeerd Harm van den Hoek. Ankie Brock analyseerde de water- en bodemmonsters. Albert Dees en Arie Kersbergen leverden belangrijke bijdragen aan de uitwerking van de gegevens van de waterkevers en dansmuggen. Melchior van Tweel (Bureau van Tweel) heeft in opdracht van Landschap Overijssel de vegetatiekaarten van 1990 en 2003 gedigitaliseerd.

Tenslotte danken we de mensen van Landschap Overijssel en de leden van de begeleidingscommissie voor de goede samenwerking. In het bijzonder danken we Loekie van Tweel en Gerrit Pastink voor de perfecte medewerking en voor het leveren van de benodigde informatie over het Wierdense Veld.

*Het onderzoeksconsortium*



# Inhoudsopgave

## Voorwoord

<b>1. Algemene inleiding</b>	<b>1</b>
1.1 Huidige situatie Wierdense Veld	1
1.2 Recente ontwikkelingen	2
1.3 Vooronderzoek	2
1.4 Onderzoeksconsortium	3
1.5 Begeleidingscommissie	3
1.6 Leeswijzer	4
<b>2. De regionaal-hydrologische situatie van het Wierdense Veld</b>	<b>5</b>
2.1 Inleiding	5
2.2 Ligging, ondergrond en afwatering	6
2.3 Grondwaterregime op basis van langere gegevensreeksen	7
<i>Situatie bij lage grondwaterstanden</i>	8
<i>Situatie bij hoge grondwaterstanden</i>	9
<i>Schommeling van de waterstand</i>	11
<i>Mogelijke hydrologische maatregelen in de omgeving</i>	11
<b>3. Intern hydrologisch onderzoek</b>	<b>15</b>
3.1 Inleiding	15
3.2 Meetnet en metingen	15
3.3 Stijghoogten in de zandondergrond en waterstandsverlopen in het restveen	17
<i>Algemeen</i>	17
<i>Stijghoogten in de zandondergrond</i>	17
<i>Waterstandsverlopen in het restveen</i>	18
3.4 Verticale weerstanden van het restveen, bepaald met de kolommethode	19
3.5 Schatting waterverliezen en verticale weerstand van de restveenlaag	20
<i>De overloopmethode</i>	20
<i>Meetuitkomsten</i>	21
3.6 De peilbuizenraai bij de Hoogelaarsleiding	23
3.7 Conclusies en aanbevelingen	24
<b>4. Hydrochemie en vegetatie</b>	<b>27</b>
4.1 Inleiding	27
<i>Herstel van hoogveenrestanten</i>	27
<i>Vernatten van zwartveen</i>	28
<i>Drijftilvorming</i>	29
<i>Vernatten van witveen</i>	29

<i>Introductie van bultvormende veenmossen</i>	30
4.2 Materiaal en methoden	30
<i>Veldonderzoek</i>	30
<i>Beschrijving onderzoekslocaties</i>	32
<i>Verdrogingsexperiment</i>	36
<i>Effect waterpeil op de vegetatie</i>	37
<i>Introductie-experiment bultvormende veenmossen in de Engbertsdijksvenen</i>	38
4.3 Resultaten en discussie	39
<i>Vergelijking Wierdense Veld met andere hoogveenrestanten</i>	39
<i>Effecten van droogte op de veenwaterchemie in de top laag</i>	42
<i>Bijdrage van zandruggen aan kooldioxidevoorziening van de slenken</i>	47
<i>Effecten van droogte op drijftillen</i>	48
<i>Mogelijke oorzaken ontwikkeling riet in het Notterveen</i>	48
<i>Inzijing in veenputten?</i>	49
<i>Verdrogingsexperiment</i>	49
<i>Effect waterpeil op de vegetatie</i>	57
<i>Introductie van bultvormende veenmossen (S. magellanicum en S. papillosum)</i>	59
4.4 Conclusies en aanbevelingen voor herstelmaatregelen	62
<b>5. Vegetatiekartering 2003 &amp; vergelijking met 1990</b>	<b>63</b>
5.1 Aanwezigheid van hoogveen en natte heide tijdens de kartering in 1979	63
5.2 Veranderingen in de vegetatie	64
<i>Natte en vochtige heide</i>	64
<i>Droge heide</i>	65
<i>Dominanties van Pijpenstrootje</i>	65
<i>Hoogveenbulten</i>	66
<i>Veenputten</i>	66
<i>Bos</i>	67
<i>Grasland</i>	67
5.3 Opmerkingen bij de in 2003 gekarteerde soorten	67
5.4 Conclusies	75
<b>6. Watermacrofauna</b>	<b>77</b>
6.1 Inleiding	77
<i>Vastleggen uitgangssituatie watermacrofauna</i>	77
<i>Herstelmaatregelen en watermacrofauna</i>	77
<i>Uitvoering vooronderzoek watermacrofauna</i>	78
6.2 Materiaal en methoden	78
<i>Monsterpunten</i>	78
<i>Bemonsteringsmethode</i>	79
<i>Overleving in drooggevallen wateren</i>	80
<i>Gegevensanalyse</i>	80
6.3 Resultaten en discussie	82
<i>Soortenrijkdom en soortensamenstelling</i>	82
<i>Borstelwormen (Oligochaeta) &amp; Platwormen (Tricladida)</i>	86



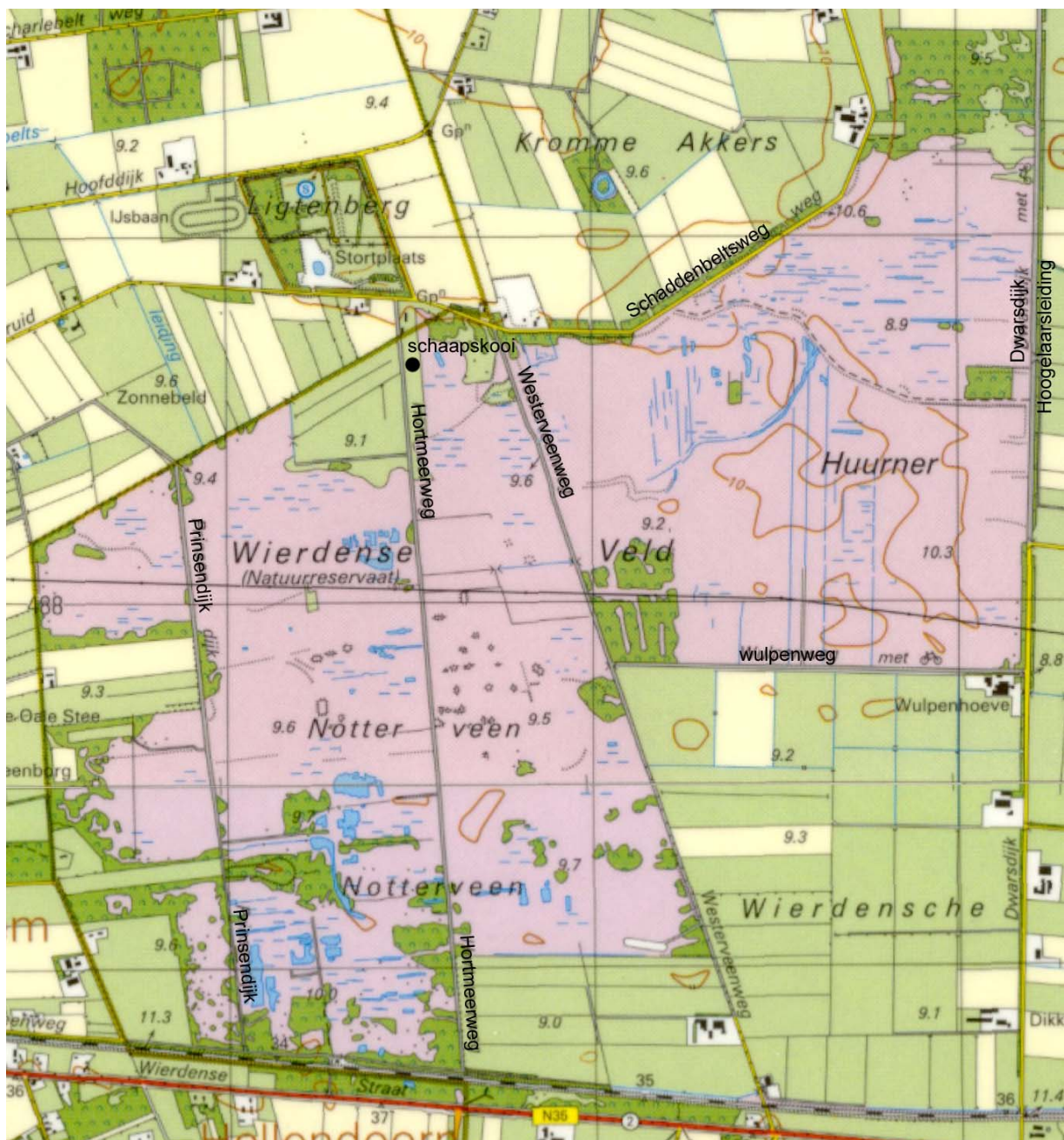
Watermijten & Waterspin	86
Libellen (Odonata)	87
Kokerjuffers (Trichoptera)	89
Pluimmuggen (Chaoboridae)	90
Dansmuggen (Chironomidae)	90
Water- en oppervlaktewantsen (Hemiptera)	93
Waterkevers (Coleoptera)	94
Effecten van vernatting en uitbreiding van veenmos	99
Ruimtelijke verspreiding van watertypen en soorten	101
6.4 Conclusies en aanbevelingen	101
<b>7. Aanbevelingen voor herstelmaatregelen</b>	<b>103</b>
7.1 Bevindingen uit het vooronderzoek	103
7.2 Voorstellen voor maatregelen	104
Algemeen	104
Concrete voorstellen voor interne maatregelen	105
Voorstellen voor externe maatregelen	106
Intern peilbeheer	107
Fasering van de uitvoering van herstelmaatregelen	107
<b>8. Voorstellen voor monitoring</b>	<b>111</b>
8.1 'Vinger aan de pols' voor ontwikkeling vegetatie en fauna	111
8.2 Hydrologie	111
Doelstelling	111
Relatie met het vooronderzoek, voorgestelde inrichtingsmaatregelen	112
Concrete invulling	113
8.3 Hydrochemie	116
8.4 Vegetatieontwikkeling	117
8.5 Watermacrofauna	117
Bemonstering watermacrofauna	118
Evaluatie van de herstelmaatregelen	118
<b>9. Literatuur</b>	<b>119</b>
<b>Bijlage A: Notitie Snepvangers et al. 2005</b>	<b>125</b>
<b>Bijlage B: Knikkeranalyse</b>	<b>139</b>
<b>Bijlage C: Tijdstijghoogtegrafieken per meetpunt</b>	<b>141</b>
<b>Bijlage D: De bepaling van de verticale weerstand van de toplaag van een bodemprofiel met de kolommethode</b>	<b>147</b>
<b>Bijlage E: Hydrochemische resultaten per onderzoekslocatie</b>	<b>155</b>
<b>Bijlage F: Omreken tabel van <math>\mu\text{mol l}^{-1}</math> naar <math>\text{mg l}^{-1}</math></b>	<b>167</b>
<b>Bijlage G: Vegetatiekartering</b>	<b>169</b>



## 1. Algemene inleiding

### 1.1 Huidige situatie Wierdense Veld

Het Wierdense Veld (ca. 440 ha) is een hoogveenrestant, waarvan grote delen begroeid zijn met natte-vochtige heide (Figuur 1.1). Binnen het terrein is een vrij grote variatie in hoogteligging (mesoreliëf), als gevolg van het voorkomen van onder meer dekzandwelingen en veenwinning. In het terrein zijn diverse veenputten aanwezig. De aard, dikte en diepte van de veenondergrond zijn zeer variabel. In het algemeen is in het Wierdense Veld sprake van inzijsituaties. Op enkele plaatsen staat een dekzandrug in verbinding met het veenwater en vindt wellicht enige aanrijking met meer gebufferd water plaats.



**Figuur 1.1:** Toponiemenkaart van het Wierdense Veld.

### 1.2 Recente ontwikkelingen

Vergeleken met het tijdstip waarop door Buro Hemmen een herstelplan voor het Wierdense Veld werd opgesteld (Van Ziel & Ganzevles 1997), hebben enkele ontwikkelingen plaatsgevonden. Het plan werd opgesteld, voordat het preadvies hoogvenen werd uitgebracht en intussen heeft de eerste fase van het onderzoeksproject OBN-Hoogvenen veel nieuwe kennis opgeleverd (Tomassen *et al.* 2002). Bovendien is het vooruitzicht dat de regionale waterhuishouding van het Wierdense Veld op relatief korte termijn verbeterd kan worden. Dit laatste betekent dat op de kortere termijn het beheer gericht kan worden op overleving van belangrijke populaties van hoogveensoorten en eventueel andere, kwetsbare of bedreigde soorten, totdat zij zich bij een verbeterde waterhuishouding kunnen gaan uitbreiden.

### 1.3 Vooronderzoek

Om te komen tot een aangepast herstelplan voor het Wierdense Veld heeft Landschap Overijssel opdracht voor een vooronderzoek gegeven aan een consortium van diverse onderzoeksgroepen. In Tabel 1.1 staat een overzicht van de verschillende onderzoeklijnen met de uitvoerende onderzoeksgroepen.

**Tabel 1.1:** Overzicht verschillende onderzoeklijnen met de uitvoerende onderzoeksgroep(en).

Onderzoeklijnen	Uitvoerende onderzoeksgroepen
Regionale en lokale hydrologie	Waterhuishouding (WU) & Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen (NITG-TNO)
Hydrochemie en vegetatie	Onderzoekcentrum B-ware & Aquatische Ecologie en Milieubiologie (RU)
Watermacrofauna	Stichting Bargerveen & Dierecologie (RU)

Het vooronderzoek moet antwoord geven op de volgende vragen:

- 1. Regionale en lokale hydrologie:** Welke verbeteringen in de regionale hydrologie worden verwacht en wat zijn de verwachte gevolgen voor de hydrologische situatie in het Wierdense Veld? Hoe was de regionale context van het Wierdense Veld in het verleden? Hoe kan hier met de lokale hydrologische maatregelen op worden ingespeeld?
- 2. Hydrochemie en vegetatie:** Wat is de water- en substraatkwaliteit op de locaties waar momenteel in het Wierdense Veld nog hoogveenvegetaties aanwezig zijn en wat zijn de mogelijkheden voor herstel van veenvormende vegetaties? Wat is de uitgangssituatie van de vegetatie?
- 3. Watermacrofauna:** Welke zeldzame en karakteristieke macrofaunasoorten komen voor in het Wierdense Veld? Hoe zijn deze soorten verspreid over het terrein en wat zijn de eigenschappen van de wateren waarin zij voorkomen? Welke (fasering van) maatregelen zijn nodig om populaties van deze soorten te behouden en mogelijk te versterken?

In dit vooronderzoek is een globale systeemvisie opgesteld op basis van de regionale hydrologie, de oorspronkelijke veenafzetting en de huidige vegetatie (Hoofdstuk 2). Verder is in dit vooronderzoek de uitgangssituatie van de hydrologie (Hoofdstuk 3), hydrochemie (Hoofdstuk 4),

vegetatie (Hoofdstuk 5) en fauna (Hoofdstuk 6) in het Wierdense Veld vastgelegd. Deze informatie is noodzakelijk om een aangepast herstelplan op te stellen en vervolgens dit plan uit te voeren en de ontwikkelingen te monitoren. In deze eindrapportage van het vooronderzoek worden concrete voorstellen gegeven voor herstelmaatregelen (Hoofdstuk 7), die naar verwachting leiden tot optimalisatie van de hydrologische condities en behoud en herstel van de hoogveenvegetatie en faunadiversiteit in het Wierdense Veld. Ook wordt een voorstel gegeven voor monitoring van hydrologie, hydrochemie, vegetatie en fauna (Hoofdstuk 8).

#### **1.4 Onderzoeksconsortium**

Hieronder volgt een overzicht van de instituten en personen die betrokken zijn bij het onderzoek.

##### **Aquatische Ecologie en Milieubiologie - Radboud Universiteit Nijmegen**

*Jan Roelofs*

##### **Onderzoekcentrum B-ware**

*Fons Smolders*

*Emiel Brouwer*

*Hilde Tomassen*

##### **Sectie Waterhuishouding - Wageningen Universiteit**

*Sake van der Schaaf*

##### **Stichting Bargerveen & Afdeling Dierecologie**

*Hans Esselink*

*Gert-Jan van Duinen*

##### **Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen (NITG-TNO)**

*Geert van Wirdum*

#### **1.5 Begeleidingscommissie**

Voor de begeleiding van dit vooronderzoek is door de opdrachtgever een begeleidingscommissie ingesteld (Tabel 1.2). Tenminste tweemaal per jaar zijn de begeleidingscommissie en de uitvoerders van het vooronderzoek voor overleg bijeengekomen. Daarnaast werden voorgestelde maatregelen voorgelegd aan het OBN-deskundigenteam Hoogvenen.

## Hoofdstuk 1

**Tabel 1.2:** Samenstelling begeleidingscommissie.

<b>Naam</b>	<b>Organisatie</b>
<i>Gerrit Braakman</i>	<i>Landschap Overijssel</i>
<i>Henny Geerlink</i>	<i>Dienst Landelijk Gebied</i>
<i>Jan Hoogendoorn</i>	<i>Vitens Overijssel</i>
<i>Johan ten Hoopen</i>	<i>Landschap Overijssel</i>
<i>Martien Knigge</i>	<i>Landschap Overijssel</i>
<i>Johan Medenblik</i>	<i>Waterschap Regge en Dinkel</i>
<i>Gerrit Pastink</i>	<i>Landschap Overijssel</i>
<i>Loekie van Tweel-Groot</i>	<i>Landschap Overijssel</i>
<i>Henk van Ziel</i>	<i>Buro Hemmen</i>

### **1.6 Leeswijzer**

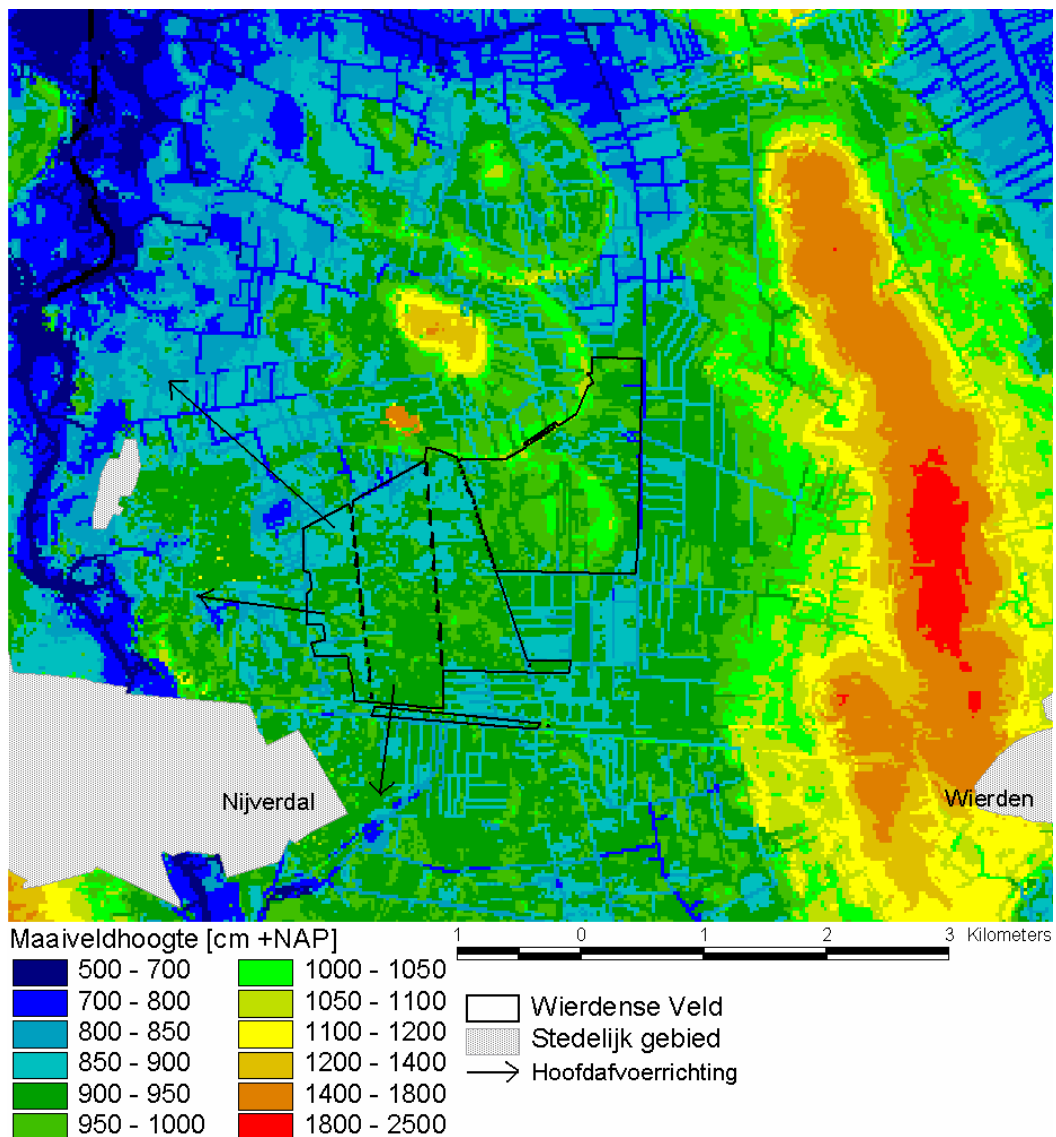
In dit eindrapport van het vooronderzoek Wierdense Veld worden eerst de belangrijkste resultaten van de afzonderlijke onderdelen besproken (Hoofdstuk 2 tot en met 6). In hoofdstuk 2 komt de regionaal-hydrologische situatie van het Wierdense Veld aan de orde en in hoofdstuk 3 de interne hydrologie van het Wierdense Veld. Het hydrochemisch onderzoek staat beschreven in hoofdstuk 4 en de vegetatiekartering in hoofdstuk 5. De watermacrofauna komt aan de orde in hoofdstuk 6. Hoofdstuk 7 bevat de aanbevelingen voor herstelmaatregelen en een voorstel voor de monitoring van de maatregelen staat beschreven in hoofdstuk 8. In bijlage A tot en met G staan aanvullende resultaten en methoden beschreven. Tenslotte vindt u achterin dit rapport een CD-ROM met daarop het eindrapport als PDF-bestand, de vegetatiekaarten (JPG-bestand) op werkelijke grootte (A0-formaat) en de kaart van de knikkeranalyse (PDF-bestand) op werkelijke grootte (A0-formaat).

## 2. De regionaal-hydrologische situatie van het Wierdense Veld

Geert van Wirdum

### 2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de bevindingen weergegeven van het door TNO uitgevoerde onderzoek naar de regionaal-hydrologische situatie van het Wierdense Veld en de mogelijkheden deze met het oog op veenherstel te verbeteren door hydrologische maatregelen. Een groot deel van het onderzoek is afzonderlijk gerapporteerd door Tietema (2004). Bovendien zijn in opdracht van het Waterschap Regge en Dinkel aanvullende modelberekeningen uitgevoerd om de effectiviteit van hydrologische maatregelen buiten het reservaat af te tasten (Bijlage A: Snepvangers *et al.* 2005). In dit hoofdstuk zijn, in aanvulling op de genoemde eerder gerapporteerde gegevens, ook enige aanvullende gegevens en onderzoeksresultaten in aanmerking genomen.



**Figuur 2.1:** Maaiveldhoogte van het Wierdense Veld.

## 2.2 Ligging, ondergrond en afwatering

Het Wierdense Veld ligt in een dekzandvlakte, en neemt daarin een bijzondere plaats in. Rondom het veld was deze vlakte ooit grotendeels met veen overgroeid, maar ten noorden van het huidige reservaat zullen delen van de dekzandduinen en -ruggen, zoals de Schaddenbelt, daar wel steeds als een minerale enclave in gelegen hebben. Het Wierdense Veld moet hier lange tijd bijgehouden hebben. Soortgelijke dekzandstructuren onder het veen vormen een soort zadelvormige verbinding met de stuwwal van Hoge Hexel in het oosten (Figuur 2.1). De veenontwikkeling rondom zal zowel de grondwaterstanden in het dekzand verhoogd, als de afvoer van het neerslagoverschot bemoeilijkt hebben, waarbij de peilschommelingen kennelijk klein genoeg waren om in het Wierdense Veld uiteindelijk hoogveen te laten ontstaan.

Het veen rond het Wierdense Veld vormde de westrand van een nog veel uitgestrekter hoogveengebied, begrensd door de Regge (Figuur 2.2). Inmiddels is het omgevende, diepere veen vrijwel helemaal verdwenen door grootschalige vervening, waardoor het Wierdense Veld nu als (laatste) restant van beperkte omvang is overgebleven. Verder naar het oosten is het Engbertsdijkvenen het voornaamste restant van het veengebied.



**Figuur 2.2:** Detail van de kaart van Ten Have uit het einde van de 17<sup>e</sup> eeuw (Bron: Atlas van der Hagen, Koninklijke Bibliotheek, Den Haag). De ligging van het Wierdense Veld is met een cirkel aangegeven.

Het veen is in de eerste plaats een oppervlaktevorming, die volgde op de vorming en aanwezigheid van diepere venen in de omgeving, die nu verdwenen zijn. Er zijn echter enkele kenmerken in de ondergrond, waardoor het veen weliswaar is afgetakeld, maar toch tot nu toe is blijven bestaan, en herstelkansen heeft behouden. Eén van die kenmerken is de weinig doorlatende overgangslaag tussen het zand en het veen, die mede onder invloed van het eenmaal gevormde veen verdicht is geraakt en samen met dat veen een weerstandbiedende laag



vormt. Naarmate het veen verder uitdroogt, kan deze laag zijn isolerende werking verliezen. Hieraan wordt in hoofdstuk 3 aandacht besteed.

Het veen speelt ook een belangrijke hydrologische rol door de vrij grote bergingscoëfficiënt die sinds de vervening minder door de structuur van het veen zelf dan door de afwisseling van putten en ruggeltjes wordt veroorzaakt. Hierdoor kunnen de waterstandsschommelingen bij een zelfde aan- en afvoer van water kleiner zijn dan in een minerale grond, zolang de waterstand zich tenminste in het veen bevindt. Waar de veendikte groter is, is dit effect sterker aanwezig. De veendikte is in het noordoosten (Huurnerveld) het grootst. In het centrum van het gebied, tussen de Westerveenweg en de Hortmeerweg, is het minste veen overgebleven.

De bovenste 2-6 m van het dekzand onder het veen is matig fijn, en daarmee iets minder doorlatend dan de diepere zandlagen die meestal matig grof of grover zijn. Onder het grootste gedeelte van het veen begint op ca. 6 m diepte een glaciale leemafzetting die van west naar oost in dikte toeneemt tot een meter of vier (DGV 1985; DINO<sup>1</sup>). Het is niet duidelijk of de keileem die in het centrum van het Huurnerveld wordt gevonden deel is van dezelfde afzetting. In de geohydrologie fungeert deze laag als eerste scheidende laag. Onder de noordwestrand van het Notterveen ontbreekt die. Er lijkt geen noodzaak aan te nemen dat deze 1<sup>ste</sup> scheidende laag bij de veenontwikkeling een rol gespeeld heeft, maar dat zou nu, met diepere stijghoogten in de zandondergrond, wel eens anders kunnen zijn voor het voortbestaan en de herstel mogelijkheden.

Van de oppervlakkige afwateringssituatie in het veen is geprobeerd een beeld te krijgen door een analyse van de maaiveldhoogte. Hierbij is in beeld gebracht hoe water, als het alleen oppervlakkig tot afstroming zou kunnen komen, zijn weg vanaf de hoogste delen van het terrein naar laagten vindt (Bijlage B: knikkeranalysekaart; op bijgevoegde CD-ROM staat de knikkeranalysekaart op A0-formaat). Deze 'knikkeranalyse' laat daardoor ook zien waar water het gebied via laagten kan verlaten. De analyse is gebaseerd op de laser-hoogtemeting van het Algemeen Hoogtebestand Nederland (AHN), die door TNO voor het waterschap Regge en Dinkel zo goed mogelijk van artefacten is ontdaan. Hoewel er in ruw begroeid terrein nog vrij veel onnauwkeurigheden in overgebleven kunnen zijn, is de 'knikkeranalysekaart' bij veldwerk redelijk betrouwbaar bevonden. Vooral langs de west- en noordwestranden van het terrein zijn nogal wat lage delen, die naar buiten het reservaat doorlopen. Aan de oostkant blijft dit beperkt tot een smalle strook en herkenbare greppeltjes.

### **2.3 Grondwaterregime op basis van langere gegevensreeksen**

Waar het in de eerste plaats voor het veen en het veenherstel om gaat, is de schommeling van de grondwaterstanden in het veen. Deze zijn aan de hand van de gegevens van het voor dit onderzoek ingerichte meetnet besproken in hoofdstuk 3. Om een indruk te krijgen over een langere periode, en om na te gaan welke rol de hydrologie van de omgeving speelt, zijn voor dit hoofdstuk de gegevens van oudere meetpunten bestudeerd, en die zijn vergeleken met berekeningen uitgevoerd met het voor Waterschap Regge en Dinkel door TNO gemaakte regionaal-hydrologische model (Minnema & Snepvangers 2004). De peilbuizen die al vóór dit onderzoek in het Wierdense Veld zelf aanwezig waren hebben voor zover bekend hun filter minstens ten dele in de zandondergrond. Daardoor is het met deze gegevens niet mogelijk een rechtstreeks beeld te geven van het grondwaterregime in het veen. Zij geven daar echter wel een

---

<sup>1</sup> VES-metingen 1968 en enkele boorbeschrijvingen

## Hoofdstuk 2

aanwijzing over. Allereerst mag verwacht worden dat de stijghoogte in de zandondergrond beïnvloed wordt door die in het veen, omdat boven de overgangslaag een deel van het neerslagoverschot pas vertraagd naar de minerale ondergrond doorlekt. Wanneer de stijghoogten in de zandondergrond onder het veen dus duidelijk afwijken van die in de omgeving, geeft dat een aanwijzing over de situatie in het veen. Anderzijds bepaalt de stijghoogte in de zandondergrond, samen met de doorlatendheid van de overgangslaag, bij gelijke peilen de grootte van de eventuele lekkage uit (of, bij kwel, naar) het veen. Als de lekkage uit het veen groot is, is ook een grote wateraanvoer nodig om het veen voldoende nat te houden. In het geval van het Wierdense Veld kan dit aanvoerwater waarschijnlijk alleen uit het gebied zelf afkomstig zijn, en moet het dus noodgedwongen 'ten koste' gaan van het waterregime in de deelgebieden waar het vandaan komt.

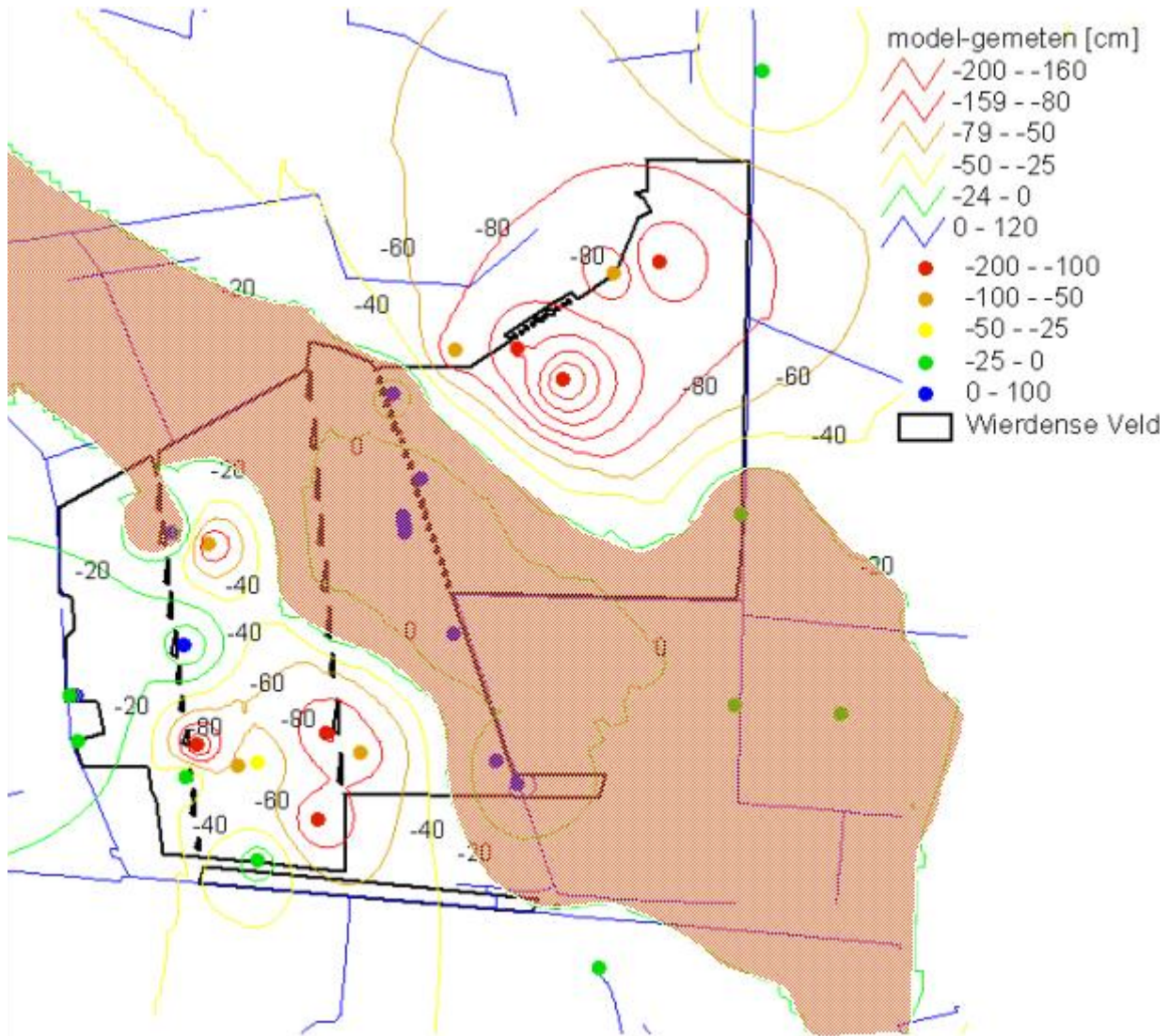
### *Situatie bij lage grondwaterstanden*

Bij lage grondwaterstanden, waarvoor de standen rond 14 september 2001 als voorbeeld zijn gebruikt, worden in het Huurnerveld en het Notterveen nog waterstanden van 8.8-9.0 m boven NAP gevonden, terwijl rondom het Wierdense Veld de grondwaterstanden duidelijk lager zijn. In deze twee kernen zijn de gemeten stijghoogten op dat moment ook duidelijk hoger dan de met het model berekende gemiddeld laagste waterstand (GLG), terwijl zo'n verschil niet bestaat voor het deelgebied tussen de Westerveenweg en de Hortmeerweg. In deze situatie vindt kennelijk enige lekkage plaats uit beide veenkernen, waarin de waterstand dan nog net iets hoger moet zijn. Deze lekkage is ondertussen klein genoeg om de opsparring boven de overgangslaag mogelijk te maken, en ook in het onderliggende zand wordt het effect niet meteen vereffend. Tegelijkertijd betekent dit dat er ook lateraal door het veenpakket en de daarin aanwezige laagten aanvulling kan plaats vinden naar delen van het veen waar de lekkage groter is, maar die niet door dichte dammen van de kernen gescheiden zijn. Voor het gebied tussen de Westerveenweg en de Hortmeerweg zijn in theorie de volgende mogelijkheden aanwezig:

- 1) De overgangslaag is hier zo dicht, dat de waterstanden in de ondergrond de situatie in het veen niet weerspiegelen;
- 2) Oppervlakkige ontwatering, bijvoorbeeld via greppels en sloten, verhindert dat hier boven de overgangslaag water wordt opgespaard;
- 3) De bergingscoëfficiënt in het veen is hier klein, zodat eenzelfde lekkage de waterstand al verder doet dalen;
- 4) De overgangslaag is hier zo lek, en de ondergrond zo doorlatend, dat geen opsparring plaats vindt en dus ook geen nalevering.

De eerste mogelijkheid kan onmiddellijk weggestreept worden, want in dit gebied liggen de lage grondwaterstanden wel 1 m beneden maaiveld. Het tweede punt zou vooral voor het noordelijk deel van deze middenstrook het geval kunnen zijn, zoals blijkt uit de 'knikkeranalyse' (Bijlage B). Dit strekt zich meteen ook uit over het terreingedeelte westelijk van de Hortmeerweg. Een aanwijzing dat beide laatste mogelijkheden een rol spelen, is het feit dat in dit gebied de restveenlaag het dunst is. In dat geval is dit gebied lateraal kennelijk toch redelijk afgeschermd van de veenkernen oostelijk en westelijk, anders zou vandaar steeds water aangevoerd worden. Het blijft daarom een belangrijk punt deze afdichting te bewaken, zowel als oppervlakkige afvoer te voorkomen.

In beide veenkernen lag de gemeten grondwaterstand omstreeks 14 september 2001 0.4-1.0 m beneden maaiveld. Dit is aan de lage kant, maar gezien het feit dat de meting op de zandondergrond betrekking heeft, toch geen onoverkomelijke hindernis voor veenherstel en – behoud. Het gemeten beeld is hier ook duidelijk gunstiger dan de modelberekening (Figuur 2.3).



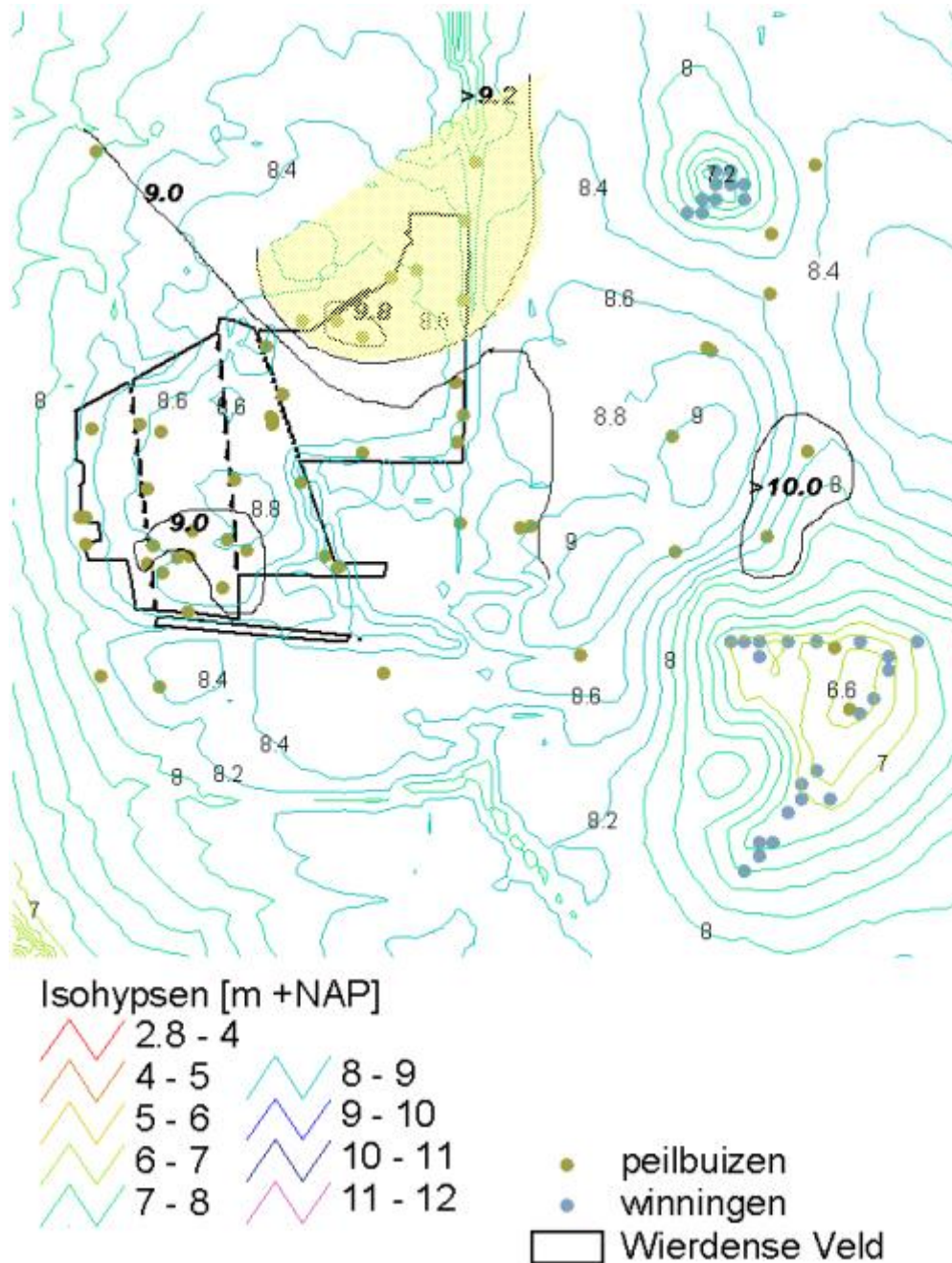
**Figuur 2.3:** De berekende gemiddeld laagste grondwaterstanden (GLG) min de gemeten lage grondwaterstand. De gemeten stijghoogten zijn in het droge seizoen in het algemeen hoger dan berekend. In de ingekleurde zone die dwars door het Wierdense Veld loopt is dat echter niet zo: daar is de stijghoogte volgens de berekeningen laag, en volgens de waarnemingen ook. Het gevaar voor uitdroging is er dus groot.

#### Situatie bij hoge grondwaterstanden

De gemiddeld hoogste grondwaterstanden (GHG), waarvoor uit de metingen de dagen rond 13 april 2001 zijn gebruikt, liggen in het Wierdense Veld voldoende dicht bij de maaiveldshoogte voor veenherstel. De grondwaterstanden in het Wierdense Veld zijn weer duidelijk hoger dan in de omgeving. De metingen wijken echter in zoverre van de modelberekeningen af, dat ze suggereren dat de stijghoogte vanuit het Huurnerveld nog naar het noorden in de Schaddenbelt oploopt. Met een beperkt aantal meetpunten is het moeilijk hier een duidelijk beeld van te

## Hoofdstuk 2

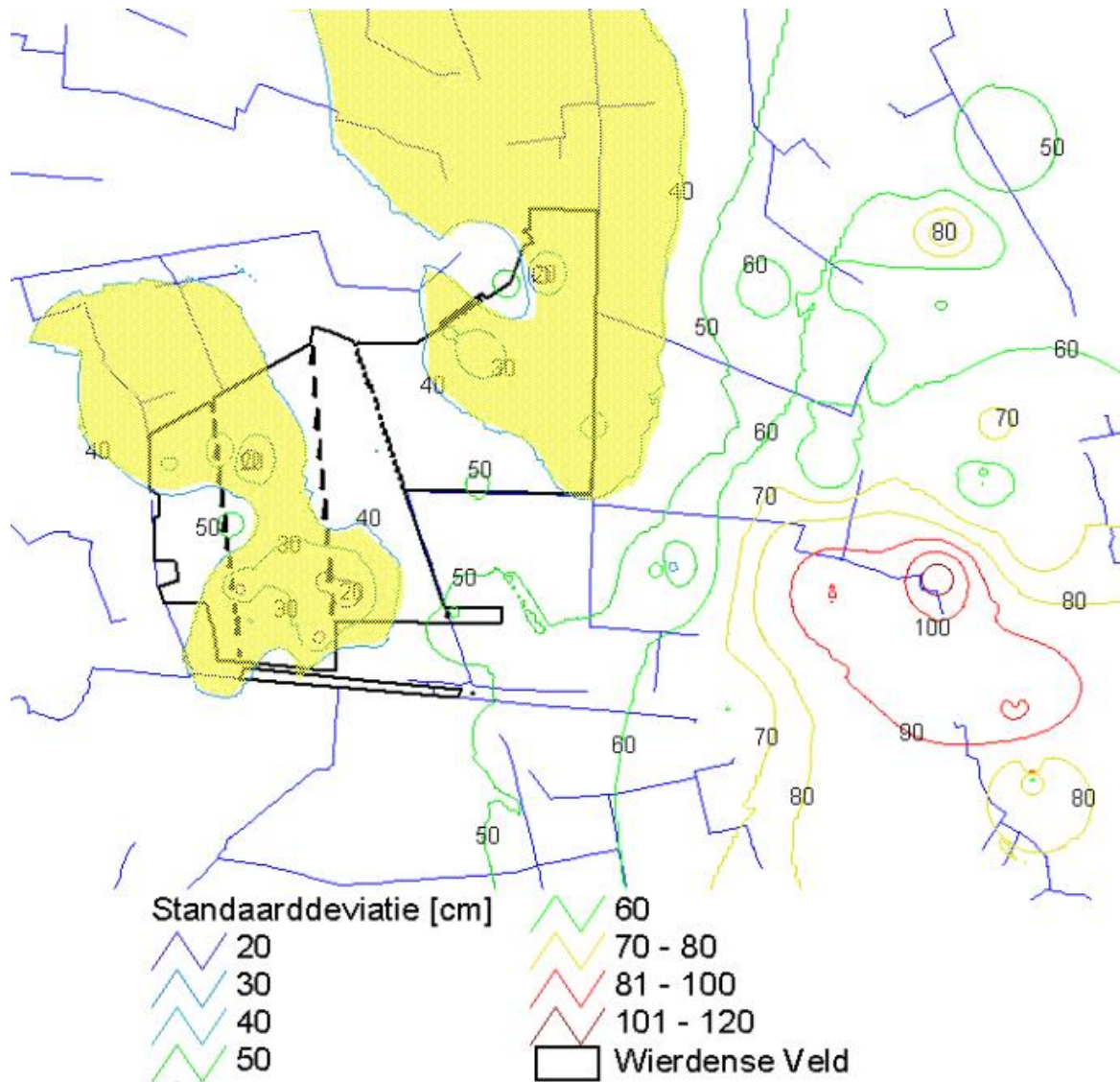
verkrijgen, maar er bestaat dus minstens de mogelijkheid dat onder natte omstandigheden de stijghoogte onder de Schaddenbelt de opsparring van het neerslagoverschot in het Huurnerveld ondersteunt (Figuur 2.4). Dit houdt tegelijk in dat eventuele onttrekkingen deze ondersteuning teniet kunnen doen.



**Figuur 2.4:** Isohypsenskaartje (elke 20 cm) volgens modelsimulatie. Het kaartje is gebaseerd op de GHG uit het Regge en Dinkel model en de in vet cursief aangegeven getallen en zwarte isohypsens geven de belangrijkste afwijkende grondwaterstanden aan op 13 april 2001. De afwijkende 9 m contour in het Notterveen is eigenlijk de 8.8 m contour. Drie ingelegde meetpunten hadden een grondwaterstand boven 9 m. De belangrijkste afwijking heeft betrekking op de hoge gemeten grondwaterstanden ten noorden van het Huurnerveld (ingekleurd). In het kaartje zijn alleen de peilbuizen aangegeven waarvan de filters ondieper liggen dan 1000 cm-mv.

*Schommeling van de waterstand*

Afgaande op de gemeten schommelingen, is de situatie tussen de Hortmeerweg en de Westerveenweg duidelijk minder geschikt voor veenherstel dan ten westen en oosten daarvan (Figuur 2.5). In het Huurnerveld en het Natterveen ziet de situatie er geschikter uit, hoewel hierbij wel in aanmerking genomen moet worden dat de diepte ten opzichte van maaiveld aan de grote kant is.



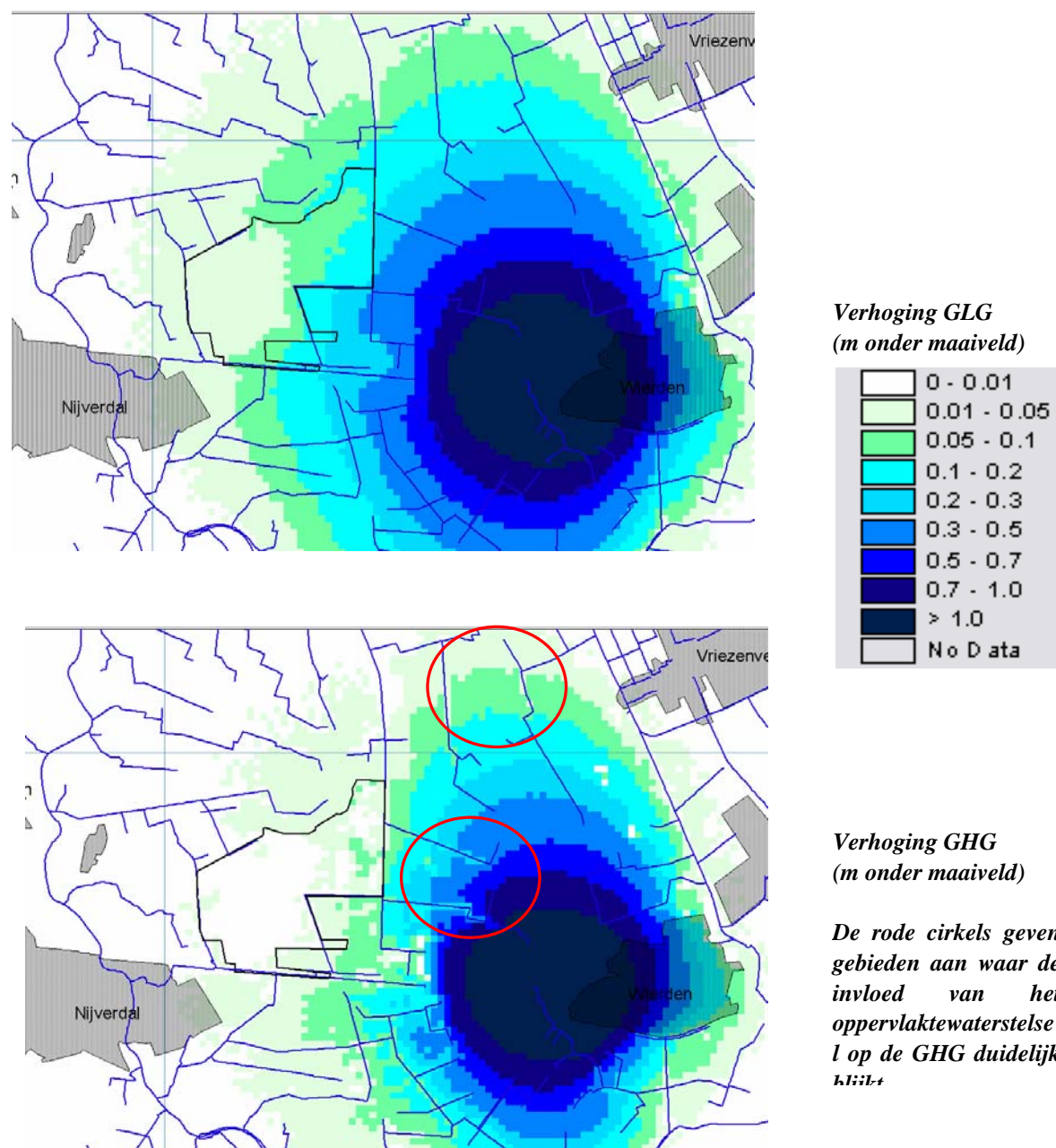
**Figuur 2.5:** Contourlijnen van de standaarddeviatie om de 10 cm. In de ingekleurde terreindelen zijn de waargenomen schommelingen het kleinst.

*Mogelijke hydrologische maatregelen in de omgeving*

Uit het voorgaande blijkt dat maatregelen vooral gewenst zijn om de gemiddeld laagste waterstanden hoger te houden, zodat het Wierdense Veld in droge perioden niet te ver uitdroogt. Voor de aftasting van het effect van waterbeheersmaatregelen heeft het Waterschap Regge en Dinkel de beschikking over een zogenaamde 'impuls-respons database' (IR-database), waarin de resultaten van hydrologische modelsimulaties van afzonderlijke maatregelen zijn vastgelegd. Door

## Hoofdstuk 2

deze te combineren kunnen gunstige maatregelcombinaties voor nader onderzoek worden geselecteerd. Het blijft vervolgens aanbevelingswaardig deze combinaties als zodanig met het hydrologisch model door te rekenen, omdat dan de wisselwerkingen tussen de afzonderlijke maatregelen in elk 'pakket' beter beoordeeld kunnen worden. Het waterschap heeft met betrekking tot het herstel van het Wierdense Veld al verschillende maatregelen in studie genomen. In aansluiting op de verkenning met de IR-database, zijn door TNO ook enkele pakketten afzonderlijk doorgerekend. De resultaten van de verkenning werden hierdoor bevestigd (Bijlage A: Snepvangers *et al.* 2005).



**Figuur 2.6:** Het effect van het halveren van de winningen bij Wierden op de grondwaterstanden (m), afzonderlijk berekend met het grondwatermodel van Minnema & Snepvangers (2004) (GLG boven, GHG onder). Voor deze berekening zijn alle winningen gehalveerd.

Vermindering van de drinkwaterwinning met ca. 3 miljoen m<sup>3</sup> per jaar, bijvoorbeeld door sluiting van de winningen van de noordelijke tak van pompstation Wierden van Vitens, heeft het grootste effect (Figuur 2.6). Als gevolg hiervan kan de GLG onder het hele Wierdense Veld iets omhoog komen, en onder het Huurnerveld en het zuidwestelijk deel van het Notterveen 5 tot 20 cm. Hoewel daarmee de stijghoogten in het zand in droge perioden nog steeds lager zijn dan de in het veen gewenste waarden, zal dit de situatie in het Huurnerveld zeker verbeteren.

Maatregelen met betrekking tot de Hoogelaarsleiding kunnen maar gedeeltelijk met het simulatiemodel in beeld gebracht worden. Dit heeft twee oorzaken. Ten eerste is de wijze waarop de relatie tussen het grondwater en het oppervlaktewater gemodelleerd is hier door de plaatselijke situatie minder geschikt voor, en ten tweede moet rekening gehouden worden met zeer lokale geohydrologische karakteristieken van de deklaag, die nog onvoldoende bekend zijn. De berekeningen geven de indruk dat maatregelen met betrekking tot de Hoogelaarsleiding minder effect hebben op de GLG dan op de GHG, maar in werkelijkheid is ook wel enig effect op de GLG mogelijk. Veel zal hierbij afhangen van de aard en omvang van de maatregelen.

De landbouwenclave in de zuidoosthoek van het Wierdense Veld vereist voor het landbouwkundig gebruik een goede ontwatering, waarop ook het peil van de watergangen afgestemd moet zijn. Wanneer aan deze enclave een natuurfunctie wordt toegekend, kan het peil verhoogd worden. In de berekeningen is dit heel 'bescheiden' gedaan door het peil in de waterlopen met 30 cm te verhogen. In werkelijkheid zal eerder gedacht moeten worden in de grootte-orde van 1 m. Niettemin levert deze maatregel een duidelijk effect op, dat ook in combinatie met de vermindering van de drinkwateronttrekking nog een bijdrage levert aan de verhoging van de GLG. Hoewel het effect van de peilverhoging in de landbouwenclave vooral van invloed is op de enclave zelf, moet toch verwacht worden dat de situatie voor hoogveenherstel in het Wierdense Veld hierdoor aanzienlijk verbeterd wordt. Door natuurontwikkeling en peilverhoging op de landbouwgrond wordt een gunstiger oppervlakte/omtrek-verhouding bereikt, waardoor waterverliezen aan de rand beperkt kunnen worden.





### 3. Intern hydrologisch onderzoek

*Sake van der Schaaf*

#### 3.1 Inleiding

In het Wierdense Veld is ten behoeve van het vooronderzoek voor inrichtingsmaatregelen een meetnet van twaalf zelfregistrerende meetpunten geïnstalleerd voor het vastleggen van het verloop van de waterstand in/op het restveen en de zandondergrond. Na beschrijving van het meetnet en de gedane metingen worden de volgende zaken besproken.

- Het verloop in de tijd van de grondwaterstand, respectievelijk de stijghoogten in het veen en de zandondergrond.
- Resultaten van de metingen van de verticale weerstand van de restveenlaag, in situ bepaald met de kolommethode.
- Resultaten van de berekeningen van restverliezen en verticale weerstanden met behulp van de 'overloopmethode'.
- Effect van de Hoogelaarsleiding op de stijghoogten in de zandondergrond.

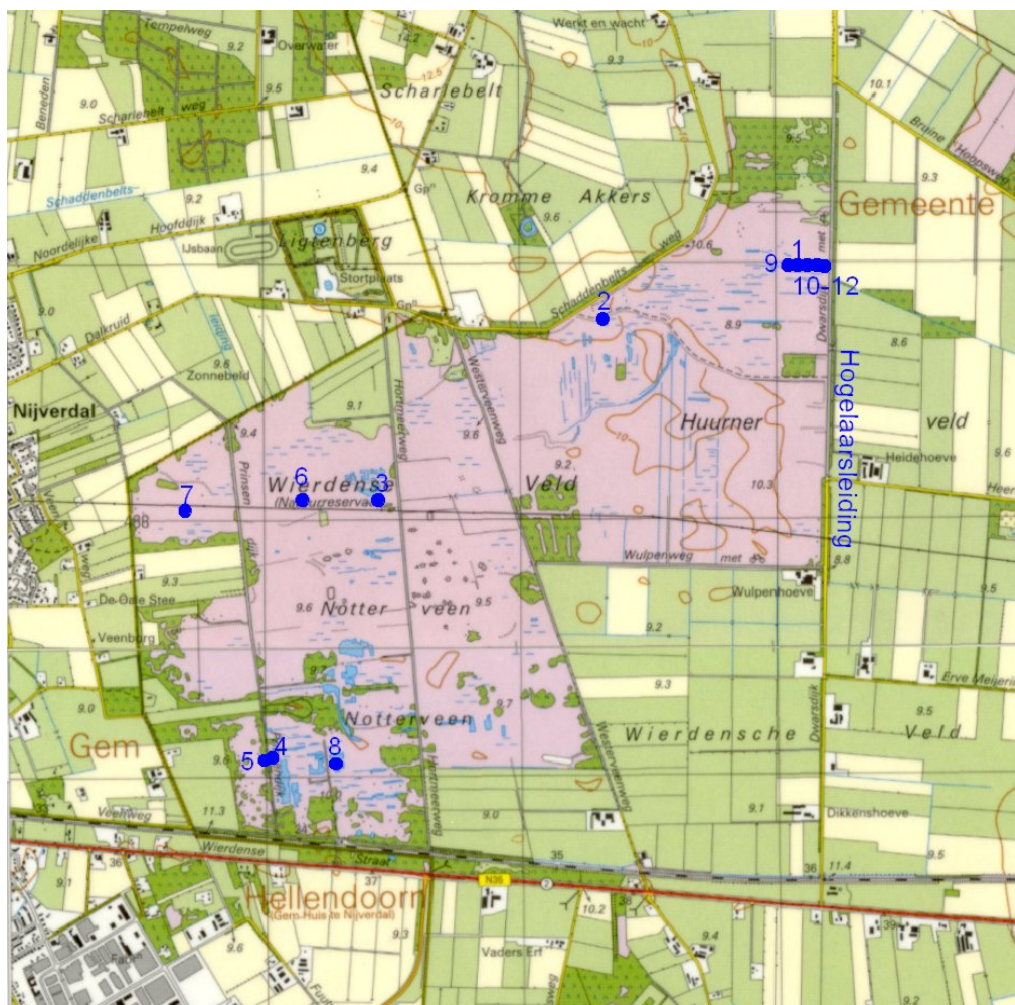
Tenslotte worden conclusies getrokken.

#### 3.2 Meetnet en metingen

De ligging van de meetpunten is weergegeven in Figuur 3.1.

**Tabel 3.1:** Metingen per meetpunt; neerslag, waterstanden en stijghoogten met begindatum (H.L. is peilschaal Hoogelaarsleiding).

Punt	X	Y	Neerslag sinds	Waterstand restveen of open water sinds	Stijghoogte zand sinds	Weerstand restveen
1	233.062	489.005		24/04/2003	18/07/2003	1x
2	232.339	488.784		24/04/2003	24/04/2003	2x
3	231.471	488.053	18/07/2003	24/04/2003	24/04/2003	2x
4	231.012	487.133		24/04/2003		
5	230.970	487.150		24/04/2003	24/04/2003	1x
6	231.140	488.061		24/04/2003	24/04/2003	1x
7	230.632	488.039		21/11/2003	21/11/2003	1x
8	231.280	486.952		21/11/2003	21/11/2003	1x
9	232.990	488.986		21/11/2003	21/11/2003	1x
10	233.111	489.016			21/11/2003	
11	233.146	489.013			21/11/2003	
12	233.199	489.020			21/11/2003	
H.L.	233.245	490.010		29/03/2004		



**Figuur 3.1:** Ligging van de 12 meetpunten (blauwe stippen) met nummers. In Figuur 6.1 staan de monsterpunten van zowel het hydrologische, hydrochemische als watermacrofauna-onderzoek weergegeven.

**Tabel 3.2:** Ligging van en situatie bij de meetpunten.

Punt	Beschrijving
1	Lange oost-west verlopende uitgevende laagte loodrecht op Dwarsdijk, 10-25 m breed met 15-40 cm restveen op deels onverkit zand. Punt op 170 m van Hoogelaarsleiding.
2	Veenput met 12 cm restveen op onverkit zand (naast oude brandgang bij Schaddenbeltsweg)
3	Uitgevende vlakte ten westen van de Hortmeerweg met 10 cm restveen op 2 cm gliede op onverkit zand; meetpunt op circa 40 m van zandrug ten zuiden van de laagte.
4	Klein niet-uitgevend blok van enkele tientallen m breed en lang met 1.50-2 m restveen, zeer doorlatend in de bovenste m; in de uitgevende en omgeving ca. 20 cm restveen
5	Uitgevende laagte ten westen van de Prinsendijk, 10 cm restveen op 5 cm gliede op 10 cm verkit zand op 10 cm humeus zand
6	Uitgevende laagte tussen Prinsendijk en Hortmeerweg; 10 cm restveen op 4 cm gliede op humeus lemig zand
7	Kleine veenput, doorsnede in de orde van 10 m, tussen Prinsendijk en westrand reservaat; 25 cm restveen op licht verkit zand
8	Uitgevende laagte met 35 cm restveen op zand
9	Zelfde laagte als van punt 1. >1 m restveen op zand. Op 225 m van Hoogelaarsleiding.
10	Rand van dezelfde uitgevende laagte als punt 1. Op 115 m van Hoogelaarsleiding.
11	Rand van dezelfde uitgevende laagte als punt 1. Op 80 m van Hoogelaarsleiding.
12	In afvoergreppel tussen laagte van punt 1 en Dwarsdijk. Op 25 m van Hoogelaarsleiding.

De meetpunten liggen verspreid in het gebied en in een korte raai loodrecht op de Hoogelaarsleiding. Ze omvatten:

- Een zelfregistrerende regenmeter (resolutie 0.1 mm), meetinterval 30 min, geïnstalleerd op punt 3 in juli 2003. Voor de (korte) perioden dat de regenmeter geen gegevens leverde, is uitgegaan van etmaalgegevens van het KNMI-station Hellendoorn.
- 9 zelfregistrerende peilbuizen met filter in het restveen, maar verankerd in de zandondergrond, meetinterval 30 min.
- 11 zelfregistrerende peilbuizen met filter in de zandondergrond (1.5 – 2.0 m onder bovenkant buis), meetinterval 30 min.
- 10 infiltratiemetingen om de verticale weerstand van de restveenlaag vast te stellen.

De meetpunten en hun meetreeksen zijn samengevat in Tabel 3.1. Tabel 3.2 geeft een korte beschrijving van de locale situatie per meetpunt. Voor standen van de Hoogelaarsleiding is gebruik gemaakt van via bureau Verbelco in Bennekom verkregen gegevens van het waterschap. De referentieverdamping is gelijkgesteld aan die van het KNMI-station Twente.

### **3.3 Stijghoogten in de zandondergrond en waterstandsverlopen in het restveen**

#### *Algemeen*

Alle tijdstijghoogtelijnen zijn opgenomen in Bijlage C. Op alle meetpunten is een duidelijk verschil te zien tussen de situatie in de extreem droge zomer van 2003 en de vrij natte van 2004. In 2003 zakte de waterstand op vrijwel alle meetpunten tot onder het nulniveau van de metingen, getuige de lange horizontale lijn voor deze periode in de tijdstijghoogtegrafieken. De enige uitzondering is meetpunt 4 (Figuur C.4), waar -vrijwel zeker als gevolg van de folieafdichting in de Prinsendijk- de waterstand ook in de zomer van 2003 maar weinig is gedaald. De waterstandsvariatie is daar zoals deze onder de gegeven weersomstandigheden in een Atlantisch hoogveen behoort te zijn. Uit dit feit mag overigens niet direct de conclusie worden getrokken dat het aanbrengen van kaden met folieschermen voor het hele Wierdense Veld de enig aangewezen oplossing is om effectief gebiedseigen water te conserveren ten behoeve van hoogveenontwikkeling.

#### *Stijghoogten in de zandondergrond*

In lange natte perioden volgt de stijghoogte in de zandondergrond die in het bovenliggende restveen. Uitzonderingen zijn de meetpunten 3, 6 en 8 en in mindere mate 2 en 7. Opvallend is, dat in het oostelijk deel van het Huurnerveld, waar de meest intensieve beïnvloeding door zowel aanliggend landbouwgebied, de Hoogelaarsleiding als de waterwinningen bij Wierden en Hoge Hexel wordt verondersteld, de stijghoogte in het zand al op vrij korte afstand van de Hoogelaarsleiding gelijkloopt met die in het restveen. Uit Figuur C.10 blijkt dat de zone met diep wegzakkende stijghoogten in het zand ten westen van de Dwarsdijk hooguit circa 150 m breed is. Omdat het hier een enkele raai betreft, kan niet zonder meer worden geconcludeerd dat dit langs de volle lengte van de Dwarsdijk het geval is.

De situatie op de punten 3 en 6 is een indicatie dat althans in het noordelijk deel van de zone tussen Hortmeerweg en Prinsendijk de stijghoogte in de zandondergrond in sterke mate wordt

### Hoofdstuk 3

beïnvloed door ontwatering in het aanliggende landbouwgebied. Hier en bij meetpunt 7 ligt de kleinste stijghoogte in 2004 op of iets onder NAP+8.0 m. Het lijkt in dit verband aanbevelenswaard om in elk geval de afwatering van de voormalige landbouwinham direct ten westen van het noordelijk deel van de Hortmeeweg en ten noorden van de punten 3 en 6 te blokkeren en daar te komen tot (gedeeltelijke) winterinundatie, zodat het uitzakken van de grondwaterspiegel daar pas later in het seizoen begint. Hetzelfde geldt voor de graslandinham ten zuiden van meetpunt 7. Het nut van een hydrologische bufferzone van enkele honderden meters breed ten noorden van het gebied zou –mits haalbaar- nader moeten worden onderzocht.

Op punt 8 bereikt de stijghoogte in het zand nooit die in het veen. Ook dit punt ligt niet ver van de gebiedsrand in het zuiden.

Bij meetpunt 2 zakt weliswaar de stijghoogte tot onder die in de veenput, maar lang niet zo sterk als bij 3 en 6, hoewel ook punt 2 niet ver van de gebiedsrand ligt.

Bij meetpunt 5 volgt de stijghoogte in het zand het peil in het restveen, met uitzondering van delen van de droge zomerperiode in 2003. Opvallend is de snelle stijging van de stijghoogte bij neerslagpiekjes. Dit verschijnsel is verklaarbaar als wordt aangenomen dat de zandondergrond bij geringe stijghoogten nagenoeg verzadigd blijft en de stijghoogte ter plaatse weinig wordt beïnvloed door de grondwaterstanden buiten het reservaat, hoewel de reservaatsgrens maar op ongeveer 100 m afstand ligt. De vermoedelijke hoge effectiviteit van het foliescherm in de Prinsendijk kan met dit verschijnsel samenhangen.

**Samenvattend:** de stijghoogte in de zandondergrond volgt in 2004 de waterstand in het restveen op de punten 1, 9 en 5 en in wat mindere mate op punt 2. Op de overige punten zakt deze tot bijna 1 m onder die in het veen. In de extreem droge zomerperiode van 2003 was de stijghoogte in het zand overal lager dan de waterstand in het veen, voorzover daarvan nog sprake was.

Uit deze resultaten blijkt dat afstand tot de rand van het reservaatgebied niet alles zegt over de beïnvloeding van de stijghoogte in het zand door de waterhuishouding in de naaste omgeving. Dit betekent dat lokale variaties in de opbouw van de minerale ondergrond in dit verband vermoedelijk een belangrijke rol spelen.

#### *Waterstandsverlopen in het restveen*

In de droge zomer van 2003 zakte op alle punten, behalve 4, de waterstand onder de veenbasis. In de vrij natte zomer van 2004 gebeurde dit op geen enkele meetlocatie. De duur van de droogte in 2003 op de verschillende punten varieerde van circa 110 dagen op de punten 2 en 6 tot 175 dagen op punt 3. Er lijkt een zekere samenhang te zijn met de duur van de periode dat de stijghoogte in het zand onder de veenbasis (ruwweg het niveau van het horizontale stuk in de waterstandlijn in het restveen) stond. In 2004 viel het restveen op geen enkel meetpunt droog. Wel waren er verschillen in fluctuaties van de waterstand. Deze zijn te kwantificeren in de vorm van de standaardafwijking  $s$  rond de gemiddelde stand (Tabel 3.3).

**Tabel 3.3:** Standaardafwijkingen  $s$  in cm rond de gemiddelde waterstand, gebaseerd op dagelijkse waarnemingen over het volle kalenderjaar 2004. Meetpunten gesorteerd op grootte van de uitkomst.

Meetpunt	1	9	4	6	8	2	5	7	3
$s$ (cm)	5.0	5.2	5.3	5.6	6.1	7.4	7.6	8.9	12.9

De waarde van  $s$  wordt onder meer bepaald door de bergingscoëfficiënt en het verloop daarvan met de diepte, de snelheid waarmee water uit het restveen wegzijgt en afstroming via oppervlaktewater. In de loop van een gemiddelde zomer wordt het effect van afstroming via oppervlaktewater in toenemende mate verwaarloosbaar. De daling van de waterstand in de zomer is dan het gecombineerde effect van verdamping en wegzijging. Een hogere waarde van  $s$  duidt dus in het algemeen op een intensievere ontwatering. Omgekeerd leidt kwel of een gestage zijdelingse aanvoer van water uit de omgeving tot een lagere waarde, maar als de aanvoer intensief is en over korte perioden -om de gedachten te bepalen: een of enkele dagen- optreedt, is het omgekeerde effect niet uitgesloten.

Uit de tabel blijkt dat op de meetpunten 1, 9, 4, 6 en 8 de verliezen relatief gering lijken en op de punten 2, 5, 7 en 3 het hoogst. Vooral laatstgenoemd punt springt eruit. De invloed van verschillen tussen bergingscoëfficiënten is waarschijnlijk gering, omdat op alle punten een situatie met open water min of meer werd benaderd of bereikt.

### **3.4 Verticale weerstanden van het restveen, bepaald met de kolommethode**

Op in totaal tien plaatsen op acht meetlocaties is de verticale weerstand van de restveenlaag bepaald aan door in de te bemeten laag geslagen kokers met een diameter van 25 cm. In bijlage D is de meetmethode beschreven en zijn de volledige meetuitkomsten weergegeven. Er zijn twee manieren van berekening ontwikkeld, één door middel van een rechtstreekse berekening op basis van de geregistreerde daling van de waterstand op de grondkolom en het verloop van de stijghoogte in de minerale ondergrond (vergelijking 1 in Bijlage D) en één aan de hand van een vereffening van de meetwaarden op een exponentiële dalingscurve (vergelijking 2 in Bijlage D). Vergelijking 1 geeft doorgaans de meest betrouwbare resultaten, zoals uiteengezet in Bijlage D. Een meting duurt onder de omstandigheden van het Wierdense Veld in het algemeen enkele maanden. Daarom zijn de waterstanden in en onder elke koker met behulp van Divers geregistreerd.

Het meetresultaat op meetpunt 9 is (veel) te laag, waarschijnlijk doordat de koker niet diep genoeg is ingeslagen. Daardoor is vermoedelijk niet de weerstand van de gliedelaag meegemeten. Dit blijkt ook uit het feit dat bij beëindiging van de meting de waterstanden binnen en buiten de koker minder dan één mm verschilden, zodat met vrij grote zekerheid kan worden geconcludeerd dat er een effectieve verbinding was tussen het water in de koker en dat in/op de veenlaag.

Uit de vergelijking van berekeningsmethoden blijkt dat soms aanzienlijke verschillen in uitkomst kunnen optreden als men zich baseert op slechts een of enkele metingen van de stijghoogte in de minerale ondergrond (dat is in feite wat in methode (2) gebeurt). De berekening, gebaseerd op gemiddelde waterstanden, c.q. stijghoogten volgens vergelijking (1) in Bijlage D, is fysisch gezien juist. Die volgens vergelijking (2) geeft weliswaar een besparing van 50% op dataloggers, maar levert bij sterke fluctuaties van de stijghoogte in de ondergrond minder betrouwbare uitkomsten.

## Hoofdstuk 3

**Tabel 3.4:** Overzicht uitkomsten berekening verticale weerstand. De uitkomsten volgens vergelijking (1) zijn het meest betrouwbaar. De toevoeging 'A' bij een meetpunt betekent een tweede meting op circa 10 meter van de eerste.

Meetpunt	Verticale weerstand volgens vergelijking (1) (dagen)	Verticale weerstand volgens vergelijking (2) (dagen)
1	163	162
2	46	60
2A	44	22
3	111	89
3A	59	77
5	554	426
6	596	274
7	1006	1035
8	196	15 <sup>1</sup>
9	8 <sup>2</sup>	7

De uitkomsten wekken de indruk dat de hoogste weerstanden voorkomen waar ook meestal in de zomer water blijft staan (punten 5, 6 en 7 versus 2 en 3). Enigszins verrassend is de vrij hoge weerstand bij punt 6, waar in de zomer van 2003 in tegenstelling tot punt 5 gedurende een lange aaneengesloten periode geen water meer op het restveen stond. Het droogvallen is hier dan ook vrijwel zeker voor een belangrijk deel te wijten aan de stijghoogte in de minerale ondergrond die in de zomer diep wegzakt ten opzichte van de waterstand op het restveen, zodat de stijghoogtegradiënt over de restveenlaag daar relatief hoog is. Meetpunt 3 combineert een diepe stijghoogte in de zandondergrond met een lage verticale weerstand van het restveen, wat zowel de lange duur van de droge periode in 2003 als de relatief sterke fluctuatie van de waterstand in het restveen verklaart.

De hoge weerstand bij punt 7 is mogelijk een plaatselijk verschijnsel, beperkt tot de kleine laagte waarin het meetpunt zich bevindt. Overigens zijn de hoogste verticale weerstanden beperkt tot het westelijke deel van het reservaat. Dit voorkomen kan een verklaring zijn voor de effectiviteit van het foliescherm in de Prinsendijk.

### 3.5 Schatting waterverliezen en verticale weerstand van de restveenlaag

#### *De overloopmethode*

Nettoverliezen als gevolg van wegzijging en zijdelings transport van grondwater kunnen in beginsel worden geschat op basis van neerslag en verdamping over een periode dat afvoer via oppervlaktewater naar verwachting niet optreedt. De verdamping wordt gelijkgesteld aan de referentieverdamping. Voor een korte vegetatie in een gebied dat het hele jaar nat is, is dit een redelijke veronderstelling; voor een zeer droge periode, waarbij in de vegetatie verdampingsreductie optreedt, ligt een overschatting van de actuele verdamping voor de hand. Bij toepassing van de methode moet men hiermee rekening houden, evenals met de mogelijkheid dat de betreffende vegetatie meer of minder verdampt dan een grasmat die uitgangspunt is van de referentieverdamping.

<sup>1</sup> Stabilisatieniveau ruim boven stijghoogte in zand, daardoor is een veel te lage weerstand berekend.

<sup>2</sup> Koker vermoedelijk niet voldoende diep geplaatst, waardoor contact met waterstand in veen.

Uitgangspunt is een te kiezen waterstand die in de loop van het voorjaar wordt bereikt en vervolgens onderschreden en waarbij andere afvoer dan verdamping, wegzijging en laterale afvoer via het grondwater nul wordt verondersteld. De meetperiode is die, waarin de gekozen waterstand onderschreden blijft tot aan het tijdstip, waarop deze weer wordt bereikt en vervolgens overschreden. Indien geen andere afvoer dan verdamping is opgetreden, moet de som van neerslag en verdamping, opgevat als negatieve neerslag, nul zijn. Is de som positief, dan is meer neerslag nodig dan de absolute waarde van de verdamping om de waterverliezen in de meetperiode te compenseren en zijn deze dus groter dan door de verdamping is verklaard. Het berekende verschil is de som van de afvoer verliezen anders dan door verdamping, verminderd met een eventuele aanvoer. Een negatieve uitkomst duidt op extra aanvoer buiten ter plaatse gevallen neerslag.

### Meetuitkomsten

Voor de perioden in de zomer van 2003 waarin geen water op het restveen stond, is de methode niet toepasbaar. Er was in die tijd geen water beschikbaar dat kon wegzijgen. Er is daarom voor 2003 alleen gerekend met de deelperioden dat in de restveenlaag wel een waterspiegel aanwezig was, inclusief het herstel van de waterstand in januari 2004. Uitzondering is meetpunt 4, waar wel de hele zomer een waterspiegel aanwezig bleef. De berekeningsuitkomsten zijn weergegeven in Tabel 3.5.

**Tabel 3.5:** Uitkomsten van de 'overloopmethode' voor 2003 met uitloop in de winter van 2004 met stijghoogteverschil  $\Delta H$  tussen restveen en zandondergrond (positief indien waterstand restveen hoger) en berekende verticale weerstand  $c$ .

Meetpunt	1	2	3	4	5	6
Peil (m+NAP)	9.15	9.50	8.90	9.10	8.65	8.95
Periode	07/07 – 24/07 en 14/12 –12/01	06/08 –14/08 en 14/12 – 07/01	11/07 – 23/07 en 13/01 – 23/01	19/07 – 12/01	11/07 – 08/08 en 13/12 – 05/01	23/07 – 14/08 en 13/12 – 12/01
Dagen	46	42	22	184	51	52
Restverlies (mm/dag)	1.5	0.95	2.7	0.03	0.35	0.54
$\Delta H$ gemiddeld (m)	0.56	0.18	0.22	?	0.07	1.02
Berekende $c$ (d)	373	189	81	?	200	1900

De in Tabel 3.5 berekende verticale weerstanden zijn in redelijke overeenstemming met de in Tabel 3.4 weergegeven uitkomsten van de kolommethode, mits men ermee rekening houdt dat eerstgenoemde uitkomsten waarnemingen op (min of meer) perceelsschaal en eerstgenoemde puntwaarnemingen. Ze zijn ook in goede overeenstemming met de waarden die door Hoogendoorn en Te Stroet (1994; geciteerd door Tietema 2004) worden genoemd. De gelijkenis indiceert dat bij lagere waterstanden de afvoer via open water verwaarloosbaar is.

Ook hier springt meetlocatie 3 eruit met de laagste verticale weerstand. Voor locatie 6 is een opvallend hoge weerstand berekend. Hierop wordt naar aanleiding van de waarden voor 2004 (Tabel 3.6) verderop teruggekomen.

Dezelfde berekening is gedaan voor de zomer van 2004. De uitkomsten staan in Tabel 3.6. Uit Tabel 3.6 blijkt dat het beeld voor 2004 geheel anders is dan dat voor 2003. Een aantal waarden van  $c$  kon niet voor 2004 worden berekend doordat de uitkomst negatief zou zijn als gevolg van

## Hoofdstuk 3

negatieve restverliezen (= positieve overschotten). Ook worden, gemeten naar voorgaande resultaten, twee extreem hoge waarden van  $c$  gevonden, te weten die voor locatie 3 en 6 en een extreem lage voor locatie 5, althans gerekend naar de uitkomsten in Tabel 3.4 en Tabel 3.5. Dit alles vraagt om een verklaring. De te hoge waarden en de overschotten zouden kunnen worden verklaard door aan te nemen dat onder bepaalde omstandigheden de laagten, waarin de meetpunten zijn geplaatst, worden gevoed vanuit hun omgeving. Dit zou met name het geval kunnen zijn bij hoge neerslagpieken, als de infiltratiecapaciteit van de grond ontoereikend is wellicht ook door de restveenlaag in aangrenzende en niet uitgeveende gebiedsdelen over de gliedelaag water naar de laagten stroomt. In het geval van meetpunt 5 zou het omgekeerde het geval kunnen zijn, omdat het meetpunt vlak bij de westelijke gebiedsrand ligt. Daar zijn echter geen tekenen gevonden van uitstroming via oppervlaktewater. Het is evenwel waarschijnlijk dat aan de westkant van dit gebiedsdeel de stijghoogte in de zandondergrond naar het westen wegzakt, waardoor de wegzijging er elders groter is dan bij het meetpunt zelf, dat aan de oostkant vlak bij de Prinsendijk ligt. Dit zou ook de betrekkelijk lage verticale weerstand van 200 dagen in Tabel 3.5 ten opzichte van die van ruim 500 dagen, verkregen uit de kolommethode (Tabel 3.4) kunnen verklaren.

**Tabel 3.6:** Uitkomsten van de 'overloopmethode' voor de zomer van 2004 met stijghoogteverschil  $\Delta H$  tussen restveen en zandondergrond (positief indien waterstand restveen hoger) en berekende verticale weerstand  $c$ , waar het verlies positief is.

Meetpunt	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Peil (m+NAP)	9.15	9.70	8.95	9.15	8.75	9.05	8.60	9.15	9.15
Periode	08/05 – 03/07	16/05 – 09/07	21/05 – 10/07	15/05 – 06/07	15/05 – 09/07	20/04 – 09/07	15/02 – 06/07	14/04 – 09/07	14/05 – 03/07
Dagen	46	54	50	52	55	80	142	86	50
Restverlies (mm/dag)	-0.35	0.33	1.0	0.10	0.58	0.08	0.20	-0.14	-0.66
$\Delta H$ gemiddeld (m)	0.06	<sup>1</sup>	0.73	?	0.02	0.81	0.17	0.69	0.006
Berekende $c$ (d)	-	-	730	?	34	10100	850	-	-

De theorie van voeding uit de omgeving bij zware neerslag is te verifiëren door het gedrag van de waterstand bij enkele korte perioden van zware neerslag nader te bezien. Omdat in de bemeten laagten gedurende de hele zomer van 2004 meest open water heeft gestaan, zullen de bergingscoëfficiënten bij alle meetpunten hoog liggen. Een waarde  $>0.7$  voor deze plekken is een redelijke aanname. Dat houdt in dat gedurende en kort na een regenperiode de stijging van de waterspiegel in het restveen bij neerslag niet groter dan ongeveer 1.4 maal de dikte van de gevallen waterschijf zal zijn, indien het uitsluitend ter plaatse gevallen neerslag betreft. Is er toevoer van elders, dan zal de stijging van de waterspiegel meer bedragen. Er zijn twee perioden met hoge neerslag bekeken, te weten

- 23/06/2004 03:00 – 24/06/2004 12:00 met 23.1 mm
- 02/07/2004 21:00 - 03/07/2004 15:00 met 28.9 mm

<sup>1</sup> Diver in zandpakket grootste deel van de periode defect.



Ter vergelijking is ook de periode 8/01/2004 9:00 –14/01/2004 9:00, toen de waterstand zich overal nog herstelde van het droge jaar 2003 en waarin het neerslagoverschot 27.9 mm bedroeg, beschouwd. Tabel 3.7 geeft de uitkomsten.

Uit de tabel blijkt dat voor de korte en heftige neerslagperioden (stijging 1 en 2) overal de stijging van de waterstand hoger tot zeer veel groter is dan 1.4 maal de gevallen hoeveelheid neerslag. De kleinste stijging vinden we bij meetpunt 4, de grootste bij de punten 3 en 7. Punt 3 is bovendien de uitzondering voor wat betreft het tijdstip waarop de hoogste stand optrad: al tijdens de bui, terwijl bij de overige punten de hoogste waarden enkele uren na de bui optraden. Dit feit suggereert dat uit dit gebied bij de gegeven waterstanden water via oppervlaktewater verdwijnt.

De stijgingen bij een vergelijkbare neerslagaanvoer over een langere (winter)periode zijn veel geringer en meer in overeenstemming met wat men in de gegeven situatie zonder aanvoer via maaiveldsstroming zou verwachten. De meetonnauwkeurigheid van de Divers over een periode van enkele dagen mag zeker op circa 5 mm worden gesteld, zodat aan de iets lagere stijging dan 28 mm op de meetpunten 6 en 7 geen conclusies kunnen worden verbonden. Aangetekend moet ook worden dat op punt 3 de waterstand ondanks de netto aanvoer van 3.2 mm tussen 13 en 14 januari met enkele cm was gedaald, wat wederom wijst op afvoer via oppervlaktewater.

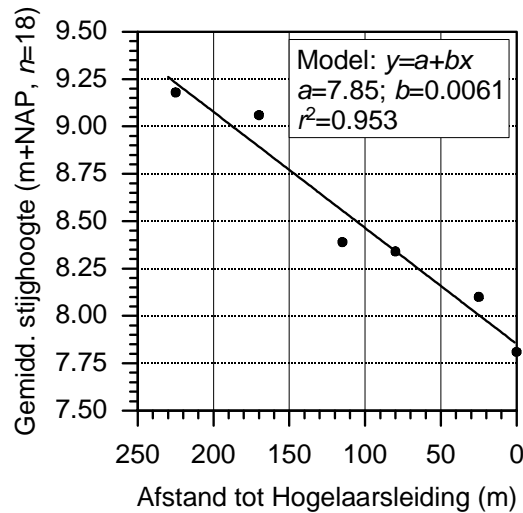
Uit Tabel 3.7 blijkt derhalve dat in elk geval in de zomer van 2004 bij zware neerslag een substantiële toestroming naar de betreffende laagten heeft plaatsgevonden. Deze toestroming kan een gunstige invloed hebben op de groeimogelijkheden voor sommige veenmossoorten, zoals in hoofdstuk 4 nader zal worden toegelicht.

**Tabel 3.7:** Stijging in mm van de waterstand op het restveen bij twee zware neerslagperioden, 23/06/2004 03:00 – 24/06/2004 12:00 (23.1 mm) (1) en 02/07/2004 21:00 - 03/07/2004 15:00 (28.9 mm) (2) met het tijdstip waarop de hoogste waterstand werd gemeten. De uitkomsten zijn gebaseerd op intervallen van 3 uur. In de onderste rij de stijging (3) in de periode 8-14 januari 2004 met een neerslagoverschot van 27.9 mm, verdeeld over 6 dagen.

<b>Meetpunt</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
Stijging 1	99	48	143	40	57	60	137	45	79
Hoogste stand om	15:00	15:00	9:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00
Stijging 2	92	71	198	58	93	70	181	74	87
Hoogste stand om	18:00	18:00	9:00	18:00	18:00	18:00	18:00	18:00	18:00
Stijging 3	39	38	28	27	45	25	23	45	43

### **3.6 De peilbuizenraai bij de Hoogelaarsleiding**

De stijghoogteverlopen zijn weergegeven in Figuur C.10 van Bijlage C. Daaruit blijkt een duidelijk verval van de stijghoogte in de zandondergrond naar de leiding toe. De vraag is, in hoeverre de leiding zelf een grote invloed op de stijghoogte in de zandondergrond van het reservaat heeft, dan wel of vooral het ‘polder’peil in het aangrenzende landbouwgebied de veroorzaker is van deze duidelijk aanwezige stijghoogtegradiënt. Omdat het peil in de leiding wat dieper ligt dan die in het landbouwgebied, zou een te fitten lijn door de waterstanden in het eerste geval ongeveer op het peil van de leiding moeten uitkomen, in het tweede geval erboven. Daartoe zijn gemiddelde standen van zowel de peilbuizen als de leiding uitgerekend van de 18 data (29 maart tot eind 2004) waarvan peilen van de leiding beschikbaar waren. Dit leidde tot de grafiek in Figuur 3.2.



**Figuur 3.2:** Gemiddelde stijghoogten in de zandondergrond en de Hoogelaarsleiding versus afstand tot de leiding. Het punt op 0 meter is het peil in de leiding.

De meest rechtse vier punten suggereren een min of meer parabolisch verloop van de stijghoogte naar de Hoogelaarsleiding. De andere twee punten doen dit beeld echter teniet en het geheel suggereert een nagenoeg rechtlijnig verband waarvan de lijn nagenoeg op de Hoogelaarsleiding uitkomt. De gradiënt is maar liefst 6 m/km, maar waarschijnlijk is deze alleen in het bovenste watervoerende pakket boven de Formatie van Drenthe (Tietema 2004) aanwezig, omdat anders de waterstroom uit het gebied bij een doorlaatvermogen van omstreeks  $1000 \text{ m}^2\text{d}^{-1}$  onverklaarbaar groot zou zijn. Wel suggereert de uitkomst dat de leiding wel degelijk een grote invloed op de stijghoogte in de zandondergrond heeft. Anderzijds is de zone waarin deze optreedt in elk geval ter plaatse van de raai betrekkelijk smal, zoals blijkt uit de gegevens van de meetpunten 1 en 9, waar de waterverliezen in een gemiddelde zomer vrijwel zeker niet zodanig zijn, dat de veengroei daar in aanzienlijke mate wordt belemmerd.

### 3.7 Conclusies en aanbevelingen

De stijghoogten in de zandondergrond zakken in een droge zomer zoals die van 2003 op veel plaatsen tot ruim meer dan een meter onder de veenbasis weg. In een vrij natte zomer, zoals die van 2004 komt het verschijnsel op wat beperktere schaal voor, maar is de uitzakking lokaal nog steeds in de orde van een meter onder de waterstand in, c.q. op het restveen. Met name in het zuidwesten langs de Prinsendijk en in het Huurnerveld, met uitzondering van de rand, lijken de dalingen beperkt of volgt de stijghoogte vrijwel de waterstand in de restveenlaag. Locale variaties in de samenstelling van de minerale ondergrond spelen hierbij vrijwel zeker een niet onbelangrijke rol.

De verticale weerstanden van het restveen liggen in het algemeen tussen 50 en 1000 dagen. Vooral de lagere waarden maken de delen van het Wierdense Veld waar ze voorkomen, in hydrologische zin kwetsbaar voor de waterhuishouding in de naaste omgeving. Daarmee is de mate van uitzakking van de stijghoogte in de zandondergrond gedurende de zomer een belangrijke grootte. In het bijzonder het gebied ten noorden en westen van meetpunt 3 is in hydrologische zin zeer kwetsbaar.

Het water in de laagten waarin veengroei optreedt, wordt in ieder geval bij hoge neerslagpieken in aanzienlijke mate aangevuld door afstromend water uit de naaste omgeving. Daarmee wordt de wegzijging uit deze stukken in elk geval deels gecompenseerd. Van kwel is slechts een enkele keer sprake gedurende een korte periode (meetpunt 7, Figuur C.7).

De Hoogelaarsleiding lijkt van directe invloed op de stijghoogten in de zandondergrond in de oostelijke rand van het Huurnerveld.

Het foliescherf in de Prinsendijk is zeer effectief doordat het de waterverliezen uit het gebied ten oosten van dit pad sterk beperkt. Waarschijnlijk is dit mede te danken aan de vrij hoge verticale weerstand van de restveenlaag ter plaatse en mogelijk ook de situatie in de minerale ondergrond, omdat het direct ten westen van het pad (en dus benedenstrooms van het scherm) gelegen meetpunt 5 nog weinig beïnvloed lijkt door de waterhuishouding van het landbouwgebied aan de andere kant van de reservaatsgrens op slechts ongeveer 100 m afstand.

De volgende aanbevelingen worden gedaan.

- Omkaden van het Huurnerveld aan de oost- en zuidzijde om waterverliezen uit dit gebied tegen te gaan. Omdat de restveenlaag met uitzondering van de gliede doorlatend kan zijn, verdient het aanbeveling om zo'n kade in de restveenlaag in te graven, eventueel tot in de zandondergrond. Voor de zekerheid kan een foliescherf worden ingebouwd.
- Peilverhoging in of verleggen van de Hoogelaarsleiding naar een tracé op enkele honderden meters van de reservaatsgrens.
- Inrichten van een hydrologische bufferzone langs de westrand van circa 200 m breedte. In het noorden lijkt zo'n zone wat urgenter dan in het zuiden, gegeven het verschil in gedrag van de stijghoogte in de zandondergrond op de meetpunten 7, resp. 5. Minimaal zouden de landbouwinhammen langs de westkant een zelfde hydrologisch regime moeten krijgen als het reservaat.
- Zodanig inrichten van het stuk grasland ten noorden van meetpunt 3 dat daar in elk geval in de winter gedeeltelijke inundatie optreedt (verwijderen duiker, eventueel een kade).
- Indien mogelijk, op termijn inrichten van een bufferzone langs de noordkant van het reservaatgebied om het uitzakken van de stijghoogte in de zandondergrond in de zone van de meetpunten 3, 6 en 7 te beperken. Vooral de verliezen in het gebied ten noorden en westen van meetpunt 3 zijn wel erg groot gelet op de doelstelling van een redelijk voorspoedige ontwikkeling van een hoogveenvormende vegetatie.



## 4. Hydrochemie en vegetatie

Hilde Tomassen & Fons Smolders

In dit hoofdstuk zijn concentraties van stoffen uitgedrukt in  $\mu\text{mol l}^{-1}$ . Ter informatie staat in bijlage F staat een omreken tabel van  $\mu\text{mol}$  naar mg.

### 4.1 Inleiding

Zoals aangegeven in hoofdstuk 1 geeft het hydrochemische onderzoek een beeld van de water- en substraatkwaliteit op de locaties waar momenteel in het Wierdense Veld nog hoogveenvegetaties aanwezig zijn en wat de mogelijkheden voor herstel van veenvormende vegetaties zijn. Een gedetailleerde omschrijving van de uitgangssituatie van de vegetatie (situatie zomer 2003) wordt gegeven in hoofdstuk 5. Het onderzoek in het kader van OBN-Hoogvenen heeft nieuwe inzichten geleverd in het herstel en behoud van hoogvenen in Nederland. In deze inleiding volgen de belangrijkste inzichten verkregen op basis van het hydrochemische onderzoek van het OBN-Hoogvenen. Voor een volledig overzicht wordt verwezen naar het eindrapport OBN-Hoogvenen (Tomassen *et al.* 2002).

#### *Herstel van hoogveenrestanten*

Alle maatregelen gericht op hoogveenherstel hebben primair als doel om de juiste standplaatscondities te scheppen voor de groei van hoogveenvormende veenmossen. Uiteindelijk moet de hernieuwde groei van deze veenmossen leiden tot de ontwikkeling van een zogenaamd acrotelm. Dit is beslist een vereiste omdat alleen een goed functionerend acrotelm het zelfregulerende vermogen heeft dat zo karakteristiek is voor levende hoogvenen. Onder het acrotelm wordt de bovenste weinig gehumificeerde veenlaag verstaan. Deze laag bestaat uit vrij los grotendeels levend veenmos, is maximaal een halve meter dik en heeft door zijn specifieke structuur een hoge bergingscapaciteit voor water. De doorlatendheid van het acrotelm neemt af met toenemende diepe. Onder het acrotelm ligt het catotelm dat bestaat uit sterker gehumificeerd en daardoor slecht doorlatend veen. In natte perioden wordt door zijdelingse (laterale) afstroming het wateroverschot afgevoerd via het acrotelm terwijl in droge tijden door de specifieke structuur van het acrotelm de verdamping sterk wordt verminderd. Hierdoor wordt enerzijds voorkomen dat het hoogveen te nat wordt en onder water loopt en anderzijds dat het hoogveen te sterk uitdroogt. In vele zogenaamde hoogveenrestanten, waaronder het Wierdense Veld, ligt door ontwatering en vergraving nog slechts een sterk verdroogde restveenlaag. Ook waar het oppervlak niet is vergraven is de toplaag veelal toch sterk verdroogd door lokale en regionale ontwatering zoals het geval is in het Wierdense Veld. Vernatting van het veenoppervlak is een essentiële voorwaarde voor het herstel van de standplaatscondities voor veenmossen. Veenmossen krijgen slechts een kans zich te vestigen en uit te groeien wanneer het veenoppervlak permanent verzadigd blijft met nutriëntenarm (zwak) zuur water. Veelal wordt deze vernatting bereikt door de aanleg van veendammen waardoor regenwater wordt vastgehouden in het gebied.

## Hoofdstuk 4

### Vernatten van zwartveen

In het algemeen kunnen twee typen vernattingsmaatregelen worden onderscheiden. Vernatting tot aan het veenoppervlak (plas-dras) biedt zeer goede kansen voor hoogveenherstel, maar is meestal moeilijk te realiseren (Wheeler & Shaw 1995). Met name in droge perioden zakt het waterpeil meestal te diep weg waardoor de beginnende veenmosgroei wordt geremd. Middels inundatie van het veenoppervlak is het veelal wel mogelijk om permanent natte condities te creëren. Een probleem bij inundatie is dat mede door de kleuring van het water door humuszuren, het veenmos (Waterveenmos; *Sphagnum cuspidatum*) slechts kan groeien op plaatsen waar het water niet te diep is. Dit hangt vooral ook samen met het feit dat de kooldioxideconcentratie ( $\text{CO}_2$ ) in de waterlaag veelal te laag is voor een optimale groei van Waterveenmos (Paffen & Roelofs 1991). Het  $\text{CO}_2$  wordt nageleverd uit afbraakprocessen in de veenbodem en de  $\text{CO}_2$ -concentratie is daarom meestal het hoogste nét boven de bodem. Alleen daar waar nog voldoende licht in het water doordringt en waar de  $\text{CO}_2$ -concentratie voldoende hoog is kan *S. cuspidatum* goed groeien. Bij inundatie van grotere veenoppervlakken wordt dan ook veelal slechts veenmosgroei waargenomen in de ondiepere randzones (Wheeler & Shaw 1995; Schouten *et al.* 1998). Uiteindelijk kan er zo vanuit de randzone wel degelijk een geleidelijke verlanding richting dieper water plaatsvinden, maar dit is toch veelal een langzaam proces.

We kunnen concluderen dat op geïnundeerd zwartveen de omstandigheden vaak niet goed genoeg zijn om onderwatergroei van veenmossen mogelijk te maken. In verzurende of van nature zure vennen met een minerale bodem zien we vaak wel een zeer snelle groei van veenmossen, waardoor in korte tijd het ven volledig dicht kan groeien. Dit komt omdat op minerale bodems het water veel minder wordt gekleurd door humuszuren, waardoor licht niet beperkend is voor de veenmosgroei. Daarnaast worden vele vennen vanuit hun naaste omgeving (infiltratiegebied) gevoed met  $\text{CO}_2$ -rijk water, zodat in dergelijke gevallen ook  $\text{CO}_2$  niet beperkend is. Veenmosgroei in dit soort vennen kan zelfs nog worden gestimuleerd door de omgeving van waaruit het water wordt aangevoerd (het vanggebied) licht te bekalken waardoor er meer  $\text{CO}_2$  oplost in het infiltrerende water (Dorland *et al.* 2000). Ook ondiepe poelen en slenken in intacte hoogvenen hebben de neiging snel dicht te groeien met *Sphagnum cuspidatum*. Dit komt omdat hier veel  $\text{CO}_2$  uit het omringende veen wordt aangevoerd. Aanvoer van  $\text{CO}_2$  kan ook verantwoordelijk zijn voor de ontwikkeling van veenmossen in terreindelen binnen een groter hoogveenrestant. Door microreliëf in het terrein, zoals de dekzandwelvingen in het Wierdense Veld, kunnen door oppervlakkige stroming van water bepaalde delen van het terrein worden aangerijkt met  $\text{CO}_2$ . Het is belangrijk bij eventueel te nemen maatregelen hier rekening mee te houden, zodat deze in een dergelijk geval niet leiden tot het wegvallen van de oppervlakkige waterstroming.

Overigens blijkt dit bentisch  $\text{CO}_2$  niet alleen voor de groei van ondergedoken *Sphagnum* van belang te zijn. Ook voor bultvormende *Sphagnum*-soorten blijkt een deel van het gefixeerde  $\text{CO}_2$  van bentische oorsprong te zijn (Rydin & Clymo 1989; Turetsky & Wieder 1999). Uit experimenten is gebleken dat de groei van *Sphagnum magellanicum* onder zeer natte doch niet geïnundeerde condities, sterk wordt gestimuleerd door hoge  $\text{CO}_2$  concentraties in het acrotelm water (vergelijkbaar met concentraties die gemeten worden in het veld) (Smolders *et al.* 2001). Bij zeer lage concentraties  $\text{CO}_2$  in het acrotelmwater, waarbij de veenmossen dus volledig afhankelijk waren van atmosferisch  $\text{CO}_2$ , bleek de groei geremd te worden (Smolders *et al.* 2001) en bultvorming achterwege te blijven. Het belang van bentisch  $\text{CO}_2$  voor veenmossen blijkt ook

uit het feit dat vaak een sterke veenmosgroei kan worden waargenomen op minerale bodems waar CO<sub>2</sub>-rijk water uittreedt, zoals bijvoorbeeld in het Verbrande Bos bij Staverden.

### Drijftilvorming

Een snelle verlanding van geïnundeerde oppervlakten is waargenomen in gebieden waar restveenmateriaal los is gekomen van de bodem en is komen opdrijven. Dit is bijvoorbeeld gebeurd in delen van het Haaksbergerveen en het Meerstalblok, maar ook in het Wierdense Veld (bijvoorbeeld langs de Prinsendijk). In andere gebieden is na inundatie geen (rest)veenmateriaal opgedreven zodat hier de hoogveenontwikkeling alleen vanuit de ondiepere delen kan plaatsvinden. Uit eerder onderzoek is naar voren gekomen dat methaan (CH<sub>4</sub>) mogelijk een belangrijke rol speelt als drijfgas in drijftillen en opdrijvend restveen (Smolders *et al.* 2002; Tomassen *et al.* 2004). Ook methaan komt vrij bij de (anaërobe) decompositieprocessen in het veen maar is in tegenstelling tot CO<sub>2</sub> slecht oplosbaar in water. Hierdoor vormt het kleine gasbelletjes die wanneer deze in de veenmatrix worden vastgehouden voor een opwaartse kracht (drijfvermogen) zorgen. Op de drijftillen vestigen zich in eerste instantie vooral veenmossoorten als *Sphagnum cuspidatum* en *Sphagnum fallax*. Deze veenmossoorten zijn meestal dominant in de eerste fase van de hoogveenvorming. Om een echt hoogveen te krijgen is het echter van groot belang dat zich uiteindelijk ook bultvormende veenmossen zoals *Sphagnum magellanicum*, *Sphagnum papillosum* en *Sphagnum rubellum* vestigen (Smolders *et al.* 2003).

### Vernatten van witveen

Plas-dras vernatten van witveenrestanten levert zeer waarschijnlijk goede herstelmogelijkheden op. In tegenstelling tot zwartveen, kan in het witveen door stimulatie van de anaërobe decompositie veel kooldioxide en methaan geproduceerd worden. Hierdoor zal naast atmosferisch koolstof ook voldoende benthisch koolstof beschikbaar zijn voor de groei van *Sphagnum* (Turetsky & Wieder 1999). Methaan kan tevens zorgen voor opzwellen van het veen bij ondiepe inundatie waardoor toch plas-dras omstandigheden ontstaan. Verder heeft witveen een hogere bergingscapaciteit ten opzichte van zwartveen en de waterstandsfluctuaties in droge en natte perioden blijft hierdoor beperkt. Indien bultvormende veenmossen nog in het terrein aanwezig zijn kan door vernatten van witveen waarschijnlijk snel hoogveenherstel op gang komen.

Verder worden verdroogde witveen terreinen, door een combinatie van droogte en een hoge stikstofdepositie, vaak gedomineerd door Pijpenstrootje, Berk en heidesoorten (*Calluna vulgaris* en *Erica tetralix*). Vernatten van dit soort terreinen tot een niveau waarbij het water in ieder geval gedurende grote delen van het jaar in of net boven het maaiveld staat blijkt te leiden tot een zeer positieve ontwikkeling van de vegetatie. Dit was bijvoorbeeld te zien in het Fochteloërveen waar in de eerste jaren na vernatting (in 1999) de bedekking door de heidesoorten sterk is afgenomen terwijl de veenmossen en *Eriophorum* soorten zich sterk konden uitbreiden. Experimenten in het laboratorium laten hetzelfde beeld zien voor vernatte plaggen uit andere verdroogde terreinen (Tuspeel, Mariapeel, Bargerveen en Clara Bog). De mate waarin *Eriophorum* zich uitbreidt na vernatten, bleek hierbij met name af te hangen van de nutriëntenrijkdom van het systeem. Een zekere uitbreiding van *Eriophorum*-pollen is gunstig (Wheeler & Shaw 1995; Buttler *et al.* 1998). Ze bieden een goede beschutting voor de veenmossen in de drogere zomerperiode en bovendien een structuur waar de veenmossen bij wat hogere waterstanden tegenop kunnen groeien

## Hoofdstuk 4

(zogenaamde pollenbuffering). Bij een zeer sterke uitbreiding kunnen ze echter door overmatige beschaduwning de veenmosgroei belemmeren. In het Wierdense Veld zijn locaties met witveen schaars.

### *Introductie van bultvormende veenmossen*

In veel situaties waarbij na herstelmaatregelen sterke veenmosgroei op gang komt ontstaan uitgebreide *Sphagnum cuspidatum* of *Sphagnum fallax* vegetaties. Bij een normaal verloop van de successie zullen na verloop van tijd bultvormende veenmossen als *Sphagnum magellanicum*, *Sphagnum papillosum* of *Sphagnum rubellum* zich vestigen en uitbreiden. In de Nederlandse situatie blijft de vegetatieontwikkeling echter vaak steken in de *S. cuspidatum* of *S. fallax* fase. Het is niet geheel duidelijk of de abiotische omstandigheden ongeschikt zijn of dat vestiging van deze soorten problematisch verloopt. Li & Vitt (1994) vonden dat hoge stikstofdepositie de vestiging van *S. magellanicum* kan remmen. Uit paleoecologisch onderzoek bleek dat in de ontwikkelingsgeschiedenis van onze hoogvenen lange perioden voorkwamen waarin *S. cuspidatum* of *S. fallax* de veenmosvegetatie domineerden (Joosten 1995). In restauratieprojecten kan echter niet honderden jaren gewacht worden tot de bultvormende soorten zich vestigen. In vergelijking tot het weefsel van slenksoorten, breekt het weefsel van bultvormende soorten relatief langzamer af, waardoor de aangroei van nieuw veen sneller verloopt. De vorming van een functionerend acrotelm is van belang om de tegenwoordig vaak sterk fluctuerende waterstanden beter op te vangen. Bij herstel via drijftilvorming is vorming van nieuw veen essentieel om de methaanproductie op gang te houden. Het is daarom van cruciaal belang om te weten waarom de vestiging van bultvormende soorten in Nederlandse hoogveenrestanten vaak zeer moeizaam verloopt. Uit introductie-experimenten is verder gebleken dat de gebrekkige vestiging en uitbreiding binnen de terreinen waarschijnlijk de belangrijkste redenen zijn voor de afwezigheid of lage abundantie van sleutelsoorten. De geringe abundantie van deze soorten binnen de terreinen en de gebrekkige sporulatie (Cronberg 1991) en verspreiding van diasporen (Salonen 1987) zijn hiervoor waarschijnlijk de belangrijkste oorzaken. Introductie of verspreiding van sleutelsoorten zal dan ook vaak wenselijk zijn om een hoogveenherstelproject te kunnen laten slagen. Het doel is tenslotte om juist deze sleutelsoorten tot dominantie te laten komen, zodat ook een functionerende acrotelm tot ontwikkeling kan komen.

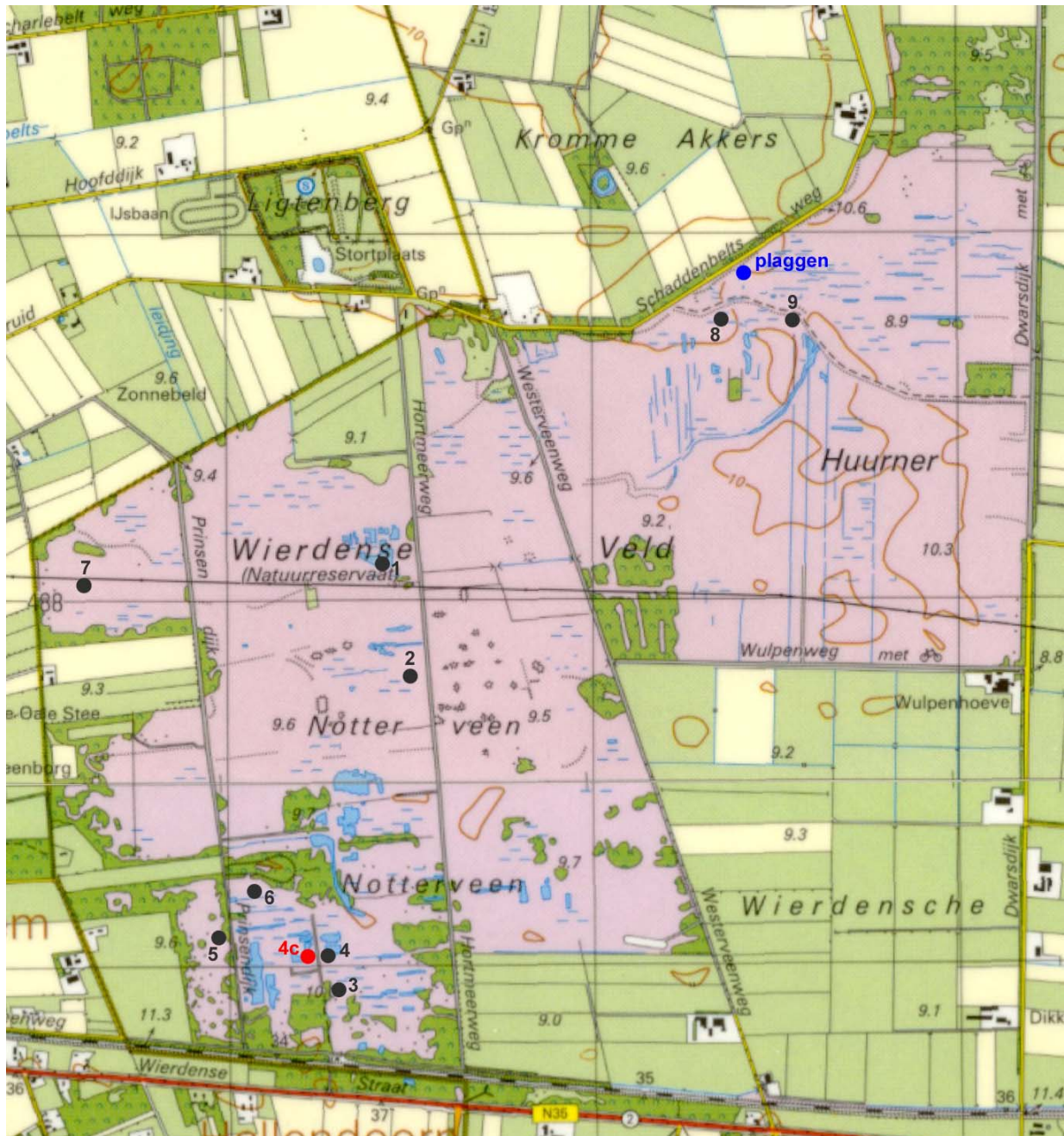
## **4.2 Materiaal en methoden**

### *Veldonderzoek*

Voor het hydrochemische onderzoek werden 9 onderzoekslocaties, verspreid over het gebied, ingericht op 8 mei 2003. De locaties 1 tot en met 9 zijn in Figuur 4.1 aangegeven met de zwarte punten. De locaties, zowel met als zonder hoogveendoelsoorten, werden geselecteerd op basis van de hoogteligging in het veld (reliëfrijke locaties) om inzicht te krijgen in het belang van oppervlakkige toestroom van kooldioxiderijk water. Daarnaast werden locaties geselecteerd met een mooi ontwikkelde veenmosvegetatie met soorten als *Sphagnum magellanicum* en *S. papillosum*. In de volgende paragraaf staat een korte beschrijving van iedere locatie. Op de locaties werden ceramische cups (lysimeters) geplaatst waarmee met behulp van een injectiespuit onder onderdruk veenvocht opgezogen werd (Figuur 4.2). Op alle locaties werd, indien aanwezig, ook het oppervlaktewater bemonsterd. Aan de watermonsters werden chemische



analyses gedaan volgens standaard methoden (zie o.a. Lamers *et al.* 1999). De belangrijkste variabelen die gemeten werden zijn: pH, kooldioxide ( $\text{CO}_2$ ), bicarbonaat ( $\text{HCO}_3^-$ ), methaan ( $\text{CH}_4$ ), ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ), nitraat ( $\text{NO}_3^-$ ), fosfaat ( $\text{PO}_4^{3-}$ ), kalium (K), humuszuren ( $\text{E}_{450}$ ) en sulfaat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ). In juni 2003 werden op alle locaties *Sphagnum* monsters (*S. cuspidatum*, *S. papillosum* of *S. magellanicum*) verzameld waarvan de nutriëntconcentraties werden bepaald.



**Figuur 4.1:** De onderzoekslocaties van het hydrochemisch onderzoek zijn weergegeven met de zwarte punten (1 tot en met 9). De blauwe punt geeft de locatie aan waar de plaggen van het vernattingsexperiment verzameld zijn en de rode punt geeft locatie 4c waar veen voor het verdrogingsexperiment verzameld is. In Figuur 6.1 staan de monsterpunten van zowel het hydrologische, hydrochemische als watermacrofauna-onderzoek weergegeven.



**Figuur 4.2:** Monstername van veenvocht op verschillende diepten met behulp van ceramische cups en injectiespuiten op locatie 6b (*Sphagnum magellanicum*).

### Beschrijving onderzoekslocaties

#### Locatie 1:

Locatie 1 is een natte slenk langs de Hortmeerweg (coördinaten: 231,408 – 488,067) gedomineerd door *Sphagnum cuspidatum*, *Molinia caerulea*, *Eriophorum angustifolium* en *Juncus effusus* (Figuur 4.3). De aanwezigheid van *Juncus effusus* is waarschijnlijk het gevolg van een meeuwenkolonie die hier aanwezig was ten tijde dat de vuilnisbelt aan de noordzijde van het Wierdense Veld nog in gebruik was. In de zomer van 2003 is de slenk geheel drooggevallen. Aan de zuidwestzijde wordt de slenk begrensd door een zandrug en aan de oostkant door de Hortmeerweg. Voor het onderzoek zijn 3 ceramische cups geplaatst voor bemonstering van veenwater: in de zandrug (op 70 cm diepte; lysimeter 1.1), in de slenk tussen *Eriophorum angustifolium* (slenk 1; lysimeter 1.2) en in de slenk tussen *Juncus effusus* (slenk 2; lysimeter 1.3)



**Figuur 4.3:** Slenk langs de Hortmeerweg (Locatie 1) in mei 2003 (links) en in juni 2004 (rechts).

#### Locatie 2:

Diepe poel met zwartveen (ongeveer 60 cm diep) gelegen in een vlak deel van het terrein zonder zandkoppen langs de Hortmeerweg (231,518 – 487,812). In de poel ontbreekt groei van

submers *S. cuspidatum* (Figuur 4.4). De poel heeft gedurende de gehele onderzoeksperiode (2003-2005) water gehouden. Op de rand van de oever liggen enkele mooie *Sphagnum papillosum* bulten (Figuur 4.4). Voor het onderzoek zijn 2 ceramische cups geplaatst: oever van de poel in een *S. papillosum* bult (lysimeter 2.1) en in het zwartveen in de poel (lysimeter 2.2).



**Figuur 4.4:** Diepe poel zonder groei van submers *Sphagnum cuspidatum* langs de Hortmeerweg (locatie 2; links), op de oever komen mooie bulten met *Sphagnum papillosum* voor (rechts).

### Locatie 3:

Natte slenk gedomineerd door *S. cuspidatum* en *Eriophorum angustifolium* in het Notterveen (231,277 – 486,960; Figuur 4.5). Aan de westzijde wordt de slenk begrensd door een zandrug. Voor het hydrochemische onderzoek zijn 3 ceramische cups geplaatst: in de zandrug (op 50 cm diepte; lysimeter 3.1), aan rand van de slenk (slenk 1; lysimeter 3.2) en midden in de slenk (slenk 2; lysimeter 3.3). De slenk is in de droge zomer van 2003 geheel drooggevallen.



**Figuur 4.5:** Slenk in het Notterveen (locatie 3) in mei 2003 (links) en juni 2004 (rechts).

### Locatie 4:

In het zuiden van het Notterveen gelegen locatie (231,242 – 487,063) gedomineerd door Riet (*Phragmites australis*; Figuur 4.6). In de directe omgeving wijzen drijftillen en opdrijvende prut op de aanwezigheid van gebufferde omstandigheden. Voor het onderzoek zijn 4 ceramische cups geplaatst: ondiep in het veen (0-10 cm diepte; lysimeter 4.1) en diep in het veen (net boven de

## Hoofdstuk 4

minerale ondergrond; lysimeter 4.2) van een *S. cuspidatum* drijftil en ondiep (0-10 cm diepte; lysimeter 4.3) en diep in het veen (lysimeter 4.4) van een locatie gedomineerd door Riet.



**Figuur 4.6:** Locatie 4, gelegen in het Notterveen, wordt gedomineerd door Riet (links). Monsternamen in een *S. cuspidatum* drijftil tussen het Riet (rechts).

### Locatie 5:

Aan de westzijde van de Prinsendijk (231,030 – 487,156) gelegen slenk gedomineerd door *S. cuspidatum* (Figuur 4.7). Voor het onderzoek is in de toplaag van het veen een ceramische cup geplaatst in *Sphagnum cuspidatum* (lysimeter 5.1).



**Figuur 4.7:** Slenk aan de westzijde van de Prinsendijk (locatie 5) in februari 2004 (links) en in juni 2004 (rechts). De blauwe grondwaterbuis is voor het hydrologische onderzoek (W5; Hoofdstuk 3) en de polypropyleen buis is voor het bepalen van de doorlatendheid van het restveen (zie Hoofdstuk 3).

### Locatie 6:

Aan de oostzijde van de Prinsendijk (ter hoogte van het foliescherm; 231,000 – 487,207) gelegen jonge *Sphagnum cuspidatum* drijftil (locatie 6a; Figuur 4.8) en een mooi ontwikkelde vegetatie op witveen met *S. papillosum* en *S. magellanicum* (locatie 6b; Figuur 4.8). Voor het onderzoek zijn op beide locaties 3 ceramische cups geplaatst. Locatie 6a: ondiep (10 cm diepte; lysimeter 6.1), midden (50 cm diepte; lysimeter 6.2) en diep (80 cm diepte; lysimeter 6.3). Locatie 6b:

ondiep (20 cm diepte in witveen; lysimeter 6.4), midden (50 cm diepte in witveen; lysimeter 6.5) en diep (80 cm diepte in zwartveen; lysimeter 6.6).



**Figuur 4.8:** Locatie 6, oostelijk van de Prinsendijk, bestaat uit een jonge *Sphagnum cuspidatum* drijfnet (locatie 6a; links) en een mooie hoogveenvegetatie op witveen met *Sphagnum magellanicum* en *S. papillosum* (rechts).

#### Locatie 7:

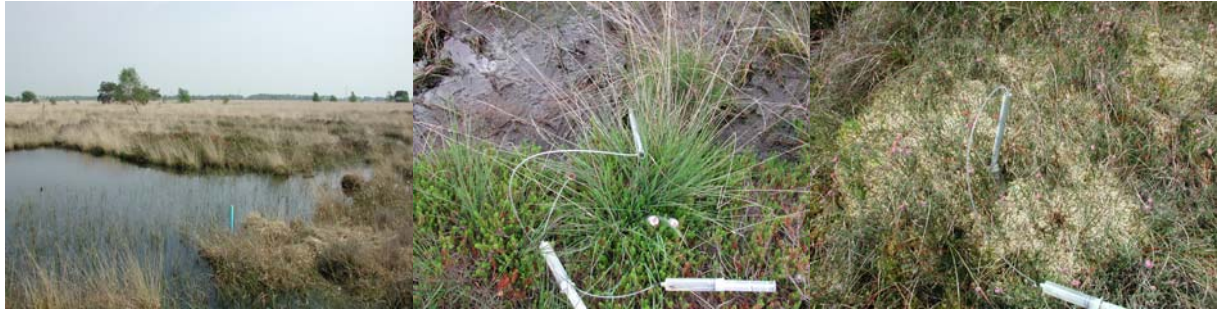
Poel met *S. cuspidatum* omgeven door witveenkoppen (zand op 60 cm) in het noordwestelijke deel (230,637 – 488,038) van het Wierdense Veld (Figuur 4.9). Voor het onderzoek zijn 3 ceramische cups geplaatst: de witveenrug (bult; lysimeter 7.1), rand van de poel met *S. cuspidatum* (slenk 1; lysimeter 7.2) en midden in de poel zonder *S. cuspidatum* (slenk 2; lysimeter 7.3).



**Figuur 4.9:** Locatie 7, in het noordwestelijke deel van het Wierdense Veld gelegen slenk met *Sphagnum cuspidatum*, in mei 2003 (links) en juni 2004 (rechts).

#### Locatie 8:

Slenk in het Huurnerveld (232,343 – 488,750) met weinig *S. cuspidatum* groei (Figuur 4.10). In de slenk is een *Sphagnum cuspidatum* drijfnet aanwezig. In de omgeving zijn mooie bulten van *S. papillosum* aanwezig. Voor het onderzoek werden 3 ceramische cups geplaatst: op 20 cm (lysimeter 8.1) en 90 cm (lysimeter 8.2) diepte in een *S. cuspidatum* drijfnet en in de toplaag van een *S. papillosum* bult (lysimeter 8.3).



**Figuur 4.10:** Overzicht van locatie 8: een slenk gelegen in het Huurnerveld (links). In een jonge *Sphagnum cuspidatum* drijftil (midden) en *Sphagnum papillosum* bult (rechts) zijn ceramische cups geplaatst voor het volgen van de veenwaterchemie. In juni 2004 was de *S. papillosum* bult nog sterk verdroogd (rechts).

### Locatie 9:

Slenk in het Huurnerveld (232,564 – 488,775) direct langs de bulldozersleuf (Figuur 4.11). In de slenk groeit submers *S. cuspidatum*. De slenk wordt begrensd door een zandrug. Voor het onderzoek werden 2 ceramische cups geplaatst: in de zandrug (lysimeter 9.1) en ondiep in de slenk (lysimeter 9.2).



**Figuur 4.11:** Locatie 9, slenk in het Huurnerveld. Links: plaatsen ceramische cup in de zandrug (mei 2003). Rechts: slenk dichtgegroeid met *S. cuspidatum* (juni 2004).

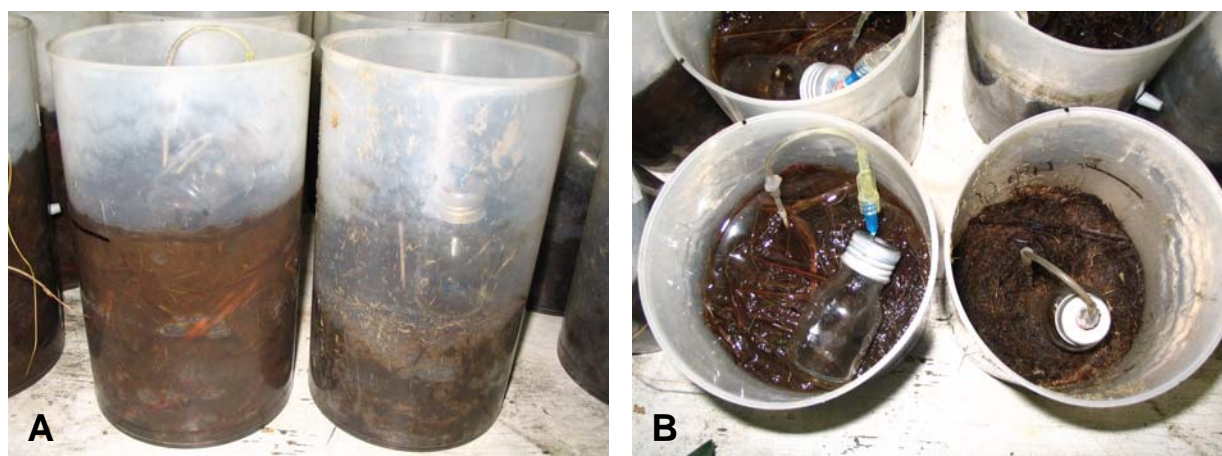
### Verdrogingsexperiment

Om een beter beeld te krijgen van het effect van verdroging op het veen werd een verdrogingsexperiment uitgevoerd. In maart 2004 werd op vier locaties (4b, 4c, 6 en 8) in het Wierdense Veld niet verdroogd veen verzameld (Figuur 4.1 & Tabel 4.1). Het veen was afkomstig van de bovenste 10 cm onder de vegetatie (indien aanwezig). Per locatie werden vier plastic cilindervormige bakken (diameter 12,5 cm; diepte 30 cm) voor de helft gevuld met vers veen (85 g) (Figuur 4.12). Aan iedere bak werd 500 ml demiwater toegevoegd. Het waterniveau werd op de buitenkant genoteerd zodat het water op peil gehouden kon worden. Na drie weken werd het veen in de helft van de bakken geleidelijk verdroogd door geen water meer toe te voegen. In iedere bak werd een bodemvochtbemonsteraar geplaatst om de veenvochtchemie te kunnen volgen. Na 46 weken werd het verdroogde veen her-vernat tot aan het oorspronkelijke niveau zodat de reversibiliteit van de verdroging bepaald kan worden. Bij de start van het

experiment werd een deel van de bodem in duplo gedroogd bij 70 C° gedurende 48 uur voor verdere chemische analyse.

**Tabel 4.1:** Beschrijving locaties waarvan het veen uit het verdrogingsexperiment afkomstig is. Voor nummering van de locaties zie Figuur 4.1.

Veen	Coördinaten	Beschrijving locatie
4b	231,242 - 487,063	Notterveen; geïnundeerd veen bij Riet
4c	231,230 - 487,063	Notterveen; veen van andere zijde van de dam; Riet
6	231,000 - 487,207	Witveen van locatie 6 langs de Prinsendijk (drijfteil)
8	232,343 - 488,750	Huurnerveld; veen van <i>Sphagnum cuspidatum</i> drijfteil



**Figuur 4.12:** Verdrogingsexperiment met veen afkomstig van vier locaties in het Wierdense Veld. Het veen in het linkerbakje staat duidelijk natter dan in het rechterbakje (A). Regelmatig werd met behulp van bodemvochtmonsteraars onder vacuüm met infuusflesjes veenvocht verzameld en geanalyseerd (B).

#### Effect waterpeil op de vegetatie

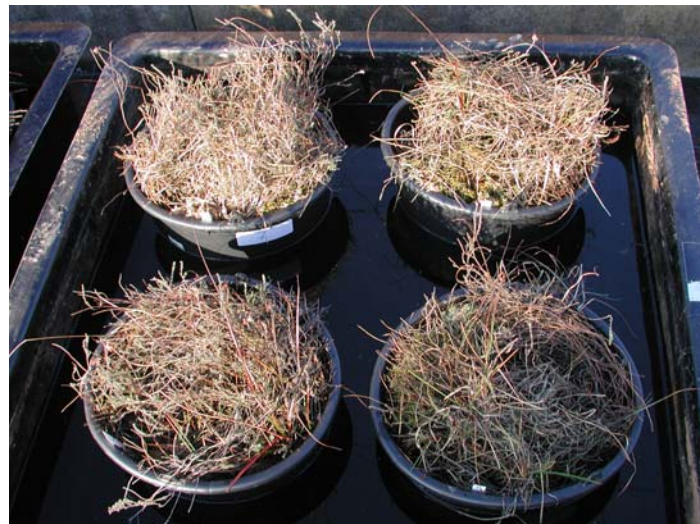
Voor een beter inzicht in het effect van verhoging van het waterpeil op de vegetatie werd een vernattingsexperiment uitgevoerd. Hiervoor werden in oktober 2003 acht plagen (diameter 35 cm; diepte 25 cm) van een sterk verdroogde locatie in het Huurnerveld (232,409-488,869; blauwe stip in Figuur 4.1) meegenomen. De plagen werden in emmers met geperforeerde bodem geplaatst die per vier in plastic minivijvers werden gezet buiten bij het kassencomplex van de Radboud Universiteit Nijmegen (Figuur 4.13). Het waterpeil werd door toevoeging van demiwater ingesteld op 15 cm onder het maaiveld. Door natuurlijke neerslag werd het waterpeil geleidelijk op plas-dras niveau gebracht. De plagen werden gedomineerd door *Molinia caerulea* en *Erica tetralix*, ook *Sphagnum papillosum* was in alle plagen aanwezig (Tabel 4.2). In iedere emmer werden twee bodemvochtbemonsteraars geplaatst om de waterchemie te kunnen volgen. Aan het begin en na het groeiseizoen werd de vegetatie beschreven.

## Hoofdstuk 4

**Tabel 4.2:** Vegetatieopname van de verdroogde plaggen uit het Wierdense Veld van het vernattingsexperiment bij de start van het experiment (oktober 2003). Ter vergelijking zijn drie natte plaggen verzameld in het Fochteloërveen (november 2003). De bedekking is weergegeven in percentages.

	Wierdense Veld								Fochteloërveen		
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3
<b>Moslaag</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>10</b>	<b>25</b>	<b>30</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<i>Sphagnum papillosum</i>	20	20	15	10	25	30	15	5	.	.	.
<i>Sphagnum cuspidatum</i>	.	1	5	.	.	.	.	5	100	100	100
<b>Kruidlaag</b>	<b>90</b>	<b>90</b>	<b>90</b>	<b>95</b>	<b>80</b>	<b>70</b>	<b>90</b>	<b>70</b>	<b>20</b>	<b>15</b>	<b>10</b>
<i>Erica tetralix</i>	50	80	50	55	40	40	50	40	.	.	.
<i>Calluna vulgaris</i>	.	.	.	.	.	.	.	10	.	.	.
<i>Andromeda polifolia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5
<i>Eriophorum angustifolium</i>	5	2	3	3	2	2	2	3	15	15	.
<i>Oxycoccus palustris</i>	.	1	1	2	1	.	2	3	.	.	.
<i>Molinia caerulea</i>	35	10	40	35	40	30	40	20	10	5	10

Hiernaast werd een verdrogingsexperiment met plaggen uit de kern van het Fochteloërveen uitgevoerd om een beeld te krijgen van een kortdurende verdroging op de vegetatie. In november 2003 werden drie plaggen (diameter 35 cm; diepte 25 cm) verzameld op een locatie waar het waterpeil plas-dras stond. De plaggen werden in plastic emmers met geperforeerde bodem geplaatst die samen in een plastic minivijver gezet werden buiten bij het kassencomplex van de Radboud Universiteit Nijmegen. Het waterpeil werd ingesteld op ongeveer 20 cm onder het maaiveld. De vegetatie bestond voornamelijk uit *Sphagnum cuspidatum* en *Molinia caerulea* (Tabel 4.2). De vegetatie en waterchemie werd op dezelfde wijze gevolgd als bij de plaggen uit het Wierdense Veld.



**Figuur 4.13:** In oktober 2003 werden verdroogde plaggen uit het Huurnerveld meegenomen en in vijverbakken plas-dras vernat.

### Introductie-experiment bultvormende veenmossen in de Engbertsdijksvenen

In het Wierdense Veld verloopt, evenals in vele andere Nederlandse hoogvenen, de vestiging en/of uitbreiding van bultvormende veenmossen zeer moeizaam. In het kader van de tweede



onderzoeksfase OBN-Hoogvenen is een introductie-experiment gestart in het nabijgelegen Engbertsdijksvenen. De resultaten van dit experiment zijn van belang voor het Wierdense Veld. In een drijftil gedomineerd door *Sphagnum cuspidatum* werden in november 2002 bultvormende veenmossen geïntroduceerd. Voor de introductie is materiaal uit de hoogveenkern gebruikt. De proefvlakken hebben elk een oppervlakte van 50 bij 50 cm (0.25 m<sup>2</sup>) en de behandelingen zijn in 4-voud uitgevoerd (zie Figuur 4.14). De geïntroduceerde soorten zijn *Sphagnum papillosum* en *Sphagnum magellanicum*, met een lengte van 10 cm. Bij de introductie zijn 1) groepjes veenmos geplaatst, 2) verknijpte fragmenten (1 cm lengte) uitgestrooid en 3) verknijpte fragmenten (1 cm lengte) uitgestrooid waarna ze zijn afgedekt met stro (225 g per m<sup>2</sup>). Het *Sphagnum* is in twee verschillende dichtheden geïntroduceerd, n.l. 40 en 160 planten per m<sup>2</sup>. De eventuele uitbreiding van de veenmossen wordt na ieder groeiseizoen gevolgd. Tevens wordt de chemische samenstelling van het veenwater en het veenmos gevolgd.



**Figuur 4.14:** Overzicht *Sphagnum*-transplantatie experiment in de Engbertsdijksvenen, november 2002.

### 4.3 Resultaten en discussie

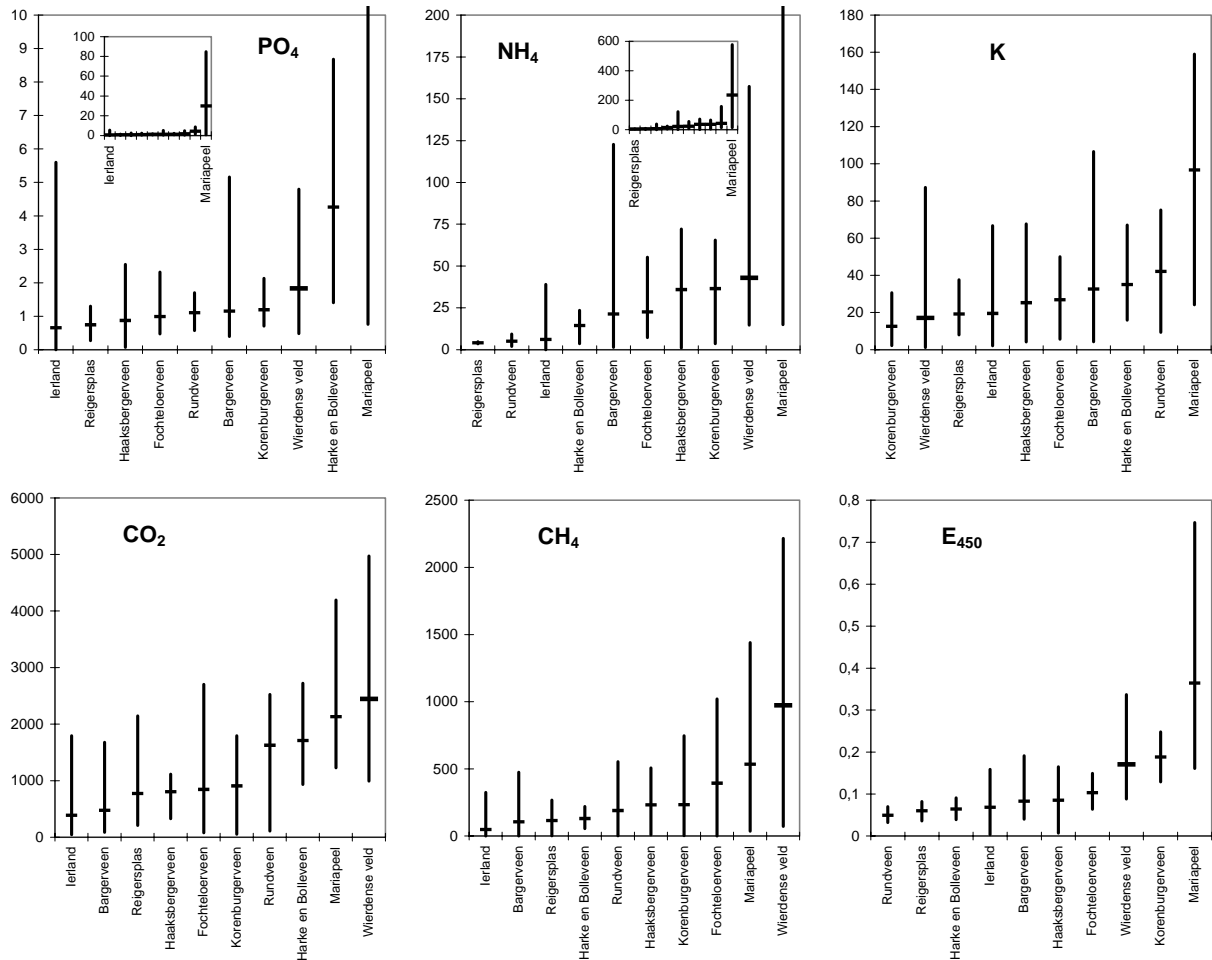
#### *Vergelijking Wierdense Veld met andere hoogveenrestanten*

Het jaar 2003 was extreem droog. Voor het onderzoek in het Wierdense Veld was dit in principe niet gunstig omdat de biogeochemische processen niet representatief zullen zijn voor een gemiddeld jaar. De monsternamen in juni 2003 vond nog juist plaats voor het begin van de extreme droogteperiode en verkregen waarden kunnen worden vergeleken met waarden die gevonden zijn voor andere hoogveenrestanten en intacte hoogvenen (Tomassen *et al.* 2002).

In Figuur 4.15 worden voor het Wierdense Veld en een aantal andere gebieden het gemiddelde en de minimale en maximale gemeten waarden gegeven van een aantal stoffen in het veenwater uit de toplaag (bovenste 10 cm). Het is voornamelijk deze toplaag waaraan de vegetatie en het groeiende *Sphagnum* de nutriënten onttrekken. Hieruit blijkt dat de waarden voor kooldioxide (CO<sub>2</sub>) en methaan (CH<sub>4</sub>) zeer hoog zijn. De gemiddelde waarden liggen hoger dan in alle andere onderzochte gebieden. Ook de fosfaat- en ammoniumconcentraties zijn relatief hoog, maar liggen wel veel lager dan de waarden die gemeten worden in de zeer eutrofe delen van de

## Hoofdstuk 4

Mariapeel. De gemiddelde kaliumconcentratie is relatief laag terwijl de  $E_{450}$  (een maat voor de kleuring door humuszuren) relatief hoog is.



**Figuur 4.15:** Fosfaat ( $PO_4$ ), ammonium ( $NH_4$ ), kalium (K), kooldioxide ( $CO_2$ ), methaan ( $CH_4$ ) en humuszuur ( $E_{450}$ ) concentraties in het veenvocht van de bovenste 10 cm van verschillende hoogveenengebieden in Nederland en Ierland. De hoogveenengebieden zijn in iedere figuur gerangschikt op een toenemende concentratie. Weergegeven zijn het gemiddelde en de minimale en maximale gemeten concentratie. Concentraties, uitgezonderd  $E_{450}$ , in  $\mu mol l^{-1}$ .

De hoge kooldioxide-, methaan-, ammonium-, fosfaat- en humuszuurconcentraties wijzen op een relatief voedselrijk milieu waar als gevolg van afbraakprocessen veel voedingsstoffen vrijkomen. De hoge methaanconcentraties duiden op zuurstofarme omstandigheden in de toplaag. Op zichzelf zijn deze condities gunstig voor de groei van *Sphagnum*. De hoge kooldioxide- en methaanconcentraties bevorderen de groei van het *Sphagnum* onder natte condities. *Sphagnum* gebruikt namelijk niet alleen kooldioxide uit de atmosfeer voor de fotosynthese maar ook kooldioxide uit de waterlaag (Smolders *et al.* 2001). Ook methaan kan indirect als koolstofbron worden gebruikt omdat *Sphagnum* in symbiose leeft met bacteriën die methaan oxideren tot kooldioxide (Smolders *et al.* 2003). Hoge stikstof- en fosfaatconcentraties in het bodemvocht zouden de ongewenste groei van vaatplanten kunnen bevorderen. Door de hoge beschikbaarheid van anorganisch koolstof en de hiermee samenhangende stimulatie van de groei van *Sphagnum* zal echter ook weer een groot deel van het stikstof en fosfaat worden vastgelegd in nieuw gevormd *Sphagnum*-weefsel waardoor de stikstof- en fosfaatconcentraties in het veenvocht niet al te hoog oplopen.

Door deze condities is de verhouding tussen de *Sphagnum*-groei en de groei van de vaatplanten onder natte condities relatief gunstig. We kunnen dus concluderen dat in het Wierdense Veld onder voldoende natte condities (juni 2003 metingen) de omstandigheden voor *Sphagnum*-groei goed te noemen zijn en dat de concurrentie door vaatplanten op een acceptabel niveau blijft. In het meest eutrofe deel van de Mariapeel is dit volledig anders. Ook hier zijn anorganische koolstofconcentraties relatief hoog. Echter hier zijn de fosfaat- en ammoniumconcentraties enorm hoog (Figuur 4.15) zodat vaatplanten, in dit geval Pitrus (*Juncus effusus*) en Pijpenstrootje (*Molinia caerulea*), het *Sphagnum* volledig wegconcurreren (Figuur 4.16).



**Figuur 4.16:** In de Mariapeel zijn na vernattingsmaatregelen (winter 1998-1999) stukken restveen met *Sphagnum cuspidatum* komen opdrijven (links; zomer 1999). Vanwege de hoge beschikbaarheid van nutriënten is het *Sphagnum* binnen een jaar vrijwel geheel overgroeid met Pitrus en Pijpenstrootje (rechts; najaar 2000).

**Tabel 4.3:** Nutriëntenconcentraties in *Sphagnum* uit het Wierdense Veld ( $n = 17$ ) in vergelijking tot concentraties van *Sphagnum* uit andere Nederlandse hoogvenen (Bargerveen ( $n = 8$ ), Fochteloërveen ( $n = 5$ ), Dwingelerveld ( $n = 5$ ), Korenburgerveen ( $n = 3$ ) & Pikmeeuwenwater ( $n = 5$ ); totaal  $n = 26$ ), Ierland (Clara bog;  $n = 5$ ) en Estland (Endla bog;  $n = 3$ ). Concentraties zijn gemeten in *Sphagnum cuspidatum*, *S. papillosum*, *S. magellanicum* en *S. rubellum*.

	Wierdense Veld	Nederland	Ierland	Estland
<b>N</b> ( $\mu\text{mol g}^{-1}$ )	<b>1154</b>	935	602	647
<b>K</b> ( $\mu\text{mol g}^{-1}$ )	<b>189</b>	124	108	122
<b>Ca</b> ( $\mu\text{mol g}^{-1}$ )	<b>40,3</b>	33,3	55,3	49,3
<b>Mg</b> ( $\mu\text{mol g}^{-1}$ )	<b>61,2</b>	36,6	51,3	26,8
<b>Mn</b> ( $\mu\text{mol g}^{-1}$ )	<b>1,2</b>	1,0	1,4	1,9
<b>Fe</b> ( $\mu\text{mol g}^{-1}$ )	<b>11,8</b>	7,5	3,7	6,0
<b>Si</b> ( $\mu\text{mol g}^{-1}$ )	<b>4,7</b>	3,9	3,5	4,5
<b>P</b> ( $\mu\text{mol g}^{-1}$ )	<b>19,2</b>	14,1	17,1	11,1
<b>S</b> ( $\mu\text{mol g}^{-1}$ )	<b>45,3</b>	36,2	27,6	32,3
<b>Al</b> ( $\mu\text{mol g}^{-1}$ )	<b>8,6</b>	4,1	2,3	4,8
<b>N:P ratio</b> ( $\text{g g}^{-1}$ )	<b>28,3</b>	33,4	25,6	26,4
<b>C:N ratio</b> ( $\text{g g}^{-1}$ )	<b>27,9</b>	37,1	59,6	51,6

Ook in de nutriëntenconcentraties van de veenmossen zien we dat de veenmossen van het Wierdense Veld ten opzichte van de gemiddelde waarden voor Nederlandse veenmossen relatief hogere concentraties van nagenoeg alle elementen bevatten (Tabel 4.3). In vergelijking met de concentraties in landen als Ierland en Estland zien we dat de veenmossen in Nederland vooral hogere concentraties aan stikstof en zwavel bevatten. Dit kan worden toegeschreven aan de hogere ammoniumsulfaatdepositie in Nederland. In het Wierdense Veld zijn de waarden nog

## Hoofdstuk 4

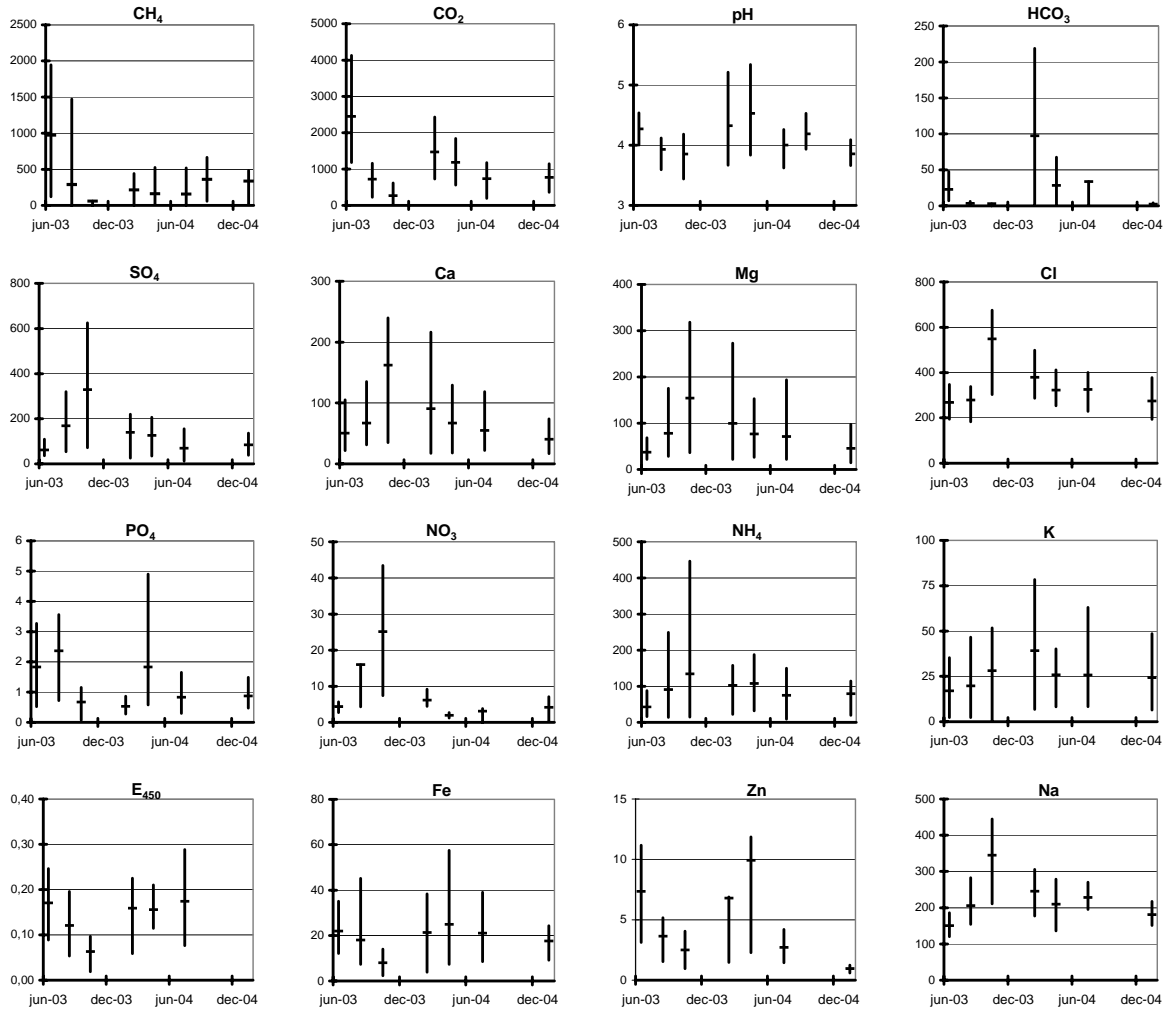
hoger dan gemiddeld in Nederland wat er op zou kunnen duiden dat hier een nog hogere depositie van ammoniumsulfaat heeft plaatsgevonden (plaatsvindt) dan gemiddeld in Nederland het geval is (geweest). Ook de C:N ratio's van de veenmossen zijn in Nederland lager dan in Ierland en Estland terwijl deze voor het Wierdense Veld weer lager zijn dan gemiddeld in Nederland. Dit duidt op een relatieve overmaat aan N ten opzichte van koolstof. Dit betekent dat de veenmossen ondanks de relatief hoge kooldioxide- en methaanconcentraties in het veld nog steeds koolstof gelimiteerd zijn.

### *Effecten van droogte op de veenwaterchemie in de toplaag*

De extreme droogte biedt de mogelijkheid een analyse te maken van de effecten van langdurige droogval op de chemie van het veenwater in de toplaag van het veen. In Figuur 4.17 wordt het verloop van de gemiddelde waarden met de 0.1 en 0.9 percentielen gegeven. Door deze procedure worden de uitbijters buiten beschouwing gelaten. De droogte blijkt een zeer sterke invloed te hebben op de chemie van het veenwater. Droogte kan op verschillende manieren de biogeochemie van het veen beïnvloeden. Allereerst zal er indamping plaatsvinden waardoor de concentraties van allerlei ionen toenemen. Verder kunnen er allerlei oxidatiereacties optreden, waardoor bijvoorbeeld ammonium in nitraat wordt omgezet (reactie 1 van Vergelijking 4.1) en gereduceerd zwavel tot sulfaat wordt geoxideerd (reactie 3 van Vergelijking 4.1). Deze oxidatieprocessen zijn in het algemeen zuurgenererend. Tenslotte kan door (langdurige) verdroging de aërobe afbraak van het veen worden gestimuleerd. Deze aërobe afbraak verloopt vele malen sneller dan de anaërobe afbraak waardoor het veen versneld wordt afgebroken.

We zien dat de droogte tot grote veranderingen in de veenwaterchemie leidt. Zo neemt de methaanconcentratie zeer sterk af. In oktober 2003 wordt in de toplaag bijna nergens meer methaan gemeten (Figuur 4.17). Methaan wordt uitsluitend onder anaërobe condities gevormd en wordt onder invloed van zuurstof geoxideerd. Vanuit het wat diepere anaërobe veen vindt er continue aanvoer van methaan plaats naar de toplaag waar het onder invloed van atmosferisch of door fotosynthese geproduceerd zuurstof wordt geoxideerd. Door de drogere condities in de toplaag vallen de methaanconcentraties hierdoor tot nog nauwelijks meetbare concentraties terug. Ook ontgassing van het veen speelt hierbij waarschijnlijk een rol. Behalve de methaanconcentraties blijken namelijk ook de kooldioxideconcentraties sterk af te nemen. Onder natte condities wordt het door anaërobe afbraak gevormde kooldioxide en methaangas in de vorm van gasbelletjes in de veenmatrix vastgehouden. Door een dalende waterstand kunnen deze echter ontsnappen en aan de atmosfeer worden afgegeven. Hierdoor dalen vanzelfsprekend de concentraties.

Na de stijging van de grondwaterstanden aan het eind van 2003 zien we de kooldioxide- en methaanconcentraties weer toenemen. Toch zien we dat de concentraties niet meer terugkomen op het niveau van voor de droge periode (juni 2003). Voor kooldioxide is na hervernatten even een piek zichtbaar in februari 2004 maar vervolgens daalt de concentratie weer sterk en komt uit op een gemiddelde waarde van  $750 \mu\text{mol l}^{-1}$  terwijl voor de droge periode nog een gemiddelde van  $2500 \mu\text{mol l}^{-1}$  werd gemeten. Voor methaan zien we ook dat de concentraties zich na de droge periode in 2003 slechts zeer langzaam herstellen. Voor methaan geldt nog dat methanogene bacteriën zeer slecht tegen zuurstof kunnen en bovendien langzaam groeien zodat het relatief lang kan duren voor de populaties methanogene bacteriën zich herstellen na een droge periode.



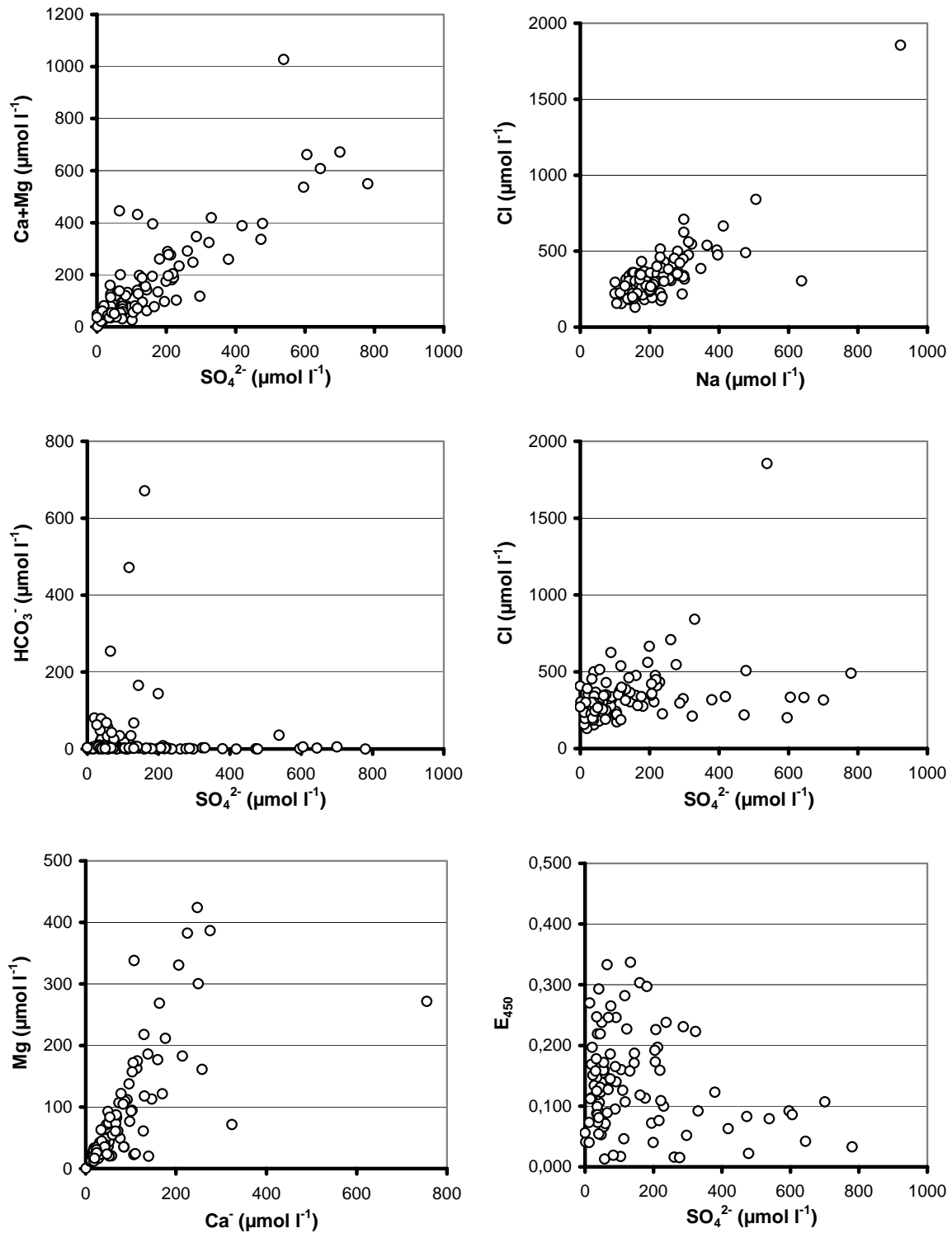
**Figuur 4.17:** Concentraties in de toplaag van het veen in tussen juni 2003 en januari 2005. Weergegeven zijn de gemiddelden en de 0.1 en 0.9 percentielen. Concentraties, uitgezonderd pH en  $E_{450}$ , in  $\mu\text{mol l}^{-1}$ .

Oxidatieprocessen kunnen op allerlei manieren de chemie van het veenwater beïnvloeden. Oxidatie van gereduceerde zwavelverbindingen speelt hierbij een belangrijke rol. Onder anaërobe condities is een belangrijk deel van het zwavel aanwezig in de vorm van sulfide. Er is nog niet zoveel onderzoek gedaan naar de reductie van sulfaat in hoogvenen, maar uit experimenten van Smolders *et al.* (2002) blijkt dat sulfaat ook onder de zure omstandigheden die in het hoogveen overheersen kan worden gereduceerd tot sulfide (reactie 2 van Vergelijking 4.1). Wanneer de sulfaatflux niet al te groot is kan dit sulfide effectief worden gebonden door ijzer waardoor ijzersulfide ( $\text{FeS}$  en  $\text{FeS}_2$ ) ontstaat; of het kan worden gebonden aan organisch materiaal. Omdat via atmosferische depositie altijd sulfaat binnenkomt, ligt het voor de hand dat in de meeste hoogvenen gereduceerd zwavel (in de vorm van sulfides) aanwezig zal zijn.

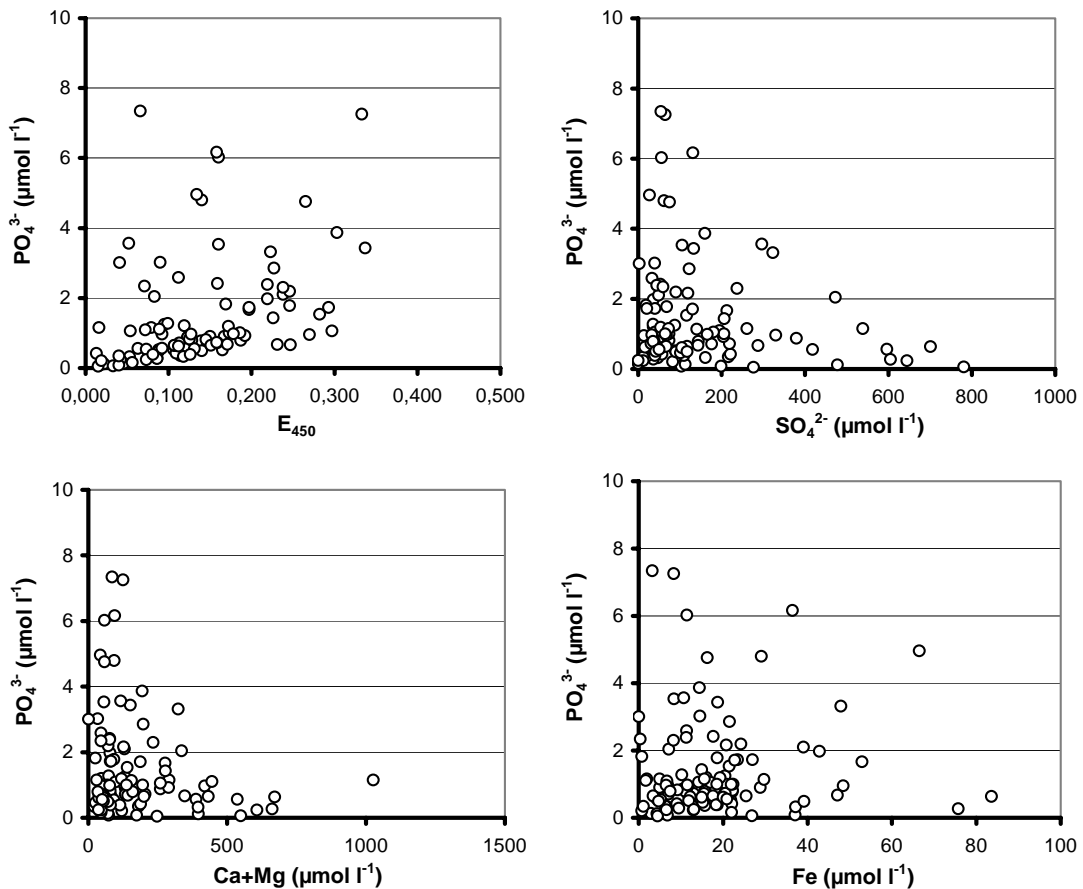
Onder invloed van oxidatieprocessen wordt dit gereduceerde zwavel geoxideerd tot sulfaat (reactie 3 van Vergelijking 4.1). Dit correspondeert goed met de toename van de sulfaatconcentratie in het veenwater in de droge periode. De toename van de sulfaatconcentratie zou ook door indamping verklaard kunnen worden. Chloride is een inert ion waarvan de concentratie een goede indicatie is voor de mate waarin het veenwater is ingedampd. We zien dat de chlorideconcentraties vooral tussen augustus en oktober sterk toenemen. Tussen juni en

## Hoofdstuk 4

augustus blijven de concentraties ongeveer gelijk terwijl in deze periode de sulfaatconcentratie al wel sterk toeneemt. Uit Figuur 4.18 blijkt ook dat er geen correlatie bestaat tussen de chlorideconcentratie en de sulfaatconcentratie. Wel zien we dat de calcium- en magnesiumconcentraties een positieve correlatie vertonen met de sulfaatconcentratie.



**Figuur 4.18:** Correlaties tussen verschillende variabelen gemeten in de toplaag van het veen tussen juni 2003 en januari 2005. Vervolg van de figuur op de volgende pagina.



**Vervolg Figuur 4.18:** Correlaties tussen verschillende variabelen gemeten in de toplaag van het veen tussen juni 2003 en januari 2005.

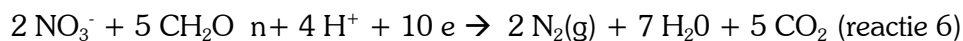
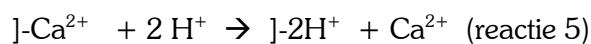
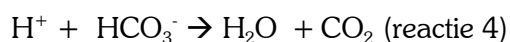
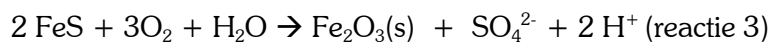
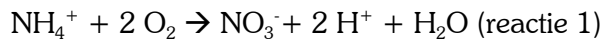
Een dergelijk verband wordt vaker aangetroffen in systemen waar oxidatie van gereduceerd zwavel optreedt (Lucassen *et al.* 2002). Bij de oxidatie van gereduceerd zwavel wordt netto zuur gegenereerd in de vorm van protonen. Deze protonen leiden enerzijds tot een verzuring van het veen en een consumptie van de (zeer beperkte) alkaliniteit (reactie 4 van Vergelijking 4.1). We zien in de droge maanden dan ook dat de pH daalt en dat de bicarbonaatconcentratie (alkaliniteit) afneemt tot nul. Het overgrote deel van de geproduceerde protonen zullen echter door uitwisseling met calcium en magnesium uit het veenvocht worden weggevangen. Hierdoor komen aan het veen gehechte calcium- en magnesiumionen vrij (reactie 5 van Vergelijking 4.1). In hoogvenen kunnen ondanks de lage zuurgraad, relatief hoge concentraties geadsorbeerd calcium- en magnesium worden aangetroffen (Tomassen *et al.* 2002). We zien dan ook dat naarmate de sulfaatconcentratie toeneemt ook de calcium- en magnesiumconcentraties toenemen.

Na stijging van de waterspiegel in de winter nemen, de sulfaat-, calcium- en magnesiumconcentraties weer af. Deels kan dit verklaard worden door verdunning, re-adsorptie en uitspoelen van ionen. De relatief sterke sulfaatafname (ten opzichte van calcium, magnesium en chloride) zou mogelijk ook verklaard kunnen worden door reductie van sulfaat (ondanks het relatief koude weer in de herfst en winter). Een aanwijzing voor dit proces kan de relatief hoge bicarbonaatconcentratie zijn die wordt gemeten in de maand februari.

## Hoofdstuk 4

De vraag is nu of een extreme droogte, zoals we in 2003 hebben gehad, schadelijk is voor de hoogveenontwikkeling. Observaties in het veld laten zien dat alleen *Sphagnum cuspidatum* direct groeiend op een zandbodem lokaal zeer ernstig verdroogd is. In het algemeen blijkt de schade aan het levende *Sphagnum* echter erg mee te vallen. Ook lijkt het erop dat een relatief kortstondige droogteperiode niet leidt tot een sterk versnelde afbraak van het veen. Veenafbraak zou leiden tot een toename van de concentraties aan humuszuren, CO<sub>2</sub>, en nutriënten. De humuszuurkleuring en de kooldioxideconcentratie nemen in eerste instantie juist sterk af (Figuur 4.15). De afname van de CO<sub>2</sub>-concentratie zou ook door ontgassing verklaard kunnen worden (zie hiervoor). De afname van de humuszuurkleuring zou er echter op kunnen duiden dat kortstondige droogval juist leidt tot een afname van de afbraak. Wel zien we na vernatten de kooldioxideconcentratie tijdelijk toenemen. Dit effect zou mogelijk wel veroorzaakt kunnen zijn door een versnelde afbraak in de toplaag direct na vernatten. Het is mogelijk dat door een tijdelijke verdroging resistente verbindingen geoxideerd zijn die vervolgens na vernatten gemakkelijker via een anaëroob metabolisme verder konden worden afgebroken. Wellicht dat hierbij ook de reductie van sulfaat een rol heeft gespeeld. De fosfaatconcentratie neemt in de eerste maanden van de droogte licht toe maar later juist af ten opzichte van de waarden gemeten in juni 2003. Na vernatting in de winter blijven de fosfaatconcentraties, met uitzondering van een tijdelijke toename in april 2004, lager dan de waarden die gemeten werden in juni 2003. Waarschijnlijk treedt er door de toename van de calciumconcentraties en door de oxidatie van gereduceerd ijzer een netto immobilisatie van fosfaat op door de vorming van ijzer- en calciumfosfaat complexen.

**Vergelijking 4.1:** De reactievergelijkingen van de belangrijkste biogeochemische processen.



] = bodemadsorptiecomplex

De ammonium- en met name de nitraatconcentraties nemen wel toe. De toename van de nitraatconcentraties zou kunnen duiden op een toename van de aërobe afbraak maar waarschijnlijker is dat het nitraat wordt gevormd uit de nitrificatie van ammonium. De ammoniumconcentraties in het veenwater nemen toe door verdringing van geabsorbeerd ammonium door protonen en calcium/magnesium ionen. Het is bekend dat er micro-organismen bestaan die onder zure condities ammonium kunnen nitrificeren tot nitraat. Deze komen onder andere voor in verzuurde bosbodems. In tegenstelling tot ammonium is nitraat erg mobiel en kan



gemakkelijk uitspoelen. Verder kan nitraat in diepere anaërobe lagen worden gedenitrificeerd (reactie 6 van Vergelijking 4.1).

Een mogelijke aanwijzing voor niraatuitspoeling vormen de fluctuaties van de nitraatconcentraties in het grondwater onder de zandruggen. Wellicht dat deze fluctuaties verklaard kunnen worden door grondwaterstandschommelingen en wisselende invloeden van infiltrerend regenwater en lokaal grondwater in de zandruggen. Dit duidt er in ieder geval op dat het grondwater onder het Wierdense Veld (tijdelijk) relatief hoge concentraties aan nitraat bevatte. Waarschijnlijk gaat het hier om nitraat dat uitspoelt uit de stikstofrijke toplaag van het veen. Deze stikstofuitspoeling zal door de droge periode in 2003 sterk zijn toegenomen hetgeen goed overeenkomt met de gemeten pieken op de locaties 7 en 9 (Bijlage E).

Door nitrificatieprocessen als gevolg van droogte kunnen er dus netto stikstofverliezen optreden uit de toplaag van het veen. Hierdoor zou er dus in principe een voor hoogveen gunstige voedselverarming kunnen optreden. We zien echter dat na vernatting in de winter de ammoniumconcentraties hoog blijven en in ieder geval hoger dan de waarden die gemeten werden voor de extreme droogte. De beschikbaarheid van stikstof neemt dus netto toe. Dit laatste heeft zeker te maken met de hoge stikstofconcentraties van het veen (Tabel 4.4), waardoor er ondanks de netto totaal-stikstof verliezen toch een netto toename van de stikstofbeschikbaarheid optreedt als gevolg van droogte.

Een droge periode blijkt dus te leiden tot een relatief hogere stikstof- en lagere fosfaat- en koolstofbeschikbaarheid voor de veenmossen. Aangezien de groei van veenmossen in het algemeen en zeker ook in het Wierdense Veld gelimiteerd wordt door koolstof (en fosfor) zal dit leiden tot een slechtere groei van de veenmossen. Vaatplanten (en met name *Molinia*) blijken juist sterk te profiteren van een verhoogde stikstofbeschikbaarheid (Tomassen *et al.* 2003). We kunnen voorlopig concluderen dat droge zomers ook op de middellange termijn zullen leiden tot ongunstiger groeicondities voor *Sphagnum* en gunstiger condities voor vaatplanten. Uiteraard is deze situatie ongewenst. Op de korte termijn treedt er bovendien ernstige verdrogingschade op aan de veenmossen die groeien op zandig substraat. We kunnen concluderen dat het vanuit de vegetatieontwikkeling gezien gewenst is maatregelen te nemen die (ernstige) verdroging van het Wierdense Veld verminderen/voorkomen. Enige groei van *Molinia* hoeft overigens niet dramatisch te zijn omdat *Molinia* pollen ook bescherming kunnen bieden tegen extreme uitdroging (zie vegetatiekartering). Wel moeten op termijn situaties worden gecreëerd waardoor de veenmossen de kans krijgen *Molinia* te overgroeien ('het over te nemen'). Hiervoor zijn (veel) nattere condities zeker gewenst.

#### *Bijdrage van zandruggen aan kooldioxidevoorziening van de slenken*

In bijlage E worden voor alle locaties de gemeten waarden gegeven voor de belangrijkste parameters. Een van de vraagstellingen voor het onderzoek was of er lokaal aanvoer van kooldioxide plaatsvindt uit de hoger gelegen zandruggen naar de in de omgeving gelegen slenken. Op vier locaties werd dit onderzocht (1, 3, 7 en 9). Hier werden poreuze cups geïnstalleerd in de zandruggen en in de nabij gelegen slenken. Uit de metingen blijkt in ieder geval dat het water in de zandruggen relatief hoge concentraties kooldioxide bevat. Gegeven de hoge kooldioxideconcentraties van het water in de zandruggen kan oppervlakkig afstromend water zeker een bijdrage leveren aan de slenken. Wel is het zo dat de kooldioxideconcentraties

## Hoofdstuk 4

die worden gemeten in het veenvocht van de slenken, met uitzondering van locatie 3, altijd hoger zijn. Waar het kooldioxide onder de zandruggen vandaan komt is nog de vraag. Het kan hier gaan om kooldioxide dat uitspoelt uit de wortelzones van de vegetaties op de zandruggen en vrijkomt uit de afbraak van *Molinia* litter, of uit kooldioxide dat door inzijging uit de toplaag van het veen in het lokale grondwater terechtkomt.

### *Effecten van droogte op drijftillen*

Drijftillen hebben het voordeel dat ze in een relatief grote watermassa drijven waardoor ze niet zo extreem uitdrogen. Op locaties 4a, 4b, 6a en 8 werden drijftillen bemonsterd, die begroeid zijn met *Sphagnum cuspidatum*. In deze drijftillen werden op verschillende diepten monsters genomen. Op locatie 6 (nabij de Prinsendijk), hebben we op enkele meters afstand van de drijftil ook een locatie met *Sphagnum magellanicum* op vast veen (locatie 6b) gevolgd. De methaanconcentratie is in de drijftillen het hoogste in de toplaag waar vermoedelijk ook de afbraak het hoogst is. Op het vaste veen (locatie 6b) is de concentratie van zowel methaan als kooldioxide juist het hoogste op wat grotere diepte. Het kan overigens best zo zijn dat op grotere diepte minder productie van methaan en kooldioxide plaatsvindt maar dat de concentraties hier toch hoger zijn (Tomassen *et al.* 2004). De structuur van het substraat speelt hierbij een beslissende rol. In het vaste veen wordt het gevormde methaan goed vastgehouden waardoor het eenmaal gevormd niet gemakkelijk ontsnapt uit de veenmatrix. Hierdoor kunnen op wat grotere diepten de methaanconcentraties hoog oplopen ondanks dat de productie lager is. In de toplaag van de *Sphagnum magellanicum* bult zal het methaangas door de aanwezigheid van zuurstof ook weer worden geoxideerd tot kooldioxide of gewoonweg ontsnappen naar de atmosfeer waardoor de concentraties lager zijn. Op de drijftil is ook de toplaag verzadigd met water waardoor de concentraties hier hoger kunnen oplopen, zeker wanneer ook de productie hoog is.

Droogte heeft een duidelijk effect op de methaanconcentraties in de drijftillen. Vooral in de toplaag neemt de concentratie flink af. Op het vast veen (locatie 6b) heeft verdroging een abruptere invloed op de methaanconcentraties (Bijlage E). Door de verdamping is het veen al snel niet meer volledig waterverzadigd waardoor het methaan uit het veen ontsnapt en de concentraties ook op wat grotere diepten zeer sterk afnemen tot zeer lage waarden. De drijftillen op de locaties 4 en 8 zakte de waterstand in 2003 aanmerkelijk dieper weg dan op locatie 6. Hierdoor kwamen deze drijftillen aan het einde van de droge periode op de vaste (rest)veenbodem te liggen. We zien hier dat de methaanconcentraties ook dieper in de drijftil afnemen tot zeer lage waarden. Nadat het waterpeil weer steeg bleef de drijftil op locatie 8 aanvankelijk onder water liggen. Deze kwam pas weer opdrijven in de loop van juni 2004. Dit heeft te maken met de rol van methaan als drijfgas voor drijftillen. Methaan is slecht oplosbaar en vormt kleine gasbelletjes in de veenmatrix die voor het drijfvermogen van de drijftil zorgen. Na vernatten moet de methaanconcentratie in de drijftil zich weer opbouwen alvorens deze weer voldoende drijfvermogen krijgt. Voor de drijftil op locatie 8 duurde dit dus relatief lang (Bijlage E).

### *Mogelijke oorzaken ontwikkeling riet in het Notterveen*

Een van de onderzoeksvragen betrof de aanwezigheid van Riet (*Phragmites australis*) in het zuiden van het Notterveen (locatie 4). Om hier meer inzicht in te krijgen zijn er monsters genomen op een locatie zonder riet (locatie 4a) en een locatie met riet (locatie 4b) (zie Bijlage E).

De verschillen tussen beide locaties lijken minimaal te zijn en weinig houvast te bieden voor een plausibele verklaring voor het voorkomen van het Riet. Het belangrijkste verschil dat we hebben kunnen vinden betreft de pH op een diepte van een halve meter. Deze is duidelijk hoger op de locatie met Riet (locatie 4b) dan op de locatie zonder Riet (locatie 4a) (Bijlage E). Waarschijnlijk heeft het Riet zich in het verleden ontwikkeld op locaties waar aanrijking met (bi)carbonaat heeft plaatsgevonden en heeft het zich sindsdien kunnen handhaven omdat de bodem voldoende rijk was aan nutriënten. Eenmaal gevestigd kan Riet zich gemakkelijk handhaven doordat het een deel van de voedingsstoffen kan recycleren via de rhizomen.

#### *Inzijing in veenputten?*

Op locatie 2 (Figuur 4.4) werd steeds de waterlaag en de toplaag van het veen van een open veenpoel bemonsterd. Gedurende de droge periode is het waterpeil in deze veenput sterk gedaald. Deze is echter niet drooggevalen. Het veenpakket op de bodem van de poel is maar erg dun en rust bijna direct op het zand. In de waterlaag wordt duidelijk een indampeffect gemeten. De concentraties van de meeste elementen nemen hier toe (Bijlage E). In het veen zien we de concentraties van methaan en kooldioxide sterk afnemen, terwijl deze toch altijd nog bedekt blijven door een laag water. Deze afname kan mogelijk verklaard worden door de inzijing van methaan- en kooldioxidearm oppervlaktewater. Ook de veranderingen van de concentraties van de meeste andere ionen zou op deze wijze verklaard kunnen worden. Ammonium neemt dan echter minder af dan verwacht terwijl de fosfaatconcentratie juist toeneemt. Mogelijk dat voor deze elementen een toename van de temperatuur in de toplaag (door inzijing van sterk opgewarmd oppervlaktewater) heeft geleid tot een toename van de anaërobe afbraakprocessen waardoor deze nutriënten werden gemobiliseerd. Deze resultaten duiden er dus op dat in veenputten waar geen oxidatie optreedt maar wel een sterke inzijing van oppervlaktewater plaatsvindt mogelijk een toename van de afbraak zou kunnen optreden in (extreem) droge/warme jaren.

#### *Verdrogingsexperiment*

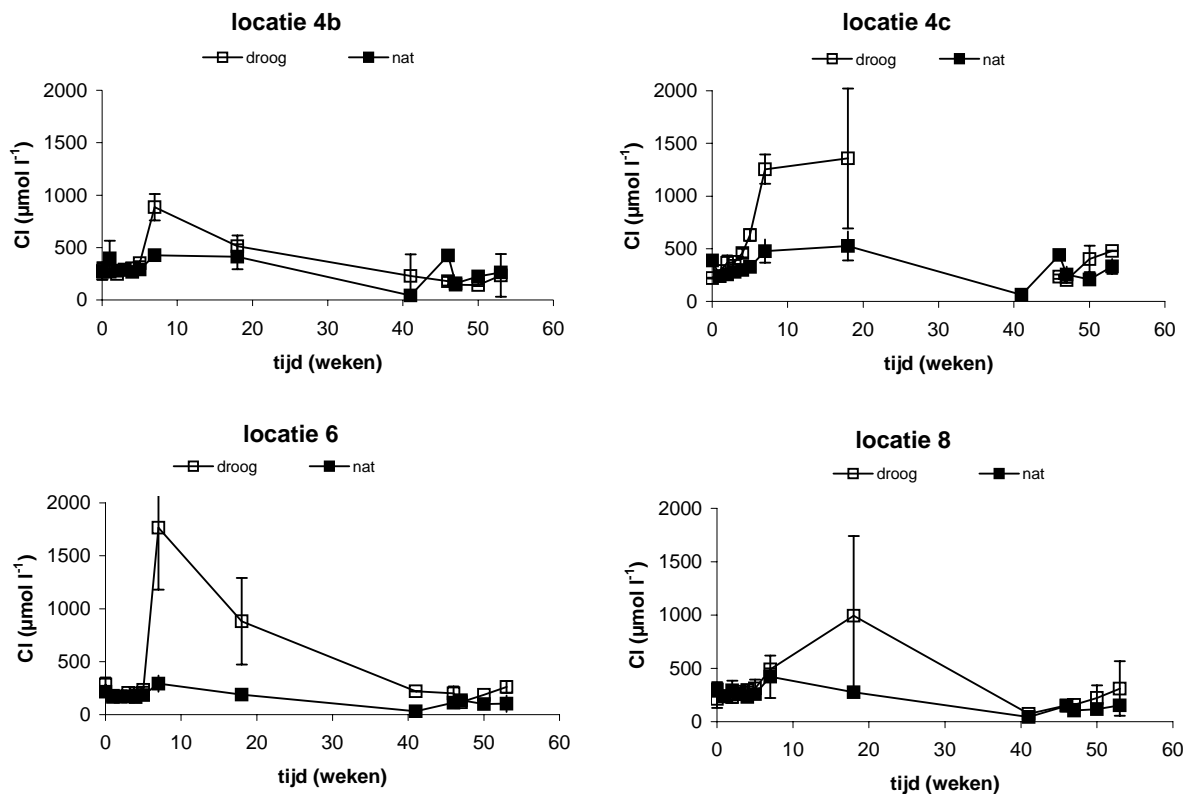
Zoals uit het veldonderzoek al duidelijk werd kan droogte op verschillende manieren de biogeochemie van het veen beïnvloeden. Allereerst zal er indamping plaatsvinden waardoor de concentraties van allerlei ionen toenemen. Verder kunnen er allerlei oxidatiereacties optreden, waardoor bijvoorbeeld ammonium in nitraat wordt omgezet en gereduceerd zwavel tot sulfaat wordt geoxideerd. Deze oxidatieprocessen zijn zuurgenererend. Tenslotte kan door (langdurige) verdroging de aërobe afbraak van het veen worden gestimuleerd. Deze aërobe afbraak verloopt vele malen sneller dan de anaërobe afbraak waardoor het veen versneld wordt afgebroken met alle nadelige gevolgen. Onder gecontroleerde omstandigheden werden vier veesubstraten uit het Wierdense Veld gedurende 45 weken geleidelijk verdroogd om een duidelijk beeld te krijgen van de processen die plaatsvinden bij verdroging.

Het verschil in de chlorideconcentratie tussen de droge en natte behandelingen geeft aan dat er in de droge behandelingen inderdaad verdroging is opgetreden (Figuur 4.19). Chloride is een inert ion dat niet betrokken is bij chemische processen in de bodem en de concentratie blijft vrijwel constant bij een gelijkblijvend vochtgehalte. De sterke toename van de chlorideconcentratie bij de droge behandeling wordt veroorzaakt door indamping. Bij de interpretatie van de data van andere ionen moet met de indamping rekening gehouden worden.

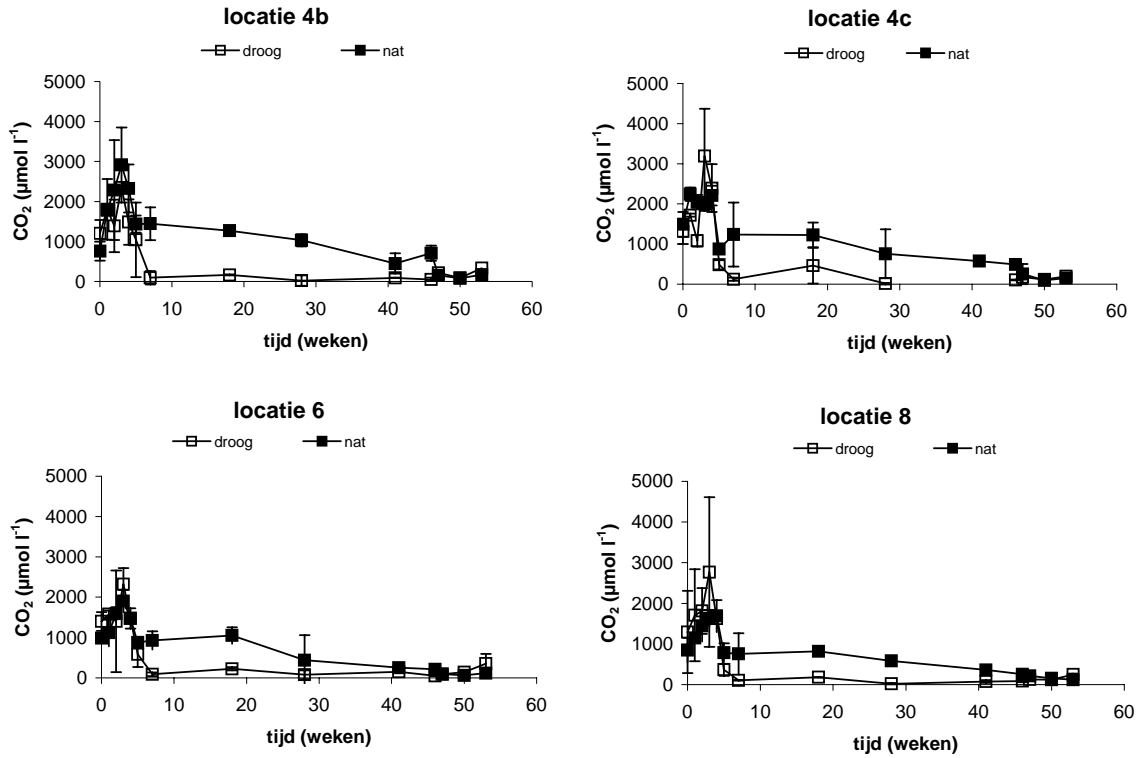
## Hoofdstuk 4

De concentratie van de andere ionen zijn daarom gecorrigeerd op basis van het verloop van de chlorideconcentratie tenzij anders wordt vermeld (bijvoorbeeld niet bij gasen zoals  $\text{CO}_2$  en  $\text{CH}_4$ ). Het grote verschil in de chlorideconcentratie tussen de veldsituatie (maximaal  $700 \mu\text{mol l}^{-1}$ ) en het labexperiment (maximaal  $\pm 1500 \mu\text{mol l}^{-1}$ ) is te verklaren doordat in het experiment het veen in een gesloten systeem zit. Alle elementen kunnen niet dieper in het veen wegzakken of uitspoelen. Een regenbui in het veld zal onvoldoende zijn om verdroging tegen te gaan maar kan er wel voor zorgen dat elementen die door de verdroging mobiel zijn geworden uitspoelen of wegzijgen naar diepere lagen van het veen.

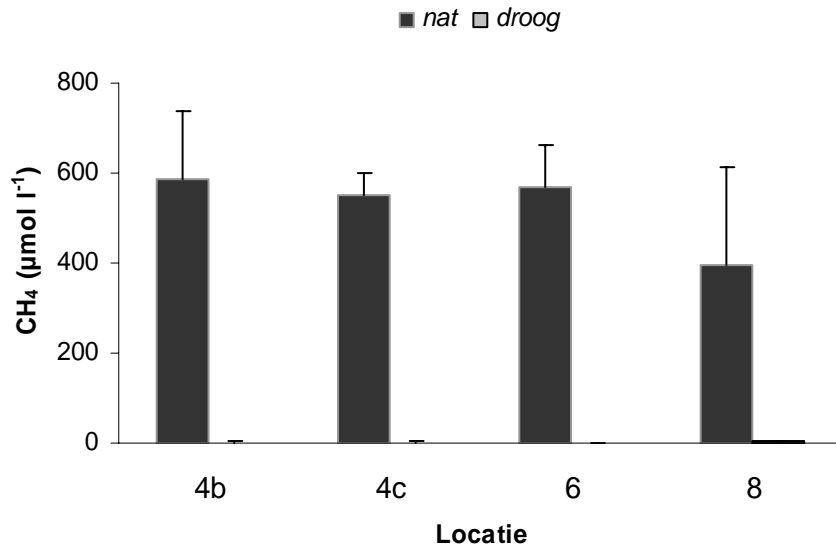
Al voordat het veen hervernat werd (week 46) neemt de chlorideconcentratie alweer af. Deze afname wordt waarschijnlijk veroorzaakt door een artefact bij de monstername van het veenvocht. Het veen was al zo sterk verdroogd dat monstername van veenvocht met behulp van bodemvochtmonsteraars vrijwel niet meer mogelijk was (op bepaalde tijdstippen ontbreken daarom gegevens). Voor de monstername werd daarom een kleine hoeveelheid demiwater toegevoegd die resulteerde in een afname van de chlorideconcentratie (verduunningseffect; Figuur 4.19). Na hervernatten (week 46) is de chlorideconcentratie bij de droge behandeling vergelijkbaar met de concentratie bij de natte behandeling.



**Figuur 4.19:** Verloop van de chlorideconcentratie ( $\mu\text{mol l}^{-1}$ ) in het veenvocht van veen afkomstig van locatie 4b, 4c, 6 en 8. Bij de natte behandeling werd het waterpeil constant hoog gehouden en bij de droge behandeling werd het veen geleidelijk verdroogd gedurende 45 weken. Vanaf week 46 werd het veen weer hervernat. Weergegeven zijn gemiddelde en standaardafwijking ( $n = 2$ ). Op sommige tijdstippen ontbreken gegevens omdat het veen te droog was voor bemonstering van het veenvocht. Voor een kaart met de locaties waar het veen verzameld werd veen Figuur 4.1.



**Figuur 4.20:** Verloop van de kooldioxideconcentratie ( $\mu\text{mol l}^{-1}$ ) in het veenvocht van veen afkomstig van locatie 4b, 4c, 6 en 8. Bij de natte behandeling werd het waterpeil constant hoog gehouden en bij de droge behandeling werd het veen geleidelijk verdroogd gedurende 45 weken. Vanaf week 46 werd het veen weer hervernat. Weergegeven zijn gemiddelde en standaardafwijking ( $n = 2$ ). Op sommige tijdstippen ontbreken gegevens omdat het veen te droog was voor bemonstering van het veenvocht. Voor een kaart met de locaties waar het veen verzameld werd zie Figuur 4.1.

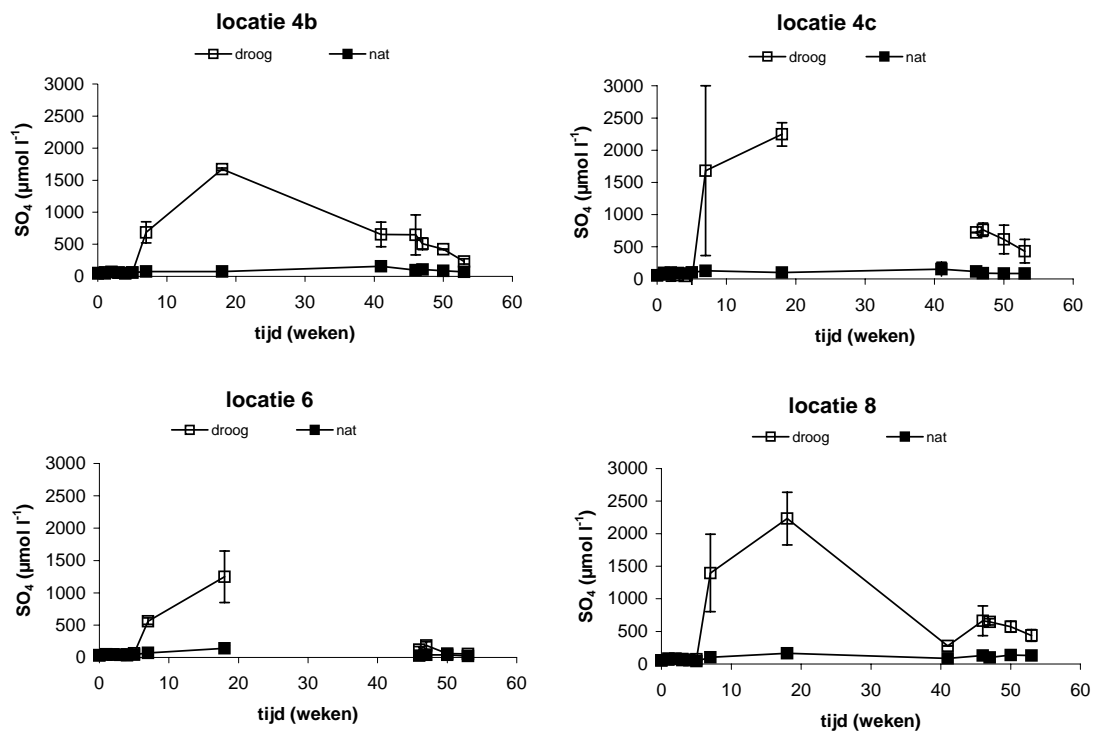


**Figuur 4.21:** Methaanconcentratie ( $\mu\text{mol l}^{-1}$ ) in het veenvocht van veen afkomstig van locatie 4b, 4c, 6 en 8 na 18 weken. Bij de natte behandeling werd het waterpeil constant hoog gehouden en bij de droge behandeling werd het veen geleidelijk verdroogd. Weergegeven zijn gemiddelde en standaardafwijking ( $n = 2$ ). Voor een kaart met de locaties waar het veen verzameld werd zie Figuur 4.1.

## Hoofdstuk 4

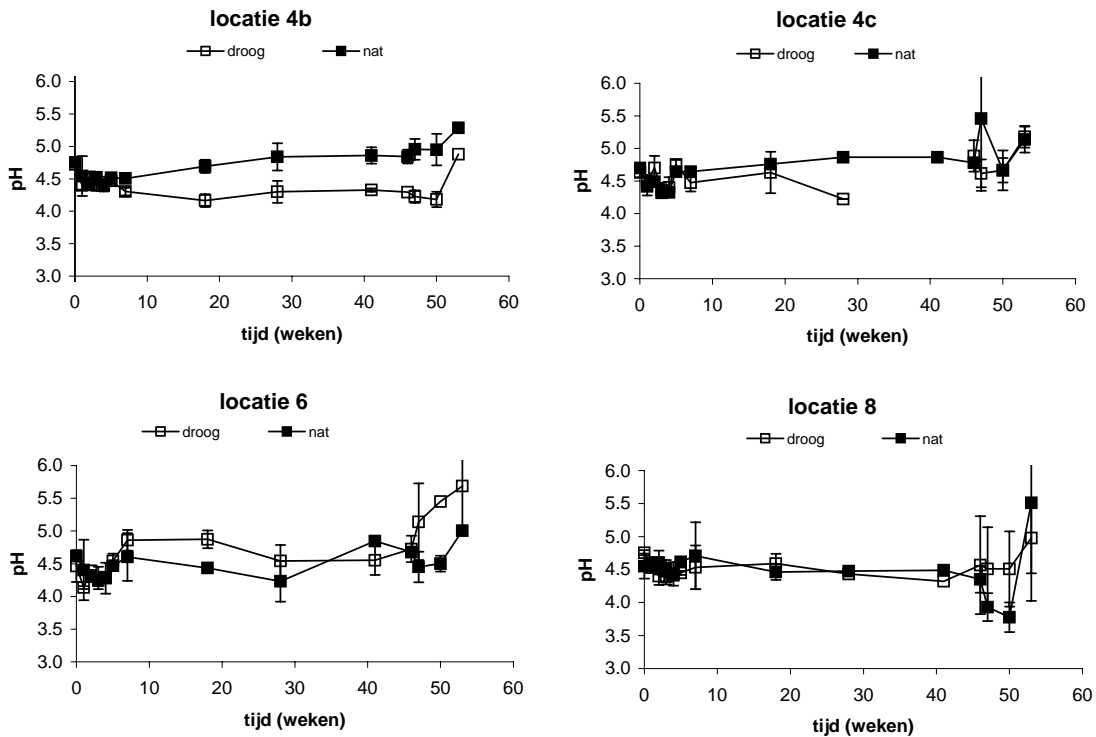
**Tabel 4.4:** Karakteristieken van verschillende veensubstraten die werden gebruikt in het verdrogingsexperiment. Voor een kaart met de locaties waar het veen verzameld is zie Figuur 4.1. Concentraties op basis van drooggewichten ( $n = 2$ ). <sup>1</sup>Referentiewaarden (gemiddelden van 30 veensubstraten) afkomstig van een verspreidingsonderzoek in 10 Nederlandse hoogvenen (Smolders & Tomassen, ongepubliceerd).

	Locatie				Referentie <sup>1</sup>
	4b	4c	6	8	
<b>N</b> ( $\mu\text{mol g}^{-1}$ )	1754 $\pm$ 13	2006 $\pm$ 93	1590 $\pm$ 234	1985 $\pm$ 107	1156
<b>P</b> ( $\mu\text{mol g}^{-1}$ )	18.2 $\pm$ 0.1	17.6 $\pm$ 1.1	17.1 $\pm$ 2.7	32.0 $\pm$ 3.1	8
<b>S</b> ( $\mu\text{mol g}^{-1}$ )	252 $\pm$ 26	333 $\pm$ 2	158 $\pm$ 87	196 $\pm$ 3	97
<b>K<sup>+</sup></b> ( $\mu\text{mol g}^{-1}$ )	6.9 $\pm$ 0.0	7.1 $\pm$ 1.8	22.0 $\pm$ 10.0	16.9 $\pm$ 3.8	2
<b>Ca<sup>2+</sup></b> ( $\mu\text{mol g}^{-1}$ )	70.5 $\pm$ 4.4	57.1 $\pm$ 0.5	40.7 $\pm$ 0.7	48.7 $\pm$ 1.4	30
<b>Mg<sup>2+</sup></b> ( $\mu\text{mol g}^{-1}$ )	35.2 $\pm$ 2.4	30.0 $\pm$ 1.8	35.8 $\pm$ 6.4	36.0 $\pm$ 2.6	17
<b>Mn<sup>2+</sup></b> ( $\mu\text{mol g}^{-1}$ )	0.42 $\pm$ 0.00	0.44 $\pm$ 0.01	0.69 $\pm$ 0.22	0.59 $\pm$ 0.04	0.53
<b>Fe<sup>2+</sup></b> ( $\mu\text{mol g}^{-1}$ )	30.5 $\pm$ 2.0	25.1 $\pm$ 5.2	21.4 $\pm$ 2.4	33.6 $\pm$ 6.4	30.6
<b>Si<sup>2+</sup></b> ( $\mu\text{mol g}^{-1}$ )	13.1 $\pm$ 3.6	14.0 $\pm$ 0.5	13.3 $\pm$ 1.7	28.9 $\pm$ 1.8	16
<b>Zn<sup>2+</sup></b> ( $\mu\text{mol g}^{-1}$ )	2.1 $\pm$ 0.2	2.5 $\pm$ 0.3	1.6 $\pm$ 0.1	1.9 $\pm$ 0.1	1.7
<b>C</b> ( $\text{mg g}^{-1}$ )	509 $\pm$ 4	521 $\pm$ 0	488 $\pm$ 17	467 $\pm$ 2	455
<b>Hemicellulose</b> ( $\text{mg g}^{-1}$ )	222 $\pm$ 49	191 $\pm$ 68	354 $\pm$ 86	345 $\pm$ 23	280
<b>C:N ratio</b> ( $\text{g g}^{-1}$ )	21 $\pm$ 0	19 $\pm$ 1	22 $\pm$ 2	17 $\pm$ 1	37
<b>N:P ratio</b> ( $\text{g g}^{-1}$ )	43 $\pm$ 0	52 $\pm$ 6	43 $\pm$ 13	28 $\pm$ 1	82
<b>C:P ratio</b> ( $\text{g g}^{-1}$ )	900 $\pm$ 3	957 $\pm$ 59	933 $\pm$ 177	473 $\pm$ 44	2653
<b>Vochtfractie</b>	0.96 $\pm$ 0.00	0.93 $\pm$ 0.01	0.95 $\pm$ 0.01	0.95 $\pm$ 0.00	0.92



**Figuur 4.22:** Verloop van de sulfaatconcentratie ( $\mu\text{mol l}^{-1}$ ) in het veenvocht van veen afkomstig van locatie 4b, 4c, 6 en 8. Bij de natte behandeling werd het waterpeil constant hoog gehouden en bij de droge behandeling werd het veen geleidelijk verdroogd gedurende 45 weken. Vanaf week 46 werd het veen weer hervernat. Weergegeven zijn gemiddelde en standaardafwijking ( $n = 2$ ). Concentraties zijn gecorrigeerd voor indampfeffecten op basis van de chlorideconcentraties. Op sommige tijdstippen ontbreken gegevens omdat het veen te droog was voor bemonstering van het veenvocht. Voor een kaart met de locaties waar het veen verzameld werd zie Figuur 4.1.

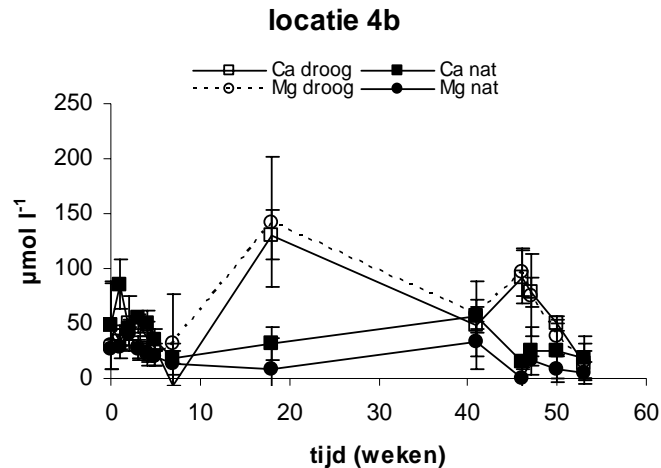
Verdroging van het veen leidt tot een afname van de  $\text{CO}_2$ -concentratie bij alle veensubstraten. In het veld werd deze afname ook duidelijk waargenomen (Figuur 4.17). Het  $\text{CO}_2$  dat vrij komt bij afbraakprocessen wordt niet meer in het droge veen vastgehouden en verdwijnt naar de atmosfeer: ontgassing van het veen. De concentratie methaangas is na 18 weken ongeveer  $500 \mu\text{mol l}^{-1}$  bij de natte behandelingen en vrijwel  $0 \mu\text{mol l}^{-1}$  bij de droge behandelingen (Figuur 4.21). Methaangas wordt uitsluitend onder anaërobe omstandigheden gevormd en wordt onder invloed van zuurstof geoxideerd. Bij verdroging nemen de methaanconcentraties dus af tot nauwelijks meetbare concentraties.



**Figuur 4.23:** Verloop van de pH van het veenvocht van veen afkomstig van locatie 4a, 4b, 6 en 8. Bij de natte behandeling werd het waterpeil constant hoog gehouden en bij de droge behandeling werd het veen geleidelijk verdroogd gedurende 45 weken. Vanaf week 46 werd het veen weer hervernat. Weergegeven zijn gemiddelde en standaardafwijking ( $n = 2$ ). Op sommige tijdstippen ontbreken gegevens omdat het veen te droog was voor bemonstering van het veenvocht. Voor een kaart met de locatie waar het veen verzameld werd zie Figuur 4.1.

Oxidatieprocessen kunnen op allerlei manieren de chemie van het veenwater beïnvloeden. Oxidatie van gereduceerde zwavelverbindingen speelt hierbij een belangrijke rol (zie ook 'effecten van droogte op de veenwaterchemie in de toplaag'). Onder invloed van oxidatieprocessen wordt dit gereduceerde zwavel geoxideerd tot sulfaat. Dit correspondeert met de toename van de sulfaatconcentratie in het veenwater bij de droge behandeling (Figuur 4.22). De toename van de sulfaatconcentratie is natuurlijk afhankelijk van de totale zwavelconcentratie in het veen. De totale zwavelconcentratie in het veen van het Wierdense Veld is relatief hoog ten opzichte van andere Nederlandse hoogvenen (Tabel 4.4). Bij de oxidatie van gereduceerd zwavel wordt netto zuur gegenereerd in de vorm van protonen. Deze protonen leiden enerzijds tot een consumptie van de (zeer beperkte) alkaliniteit en uiteindelijk verzuring van het veen. Een deel van de protonen zal echter door uitwisseling met calcium en magnesium aan het veen worden gebonden. De uitwisseling tussen protonen en calcium en magnesium speelt alleen in het veen

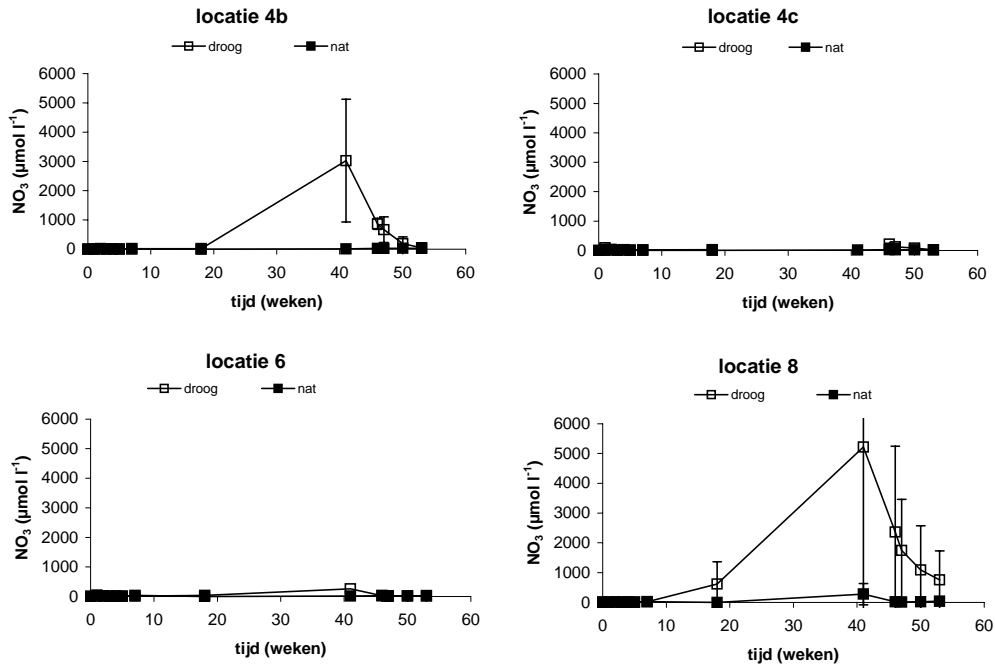
afkomstig van locatie 4b (locatie met Riet in het Notterveen) een duidelijke rol (Figuur 4.24). De calciumconcentratie in dit veen is ook hoger dan op de andere locaties (Tabel 4.4). Alleen verdroging van veen afkomstig van locatie 4b resulteert duidelijk in verzuring van het veen (Figuur 4.23). De zwavelconcentratie van het veen van locatie 4c is hoger dan dat van de andere veensubstraten, maar de buffercapaciteit (alkaliniteit en protonenuitwisseling) van dit veen is blijkbaar onvoldoende om al het geproduceerde zuur te neutraliseren.



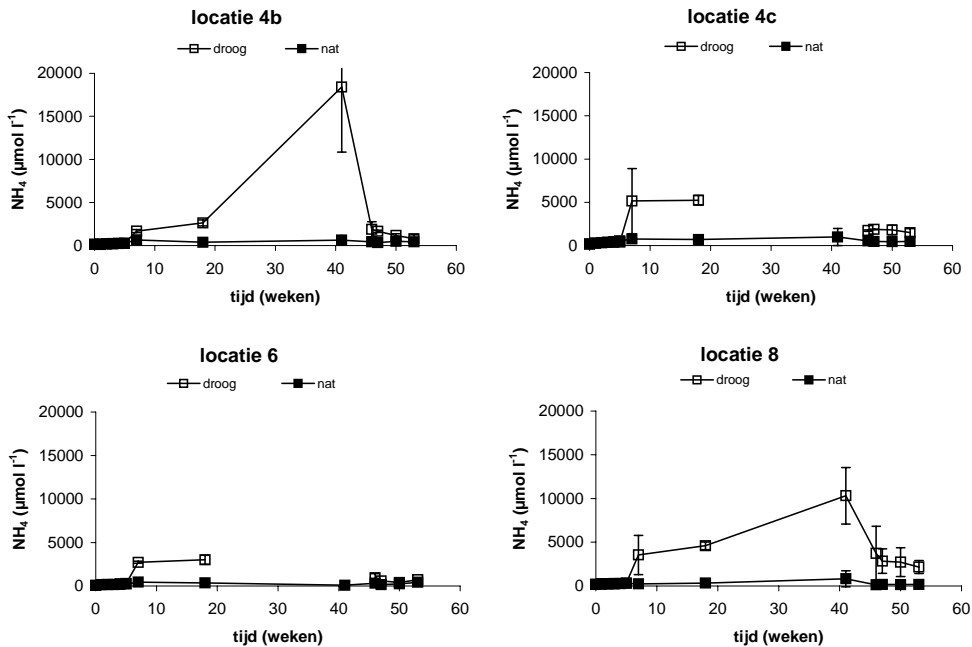
**Figuur 4.24:** Verloop van de calcium- en magnesiumconcentratie van het veenvocht van veen afkomstig van locatie 4b (Riet Notterveen). Bij de natte behandeling werd het waterpeil constant hoog gehouden en bij de droge behandeling werd het veen geleidelijk verdroogd gedurende 45 weken. Vanaf week 46 werd het veen weer hervernat. Weergegeven zijn gemiddelde en standaardafwijking ( $n = 2$ ). Concentraties zijn gecorrigeerd voor indampeffecten op basis van de chlorideconcentraties. Voor een kaart met de locatie waar het veen verzameld werd zie Figuur 4.1.

Verdroging van het veen heeft in het begin nog weinig effect op de nitraatconcentratie in het veen (Figuur 4.25). Waarschijnlijk is het veen dan nog niet aëroob genoeg voor nitrificatie van ammonium en denitrificatie. Afhankelijk van de redoxpotentiaal wordt eerst de oxidatie van gereduceerd zwavel ingezet gevolgd door de oxidatie van ijzer. Hierna vindt pas de omzetting van ammonium tot nitraat plaats. In het experiment neemt de nitraatconcentratie toe na ongeveer een half jaar in het veen van locatie 4b en 8 (Figuur 4.25). De sterke toename van de ammoniumconcentratie door verdroging (Figuur 4.26) wordt waarschijnlijk veroorzaakt door de verzuring. Niet alleen calcium en magnesium worden van het bodemcomplex verdrongen door protonen, ook ammonium wordt op deze manier gemobiliseerd. Dit is op alle locaties te zien alhoewel de hoeveelheid ammonium afhankelijk is van de totale stikstofconcentratie van het veen (Tabel 4.4). Uit chemische analyse van het veen dat gebruikt is in het verdrogingsexperiment blijkt dat het veen relatief veel stikstof bevat (Tabel 4.4). Stikstofconcentraties in het veen liggen tussen 1500 en 2000  $\mu\text{mol g}^{-1}$  drooggewicht, terwijl in Nederlandse hoogvenen de concentratie gemiddeld rond 1150  $\mu\text{mol g}^{-1}$  drooggewicht ligt (Tomassen *et al.* 2004). Het Wierdense Veld is ten opzichte van andere Nederlandse hoogvenen dus stikstofrijk. Verdroging van het veen leidt tot een sterke stijging van de ammoniumconcentratie in het veenvocht tot maximaal 18.000  $\mu\text{mol l}^{-1}$  (=250 mg  $\text{N-NH}_4^+ \text{l}^{-1}$ ; locatie 4b). De concentratie ammonium bij de natte behandeling ligt rond de 100-200  $\mu\text{mol l}^{-1}$ . In het veld werd tijdens de droge zomer van 2003 concentraties tot maximaal 500  $\mu\text{mol l}^{-1}$  gemeten.





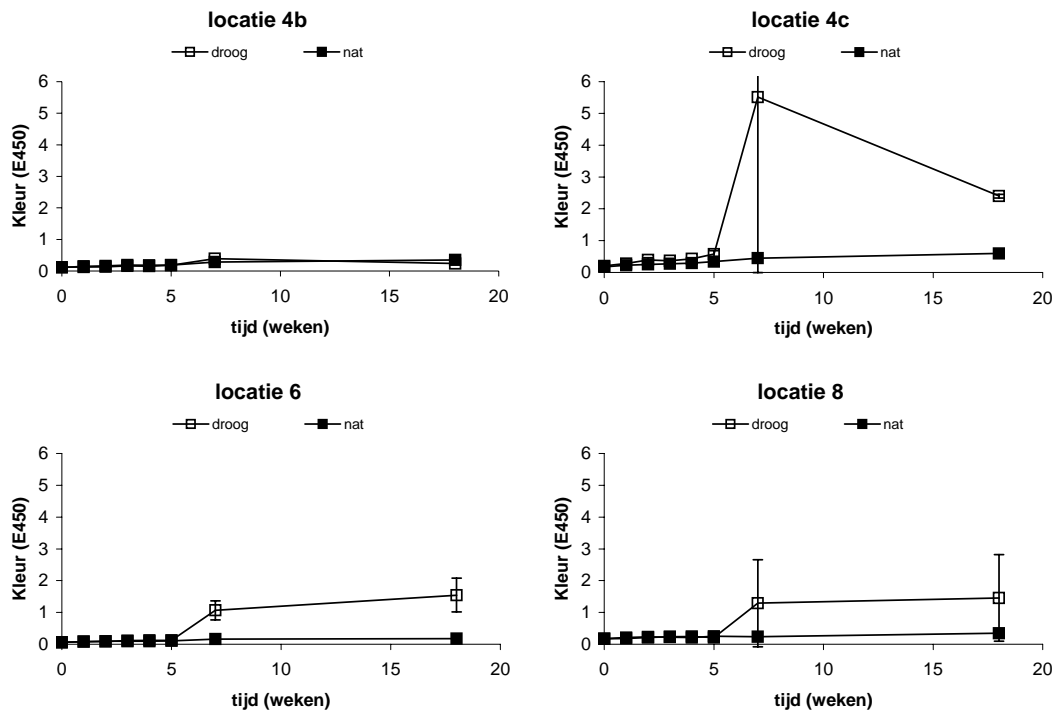
**Figuur 4.25:** Verloop van de nitraatconcentratie ( $\mu\text{mol l}^{-1}$ ) in het veenvocht van veen afkomstig van locatie 4b, 4c, 6 en 8. Bij de natte behandeling werd het waterpeil constant hoog gehouden en bij de droge behandeling werd het veen geleidelijk verdroogd gedurende 45 weken. Vanaf week 46 werd het veen weer hervernat. Weergegeven zijn gemiddelde en standaardafwijking ( $n = 2$ ). Op sommige tijdstippen ontbreken gegevens omdat het veen te droog was voor bemonstering van het veenvocht. Concentraties zijn gecorrigeerd voor indampfeffecten op basis van de chlorideconcentraties. Voor een kaart met de locaties waar het veen verzameld werd zie Figuur 4.1.



**Figuur 4.26:** Verloop van de ammoniumconcentratie ( $\mu\text{mol l}^{-1}$ ) in het veenvocht van veen afkomstig van locatie 4b, 4c, 6 en 8. Bij de natte behandeling werd het waterpeil constant hoog gehouden en bij de droge behandeling werd het veen geleidelijk verdroogd gedurende 45 weken. Vanaf week 46 werd het veen weer hervernat. Weergegeven zijn gemiddelde en standaardafwijking ( $n = 2$ ). Op sommige tijdstippen ontbreken gegevens omdat het veen te droog was voor bemonstering van het veenvocht. Concentraties zijn gecorrigeerd voor indampfeffecten op basis van de chlorideconcentraties. Voor een kaart met de locaties waar het veen verzameld werd zie Figuur 4.1.

## Hoofdstuk 4

De ammoniumconcentraties in het experiment bij verdroging stijgen veel sterker dan de concentraties gemeten tijdens de droge zomer van 2003. Door uitspoeling tijdens regenbuien blijven de concentraties in het veld veel lager. De uitspoeling zorgt dan voor een verarming van het systeem en zou zo de ophoping van ammonium afkomstig van atmosferische depositie tegen kunnen gaan. Uit het veldonderzoek blijkt echter dat in januari 2005 de ammoniumconcentraties nog steeds hoger zijn dan voor de zomer van 2003 (Figuur 4.17).

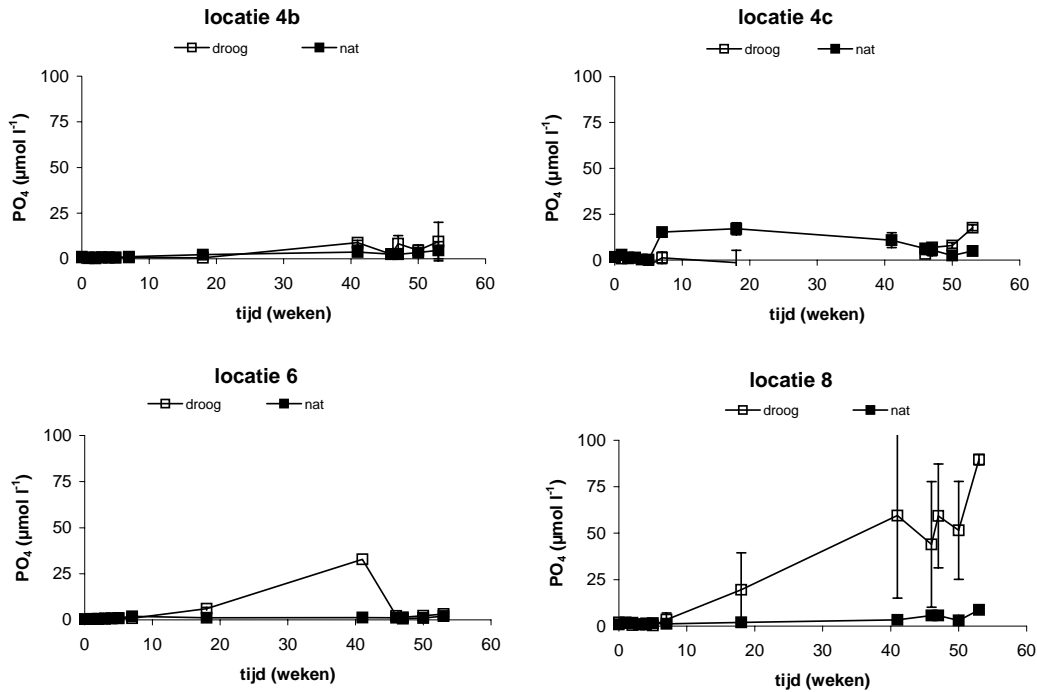


**Figuur 4.27:** Verloop van de kleuring ( $E_{450}$ ) van het veenvocht van veen afkomstig van locatie 4b, 4c, 6 en 8. Bij de natte behandeling werd het waterpeil constant hoog gehouden en bij de droge behandeling werd het veen geleidelijk verdroogd. Weergegeven zijn gemiddelde en standaardafwijking ( $n = 2$ ). Voor een kaart met de locaties waar het veen verzameld werd zie Figuur 4.1.

De concentratie humuszuren (kleur van het water) neemt sterk toe bij verdroging (Figuur 4.27). Waarschijnlijk worden bij verdroging humuszuren verder afgebroken tot kleinere humuszuren waardoor de kleuring van het water toeneemt. In het experiment neemt door de humuszuren de kleuring toe tot boven 5,0; het water is dan zo donker als een kop koffie. Veenwater heeft meestal een kleur beneden 0,2 (Figuur 4.15) en bij een kleuring van 0,2 is groei van submers *Sphagnum* slechts mogelijk tot een diepte van maximaal 25 cm (Smolders *et al.* 2003). Bij een kleuring boven 0,5 is de maximale diepte waarbij veenmos kan groeien al afgenomen tot minder dan 10 cm diepte.

De concentratie fosfaat in het veenvocht van de veensubstraten bij verdroging laat geen eenduidig verloop zien (Figuur 4.28). In het veen afkomstig van locatie 4c neemt de fosfaatconcentratie toe bij de natte behandeling. Door reductie van fosfaatverbindingen wordt fosfaat gemobiliseerd. Bij het veen van locatie 6 en 8 neemt juist bij verdroging de fosfaatconcentratie toe. De sterke toename van de fosfaatconcentratie bij verdroging van het veen van locatie 8 (tot  $50 \mu\text{mol l}^{-1}$ ), in combinatie met een hoge stikstofbeschikbaarheid en een

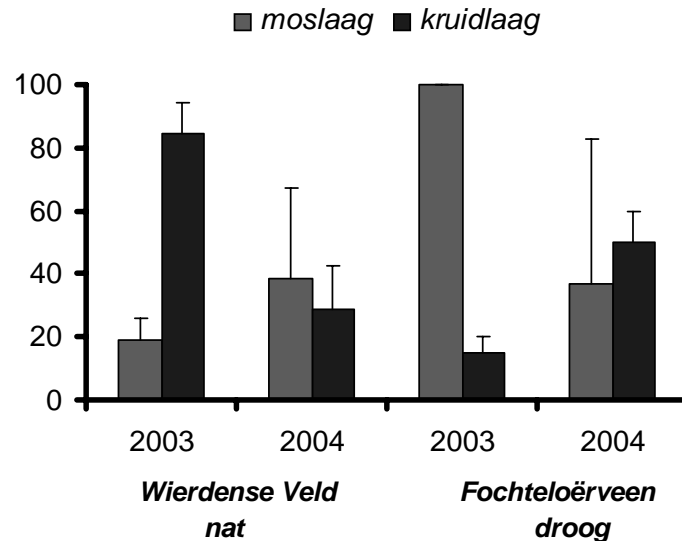
lage koolstofbeschikbaarheid, zal een ongunstig effect hebben op de veenmosontwikkeling. Het verdroogingsexperiment geeft duidelijk aan dat verdroging van het veen leidt tot biogeochemische processen die een negatief effect hebben op de veenmosontwikkelingen. De resultaten van dit experiment bevestigen de conclusies uit het veldonderzoek.



**Figuur 4.28:** Verloop van de fosfaatconcentratie ( $\mu\text{mol l}^{-1}$ ) in het veenvocht van veen afkomstig van locatie 4b, 4c, 6 en 8. Bij de natte behandeling werd het waterpeil constant hoog gehouden en bij de droge behandeling werd het veen geleidelijk verdroogd gedurende 45 weken. Vanaf week 46 werd het veen weer hervernat. Weergegeven zijn gemiddelde en standaardafwijking ( $n = 2$ ). Op sommige tijdstippen ontbreken gegevens omdat het veen te droog was voor bemonstering van het veenvocht. Concentraties zijn gecorrigeerd voor indampeffecten op basis van de chlorideconcentraties. Voor een kaart met de locaties waar het veen verzameld werd zie Figuur 4.1.

#### Effect waterpeil op de vegetatie

Om een indicatie te krijgen van het effect van vernattingsmaatregelen op verdroogde delen van het Wierdense Veld werden verdroogde plaggen experimenteel plas-dras vernat. Een jaar na vernatten blijkt de bedekking van vaatplanten sterk af te nemen (Figuur 4.29), voornamelijk door een afname van *Molinia*. De bedekking van de *Sphagnum*-laag is toegenomen van gemiddeld 20% naar ongeveer 40%. Naast vernatting van Wierdense Veld plaggen zijn plaggen uit het Fochteloërveen verdroogd. Hier wordt het omgekeerde effect waargenomen: een toename van vaatplanten en een afname van de veenmosbedekking (Figuur 4.29). Een stabiel hoog waterpeil is dus gunstig voor de veenmosontwikkeling.

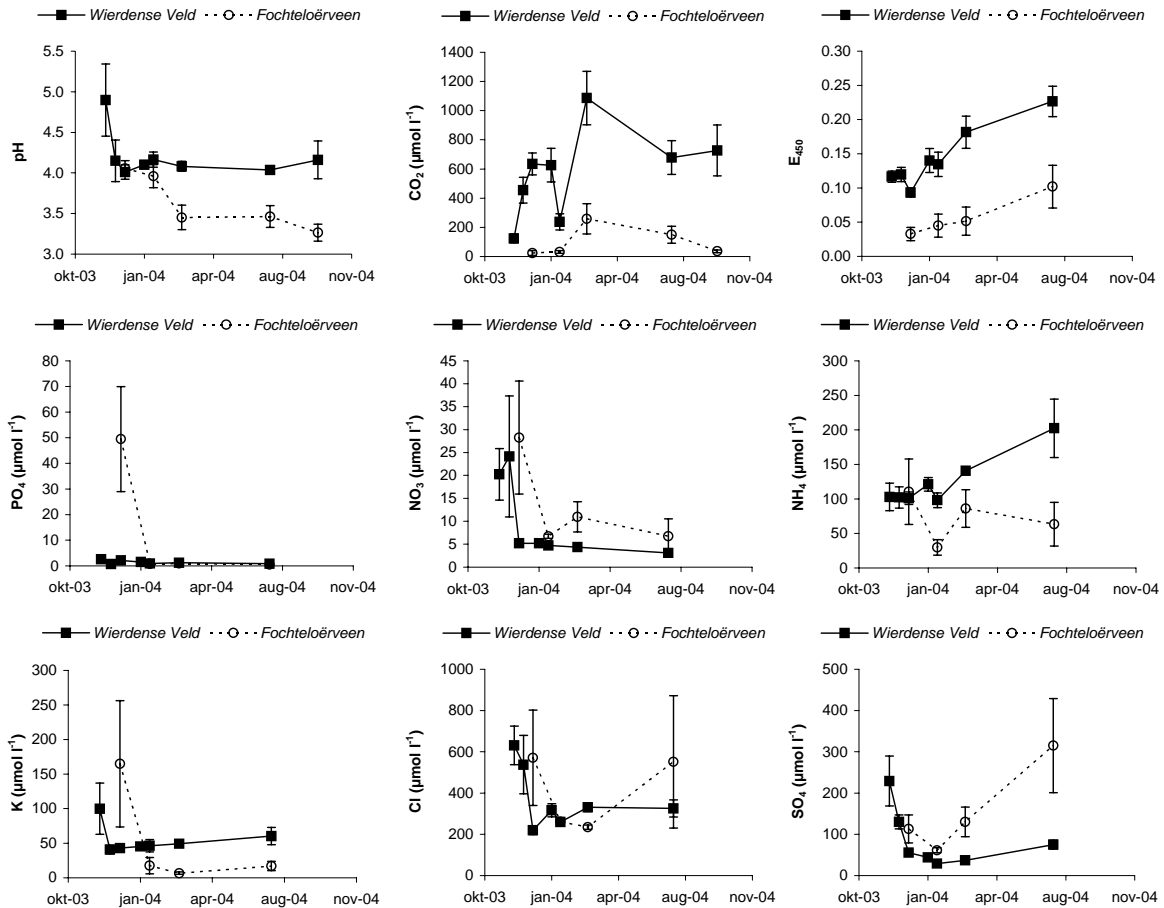


**Figuur 4.29:** Bedekking van de mos- en kruidlaag (%) van plaggen uit het Wierdense Veld ( $n=8$ ) en Fochteloërveen ( $n=3$ ) bij de start van het experiment (oktober-november 2003) en na 1 jaar (november 2004). De plaggen uit het Wierdense Veld zijn vernat tot plas-dras en de plaggen uit het Fochteloërveen zijn verdroogd.

Het vernatten van verdroogde plaggen resulteert in een verlaging van de chlorideconcentratie door verdunning (Figuur 4.30). Als gevolg van de vernatting nemen de kleuring, kooldioxide-, en ammoniumconcentratie toe. Door vernatting ontstaan anaërobe condities en het bij de anaërobe afbraak van veen geproduceerde kooldioxide wordt beter vastgehouden in het natte veen. De toename van de ammonium- en humuszuurconcentratie wordt ook veroorzaakt door toegenomen afbraak van het veen, maar ook door afbraak van het afstervende Pijpenstrootje en Gewone dophei. De pH, nitraat- en, sulfaat- en fosfaatconcentraties nemen in de loop van de tijd af (Figuur 4.30). Door de vernatting ontstaan anaërobe condities waarbij nitraat gedenitrificeerd en sulfaat gereduceerd wordt.

Verdroging van de plaggen uit het Fochteloërveen resulteert in een sterke afname van de pH door verzurende oxidatieprocessen (Figuur 4.30). De toegenomen sulfaatconcentratie geeft aan dat gereduceerde zwavelverbindingen in het veen geoxideerd zijn. De sterke verzuring van het veen kan ervoor zorgen de aërobe afbraak van het veen sterk geremd wordt waardoor weinig nutriënten worden vrijgemaakt (Figuur 4.30). Daarnaast kan de vastlegging van nutriënten toenemen door de sterke uitbreiding van Pijpenstrootje.

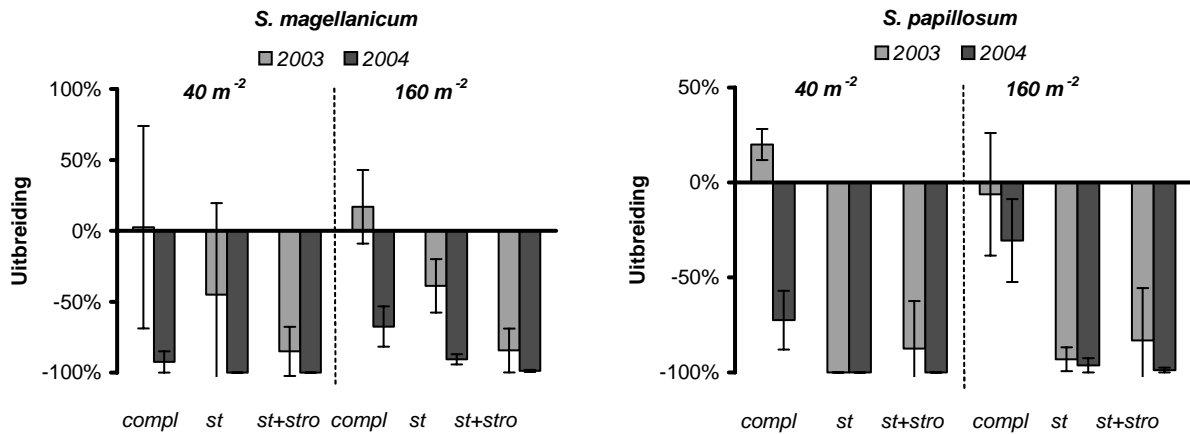
De resultaten van het experiment bevestigen de conclusies van het veldonderzoek: vernatting heeft een positief effect op de veenmosgroei. De koolstofbeschikbaarheid neemt toe ten opzichte van de beschikbaarheid van stikstof en fosfor; een gunstige ontwikkeling voor de door koolstof gelimiteerde veenmossen.



**Figuur 4.30:** Verloop van de veenwaterchemie van vernatte plaggen uit het Wierdense Veld ( $n=8$ ) en verdroogde plaggen uit het Fochteloërveen ( $n=3$ ) tussen oktober 2003 en oktober 2004. Weergegeven zijn gemiddelden  $\pm$  SE.

*Introductie van bultvormende veenmossen (S. magellanicum en S. papillosum)*

In het Wierdense Veld blijft, evenals in vele andere hoogvenen in Nederland, de ontwikkeling van hoogveenvegetaties vaak stagneren in een fase, waarin *Sphagnum cuspidatum* of *Sphagnum fallax* dominant zijn. De bultvormende veenmossoorten, zoals *S. magellanicum*, *S. papillosum* en *S. rubellum*, kunnen zich blijkbaar niet vestigen of de abiotische omstandigheden zijn voor deze soorten ongeschikt. Bultvormende veenmossoorten zijn essentieel voor hernieuwde veenvorming en dus voor een succesvol hoogveenherstel. Uit onderzoek in de eerste fase van het OBN hoogvenen project blijkt dat soorten als *S. magellanicum*, *S. papillosum* en *S. rubellum* zich vaak goed kunnen vestigen en zelfs uitbreiden wanneer ze geïntroduceerd worden in een door *S. cuspidatum* of *S. fallax* gedomineerde vegetatie (Tomassen *et al.* 2002). De verspreiding van deze soorten lijkt derhalve een belangrijke ‘bottleneck’ te zijn. In november 2002 is in het nabijgelegen Engbertsdijksvennen (SBB) een experiment ingezet waarbij *Sphagnum magellanicum* en *S. papillosum* zijn geïntroduceerd op een drijftil gedomineerd door *Sphagnum cuspidatum*.



**Figuur 4.31:** Uitbreiding van *Sphagnum magellanicum* en *Sphagnum papillosum* in november 2003 en 2004, 1 en 2 jaar na transplantatie in de Engbertsdijkerven. *Sphagnum* werd geïntroduceerd in twee dichtheden (40 en 160 capitula per m<sup>2</sup>) en als hele plantjes (10 cm lang; compl), stukjes van 1 cm (st) en stukjes van 1 cm afgedekt met stro (st+stro). Een uitbreiding van 0% betekent dat alle geïntroduceerde capitula nog aanwezig waren. Weergegeven zijn gemiddelden ± 1 SE.



**Figuur 4.32:** Foto van een proefvlak in de Engbertsdijkerven waarin 40 complete *Sphagnum magellanicum* planten (10 cm lengte; 160 capitula per m<sup>2</sup>) werden geïntroduceerd in november 2002. De foto is genomen in november 2003.

De extreem droge zomer van 2003 zal zeer waarschijnlijk ongunstig zijn geweest voor de ontwikkeling van de geïntroduceerde veenmossen. Bij vrijwel alle behandelingen is het aantal *Sphagnum*-capitula dan ook afgenomen (Figuur 4.31). Toch is, voor zowel *S. magellanicum* als *S. papillosum*, het aantal capitula ongeveer gelijk gebleven of zelfs licht toegenomen bij de introductie van complete plantjes (10 cm lang; ter illustratie zie Figuur 4.32). In het tweede jaar is het aantal capitula echter wel sterk afgenomen. De introductie van stukjes (een methode die in Canada veel wordt toegepast) lijkt niet goed te werken: het aantal capitula is voor beide soorten sterk afgenomen. De dichtheid van het veenmos blijkt weinig effect te hebben en afdekken met stro heeft alleen negatieve effecten gehad (Figuur 4.31). Afdekken met stro heeft bij introductie in een *Sphagnum*-vegetatie geen positief effect op de groei van de bultvormers. In Canada wordt deze methode met succes toegepast op kaal veensubstraat. In een *Sphagnum*-vegetatie is

waarschijnlijk voldoende vocht aanwezig waardoor afdekken met stro de beschikbaarheid van water niet in positieve zin veranderd. Stro heeft dan alleen negatieve effecten via beschaduwing en extra input van nutriënten via de afbraak van het stro. Twee jaar na de introductie blijkt dat vrijwel al het geïntroduceerde veenmos is afgestorven en overgroeid. Opvallend is de sterke uitbreiding van de Veenmosgrauwkop in 2004 (Figuur 4.33).



**Figuur 4.33:** Infectie van *Sphagnum cuspidatum* met de Veenmosgrauwkop (*Tephroclype palustris*) in het transplantatie-experiment in de Engbertsdijkerven, december 2004.

**Tabel 4.5:** pH, kooldioxide (CO<sub>2</sub>), fosfaat (PO<sub>4</sub>), ammonium (NH<sub>4</sub>) en kalium (K) concentraties in het oppervlaktewater tussen *S. cuspidatum* in de Engbertsdijkerven. Concentraties, uitgezonderd pH, zijn weergegeven in μmol l<sup>-1</sup>.

	November 2003	December 2004
pH	3,83 ± 0,04	3,84 ± 0,03
CO <sub>2</sub>	529 ± 88	995 ± 117
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	1,7 ± 0,2	0,8 ± 0,1
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	225 ± 24	18 ± 3
K <sup>+</sup>	128 ± 16	33 ± 4
Ca <sup>2+</sup>	98 ± 10	13 ± 1
Cl <sup>-</sup>	857 ± 36	336 ± 19

Uit analyse van het veenwater van 2003 blijkt de concentratie ammonium extreem hoog te zijn (Tabel 4.5). De toename van de chlorideconcentratie (met een factor 2,5) geeft aan dat het veen verdroogd is en als gevolg hiervan is er veel ammonium uit het veen gemobiliseerd. Bij een overmaat aan ammonium nemen infecties met de Veenmosgrauwkop sterk toe (Limpens *et al.* 2003). Een overmaat aan stikstof wordt door veenmossen opgeslagen in het weefsel in de vorm van stikstofrijke vrije aminozuren (Tomassen *et al.* 2003). Door de toename van de aminozuurconcentratie in het weefsel neemt de kans op infectie met parasitaire schimmels toe (Van Dijk *et al.* 1992; Limpens *et al.* 2003). In 2004 was de concentratie ammonium meer dan een factor 10 lager, de stikstofconcentratie in het weefsel van het veenmos echter is waarschijnlijk

## Hoofdstuk 4

hoger dan in 2003. Alle gemeten chemische variabelen wijzen op verdroging tijdens de droge zomer van 2003. De kooldioxideconcentratie is afgenomen door ontgassing of toegenomen opname door de veenmosvegetatie (nutriënten beschikbaarheid is in het totaal toegenomen en leidt tot een stimulatie van de groei mits er voldoende vocht aanwezig is). In vergelijking met de toename van chloride is de calciumconcentratie sterker toegenomen, waarschijnlijk door verdringing van het veen door protonen.

Het afsterven van het geïntroduceerde *Sphagnum* is grotendeels te verklaren door de ongunstige abiotische condities tijdens het groeiseizoen van 2003. Het al aanwezige *S. cuspidatum* is op deze locatie ook voor een groot deel afgestorven door de slechte groeicondities en de explosieve ontwikkeling van de Veenmosgrauwkop. De geïntroduceerde stukjes zijn vrijwel allemaal afgestorven en herstel valt eigenlijk niet meer te verwachten. Van de geïntroduceerde complete mossen heeft een gedeelte deze ongunstige omstandigheden overleefd en de vraag is of tijdens een aantal gunstige jaren *S. magellanicum* en *S. papillosum* zich kunnen herstellen en zelfs uitbreiden.

### **4.4 Conclusies en aanbevelingen voor herstelmaatregelen**

Het hydrochemische onderzoek ondersteunt volledig het belang van het creëren van nattere condities in het Wierdense Veld. De droge zomer van 2003 geeft duidelijk aan wat de effecten van verdroging op de veenwaterchemie zijn. Bij verdroging neemt de koolstofbeschikbaarheid af en neemt de stikstofbeschikbaarheid sterk toe. Deze verschuiving zal de groei van ongewenste vaatplanten zoals Pijpenstrootje stimuleren en de groei van veenmossen juist remmen. Verder levert de hoge stikstofbeschikbaarheid het gevaar op dat de Veenmosgrauwkop toeslaat. Daarnaast zijn veenmossen veel gevoeliger voor droogte dan de meeste vaatplanten door het ontbreken van een wortelstelsel. Droogte zorgt voor ontgassing van drijftillen die hierdoor bij een stijging van het waterpeil afzinken. De trage groei van methaanproducerende bacteriën zorgt ervoor dat het een tijd duurt voordat de drijftil weer voldoende drijfvermogen heeft.

Onder natte omstandigheden zijn de condities voor *Sphagnum*-groei redelijk positief, dit komt ook naar voren in het vergelijkende vegetatieonderzoek over de periode 1990 – 2003 (Hoofdstuk 5). De beschikbaarheid van koolstof blijkt voldoende hoog te zijn. Voor het belang van de oppervlakkige toestroom van kooldioxiderijk water zijn geen duidelijke aanwijzingen gevonden. In zandruggen worden wel hoge kooldioxideconcentraties gemeten, maar de concentraties in de aangrenzende slenk zijn meestal hoger. Het Wierdense Veld is behoorlijk rijk aan stikstof en fosfor, maar wanneer andere factoren (zoals hydrologie) gunstig zijn voor *Sphagnum*-groei hoeft dit geen grote problemen op te leveren.

Bultvormende veenmossoorten (*S. magellanicum* en *S. papillosum*) hebben zich de afgelopen 10 jaar (1990-2003; Hoofdstuk 5) slechts beperkt uitgebreid. De uitbreiding vond plaats vanuit bestaande locaties en gezien de langzame uitbreiding zijn de condities (nog) niet optimaal voor bultvormende veenmossen. Uitbreiding naar nieuwe locaties heeft zeer waarschijnlijk niet plaatsgevonden en verspreiding van deze soorten is een optie wanneer de hydrologische situatie van het Wierdense Veld verbeterd is. De uitbreiding van bultvormers in het introductie-experiment in de Engbertsdijksvennen verloopt zeer moeizaam door de droge zomer van 2003, deze volgde direct op de introductie in november 2002.



## 5. Vegetatiekartering 2003 & vergelijking met 1990

Emiel Brouwer

Om het behoud en de ontwikkeling van hoogveen in het Wierdense Veld zo gericht mogelijk te stimuleren is een grondige kennis nodig over de momenteel in het veld aanwezige hoogveenfragmenten, over de eventuele degeneratie of ontwikkeling van deze fragmenten en over de locaties waar nieuwe hoogveenvegetaties zich vormen of kunnen vormen. Hiervoor is een actuele, vlakdekkende vegetatiekaart nodig, die vergeleken kan worden met oudere vegetatiegegevens. De vegetatie van het Wierdense Veld is eerder onderzocht in 1979 (Roelofs *et al.* 1979) en in 1990 (Aggenbach & Jansen 1991), maar een actuele vegetatiekaart ontbreekt. Als onderdeel van het OBN-herstelproject Wierdense Veld is daarom in 2003 een nieuwe kaart gemaakt en is hierbij zo veel mogelijk dezelfde methode gehanteerd als in 1990.

De resultaten van de kartering vallen uiteen in twee delen; een vlakdekkende typering van de vegetatie volgens een lokale typologie en een vlakdekkende kartering van een vooraf samengestelde selectie van soorten. In dit hoofdstuk worden de karteringsresultaten van 2003 vergeleken met de resultaten van eerdere karteringen. In Bijlage G is een verkleinde versie van de vegetatiekaarten van 1990 en 2003 opgenomen, evenals een tabel met de gehanteerde vegetatietypencodering. Op de bijgevoegde CD-ROM staan de vegetatiekaarten op werkelijke grootte (A0-formaat).

### 5.1 Aanwezigheid van hoogveen en natte heide tijdens de kartering in 1979

In 1979 is een tamelijk grove vegetatiekartering uitgevoerd in het Wierdense Veld door 3 studenten van de Hogere Bosbouw en Cultuurtechnische school (HBCS) te Velp (Roelofs *et al.* 1979). De karteerders kenden slechts een beperkt aantal soorten, waardoor de kartering niet makkelijk te vergelijken is met latere karteringen. Toch bevat dit rapport enkele belangrijke aanwijzingen over de aanwezigheid van veenmosrijke vegetaties in 1979. Hieronder volgen de belangrijkste citaties uit het rapport.

De lage vegetatie is indertijd grofweg ingedeeld in de volgende typen:

- Struikheidevegetaties (met tot 75% Pijpenstrootje)
- Dominantie van Pijpenstrootje op tamelijk droge bodem
- Dopheidevegetaties, met minimaal 25% dopheide en maximaal 75% Pijpenstrootje
- Dominantie van Pijpenstrootje op vochtige bodem
- Moerasvegetatie; dominantie van Pijpenstrootje op natte bodem
- Natte heide, met veenmossen, zonedauw, snavelbies enz...

Van de struikheidevegetaties en dominantie van Pijpenstrootje op droge bodem mogen we aannemen dat deze geen veenmossen en nauwelijks soorten van hoogveen of natte heide hebben gekend. Van de dopheidevegetatie wordt gezegd dat “de voor natte heide kenmerkende taxa in dit type niet voorkomen”. Hieronder worden ook de veenmossen verstaan. Ook in de dominanties van Pijpenstrootje op vochtige bodem werden “vrijwel geen veenmossoorten aangetroffen”. Van de dominanties van Pijpenstrootje op natte bodem wordt het volgende gezegd: “In de moslaag domineert normaal het Waterveenmos, maar in het Wierdense Veld zijn

## Hoofdstuk 5

we dit maar zelden tegengekomen”. Alleen in de natte heide worden “veenmossen” genoemd onder de kenmerkende soorten.

Over de moerasvegetaties wordt nog opgemerkt dat het aanvankelijk de bedoeling was om onderscheid te maken tussen hoogveenvegetaties met emerse veenmossen en venvegetaties met submerse veenmossen. “Maar daar zij in zeer kleine hoeveelheden voorkwamen en anderzijds veel kenmerkende taxa nog niet gedetermineerd konden worden, hebben wij gemeend deze legenda-eenheden te moeten laten vervallen”. Deze koerswijziging komt ook tot uiting op de kaart. Veenmosrijke vegetaties zijn daar met een apart tekenje weergegeven. In de legenda wordt gesproken van “emerse veenmossen”, in het rapport staat echter consequent “submerse veenmossen”. Op de kaart zijn deze tekenjes voornamelijk terug te vinden in de zuidwesthoek, waartoe ook het vegetatietype natte heide beperkt was, en verder in een deel van de noordoosthoek en een enkele plek in het noordwesten. Op bladzijde 54 wordt over de zuidwesthoek het volgende opgemerkt: “in dit gebied bevindt zich ook nog een redelijk interessante hoogveenvegetatie met o.a. Lavendelheide, Veenpluis en Veenmos”. Kennelijk was behalve “veenmos” ook Veenpluis in 1979 geen veel voorkomende soort.

Afgaande op deze verspreid in het rapport voorkomende informatie kan geconcludeerd worden dat de nu over grote oppervlakten voorkomende vegetatie met een hoog aandeel Waterveenmos en/of Veenpluis in 1979 grotendeels afwezig was en hooguit voorkwam rond de Prinsendijk in het zuidwesten en op een enkele plek in het noordoosten en noordwesten. Verdere conclusies over de toenmalige samenstelling van vegetaties met een aandeel veenmos kunnen niet getrokken worden omdat de veenmossoorten niet tot op soort zijn gedetermineerd en de indicaties “submerse veenmossen” en “emerse veenmossen” elkaar tegenspreken.

### **5.2 Veranderingen in de vegetatie**

#### *Natte en vochtige heide*

In 1979 werd soortenrijke natte en vochtige heide alleen aangetroffen in de zuidwesthoek (ter weerszijden van de Prinsendijk), en verder op een plaats ten zuiden van de grote sleuf in het Huurnerveld. In de zuidwesthoek zijn deze terreindelen vooral volgelopen met Waterveenmos en Veenpluis. In het Huurnerveld daarentegen, heeft de vochtige heide zich uitgebreid en kon reeds in 1990 een onderscheid gemaakt worden tussen natte en vochtige heide. Sindsdien heeft vooral de natte heide zich verder uitgebreid. Het oppervlak natte heide is toegenomen, alsmede een aantal kenmerkende soorten. Het duidelijkst wordt dit geïllustreerd door de sterke toename van Zacht veenmos en het opduiken van Week veenmos op diverse plekken. Deze uitbreiding lijkt het gevolg te zijn van een kolonisatie van terreindelen met een soortenarme, weinig vergraste dopheidevegetatie door kenmerkende soorten van de natte heide.

De kenmerkende veenmossen komen alleen voor indien de bodem niet uitdroogt (op dikkere veenpakketten) en de vegetatie niet te dicht is (lage vergrassingsgraad). Ook in deze vegetatie zijn weinig nadelige effecten waargenomen van de droge zomer van 2003. In vergelijking met de echte veenvegetaties zijn ze minstens net zo kwetsbaar voor invloeden van buitenaf. Immers er worden geen voedingsstoffen vastgelegd via veenopbouw en de vegetatie is minder bestand tegen beschadwing als gevolg van vergrassing. Op kale, venige bodem zijn op diverse plekken

twee karakteristieke en bedreigde paddestoelsoorten aangetroffen: Klein oranje zandschijfje (*Byssonectria aggregata*) en Veentrechttertje (*Omphalina ericetorum*).

### *Droge heide*

De door Struikhei gedomineerde vegetaties zijn tamelijk uniform. Het aandeel Gewone dophei is variabel, maar aangezien dit niet gepaard gaat met andere verschillen in de vegetatie kon dat niet gebruikt worden om de typering te verfijnen. Vrijwel overal komt Gewone dophei in lage dichtheden voor; echte droge heide op grofzandige en in de zomer sterk uitdrogende bodems komt in het Wierdense Veld vrijwel niet voor.

De heide die in 1990 rijk was aan korstmossen (*Cladonia* spp.) is nu vrijwel verdwenen. Alleen op een enkele jaren oude plagplek met veel jonge struikheide en diverse algemene soorten met een voorkeur voor heischrale graslanden, is een rijke korstmosvegetatie aangetroffen. Op deze plek is de ammonium/nitraat ratio waarschijnlijk lager dan in de omringende heide. De achteruitgang kan het gevolg van stikstofdepositie, maar kan ook een gevolg zijn van het staken van het brandbeheer.

Ook de door Borstelgras gekenmerkte heide is sterk achteruit gegaan. Veelal is de plaats ingenomen door soortenarme struikheidevegetaties, met een laag aandeel Pijpenstrootje en vrijwel zonder Gewone dophei. Alleen op sommige voormalige paden en op enkele hoge ruggen is nog Struikhei met veel Borstelgras aanwezig. Opvallend is dat in deze borstelgrasheide twee bedreigde paddestoelsoorten zijn gevonden: Heideknotszwam (*Clavaria argillacea*) en Grijsz vorkplaat (*Cantharellula umbonata*). Deze laatste parasiteert op haarmossen. Mogelijk is de achteruitgang van de borstelgrasheide een gevolg van het staken van het brandbeheer. Roelofs *et al.* (1979) vermelden dat na branden o.a. haarmossen flink toenemen. Haarmossen zijn in vergelijking met 1990 flink achteruit gegaan, maar komen nog het meeste voor in de borstelgrasheide.

### *Dominanties van Pijpenstrootje*

Reeds in 1979 was het merendeel van de droge heide in het Wierdense Veld zwaar tot geheel vergrast. De kaart uit 1990 laat een veel optimistischer beeld zien. De situatie in 2003 lijkt echter weer veel meer op die in 1979. Het is moeilijk te bepalen of deze verschillen berusten op interpretatieverschillen van de karteerders of op werkelijke ontwikkelingen. Pijpenstrootje lijkt zich niet uit te breiden, maar wordt ook niet opvallend teruggedrongen door de begrazing. Ook in terreindelen waar de begrazing duidelijk zichtbare effecten heeft is de vergrassingsgraad hoog, maar de resulterende grasvegetatie is hier vaak wel veel minder dicht en hoog.

Een interessante ontwikkeling is de uitbreiding van veenmossen tussen het Pijpenstrootje. Op vrijwel alle natte plekken is Waterveenmos abundant aanwezig, terwijl hier in 1979 "vrijwel geen veenmossoorten" werden aangetroffen (Roelofs *et al.* 1979). Langs oevers van veenputten komen daar ook Gewimperd veenmos, Fraai veenmos en Wrattig veenmos bij, terwijl deze laatste soort ook in iets drogere pijpenstrootjesvelden te vinden is. Op een enkele plaats zijn pollen Pijpenstrootje reeds overgroeit door de veenmossen.

## Hoofdstuk 5

### *Hoogveenbulten*

In 1979 waren in het zuidwesten, het noordoosten en in het noordwesten nog bultvormende veenmossen aanwezig. Op deze locaties zijn ook in 1990 en in 2003 weer hoogveenbulten gevonden, alleen de hoogveenbulten aan de westzijde van de Prinsendijk zijn niet meer teruggevonden. Daarnaast zijn in 2003 verspreid door het terrein kleine populaties van soorten van hoogveenbulten aangetroffen. Deze soorten, met name Hoogveenveenmos, Wrattig veenmos, Lavendelheide en Kleine veenbes, komen opvallend vaak in elkaars nabijheid voor. Dit geclusterde voorkomen op steeds dezelfde plekken suggereert dat er sprake is van restpopulaties van soorten die zich moeilijk door het terrein verspreiden.

In 1990 werd onderscheid gemaakt tussen veenmosarme bultvegetaties op een vochtige bodem en veenmosrijke bultvegetaties op een natte bodem. Dit onderscheid kon ook in 2003 worden gemaakt, maar niet altijd even makkelijk. De hoogveenbultsoorten staan in natte terreindelen met veel veenputten. In deze terreindelen staan ze niet in de veenputten zelf, maar op de dikke veenpakketten die tussen de veenputten gespaard zijn gebleven. Vaak liggen deze te hoog voor Waterveenmos en zijn de bultvormende veenmossen dominant. Dit is het veenmosarme hoogveenbulttype. Soms, en met name in de zuidwesthoek van het terrein, liggen deze pakketten juist laag genoeg om deels overgroeid te raken met Waterveenmos en zodoende het veenmosrijke hoogveenbulttype te vormen.

In de afgelopen periode lijken de hoogveenbultvegetaties zich enigszins te hebben uitgebreid. Dit gebeurt vanuit bestaande plekken; de meeste groeiplaatsen waren ook in 1990 aanwezig. Op het eerste gezicht lijkt het alsof er ook een aantal nieuwe groeiplaatsen zijn ontstaan, maar waarschijnlijk zijn dit locaties die in 1990 over het hoofd zijn gezien, wellicht omdat ze toen veel kleiner waren. Gezien de langzame uitbreiding zijn de omstandigheden voor de uitbreiding van deze hoogveenfragmenten niet optimaal. De hoogveenbulten hebben geen zichtbare schade ondervonden van de droge zomer van 2003. Indien er in de nabije toekomst geen sterk verhoogde frequentie van droge zomers optreedt, is de verwachting dat de uitbreiding van de hoogveenbultvegetaties langzaam zal doorgaan.

### *Veenputten*

In de nattere, goed waterhoudende delen van het Wierdense Veld is sprake van een sterk convergerende successie. Zowel in de geëutrofiëerde als in de niet geëutrofiëerde veenputten met een veenbodem en in de natste plekken in de heide vindt een successie plaats naar een soortenarme vegetatie met Veenpluis en de landvorm van Waterveenmos. Het Waterveenmos heeft een losse structuur en een vrij hoge productie. Door deze hoge productie wordt veel organisch materiaal gevormd, waardoor het watervasthoudend vermogen van de vegetatie met de jaren toeneemt en mogelijk de wegzijging naar de ondergrond afneemt. Ook in het droge jaar 2003 is de droogteschade vrij beperkt gebleven. Door de lengtegroei neemt ook de beschaduwing door Veenpluis en/of Pitrus af en wordt de vestiging van kiemplanten onmogelijk gemaakt. Verdere successie vanuit dit stadium lijkt nog een probleem te zijn; er vindt geen vestiging van andere veenmossoorten plaats die beter in staat zijn om vocht vast te houden. Alleen vanuit de rand van de pitrusvelden groeien plaatselijk Gewimperd veenmos, Fraai veenmos en soms ook Wrattig veenmos over de Pitrus/Waterveenmos-vegetatie heen. Mogelijk biedt de losse structuur van het Waterveenmos onvoldoende mogelijkheden voor vestiging van andere veenmossoorten.

De door Waterveenmos en Veenpluis of Pitrus gedomineerde vegetaties worden niet gemeld uit 1979 en waren in 1990 minder aanwezig dan in 2003. Kennelijk zijn deze vegetaties grotendeels ontwikkeld in de afgelopen 30 jaar en het lijkt er op dat deze ontwikkeling nog altijd door gaat. Deze ontwikkeling is een duidelijk signaal van beginnend hoogveenherstel in de best waterhoudende delen van het terrein. Maar een verdere ontwikkeling richting echte hoogveenvegetaties is voorlopig hoogst onzeker.

In veel veenputten met een zandbodem of een zeer dunne veenlaag komt de veenmosgroei nauwelijks op gang. Deze putten hadden zowel in 1990 als in 2003 vrijwel geen vegetatie. De groei van ondergedoken veenmos is zeer beperkt, waarschijnlijk als gevolg van een onvoldoende productie van opgelost koolstof in de vrijwel minerale zandbodem. Ook is de wegzijging in deze veenputten groot, waardoor de weinige veenmosplanten in de zomer hier snel verdrogen. Daar waar in het verleden sprake is geweest van eutrofiering groeien hier onder andere Knolrus, Moerasstruisgras, Waternavel en Vensikkelmos, maar deze soorten zijn ten opzichte van 1990 sterk achteruit gegaan. Ook de veenputten waarin Riet aanwezig is, hebben vrijwel allemaal in contact gestaan met eutroof oppervlaktewater. Mogelijk heeft dit door de stimulering van de anaërobe afbraak tevens geleid tot enige buffering in deze veenputten.

#### *Bos*

In het Wierdense Veld komt vrijwel alleen berkenbroekbos voor. De meeste van deze bosjes staan op verdroogd veen of zand en zijn eigenlijk te droog voor berkenbroekbos. Dit geldt in ieder geval voor de bosjes met een ondergroei van Bochtige smele. Naar verwachting zullen deze bosjes op den duur overgaan in Eiken-Berkenbos. Het weinige natte berkenbroekbos bestaat veelal uit jonge opslag; de ondergroei wordt gevormd door dezelfde soorten die in het naburige open veen aanwezig zijn. Mogelijk zal zich hier in de toekomst een soortenrijker berkenbroekbos ontwikkelen. Dergelijke bosjes kunnen rijk zijn aan mossen (Rood viltmos, Gewoon veenmos, Haakveenmos e.d.) en ook bijzondere mycorrhiza-vormende paddestoelen.

#### *Grasland*

De na 1990 uit productie genomen graslanden dragen nog steeds een voedselrijk karakter, maar de vegetatie is al wel meer divers geworden. Over het algemeen domineren snel groeiende grassoorten zoals Gestreepte witbol, Fioringras en Veldbeemdgras. Ook Kruipende boterbloem en Pitrus kunnen massaal optreden. Pleksgewijs komt ook veel pinksterbloem voor, een indicatie voor verschraling. Tegelijk met de verschraling lijkt ook verzuring op te treden, wat onder meer kan worden afgeleid uit de uitbreiding van Hazezegge en Gewone veldbies.

### **5.3 Opmerkingen bij de in 2003 gekarteerde soorten**

#### **Moerasstruisgras (*Agrostis canina*)**

Evenals in 1990 komt Moerasstruisgras voornamelijk voor in grazige vegetaties op schrale bodem, langs watergangen en in enigszins geëutrofiëerde veenputten. De soort groeit bijna altijd samen met Pitrus. Net als deze en overige eutrofiëringindicatoren is Moerasstruisgras in de veenputten achteruit gegaan.

### **Lavendelheide** (*Andromeda polifolia*)

Evenals van Eenarig wollegras zijn van Lavendelheide voornamelijk grote, waarschijnlijk oude planten gevonden. Op natte veenbodem zijn de meest vitale planten aangetroffen en op enkele plekken is zelfs een aaneengesloten vegetatie gevormd. Sommige planten steken alleen met de jonge topjes nog boven vitale pollen van Wrattig veenmos uit. In vergelijking met 1990 heeft Lavendelheide zich behoorlijk uitgebreid. Waarschijnlijk gaat het om vegetatieve vermeerdering van planten die in 1990 wegens hun geringe afmeting over het hoofd zijn gezien.

### **Rood viltmos** (*Aulacomnium palustre*)

Rood viltmos is alleen aangetroffen op een geëutrofiëerde plek van de zuidkant van het terrein, in gezelschap van onder meer Pitrus, Riet, Gewimperd en Gewoon veenmos. Het ontbreken is moeilijk te verklaren; in hoogvenen en hoogveenachtige vegetaties is de soort doorgaans aanwezig.

### **Zompzegge** (*Carex curta*)

In hoogvenen komt Zompzegge voornamelijk voor op enigszins geëutrofiëerde plaatsen. In het Wierdense Veld zijn niet bloeiende polletjes van deze zegge gevonden aan de rand van een met Pitrus begroeide veenput. In 1990 is op precies dezelfde plaats Zwarte zegge genoteerd en wordt gemeld dat de plant vaak in pollen groeide. Mogelijk is de soort verkeerd benoemd, wat alleen waarschijnlijk is als de polletjes ook toen niet bloeide. Het lijkt er dus op dat Zompzegge al lange tijd een kwijnend bestaan leidt. Dat beeld komt overeen met de achteruitgang van veel andere indicatoren van eutrofiering die in de veenputten gevonden zijn.

### **Zwarte zegge** (*Carex nigra*)

Zwarte zegge komt in het Wierdense Veld vrij veel voor, maar bloeiwijzen zijn op veel plaatsen schaars. In 1990 is de soort slechts op enkele plekken aangetroffen. Op veel plekken waar in 2003 Zwarte zegge is gevonden, is in 1990 en 1998 Blauwe zegge genoteerd, met name in de grote sleuf in het Huurnerveld. Het is niet uit te sluiten dat niet bloeiende planten verwisseld zijn. In 2003 was Zwarte zegge vooral te vinden in kort gegraasde, soortenarme, door Pijpenstrootje gedomineerde vegetaties op vochtige zandbodem met een wisselende waterstand. De fikse uitbreiding in vergelijking met 1990 lijkt het gevolg te zijn van het begrazingsbeheer.

### **Snavelzegge** (*Carex rostrata*)

Snavelzegge vormt in het Wierdense Veld hier en daar ijle velden aan de rand van veelal met Pitrus begroeide veenputten. Deze velden bestaan uit gemengde begroeiingen van Snavelzegge en Pitrus, Veenpluis, Pijpenstrootje en in een enkel geval ook Riet. Daartussen domineert Waterveenmos, maar ook Wrattig veenmos, Fraai veenmos, Gewimperd veenmos en in een enkel geval Glanzend veenmos en Stijf veenmos zijn samen met Snavelzegge aangetroffen. In vergelijking met 1990 heeft Snavelzegge zich uitgebreid.

### **Rietorchis** (*Dactylorhiza majalis praetermissa*)

Op twee plaatsen langs de Prinsendijk en de Westerveenweg hebben zich enkele exemplaren Rietorchis gevestigd op het enigszins gebufferde, permanent vochtige zand. In de buurt zijn andere soorten aanwezig die wijzen op een fragmentaire ontwikkeling van het dotterbloemhooiland, zoals Echte koekoeksbloem (*Lychnis flos-cuculi*), Kruipend zenegroen (*Ajuga reptans*), Boompjesmos (*Climacium dendroides*), Veldrus en Bosbies.

**Vensikkelmos** (*Drepanocladus fluitans*, *Warnstorfia fluitans*)

Vensikkelmos was in 1990 wijd verbreid in geëutrofiëerde veenputten en langs watergangen. Een deel van deze groeiplaatsen was in 2003 verdwenen. Daarentegen zijn er nauwelijks nieuwe groeiplaatsen bijgekomen. De optimale groeiplaats wordt momenteel gevormd door veenputten met een enkele centimeters dik organisch laagje. Op deze laag kan Vensikkelmos een gesloten vegetatie vormen. Vaak zijn ze half beschaduwde door berken of Pitus.

**Kleine zonnedaauw** (*Drosera intermedia*)

Kleine zonnedaauw kan in het Wierdense Veld op dezelfde plaatsen voorkomen als Witte snavelbies. Daarnaast komt de soort ook voor op zandbodem met een sterk wisselende waterstand, en dan in combinatie met Waternavel, Knolrus en Zwarte zegge.

**Ronde zonnedaauw** (*Drosera rotundifolia*)

Ronde zonnedaauw is gebonden aan permanent vochtige bodems met een ijle vegetatie en komt optimaal voor langs wildpaadjes op veenbodem, op verdichte zandbodem langs grote zandpaden en op drijfzand in veenputten. De soort lijkt zich na 1990 behoorlijk te hebben uitgebreid, maar is vanwege de binding aan plaatsen met een stabiele waterstand nog steeds veel schaarser dan Kleine zonnedaauw.

**Gewone waterbies** (*Eleocharis palustris*)

Evenals de overige eutrofiëringindicatoren is Gewone waterbies beperkt tot watergangen en veenputten en heeft er in vergelijking met 1990 een duidelijke achteruitgang plaatsgevonden.

**Kraaiheide** (*Empetrum nigrum*)

Kraaiheide is zowel te vinden op droge als op natte veenbodem en is op dezelfde plekken gevonden als in 1990. Met de gebruikte inventarisatiemethode is niet te zeggen of Kraaiheide vooruit of achteruit gaat.

**Veenpluis** (*Eriophorum angustifolium*)

Roelofs *et al.* (1979) noemen Veenpluis niet als kenmerkende soort voor een van de door hen opgevoerde vegetatietypen. Klaarblijkelijk was de soort toen vrijwel nergens dominant aanwezig. Ze noemen de soort zelfs speciaal als bijzonderheid voor de zuidwesthoek van het Wierdense Veld. Aggenbach & Jansen (1991) noemen de soort wel als aspectbepalend voor diverse gemeenschappen. In 2003 is Veenpluis op vrijwel alle voldoende natte plekken in het Wierdense Veld te vinden en vrijwel altijd is ook Waterveenmos aanwezig. De klaarblijkelijk enorme uitbreiding kan gezien worden als de eerste fase op weg naar een hoogveenregeneratie, die vooral plaatsvindt in veenputten en op de natste plekken in de heide.

**Eenarig wollegras** (*Eriophorum vaginatum*)

De in 1990 gevonden populaties van Eenarig wollegras zijn in 2003 meest nog aanwezig. Op drogere plaatsen lijkt nauwelijks verjonging op te treden; vermoedelijk hebben de meeste pollen hier reeds een hoge leeftijd. Op permanent vochthoudende plaatsen zijn hier en daar duidelijk jongere pollen aangetroffen. Grote pollen op vochtige plaatsen lijken een goede groeiplaats te vormen voor veenmossen; de planten laten vrij veel licht door en de laagtes tussen de pollen hebben een vochtig microklimaat. Omdat de soort op allerlei uiteenlopende standplaatsen lang stand houdt, is de indicatieve waarde ervan gering. In tegenstelling tot Aggenbach & Jansen (1990) wordt Eenarig wollegras hier niet beschouwd als kenmerkend voor de hoogveenbultgemeenschappen.

## Hoofdstuk 5

### **Klokjesgentiaan** (*Gentiana pneumonanthe*)

Evenals in 1990 groeit Klokjesgentiaan uitsluitend op een locatie net ten westen van de Prinsendijk. Speciaal voor deze soort zijn diverse kleine plagplekjes gemaakt, waar ook verjonging plaatsvindt. De populatie lijkt tamelijk vitaal en bestaat uit minstens enige honderden exemplaren. Even ten noorden van de groeiplaats zijn 2 exemplaren gevonden in vergraste heide, samen met Kruiplwilg. Beide soorten wijzen op zeer zwak gebufferde omstandigheden.

### **Gewone waternavel** (*Hydrocotyle vulgaris*)

Met het deels afsluiten van de doorgaande watergang midden door het Wierdense Veld is Waternavel aanzienlijk achteruit gegaan. Waternavel komt nu nog slechts voor op enkele verspreide plaatsen, met name langs watergangen en in enkele veenputten met andere eutrofiëringsindicatoren.

### **Borstelbies** (*Isolepis setaceus*)

Enkele polletjes borstelbies zijn gevonden aan een vochtige, kapot gereden rand van de Westerveenweg, niet ver van enkele exemplaren Rietorchis.

### **Veldrus** (*Juncus acutiflorus*)

Een smalle zoom van Veldrus is op enkele plekken langs de diverse wegen door het gebied gevonden. Evenals Bosbies wijst de soort er hier op dat de sloten langs de wegen door het gebied functioneren een drainerende werking hebben en zodoende lokale grondwaterstromingen veroorzaken. Zowel Bosbies als Veldrus worden niet gemeld in de vorige kartering. De toen wel gekarteerde Snavelzegge heeft zich inmiddels gevestigd langs de Prinsendijk. Het lijkt er dus op dat de soorten die duiden op bewegend grondwater zich langs de wegen behoorlijk hebben uitgebreid.

### **Knolrus** (*Juncus bulbosus*)

Knolrus komt optimaal voor in veenputten met slechts een dun laagje organisch materiaal op een zandbodem en wordt dan vaak vergezeld van Pitrus, Waternavel, Moerasstruisgras en Vensikkelmos. Naarmate Waterveenmos zich hier uitbundiger kan ontwikkelen neemt het aandeel van deze soorten af en verdwijnen ze tenslotte. In vergelijking met 1990 is Knolrus aanzienlijk achteruit gegaan, met name in het zuiden en het noordoosten van het Wierdense Veld.

### **Pitrus** (*Juncus effusus*)

Pitrus komt vooral voor langs watergangen en in veenputten. Langs de watergangen vormt Pitrus hoge en dichte, soortenarme vegetaties. In de veenputten gaat de soort enigszins achteruit op de plekken waar de soort in 1990 aanwezig was, maar heeft uitbreiding plaatsgevonden naar veenputten waar in 1990 naast Waterveenmos vooral Knolrus, Waternavel, Vensikkelmos of Gewone waterbies groeide. Op de plekken waar achteruitgang plaatsvindt breidt vooral Veenpluis zich uit en is het pakket Waterveenmos waarschijnlijk dikker geworden. In 2003 vond massaal kieming en vestiging plaats in drooggevallen veenputten met modderige bodem die al of niet bedekt was met een dun tapijt Waterveenmos.

### **Moeraswolfsklauw** (*Lycopodiella inundata*)

Moeraswolfsklauw mijdt bodems die sterk zuur en ammoniumrijk zijn, en is in het Wierdense Veld alleen gevonden op vochtige, sterk verdichte en niet geheel zure zandbodem langs een



onverhard pad. Daar groeit de soort in gezelschap van onder meer Kleine en Ronde zonnedaauw, Gewone dophei, Struikhei, Tormentil en Kussentjesveenmos. In 1990 is de soort niet gevonden.

**Borstelgras** (*Nardus stricta*)

In vergelijking met 1990 is Borstelgras aanzienlijk minder talrijk geworden en meer beperkt tot de (voormalige) paden in het gebied. Deze achteruitgang is mogelijk het gevolg van het staken van het brandbeheer, waardoor iets mineraalrijkere heidebodem vrijwel is verdwenen. Borstelgras komt nu vrijwel alleen voor op een deel van de plekken waar de soort ook in 1990 aanwezig was.

**Koningsvaren** (*Osmunda regalis*)

Het optreden van Koningsvaren wordt vooral beperkt door de hoge eisen die de soort stelt aan het vestigingsmilieu. Volwassen planten kunnen zich tientallen jaren handhaven op plaatsen waar de milieuomstandigheden zich sterk hebben gewijzigd. In het Wierdense Veld is nog steeds een kwijnende pol aanwezig op de plek waar de soort in 1990 is gevonden. Daarnaast zijn er twee vitale exemplaren opgedoken langs de Prinsendijk en in een deel van de zuidwesthoek van het veen waar de vegetatie (voormalige) invloeden van oppervlaktewater van elders doet vermoeden. Op deze laatste groeiplaats is ook een jong exemplaar gevonden. In de greppel langs de spoorweg zijn vooral richting Nijverdal meer exemplaren te vinden.

**Kleine veenbes** (*Oxycoccus palustris*)

Kleine veenbes is vaak aangetroffen nabij andere karakteristieke hoogveensoorten zoals Wrattigen Hoogveenveenmos en Lavendelheide. Alhoewel de soort karakteristiek is voor hoogveenbulten, is Kleine veenbes in het Wierdense Veld vooral te vinden op pollen van Pijpenstrootje en in ijle vegetaties van Gewone dophei, Veenpluis en/of Pijpenstrootje op natte veenbodem. Op deze plekken staat Waterveenmos meestal op de natste plekken, waar Kleine veenbes ontbreekt. Aggenbach & Jansen (1991) vermelden dat Kleine veenbes in 1990 niet voorkwam in de gemeenschappen met hoogveenbulten. De soort moet zich hier dus sindsdien aanzienlijk hebben uitgebreid.

**Riet** (*Phragmites australis*)

De enkele plekken met Riet die in 1990 aanwezig waren, zijn ook nu teruggevonden en waren in 1979 in ieder geval deels al aanwezig. Riet breidt zich hier niet uit, behalve aan de rand van het gebied, waar een duidelijke invloed van eutroof water merkbaar is. Riet staat in het Wierdense Veld in veenputten met een enkele decimeters dikke laag afgebroken veen. De anaërobie afbraak is hier waarschijnlijk zowel bron van bufferstoffen tegen verzuring als van voedingsstoffen (zie ook Hoofdstuk 4).

**Wateraardbei** (*Potentilla palustris*)

Net als in 1990 is Wateraardbei alleen aangetroffen langs de sloot langs de Westerveenweg. Het lijkt er op dat de soort hier als gevolg van beschaduwning door overhangende wilgen achteruit is gegaan.

**Adelaarsvaren** (*Pteridium aquilinum*)

Adelaarsvaren heeft zich in de laatste jaren nauwelijks uitgebreid. Alle aangetroffen velden waren ook in 1990 in vrijwel dezelfde grootte aanwezig. Uitbreiding van adelaarsvaren kan vaak plaatsvinden als er voldoende voedingsstoffen vrijkomen uit de afbraak van organisch materiaal.

## Hoofdstuk 5

Waarschijnlijk heeft de soort zich gevestigd tijdens het droogleggen en afgraven van het veen en is de afbraak van de drooggelegde veenresten nu grotendeels tot stilstand gekomen.

### **Witte snavelbies** (*Rhynchospora alba*)

Witte snavelbies komt in het Wierdense Veld voor op open, vrijwel altijd vochtige of natte veenbodem; langs kleine wildpaadjes, op de natste plekken in natte heide en op drijfkillen in veenputten. Vaak is hier ook Kleine zonnedauw en soms ook Ronde zonnedauw aanwezig. De soort is in vergelijking met 1990 niet duidelijk voor- of achteruit gegaan, maar komt wel deels op andere plekken voor. Dit laatste duidt op een goed verspreidingsvermogen. De in 1990 nog aangetroffen Bruine snavelbies (*Rhynchospora fusca*) is in 2003 niet gevonden.

### **Kruipwilg** (*Salix repens*)

Kruipwilg groeit op niet geheel verzuurde zandgrond en was in 1990 vooral gevonden langs de zandpaden door het gebied. Daarbuiten was de soort sporadisch gevonden en in 2003 is de soort slechts op één van deze oude locaties teruggevonden. Mogelijk groeit Kruipwilg ook nog langs de zandpaden, deze zijn niet systematisch afgezocht.

### **Bosbies** (*Scirpus sylvaticus*)

Bosbies heeft zich op diverse plaatsen gevestigd langs de zandpaden door het gebied. Bosbies is afhankelijk van permanent natte, maar niet zuurstofloze en niet te zure omstandigheden in de wortelzone. Deze omstandigheden ontstaan waarschijnlijk doordat de zandpaden zorgen voor een hydrologische compartimentering van het Wierdense Veld. Door geringe niveaunderschillen gaan er langs de paden waterstromingen optreden, die in aanraking komen met het gebufferde zand en de groei van onder meer Bosbies mogelijk maken.

### **Stijf veenmos** (*Sphagnum capillifolium*)

In het Wierdense Veld is welgeteld 1 pol Stijf veenmos gevonden, met een doorsnede van ruim een halve meter. Deze bevond zich in een ijl pitrusveld, op half tussen de Pitrus hangende en half op het water drijvende tapijten van Gewimperd veenmos en Waterveenmos. In de buurt groeide ook Glanzend veenmos en Snavelzegge. Bovendien is de groeiplaats licht beschaduwde door de nabijheid van een Grove den.

### **Kussentjesveenmos** (*Sphagnum compactum*)

Door de dichte groeiwijze is Kussentjesveenmos relatief goed bestand tegen uitdroging. De soort is vooral gevonden in ijle dopheidevegetaties op veenbodem en vertoont een duidelijke voorkeur voor open, sterk vochthoudende of verdichte bodem, bijvoorbeeld kleine wildpaadjes. In tegenstelling tot 1990 is Kussentjesveenmos behalve op dikke veenpakketten ook enkele malen gevonden op compacte zandgrond. De lage, compacte groeiwijze maakt de soort duidelijk minder schaduw tolerant dan bijvoorbeeld Waterveenmos en Wrattig veenmos.

### **Waterveenmos** (*Sphagnum cuspidatum*)

Evenals in 1990 is Waterveenmos verreweg het meest algemene veenmos in het Wierdense Veld. De watervorm komt vooral voor in open veenputten met een zandbodem. Deze kunnen in de zomer geheel uitdrogen, waarna er van het veenmostapijt slechts een flinterdun korstje overblijft, waar in de herfst weer nieuwe kopjes aan ontspruiten. Op dergelijke marginale groeiplaatsen ontstaan vaak grote gaten in het veenmostapijt door de Veenmosgrauwkop (*Tephroclype palustris*), een parasitaire paddestoel. Indien veenputten dichtgegroeid zijn met Pitrus of Veenpluis, kan Waterveenmos decimeters hoge planten vormen. Deze planten zijn ook veel beter

bestand tegen uitdroging en op dergelijke plaatsen vindt dan geleidelijk veenvorming plaats. Op minder natte plekken is ook Waterveenmos afhankelijk van een vochtig microklimaat of van vochnalevering uit een venige bodem. Het kan uitgebreide tapijten vormen in dopheidevegetaties op restveen. Ook komt het veel voor tussen Pijpenstrootje en is daar nog schaduwtoleranter dan Wrattig veenmos. Tenslotte bestaat de ondergroei van de weinige berkenbroekbosjes in het gebied voornamelijk uit Waterveenmos.

Tijdens de kartering in 1979 was Waterveenmos klaarblijkelijk veel minder algemeen. De soort kwam toen nauwelijks voor in de Pijpenstrootjesvegetaties en de vochtige heide. Tussen 1979 en 1990 moet er dus een flinke uitbreiding hebben plaatsgevonden. De indruk bestaat dat er sindsdien weinig verdere uitbreiding heeft plaatsgevonden, maar dat de veenmostapijten wel aanzienlijk dikker zijn geworden.

#### **Geoord veenmos** (*Sphagnum denticulatum*)

Geoord veenmos is het enige veenmos dat duidelijk achteruitgegaan is sinds 1990. Het patroon van achteruitgang vertoont overeenkomsten met dat van andere eutrafente, zuurtolerante soorten van bodems met een wisselende waterstand als Vensikkelmos, Gewone waterbies en Waternavel. De twee resterende groeiplaatsen bevinden zich aan respectievelijk bij een grote ontwateringsloot waarmee ook water van buiten het gebied wordt afgevoerd. In 1990 werd Geoord veenmos ook aangetroffen in de natte heide, in 2003 niet.

#### **Fraai veenmos** (*Sphagnum fallax*)

In vergelijking met veel andere hoogveenengebieden komt Fraai veenmos in het Wierdense Veld opvallend spaarzaam voor. Op de meeste groeiplaatsen vormt de soort tapijten van enkele decimeters tot enkele meters in doorsnede. De soort lijkt te ontbreken op de plaatsen waar de meest karakteristieke hoogveenbewoners zich concentreren en komt daarentegen voor aan de rand van enkele pitrusvelden, aan randen van veenputten en greppels en in ijle dopheidevegetaties met Zacht veenmos.

#### **Gewimperd veenmos** (*Sphagnum fimbriatum*)

Gewimperd veenmos komt in het Wierdense Veld optimaal voor aan de rand van in het recente verleden geëutrofiëerde veenputten, tussen dichte vegetaties van Pitrus of Pijpenstrootje. Het kan daar aaneengesloten tapijten vormen van vele decimeters dik. Deze tapijten houden beter water vast dan de hier nog talrijkere tapijten van Waterveenmos. Ogenschoonlijk lijken deze tapijten geschikt voor vestiging van echte hoogveenmossen, maar een dergelijke vestiging is niet waargenomen.

#### **Hoogveenveenmos** (*Sphagnum magellanicum*)

Aggenbach & Jansen (1991) vermelden Hoogveenveenmos uitsluitend van zeer natte plekken nabij de Prinsendijk. In 2003 blijkt de soort nog in diverse hoeken van het Wierdense Veld voor te komen en wel op gemiddeld drogere standplaatsen. Buiten de populaties in het noordoosten en het zuidwesten gaat het steeds slechts om enkele pollen met een doorsnede van enkele decimeters. Soms worden gemengde pollen gevormd met Wrattig veenmos. In het Wierdense Veld staat de soort ongeveer op dezelfde standplaatsen als Wrattig veenmos, maar de soort komt veel minder voor op schaduwrijke plekken tussen Pijpenstrootje en is niet gevonden aan de rand van Pitrusvelden. Op alle groeiplaatsen zijn één of meer van de volgende soorten aanwezig: Lavendelheide, Kleine veenbes en Eenurig wollegras

## Hoofdstuk 5

### **Week veenmos** (*Sphagnum molle*)

Indien we er vanuit gaan dat Week veenmos in 1990 verwisseld is met Zacht veenmos (zie aldaar), kunnen we constateren dat dit veenmos in 1990 niet is gevonden en dat in 2003 slechts enkele pollen zijn aangetroffen. Deze pollen groeien vooral in de kern van struikheipollen of aan de rand van niet te grote pollen Pijpenstrootje.

### **Gewoon veenmos** (*Sphagnum palustre*)

Evenals Haakveenmos is Gewoon veenmos niet aangetroffen in de echte hoogveendelen van het Wierdense Veld, maar alleen op een natte plek aan de rand van een voormalig grasland. Tijdens de vorige kartering is de soort ook aangetroffen in het Huurnerveld. Het regelmatig voorkomen van de variant van Wrattig veenmos die vrijwel geen wratten heeft, maakt de kans op verwisseling met deze soort vrij groot, ook na microscopische controle. Het is daarom niet uitgesloten dat de soort in 1990 ook niet is gevonden in het eigenlijke hoogveen, maar evenmin is het geheel uit te sluiten dat een klein deel van de in 2003 als Wrattig veenmos genoteerde veenmossen Gewoon veenmos betreft.

### **Wrattig veenmos** (*Sphagnum papillosum*)

Wrattig veenmos is in het Wierdense Veld vrijwel uitsluitend aanwezig in pollen met een diameter van 25 tot 100 centimeter. Deze gedijen vooral op plekken met een zeer vochtig microklimaat; tussen Pijpenstrootje en soms ook Pitrus op hooguit in de zomer kort uitdrogende bodem, en vaak in de nabijheid van veenputten. Alleen op plaatsen met een dikke laag restveen groeit de soort ook op meer geëxponeerde plekken tussen Struikhei en Gewone dophei.

### **Haakveenmos** (*Sphagnum squarrosum*)

Evenals Gewoon veenmos komt Haakveenmos alleen voor op geëutrofiëerde plekken aan de rand van het gebied.

### **Glanzend veenmos** (*Sphagnum subnitens*)

Glanzend veenmos is geen typische hoogveenbewoner en duidt volgens Bouman (2002) op mineralenaanvoer. De soort komt zeer verspreid door het terrein voor, steeds met slechts weinig pollen en vaak in gezelschap van Wrattig veenmos of Hoogveenveenmos. De groeiplaatsen zijn ogenschijnlijk zeer divers; enkele greppelranden, tussen Pijpenstrootje en tussen Gewimperd veenmos in een pitrusveld (zie Stijf veenmos).

### **Zacht veenmos** (*Sphagnum tenellum*)

Op alle plaatsen waar in 1990 Week veenmos is gevonden, is in 2003 Zacht veenmos gevonden maar geen Week veenmos. Vermoedelijk zijn beide soorten verwisseld. Hiervan uitgaande kan geconstateerd worden dat Zacht veenmos zich in de tussenliggende periode heeft uitgebreid. Zacht veenmos is evenals Kussentjesveenmos gevonden in ijle dopheidevegetaties op natte veenbodem, maar ontbreekt langs de padranden. Een enkele keer is de soort ook aangetroffen op natte plekken met een zandbodem en groeit dan in kleine Pijpenstropollen of tussen heide, in een ijle vegetatie van Waterveenmos.

### **Veenbies** (*Trichophorum cespitosum*)

Veenbies komt alleen voor in vochtige heiden die in de winter niet te nat worden. In het Wierdense Veld komt de soort voornamelijk voor in de grote sleuf in het Huurnerveld, op compacte, venige zandbodem. In vergelijking met 1990 lijkt de soort zich hier te hebben uitgebreid. Ook zijn er vele kleine en waarschijnlijk jonge polletjes aanwezig.

**Rode bosbes** (*Vaccinium vitis-idaea*)

Vooral in de bosrand aan de zuidrand van het gebied heeft Rode bosbes zich uitgebreid. De nieuwe vestigingen beslaan vaak reeds enkele vierkante meters. Rode bosbes lijkt vooral te staan op vrij droge plaatsen met een vochtig microklimaat; bosjes en bosranden op enigszins ontwaterde veenbodem.

**Blauwe bosbes** (*Vaccinium myrtillus*)

Ook Blauwe bosbes breidt zich geleidelijk uit in het Wierdense Veld, maar in vergelijking met rode bosbes staat de soort vaker in het open veld. Veel van de recente vestigingen bestaan uit slechts enkele planten.

**5.4 Conclusies**

De vegetatie in het huidige natuureservaat Wierdense Veld bestond rond 1800 uit heidevelden en hoogvenen. Tot in de vroege jaren zestig is voornamelijk op kleine schaal turf gewonnen, waarmee de talrijke veenputten ontstonden. Het omliggende gebied werd ontgonnen en gedraineerd. In 1967 werd het reservaat ingesteld. Het gebied bestond toen uit afgetakeld en verdroogd hoogveen en heidevelden. Vanaf 1967 is de achteruitgang van de vegetatie tegengegaan door onder meer afdamming van sloten, begrazing, branden en het verwijderen van bosopslag. Voorts is in het midden van de jaren tachtig de meeuwenkolonie in het gebied geleidelijk verdwenen. De karteringen uit 1979 (Roelofs *et al.* 1979), 1990 (Aggenbach & Jansen 1991) en 2003 geven een vrij goed inzicht in de ontwikkeling van de vegetatie als gevolg van de genoemde veranderingen in omstandigheden.

**Tabel 5.1:** Historie van enkele factoren die van belang kunnen zijn voor de vegetatieontwikkeling in het Wierdense Veld.

1800-1940	Boeren turfwinning en beheer (plaggen, maaien, begrazen)
1940	Graven ontginningsloten
1950-1960	Voortzetting turfwinning
1950-heden	Begrazing met schapen
1959	Veenbrand, graven bulldozersleuven
1967	Instelling reservaat
1967/1979	Afdammen ontwateringsloten
1967-1982	Berkenopslag intensief verwijderd (IVN)
1960-1990	Brandbeheer
19?-1988/89	Meeuwenkolonies aanwezig

De belangrijkste ontwikkelingen in de vegetatie die uit de drie opeenvolgende vegetatiekarteringen kunnen worden afgeleid zijn de volgende:

- Achteruitgang van de borstelgrasheide, waarschijnlijk door het staken van het brandbeheer;
- Het gebied blijft zwaar vergrast, recente ontwikkelingen in de mate van vergrassing zouden een keer nader bekeken moeten worden;
- Minder indicatie van eutrofiering in de veenputten, waarschijnlijk als gevolg van het verdwijnen van de kokmeeuwenkolonies;
- Vestiging en uitbreiding van Waterveenmos en Veenpluis, waarschijnlijk als gevolg van het afsluiten van drainerende sloten in en om het gebied;

## Hoofdstuk 5

- Enige uitbreiding van natte heide en hoogveenfragmenten.

Het Wierdense Veld is een zuur systeem, aanwijzingen voor de aanwezigheid van een gebufferde bodem zijn vrijwel alleen aangetroffen langs de wegen door het gebied. Vrijwel alle indicatoren van een voedselrijker milieu zijn de afgelopen 13 jaar duidelijk achteruit gegaan, behalve in sommige randzones. Daarmee is het doel van een voedselarm, zuur systeem grotendeels bereikt in het Wierdense Veld.

In de laagste delen van het Wierdense Veld is weer over grote delen een veenmosdek ontstaan van Waterveenmos. Dit heeft waarschijnlijk ook een positief effect op de hydrologie van het gebied, het veenmostapijt houdt beter water vast en mogelijk is ook de wegzijging minder. Hierdoor ontstaat een stabielere waterstand in het hele terrein. Zo'n veenmosdek lijkt alleen te ontstaan in veenputten met een veenbodem of met een hoog opgaande begroeiing van met name Pitrus; in veenputten met een zandbodem vindt nauwelijks successie plaats. Dergelijke putten functioneren waarschijnlijk ook als waterafvoer voor het omliggende gebied: de wegzijging is hier groot en via slootjes en veenputjes wordt hiermee water aan het omliggende gebied onttrokken. Het dempen van dergelijke putten en slenken (inclusief sommige van de 'bulldozersleuven') in de buurt van waardevolle 'natte' vegetaties is mogelijk een goede maatregel om de lokale hydrologie te herstellen.

Tot nu toe is niet of nauwelijks waargenomen dat er vanuit de Waterveenmos/Veenpluis tapijten verdere successie plaatsvindt richting hoogveen. Alleen aan de rand van pitrusvelden weten andere veenmossoorten het Waterveenmos te overgroeien. Wel lijkt de lokale hydrologie te profiteren van de ontwikkeling; in de naaste omgeving hebben de restanten hoogveen en natte heide zich enigszins uitgebreid. Er is nu een behoorlijke oppervlakte natte, veenmosrijke heide tot ontwikkeling gekomen, met name ten zuiden van de bulldozersleuf in het Huurnerveld. Het opvallend hoge aandeel Waterveenmos in deze natte heide duidt er op dat de waterstand nog wel te sterk fluctueert. De hoogveenrestanten lijken zich ook te hebben uitgebreid, maar zijn op de meeste plekken nog slechts fragmentair ontwikkeld. Veel karakteristieke soorten komen wel in elkaars nabijheid voor, maar vormen geen aaneengesloten, gemengde vegetatie. De hoogveenvegetaties zijn beperkt tot de bodems met een dik veenpakket. Een relatie met eventuele lokale grondwaterstromen vanaf de zandruggen in het terrein valt in het veld niet echt op (zie ook Hoofdstuk 3 & 4).

In de drie bovengenoemde vegetaties vindt nauwelijks begrazing plaats door schapen. Het is daarom niet mogelijk om met enige zekerheid iets te zeggen over de invloed van de begrazing op de ontwikkeling van hoogveen en natte heide. Waarschijnlijk is deze invloed gering of alleen aanwezig in de natte heide.

## 6. Watermacrofauna

Gert-Jan van Duinen & Hans Esselink

### 6.1 Inleiding

#### *Vastleggen uitgangssituatie watermacrofauna*

Uit de eerste fase van het OBN-Hoogveenonderzoek is naar voren gekomen dat poelen, veenputten en greppels in Nederlandse hoogveenrestanten, die al lange tijd bestaan en niet aan grootschalige en snelle veranderingen onderhevig zijn geweest, nog relatief veel karakteristieke hoogveensoorten en zeldzame soorten kunnen herbergen (Tomassen *et al.* 2002; Van Duinen *et al.* 2003a). Een aanzienlijk aantal van deze soorten is alleen in dergelijke relict-wateren aangetroffen en niet in vernatte terreindelen. Zowel wateren met emers of submers veenmos als wateren zonder veenmos vormen leefmilieus voor verschillende karakteristieke diersoorten. Uit het OBN-onderzoek blijkt dat de kwaliteit van de vegetatie niet noodzakelijk de kwaliteit van de fauna weerspiegelt. Verspreid in het Wierdense Veld zijn oude veenputten aanwezig, die onderling verschillen in water- en bodemkwaliteit en begroeiing. Het is dan ook te verwachten dat zij populaties van verschillende karakteristieke en zeldzame soorten watermacrofauna herbergen. In dit vooronderzoek is vastgesteld of deze soorten in het Wierdense Veld voorkomen, hoe zij over het terrein verspreid zijn en wat de eigenschappen zijn van de wateren waarin zij voorkomen. Met dit vooronderzoek wordt de uitgangssituatie vastgelegd ten behoeve van de keuze van een optimale herstelstrategie voor het terrein. Verder is het vastleggen van de uitgangssituatie van belang voor de effectmeting van te nemen herstelmaatregelen.

#### *Herstelmaatregelen en watermacrofauna*

In zowel het onderzoek in de Nederlandse hoogveenrestanten als in het referentieonderzoek in meer intacte hoogvenen, is duidelijk geworden dat diversiteit in wateren een voorwaarde is voor het voorkomen van veel verschillende (hoogveen)soorten (Tomassen *et al.* 2002, Verberk *et al.* 2001 en 2002, Smits *et al.* 2002, Van Duinen *et al.* 2002, Verberk & Esselink 2004). Hierbij gaat het om zowel permanente als temporaire (=tijdelijke) wateren en om variatie in water- en bodemkwaliteit en in begroeiing van de wateren. Zowel wateren waar drijftilvorming plaatsvindt, als wateren waar veenmos alleen submers aanwezig is of waar geen veenmosgroei optreedt, vormen leefmilieus voor verschillende karakteristieke diersoorten. Herstelmaatregelen die ten behoeve van hoogveenherstel genomen worden, leiden niet zonder meer tot behoud en herstel van de variatie in wateren en van populaties van karakteristieke en zeldzame diersoorten. Buttler *et al.* (1996) hebben vastgesteld dat herstelmaatregelen in verveende terreinen tot een snel en volledig herstel van de schaalmoebenfauna van hoogvenen kan leiden. Ook voor andere microfaunagroepen (Radardieren, Watervlooien en Eénoogjes) blijkt dit het geval te zijn (Van Duinen *et al.* 2003b). Voor de watermacrofauna ligt dit echter anders. Wellicht kunnen in bepaalde situaties herstelmaatregelen er zelfs voor zorgen dat populaties van karakteristieke en zeldzame macrofaunasoorten uit het terrein verdwijnen. Aangezien het sterke vermoeden bestaat dat (her)kolonisatie voor diverse macrofaunasoorten moeilijk verloopt (Tomassen *et al.* 2002, Van Duinen *et al.* 2003a, Van Duinen *et al.* 2004), is behoud en herstel van de habitats van de aanwezige karakteristieke en zeldzame soorten uitermate belangrijk. Fasering van maatregelen in tijd en ruimte kan nodig zijn om zowel gunstige condities te creëren voor hoogveenvormende vegetaties, als de aanwezige karakteristieke diersoorten te behouden.

## Hoofdstuk 6

Op basis van de gegevens die tijdens dit vooronderzoek zijn verzameld, wordt aangegeven of fasering van herstelmaatregelen nodig is om populaties van soorten in het Wierdense Veld te behouden en hoe de te nemen maatregelen dan het beste in ruimte en tijd over het terrein verdeeld kunnen worden. Verder wordt aandacht besteed aan mogelijkheden voor herstel (optimalisatie) van de faunadiversiteit in het terrein door middel van herstelmaatregelen die zorgen voor behoud en herstel van variatie in wateren. Bij het opstellen van voorstellen voor herstelmaatregelen en fasering daarvan worden de bevindingen van de deelonderzoeken geïntegreerd.

### *Uitvoering vooronderzoek watermacrofauna*

Om de benodigde gegevens te verkrijgen, is de watermacrofauna bemonsterd in een steekproef van wateren in de verschillende delen van het Wierdense Veld. De monsterpunten zijn zodanig gekozen dat de steekproef de variatie in waterchemie, substraatkwaliteit en begroeiing binnen het terrein omvat. Niet alleen locaties met gunstige condities voor ontwikkeling van veenvormende vegetaties zijn bemonsterd. Om na te gaan of fasering van maatregelen nodig is en welke fasering in ruimte en tijd over het terrein gewenst is, is het van belang te weten hoe soorten in verschillende seizoenen over het gehele terrein verspreid zijn en wat de betekenis is van de verschillende wateren voor de macrofauna.

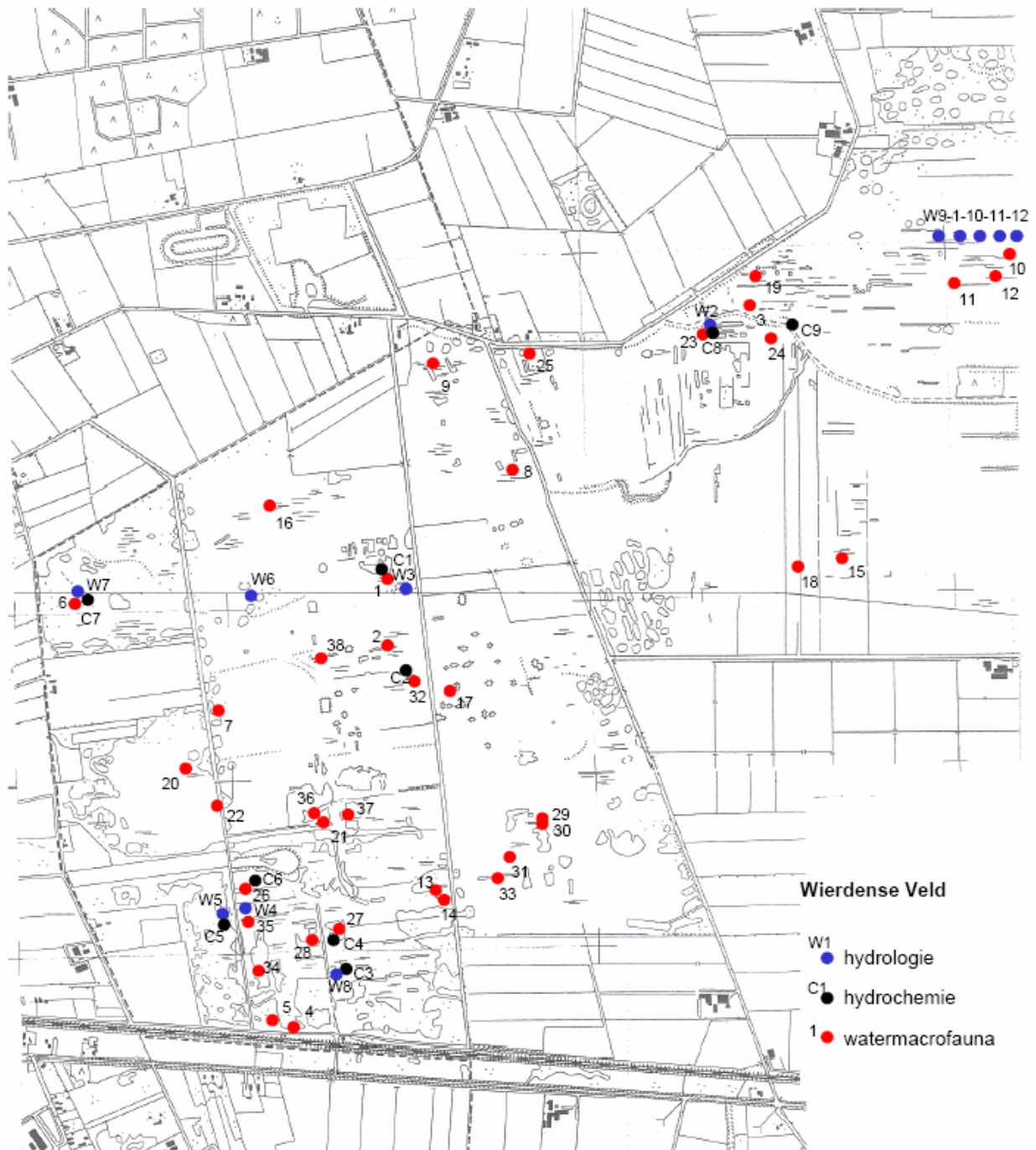
## **6.2 Materiaal en methoden**

### *Monsterpunten*

De monsterpunten zijn zodanig gekozen dat ze verspreid liggen over het hele Wierdense Veld (Figuur 6.1) en de steekproef de variatie in waterchemie, substraatkwaliteit en begroeiing binnen het terrein omvat. Tussen 7 april en 6 mei 2003 is watermacrofauna bemonsterd op de locaties 1 tot en met 32. Op 3 juni 2003 zijn op 21 locaties aas-vallen geplaatst om de grotere waterkeversoorten te bemonsteren. Omdat deze grotere soorten met name voorkomen in open wateren, zijn de vallen geplaatst op de 17 monsterpunten met open water en aanvullend in vier andere open wateren (locatienummers 33 t/m 36). Deze vallen zijn op 5 juni 2003 weer opgehaald. Van de monsterpunten 1 tot en met 32 bevatten in het najaar van 2003 nog slechts 12 monsterpunten water. Dit waren de punten 1, 2, 9, 14, 19, 21, 23, 24, 26, 27, 28 en 32. Overigens was op de monsterpunten 1, 14 en 23 het water alleen nog aanwezig in kleine putten en een greppel, die 30 tot 50 cm dieper zijn dan het overige deel van de bodem van deze waterlichamen. Deze punten zijn tussen 28 oktober en 4 december 2003 voor de tweede keer bemonsterd. Daarnaast zijn in deze periode de monsterpunten 33, 34, 37 en 38 bemonsterd. Deze vier punten zijn in het voorjaar van 2004 (14 april en 10 mei) voor de tweede keer bemonsterd. In totaal zijn dus 36 monsterpunten uitgebreid op watermacrofauna bemonsterd.

Van deze 36 monsterpunten is oppervlaktewater verzameld op de momenten van de faunabemonstering (voorjaar en najaar). Verder is eenmalig bodemmateriaal verzameld en is de vegetatie in en om het waterlichaam beschreven. Op 26 en 27 augustus 2003 is van de monsterpunten 1 tot en met 32 oppervlakte- en bodemwater verzameld, voor zover dat in die droge zomer nog aanwezig was. Op 21 en 22 september 2004 zijn opnieuw oppervlakte- en bodemwatermonsters verzameld op alle monsterpunten.





**Figuur 6.1:** Monsterpunten ten behoeve van het vooronderzoek in het Wierdense Veld. De rode punten geven de monsterpunten van het watermacrofaunaonderzoek weer. Ter verduidelijking staan tevens de monsterpunten van het intern hydrologisch onderzoek (blauw; Hoofdstuk 3) en hydrochemisch onderzoek (zwart; Hoofdstuk 4) weergegeven.

### Bemonsteringsmethode

Om zo compleet mogelijke gegevens te krijgen van het voorkomen van watermacrofaunasoorten in het terrein zijn op alle monsterpunten met behulp van keukenzeefjes (diameter 17 cm, maaswijdte 1 mm) de aanwezige microhabitats bemonsterd. Het materiaal werd in het veld in witte bakken gesorteerd. Om gegevens van de faunadichtheid in het Wierdense Veld te kunnen vergelijken met de gegevens die in de eerste fase van het OBN-Hoogveenonderzoek zijn verzameld in herstel- en relict-wateren, is op 15 monsterpunten ook een standaardmonster

## Hoofdstuk 6

genomen, met dezelfde methode als gebruikt is in het OBN-Hoogveenonderzoek (Tomassen *et al.* 2002, Van Duinen *et al.* 2003a). Hierbij werd een schepnet met een opening van 20 x 30 cm en ½ mm maaswijdte gebruikt. De meeste standaardmonsters bestonden uit een schep van 1 m lengte vanaf de bodem en min of meer open water naar de dichtere vegetatie. Het net werd schoksgewijs over de bodem of door de vegetatie bewogen. Wanneer het waterlichaam alleen uit open water bestond, werd over een wat grotere lengte langs de oever bemonsterd om voldoende individuen te verzamelen voor een betrouwbare analyse van de soortensamenstelling. De monsters zijn vervoerd in plastic zakken, gekoeld bewaard en binnen vier dagen in het laboratorium uitgezocht. Daarbij zijn de monsters gespoeld over zeven van 2, 1 en ½ mm, waarna van de verschillende fracties alle macrofaunagroepen zijn gesorteerd in witte bakken en vervolgens geconserveerd. Platwormen werden levend gedetermineerd. Borstelwormen zijn geconserveerd in 4% formaline, watermijten in Koenike-oplossing en de overige faunagroepen in 70% alcohol. De verzamelde fauna is gedetermineerd met behulp van een binoculair en indien nodig ook met een microscoop.

### *Overleving in drooggevallen wateren*

Aangezien een groot deel van de wateren in het Wierdense Veld 's zomers droogvalt, is het van belang ook inzicht te krijgen of watermacrofaunasoorten op de droogvallen locaties overleven. Daarom zijn op 24 november 2003 van 12 drooggevallen locaties 3 plaggen verzameld (circa 20 bij 20 cm). Dit betreft de monsterpunten 4, 6, 7, 8, 10, 11, 14, 15, 16, 17, 18 en 20. De dikte van de plaggen werd bepaald door de diepte van de compacte ondergrond en varieerde afhankelijk van dikte van de levende veenmoslaag en minder compacte veenlaag tussen 1 en 10 cm. De plaggen zijn afzonderlijk in bakken geplaatst en met vitrage overdekt. Van elke locatie is één plag in een verwarmde kas (16 °C) geplaatst en in een week in drie stappen geïnundeerd met gedestilleerd water. De twee andere plaggen zijn in een niet-verwarmde kas geplaatst, waarbij één plag begin maart in 7 dagen stapsgewijs werd geïnundeerd en de andere plag alleen vochtig werd gehouden met gedestilleerd water. Tot en met 4 juni 2004 werden alle plaggen tweemaal per week gecontroleerd en werden alle zichtbare dieren verzameld.

### *Gegevensanalyse*

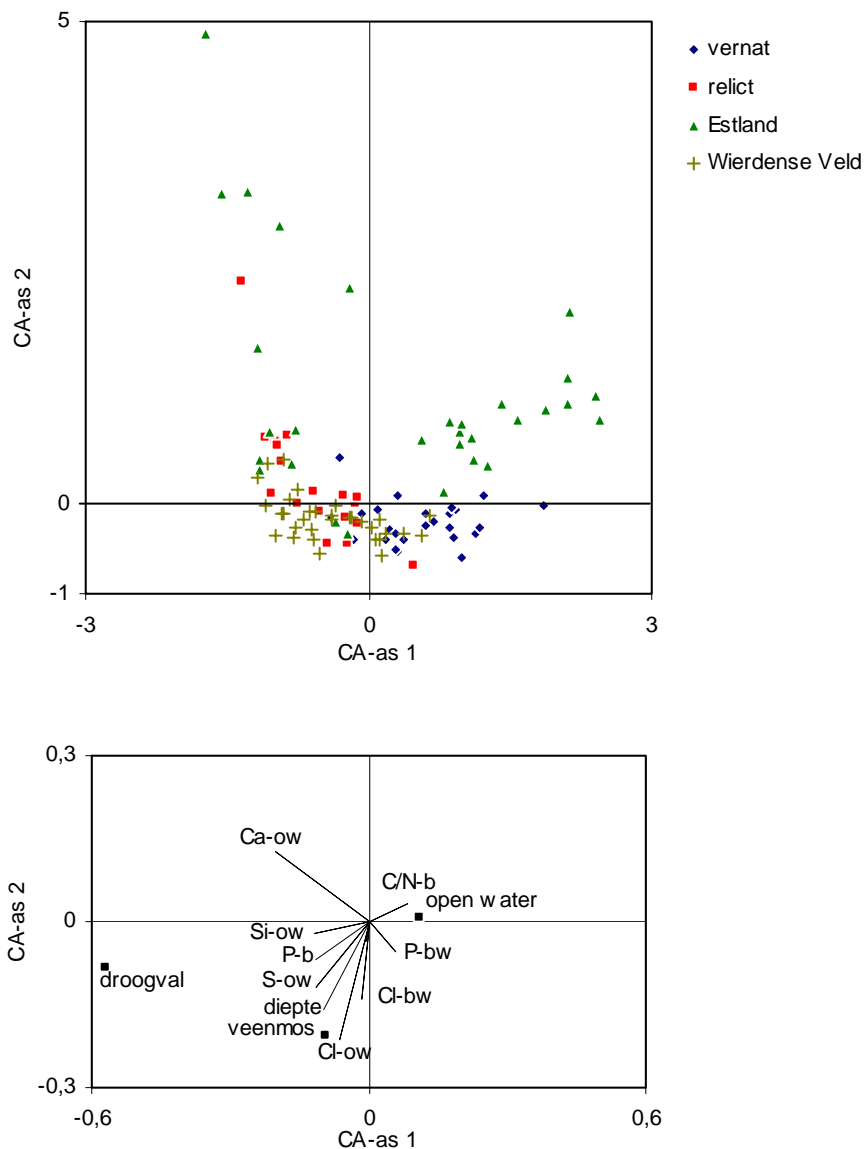
Voor het analyseren van dominante patronen in de soortensamenstelling zijn met behulp van Canoco voor Windows versie 4.0 (Ter Braak & Šmilauer 1998) correspondentie-analyses (CA) uitgevoerd op basis van aanwezigheid van soorten per monsterpunt. Cumulatieve soortenrijkdom-curves zijn gebaseerd op gemiddelden van 50 willekeurige volgordes van de monsterpunten met behulp van het programma BioDiversityProfessional Beta 1 (McAleece 1997). Significantie van verschillen in aantallen soorten of individuen tussen groepen van monsterpunten is getoetst met behulp van de T-toets.

Diersoorten zijn karakteristiek voor hoogvenen genoemd, wanneer zij in de literatuur acidofiel, acidobiont, tyrfhofiel, tyrfhobiont (Tabel 6.1) of typisch voor hoogvenen worden genoemd. Dit wil nog niet zonder meer zeggen dat soorten ook karakteristiek zijn voor ongestoorde hoogvenen, maar het betekent wel dat voor deze soorten hoogvenen in Nederland momenteel een belangrijk habitat vormen. In het kader van OBN is dit een belangrijk gegeven. Voor de informatie over de in Nederland gevonden diersoorten is gebruik gemaakt van Peus (1923), Nieser (1982), Geijskes & Van Tol (1983), Moller Pillot & Buskens (1990), Drost *et al.* (1992), Higler (1995), Duursema

(1996), Bos & Wasscher (1997), Wasscher *et al.* (1998), Smit & Van der Hammen (2000), Nijboer & Verdonshot (2001) en van informatie van Dr. H.K.M. Moller Pillot (mondelijke mededelingen). Uit deze bronnen is ook de zeldzaamheid van de soorten overgenomen.

**Tabel 6.1:** Verklaring van termen (volgens Drost *et al.* 1992).

Tyrphobiont	Zeer sterk gebonden aan veenmos; bewoner van (hoog)veengebieden en vennen
Tyrphofiel	Veenminnend; vrij sterk aan veenmos gebonden, maar niet uitsluitend in veengebieden
Acidobiont	Sterk zuurminnend; voorkeur voor wateren met een pH < 6
Acidofiel	Zuurminnend; voorkeur voor (zwak) zure wateren



**Figuur 6.2:** Correspondentie-analyse (CA) plots op basis van aanwezigheid van soorten van verschillende macrofaunagroepen in het voorjaar in de monsterpunten in het Wierdense Veld, relict-wateren en vernatte situaties in andere Nederlandse hoogveenrestanten en monsterpunten in intacte Estlandse hoogvenen. In de onderste figuur zijn de meest verklarende milieuvariabelen weergegeven; continue variabelen als lijn en binominale variabelen als punt. (ow = oppervlaktewater, bw = bodemwater, b = bodemmateriaal)

### 6.3 Resultaten en discussie

#### *Soortenrijkdom en soortensamenstelling*

In het Wierdense Veld komen tenminste 163 watermacrofaunasoorten voor. Van deze soorten zijn er 39 karakteristiek te noemen voor hoogveen. In totaal werden meer dan 13000 individuen gedetermineerd. Hierna wordt eerst de soortensamenstelling van de watermacrofauna in het Wierdense Veld vergeleken met andere Nederlandse hoogveenrestanten waar wel en geen vernattingsmaatregelen zijn genomen en intacte Estlandse hoogveen. In de daarop volgende paragrafen wordt per soortgroep ingegaan op de aangetroffen soorten.

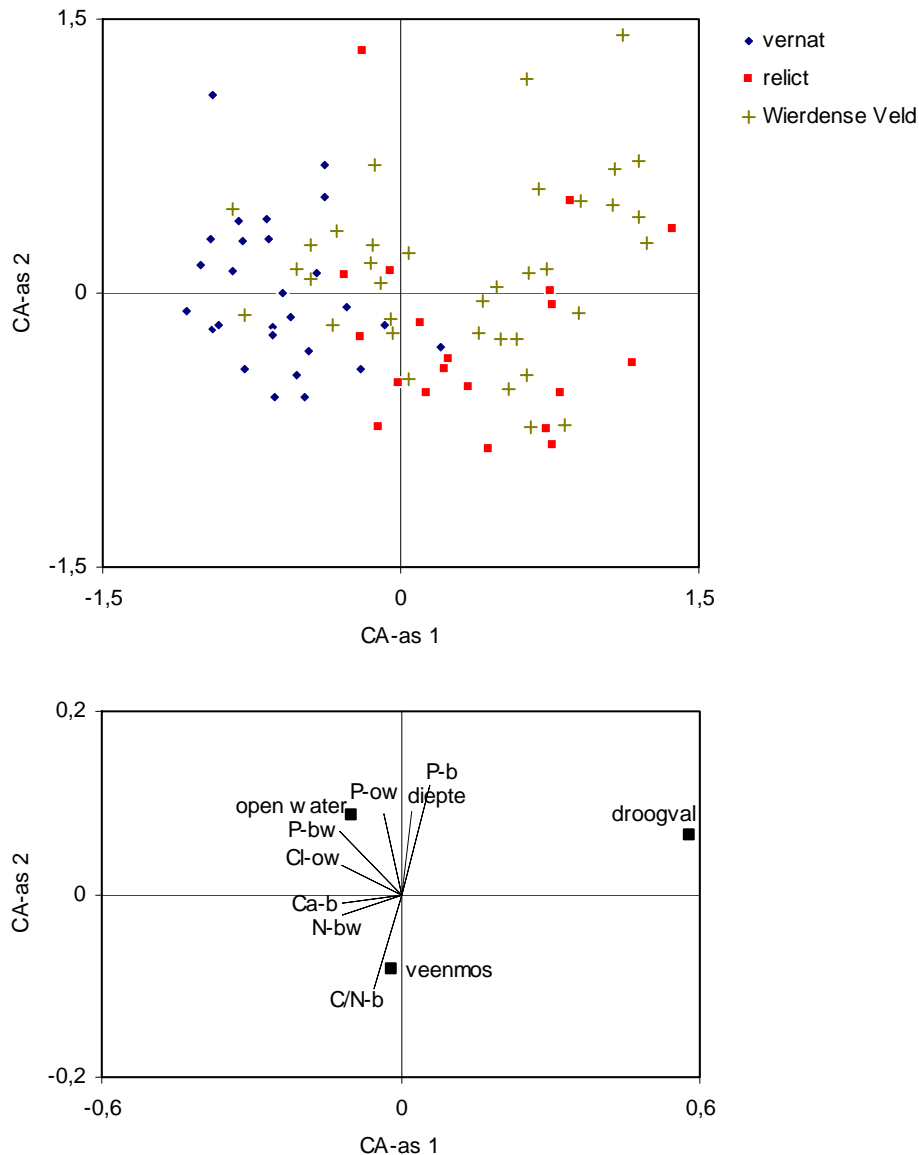
De soortensamenstelling van de wateren in het Wierdense Veld blijkt het meest overeen te komen met de soortensamenstelling van relict-wateren in andere Nederlandse hoogveenrestanten die niet door grootschalige vernatting zijn beïnvloed (Figuur 6.2). De variatie in soortensamenstelling (=spreiding van punten in de CA-plot) binnen het Wierdense Veld en andere Nederlandse hoogveenrestanten is kleiner dan in intacte hoogveen in Estland. De Estlandse punten in het quadrant rechtsboven betreft de ombrotrofe situaties in de hoogveenkern, waaronder de poelen met open water. Het oppervlaktewater van deze wateren is arm aan mineralen, zoals calcium en silicium. Het bodemmateriaal van deze wateren wordt gekenmerkt door een hoge C/N-ratio en een laag P-gehalte, wat duidt op een lage afbraaksnelheid. De soortensamenstelling van deze zeer voedselarme ombrotrofe wateren zijn in Nederlandse hoogveenrestanten voorlopig niet haalbaar, vanwege het te hoge niveau van atmosferische stikstofdepositie. Soorten die in Estland vooral in de voedselarme hoogveenkern voorkomen, kunnen nog wel in Nederlandse hoogveenrestanten voorkomen, maar de soortensamenstelling in Nederlandse hoogveenwateren wordt gedomineerd door soorten die in Estlandse hoogveen beperkt zijn tot de meer minerotrofe onderdelen van het hoogveenlandschap (Van Duinen *et al.* 2004).

De Estlandse monsterpunten in de linker helft van de CA-plot in Figuur 6.2 betreft veenbeekjes, temporaire (=droogvallende) wateren in overgangsvennen en lagg zones. De soortensamenstelling van diverse oude veenputten (waaronder die in het Wierdense Veld) die niet door plotselinge grootschalige veranderingen zijn beïnvloed, komt het meest overeen met de soortensamenstelling van overgangsvennen en veenbeekjes in Estland. Lagg zones ontbreken in vrijwel alle Nederlandse hoogveenrestanten. Wel komt een aantal van de soorten die typisch zijn voor lagg zones nog in Nederlandse hoogveenrestanten voor, met name in oude veenputten.

In de CA-plot van alle Nederlandse monsterpunten op basis van aanwezigheid van soorten van de verschillende diergroepen in voor- en najaar samen (Figuur 6.3) komt duidelijk naar voren dat de soortensamenstelling van een aantal wateren in het Wierdense Veld overeenkomt met de soortensamenstelling van vernatte situaties. Dit betreft met name de grotere permanente wateren (W19, W28, W32, W33, W34, W37). De soortensamenstelling van de kleinere, temporaire en semi-permanente wateren in het Wierdense Veld komt meer overeen met de relict-wateren.

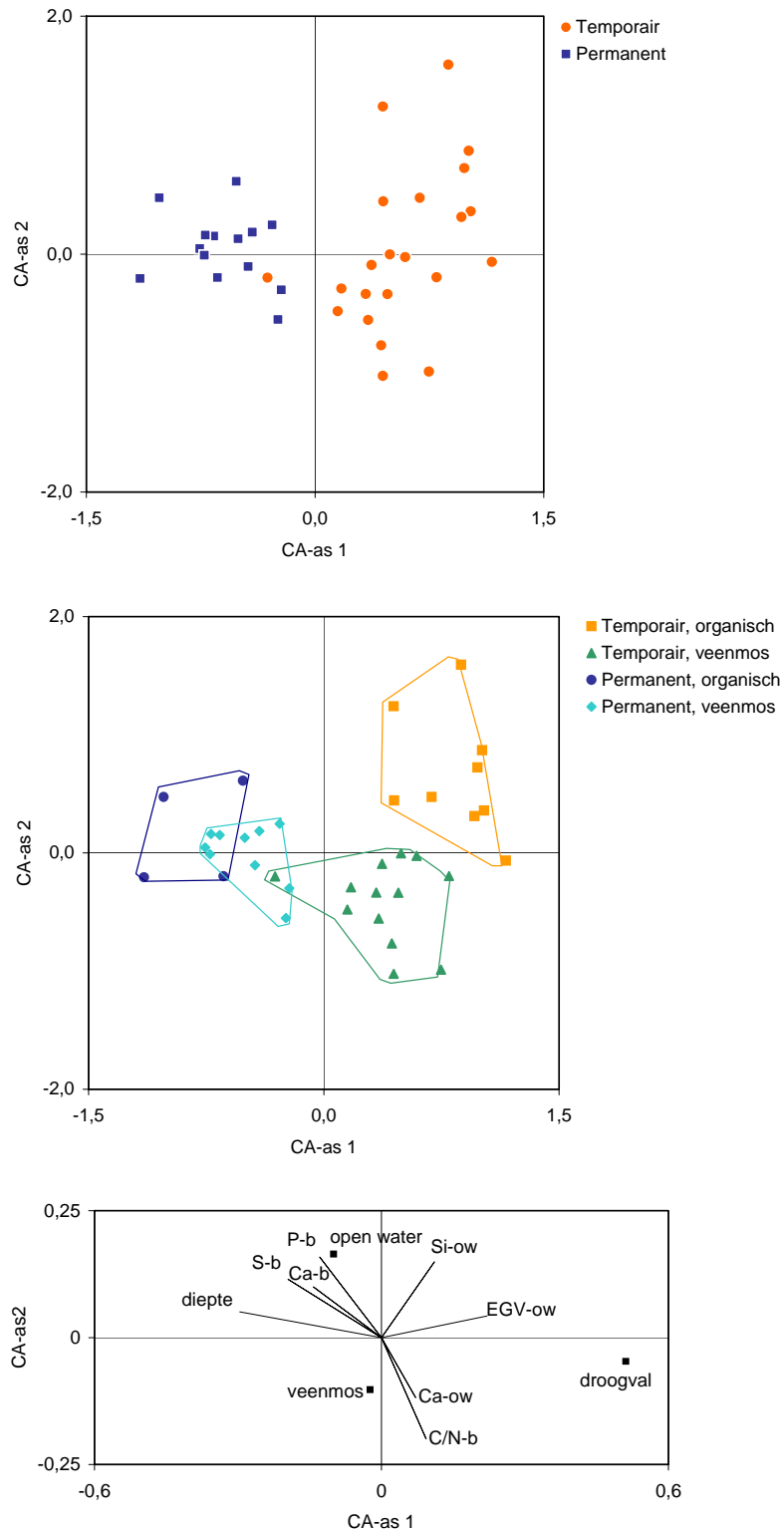
Correspondentie-analyse van de 36 monsterpunten in het Wierdense Veld op basis van aanwezigheid van soorten van de verschillende diergroepen samen laat zien dat het dominante verschil in soortensamenstelling binnen het Wierdense Veld samenhangt met het permanent of temporair zijn van de wateren (Figuur 6.4). Op de eerste (=horizontale) as worden de temporaire wateren (rechts) en de diepere, permanente wateren (links) duidelijk van elkaar onderscheiden.

De spreiding langs de tweede as hangt voor een groot deel samen met de samenstelling van de bodem, ofwel de dichtheid van de veenmosvegetatie (dominantie van levend Waterveenmos, versus dood organisch materiaal). De kwaliteit van het bodemmateriaal (C/N-ratio, P, Ca en S-gehalte) kan ook een deel van de variatie in de soortensamenstelling van de macrofauna verklaren. Uit deze CA-plots blijkt verder dat de verschillende wateren binnen de categorieën van droogval of vegetatiestructuur onderling verschillen in soortensamenstelling. In feite is sprake van een continuüm. Voor de variatie in de soortensamenstelling binnen het Wierdense Veld is de bestaande variatie in droogval en vegetatiestructuur dus van groot belang.



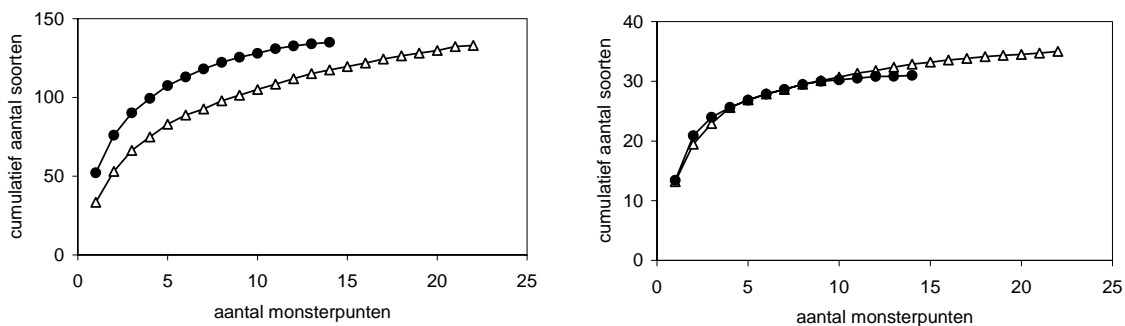
**Figuur 6.3:** Correspondentie-analyse (CA) plots op basis van aanwezigheid van soorten van verschillende macrofaunagroepen in voor- en najaar in de monsterpunten in het Wierdense Veld en relict-wateren en vernatte situaties in andere Nederlandse hoogveenrestanten. In de onderste figuur zijn de meest verklarende milieuvariabelen weergegeven; continue variabelen als lijn en binominale variabelen als punt. (ow = oppervlaktewater, bw = bodemwater, b = bodemmateriaal)

## Hoofdstuk 6



**Figuur 6.4:** Correspondentie-analyse (CA) plots van de 36 monsterpunten in het Wierdense Veld op basis van aanwezigheid van soorten van verschillende diergroepen. In de bovenste figuur is onderscheid gemaakt tussen wateren die in de zomer van 2003 droogvielen (temporair) en de wateren die permanent waren. In de middelste figuur is bovendien onderscheid gemaakt tussen de wateren met een bodem van dood organisch materiaal en wateren waarvan de bodem (vrijwel) geheel met Waterveenmos is bedekt. In de onderste figuur zijn de meest verklarende milieuvariabelen weergegeven; continue variabelen als lijn en binominale variabelen als punt. (ow = oppervlaktewater, bw = bodemwater, b = bodemmateriaal).

Opgemerkt moet worden dat in de zomer van 2003 waarschijnlijk een grotere oppervlakte van de wateren is drooggevallen, dan gemiddeld. Zo kwam in het voorjaar van 2003 (dus voor de droge zomer) de soortensamenstelling van monsterpunt 1 sterk overeen met de soortensamenstelling van permanente wateren; dit monsterpunt komt als enige temporeaire punt in de linker helft van de CA-plot terecht tussen de permanente wateren. Waarschijnlijk is monsterpunt 1 in de zomer van 2002 (en evt. ook voorgaande jaren) niet drooggevallen, waardoor soorten die permanente wateren nodig hebben hier konden overleven en soorten van temporeaire wateren zich in mindere mate vestigden. Veel wateren in het Wierdense Veld vallen echter ook in minder droge zomers droog. In verband met het beoogde hoogveenherstel en de gewenste vernatting in het terrein is het een belangrijk gegeven dat de temporeaire wateren een andere soortensamenstelling hebben dan de permanente wateren. Veranderingen in het droogvalregime als gevolg van vernatting zullen dus veranderingen teweegbrengen in de soortensamenstelling van het Wierdense Veld.



**Figuur 6.5:** Curves van cumulatieve soortenrijkdom van alle soorten (links) en karakteristieke soorten (rechts) van de watermacrofauna in het Wierdense Veld. Dichte cirkels voor permanente wateren en open driehoeken voor temporeaire wateren.

De cumulatieve curven (Figuur 6.5) laten zien dat de gemiddelde soortenrijkdom van permanente wateren hoger is dan die van de temporeaire wateren (52,1 respectievelijk 33,5 soorten per monsterpunt). De curve van de temporeaire wateren blijft sterker stijgen dan de curve van de permanente wateren. Dit kan verklaard worden met de grotere variatie in soortensamenstelling in de temporeaire wateren (vergelijk de grotere spreiding van temporeaire wateren in Figuur 6.4). Voor de karakteristieke soorten is er echter nauwelijks verschil in gemiddelde soortenrijkdom tussen de permanente en temporeaire wateren (14,6 resp. 13,2 karakteristieke soorten per monsterpunt) en lopen de curven vrijwel gelijk. Het aandeel van karakteristieke soorten in de soortensamenstelling is in de temporeaire wateren dus hoger dan in de permanente wateren. De overleving in temporeaire wateren vergt eigenschappen die met name aanwezig zijn bij een aantal min of meer typische hoogveensoorten. Verreweg de meeste soorten zijn zowel in de temporeaire als in de permanente wateren aangetroffen. Waarschijnlijk zijn veel soorten die typisch zijn voor temporeaire wateren in principe wel in staat om in permanente wateren te leven, maar zijn ze er onvoldoende bestand tegen de concurrentie met andere soorten of is de predatiedruk er te hoog. De afwezigheid in temporeaire wateren van soorten die niet bestand zijn tegen droogval, biedt andere soorten juist mogelijkheden hun levenscyclus te voltooien en/of in hogere dichtheden voor te komen (o.a. Moller Pillot 2003). Verder stimuleert het droogvallen en weer nat worden de afbraak van organisch materiaal (zie ook Hoofdstuk 4),

## Hoofdstuk 6

wat voor bepaalde detritivore soorten het vereiste voedselaanbod biedt. In de volgende paragrafen wordt per soortgroep ingegaan op de aangetroffen soorten en in hoeverre zij gebonden zijn aan tijdelijke en permanente wateren of andere eigenschappen. De individuen die niet tot op soortniveau gedetermineerd konden worden, zijn uit de tabellen weggelaten.

### *Borstelwormen (Oligochaeta) & Platwormen (Tricladida)*

In het Wierdense Veld zijn drie soorten borstelwormen aangetroffen (Tabel 6.2). De soort *Cognettia glandulosa* is in het Wierdense Veld in zowel tijdelijke als permanente wateren gevonden. In andere Nederlandse hoogveenrestanten en ook in Estland is deze soort weinig aangetroffen; daar is *Cognettia sphagnetorum* frequent. In het Korenburgerveen is *C. glandulosa* echter op meer locaties aangetroffen dan *C. sphagnetorum*. *Nais variabilis* is in Estlandse hoogvenen beperkt tot situaties met enige invloed van gebufferd grondwater en een enigszins hogere mate van afbraak van organisch materiaal. In de Nederlandse hoogveenrestanten is deze soort echter zeer algemeen, naar alle waarschijnlijkheid als gevolg van de hoge stikstofdepositie (Van Duinen *et al.* 2005). In het Wierdense Veld is deze worm hoofdzakelijk gevonden in permanente wateren. *Lumbriculus variegatus* is alleen in permanente wateren in het zuidwesten van het Wierdense Veld aangetroffen. Deze soort komt in andere Nederlandse hoogveenrestanten en ook in Estlandse hoogvenen vooral voor in situaties met enige invloed van gebufferd grondwater en/of een enigszins hogere mate van afbraak van organisch materiaal (Van Duinen *et al.* 2005). De vindplaatsen van *L. variegatus* in het Wierdense Veld worden gekenmerkt door de aanwezigheid van Riet, Pitrus en een goed ontwikkelde drijftil.

In het Wierdense Veld is in de (semi-)permanente wateren één soort platworm regelmatig aangetroffen: *Polycelis cf. tenuis*. Ook in andere hoogveenrestanten is dit een frequente soort.

**Tabel 6.2:** Per borstelwormensoort het aantal individuen (ind.) en het aantal monsterpunten waarop deze in het Wierdense Veld zijn aangetroffen in de tijdelijke en permanente wateren in voor- en najaar. Onder NL is het voorkomen in Nederland volgens Nijboer & Verdonchot (2001) aangegeven: va=vrij algemeen, za=zeer algemeen.

Soortnaam	NL	Aantal ind. totaal	Temporair	Permanent
<b>Aantal monsterpunten</b>		<b>36</b>	<b>22</b>	<b>14</b>
<i>Cognettia glandulosa</i>	-	23	4	3
<i>Nais variabilis</i>	va	66	1	6
<i>Lumbriculus variegatus</i>	za	43	0	5
Totaal aantal individuen		132	38	94
Totaal aantal soorten		3	2	3

### *Watermijten & Waterspin*

*Arrenurus stecki* is in het Wierdense Veld verreweg de meest talrijke watermijt en komt verspreid over het terrein voor. Ook in andere Nederlandse hoogveenrestanten is deze soort de meest talrijke watermijt. De soort *Hydrodroma despiciens despiciens* is vooral aangetroffen in de zuidwestelijke hoek van het terrein (monsterpunten 21, 26, 27 en 28). De zeldzame soort *Arrenurus affinis* is alleen op monsterpunt 24 aangetroffen en de vrij zeldzame *Arrenurus maculator* op monsterpunt 21.



De Waterspin (*Argyroneta aquatica*) komt zeer frequent en verspreid over het hele terrein voor, met name tussen veenmos, in zowel temporaire als permanente wateren. Dit is ook het geval in andere hoogvenen en hoogveenrestanten, zowel in situaties die door vernattingsmaatregelen zijn beïnvloed, als in relict-situaties.

**Tabel 6.3:** Per watermijtensoort het aantal individuen (ind.) en het aantal monsterpunten waarop deze in het Wierdense Veld zijn aangetroffen in de temporaire en permanente wateren in voor- en najaar. Onder NL is het voorkomen in Nederland volgens Nijboer & Verdonschot (2001) aangegeven: za=zeer algemeen, a=algemeen, vz=vrij zeldzaam, z=zeldzaam.

Soortnaam	NL	Aantal ind. totaal	Temporair	Permanent
<b>Aantal monsterpunten</b>		<b>36</b>	<b>22</b>	<b>14</b>
<i>Arrenurus affinis</i>	z	1	0	1
<i>Arrenurus maculator</i>	vz	1	0	1
<i>Arrenurus stecki</i>	vz	185	8	7
<i>Hydrodroma despicens despicens</i>	za	26	0	4
<i>Piona alpicola</i>	za	17	1	1
<i>Pionopsis lutescens</i>	a	1	1	0
Totaal aantal individuen		231	115	116
Totaal aantal soorten		6	3	5

#### Libellen (Odonata)

In totaal zijn 15 soorten libellenlarven gedetermineerd (Tabel 6.4). De Noordse witsnuitlibel (*Leucorrhinia rubicunda*) en de Watersnuffel (*Enallagma cyathigerum*) waren de meest talrijke soorten. Dit komt overeen met de andere Nederlandse hoogveenrestanten die in het kader van de eerste fase van het OBN-Hoogveenonderzoek zijn bemonsterd. Van de soorten die zowel in permanente als temporaire wateren zijn aangetroffen, zijn de meeste larven gevonden in de permanente wateren. De voor hoogvenen en vennen karakteristieke Maanwaterjuffer (*Coenagrion lunulatum*) werd frequent aangetroffen in permanente, open wateren. Slechts één larve van deze soort werd gevonden op een monsterpunt (mp. 1) dat in de zomer van 2003 droogviel. Hierbij moet echter opgemerkt worden dat dit punt in de zomer van 2002, voorafgaand aan de bemonstering, wellicht voortdurend water heeft bevat. In de droge zomer van 2003 bleef het veenmos onder de verdroogde toplaag wel vochtig en tenminste één dieper uitgegraven putje bevatte tot september nog wat water. Eind oktober 2003 werden hier tussen het vochtige veenmos nog enkele levende larven van de Noordse witsnuitlibel gevonden en daarnaast Waterspinnen, een aantal waterkevers (veel *Hygrotus inaequalis* en enkele *Hydroporus* soorten) en larven van langpootmuggen en dansmuggen (hoofdzakelijk *Procladius* s.l.). Hetzelfde geldt voor de 'temporaire vindplaats' van de Koraaljuffer (*Ceriagrion tenellum*): monsterpunt 14.

De Venwitsnuitlibel (*Leucorrhinia dubia*) is slechts op twee locaties aangetroffen (mp. 24 en 34). Deze soort komt in de ombrotrofe kernen van Estlandse hoogvenen relatief veel voor, terwijl de Noordse witsnuitlibel in Estlandse hoogvenen beperkt is tot wateren met een minerotrofe invloed en/of grotere beschikbaarheid van nutriënten, zoals in overgangsvennen (Van Duinen *et al.* 2004). In Nederlandse hoogveenrestanten -zowel in relictsituaties als in vernatte restanten- komt de Venwitsnuitlibel veel minder vaak voor dan de Noordse witsnuitlibel. Dit hangt wellicht samen

## Hoofdstuk 6

met de hoge beschikbaarheid van nutriënten in Nederlandse veenrestanten, waarvan de Noordse witsnuitlibel lijkt te profiteren ten koste van de Venwitsnuitlibel. Opmerkelijk is wel dat larven van de Venwitsnuitlibel in het Wierdense Veld en ook in andere hoogveenrestanten met name zijn aangetroffen in wateren met Pitrus. Ook de in Nederland zeer zeldzame waterkever *Laccophilus poecilus*, die net als de Venwitsnuitlibel in Estlandse hoogvenen hoofdzakelijk in ombrotrofe poelen voorkomt, is in een aantal Nederlandse vennen met Pitrus aangetroffen (mededeling Hein van Kleef). Mogelijk speelt de beschikbaarheid van mineralen hierin een rol. Door zure depositie is de mineralenhuishouding (basenverzadiging) ook in hoogvenen verstoord.

De Gewone pantserjuffer (*Lestes sponsa*) en Zwarte heidelibel (*Sympetrum danae*) zijn in het Wierdense Veld veel talrijker dan de getallen in Tabel 6.4 doen vermoeden. Deze soorten hebben een snelle larvale ontwikkeling vlak voor de vliegperiode, waardoor de larven in april nog weinig worden aangetroffen. Hazelhorst & Huizinga (2001) vermelden beide soorten als talrijk in het Wierdense Veld.

Tijdens het veldwerk op 5 juni 2003 is succesvolle voortplanting (exuviae) van de in Nederland vrij zeldzame en voor hoogvenen en voedselarme vennen karakteristieke Koraaljuffer (*Ceriagrion tenellum*) vastgesteld in de grote plas naast Prinsendijk-Zuid (locatie 34). Tijdens de inventarisatie van libellen in 2000 is met gericht zoeken slechts 1 mannetje waargenomen, eveneens in het zuid-westelijk deel van het Wierdense Veld (Hazelhorst & Huizinga 2001). In het najaar van 2003 zijn larven van deze soort aangetroffen op de locaties 9, 14, 19, 26 en 34. De soort komt dus verspreid over het terrein voor, maar in een vrij lage dichtheid.

**Tabel 6.4:** Per libellensoort het aantal larven (ind.) en het aantal monsterpunten waarop deze in het Wierdense Veld zijn aangetroffen in de temporaire en permanente wateren in voor- en najaar. Onder NL is het voorkomen in Nederland volgens Bos & Wasscher (1997) aangegeven: a=algemeen, va=vrij algemeen, vz=vrij zeldzaam.

Soortnaam	NL	Aantal ind.			
		Temporair	Permanent	totaal	
		36	22	14	
<b>Waterjuffers</b>	<b>Zygoptera</b>				
Gewone pantserjuffer	<i>Lestes sponsa</i>	a	55	2	5
Tangpantserjuffer	<i>Lestes dryas</i>	va	1	1	0
Maanwaterjuffer	<i>Coenagrion lunulatum</i>	va	47	1	9
Azuur-/Variable waterjuffer	<i>Coenagrion pulchellum/puella</i>	a	121	4	9
Watersnuffel	<i>Enallagma cyathigerum</i>	a	244	2	13
Lantaamtje	<i>Ischnura elegans</i>	a	4	0	2
Vuurjuffer	<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	a	67	5	10
Koraaljuffer	<i>Ceriagrion tenellum</i>	vz	10	1	4
<b>Echte Libellen</b>	<b>Anisoptera</b>				
Venglazenmaker	<i>Aeshna juncea</i>	va	10	1	4
Blauwe glazenmaker	<i>Aeshna cyanea</i>	a	6	2	2
Viervlek	<i>Libellula quadrimaculata</i>	a	42	2	10
Zwarte heidelibel	<i>Sympetrum danae</i>	a	3	2	0
Noordse witsnuitlibel	<i>Leucorrhinia rubicunda</i>	va	278	8	12
Venwitsnuitlibel	<i>Leucorrhinia dubia</i>	vz	3	0	2
Gewone oeverlibel	<i>Orthetrum cancellatum</i>	a	1	0	1
	Totaal aantal larven		947	186	761
	Totaal aantal soorten		15	12	13



**Figuur 6.6:** Voor de soortensamenstelling van de watermacrofauna in het Wierdense Veld is droogval de dominante milieuvariabele. Links monsterpunt 7 in april 2003 en rechts in augustus 2003.

#### *Kokerjuffers (Trichoptera)*

In het Wierdense Veld zijn totaal 4 soorten kokerjuffers aangetroffen (Tabel 6.5). De soort *Holocentropus stagnalis* was verreweg de meest talrijke soort. Dit geldt ook voor de andere Nederlandse hoogveenrestanten. In Nederland is deze soort vrij zeldzaam (Nijboer & Verdonschot 2001), maar binnen de hoogveenen komt de soort veel voor. *Holocentropus dubius* komt in de andere hoogveenrestanten in vergelijking met *H. stagnalis* in lagere dichtheden voor, maar wel even frequent. Dat is in het Wierdense Veld duidelijk niet het geval. *H. dubius* is -naast één larve in het laatste waterhoudende putje van monsterpunt 14- alleen aangetroffen in de in 2003 permanente wateren. Deze nemen in het Wierdense Veld een relatief kleine oppervlakte in. In het intacte hoogveen Nigula in Estland is *H. dubius* verreweg de meest voorkomende soort, eveneens uitsluitend in permanente wateren. *Oligotrichia striata* en *Agrypnia varia* zijn in het Wierdense Veld, net als in andere hoogveenrestanten in Nederland, veel minder talrijk.

**Tabel 6.5:** Per kokerjuffersoort het aantal larven en het aantal monsterpunten waarop deze in het Wierdense Veld zijn aangetroffen in de temporaire en permanente wateren in voor- en najaar. Onder NL is het voorkomen in Nederland volgens Nijboer & Verdonschot (2001) aangegeven: va=vrij algemeen, vz=vrij zeldzaam.

Soortnaam	NL	Aantal ind. totaal	Temporair	Permanent
<b>Aantal monsterpunten</b>		<b>36</b>	<b>22</b>	<b>14</b>
<i>Agrypnia varia</i>	vz	5	0	3
<i>Holocentropus dubius</i>	va	82	1	6
<i>Holocentropus stagnalis</i>	vz	284	8	10
<i>Oligotrichia striata</i>	vz	22	1	4
Totaal aantal larven		393	199	194
Totaal aantal soorten		4	3	4

## Hoofdstuk 6

**Tabel 6.6:** Per pluimmugsoort het aantal larven en poppen en het aantal monsterpunten waarop deze in het Wierdense Veld in de temporaire en permanente wateren in voor- en najaar zijn aangetroffen. Onder NL is het voorkomen in Nederland volgens Nijboer & Verdonschot (2001) aangegeven: a=algemeen, va=vrij algemeen, vz=vrij zeldzaam, z=zeldzaam.

Soortnaam	NL	Aantal ind. totaal	Temporair	Permanent
<b>Aantal monsterpunten</b>		<b>36</b>	<b>22</b>	<b>14</b>
<i>Chaoborus crystallinus</i>	a	386	11	9
<i>Chaoborus flavicans</i>	a	20	3	5
<i>Chaoborus obscuripes</i>	va	38	2	4
<i>Chaoborus pallidus</i>	za	164	4	9
<i>Mochlonyx velutinus</i> (syn. <i>culiciformis</i> )	vz	296	16	8
<i>Mochlonyx fuliginosus</i>	z	293	17	6
Totaal aantal larven en poppen		1226	692	534
Totaal aantal soorten		6	6	6

### Pluimmuggen (*Chaoboridae*)

In het Wierdense Veld zijn totaal 6 soorten pluimmuggen aangetroffen (Tabel 6.6). De *Mochlonyx*-soorten, die in Nederland (vrij) zeldzaam zijn, komen in de temporaire wateren in hogere aantallen voor dan in de permanente wateren. Voor de *Chaoborus*-soorten is het omgekeerde het geval, zeker als gelet wordt op de verhouding tussen het aantal permanente en temporaire monsterpunten. *Chaoborus*-larven overwinteren in het vierde larvale stadium en alleen in waterlichamen die dan ook water bevatten (Sæther 1997). De in 2003 temporaire wateren, waarin larven en poppen van *Chaoborus* zijn aangetroffen, zullen in de winter van 2002-2003 naar alle waarschijnlijkheid water bevat hebben. *Mochlonyx*-soorten zijn in het najaar niet aangetroffen op de monsterpunten die toen water bevatten. *Mochlonyx*-soorten kunnen in temporaire wateren overwinteren als droogte-resistent ei (Sæther 1997), hoewel *M. fuliginosus* ook als larve kan overwinteren (Moller Pillot 2003). Beide *Mochlonyx*-soorten komen in het Wierdense Veld in even hoge aantallen voor, terwijl van de *Chaoborus*-soorten *C. crystallinus* dominant is.

### Dansmuggen (*Chironomidae*)

In totaal werden 20 soorten dansmuggen gedetermineerd (Tabel 6.7). Niet alle larven werden tot op soort gedetermineerd, waardoor het totaal aantal gevangen soorten in werkelijkheid waarschijnlijk hoger ligt. Het in Nederland zeldzame taxon *Paratendipes* gr. *nudisquama* is ook in het Korenburgerveen aangetroffen (gegevens Wilco Verberk), maar niet in andere Nederlandse hoogveenrestanten. In het Estlandse hoogveen Nigula is deze soort gevonden in een overgangsvveen. De in Nederland vrij zeldzame soort *Telmatopelopia nemorum* is in het Wierdense Veld alleen in temporaire wateren gevonden. In Estlandse hoogvenen is deze soort alleen in lagg zones aangetroffen, maar in Nederlandse hoogveenrestanten komt deze soort in diverse wateren voor, zowel in relict-situaties als vernalte restanten.

**Tabel 6.7:** Per dansmugsoort het aantal larven (ind.) en het aantal monsterpunten waarop deze in het Wierdense Veld in de temporaire en permanente wateren in voor- en najaar zijn aangetroffen. Onder NL is het voorkomen in Nederland volgens Nijboer & Verdonchot (2001) aangegeven: a=algemeen, va=vrij algemeen, vz=vrij zeldzaam, z=zeldzaam.

Soortnaam	NL	Aantal ind. totaal	Temporair	Permanent
<b>Aantal monsterpunten</b>		<b>36</b>	<b>22</b>	<b>14</b>
<i>Ablabesmyia longistyla</i>	a	14	0	1
<i>Ablabesmyia phatta</i>	a	1222	9	11
<i>Anatopynia plumipes</i>	va	1	0	1
<i>Chironomus</i> sp.	za	880	14	12
<i>Corynoneura scutellata</i> agg.	a	56	7	5
<i>Dicrotendipes</i> gr. <i>nervosus</i>	za	1	0	1
<i>Endochironomus</i> gr. <i>dispar</i>	za	162	1	5
<i>Endochironomus tendens</i>	za	147	2	6
<i>Glyptotendipes paripes</i>	a	44	1	6
<i>Limnophyes</i> sp.	za	14	5	3
<i>Monopelopia tenuicalcar</i>	a	1614	12	9
<i>Natarsia</i> sp.	va	4	0	1
<i>Paralimnophyes hydrophilus</i>	va	39	11	3
<i>Paratendipes</i> gr. <i>nudisquama</i>	z	134	0	3
<i>Polypedilum</i> cf. <i>uncinatum</i>	a	162	13	4
<i>Procladius</i> sl.	za	2501	14	13
<i>Psectrocladius</i> gr. <i>sordidellus</i> / <i>limbatellus</i>	a	60	2	9
<i>Psectrocladius platypus</i>	va	817	15	11
<i>Psectrocladius psilopterus</i>	va	908	4	8
<i>Telmatopelopia nemorum</i>	vz	43	12	0
Totaal aantal larven		8822	2330	6492
Totaal aantal soorten		20	15	19

*Procladius* sl. is in het Wierdense Veld verreweg het meest talrijk. *Ablabesmyia phatta*, *Chironomus* spec., *Monopelopia tenuicalcar*, *Psectrocladius platypus* en *Psectrocladius psilopterus* zijn eveneens talrijk en komen verspreid over het terrein voor. Ook in de andere hoogveenrestanten in Nederland behoren deze soorten tot de meest voorkomende dansmugsoorten. De *Psectrocladius*-soorten zijn in het vrijwel intacte Estlandse hoogveen Nigula de meest voorkomende soorten. *Procladius* sl. is in Estlandse hoogvenen veel minder talrijk dan in Nederland en komt vooral voor in de meer minerotrofe wateren binnen het hoogveensysteem. *Paralimnophyes hydrophilus*, *Polypedilum* cf. *uncinatum* en *Telmatopelopia nemorum* zijn de enige soorten die uitsluitend of hoofdzakelijk in temporaire wateren zijn aangetroffen. Dit voorkomen in vooral temporaire wateren komt overeen met literatuur (Moller Pillot & Buskens 1990, Moller Pillot 2003). *Paralimnophyes hydrophilus* kwam in grote aantallen uit de vernatte plag van locatie 4, een heide die in het voorjaar geïnundeerd is en 's zomers droogvalt. De larven van deze soort leven semi-terrestrisch in moerassen en in de oeverzone van vaak temporaire, venige, zure wateren (Moller Pillot & Buskens 1990). De andere dansmugsoorten komen in het Wierdense Veld zowel in permanente als temporaire wateren voor, hoewel onder andere *Ablabesmyia phatta*, *Psectrocladius psilopterus* en *Procladius* s.l. veel talrijker zijn in de permanente wateren.

## Hoofdstuk 6

**Tabel 6.8:** Per water- en oppervlaktewantsensoort het aantal nymfen en adulten (ind.) en het aantal monsterpunten waarop deze in het Wierdense Veld zijn aangetroffen in de temporaire en permanente wateren in voor- en najaar. Onder NL is het voorkomen in Nederland volgens Nijboer & Verdonschot (2001) aangegeven: za=zeer algemeen, a=algemeen, va=vrij algemeen, vz=vrij zeldzaam, z=zeldzaam.

Soortnaam	NL	Aantal ind. totaal	Temporair	Permanent
<b>Aantal monsterpunten</b>		<b>36</b>	<b>22</b>	<b>14</b>
<b>Schaatsenrijders (Gerridae)</b>				
<i>Gerris argentatus</i> adulten	va	1	1	0
<i>Gerris lacustris</i> adulten	za	6	2	2
<i>Gerris lateralis</i> adulten	zz	2	1	0
<i>Gerris odontogaster</i> adulten	a	22	8	2
<i>Limnopus rufoscutellatus</i> adulten	zz	1	1	0
Gerridae nymphen		5	0	4
<b>Overige oppervlaktewantsen</b>				
<i>Hebrus ruficeps</i> adulten	va	55	7	6
<i>Microvelia reticulata</i> adulten	a	223	12	11
<i>Microvelia reticulata</i> nymphen	a	13	0	2
<i>Microvelia buenoi</i> adulten	vz	2	1	1
<i>Hydrometra gracilentata</i> adulten	z	12	0	6
<b>Bootsmannetjes (Notonectidae)</b>				
<i>Notonecta glauca</i> adulten	za	17	1	7
<i>Notonecta obliqua</i> adulten	va	33	1	8
<i>Notonecta</i> nymphen		171	5	10
<b>Dwerggruggenzwemmer (Pleidae)</b>				
<i>Plea minutissima</i> adulten	za	6	0	4
<b>Waterschorpioenen (Nepidae)</b>				
<i>Nepa cinerea</i>	za	3	0	2
<b>Zwemwantsen (Naucoridae)</b>				
<i>Ilyocoris cimicoides</i>	za	39	5	11
<b>Duikerwantsen (Corixidae)</b>				
<i>Cymatia bondsdorffii</i> adulten	vz	15	0	5
<i>Cymatia coleoptrata</i> adulten	za	604	2	11
<i>Cymatia coleoptrata</i> nymphen	za	3	1	2
<i>Callicorixa praeusta</i> adulten	a	15	1	4
<i>Hesperocorixa castanae</i> adulten	vz	42	1	10
<i>Hesperocorixa linnaei</i> adulten	za	2	0	2
<i>Hesperocorixa sahlbergi</i> adulten	a	168	8	10
<i>Hesperocorixa sahlbergi</i> nymphen	a	105	2	5
<i>Sigara distincta</i> adulten	a	2	0	1
<i>Sigara lateralis</i> adulten	za	2	0	2
<i>Sigara nigrolineata</i> adulten	va	3	0	1
<i>Sigara scotti</i> adulten	vz	4	0	2
<i>Sigara semistriata</i> adulten	a	150	5	11
<i>Sigara semistriata</i> nymphen	a	7	2	2
<i>Sigara striata</i> adulten	za	14	1	4
<i>Corixa punctata</i> adulten	za	55	1	10
<i>Corixa punctata</i> nymphen	za	48	0	5
Overige Corixinae nymphen		367	9	9
Totaal aantal individuen		2217	319	1898
Totaal aantal soorten		28	18	24

*Water- en oppervlaktewantsen (Hemiptera)*

In het Wierdense Veld zijn 28 soorten water- en oppervlaktewantsen vastgesteld (Tabel 6.8), waarvan 3 soorten min of meer karakteristiek zijn voor hoogvenen. Dit zijn *Hebrus ruficeps*, *Cymatia bonsdorffii* en *Hesperocorixa castanae*. *Hebrus ruficeps* komt frequent voor. Uit de bemonstering van de plaggen, die in de kassen zijn geplaatst, blijkt dat dit kleine oppervlaktewantsje in staat is droogval te doorstaan. Gezien de leefwijze op het water is dat op zichzelf niet verwonderlijk. De oppervlaktewants *Hydrometra gracilenta* is in het Wierdense Veld echter alleen in de permanente wateren gevonden. *Cymatia bonsdorffii* en *Hesperocorixa castanae* zijn verspreid over het terrein aangetroffen. De najaarsbemonstering leverde met name voor *Hesperocorixa castanae* veel meer gegevens op over zijn verspreiding over het terrein dan met de voorjaarsbemonstering waren verkregen.

De waterwantsen zijn verreweg het meest talrijk in de permanente wateren. Dat geldt met name ook voor de nymphen (en vleugelloze adulten), die geen vleugels hebben en zich daardoor niet kunnen verplaatsen wanneer een waterlichaam droogvalt. De permanente wateren zijn dus onmisbare elementen in de levenscyclus van waterwantsen. Mobiele adulten kunnen zich naar droogvallende wateren verplaatsen in verband met bijvoorbeeld de beschikbaarheid van geschikte voedselbronnen. Een deel van de in de zomer van 2003 drooggevalen waterlichamen houdt in minder droge zomers wel water en in die jaren kunnen nymphen hun ontwikkeling hier gewoon voltooien.

De vondst van de in Nederland zeer zeldzame schaatsenrijder *Limnopus rufoscutellatus* zegt op zich niets over de toestand in het Wierdense Veld. Het is waarschijnlijk een soort die vanuit Oost-Europa in warme zomers ook Nederland bereikt.



**Figuur 6.7:** Waterwantsen komen in hogere aantallen voor in permanente wateren, zoals deze veenput nabij de schaapskooi (monsterpunt 9).

## Hoofdstuk 6

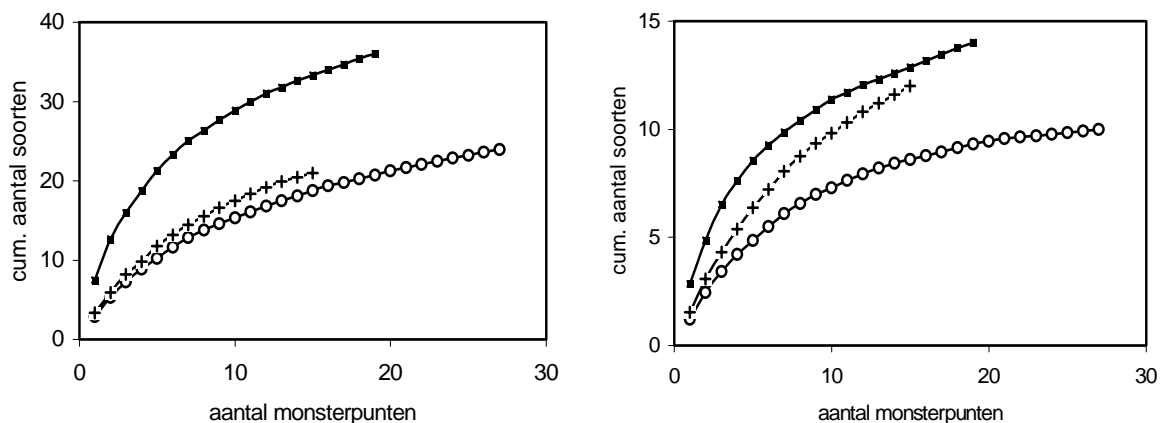
### Waterkevers (Coleoptera)

In the Wierdense Veld zijn totaal 71 soorten waterkevers aangetroffen (Tabel 6.9). Dertien van de 25 karakteristieke keversoorten die in het Wierdense Veld zijn aangetroffen, zijn in het onderzoek in andere hoogveenrestanten niet gevonden in de wateren, die door herstelmaatregelen zijn beïnvloed (Tomassen *et al.* 2002; Van Duinen *et al.* 2003a). Van deze 13 soorten zijn 6 soorten hoofdzakelijk of uitsluitend in de temporaire wateren aangetroffen, terwijl van deze 13 soorten alleen *Graphoderus zonatus* vooral in de permanente wateren is gevonden.

Met de 15 standaardmonsters die in het voorjaar van 2003 in het Wierdense Veld zijn genomen, zijn totaal 21 waterkeversoorten verzameld (

Tabel 6.10). Op basis van deze standaardmonsters is een vergelijking gemaakt tussen het Wierdense Veld en de herstel- en relict-wateren in andere Nederlandse hoogveenrestanten, die met dezelfde methode zijn bemonsterd. Het aantal soorten en het aantal individuen dat per monsterpunt in de standaardmonsters is gevonden, zijn in de relict-wateren significant hoger dan in de herstel-wateren en in het Wierdense Veld ( $p < 0.05$ ). Het aantal karakteristieke soorten en het aantal individuen van karakteristieke soorten per monsterpunt zijn eveneens het hoogst in de relict-wateren, maar dit verschil is alleen significant voor de herstel-wateren (T-test:  $p < 0.05$ ). Deze aantallen verschillen niet significant tussen het Wierdense Veld en de herstel-wateren.

De cumulatieve soortenrijkdom in het Wierdense Veld is laag in vergelijking met de relict-wateren in andere Nederlandse hoogveenrestanten, die ook nog niet zijn beïnvloed door herstelmaatregelen. De cumulatieve soortenrijkdom komt vrijwel overeen met de herstel-wateren. (Figuur 6.8). Echter, voor karakteristieke soorten begint de curve wel bij een gemiddeld aantal soorten per monsterpunt dat vergelijkbaar is met de herstel-wateren, maar bereikt bij 15 monsterpunten een cumulatieve soortenrijkdom die vergelijkbaar is met de relict-wateren. Het cumulatieve aantal karakteristieke keversoorten is dus vergelijkbaar met de relict-wateren, terwijl de aantallen soorten en individuen per locatie relatief laag zijn (T-test:  $p = 0,12$  resp.  $p = 0,06$ ).



**Figuur 6.8:** Curves van cumulatieve soortenrijkdom van alle waterkeversoorten (links) en karakteristieke waterkeversoorten (rechts) in voorjaar-standaardmonsters. + voor de monsterpunten in het Wierdense Veld en dichte vierkanten en open cirkels voor respectievelijk relict-wateren en herstel-wateren in andere Nederlandse hoogveenrestanten.



**Tabel 6.9:** Per waterkeversoort het aantal adulten en larven (lrv) en het aantal monsterpunten waarop deze in het Wierdense Veld zijn aangetroffen in temporaire en permanente wateren (inclusief kevervallen). Onder K is aangegeven of soorten karakteristiek (k) zijn voor hoogveenwateren: af=acidofiel, ab=acidobiont, tf=tyrfofiel, tb=tyrfobiont. Onder NL is het voorkomen in Nederland volgens Nijboer & Verdonschot (2001) aangegeven: za=zeer algemeen, a=algemeen, va=vrij algemeen, vz=vrij zeldzaam, z=zeldzaam. Het vervolg van de tabel staat op de volgende pagina.

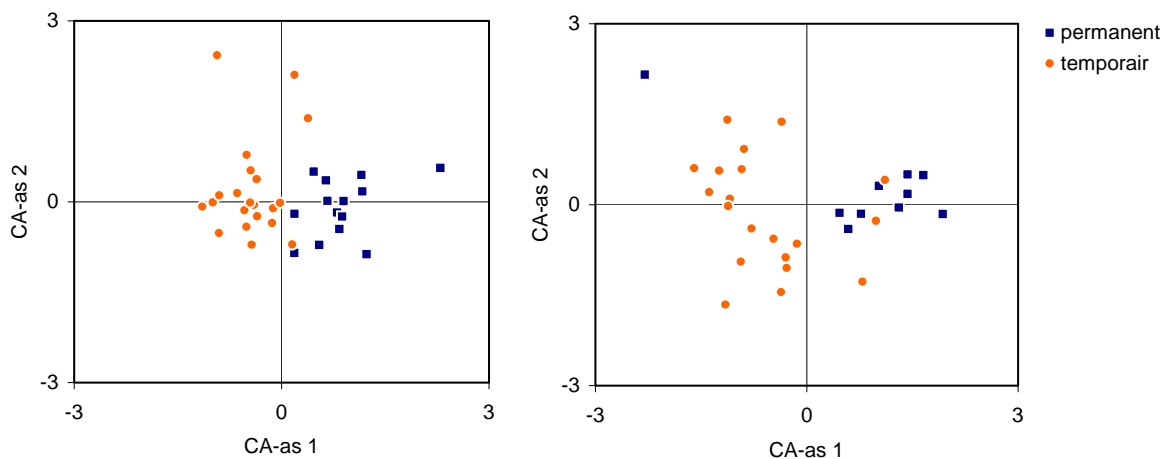
Soortnaam	K	NL	Aantal ind. totaal	Temporair	Permanent
<b>Aantal monsterpunten</b>			<b>36</b>	<b>22</b>	<b>16</b>
<i>Acilius canaliculatus</i>	tf	vz	143	8	10
<i>Acilius canaliculatus lrv</i>	tf	vz	49	4	8
<i>Acilius sulcatus</i>		va	22	1	8
<i>Acilius sulcatus lrv</i>		va	22	1	6
<i>Agabus bipustulatus</i>		za	26	5	3
<i>Agabus bipustulatus lrv</i>		za	55	15	1
<i>Agabus congener</i>	tf	z	5	5	0
<i>Agabus congener lrv</i>	tf	z	20	9	0
<i>Agabus labiatus</i>	ab	vz	21	10	3
<i>Agabus labiatus lrv</i>	ab	vz	77	9	1
<i>Agabus melanocornis</i>	ab	va	8	4	0
<i>Agabus neglectus</i>		z	1	1	0
<i>Agabus striolatus</i>	af	z	1	0	1
<i>Agabus sturmii</i>		za	17	2	2
<i>Agabus sturmii lrv</i>		za	101	7	2
<i>Agabus unguicularis</i>	af	z	1	1	0
<i>Anacaena globulus</i>		za	10	2	0
<i>Anacaena lutescens</i>		za	22	6	2
<i>Berosus luridus</i>	tf	vz	5	3	2
<i>Berosus signaticollis</i>	k	vz	13	6	2
<i>Berosus spec. lrv</i>	k	vz	1	1	0
<i>Bidessus spec.</i>	tf	vz	48	7	8
<i>Coelambus impressopunctatus</i>		za	6	3	0
<i>Colymbetes fuscus</i>		za	12	4	1
<i>Colymbetes fuscus lrv</i>			2	2	0
<i>Copelatus haemorrhoidalis</i>		va	2	1	1
<i>Cybister lateralimarginalis</i>		vz	26	0	4
<i>Cyphon spec. lrv</i>			82	10	3
<i>Dytiscus circumcinctus lrv</i>		z	1	1	0
<i>Dytiscus lapponicus</i>	tb	z	4	0	4
<i>Dytiscus marginalis</i>		za	36	3	7
<i>Dytiscus marginalis lrv</i>		za	4	3	1
<i>Dytiscus spec. lrv</i>			6	3	3
<i>Enochrus affinis</i>	tf	va	62	13	9
<i>Enochrus coarctatus</i>		va	14	1	4
<i>Enochrus fuscipennis</i>	k	vz	14	4	5
<i>Enochrus ochropterus</i>		vz	17	6	4
<i>Enochrus spec. lrv</i>			5	0	2
<i>Enochrus testaceus</i>		za	13	2	2
<i>Graphoderus cinereus</i>		va	50	1	12
<i>Graphoderus cinereus lrv</i>		va	2	0	2
<i>Graphoderus zonatus</i>	k	vz	40	2	9
<i>Graphoderus zonatus lrv</i>	k	vz	34	2	6
<i>Halipus spec.</i>			9	1	2
<i>Helochares punctatus</i>		va	100	9	9
<i>Helochares spec. lrv</i>			9	1	1

## Hoofdstuk 6

Vervolg Tabel 6.9.

Soortnaam	K	NL	Aantal ind. totaal	Temporair	Permanent
Aantal monsterpunten			38	22	16
<i>Helophorus aequalis</i>		a	31	9	1
<i>Helophorus aquaticus</i>		a	3	3	0
<i>Helophorus brevipalpis</i>		za	11	5	2
<i>Helophorus flavipes</i>	tf	z	5	1	0
<i>Helophorus grandis</i>		va	2	2	0
<i>Helophorus minutus/paraminutus</i>		za	2	1	0
<i>Helophorus obscurus</i>		a	11	5	0
<i>Hydaticus seminiger</i>		va	12	2	4
<i>Hydaticus seminiger lrv</i>		va	2	0	2
<i>Hydrobius fuscipes</i>		za	15	8	2
<i>Hydrochus carinatus</i>		vz	4	0	2
<i>Hydroglyphus pusillus</i>		a	5	4	1
<i>Hydroporus angustatus</i>		a	1	1	0
<i>Hydroporus erythrocephalus</i>		za	453	19	12
<i>Hydroporus gyllenhalii</i>	ab	vz	186	20	4
<i>Hydroporus incognitus</i>		va	3	1	1
<i>Hydroporus melanarius</i>	ab	vz	8	3	1
<i>Hydroporus neglectus</i>	ab	vz	4	3	0
<i>Hydroporus obscurus</i>	ab	vz	32	7	3
<i>Hydroporus planus</i>		za	14	7	3
<i>Hydroporus pubescens</i>	ab	va	237	13	4
<i>Hydroporus scalesianus</i>	af	vz	14	1	8
<i>Hydroporus tristis</i>	ab	va	180	14	8
<i>Hydroporus umbrosus</i>	tf	va	607	19	12
<i>Hydroporus spec. lrv</i>			184	18	8
<i>Hygrotus decoratus</i>	af	va	226	14	12
<i>Hygrotus inaequalis</i>		za	202	5	11
<i>Hygrotus spec. lrv</i>			2	0	2
<i>Hyphydrus ovatus</i>		za	4	0	3
<i>Ilybius aenescens lrv</i>	tb	vz	21	2	0
<i>Ilybius ater</i>		a	3	1	1
<i>Ilybius quadriguttatus</i>		va	2	0	2
<i>Ilybius subaeneus</i>		va	1	1	0
<i>Ilybus fuliginosus</i>		a	2	1	0
<i>Laccophilus hyalines</i>		za	1	0	1
<i>Laccophilus minutus</i>		za	17	1	4
<i>Microcara testacea lrv</i>			25	4	1
<i>Noterus crassicornis</i>		a	85	0	13
<i>Rhantus exsoletus</i>		za	1	1	0
<i>Rhantus suturalis</i>		za	15	5	3
<i>Rhantus suturellus</i>	tb	vz	15	7	0
<i>Rhantus cf. suturellus lrv</i>			6	2	2
<i>Rhantus spec. lrv</i>			46	8	3
Scirtidae			3	2	1
Totaal aantal individuen			3921	2405	1516
Totaal aantal soorten			71	63	54

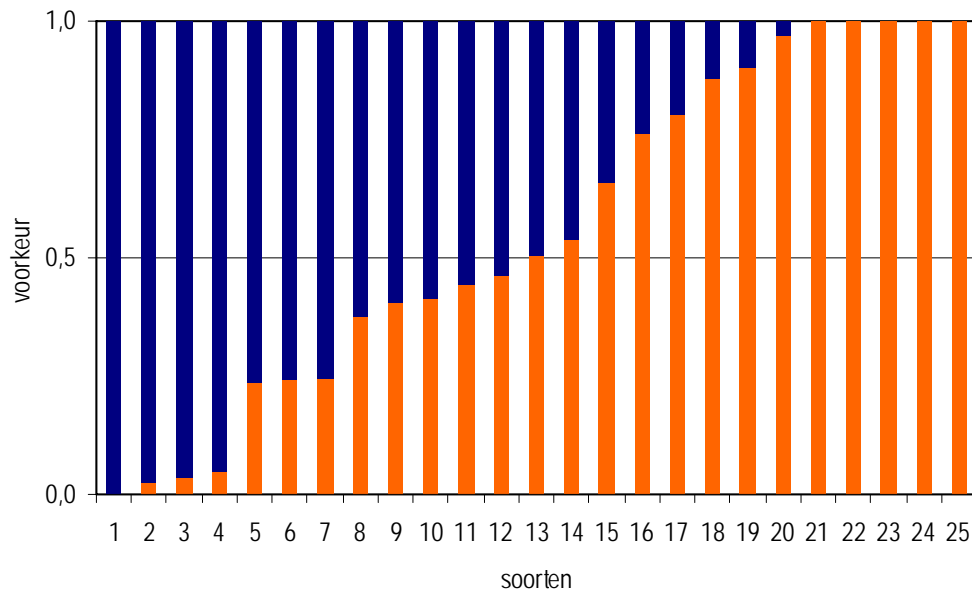
Wat deze vergelijkingen betreft, moet opgemerkt worden dat met behulp van de standaardmonsters slechts een deel van de aanwezige keversoorten wordt verzameld. In het Wierdense Veld leverden alle bemonsteringsmethoden samen -en met name de bemonstering van de verschillende microhabitats met behulp van keukenzeven- ongeveer vier maal zoveel soorten per monsterpunt op dan de standaardmonsters. Toch laat de vergelijking van de soortenrijkdom en abundantie tussen relict-wateren, herstel-wateren en het Wierdense Veld zeer waarschijnlijk wel de werkelijke situatie zien, doordat de gegevens in alle situaties met dezelfde methode en inspanning zijn verkregen. De aanwezigheid van veel (karakteristieke) keversoorten en tegelijkertijd het voorkomen in een lage dichtheid en met een klein aantal soorten per locatie kan erop wijzen dat de populatieomvang van deze soorten klein is in vergelijking met de relict-wateren in andere terreinen. Voor het herstelbeheer betekent dit, dat populaties kwetsbaar kunnen zijn. Anderzijds kunnen herstelmaatregelen op termijn bijdragen aan een verbetering van de leefomgeving van tenminste een deel van de karakteristieke soorten en daarmee leiden tot toename van de populatieomvang.



**Figuur 6.9:** Correspondentie Analyse (CA) plot van de monsterpunten in het Wierdense Veld op basis van aanwezigheid van adulte waterkevers (links) en waterkeverlarven (rechts).

De soortensamenstelling van de waterkevers verschilt duidelijk tussen permanente en temporeire wateren (Figuur 6.9). Dit verschil bleek ook al duidelijk uit de CA op basis van de gegevens van alle gedetermineerde faunagroepen (Figuur 6.4). Dat beide CA-plots sterk overeenkomen, komt mede doordat het patroon in de eerste CA voor een belangrijk deel gestuurd wordt door de soortenrijke groep van de waterkevers. Uit de korte bespreking van de andere faunagroepen en de bijbehorende tabellen blijkt wel dat ook veel andere soorten verschillen in voorkomen tussen temporeire en droogvallende wateren.

## Hoofdstuk 6



**Figuur 6.10:** Voorkeur van de karakteristieke waterkeversoorten (adulten, tenzij anders vermeld) die in meer dan twee locaties in het Wierdense Veld zijn aangetroffen voor temporaire (oranje balken) of permanente wateren (blauwe balken). Het aantal monsterpunten waarin de soorten zijn aangetroffen, is vermeld tussen haakjes. 1. *Dytiscus lapponicus* (4); 2. *Graphoderus zonatus*-larven (8); 3. *Hydroporus scalesianus* (9); 4. *Graphoderus zonatus* (11); 5. *Acilius canaliculatus*-larven (12); 6. *Enochrus affinis* (22); 7. *Enochrus fuscipennis* (9); 8. *Bidessus spec.* (15); 9. *Berosus luridus* (5); 10. *Hygrotus decoratus* (26); 11. *Hydroporus umbrosus* (31); 12. *Acilius canaliculatus* (17); 13. *Berosus signaticollis* (8); 14. *Hydroporus obscurus* (10); 15. *Hydroporus tristis* (22); 16. *Hydroporus melanarius* (4); 17. *Agabus labiatus* (13); 18. *Hydroporus gyllenhalii* (24); 19. *Hydroporus pubescens* (17); 20. *Agabus labiatis*-larven (10); 21. *Agabus congener* (5); 22. *Agabus congener*-larven (9); 23. *Agabus melanocornis* (4); 24. *Hydroporus neglectus* (3); 25. *Rhantus suturellus* (7).



**Figuur 6.11:** Veel karakteristieke waterkeversoorten komen hoofdzakelijk of uitsluitend voor in droogvallende wateren, zoals deze veenput (monsterpunt 3). Links in april 2003, rechts in augustus 2003.

Figuur 6.10 laat zien dat een aantal karakteristieke soorten vooral zijn gevonden in permanente wateren. De andere karakteristieke soorten zijn ongeveer even vaak in permanente wateren als in tijdelijke wateren gevonden of vertonen een duidelijke voorkeur voor tijdelijke wateren. Doordat veel adulte waterkevers mobiel zijn, kunnen zij zich bevinden in andere wateren dan de wateren die zij nodig hebben voor bijvoorbeeld de ontwikkeling van larven. Van veel keversoorten is bekend dat zij op het land (bijvoorbeeld in de strooisellaag van bossen) overwinteren. Ook voor adulte waterwantsen geldt dat zij zich kunnen bevinden in andere wateren dan die waarin zij hun ontwikkeling van ei tot adult hebben doorgemaakt. Toch zien we bij vrijwel alle keversoorten dat de adulten en larven in min of meer dezelfde verhouding voorkomen in tijdelijke en permanente wateren (Tabel 6.9). De kennis over de behoeften van (karakteristieke) soorten in de verschillende levensstadia is helaas nog te beperkt om op basis daarvan gedetailleerde aanbevelingen voor het herstelbeheer te geven. Wel is duidelijk dat de huidige variatie in droogvalregime, vegetatiesamenstelling en bodem binnen het Wierdense Veld belangrijke factoren zijn in de soortensamenstelling van de watermacrofauna. Deze variatie dient dus gedurende en na de uitvoering van het herstelbeheer aanwezig te blijven.

**Tabel 6.10:** Totaal en gemiddeld ( $\pm$ sd.) aantal waterkeversoorten, karakteristieke soorten, individuen en individuen van karakteristieke soorten in het voorjaar gevonden in het Wierdense Veld en in relict-wateren en vernatte situaties door middel van standaardmonsters. \* duidt op significant lagere aantallen dan in relict-wateren ( $p < 0.05$ ).

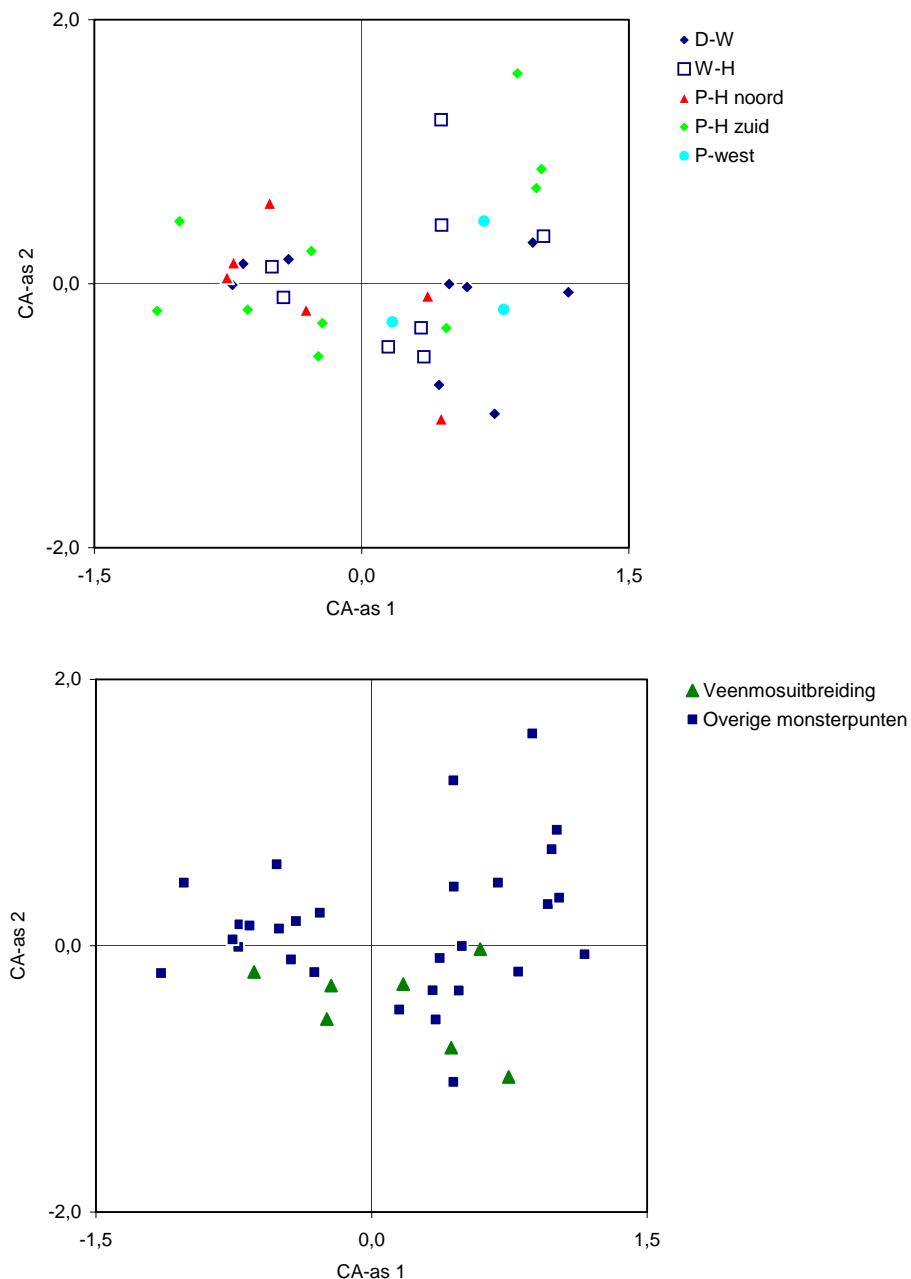
<b>Aantal monsterpunten</b>	<b>Relict 19</b>	<b>Vernatting 27</b>	<b>Wierdense Veld 15</b>
<i>Aantal individuen</i>			
Alle soorten	973	205	177
Karakteristieke soorten	585	76	118
<i>Aantal soorten</i>			
Alle soorten	36	24	21
Karakteristieke soorten	14	10	12
Karakteristieke soorten niet in vernatte situaties	6	-	6
<i>Aantal soorten/monsterpunt</i>			
Alle soorten	7.3 $\pm$ 4.4	3.0 $\pm$ 2.4*	3.3 $\pm$ 2.8*
Karakteristieke soorten	2.8 $\pm$ 2.3	1.3 $\pm$ 1.4*	1.7 $\pm$ 1.9
<i>Aantal individuen /monsterpunt</i>			
Alle soorten	50 $\pm$ 62	6.3 $\pm$ 9.1*	12 $\pm$ 14*
Karakteristieke soorten	20 $\pm$ 24	2.2 $\pm$ 3.1*	7.9 $\pm$ 13

#### *Effecten van vernatting en uitbreiding van veenmos*

Binnen het Wierdense Veld zijn in de afgelopen decennia diverse vernattingsmaatregelen genomen. Deze hebben geleid tot een uitbreiding van veenmossen (zie Hoofdstuk 5). Op de monsterpunten die beïnvloed zijn door de vernatting als gevolg van de plaatsing van het foliescherm in het zuidelijke deel van de Prinsendijk zijn diverse karakteristieke soorten aangetroffen. Dit betreft ook soorten die tot nu toe alleen in relict-situaties zijn aangetroffen en niet of nauwelijks in andere Nederlandse hoogveenrestanten waar grootschalige vernattingsmaatregelen zijn uitgevoerd. Dat geldt ook voor de monsterpunten in het terrein waar vernatting heeft geleid tot een uitbreiding van veenmossen (Tabel 6.11). Geconcludeerd kan worden dat vernatting zeker niet per definitie negatief uitpakt voor bepaalde soorten. Voorwaarde is hierbij wel dat het kleinschalige ingrepen betreft, die gefaseerd in tijd en ruimte

## Hoofdstuk 6

worden uitgevoerd, zoals dat in het Wierdense Veld in het verleden ook is gebeurd. Uit de onderste CA-plot in Figuur 6.12 kan afgeleid worden dat situaties waar veenmos is gaan domineren na de uitvoering van vernattingsmaatregelen slechts de helft van de variatie in soortensamenstelling omvat. Soorten die open water nodig hebben of een modderbodem zullen niet profiteren van een toename van (dichte) veenmosvegetaties. Behoud van deze variatie is dus een voorwaarde voor het behoud en herstel van de faunadiversiteit in het terrein.



**Figuur 6.12:** Correspondentie-analyse (CA) plots van de 36 monsterpunten in het Wierdense Veld op basis van aanwezigheid van soorten van verschillende diergroepen. In de onderste figuur is onderscheid gemaakt tussen wateren waar veenmos is uitgebreid en domineert na vernattingsmaatregelen en de overige monsterpunten. In de bovenste figuur zijn de verschillende onderdelen van het Wierdense Veld onderscheiden: D-W = tussen Dwarsdijk en Westerveenweg, W-H = tussen Westerveenweg en Hortmeerweg, P-H = tussen Prinsendijk en Hortmeerweg, P-west = ten westen van de Prinsendijk.

**Tabel 6.11:** Aantallen (karakteristieke) soorten dat is aangetroffen op de monsterpunten waar veenmos na vernatting is toegenomen (W11, W15, W18, W20, W26, W27, W28) en de overige monsterpunten in het Wierdense Veld.

	Soorten	Karakteristieke soorten
Uitbreiding veenmos na vernatting ( $n=7$ )	105	30
Overige wateren ( $n=29$ )	158	39

#### *Ruimtelijke verspreiding van watertypen en soorten*

In de voorgaande paragrafen is geconcludeerd dat het voor het behoud van de huidige soortendiversiteit en karakteristieke soorten in het Wierdense Veld van belang is dat de variatie in watertypen behouden blijft. Bij een gefaseerde uitvoering van herstelmaatregelen in het Wierdense Veld ligt het voor de hand de wegen die het terrein doorsnijden als grenzen te gebruiken. Uit de bovenste CA-plot in Figuur 6.12 blijkt dat elk van de verschillende 'compartimenten' in het terrein veel van de variatie in watertypen herbergt. Uit de analyse van de verspreiding van afzonderlijke soorten (voor waterkevers en waterwantsen onderscheiden naar de levensfasen larve/nymfhe en adult) over de verschillende 'compartimenten' blijkt dat alle soorten waarvoor voldoende gegevens beschikbaar zijn in meerdere 'compartimenten' voorkomen. Alleen voor de vrij zeldzame en tyrfobionte waterkever *Rhantus suturellus* liggen alle vindplaatsen van de adulten (7 monsterpunten) in de oostelijke helft van het Wierdense Veld. Deze soort zal overigens wel mobiel zijn, aangezien overwintering (onder andere) plaatsvindt in bosbodems (Galewski 1964). Verder zijn wel larven van mogelijk deze soort (gedetermineerd als *Rhantus cf. suturellus*) in de westelijke helft van het terrein aangetroffen.

#### **6.4 Conclusies en aanbevelingen**

In het Wierdense Veld komt een vrij groot aantal karakteristieke hoogveensoorten voor. De soortensamenstelling van de watermacrofauna in het Wierdense Veld komt in grote lijnen overeen met de soortensamenstelling van wateren in andere Nederlandse hoogveenrestanten die niet door grootschalige vernatting zijn beïnvloed. Binnen het Wierdense Veld vormt het droogvalregime van wateren een dominante factor in de soortensamenstelling. Zowel tijdelijke als permanente wateren zijn belangrijk voor soorten, inclusief karakteristieke soorten. De aanwezigheid van zowel tijdelijke als permanente wateren biedt mogelijkheden voor de overleving van een relatief groot aantal soorten in een terrein. In het terrein komen soorten voor die vrijwel alleen in permanente wateren of alleen tijdelijke wateren voorkomen. Verder biedt de aanwezigheid van zowel permanente als tijdelijke wateren in het terrein een geschikte leefomgeving voor soorten die in verschillende stadia van hun levenscyclus beide watertypen gebruiken. De aanwezigheid van permanente wateren in perioden van droogte biedt soorten die dat nodig hebben de mogelijkheid de droge periode te overleven (Verberk *et al.* 2001 en 2002, Moller Pillot 2003). Naast droogval zijn de samenstelling van de vegetatie en de bodem belangrijke factoren. De kennis over de behoeften van (karakteristieke) soorten in de verschillende levenstadia is helaas nog te beperkt om op basis daarvan gedetailleerde aanbevelingen voor het herstelbeheer te geven. Wel is duidelijk dat de huidige variatie in droogvalregime, vegetatiesamenstelling (open water, dichtheid van veenmos) en kwaliteit van het dode organische materiaal binnen het Wierdense Veld belangrijke factoren zijn in de soortensamenstelling van de watermacrofauna. Deze variatie dient dus gedurende het herstelbeheer aanwezig te blijven.

## Hoofdstuk 6

Diverse zeldzame en karakteristieke soorten, zoals Koraaljuffer en een aantal keversoorten komen in lage dichtheden voor. De populaties van deze soorten kunnen daardoor extra kwetsbaar zijn voor plotselinge veranderingen in onder andere het droogvalregime als gevolg van vernattingsmaatregelen. Aan de andere kant kunnen herstelmaatregelen leiden tot een verbetering van de habitatkwaliteit voor een deel van de (karakteristieke) soorten, wat de uitsterfkans van populaties in het Wierdense Veld vermindert. In elk geval zal bij de uitvoering van herstelmaatregelen voorzichtig te werk gegaan moeten worden. Het feit dat voor bijna alle watermacrofaunasoorten die in 1995 in het Wierdense Veld zijn waargenomen (Van der Zee 1995) is vastgesteld dat zij momenteel nog in het terrein aanwezig zijn, geeft aan dat het verdwijnen van soorten uit het terrein geen vaart loopt, tenzij ingrijpende veranderingen plaatsvinden. Plotselinge vernatting is voor veel watermacrofauna-soorten waarschijnlijk veel ingrijpender dan een geleidelijke achteruitgang van de vegetatie. Het is zeker niet denkbeeldig dat in een deel van andere hoogveenrestanten, als gevolg van een te grootschalige vernatting in het verleden, de soortensamenstelling ingrijpend is veranderd en karakteristieke en zeldzame soorten zijn verdwenen. Grootschalige en schoksgewijze veranderingen moeten dan ook voorkomen worden. De huidige verspreiding van watertypen en soorten over het terrein biedt goede mogelijkheden voor een in tijd en ruimte gefaseerde aanpak van het herstelbeheer.

Op de monsterpunten die beïnvloed zijn door vernattingsmaatregelen in het Wierdense Veld, zoals de plaatsing van het foliescherm in het zuidelijke deel van de Prinsendijk en het afdammen van sloten, zijn diverse karakteristieke soorten aangetroffen. Dit betreft ook soorten die tot nu toe alleen in relict-situaties zijn aangetroffen en niet of nauwelijks in andere Nederlandse hoogveenrestanten waar grootschalige vernattingsmaatregelen zijn uitgevoerd. Vernatting pakt dus zeker niet altijd negatief uit voor bepaalde soorten, mits de veranderingen gefaseerd in tijd en ruimte plaatsvinden. Aanbevolen wordt om met een gerichte monitoring veranderingen in hydrologie, vegetatie en fauna te volgen. De combinatie van stapsgewijze uitvoering van maatregelen én monitoring biedt de mogelijkheid tijdig ongewenste neveneffecten te signaleren. Monitoringsgegevens bieden het handvat voor het nemen van besluiten tot de uitvoering van een volgende fase in de uitvoering van maatregelen of zonodig tot bijstelling van maatregelen.



## 7. Aanbevelingen voor herstelmaatregelen

### 7.1 Bevindingen uit het vooronderzoek

Uit vergelijking van de vegetatiekartering van het Wierdense Veld in 1990 en 2003 blijkt dat de bedekking van veenmossen en Veenpluis aanzienlijk is toegenomen. Dit betreft met name *Sphagnum cuspidatum* (Waterveenmos). De bultvormende veenmossoorten *Sphagnum magellanicum* en *S. papillosum* zijn wel toegenomen, maar vestigen zich vrijwel niet in de matten van *Sphagnum cuspidatum*. (Verder is er een uitbreiding van jong berkenbos, Pijpenstrootje en natte heide en een afname van Borstelgrasheide en korstmosrijke heide.) In een groot deel van het terrein is de fluctuatie van de waterstand zo groot, dat hoogveenvorming er voorlopig stagneert: in de winter zijn de lagere delen van het Wierdense Veld nat, maar met name in de zomer zakt de waterspiegel (ver) onder het maaiveld. Het water zakt het minst ver weg en is het snelst weer op of boven maaiveld in het zuidwesten van het Notterveen (Prinsendijk-zuid) en in delen van het Huurnerveld (noordoost) waar nog een veenpakket aanwezig is. De stijghoogten in de zandondergrond van het Wierdense Veld worden sterk beïnvloed door lage waterstanden in de omgeving.

Uit het vooronderzoek blijkt ook dat de kwaliteit van het oppervlakte- en bodemwater en het substraat in grote delen van het terrein gunstig zijn voor veenmosgroei: C, P en N vormen geen beperking. Verdroging van het veen zorgt echter voor een sterke mobilisatie van nutriënten (voornamelijk ammonium) en de effecten blijven na her-vernatten nog meetbaar. Verdroging resulteert in lagere kooldioxideconcentraties ten opzichte van ammoniumconcentraties en stimuleert hierdoor de groei van ongewenste soorten zoals Pijpenstrootje. De waterstand vormt dus in grote delen van het Wierdense Veld de belangrijkste beperkende factor voor veenmosgroei. Om gunstiger condities te creëren voor veenmosgroei dient dus vooral de waterstand in de zomer hoger te zijn. Om dit te bereiken dient de laagste grondwaterstand onder het Wierdense Veld hoger te zijn. Modelberekeningen laten zien dat vermindering van wateronttrekking in de regio (drinkwater, landbouw) gunstige effecten heeft op de grondwaterstand onder het Wierdense Veld. Daarnaast worden maatregelen in het terrein aanbevolen die ervoor zorgen dat verlies van water door snelle laterale afvoer en wegzijging naar de zandondergrond wordt beperkt.

Ingrepen in het terrein dienen zo te worden uitgevoerd, dat schokeffecten worden voorkomen. Schoksgewijze veranderingen, zoals plotselinge verhoging van het waterpeil of verandering van het droogvalregime, kunnen negatieve gevolgen hebben voor de aanwezige plant- en diersoorten. In het terrein blijken relatief veel karakteristieke en zeldzame watermacrofaunasoorten voor te komen. Voor veel van deze soorten blijken met name de temporaire wateren belangrijk, ofwel de aanwezigheid van zowel permanente als temporaire wateren. Om deze soorten in het terrein te behouden, dient gedurende het hele proces van herstelbeheer voldoende geschikt en bereikbaar biotoop in het terrein aanwezig te blijven. Daarom wordt aanbevolen maatregelen staps-gewijs uit te voeren, gecombineerd met een adequate monitoring van de effecten van de maatregelen (Hoofdstuk 8), zodat gedurende de uitvoering van de herstelmaatregelen 'de vinger aan de pols' gehouden kan worden. Gegevens over de Ausgangssituatie -onmisbaar om veranderingen goed vast te stellen en maatregelen te evalueren- zijn in het vooronderzoek verzameld.

## **7.2 Voorstellen voor maatregelen**

### *Algemeen*

Verhoging van de laagste grondwaterstand onder het Wierdense Veld levert naar verwachting een belangrijke bijdrage aan verbetering van de condities voor veenmosgroei in het Wierdense Veld. Hiervoor zijn vermindering/verplaatsing van de waterwinning en vermindering van de drainage van de omringende landbouwgronden nodig. Daarnaast wordt voorgesteld in het terrein zelf maatregelen te nemen, die de laterale afvoer van water verminderen. Vanwege de grote variatie in de restveendikte en in de doorlatendheid van het restveen in het Wierdense Veld, zijn waterverliezen nogal diffuus en niet gemakkelijk te dichten. Inzijging van humusrijk water leidt tot geleidelijke afname van de doorlatendheid van de bodem en dus tot afname van het diffuse waterverlies. Sloten, slenken en (grotere) veenputten, die tot in de zandondergrond zijn gegraven, die slechts langzaam zullen dichtslibben en voor veel waterverlies zorgen, zouden afgedicht kunnen worden met folie, keileem en/of veen.

Op diverse punten stroomt water zichtbaar uit het terrein, bijvoorbeeld via duikers en door lekkende dammen. Op deze punten kunnen relatief eenvoudige maatregelen het waterverlies verminderen. Het ligt voor de hand deze duidelijke lekken als eerste aan te pakken en het precieze effect van deze maatregelen te monitoren. Zonodig kunnen daarna aanvullende maatregelen genomen worden.

Voorgesteld wordt aan de oostkant en zuidkant van het Huurnerveld een foliescherf aan te leggen, omdat hier laterale afvoer van water een belangrijke verliespost vormt. Alleen het (beter) afdammen van slootjes is waarschijnlijk niet voldoende, omdat het aangrenzende verdroogde restveen nogal waterdoorlatend is. Deze afdichting dient niet aan de uiterste rand van het terrein te worden aangelegd, omdat het veenoppervlak afloopt naar de rand toe. Bij vernatting tot aan de uiterste rand zou een relatief hoge dam aangelegd moeten worden en zou wellicht een grote plas aan de rand van het veen ontstaan. Het ontstaan van grote wateroppervlakten moet voorkomen worden. Grotere en diepere zure wateren zijn zowel voor de veenmosontwikkeling als voor de (karakteristieke) fauna ongunstig. Dit foliescherf zou in Huurnerveld-zuid aangesloten kunnen worden op het fossiele stuifduin dat de oostelijke grens vormt voor de door veenmossen gedomineerde laagte. Om te voorkomen dat 's winters te hoge waterpeilen ontstaan, dienen voldoende voorzieningen te worden getroffen om het peil te regelen. Ten behoeve van de fauna die afhankelijk is van temporaire wateren dienen in het terrein voldoende temporaire wateren aanwezig te blijven, inclusief temporaire wateren zonder (dichte) veenmospakketten.

Uit het vooronderzoek blijkt dat het Notterveen (ten westen van de Hortmeerweg) en het Huurnerveld (oostelijk van de Westerveenweg) de hoogste potenties hebben voor hoogveenontwikkeling. In het middengebied tussen deze twee 'kernen' -tussen de Hortmeerweg en Westerveenweg, ten zuiden van de schaapskooi- zijn de waterstandschommelingen momenteel het grootst. Aan dit middengebied kan een bufferfunctie worden gegeven, waarin wateroverschotten vanuit de beide kernen kunnen worden opgevangen. Gezien de huidige situatie van dit middengebied zal een toename van de waterstandschommelingen waarschijnlijk geen of weinig schade toebrengen aan de huidige vegetatie en fauna. Het aanleggen van deze buffer in het midden van het Wierdense Veld kan door inzijging van het water bijdragen aan de verhoging van het gemiddelde peil in de zandondergrond onder het Wierdense Veld met enkele

centimeters. Daarmee krijgt dit deelgebied een ondersteunende functie voor de hoogveenontwikkeling in de twee kernen.

#### *Concrete voorstellen voor interne maatregelen*

Voor nummering zie de kaart van Figuur 7.1:

- 1) De zuid-noordsloot watert nu aan de noordzijde via een PVC-pijp af op de noordelijke randsloot en er is wellicht ook waterverlies naar de zandondergrond. Ontwatering van het oostelijk gelegen grasland (eigendom Landschap Overijssel) is echter niet nodig. Deze zuid-noordsloot is momenteel al gedeeltelijk gedempt/verondiept. Eventueel kan stopzetten van de ontwatering leiden tot wateroverlast bij de schaapskooi, maar het is in dat geval mogelijk om een eigen ontwatering aan te leggen richting het noorden. **Voorstel:** Volledig dempen van deze sloot. **Alternatief:** PVC-pijp verwijderen en de noordelijke kade eventueel verstevigen in verband met een toename van de (water)druk bij verhoging van het slootpeil. Ook de kopakkerbuizen van de greppels in het grasland verwijderen.
- 2) Bermsloten langs de Hortmeerweg zijn in de zandondergrond gegraven. **Voorstel:** Sloten opschonen en over de gehele lengte dempen met leem/leemhoudend zand. De Hortmeerweg ligt niet lager dan het hoogste gewenste waterpeil aan weerszijden van deze weg en ophogen van deze weg is daarom niet noodzakelijk. Wel kan het in verband met de begaanbaarheid wenselijk zijn de Hortmeerweg enigszins op te hogen.
- 3) Oost-westsloot tussen de Hortmeerweg en Westerveenweg is gedeeltelijk gedempt met plagsel. **Voorstel:** Sloot schonen, geheel dempen met leem, evenals andere, kleinere ontginningsgreppels (diepte ca. 1 m) ten zuiden van deze sloot, die ook tot in de zandondergrond zijn gegraven.
- 4) Bermsloten langs het noordelijke deel van de Westerveenweg zijn nu nodig om deze weg droog te houden en begaanbaar voor landbouwverkeer en recreanten (fietspad). **Voorstel:** Bermsloten opschonen en dempen met leem. Vanwege de verkeersfunctie van de Westerveenweg zal de weg opgehoogd moeten worden met leemhoudend zand.
- 5) Sloten haaks op de Wulpenweg zijn tot in de zandondergrond gegraven en afgedamd. Aan de kopse kanten sijpelt echter water door de dam de bermsloot van de Wulpenweg in. **Voorstel:** Sloten verondiepen met ondoorlatend materiaal en een foliescherm parallel aan de Wulpenweg plaatsten. Ten behoeve van de plaatsing van het foliescherm wordt in het nog aanwezige restveen een sleuf gegraven tot in de zandondergrond of gliede. Het restveen moet geheel uit de sleuf verwijderd worden om lekken onder het foliescherm door te voorkomen. De sleuf wordt aan weerszijden van het foliescherm opgevuld met zand. Om het waterpeil te kunnen regelen en geleidelijk te kunnen verhogen, zullen voldoende voorzieningen aangelegd worden! Dit kan door een aantal balkenstuwen in het foliescherm in te bouwen, waarbij de laagste drempel niet hoger is dan het maaiveld. Logische plaatsen voor deze stuwen zijn ter hoogte van de huidige ontwateringsgreppels of slenken. Plaatsing van een foliescherm parallel aan de Dwarsdijk (zie volgende punt) zorgt naar verwachting voor verminderde afvoer vanuit Huurnerveld-noord naar de Dwarsdijk en leidt daardoor mogelijk voor extra aanvoer van water vanuit Huurnerveld-zuid naar de Wulpenweg, zodat dit foliescherm ook belangrijk is om waterverlies naar de Wulpenweg te voorkomen.
- 6) Beperken van waterverlies richting Hoogelaarsleiding door laterale afstroming over en door het veenpakket en zandondergrond en via greppels zoveel mogelijk te voorkomen.

## Hoofdstuk 7

**Voorstel:** Greppels die tot in de zandondergrond zijn gegraven afdichten/dempen met ondoorlatend materiaal. Kade met foliescherm aanleggen parallel aan de Dwarsdijk, volgens het principe dat onder punt 5 is beschreven. Ook in dit deel van de het foliescherm dienen voldoende balkenstuwen te worden geplaatst om het waterpeil te kunnen regelen. De kade wordt bij voorkeur aangesloten op de aanwezige zandruggen in het terrein (en het foliescherm parallel aan de Wulpenweg) en wordt waterpas aangelegd tot maximaal 50 cm boven maaiveld. De kade dient ongeveer 50 m van de Dwarsdijk af aangelegd te worden, waar het maaiveld in het terrein niet meer afloopt richting de Dwarsdijk (anders ontstaan te diepe waterbakken aan de binnenzijde van de kade).

- 7) Randsloot tussen het Wierdense Veld en het zuidelijke landbouwperceel (gegraven in 1968 en snijdt in de zandondergrond) valt 's zomers droog. **Voorstel:** Sloot opschonen en dempen met leem. Ook de sloot haaks op deze randsloot moet gedempt worden.
- 8) Bermsloten langs de Prinsendijk zijn in de zandondergrond gegraven. **Voorstel:** Sloten opschonen en over de gehele lengte dempen met leem. De maaiveldhoogte van de Prinsendijk ligt rond het hoogste gewenste waterpeil aan weerszijden van de dijk en ophogen is daarom niet noodzakelijk. Wel kan het in verband met de begaanbaarheid en mogelijke toekomstige verhoging van het waterpeil wenselijk zijn de Prinsendijk enigszins op te hogen, met name het noordelijke deel.
- 9) **Voorstel:** Inrichten van een hydrologische bufferzone langs de noordwestrand van circa 200 m breedte. Minimaal zouden de landbouwinhammen aan de westkant van het Wierdense Veld eenzelfde hydrologisch regime moeten krijgen als het reservaat.

### *Voorstellen voor externe maatregelen*

Naast de voorgestelde interne maatregelen wordt geadviseerd buiten de grenzen van het Wierdense Veld maatregelen te nemen die de interne hydrologie van het gebied zullen verbeteren. Hieronder volgt een overzicht van gewenste externe maatregelen:

- 1) Verplaatsing/vermindering van de drinkwaterwinning in Hoge Hexel en Wierden.
- 2) Om ontwatering van het Wierdense Veld te verminderen, zou de sloot langs de noordrand van het terrein gedempt moeten worden en zou de ontwatering van het aangrenzende perceel moeten stoppen. Dit kan echter niet zolang dit perceel een landbouwfunctie heeft. Dit landbouwperceel is wel aangewezen als reservaatgebied en zou in het kader van de reconstructie een natuur(buffer)functie moeten krijgen.
- 3) Functieverandering en stopzetten van de ontwatering van de landbouwpercelen ten zuidoosten van Wierdense Veld.
- 4) Om ontwatering van (de zandondergrond van) het Wierdense Veld aan de oostelijke rand te verminderen, wordt aanbevolen de drainerende werking van de Hoogelaarsleiding te verminderen. Dit kan bereikt worden door verlegging van de Hoogelaarsleiding naar het oosten of door verhoging van het waterpeil in de Hoogelaarsleiding (daartoe is door waterschap reeds een regelbare stuw aangebracht). Verondiepen van de Hoogelaarsleiding met 50 cm past binnen de huidige functie van de leiding.
- 5) Het doorsnijden van het Wierdense Veld door de Westerveenweg (met landbouwverkeersfunctie) is voor de rust in het reservaat een onwenselijke situatie en het is wenselijk om deze weg uiteindelijk van de verkeersfunctie te ontdoen.

### *Intern peilbeheer*

Na uitvoering van de maatregelen moet gaandeweg duidelijk worden wat het gewenste peil is. Bij aanvang moet het overloopeil niet hoger worden ingesteld dan de huidige gemiddeld hoogste waterstand. Om ongewenste plotselinge, onvoorziene verhogingen van de waterstand te voorkomen, is het raadzaam bij de huidige overloopeilen de effecten van het dempen van sloten en het plaatsen van het foliescherm op de waterstanden en het droogvalregime te monitoren. Op basis van de effecten van deze maatregelen op de waterstanden en het droogvalregime en op de ontwikkeling van de vegetatie en fauna kunnen de overloopeilen geleidelijk verhoogd worden. Voorzieningen om het waterpeil te reguleren zijn hiertoe van essentieel belang. Het deel van het Wierdense Veld gelegen tussen de Westerveenweg en Hortmeerweg kan dienen als bufferzone, waarin wateroverschotten vanuit de oostelijke en westelijke deelgebieden ingelaten kunnen worden.

Het Wierdense Veld kan grofweg in vier peilcompartimenten worden ingedeeld, met de volgende streefpeilen en afwatering:

1. Huurnerveld Noordoost (ten noordoosten van bulldozerslenk en zandopduiking): 9,25 – 9,75 m +NAP (voldoende speelruimte voor de toekomst); watert nu en na uitvoering van maatregelen af naar bermsloot Dwarsdijk en Hoogelaarsleiding.
2. Huurnerveld Zuidwest: 9,25 – 9,75 m +NAP (voldoende speelruimte voor de toekomst); watert nu af naar bermsloten van Wulpenweg en Westerveenweg, maar na uitvoering van maatregelen zou afwatering zoveel mogelijk onder Westerveenweg door naar het middengebied moeten plaatsvinden.
3. Middengebied/bufferzone (tussen Westerveenweg en Hortmeerweg): grotere peilfluctuaties toegestaan, (maximaal 9,75 m +NAP) met overlaat naar Westerveenweg (bijv. ter hoogte van de T-splitsing Westerveenweg-Wulpenweg).
4. Notterveen (ten westen van Hortmeerweg): peil afhankelijk van hoogte Prinsendijk en aanwezige zand/restveenruggen in dit deelgebied; watert na maatregelen af naar middengebied en/of naar de bufferzone aan de noordwest-rand van het Wierdense Veld.

Minimale hoogte van de wegen:

Westerveenweg: 10,25 m +NAP na zetting

Hortmeerweg: 9,80 m +NAP (huidige hoogte)

Prinsendijk: noordelijke deel 9,0 m +NAP of hoger

Voorgestelde peilen en hoogtes zijn gekozen op basis van ons beschikbare hoogtegegevens (Van Ziel & Ganzevles 1997; Hoofdstuk 2). Bij de verdere uitwerking van maatregelen moeten de hier voorgestelde peilen en hoogtes nader worden bekeken.

### *Fasering van de uitvoering van herstelmaatregelen*

Om ongewenste schoksgewijze veranderingen in het terrein te voorkomen, is het van belang dat veranderingen in de waterstanden en het droogvalregime geleidelijk plaatsvinden. Dit kan door fasering in zowel tijd als ruimte van de uitvoering van maatregelen en geleidelijke veranderingen van overloopeilen. Door geleidelijke verhoging van het overloopeil van de (balken)stuwen worden veranderingen in de tijd gefaseerd. Eventueel kunnen dan binnen één tot twee jaar in het gehele terrein sloten worden gedempt, wegen worden opgehoogd en de folieschermen en stuwen worden geplaatst. De gezamenlijke effecten van deze maatregelen -nog zonder verhoging van

## Hoofdstuk 7

overloopeilen- zijn moeilijk voorspelbaar, gezien de grote ruimtelijke variatie van restveendikte en doorlatendheid van het restveen binnen het terrein. Voor een voorzichtiger fasering van de maatregelen kan ervoor worden gekozen eerst maatregelen te nemen in het Huurnerveld (ophogen Westerveenweg en de maatregelen ten oosten daarvan) en in een tweede fase maatregelen te nemen ten westen van de Westerveenweg. Bij deze 2-fasen optie treden in tenminste de helft van het terrein geen veranderingen op als gevolg van maatregelen. Op basis van de ontwikkelingen in de vegetatie en fauna na uitvoering van fase 1 kan weloverwogen het tijdstip van de start van fase 2 gekozen worden en zonodig bijstelling van de maatregelen plaatsvinden.

### **Fase 1:**

- Aanleg kade met foliescherm Huurnerveld (punt 5 & 6)
- Verondiepen sloten haaks op de Wulpenweg (deel punt 5)
- Ophogen Westerveenweg en dempen bermsloten (punt 4)

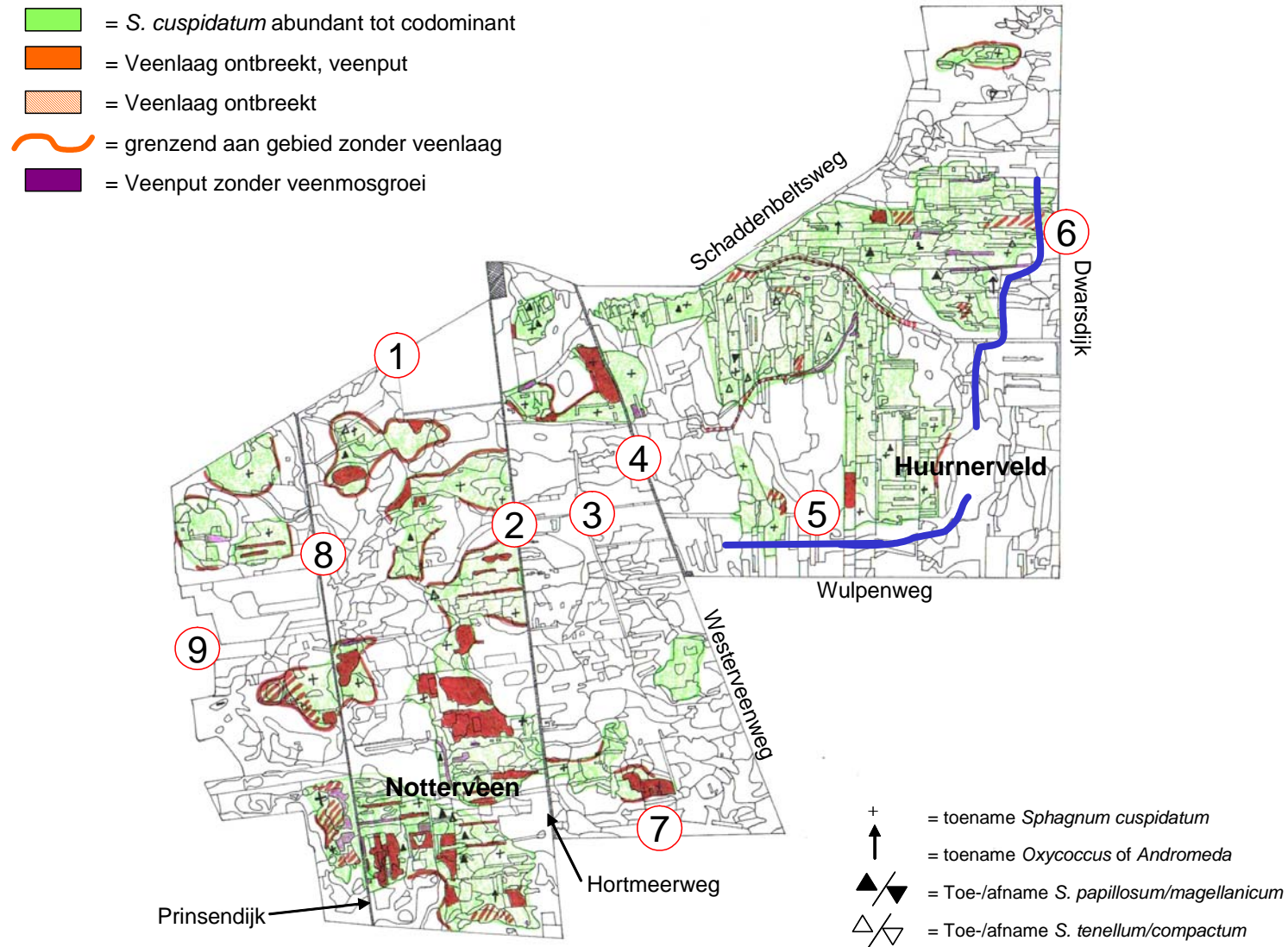
### **Fase 1 of 2:**

- Dempen sloot noordzijde (punt 1)
- Inrichting bufferzone westzijde Wierdense Veld (punt 9)

### **Fase 2:**

- Dempen bermsloten Hortmeerweg (punt 2)
- Dempen oost-west sloot Huurnerveld (punt 3)
- Dempen sloot zuidzijde Huurnerveld (punt 7)
- Dempen sloten Prinsendijk (punt 8)

*Bij het bepalen van de uiteindelijke volgorde van de te nemen herstelmaatregelen moet worden gekeken naar de praktische haalbaarheid.*



**Figuur 7.1:** Kaart van het Wierdense Veld waarop de punten zijn aangegeven voor het uitvoeren van herstelmaatregelen.





## 8. Voorstellen voor monitoring

Het is essentieel om de veranderingen als gevolg van de genomen maatregelen goed te monitoren. Alleen dan kan worden vastgesteld of de maatregelen ook daadwerkelijk het gewenste effect sorteren. Bovendien heeft monitoring als doel 'de vinger aan de pols' te houden, zodat de snelheid van veranderingen en eventuele negatieve nevenverschijnselen tijdig gesignaleerd kunnen worden. Op grond van een goede monitoring kan de beheerder tijdig maatregelen nemen om zonedig bij te sturen en keuzes maken voor de uitvoering van vervolgmaatregelen (bijvoorbeeld het verder verhogen van overlooppeilen).

### 8.1 'Vinger aan de pols' voor ontwikkeling vegetatie en fauna

De schaal en snelheid van veranderingen in waterstanden en vegetatieontwikkeling zullen gevolgd moeten worden, zodat zonedig ingegrepen kan worden door aanpassing, fijn-regulering en fasering van maatregelen, wanneer veranderingen te snel of over te grote oppervlakte dreigen plaats te vinden en/of naar verwachting negatieve gevolgen zullen hebben voor het voorkomen van 'belangrijke' planten- en diersoorten. Gedurende de periode, waarin veranderingen als gevolg van de maatregelen optreden kan de 'vinger aan de pols' gehouden worden door frequent (ca. 1x per maand) het terrein te doorkruisen en daarbij de volgende vragen te beantwoorden:

- Doen zich in het terrein situaties voor die vóór de uitvoering van de maatregelen zich - onder min of meer vergelijkbare omstandigheden- niet voordeden? Zo ja, op welke schaal doet het zich voor?
- Doen zich ontwikkelingen voor die vermoedelijk schadelijk zijn voor zeldzame en karakteristieke soorten (bultvormende veenmossen, Lavendelhei, Kleine veenbes, Gewone dophei, watermacrofauna)?
- Blijft over voldoende oppervlakte en verspreid over het terrein de variatie in watertypen in stand?
- Verandert het oppervlakte-aandeel van droogvallende en permanente wateren? (Hierbij rekening houdend met de variatie in natte en droge jaren)
- Verandert de duur van de natte en droge periode in de verschillende waterlichamen of terreindelen?

Voor een zinvolle beantwoording van deze vragen is het van belang dat deze monitoring wordt uitgevoerd door personen met ervaring in het Wierdense Veld. Het signaleren van deze veranderingen biedt de benodigde handvaten voor de fijn-regulering en fasering van maatregelen.

### 8.2 Hydrologie

#### *Doelstelling*

Het ontwerp van het meetnet is afhankelijk van de doelstelling en de te verwachten variabiliteit in ruimte en tijd van de te meten grootheden. De te meten grootheden zelf volgen uit de doelstelling. De doelstelling van een hydrologisch meetnet in een nat natuureservaat als het

## Hoofdstuk 8

Wierdense Veld moet zijn het leveren van informatie met betrekking tot het hydrologische deel van de abiotische omstandigheden die bepalend worden geacht voor de ontwikkeling van het gewenste ecosysteem. Die informatie is een basis voor:

- het beoordelen van de effectiviteit van genomen inrichtingsmaatregelen, afgemeten naar hun doelstelling;
- besluitvorming omtrent het uitvoeren, c.q. achterwege laten van aanvullende maatregelen op de inrichting van het terrein.

Voor het Wierdense Veld moet het ontwerp van een meetnet vooral zijn gebaseerd op het registreren van effecten van de inrichting zoals voorgesteld naar aanleiding van het vooronderzoek. Daarbij is het van groot belang dat de situatie vóór uitvoering goed wordt vastgelegd, omdat anders effecten op de waterhuishouding moeilijker of in het geheel niet zijn vast te leggen.

Voor dit laatste kan het bestaande peilbuizennet van Landschap Overijssel in beperkte mate dienen. Het omvat ongeveer 35 meetpunten (Figuur 9 in rapport Tietema, 2004), waarvan het overgrote deel nabij wegen en paden ligt. Daarbij zullen overwegingen van tijdsbeslag bij het waarnemen vermoedelijk een rol hebben gespeeld. Een belangrijk manco is dat het alleen stijghoogten in de zandondergrond levert en geen waterstanden in het restveen. Zoals uit het vooronderzoek is gebleken, kunnen daartussen aanzienlijke verschillen optreden. Bovendien is de waterstand in het restveen van direct belang voor de vegetatieontwikkeling ter plaatse, die in de zandondergrond meestal indirect.

### *Relatie met het vooronderzoek, voorgestelde inrichtingsmaatregelen*

Tijdens het vooronderzoek is een meetnet van 12 meetpunten geïnstalleerd, waarvan 1 alleen voor de waterstand in het veen, 3 voor stijghoogten in de zandondergrond en 8 voor beide. Daarnaast is een zelfregistrerende regenmeter geïnstalleerd om relaties tussen stijghoogte, c.q. waterstand en neerslag te kunnen vastleggen.

Uit dit meetnet zijn enkele belangrijke zaken naar voren gekomen

- In een zeer droge zomer als die van 2003 vallen de laagten waarin groei van *Sphagnum* optreedt vrijwel allemaal droog, dat wil zeggen dat er in het veen geen waterspiegel meer aanwezig is. Uitzondering is het gebied ten oosten van het zuidelijke deel van de Prinsendijk dat is voorzien van een foliescherm.
- Overall overheerst wegzijging; kwel komt hoogstens incidenteel en zeer lokaal voor.
- Vooral in het Huurnerveld en in het zuidwesten van het Notterveen lijkt de stijghoogte in de directe zandondergrond redelijk gelijk op te gaan met de waterstand in het restveen; elders zakt ook in een vrij natte zomer als die van 2004 de stijghoogte in de zandondergrond meestal dieper weg.
- Bij kortdurende intensieve neerslagperioden is vrijwel overall sprake van stroming over, c.q. vlak onder het maaiveld, dat terechtkomt in de laagten die daarmee als verzamelbassin dienst doen. Bij een meer gestage aanvoer van neerslagwater (om de gedachten te bepalen: minder dan ongeveer 10 mm per dag) treedt dit verschijnsel niet of slechts in geringe mate op.

- Wegzijgings- en andere verliezen kunnen oplopen tot circa 2 mm per dag, maar liggen meestal rond de 1 mm/dag of lager; compensatie vindt plaats via het in het vorige punt genoemde mechanisme.

Uit meest visuele waarnemingen is gebleken dat vooral in de winter substantiële hoeveelheden water snel uit het gebied weglopen via oppervlaktewater. Een zo kort mogelijke zomerperiode van droogstand van het veen in de laagten is van belang voor de ontwikkeling van hoogveenvormende soorten. Die kan worden bevorderd door zoveel mogelijk conserveren van in de winter gevallen neerslag. Daarom wordt in de rapportage van het vooronderzoek geadviseerd, een kade met foliescherm in de zandondergrond aan te brengen aan de oost- en zuidzijde van het Huurnerveld en op andere plaatsen de vrije uit- of doorstroming van water te blokkeren via het dichten van sloten, het verwijderen van duikers, enz.

Het is van belang dat de effecten op de (grond)waterhuishouding van deze maatregelen worden geregistreerd en gekwantificeerd. Indien langs de westrand van het gebied een bufferzone wordt ingesteld, is ook daar een registratie van effecten nodig. Omdat het hier gaat om langdurige effecten, zal een registratie met halfmaandelijks handwaarnemingen in het algemeen voldoende zijn.

Indien gewenst, kan ook in een aantal lage stukken van het gebied een registratie van het waterstandsverloop in het veen en in de zandondergrond worden uitgevoerd met het doel, inzicht te verkrijgen in de mate waarin deze lage delen water krijgen toegevoerd uit hogere gebiedsdelen via stroming over of net onder maaiveld. De techniek daarvoor is uiteengezet in het rapport van het vooronderzoek. Een dergelijk gegevensbestand kan inzicht verschaffen in de oorzaken van eventuele verschillen in vegetatieontwikkeling en een onderbouwing leveren voor eventuele bijstellingen van doelstellingen in de ontwikkeling van vegetatie en eventueel fauna. Het zal echter niet doenlijk zijn, alle laagten op die manier te bemeten, omdat daarvoor, naast minimaal één zelfregistrerende regenmeter voor het hele gebied, per laagte een set van twee zelfregistrerende peilbuizen met een waarneeminterval van bijvoorbeeld 1 uur nodig is.

In het bestaande meetnet lijkt het aantal peilbuizen langs wegen en paden aan de hoge kant. Daarop zou dus kunnen worden bezuinigd ten gunste van de meetnetuitbreidingen zoals hierboven aangegeven. Men kan bovendien overwegen, peilbuizen in niet per fiets bereikbare delen zelfregistrerend te maken, zodat op waarneemdagen redelijk efficiënt kan worden waargenomen. De meer afgelegen meetpunten kunnen dan ter controle bijvoorbeeld eens per drie maanden worden bezocht.

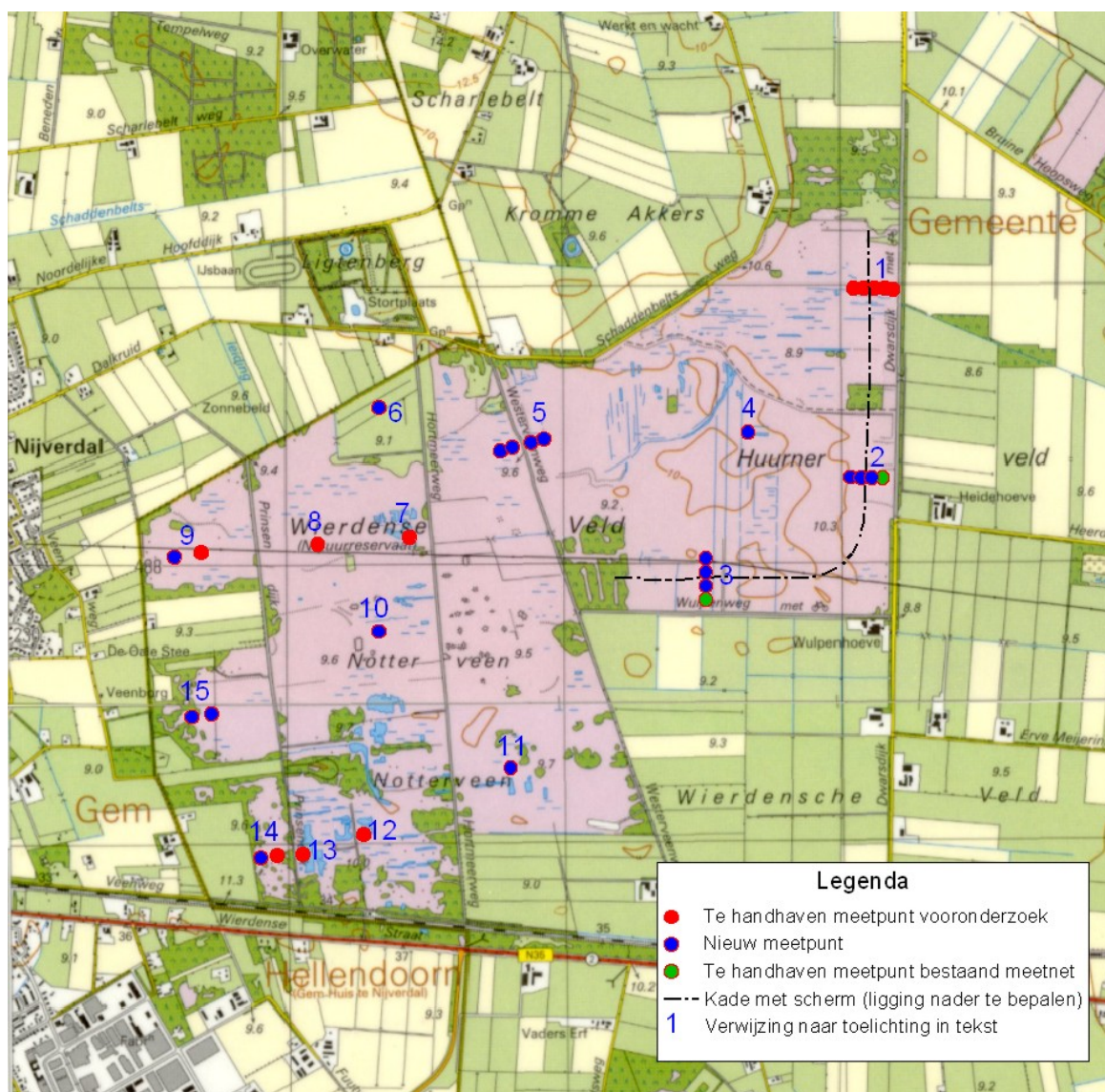
Een meetnet is niet compleet zonder een behoorlijke controle op de gegevenskwaliteit, een gemakkelijk toegankelijk opslagsysteem en mogelijkheden voor analyse. Hoewel dit hoofdstuk voornamelijk gaat over de inrichting van het meetnet in het terrein, is het goed, te benadrukken dat deze aspecten een doorgaans onderschat onderdeel van het gebruik van een meetnet uitmaken.

### *Concrete invulling*

Op grond van het voorgaande zou een concrete invulling van het hydrologische meetnet in het veld er ongeveer als volgt uit kunnen zien:

## Hoofdstuk 8

- Een zelfregistrerende regenmeter met een meetinterval van bijvoorbeeld 1 uur
- Een aantal peilbuizensets met afzonderlijke filters in het restveen en de zandondergrond in laagten in het gebied
- Bij dammen of kaden: enkele korte peilbuisraaien aan weerskanten van de dam om vast te stellen in hoeverre een effect optreedt op de stijghoogte in de zandondergrond, eventueel aangevuld met peilregistratie in/op aanliggend restveen.
- Handhaven van een beperkt aantal peilbuizen langs wegen en paden van het oude meetnet, waar toepasselijk met bijplaatsing van een filter in het veen.



**Figuur 8.1:** Het aanbevolen peilbuizenmeetnet. Nummers verwijzen naar de toelichting in de tekst.

Een aanbeveling voor een nieuw peilbuizenmeetnet is gegeven in Figuur 8.1. In de figuur zijn zeer weinig meetpunten van het bestaande meetnet opgenomen. Dat wil niet zeggen dat dit meetnet in zijn geheel overboord kan, maar dat het best een analyse kan worden uitgevoerd van

het hele bestaande meetnet, waarna op grond van de uitkomsten 5-10 meetpunten 'in bedrijf' worden gehouden. De analyse zou het volgende moeten inhouden:

- Visuele inspectie in het veld, inclusief test of een peilbuis nog werkt (controleren op beschadiging, water ingieten en controleren of het peil vervolgens zakt)
- Op basis van tijdstijghoogtelijnen vaststellen, welke peilbuizen naar behoren functioneren
- Op basis van vergelijking van het gedrag van de resterende buizen vaststellen, welke meetpunten praktisch dezelfde informatie leveren en dat in de nieuwe situatie vermoedelijk zullen blijven doen. Daarvan kan in elk geval een deel buiten gebruik worden gesteld. Een extra waarneemperiode van bijvoorbeeld een jaar na uitvoering van de maatregelen alvorens delen van het oude meetnet buiten gebruik te stellen, zou hierbij zinvol zijn, mits organisatorisch haalbaar.

Toelichting op de meetpunten:

- 1) Bestaande raai loodrecht op de Hoogelaarsleiding met de meetpunten 9, 1, 10, 11, 12. Er is vanuit gegaan dat de kade tussen de punten 1 en 10 komt te liggen. Dan zijn geen aanpassingen nodig.
- 2) Nieuwe raai, waarin eventueel een bestaand meetpunt (vermoedelijk B18) van Landschap Overijssel kan worden opgenomen. Bovenstrooms van de kade: twee sets peilbuizen met veen- en zandbuis, op circa 20 en 60 m van de kade, benedenstrooms twee zandbuizen op dezelfde afstand.
- 3) Als 2. Bestaand meetpunt is vermoedelijk B15.
- 4) Centraal meetpunt in Huurnerveld met peilbuis in veen en zandondergrond. Plaats is niet kritisch, maar wel zodanig dat een zinvolle meting van de waterstand in het veen mogelijk is. Met het oog op de ligging valt automatisering te overwegen, zeker als het meetpunt ook wordt gebruikt om effecten van oppervlakkige afstroming te bepalen.
- 5) Als 2, maar nu loodrecht op Westerveenweg. Uitvoering peilbuizensets afhankelijk van lokale situatie: als er veen is, een peilbuis in veen en een in de zandondergrond, anders alleen in het zand.
- 6) Peilbuis in zandondergrond om het effect van het afsluiten van de afvoer van dit perceel te monitoren.
- 7) Bestaand meetpunt (nr. 3) met peilbuis in restveen en zandondergrond. Vooral bedoeld om effect van afsluiten van afvoer via oppervlaktewater te monitoren. Automatiseren is nodig indien het meetpunt wordt gebruikt om effecten van oppervlakkige afstroming te monitoren.
- 8) Bestaand meetpunt nr. 6, eveneens met filter in veen en zandondergrond. Gezien de bereikbaarheid eventueel automatiseren. Automatiseren is in elk geval nodig indien het meetpunt wordt gebruikt om effecten van oppervlakkige afstroming te monitoren.
- 9) Bestaand meetpunt nr. 7. Uitbreiden met een tweede peilbuiset richting reservaatrand (bijvoorbeeld 30-50 m binnen reservaat) in verband met monitoren effecten bufferzone tussen natuurreservaat en woonwijk. Met het oog op de bereikbaarheid een kandidaat voor automatisering.

## Hoofdstuk 8

- 10) Nieuw meetpunt midden in het Notterveen. Positie niet kritisch. Bedoeld voor monitoren effecten bufferzone tussen natuurreservaat en woonwijk. Met het oog op de ligging valt automatisering te overwegen, zeker als het meetpunt ook wordt gebruikt om effecten van oppervlakkige afstroming te bepalen.
- 11) Nieuw meetpunt in het zuiden van het Notterveen. Positie niet kritisch, tenzij landbouwgrond aan de zuidzijde van dit deel uit productie gaat en/of de onderbemaling wordt gestopt. In dat geval wellicht twee meetpunten loodrecht op de grens, afstanden 20 en 60 m of daaromtrent. Met het oog op de ligging valt automatisering te overwegen, zeker als het meetpunt ook wordt gebruikt om effecten van oppervlakkige afstroming te bepalen.
- 12) Bestaand meetpunt 8. Heeft geen hoge prioriteit, maar kan van nut zijn bij het vaststellen van effecten van oppervlakkige afstroming (dan automatiseren) en mogelijk van effecten van ontwatering van de industriewijk van Hellendoorn ten zuiden van de spoorlijn.
- 13) Bestaand meetpunt 4. Waterstand in het veen; geen peilbuis in het zand aanwezig. Zandbuis ligt aan de overkant van het pad als onderdeel van het bestaande meetpunt 5. Er ligt ook een peilbuis van Landschap Overijssel in de buurt (vermoedelijk B5).
- 14) Bestaand meetpunt 5. Uitbreiden met een tweede set buizen op omstreeks 30-50 m van reservaatsgrens in verband met de toekomstige bufferzone aan de westkant van het reservaat.
- 15) Nieuw in te richten set van twee meetpunten op resp. 30-50 en circa 100 m binnen de reservaatsgrens in verband met de instelling van een bufferzone langs de westgrens van het reservaat.

Positionering van een registrerende regenmeter in het gebied is niet kritisch. De plaats bij de schaapskooi is organisatorisch gezien goed, hoewel plaatsing op grotere afstand van hoge objecten theoretisch gezien enige voorkeur zou verdienen.

Om de effecten van de maatregelen te volgen verdient het aanbeveling de veranderingen in de waterstand en de oppervlakten droog, vochtig en geïnundeerd terrein te monitoren. Hierbij kunnen in ieder geval de peilbuizen die in het kader van dit onderzoek zijn geplaatst gevolgd worden. De waterstand in het veen en de minerale ondergrond dienen gemonitord te worden. Wellicht is het nodig om nog een aantal peilbuizen extra te plaatsen.

### **8.3 Hydrochemie**

Uit het vooronderzoek is gebleken dat op basis van de huidige hydrochemische condities een goede ontwikkeling van de vegetatie na vernatting mogelijk is. De beschikbaarheid van kooldioxide is geen probleem en de relatief hoge beschikbaarheid van stikstof en fosfaat neemt zeer waarschijnlijk sterk af wanneer de veenmosgroei goed op gang komt. Het voorstel is om alleen bij onverwachte problemen nadere hydrochemische metingen te verrichten. Bij een geleidelijke vernatting van het Wierdense Veld bestaat er slechts een zeer kleine kans op problemen, zodat jaarlijkse monitoring van de hydrochemie niet noodzakelijk is. Na 5 jaar is het zinvol om -samen met een gebiedsdekkende vegetatieopname en een representatieve bemonstering van de watermacrofauna- de veranderingen in de hydrochemie te bepalen. De locaties uit het vooronderzoek zijn hiervoor het meest geschikt aangezien de nulsituatie hiervoor goed vastgelegd is. Het voorstel is om op de 9 locaties met poreuze cups zowel de chemie van het oppervlakte- als veenwater te bepalen, zonodig aangevuld met locaties waarvoor zich een

specifieke vraag voordoet naar aanleiding van waargenomen ontwikkelingen in de vegetatie of fauna. Belangrijke variabelen zijn de ammonium-, fosfaat-, kooldioxide- en methaanconcentratie. De relatieve beschikbaarheid van de belangrijkste nutriënten (koolstof, stikstof en fosfaat) stuurt de richting van de vegetatieontwikkeling. Een relatief hoge koolstofbeschikbaarheid is gunstig voor de veenmosontwikkeling. Daarnaast levert de koolstof-, stikstof- en fosforconcentraties van de veenmossen zeer bruikbare informatie (monstereen op locaties uit het vooronderzoek).

#### **8.4 Vegetatieontwikkeling**

Voor het monitoren van effecten van herstelmaatregelen op de plantengroei in het gebied zullen de karteringen uit 1990 en 2003 als uitgangspunt worden gebruikt. Om over een langere periode een goed beeld te krijgen van de ontwikkelingen in het hele gebied, verdient het aanbeveling om de kartering om de 10 jaar te herhalen. Om eventuele korte termijn effecten van herstelbeheer op de vegetatie te kunnen vastleggen is een meer frequente monitoring nodig. Deze kan zich volgens ons echter beperken tot die soorten en vegetaties die het meest indicatief zijn voor het herstel of de achteruitgang van hoogveen en natte heide. Gezien de voorgestelde maatregelen, kunnen er ook grote effecten worden verwacht op plantensoorten die momenteel gebonden zijn aan de paden die het gebied doorkruisen, zoals Bosbies, Veldrus, Moeraswolfsklauw, Borstelbies en Rietorchis. Omdat het geen soorten van natte heide of hoogveen betreft lijkt monitoring niet zinvol. Wel is het zinvol om bij de uitvoering van de herstelmaatregelen zo veel mogelijk rekening te houden met de bestaande populaties.

Meest geschikt voor frequente monitoring zijn die soorten die niet alleen een hoge indicatiewaarde hebben, maar ook snel kunnen reageren op een veranderende situatie. Hiermee vallen bijvoorbeeld Lavendelheide en Eenarig wollegras af; deze soorten bereiken een hoge leeftijd, lijken zich op veel inmiddels ongunstig geworden plekken in het terrein te handhaven en lijken zich traag door het terrein te verspreiden.

Concreet bevelen we aan om 1, 3 en 5 jaar na aanvang van de herstelmaatregelen gebiedsdekkend een zeer beperkt aantal vegetaties en soorten in beeld te brengen. Voor de vegetaties betreft dat de volgende drie typen:

- 1) Vegetaties waarin Waterveenmos dominant of codominant is
- 2) Vegetaties waarin Week veenmos en Kussentjesveenmos voorkomen
- 3) Vegetaties met bultvormende veenmossoorten

Daarnaast kan tijdens het in kaart brengen van het oppervlak aan deze vegetatietypen de verspreiding van enkele indicatieve, zich makkelijke verspreidende soorten worden genoteerd: Kleine veenbes, Ronde zonnedauw en Kleine zonnedauw.

#### **8.5 Watermacrofauna**

Uit het vooronderzoek is gebleken dat de bestaande variatie in met name droogvalregime en aan-/ afwezigheid en dichtheid van de veenmosvegetatie van belang zijn voor de huidige soortendiversiteit van de watermacrofauna. Omdat de verschillende karakteristieke en zeldzame soorten voor hun voorkomen in het Wierdense Veld afhankelijk zijn van deze variatie in terreineigenschappen, is het van belang gedurende de uitvoering van herstelmaatregelen frequent te monitoren of en hoe deze eigenschappen in het terrein veranderen en op welke

## Hoofdstuk 8

schaal en met welke snelheid die veranderingen optreden. Daarnaast zullen veranderingen in de soortensamenstelling -met name in het voorkomen van zeldzame en karakteristieke soorten- gemonitord moeten worden.

### *Bemonstering watermacrofauna*

Naast de zeer frequente monitoring van de voor de flora en fauna belangrijke terreineigenschappen zal het voor de watermacrofauna nodig zijn daadwerkelijk te meten aan de soortensamenstelling, om al dan niet gewenste (neven)effecten van de maatregelen op de fauna tijdig vast te kunnen stellen. Daarbij staat de volgende meetvraag centraal:

- Verandert de soortensamenstelling van de watermacrofauna (met name het voorkomen van zeldzame en karakteristieke soorten) in de terreindelen waar als gevolg van de maatregelen veranderingen optreden?

Om deze vraag te beantwoorden, zullen gedurende de periode van de uitvoering van herstelmaatregelen een aantal van de monsterpunten uit het vooronderzoek bemonsterd moeten worden. Daarnaast kan het -afhankelijk van de ontwikkelingen in het terrein- verstandig blijken enkele 'nieuwe' wateren te bemonsteren om vast te stellen of deze door zeldzame of karakteristieke soorten gebruikt worden. Het aantal wateren dat per jaar bemonsterd moet worden om de veranderingen in de watermacrofauna te volgen, is uiteraard afhankelijk van de oppervlakte waarover de veranderingen plaatsvinden. Ervan uitgaande dat de maatregelen gespreid over meerdere jaren en stapsgewijs worden uitgevoerd, wordt het aantal per jaar te bemonsteren locaties geschat tussen vijf en tien locaties. Deze locaties dienen in zowel voor- als najaar te worden bemonsterd. Na determinatie van de verzamelde fauna, dient de soortensamenstelling te worden vergeleken met de soortensamenstelling vóór de maatregelen. Aansluitend dient op basis van de bevindingen advisering plaats te vinden over het vervolg van de uitvoering van de maatregelen.

### *Evaluatie van de herstelmaatregelen*

Op een termijn vanaf vijf jaar na de uitvoering van de maatregelen wordt evaluatie van de effecten van de uitgevoerde herstelmaatregelen in het terrein als geheel nuttig. Daarvoor zullen de in 2003/2004 bemonsterde locaties opnieuw in voor- en najaar bemonsterd moeten worden, zonodig aangevuld met een aantal 'nieuwe wateren'. Deze 'nieuwe wateren' betreffen vooral nieuw gevormde temporaire wateren, wanneer voorheen temporaire wateren als gevolg van de maatregelen zijn omgevormd tot permanente wateren.



## 9. Literatuur

- Aggenbach, C.J.S. & A.J.M. Jansen (1991) *Vegetatiekartering en hydro-ecologische analyse van het Wierdense Veld (Overijssel)*. KIWA rapport SWO 91.394, in opdracht van Provincie Overijssel, Dienst Water & Milieu.
- Bos, F. & M. Wasscher (1997) *Veldgids libellen*. KNNV, Utrecht, 256 pp.
- Bouman, A.C. (2002) *De Nederlandse veenmossen*. KNNV, Utrecht, 152 pp.
- Buttler, A., B.G., Warner, P. Grosvernier & Y. Matthey (1996) Vertical patterns of testate amoebae (Protozoa: Rhizopoda) and peat-forming vegetation on cutover bogs in the Jura, Switzerland. *New Phytologist* **134**: 371-382.
- Buttler, A., P. Grosvernier & Y. Matthey (1998) Development of *Sphagnum fallax* diaspores on bare peat with implications for the restoration of cut-over bogs. *Journal of Applied Ecology* **35**: 800-810.
- Cronberg, N. (1991) Reproductive biology of *Sphagnum*. *Lindbergia* **17**: 69-82.
- Dorland, E., R. Bobbink, E. Brouwer, C.J.H. Peters, P.J.M. Van der ven, P. Vergeer, G.M. Verheggen & J.G.M. Roelofs (2000) Herintroductie en bekalking van het inzigsgebied. Aanvulling bij effectgerichte maatregelen in heischrale milieus. UU en KUN, Utrecht/Nijmegen, 118 pp.
- Drost, M.B.P., Cuppen, H.P.J.J., van Nieukerken, E.J. & Schrijer, M. (red.) (1992) *De waterkevers van Nederland*. Uitgeverij K.N.N.V., Utrecht, 280 pp.
- Duursema, G. (1996) *Vennen in Drenthe, een onderzoek naar ecologie en natuur op basis van macrofauna*. Zuiveringsschap Drenthe. Assen, 140 pp.
- Galewski, K. (1964) The hibernation of the adults of the European species of Dytiscidae (Coleoptera) out of water. *Polski Pismo entomologiczne* **34**: 25-40.
- Geijskes, D.C. & J. Van Tol (1983) *De libellen van Nederland*. Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Hoogwoud, 368 pp.
- Hazelhorst, H. & Huizinga, A. (2001) *Dagvlinders en libellen van het Wierdense Veld in 2000*. 50 pp.
- Higler, L.W.G. (1995) Lijst van kokerjuffers (Trichoptera) in Nederland met opmerkingen over uitgestorven en bedreigde soorten. *Entomologische Berichten* **55**: 149-156.
- Hoogendoorn, J.H. & C.B.M. te Stroet (1994) *Optimalisatie Waterbeheer Wierden/Wierdense Veld: technisch rapport*. TNO-rapport OS 94-14 B, TNO Grondwater en Geo-energie, Oosterwolde.
- Joosten, J.H.J. (1995) Time to regenerate: long-term perspectives of raised bog regeneration with special emphasis on palaeoecological studies. p. 379-404. In B.D. Wheeler, S.C.

## Hoofdstuk 9

- Shaw, W.J. Fojt and R.A. Robertson (eds.) *Restoration of Temperate Wetlands*. J. Wiley and Sons, Chichester, UK.
- Lamers, L.P.M., C. Farhoush, J.M. van Groenendael & J.G.M. Roelofs (1999) Calcareous groundwater raises bogs; the concept of ombrotrophy revisited. *Journal of Ecology* **87**: 637-648.
- Li, Y. & D.H. Vitt (1994) The dynamics of moss establishment: temporal responses to nutrient gradients. *The Bryologist* **97**: 357-364.
- Limpens, J., J. T.A.G. Raymakers, J. Baar, F. Berendse & J.D. Zijlstra (2003) The interactions between epiphytic algae, a parasitic fungus and *Sphagnum* as affected by N and P. *Oikos* **103**: 59-68.
- Lucassen, E.C.H.E.T., A.J.P. Smolders & J.G.M. Roelofs (2002). Potential sensitivity of mires to drought, acidification and mobilisation of heavy metals: the sediment S/(Ca+Mg) ratio as diagnostic tool. *Environmental Pollution* **120**: 635-646.
- McAleece, N. (1997) *Biodiversity Professional Beta 1*. The Natural History Museum, London and The Scottish Association for Marine Science, UK.
- Minnema, B. & J.J.J.C Snepvangers (2004) *Waterschap Regge en Dinkel; Grondwatermodel en IR-database ter ondersteuning van waterbeheer in Twente*. TNO-rapport NITG-04-020-B.
- Moller Pillot, H.K.M. (2003) *Hoe waterdieren zich handhaven in een dynamische wereld. 10 jaar onderzoek in de Roodloop, een bovenloopje van de Reusel in Noord Brabant*. Stichting het Noordbrabants Landschap, 182 pp.
- Moller Pillot, H.K.M. & Buskens, R.F.M. (1990) *De larven der Nederlandse Chironomidae - Deel C*. Nederlandse Faunistische Mededelingen 1C. Stichting European Invertebrate Survey-Nederland / Nationaal Natuurhistorisch Museum, Leiden, 87 pp.
- Nieser, N. (1982) De Nederlandse water- en oppervlaktewantsen (Heteroptera: Nepomorpha en Gerromorpha). *Wetenschappelijke Mededelingen van de K.N.N.V.* **155**: 1-103.
- Nijboer, R.C. & P.F.M. Verdonschot (red.) (2001) *Zeldzaamheid van de macrofauna van de Nederlandse binnenwateren*. Werkgroep Ecologisch Waterbeheer, themanummer 19, 77 pp.
- Paffen, B.P.G. & J.G.M. Roelofs (1991) Impact of carbon dioxide and ammonium on the growth of submerged *Sphagnum cuspidatum*. *Aquatic Botany* **40**: 61-71.
- Peus, F. (1923) *Die Tierwelt der Moore. Handbuch der Moorkunde III*. Bornträger verlag, Berlin, 277 pp.
- Roelofs, H., T. Schoemaker & G. Stoker (1979) *Vegetatiekartering en begrazingsrichtlijnen voor het Wierdense Veld*. Studentenrapport Hogere Bosbouw en Cultuurtechnische School, Velp (Gld.)

- Rydin, H. & R.S. Clymo (1989) Transport of carbon and phosphorus compounds about *Sphagnum*. *Proceedings of the Royal Society of London: Biological Sciences* **237**: 63-84.
- Salonen, V. (1987) Relationship between the seed rain and the establishment of vegetation in two areas abandoned after peat harvesting. *Holarctic Ecology* **10**: 171-174.
- Sæther, O.A. (1997) Diptera Chaoboridae, Phantom Midges. In: A.N. Nilsson (Ed.). *Aquatic Insects of Northern Europe – A Taxonomic Handbook, Volume 2*. Apollo Books, Stenstrup.
- Schouten, M.G.C., J.M. Schouwenaars, H. Esselink, L.P.M. Lamers & P.C. Van der Molen. (1998) Hoogveenherstel in Nederland – droom en werkelijkheid. p. 93-112. In R. Bobbink, J.G.M. Roelofs and H.B.M. Tomassen (eds.) *Effectgerichte maatregelen en behoud van biodiversiteit in Nederland*. Katholieke Universiteit Nijmegen, Nijmegen.
- Smit, H. & H. van der Hammen (2000) Atlas van de Nederlandse watermijten (Acari: Hydrachnidia). *Nederlandse Faunistische Mededelingen* **13**: 1-272.
- Smits, M.J.A., Van Duinen, G.A., Bosman, J.G., Brock, A.M.T., Javois, J., Kuper, J.T., Peeters, T.M.J., Peters, M.A.J. & Esselink, H. (2002) Species richness in a species poor system: Aquatic macroinvertebrates of Nigula raba, an intact raised bog system in Estonia. *Proc. Int. Peat Symp., Pärnu*: 283-291.
- Smolders, A.J.P., H.B.M. Tomassen, H. Pijnappel, L.P.M. Lamers & J.G.M. Roelofs (2001) Substrate-derived CO<sub>2</sub> is important in the development of *Sphagnum* spp. *New Phytologist* **152**: 325-332.
- Smolders, A.J.P., H.B.M. Tomassen, L.P.M. Lamers, B.P. Lomans & J.G.M. Roelofs (2002) Peat bog formation by floating raft formation: the effects of groundwater and peat quality. *Journal of Applied Ecology* **39**: 391-401.
- Smolders, A.J.P., H.B.M. Tomassen, M. van Mullekom, L.P.M. Lamers & J.G.M. Roelofs (2003) Mechanisms involved in the re-establishment of *Sphagnum*-dominated vegetation in rewetted bog remnants. *Wetlands Ecology and Management* **11**: 403-418.
- Ter Braak, C.J.F. & Smilauer, P. (1998) *CANOCO Reference Manual and User's Guide to Canoco for Windows: Software for Canonical Community Ordination (version 4)*. Microcomputer power. Ithaca, New York, 351 pp.
- Tietema, E. (2004) *Het Wierdense Veld: een inventarisatie en eerste analyse van de regionale hydrologische situatie*. NITG-TNO.
- Tomassen, H.B.M., A.J.P. Smolders, J. Limpens, G.J. van Duinen, S. van der Schaaf, J.G.M. Roelofs, F. Berendse, H. Esselink & G. van Wirdum (2002) *Onderzoek ten behoeve van herstel en beheer van Nederlandse hoogvenen. Eindrapportage 1998-2001*. (Report EC-LNV nr. 2002/139). Expertisecentrum LNV, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij. Ede/Wageningen, 186 pp.

## Hoofdstuk 9

- Tomassen, H.B.M., A.J.P. Smolders, L.P.M. Lamers & J.G.M. Roelofs (2003) Stimulated growth of *Betula pubescens* and *Molinia caerulea* on ombrotrophic bogs: role of high levels of atmospheric nitrogen deposition. *Journal of Ecology* **91**: 357-370.
- Tomassen, H.B.M., A.J.P. Smolders, L.P.M. Lamers & J.G.M. Roelofs (2004) Development of floating rafts after the rewetting of cut-over bogs: the importance of peat quality. *Biogeochemistry* **71**: 69-87.
- Turetsky, M.R. & R.K. Wieder (1999) Boreal bog *Sphagnum* refixes soil-produced and respired <sup>14</sup>CO<sub>2</sub>. *Ecoscience* **6**: 587-591.
- Van der Zee, M. (1995) *Inventarisatieproject Het Wierdense Veld – Waterbeesten*.
- Van Dijk, H.F.G., M. Van der Gaag, P.J.M. Perik & J.G.M. Roelofs (1992) Nutrient availability in Corsican pine stands in the Netherlands and the occurrence of *Sphaeropsis sapinea* - A field study. *Canadian Journal of Botany* **70**: 870-875.
- Van Duinen, G.A., Brock, A.M.T., Kuper, J.T., Peeters, T.M.J., Smits, M.J.A., Verberk, W.C.E.P. & Esselink, H. (2002) Important keys to successful restoration of characteristic aquatic macroinvertebrate fauna of raised bogs. *Proc. Int. Peat Symp., Pärnu*: 292-302.
- Van Duinen, G.A., Brock, A.M.T., Kuper, J.T., Leuven, R.S.E.W., Peeters, T.M.J., Roelofs, J.G.M., van der Velde, G., Verberk, W.C.E.P. & Esselink, H. (2003a) Do restoration measures rehabilitate fauna diversity in raised bogs? A comparative study on aquatic macroinvertebrates. *Wetlands Ecology and Management* **11**: 447-459.
- Van Duinen, G.A., Brock, A.M.T., Kuper, J.T., Peeters, T.M.J., Verberk, W.C.E.P., Zhuge, Y. & Esselink, H. (2003b) Restoration of degraded raised bogs: do aquatic invertebrates tell a different story? In: Järvet, A. & Lode, E. (eds.). *Ecohydrological processes in northern wetlands*, International Conference & Educational Workshop, Tallinn, pp. 255-261.
- Van Duinen, G.A., H.H. van Kleef, M. Nijssen, C.A.M. van Turnhout, W.C.E.P. Verberk, J. Holtland & H. Esselink (2004) Schaal en intensiteit van herstelmaatregelen: Hoe reageert de fauna? In: G.A. van Duinen et al. (Red.) *Duurzaam natuurherstel voor behoud van biodiversiteit – 15 jaar herstelmaatregelen in het kader van het overlevingsplan bos en natuur*. Rapport EC-LNV nr. 2004/305, Ede, pp.189-240.
- Van Duinen, G.A., T. Timm, A.J.P. Smolders, A.M.T. Brock, W.C.E.P. Verberk & H. Esselink (2005) Differential response of aquatic oligochaete species to increased nutrient availability - a comparative study between Estonian and Dutch raised bogs. *Hydrobiologia* (in druk).
- Van Ziel, H.W. & P.H.J. Ganzevles (1997) *Hydro-ecologisch onderzoek Wierdense Veld*. Buro Hemmen, 75 pp. + bijlagen.
- Verberk, W.C.E.P., van Duinen, G.A., Peeters, T.M.J. & Esselink, H. (2001) Importance of variation in watertypes for water beetle fauna (Coleoptera) in Korenburgerveen, a bog remnant in The Netherlands. *Proc. Exp. Appl. Entomol.* **12**: 121-128.

- Verberk, W.C.E.P., Brock, A.M.T., van Duinen, G.A., van Es, M., Kuper, J.T., Peeters, T.M.J., Smits, M.J.A., Timan, L. & Esselink, H. (2002) Seasonal and spatial patterns in macroinvertebrate assemblage in an heterogeneous landscape. *Proc. Exp. Appl. Entomol.* 13: 35-43.
- Verberk, W.C.E.P. & H. Esselink (2004). *Invoed van aantasting en maatregelen op de faunadiversiteit in een complex landschap. Case studie: Korenburgerveen - Eindrapportage 1e fase (2000-2002)*. Expertisecentrum LNV.
- Wasscher, M., G.O. Keijl & G. van Ommering (1998) *Bedreigde en kwetsbare libellen in Nederland. Toelichting op de Rode Lijst*. IKC, Wageningen, 42 pp.
- Wheeler, B.D. & S.C. Shaw (1995) *Restoration of Damaged Peatlands*. Department of the Environment, HMSO, London, U.K.



## Bijlage A: Notitie Snepvangers et al. 2005

Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen



Memorandum

To  
Johan Medenblik

From  
Judith Snepvangers, Marijn Kuijper en Geert van Wirdum

Subject  
models scenario's rond Wierden / Hoogelaarsleiding

Divisie Grondwater en Bodem  
Princetonlaan 6  
Postbus 80015  
3508 TA Utrecht

www.tno.nl

T 030 2564750  
F 030 2564755  
info@nitg.tno.nl

Datum  
3 januari 2005

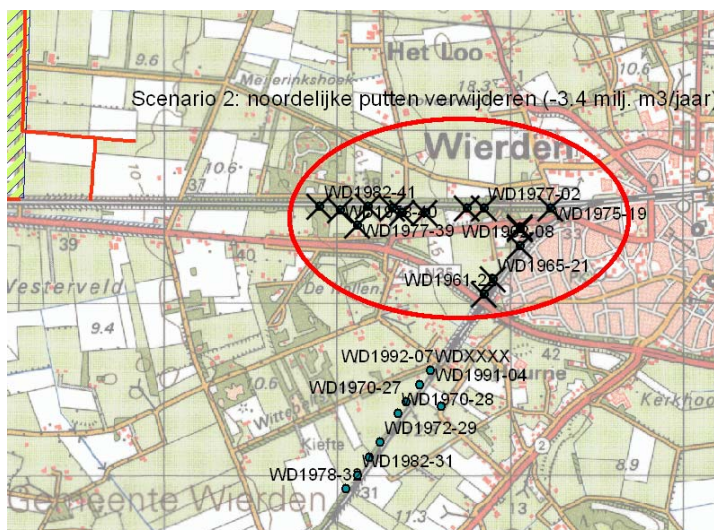
Onze referentie

### Scenario 1: Huidige situatie (wel aanpassing weerstand Wierdense Veld)

Voor de huidige situatie zijn de GHG en de GLG berekend. Uit de analyse van Tietema (2004) bleek dat de ondiepe weerstand van de gliedlagen onder het Wierdense Veld niet goed was opgenomen in het model. Dit was een vergissing in databewerking. De weerstand van de gliede is in de nu uitgevoerde berekeningen in het model aan de deklaag toegekend (c-waarde verhoogd tot 1000-1500 d). Peilen zijn aangehouden uit het bestaande model: zomer 8.17 m+NAP, winter 7.65 m+NAP. De kaarten zijn afgebeeld op pagina 2. De modellering en technische interpretatie zijn uitgevoerd door Judith Snepvangers en Marijn Kuijper.

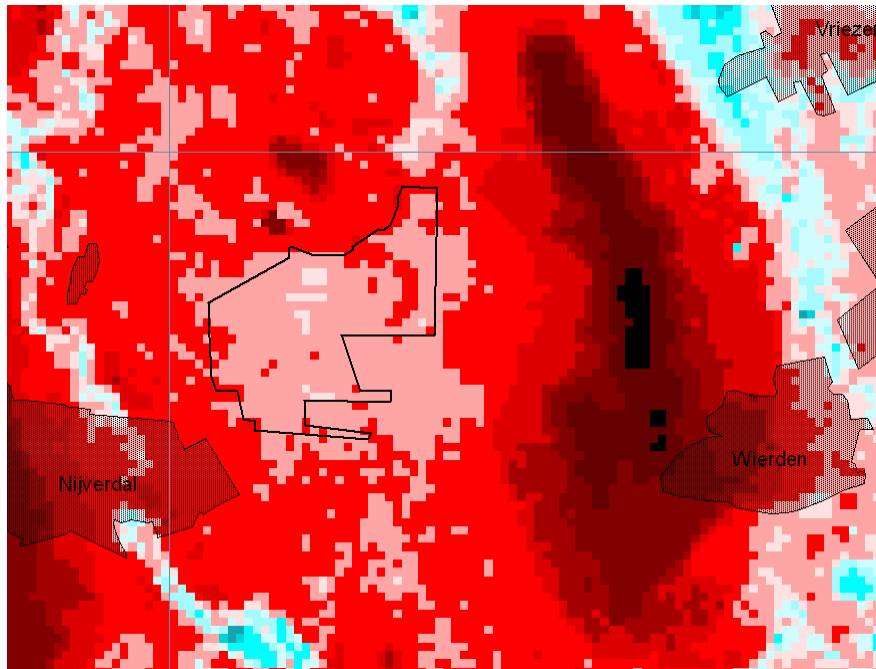
### Scenario 2: Vermindering drinkwaterwinningen met 3.4 miljoen m<sup>3</sup>/jaar

Met de IR-database zijn door Waterschap Regge en Dinkel berekeningen uitgevoerd die een vermindering inhielden van de winningen met 3 miljoen m<sup>3</sup> per jaar. Met het model is het effect nagegaan van het voorgestelde sluiten van de winningen van de noordelijke tak van pompstation Wierden (figuur 1). In totaal bedraagt de verlaging van het debiet hierdoor 3.4 miljoen m<sup>3</sup>/jaar.

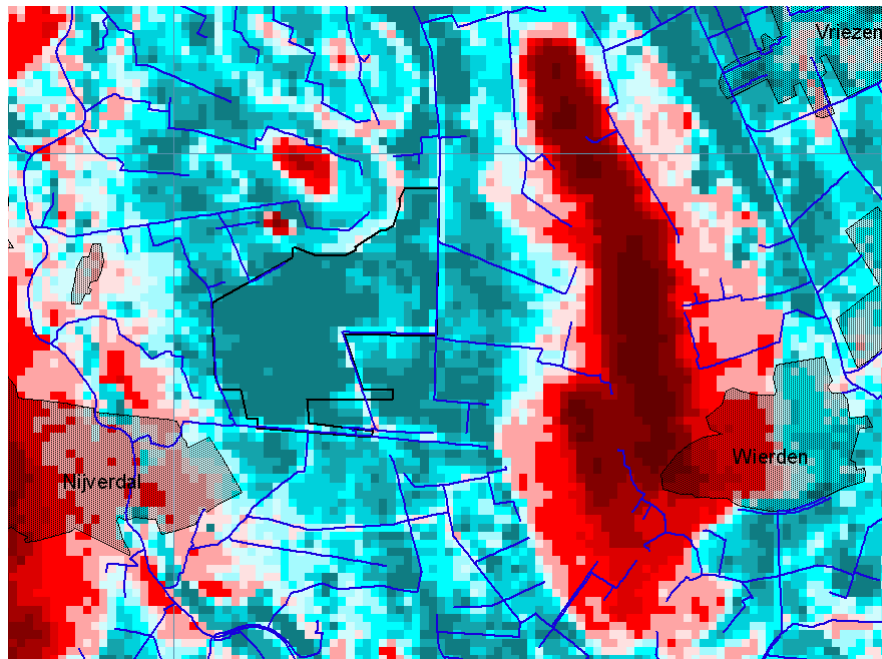
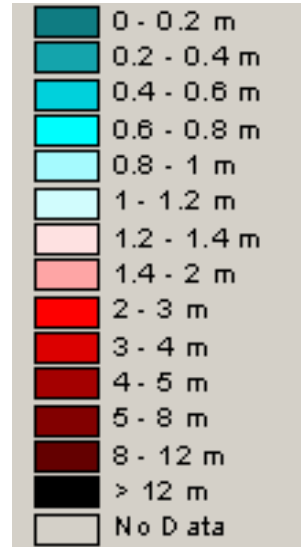


**Figuur 1**  
**Verwijderen noordelijke putten**  
**pompstation Wierden**

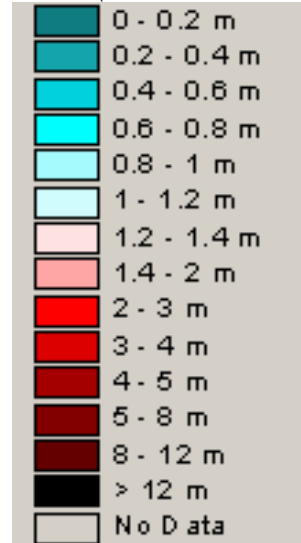
View: scenario 1 – huidige situatie (screendump uit Arcview project)



GLG (m onder maaiveld)

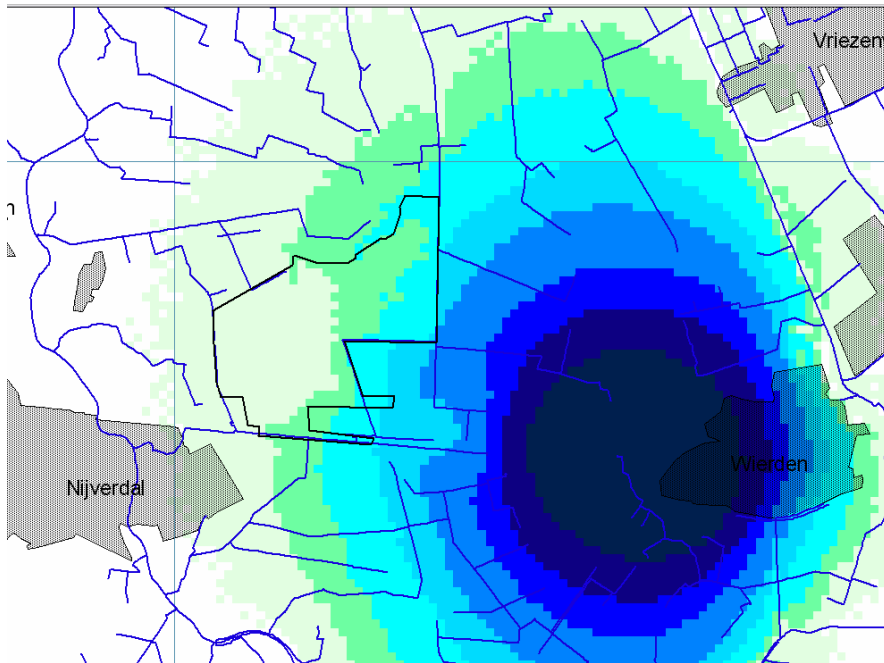


GHG (m onder maaiveld)

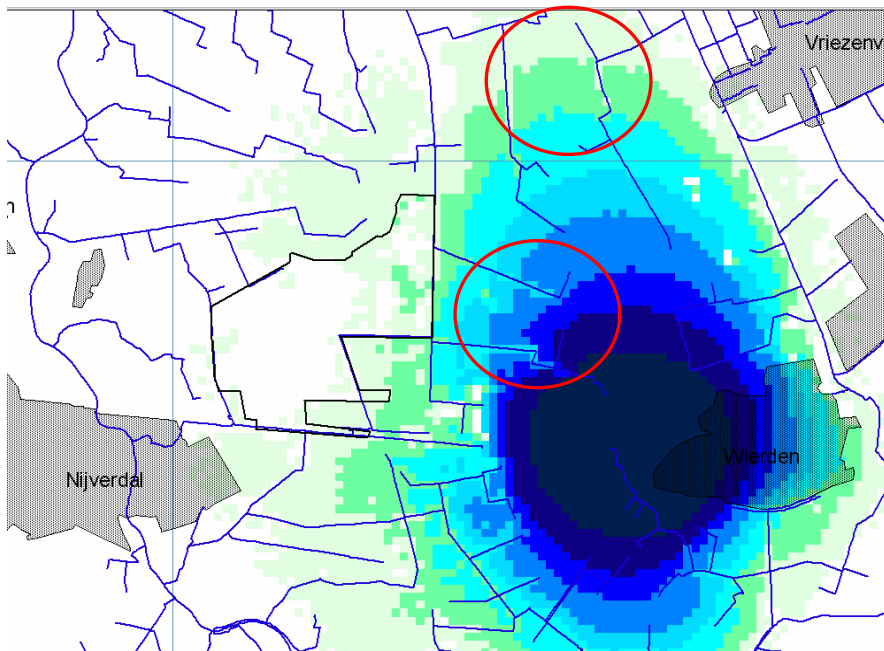
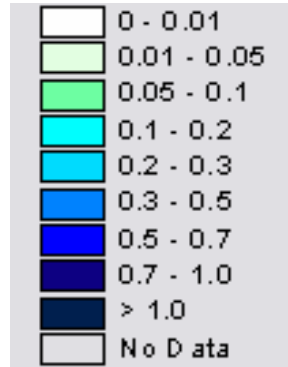




View: scenario 2 – verlaging drinkwaterwinning met 3.4 miljoen m<sup>3</sup>/jaar

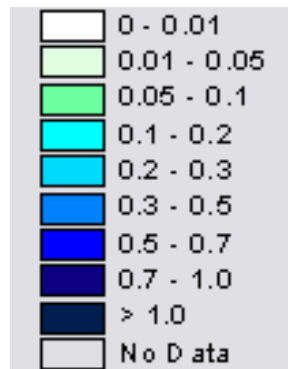


Verhoging GLG  
(m onder maaiveld)



Verhoging GHG  
(m onder maaiveld)

De rode cirkels geven gebieden aan waar de invloed van het oppervlaktewaterstelsel op de GHG duidelijk blijkt.

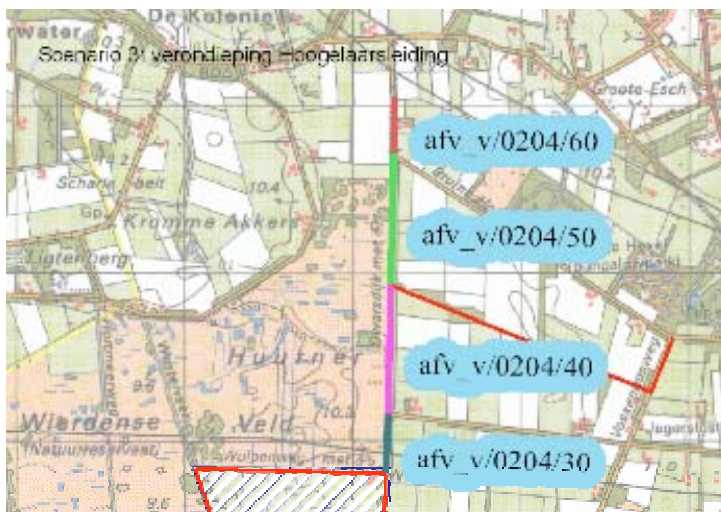


## Bijlage A

De effecten zijn in orde van grootte gelijk aan de effecten zoals bepaald met de IR-database. Het ruimtelijk patroon is echter meer gedifferentieerd, zoals te verwachten was. Het wat grotere effect dat in Tietema (2004) werd gerapporteerd heeft kennelijk meer te maken met de locatie van de de volgens het scenario gestopte winningen, dan met verschillen tussen het werken met de IR-database en met het model. In het effect op de GHG is duidelijk te zien hoe de grondwaterstand rond de grote waterlopen “vast hangt” aan het waterpeil, terwijl tussen de waterlopen de verhoging door het uitzetten van de winning overheerst (bijvoorbeeld in de rode cirkels).

### Scenario 3: Verondieping (extensivering) Hoogelaarsleiding

Verondieping van de Hoogelaarsleiding is in het model ingevoerd door de bodemhoogte van de vakken 0204/30, 0204/40, 0204/50 en 0204/60 te verhogen naar 7.57 m + NAP (figuur 2). Dit betekent een verhoging van 50 cm. bij de stuw en een verhoging van 8 cm. bij de Wulpenhoeve. Volgens het model heeft dit geen effect.



**Figuur 2**

### Verondieping vier stukken van de Hoogelaarsleiding

Het huidige modelconcept maakt het echter in dit geval (gestuwde, droogvallende leiding) onmogelijk om effecten van bodemverhoging te vinden. Dit concept Minnema en Snepvangers (2004) is door de gezamenlijke bij het maken en gebruiken van het model betrokken partijen vastgesteld, en vervolgens zijn de ijkingen ook hiermee uitgevoerd. Bij het waterschap zijn Jeroen van der Scheer en Erik Broeze hier goed van op de hoogte. Het modelconcept kent aan de waterlopen vaste zomer- en winterpeilen toe. Zomerpeilen gelden van 1 april – 30 september en winterpeilen gelden in het overige deel van het jaar. Er kunnen nu in het model de volgende situaties optreden:

- 1) grondwaterstand hoger dan peil in waterloop: de waterloop voert af naar evenredigheid met het peilverschil, ook als waterdiepte 0;
- 2) grondwaterstand lager dan peil in waterloop: infiltratie naar evenredigheid met het niveauverschil;
- 3) grondwaterstand beneden bodem waterloop, waterloop watervoerend: infiltratie naar evenredigheid waterdiepte in waterloop;
- 4) grondwaterstand beneden bodem waterloop, waterloop staat droog: geen infiltratie.

Het opgegeven zomerpeil in de Hoogelaarsleiding ligt ruim boven de werkelijke bodem van de leiding. Hierdoor zou dus volgens het model infiltratie optreden. In werkelijkheid valt de leiding echter grotendeels droog, of wordt in elk geval feitelijk in een groot deel van de zomer helemaal geen water meer afgevoerd. Het modelconcept voorziet in twee “trucs” om hieraan te ontkomen. De ene mogelijkheid, die niet is toegepast, is het formele zomerpeil zo laag te stellen, dat het op gelijk niveau komt met de bodem. De waterdiepte in de leiding is dan 0, en het model berekent geen infiltratie meer. Nu is volgens het model het waterpeil echter zo laag, dat dit geruime tijd beneden de grondwaterspiegel ligt. Als gevolg daarvan wordt

waterafvoer berekend, terwijl ook dat in werkelijkheid in de Hoogelaarsleiding in de zomer maar in heel beperkte mate optreedt. Daarom is van de tweede mogelijkheid gebruik gemaakt, namelijk het specificeren van een bodemhoogte die boven de werkelijke hoogte ligt, en wel op hetzelfde niveau als het zomerpeil. Het model ziet nu de hele zomer de Hoogelaarsleiding als drooggevallen, en berekent geen infiltratie. Tegelijkertijd ligt het leidingpeil ten opzichte van het grondwaterpeil nu in het model ongeveer zoals in werkelijkheid, zodat de afvoerberekening realistischer is. Met tussenoplossingen is niet geëxperimenteerd.

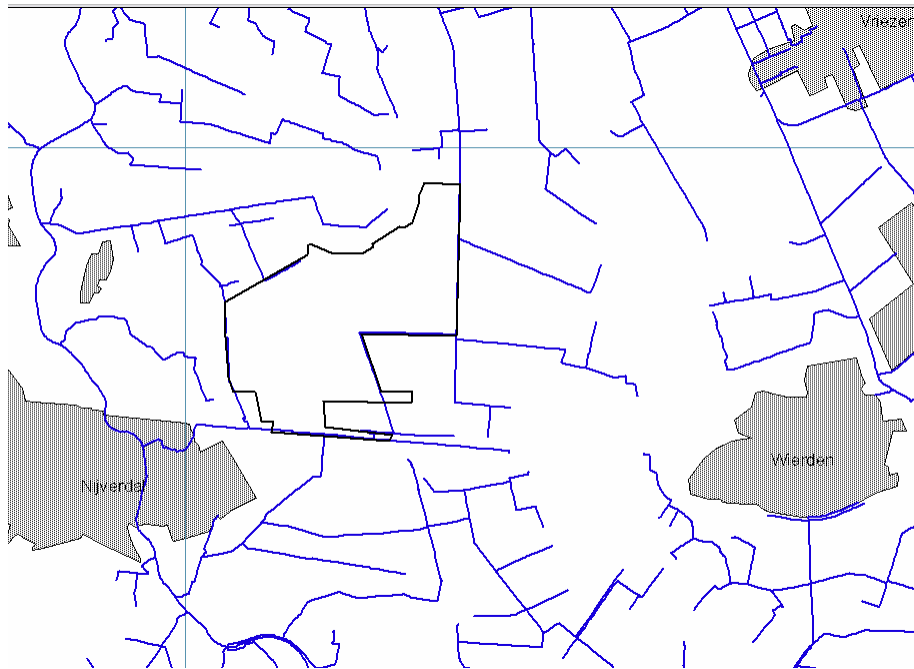
In het memo van Jeroen van der Scheer (d.d. 8 januari 2004) wordt als mogelijke oplossing om toch een indruk te krijgen van het effect van slootbodemverhoging het extensiveren van waterlopen, d.w.z. vermindering van de afvoercapaciteit van de sloten, gebruikt. Hij heeft dit gedaan met gebruik van de IR-database. Extensivering zal naar verwachting op de GLG een soortgelijk effect hebben als slootbodemverhoging, maar op de GHG wordt een groter vernattend effect verwacht. Om de vergelijking tussen de resultaten met de IR-database en die met het volledige WRD grondwatermodel te maken, is de extensivering in de modelberekeningen doorgevoerd voor de peilvakken uit figuur 2. De doorlaatfactor (conductance) van de Hoogelaarsleiding is hiertoe gehalveerd. Er zijn zeker nog meer mogelijkheden om via het oppervlaktewaterstelsel het waterregime te verbeteren, bijvoorbeeld door combinaties van bodemverhoging of peilverhoging met verbreding.

De extensivering laat geen effecten zien op de GLG, omdat de GLG afhangt van de droogste situaties in het jaar. In deze situaties is de Hoogelaarsleiding, zoals al uitgelegd, niet actief in het watersysteem. Het systeem in deze regio reageert bovendien zo snel, dat vernatting in de winter (zie verandering GHG) de zomersituatie nauwelijks beïnvloedt. In de winter kan er door de extensivering minder water worden afgevoerd. Dit heeft vooral effect op de gebieden rondom het Wierdense Veld. Het Wierdense Veld zelf ondervindt, doordat de waterstand er al iets hoger is, niet zo veel effect.

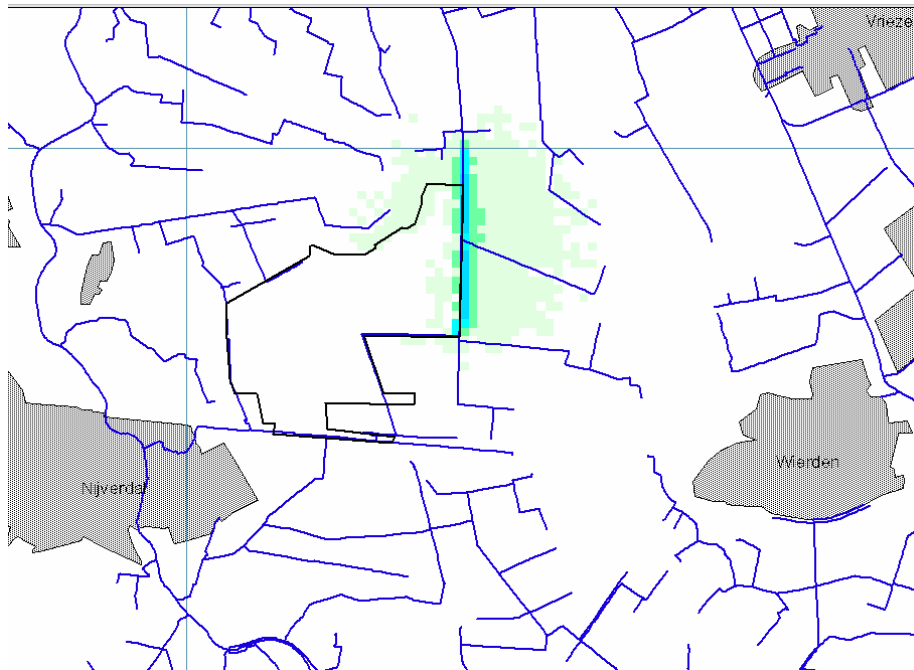
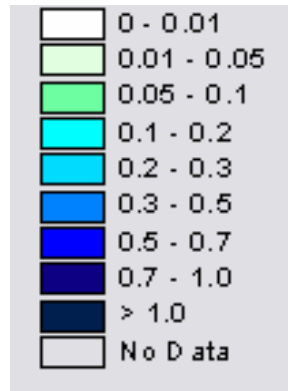
**Scenario 4:  
Combinatie van 2 & 3**

Scenario 4 is een combinatie van scenario 2 en 3. Het effect van de winning is dusdanig veel groter dat het effect van de extensivering wegvalt.

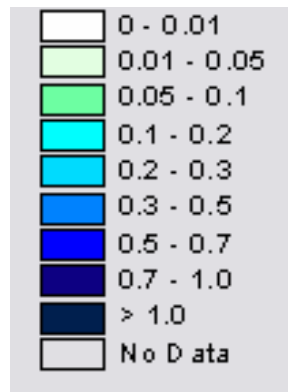
View: scenario 3 – extensivering Hoogelaarsleiding



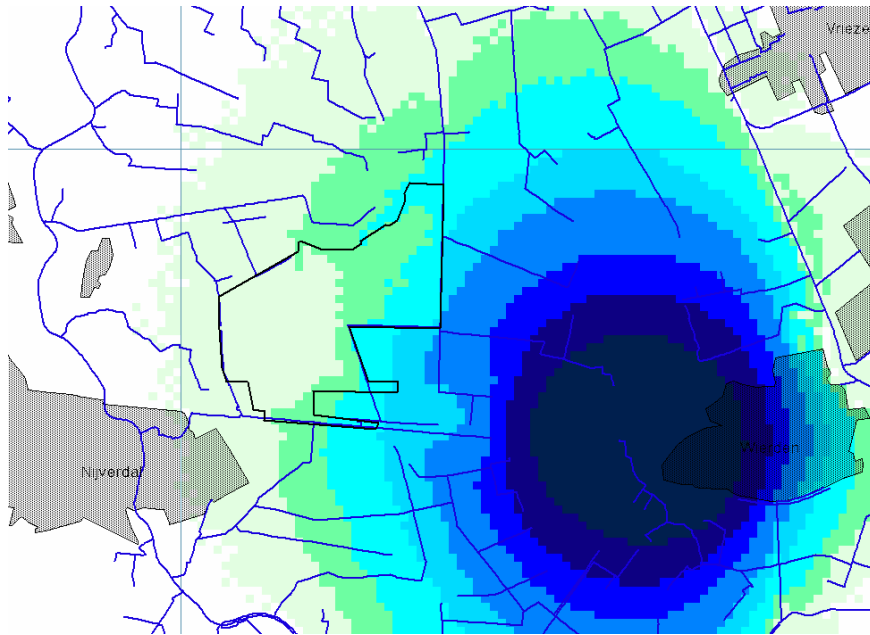
Verhoging GLG  
(m onder maaierveld)



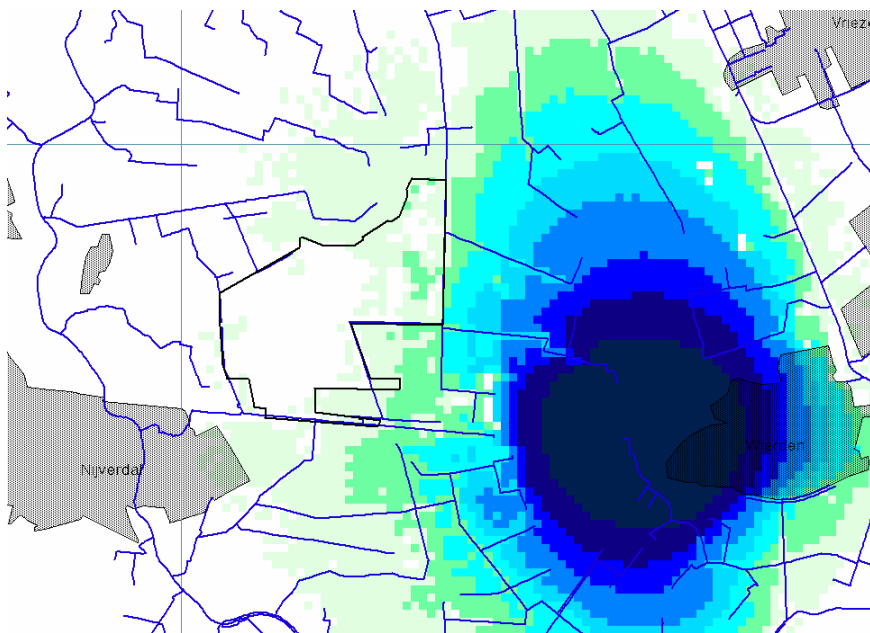
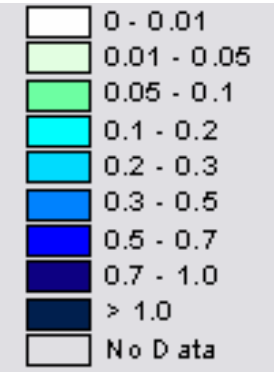
Verhoging GHG  
(m onder maaierveld)



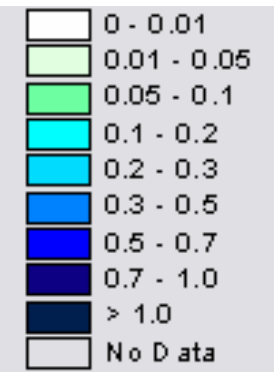
**View: scenario 4 –vermindering drinkwaterwinning & extensivering Hoogelaarsleiding**



**Verhoging GLG  
(m onder maaiveld)**



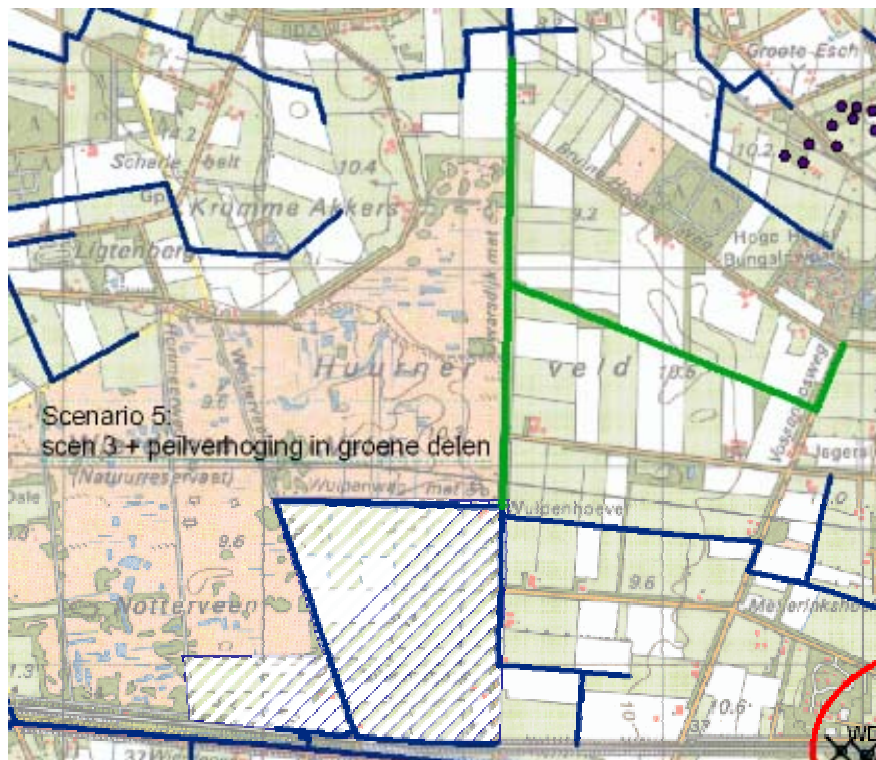
**Verhoging GHG  
(m onder maaiveld)**



**Scenario's 5a en 5b:**

**Stuwpeilverhoging in de Hoogelaarsleiding (5a) en  
Combinatie van 2 & 3 + stuwpeilverhoging in de Hoogelaarsleiding (5b)**

Scenario 5a is een stuwpeilverhoging (stuw 0204) in de Hoogelaarsleiding van 0.30 m (effect op groene delen van de Hoogelaarsleiding in figuur 3, maar in werkelijkheid niet op de oostelijke zijtak – zie hieronder). Hierbij zou in het landbouwgebied ten zuidoosten van het Wierdense Veld (gearceerde zone) de huidige situatie gehandhaafd worden middels een te plaatsen gemaal in de omgeving van de Wulpenhoeve. De peilvakken 02040023/10, 02040023/30 en 02040023/20 (oostelijke zijtak in figuur 3) worden formeel wel beïnvloed door de stuw, maar doordat de verhoogde peilen nog beneden hun bodemhoogten blijven is de verhoging in deze zijtak (figuur 3) 0 m. De peilvakken 0204/30, 0204/40, 0204/50 en 0204/60 kennen een verhoging van 30 cm. bij de stuw tot  $\pm 0$  cm. bij de Wulpenhoeve.

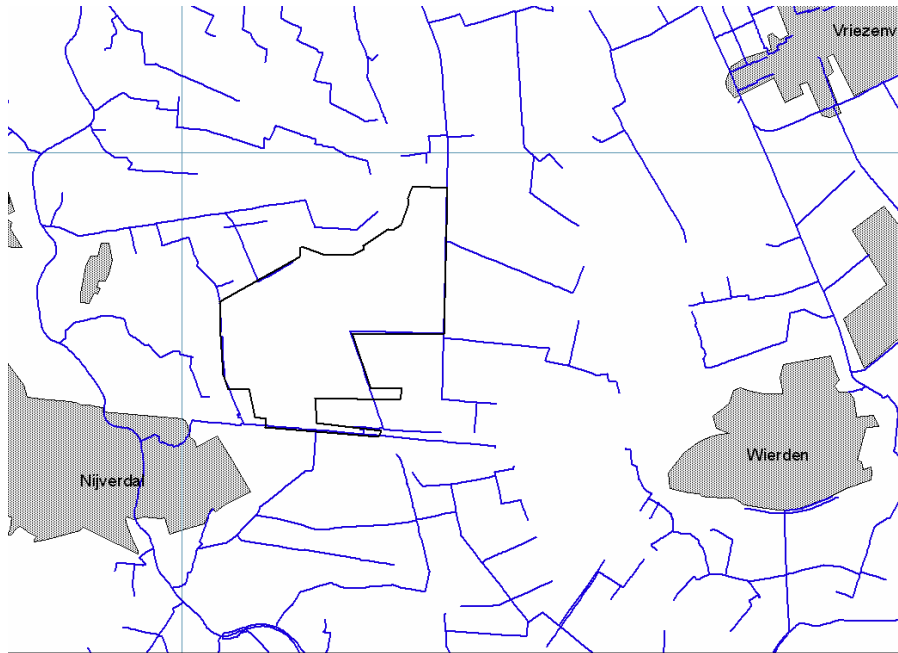


**Figuur 3**  
**Peilverhoging in groene delen**  
**Hoogelaarsleiding**

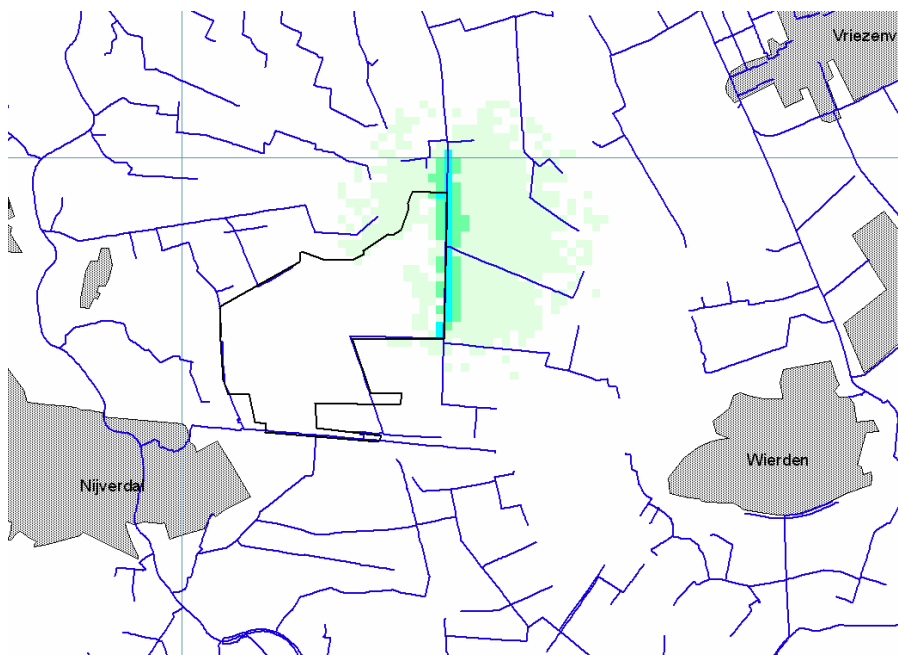
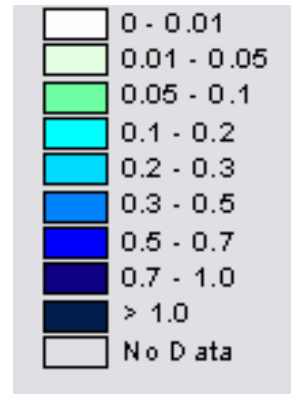
In de wit (en gedeeltelijk blauw) gearceerde zone wordt het peil voor de landbouw door een gemaal gehandhaafd.

In scenario 5b is het gecombineerde effect van dit maatregelscenario met scenario 2 en scenario 3 berekend.

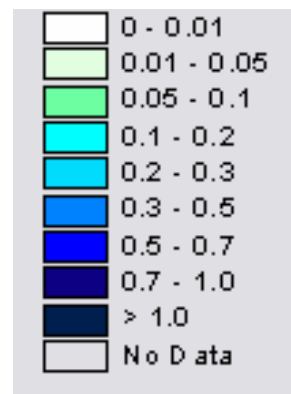
**View: scenario 5a –peilverhoging Hoogelaarsleiding**



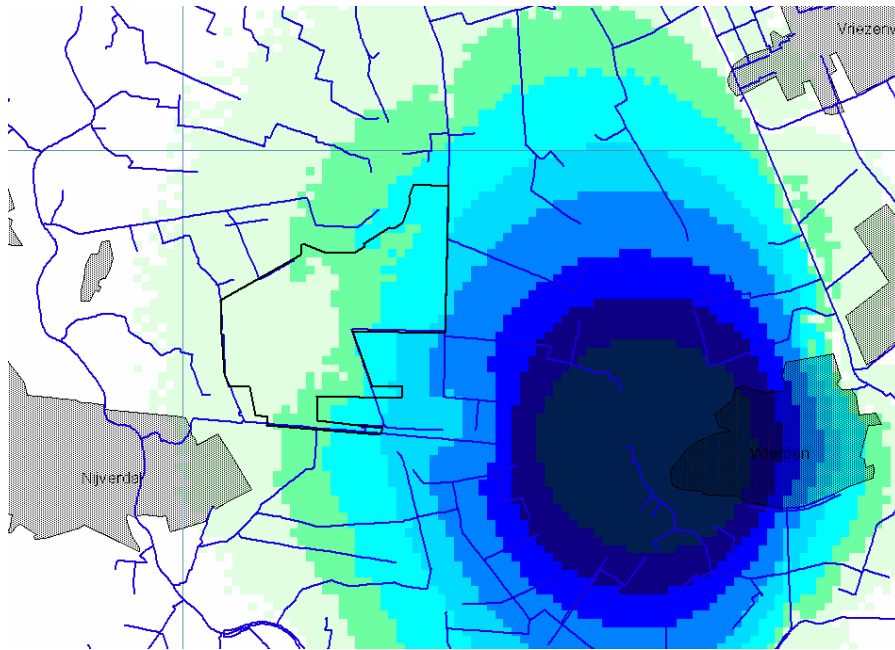
**Verhoging GLG  
(m onder maaiveld)**



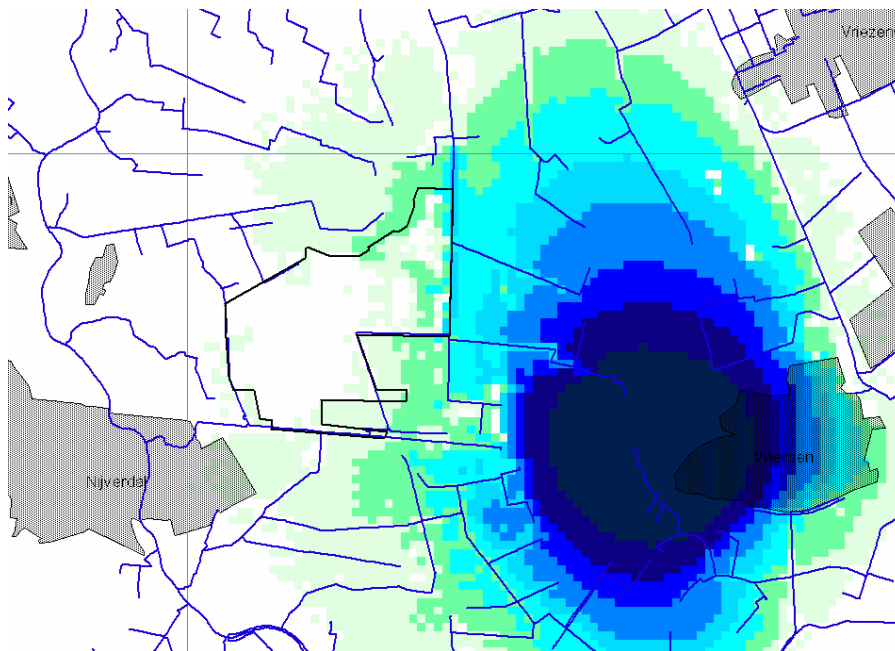
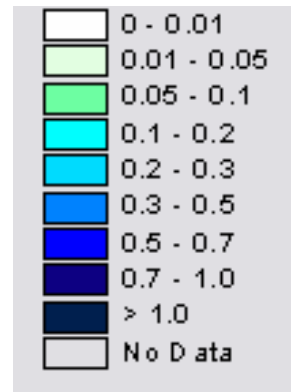
**Verhoging GHG  
(m onder maaiveld)**



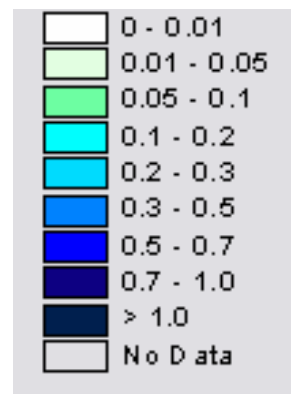
View: scenario 5b –peilverhoging Hoogelaarsleiding + extensivering + vermindering winning



Verhoging GLG  
(m onder maaiveld)



Verhoging GHG  
(m onder maaiveld)





Ook het effect van peilverhoging is alleen merkbaar op de GHG omdat voor droge zomersituaties (GLG) de Hoogelaarsleiding geen actieve waterloop is. Het effect op de GHG geeft een zelfde beeld als dat van de extensivering, opnieuw “voelt” het Wierdense Veld minder dan de rest van de omgeving rond de Hoogelaarsleiding.

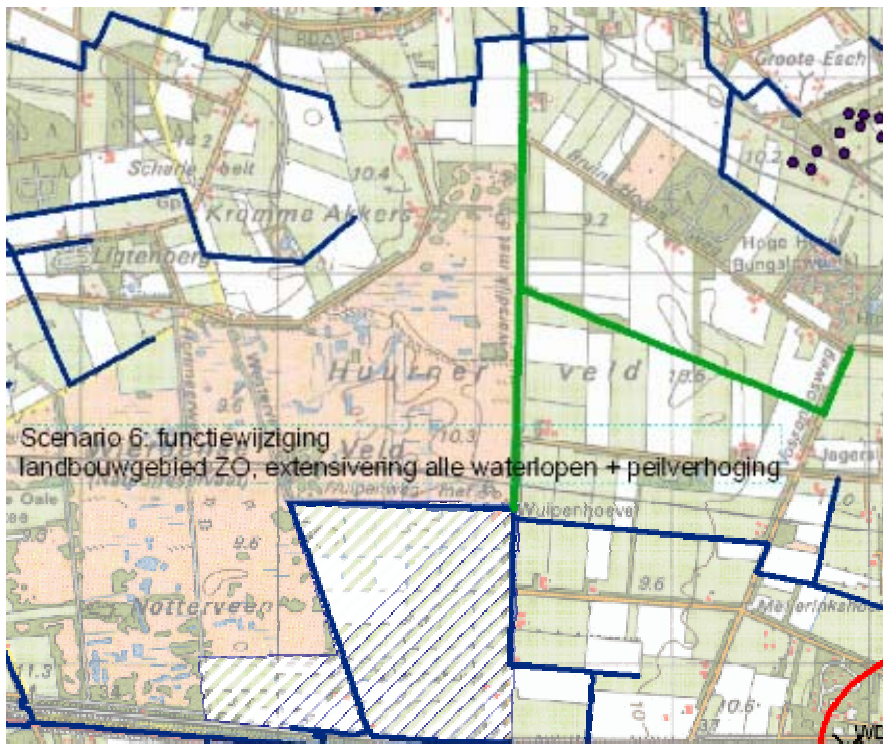
Het gecombineerde effect wordt daardoor nog steeds overtroffen door de effecten van het verminderen van de drinkwaterwinning.

#### Scenario 6a en 6b:

#### Functiewijziging in landbouwgebied (6a) en

#### Combinatie van 2 & 3 met functiewijziging (extensivering waterlopen + peilverhoging in het gearceerde gebied) in landbouwgebied ten zuidoosten van het Wierdense Veld (6b)

In scenario 6a wordt een functiewijziging doorgevoerd. De functie van het landbouwgebied ten zuidoosten van het Wierdense Veld (gearceerde zone in figuur 4) wordt veranderd in natuur. Dit betekent dat alle waterlopen in deze zone worden geëxtensiverd (50% minder waterlopen) en het peil in alle waterlopen in dit gebied wordt verhoogd met 0.30 m. Dit is een beperkte voorstelling van de uiteindelijk mogelijke ingreep, want daarbij moet waarschijnlijk eerder aan een verhoging van ca. 1.0 m gedacht worden.

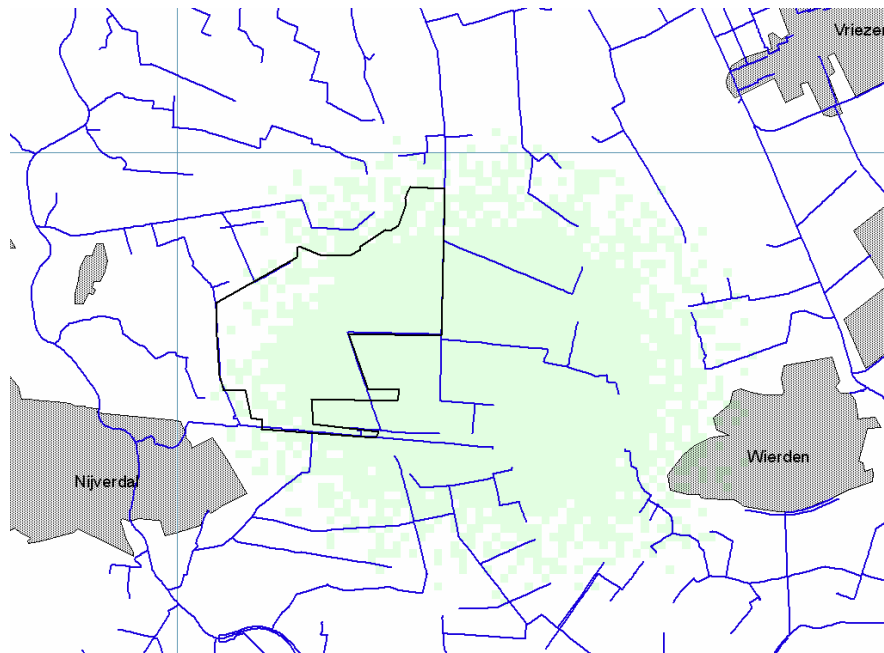


**Figuur 4**  
**Functiewijziging**  
**landbouwgebied:**  
**extensivering en**  
**peilverhoging alle**  
**waterlopen in gearceerd**  
**gebied**

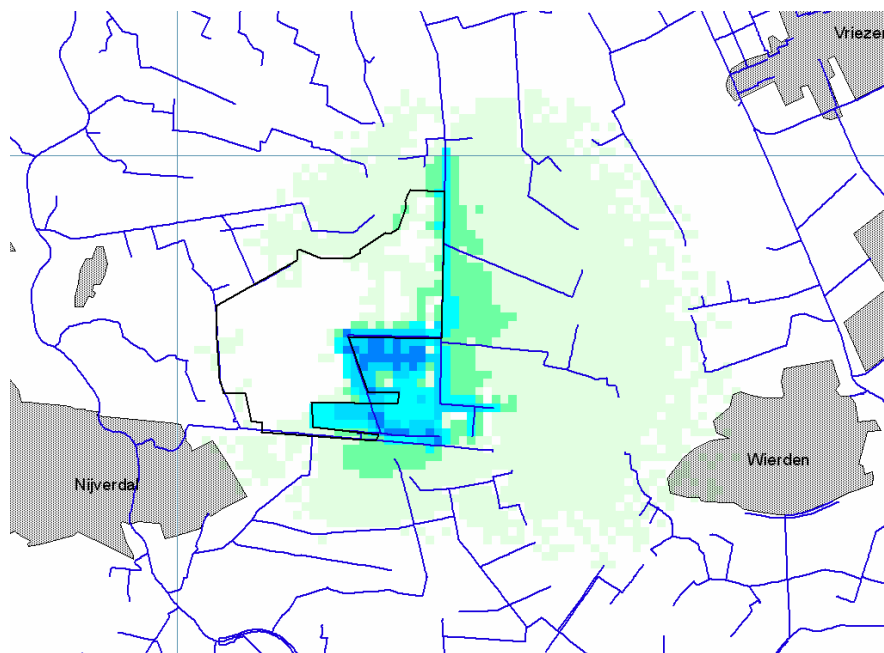
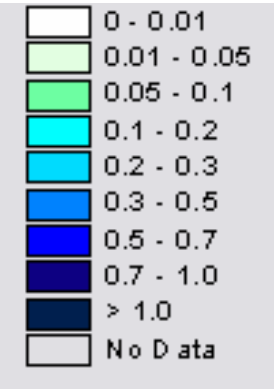
In de wit (en gedeeltelijk blauw) gearceerde zone wordt een natuurfunctie toegekend en in verband daarmee het peil verhoogd.

In scenario 6a wordt het gezamenlijke effect berekend van uitvoering van deze functiewijziging, vermindering van de drinkwateronttrekking en extensivering van de Hoogelaarsleiding.

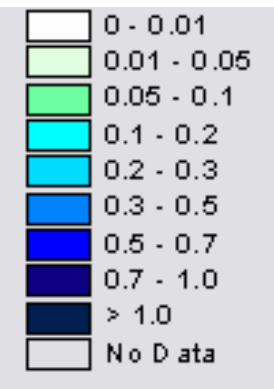
View: scenario 6a –Extensivering + peilverhoging Hoogelaarsleiding & landbouwgebied Zuidoost



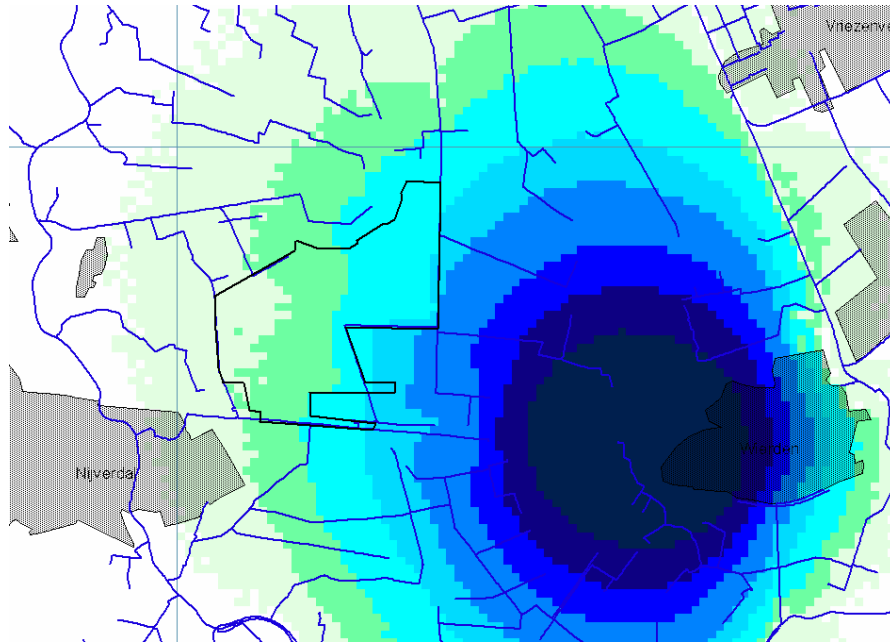
Verhoging GLG  
(m onder maaiveld)



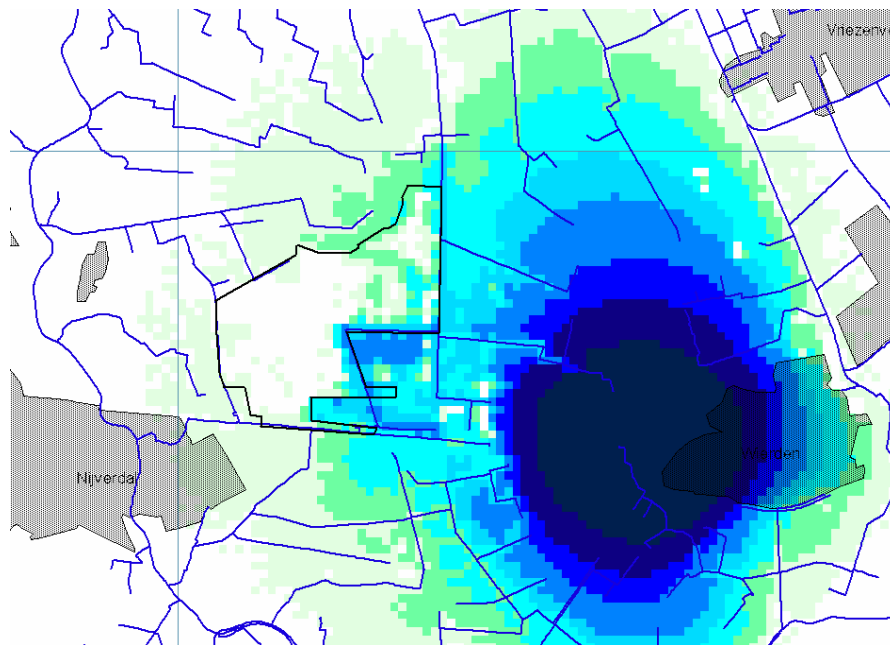
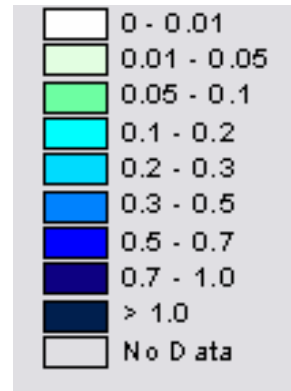
Verhoging GHG  
(m onder maaiveld)



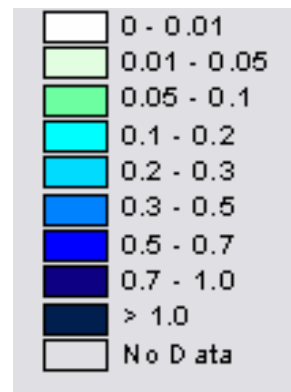
**View: scenario 6b –extensivering + peilverhoging landbouwgebied en Hoogelaarsleiding & vermindering winning**



**Verhoging GLG (m onder maaiveld)**



**Verhoging GHG (m onder maaiveld)**



## *Bijlage A*

Extensivering en peilverhoging in het landbouwgebied in het zuidoosten en in de Hoogelaarsleiding heeft zowel een effect op de GLG als op de GHG. De uitstraling van de peilverhoging in het landbouwgebied lijkt groter te zijn dan die in de Hoogelaarsleiding alleen. Opnieuw voelt het Wierdense Veld door de hoge weerstand in de deklaag het effect minder dan de zandige omgeving.

De effecten in combinatie met het verminderen van de winning leveren voor het eerst een beeld op dat niet vrijwel volledig bepaald is door het verminderen van de winning. Met name in het landbouwgebied zelf zijn de effecten van de peilveranderingen en extensivering duidelijk, vooral op de GHG.

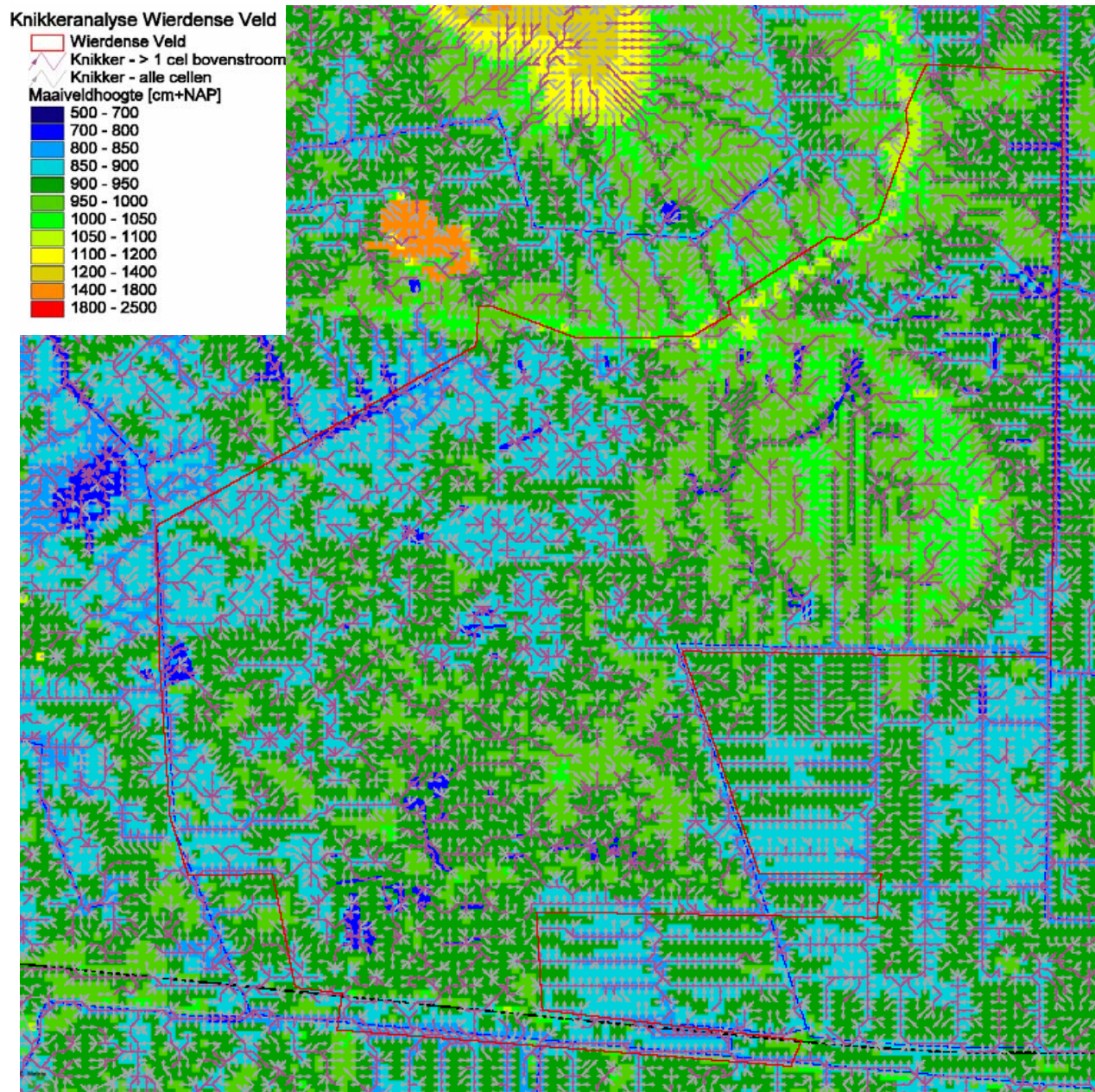
### **Conclusies en slotopmerking**

De resultaten van deze berekeningen met het WRD grondwatermodel lijken veel op de berekeningen uit de IR-database. Opnieuw blijkt dat vermindering van de winning het grootste effect heeft op het Wierdense Veld. Het extensiveren van het landbouwgebied in het zuidoosten zal ook een duidelijk positief effect hebben op de verdrogingsbestrijding en de mogelijkheden voor hoogveenontwikkeling.

Om de effecten van slootboderverhogingen door te kunnen rekenen moet met een verbeterd concept van de relatie grondwater-oppervlaktewater worden gewerkt. In verband met het verplaatsen van de winningen bij Wierden wordt in opdracht van Vitens een gekoppeld SOBEK-MODFLOW model ontwikkeld. Hoewel deze opdracht nu nog niet het gehele voor het Wierdense Veld belangrijke studiegebied beslaat, is dan toch een instrument beschikbaar dat uitgebreid zou kunnen worden om de effecten van bodemverhogingen en een aantal andere maatregelen in het oppervlaktewaterstelsel nauwkeuriger te bepalen.

## Bijlage B: Knikkeranalyse

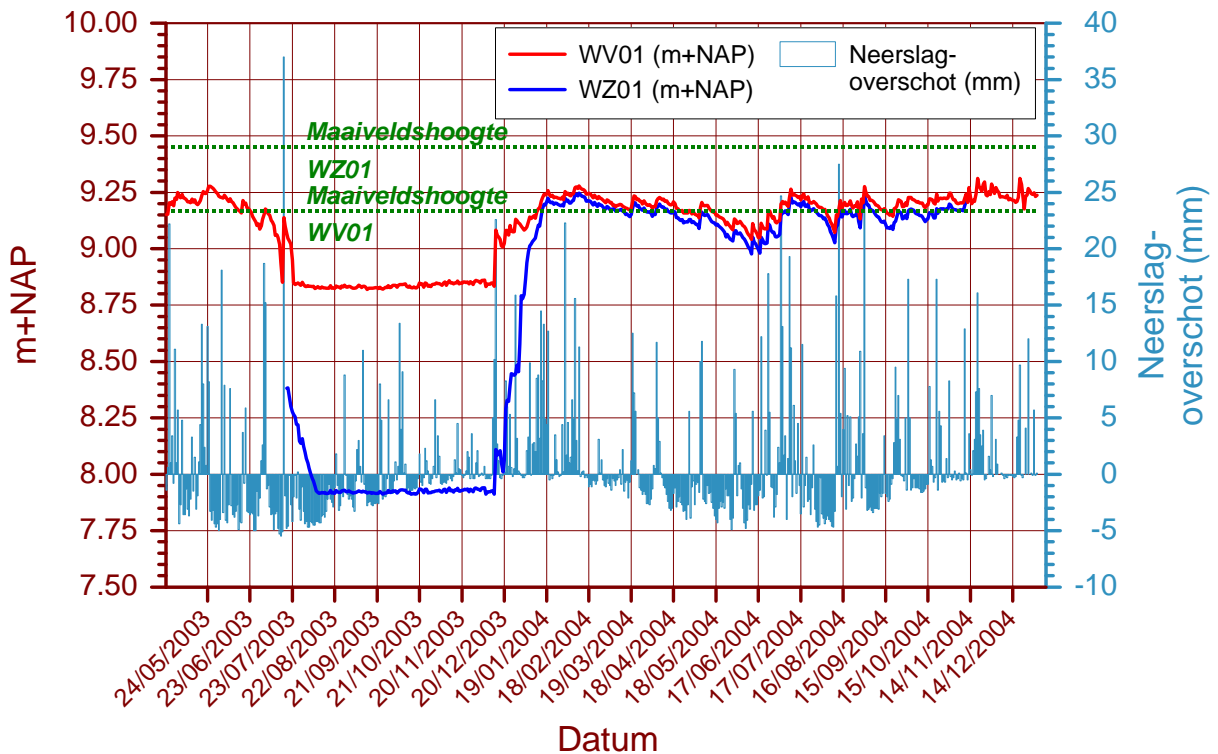
In deze bijlage staat een verkleinde uitsnede van de kaart van de knikkeranalyse. De complete kaart op werkelijke grootte (A0-formaat) staat op de bijgevoegde CD-ROM.



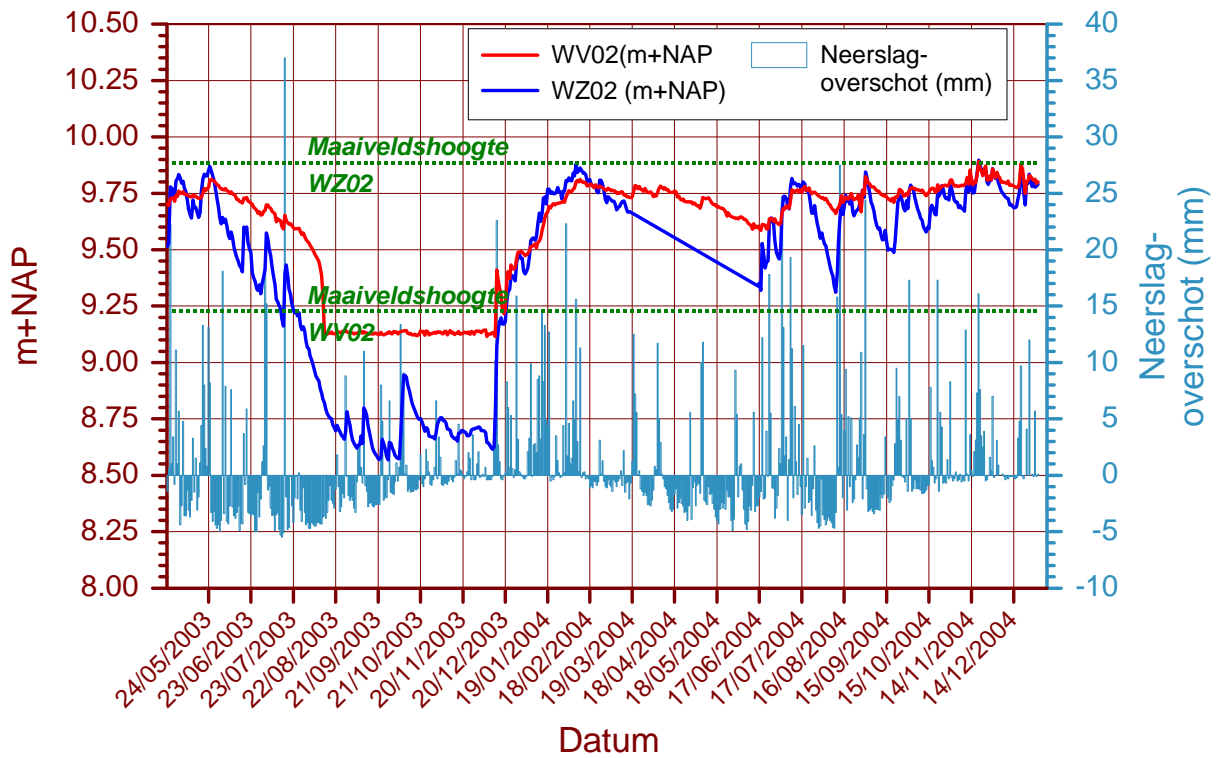


## Bijlage C: Tijdstijghoogtegrafieken per meetpunt

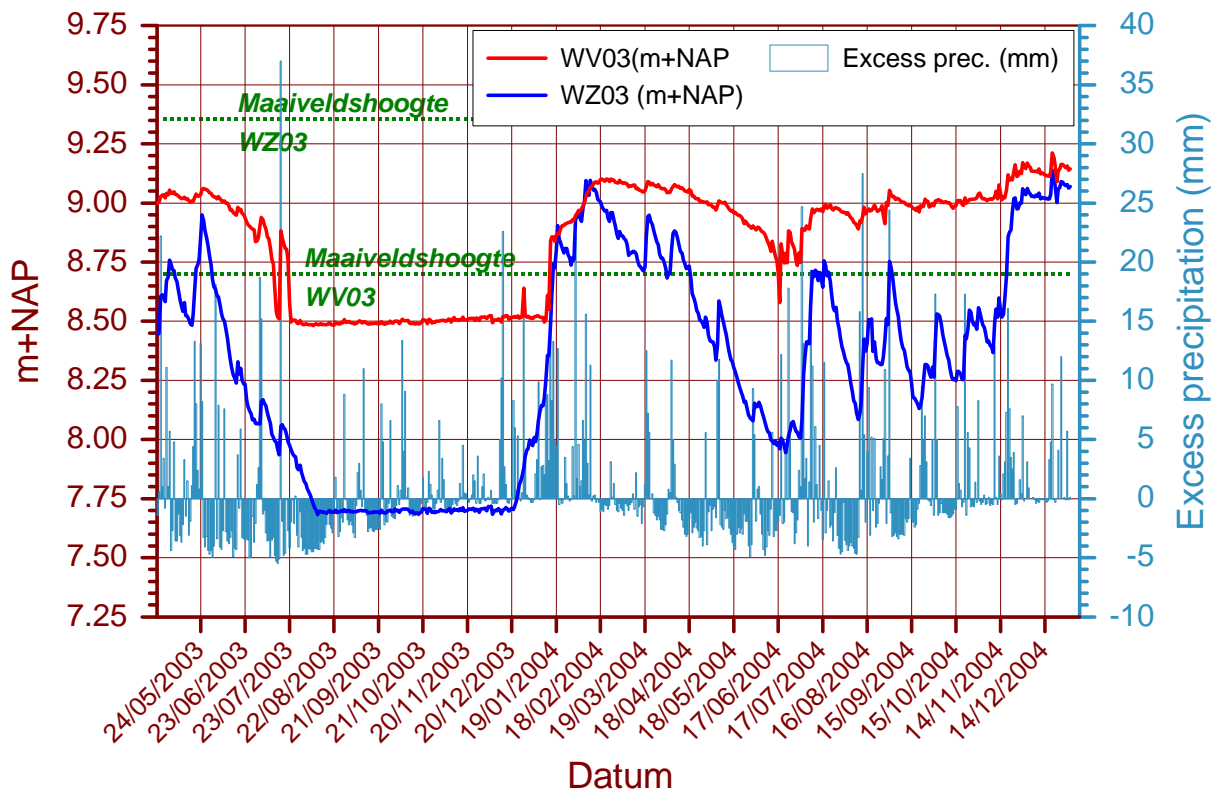
Hieronder worden tijdstijghoogtelijnen per meetpunt of groepje meetpunten weergegeven. De meetpuntcodes met een 'V' in de tweede positie hebben betrekking op waterstanden in of op het restveen, die met een 'Z' op de stijghoogte in de zandondergrond. Het neerslagoverschot is weergegeven als balkengrafiek. Het lange horizontale stuk in de zomer van 2003 dat in vrijwel alle grafieken te zien is, geeft het droogvallen van peilbuizen weer. De werkelijk opgetreden waterstand, c.q. stijghoogte, is lager dan deze horizontale lijn.



**Figuur C.1:** Tijdstijghoogtelijnen meetpunt 1. Maaiveldshoogten zijn bij benadering aangegeven.

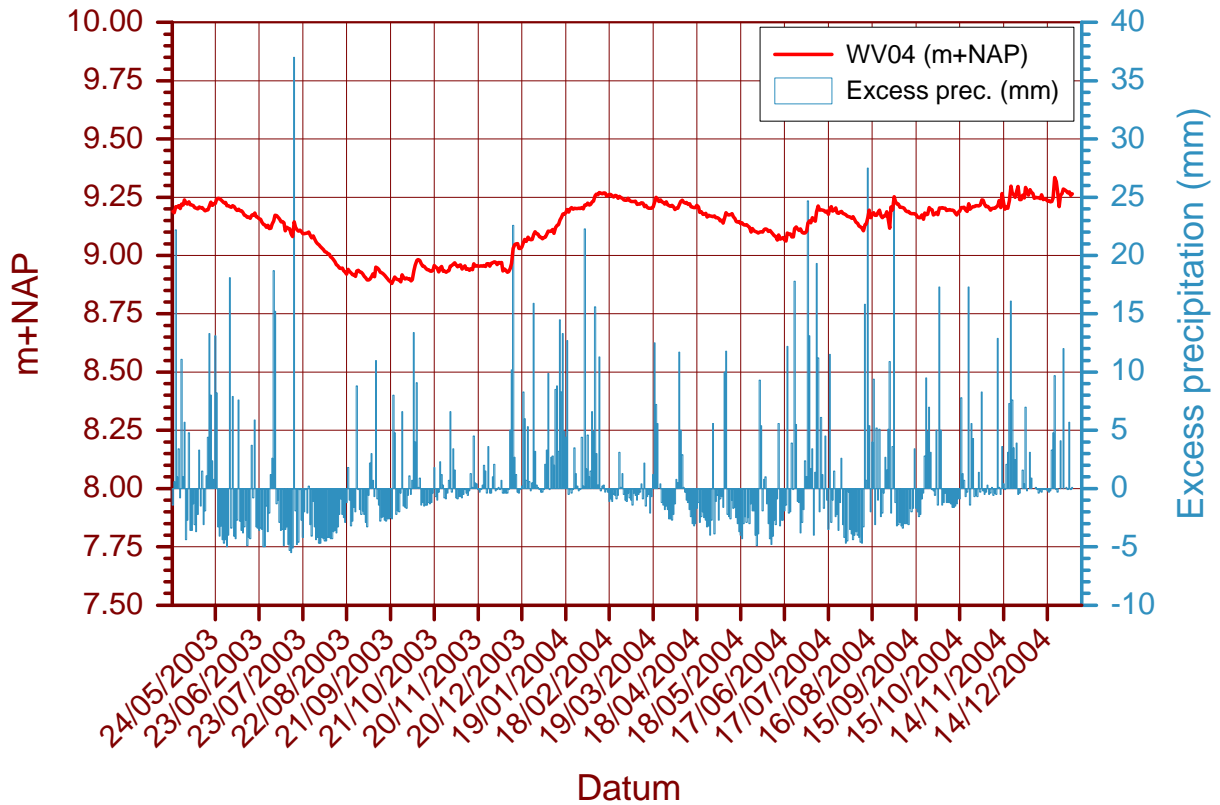


**Figuur C.2:** Tijdstijghoogtelijnen meetpunt 2. Maaiveldshoogten zijn bij benadering aangegeven.

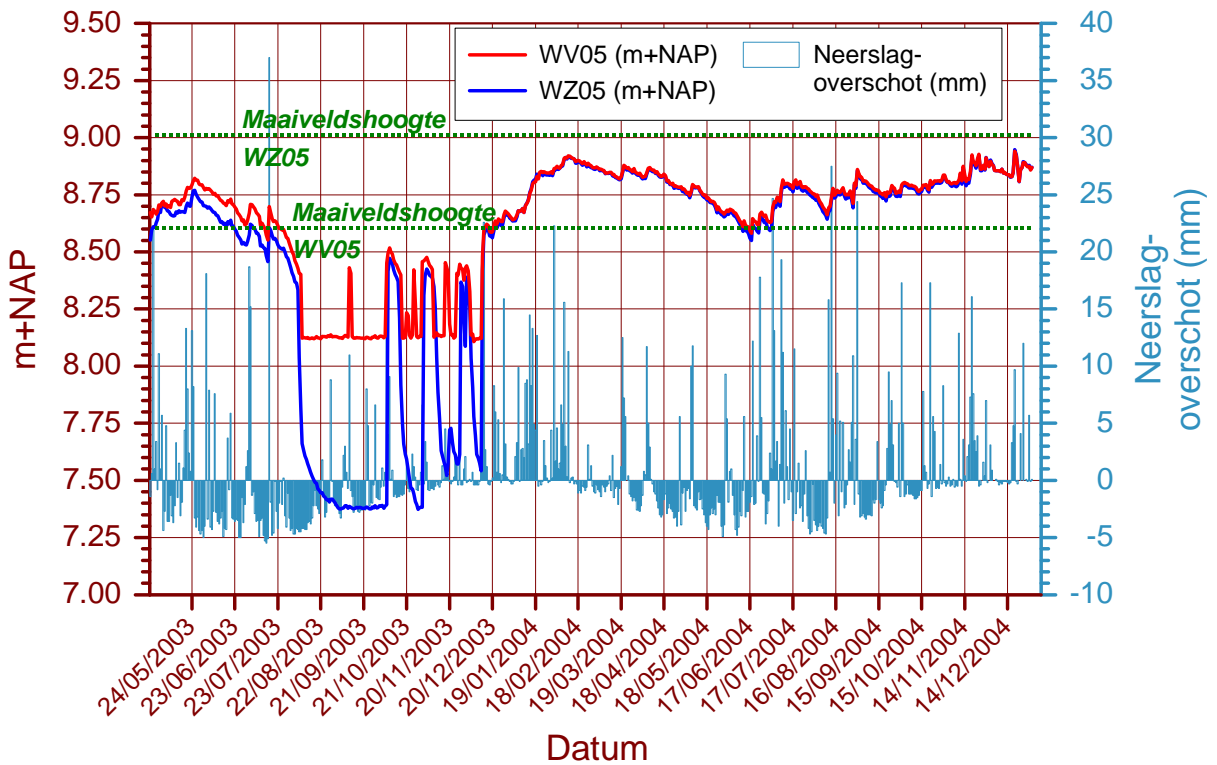


**Figuur C.3:** Tijdstijghoogtelijnen meetpunt 3. Maaiveldshoogten zijn bij benadering aangegeven.

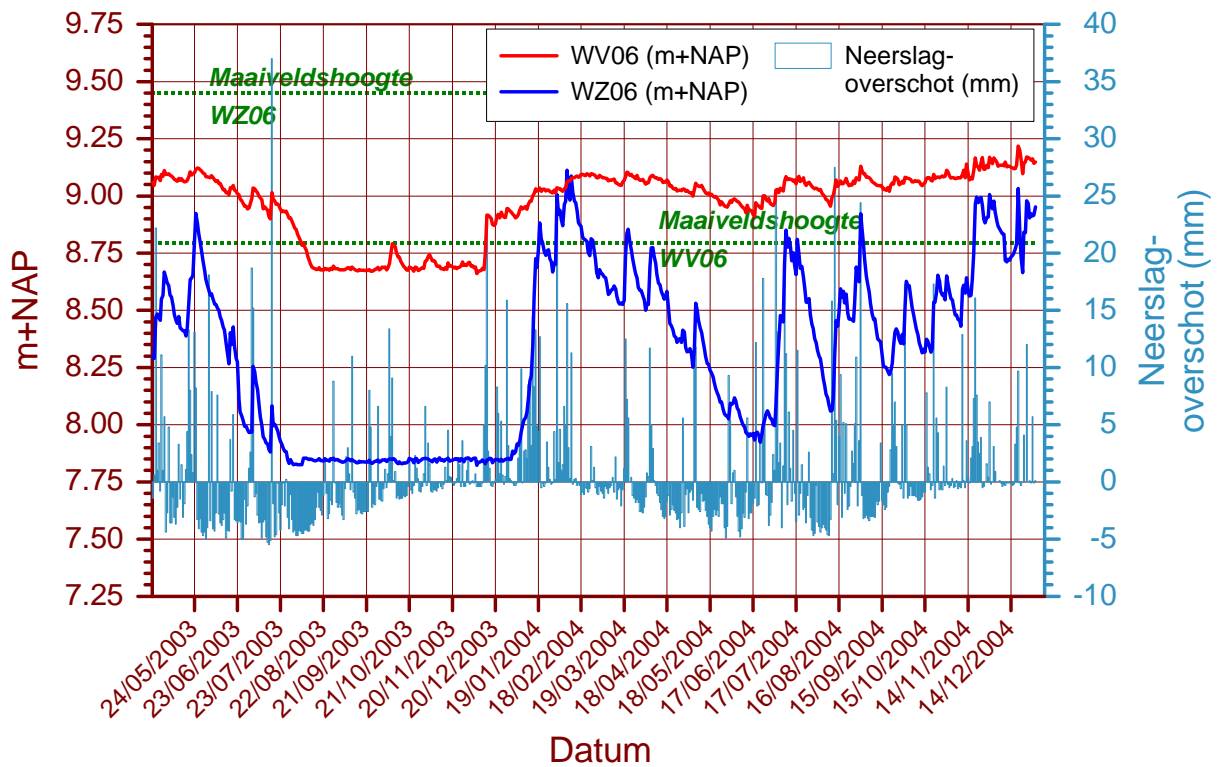




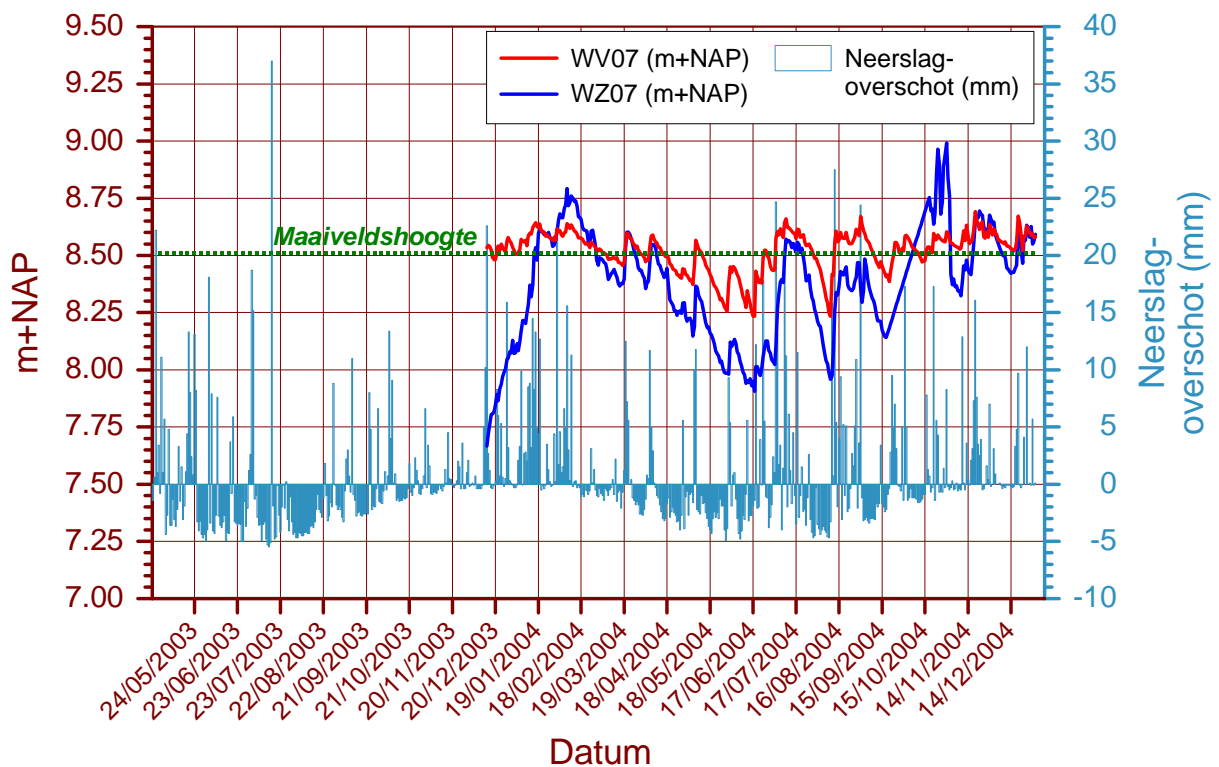
**Figuur C.4:** Tijdstijghoogtelijn meetpunt 4. Maaiveldshoogte is niet aangegeven, omdat het gebied veel drijftillen bevat.



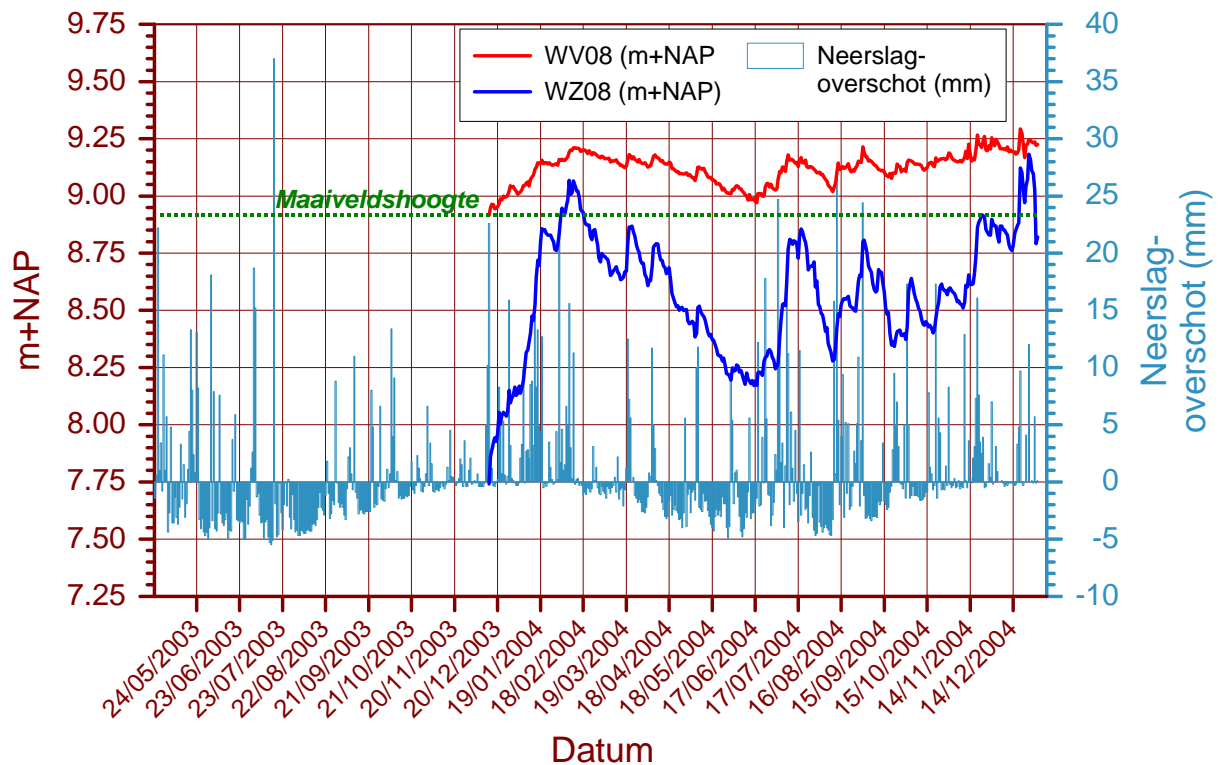
**Figuur C.5:** Tijdstijghoogtelijnen meetpunt 5. Maaiveldshoogten zijn bij benadering aangegeven.



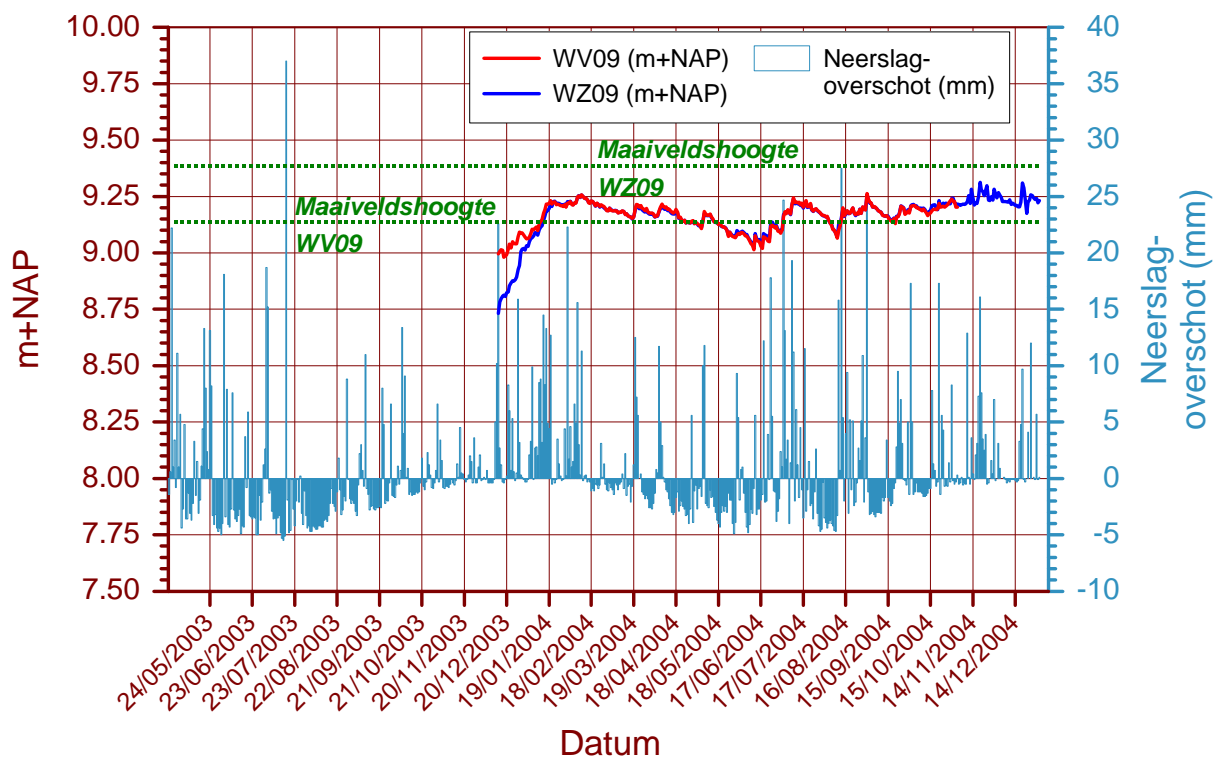
**Figuur C.6:** Tijdstijghoogtelijnen meetpunt 6. Maaiveldshoogten zijn bij benadering aangegeven.



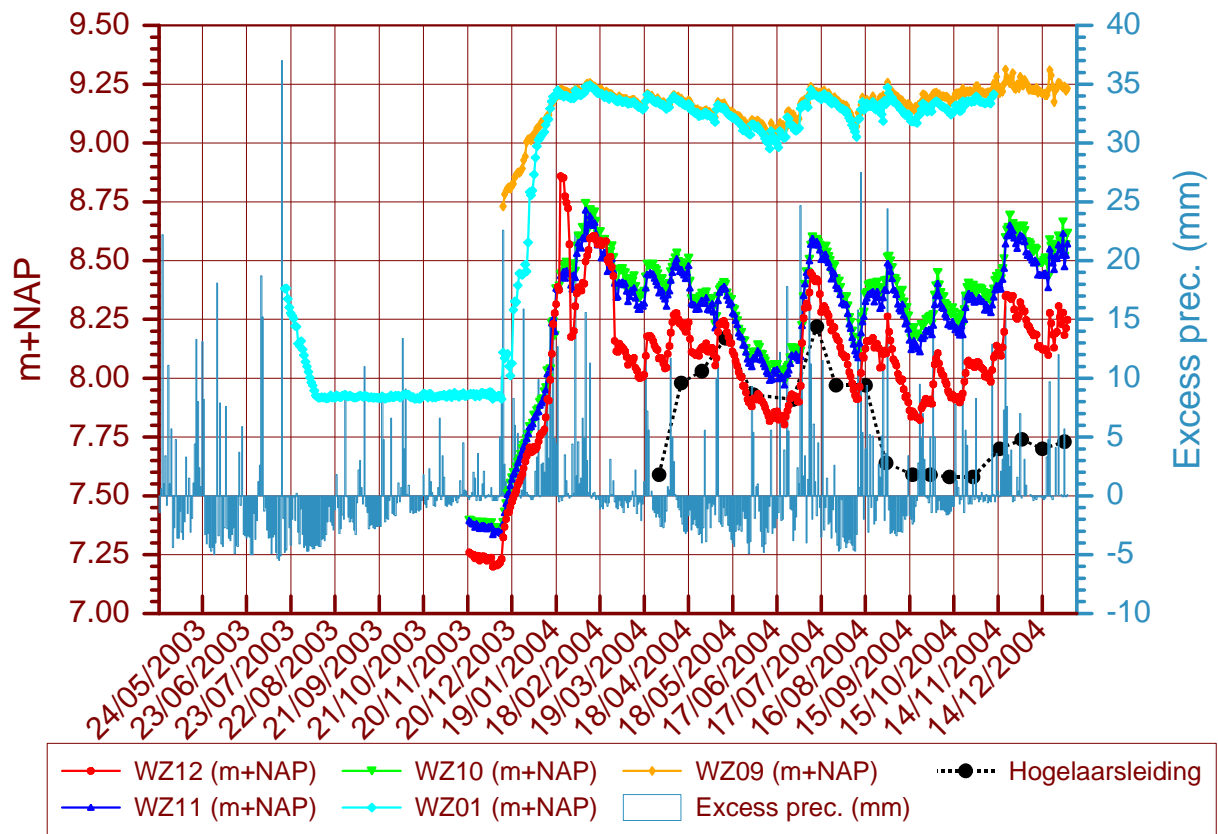
**Figuur C.7:** Tijdstijghoogtelijnen meetpunt 7. De rechte stukken in het rechterdeel van de grafiek van WZ07 zijn veroorzaakt door interpolaties, nodig als gevolg van een fabricagefout in de Diver. Maaiveldshoogte geldt voor beide peilbuizen en is bij benadering aangegeven.



**Figuur C.8:** Tijdstijghoogtelijnen meetpunt 8. Maaiveldshoogte geldt voor beide peilbuizen en is bij benadering aangegeven.



**Figuur C.9:** Tijdstijghoogtelijnen meetpunt 9. Het rechterdeel van WV09 ontbreekt als gevolg van een fabricagefout in de Diver. Door de overlapping van de lijnen is een groot deel van de waarnemingen van WZ09 niet te zien. Maaiveldshoogten zijn bij benadering aangegeven.



**Figuur C.10:** Tijdstijghoogtelijnen zandondergrond in de raai loodrecht op de Hoogelaarsleiding. Maaiveldhoogten zijn bij benadering aangegeven.

## Bijlage D: De bepaling van de verticale weerstand van de toplaag van een bodemprofiel met de kolommethode

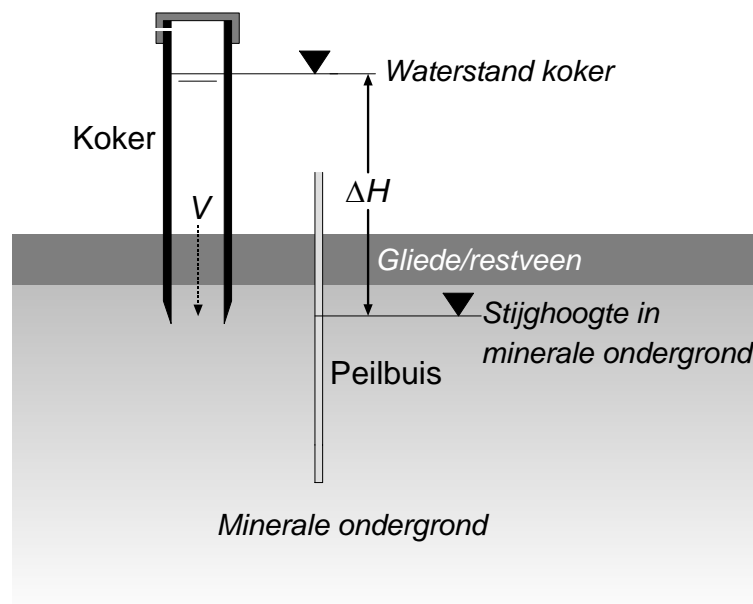
### Doel

Het *in situ* bepalen van de verticale weerstand van een restveenlaag op een min of meer doorlatende minerale ondergrond.

### Werkwijze

Een ronde buis van redelijk slagvaste kunststof en een diameter van ongeveer 25 cm wordt rechtstandig in de grond geslagen tot de onderkant zich in de minerale ondergrond bevindt. De onderrand is aan de buitenkant afgeschuind om het indringen in de grond te vergemakkelijken. De binnenwand is recht om zo min mogelijk verstoring van de grondkolom in de buis te veroorzaken. Daarmee is een grondkolom gestoken die op zijn plaats blijft, maar hydrologisch is geïsoleerd van de grond die zich in zijwaartse richting bevindt. In de grondkolom kan nu in de praktijk alleen nog verticale stroming optreden.

Vervolgens wordt de buis gevuld met water en er wordt een Diver of andere waterstandslogger in geplaatst om het verloop van de waterstand in de tijd te registreren. Een afneembaar deksel voorkomt verdamping. Een luchtgat met een diameter van ongeveer 5 mm (niet kritisch) waarborgt de uitwisseling met de buitenlucht, zodat in de buis geen over- of onderdruk kan ontstaan. Nabij de kolom, op een afstand van hooguit enkele tientallen meters, komt een peilbuis met logger die het verloop in de tijd van de stijghoogte in de (zand)ondergrond registreert (Figuur D.1). Na verloop van tijd worden de loggers uitgelezen. De duur van de proef zal al gauw enkele maanden bedragen.



**Figuur D.1:** Meetopstelling bij de kolomproef voor de bepaling van de verticale weerstand  $c$  van een restveen, c.q. gliedelaag.  $\Delta H$ : is het verschil tussen de waterstand in de koker en de stijghoogte in de minerale ondergrond,  $v$  de fluxdichtheid van de stroming uit de koker naar de zandondergrond en gelijk aan de daalsnelheid van de waterspiegel in de koker.

### **Uitwerking van de gegevens**

Uitwerking kan op twee manieren plaatsvinden. De eenvoudigste is gebaseerd op de gemiddelde daalsnelheid van het peil in de buis, gelijk aan de fluxdichtheid van de uitstroming  $v$  [ $LT^{-1}$ ], en het gemiddelde verschil  $\Delta H$  [L] tussen de waterstand in de buis en de stijghoogte in de minerale ondergrond, beide uiteraard over dezelfde meetperiode. Deze werkwijze is gerechtvaardigd omdat het hier gaat om een zogenaamd lineair reservoir. Dat houdt in ons geval in dat  $v$  onder alle omstandigheden recht evenredig is met  $\Delta H$ , met de verticale weerstand  $c$  [T] van de te bemeten bodemlaag als evenredigheidsconstante. Er geldt dan

$$c = \frac{\overline{\Delta H}}{v} \quad (1)$$

Indien de meting van de stijghoogte in de minerale ondergrond niet onmiddellijk onder de buis plaatsvindt, moet een redelijk contrast bestaan tussen de relatief lage doorlatendheid van de te bemeten laag en de relatief hoge doorlatendheid van de minerale ondergrond. Bij gliede op zand mag men aannemen dat dit het geval is. Dan wordt de stijghoogte direct onder de buis namelijk niet noemenswaard beïnvloed door het stromingsproces tussen kolom en minerale ondergrond en is de stijghoogte in de peilbuis in de minerale ondergrond representatief voor die onder de kolom.

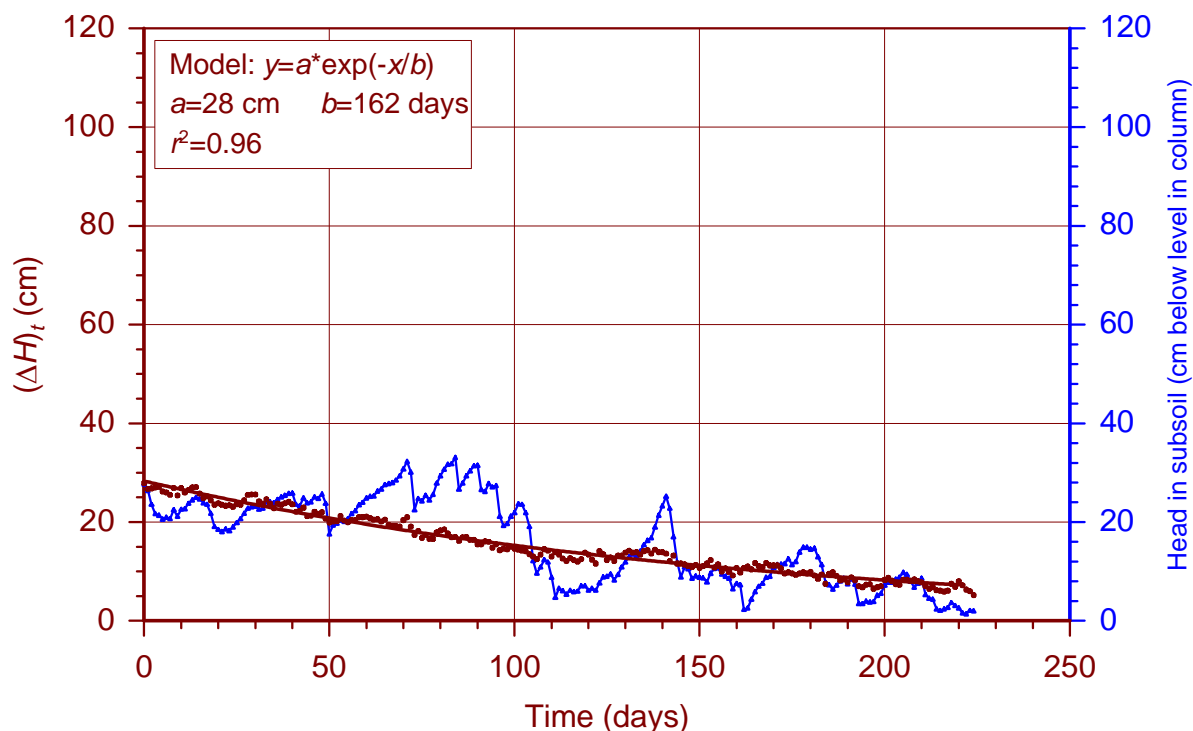
Bij deze uitwerking moet de stijghoogte in de minerale ondergrond bekend zijn. Het is in beginsel mogelijk om de uitkomst van (1) te benaderen, waarbij alleen een begin- of eindwaarde van de stijghoogte in de minerale ondergrond bekend is, mits de stijghoogte een trend heeft die over de volle meetperiode een stijghoogteverandering oplevert die verwaarloosbaar is ten opzichte van de initiële  $\Delta H$ . Een dergelijke procedure kan zinvol zijn voor het geval geen logger voor het registreren van de stijghoogte in de minerale ondergrond beschikbaar is. Voor een lineair reservoir, zoals de beschouwde kolom, kan worden geschreven

$$(\Delta H)_t = (\Delta H)_0 \exp \frac{-t}{\mu c} \quad (2)$$

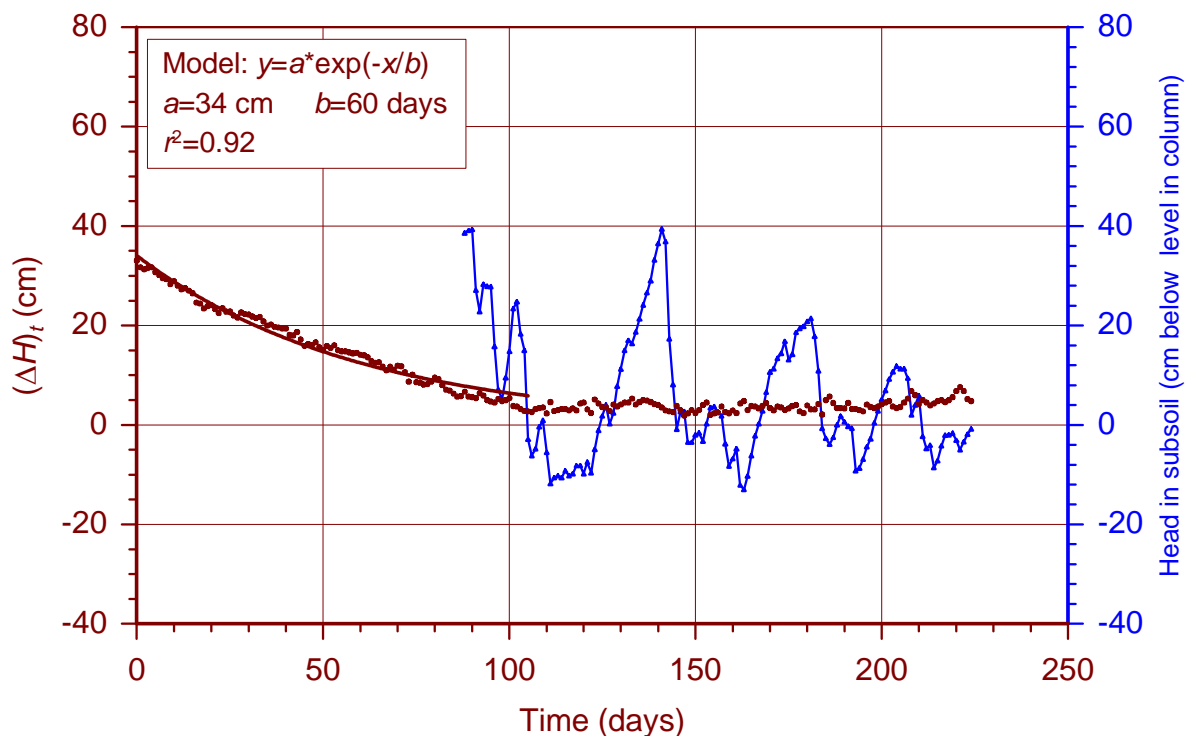
waarin  $\mu$  [1] de bergingscoëfficiënt in de koker is en  $t$  [T] de verstreken tijd sinds de eerste meting van  $\Delta H$ . Omdat voor de kolom geldt dat  $\mu=1$  zolang het water boven het grondoppervlak staat, kan men in beginsel uit (2)  $c$  berekenen. Voor  $t \gg c$  nadert  $(\Delta H)_t$  tot 0. Stijghoogteschommelingen in de minerale ondergrond over perioden die kort zijn ten opzichte van  $c$  hebben blijkens (2) slechts een beperkte invloed op het resultaat, zodat men onder inachtneming van deze beperking en van een verwaarloosbare trend van de stijghoogte in de minerale ondergrond  $\Delta H$  mag definiëren ten opzichte van de initiële stijghoogte daarvan. Aanpassingen zijn nodig indien de stijghoogte direct onder de koker structureel groter of kleiner blijkt te zijn dan de initieel gemeten waarde.

Een bezwaar bij toepassing van (2) naast genoemde eisen is dat de periode voldoende lang moet zijn voor een redelijk betrouwbare vereffening, *i.e.* de duur van de meetperiode mag niet heel veel kleiner zijn dan  $c$ . Een bepaling volgens (2) zal echter doorgaans minder betrouwbaar zijn dan één volgens (1).

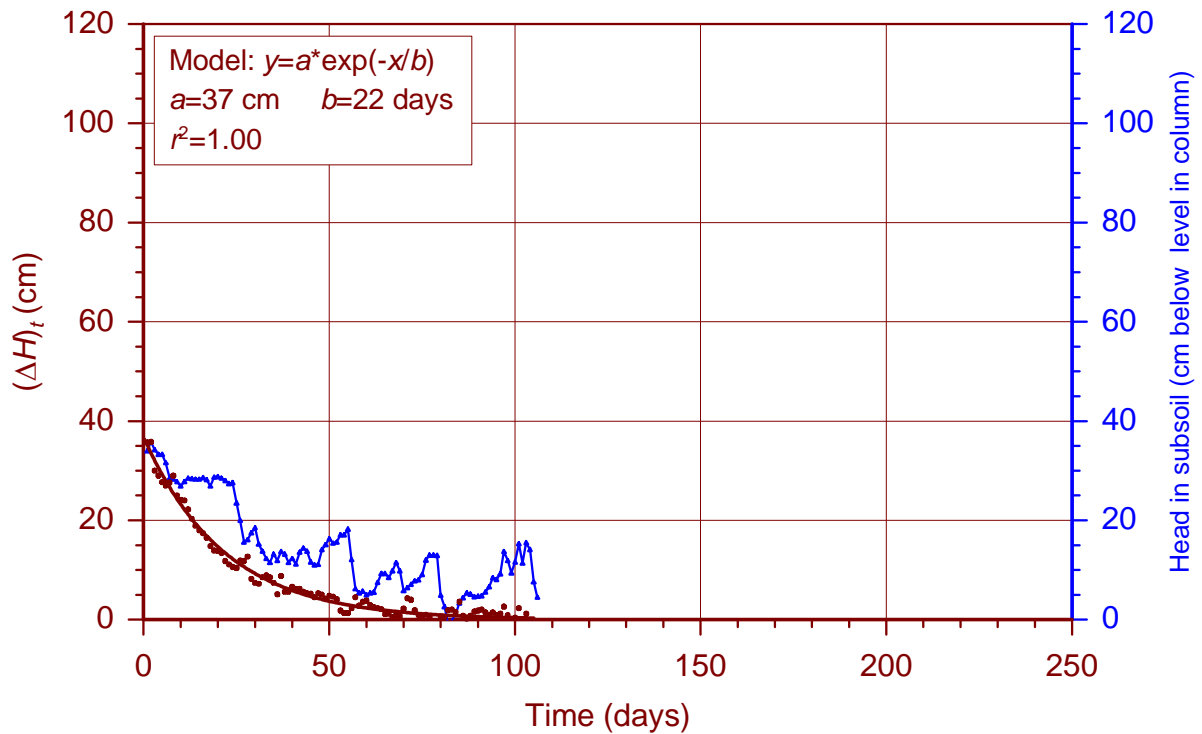
**De grafieken van methode 2**



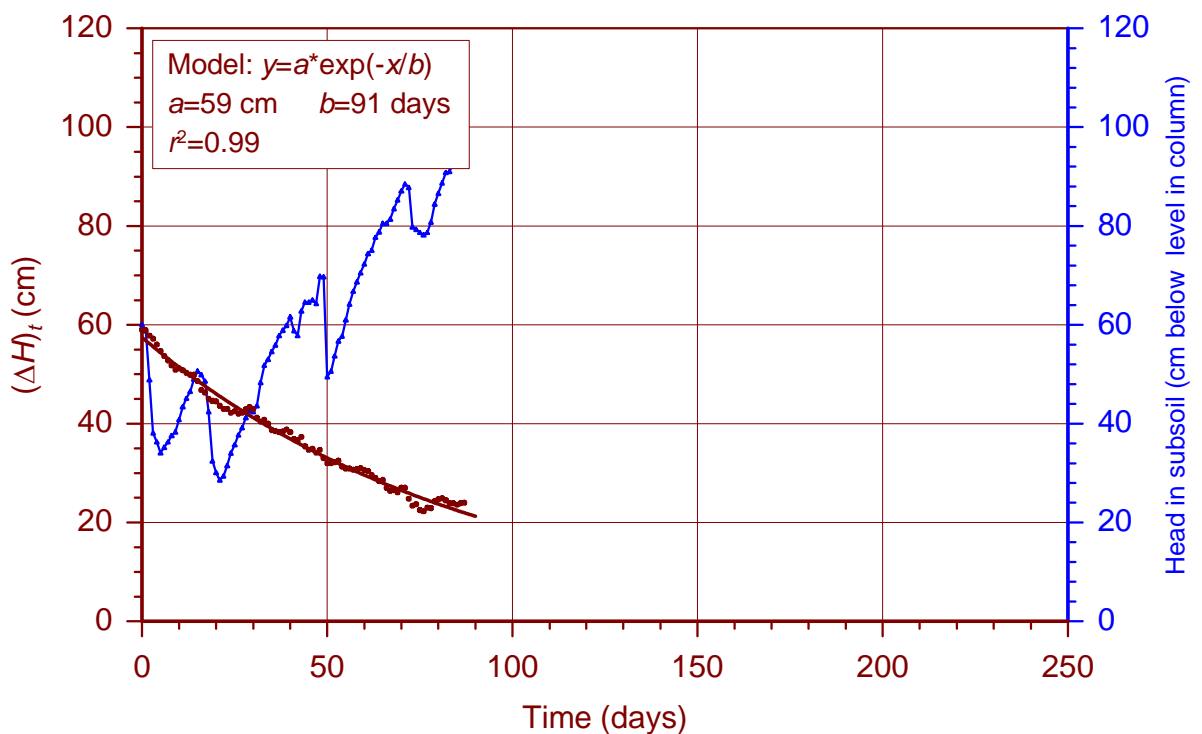
**Figuur D.2:** Meetpunt 1. Verloop van het verschil  $\Delta H$  tussen de waterstand in de koker en de initiële stijghoogte in de ondergrond en het verschil met de werkelijke stijghoogte.  $a$  is de beginwaarde van  $\Delta H$ ,  $b$  de weerstand van de restveenlaag, berekend door vereffening op vergelijking (2).



**Figuur D.3:** Meetpunt 2. Verloop van het verschil  $\Delta H$  tussen de waterstand in de koker en de initiële stijghoogte in de ondergrond en het verschil met de werkelijke stijghoogte.  $a$  is de beginwaarde van  $\Delta H$ ,  $b$  de weerstand van de restveenlaag, berekend door vereffening op vergelijking (2).

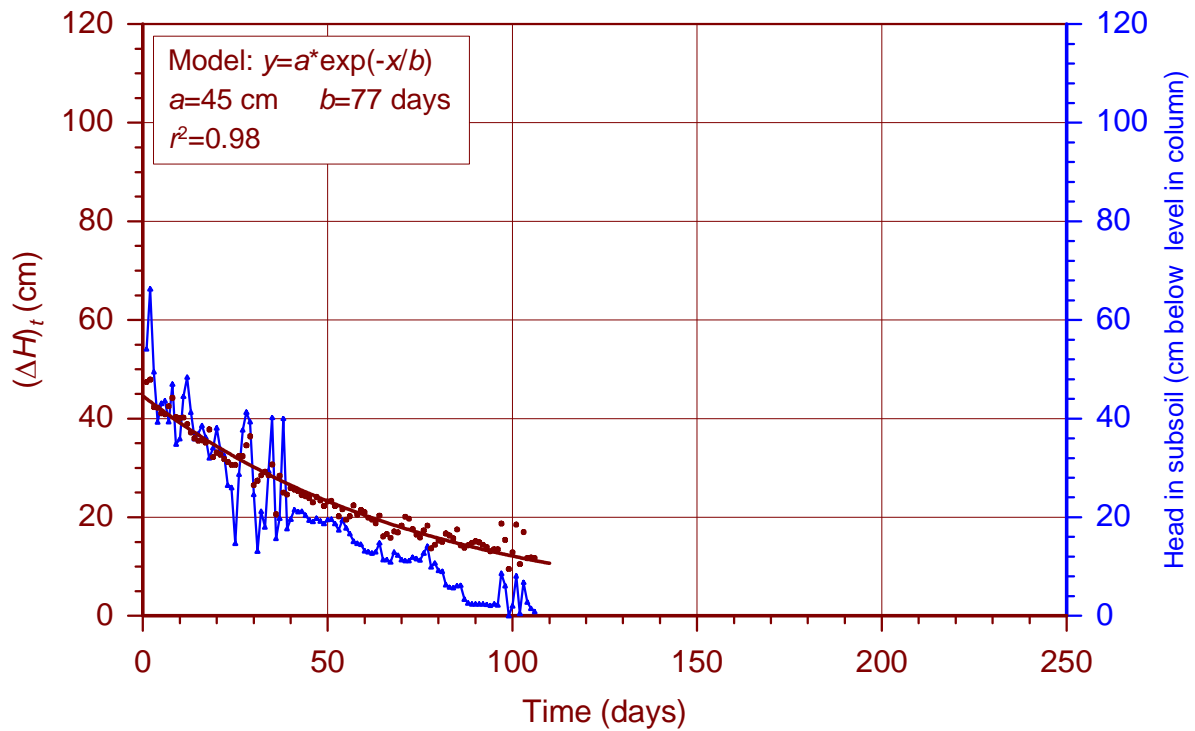


**Figuur D.4:** Meetpunt 2A. Verloop van het verschil  $\Delta H$  tussen de waterstand in de koker en de initiële stijghoogte in de ondergrond en het verschil met de werkelijke stijghoogte.  $a$  is de beginwaarde van  $\Delta H$ ,  $b$  de weerstand van de restveenlaag, berekend door vereffening op vergelijking (2).

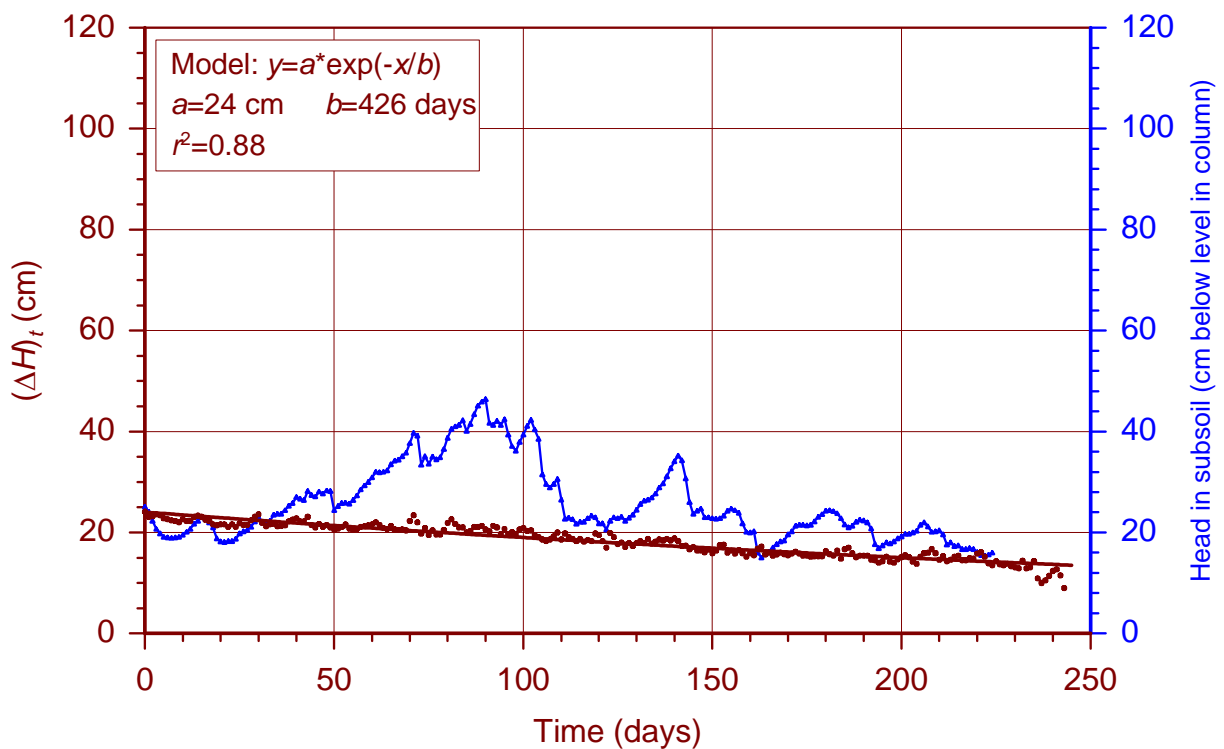


**Figuur D.5:** Meetpunt 3. Verloop van het verschil  $\Delta H$  tussen de waterstand in de koker en de initiële stijghoogte in de ondergrond en het verschil met de werkelijke stijghoogte.  $a$  is de beginwaarde van  $\Delta H$ ,  $b$  de weerstand van de restveenlaag, berekend door vereffening op vergelijking (2). Door een mankement aan de logger in de peilbuis in de minerale ondergrond ontbreekt het linkerdeel van de fluctuatiefrafiek. De beginwaarde is gebaseerd op een handwaarneming.

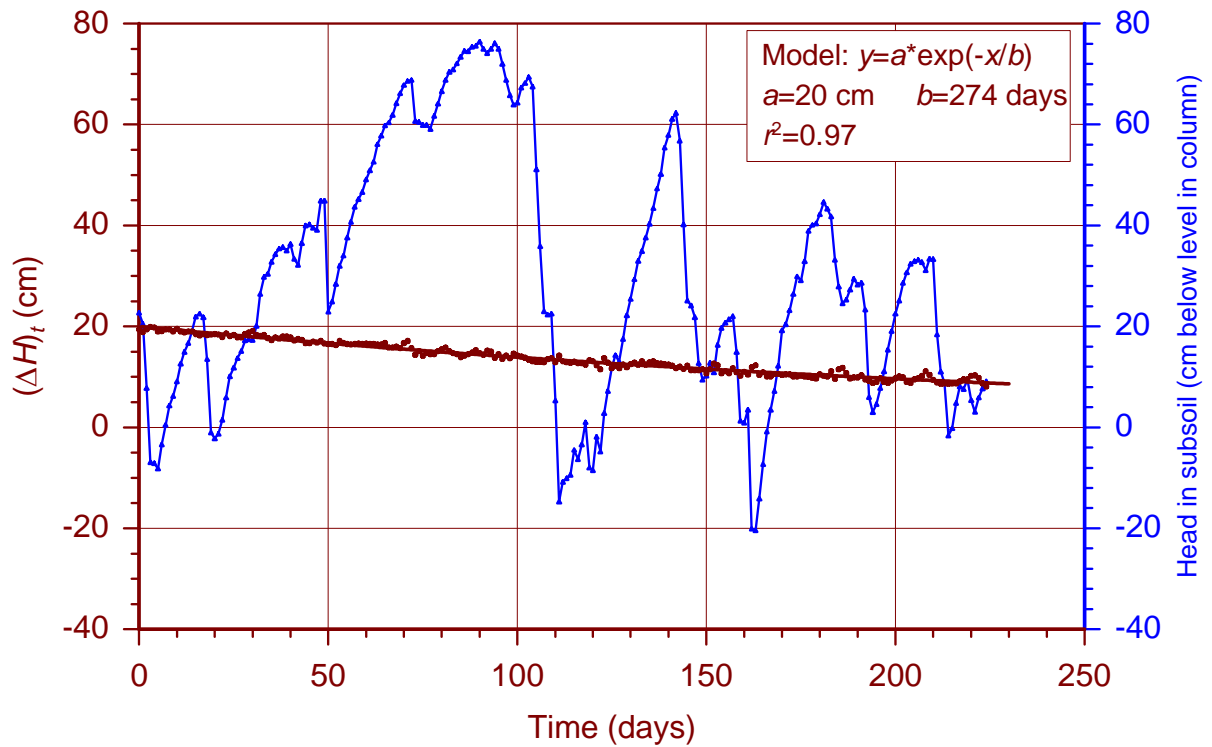




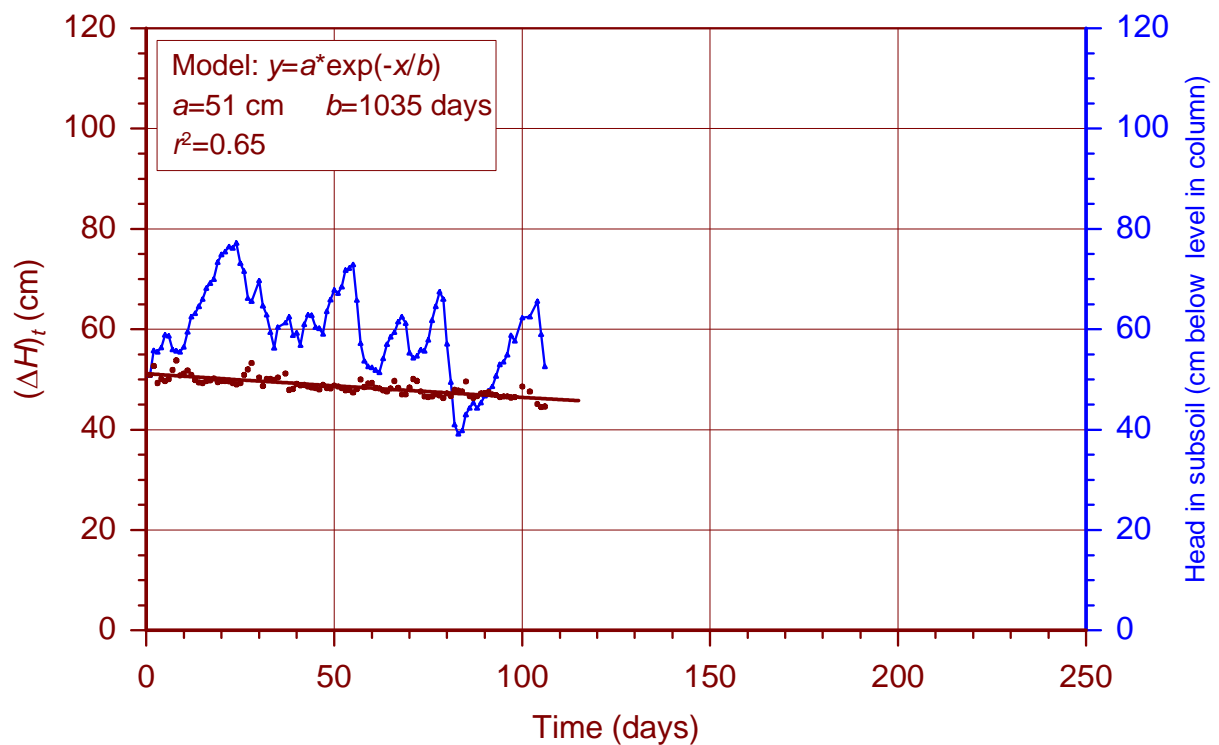
**Figuur D.6:** Meetpunt 3A. Verloop van het verschil  $\Delta H$  tussen de waterstand in de koker en de initiële stijghoogte in de ondergrond en het verschil met de werkelijke stijghoogte.  $a$  is de beginwaarde van  $\Delta H$ ,  $b$  de weerstand van de restveenlaag, berekend door vereffening op vergelijking (2).



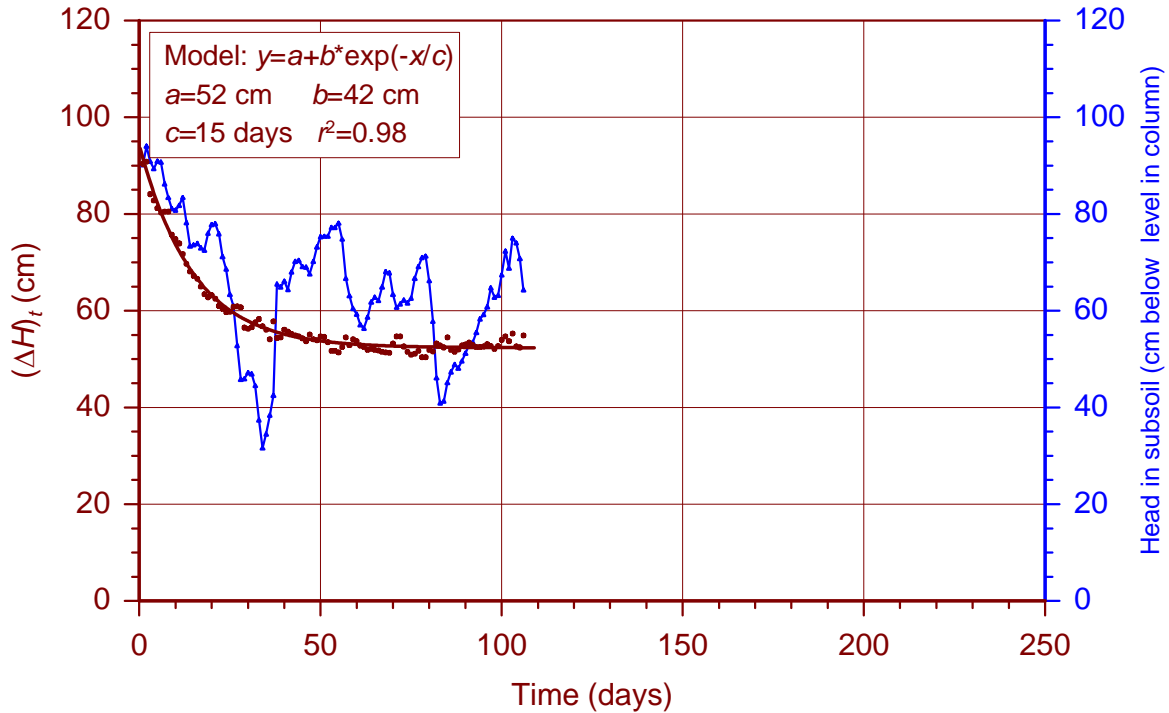
**Figuur D.7:** Meetpunt 5. Verloop van het verschil  $\Delta H$  tussen de waterstand in de koker en de initiële stijghoogte in de ondergrond en het verschil met de werkelijke stijghoogte.  $a$  is de beginwaarde van  $\Delta H$ ,  $b$  de weerstand van de restveenlaag, berekend door vereffening op vergelijking (2).



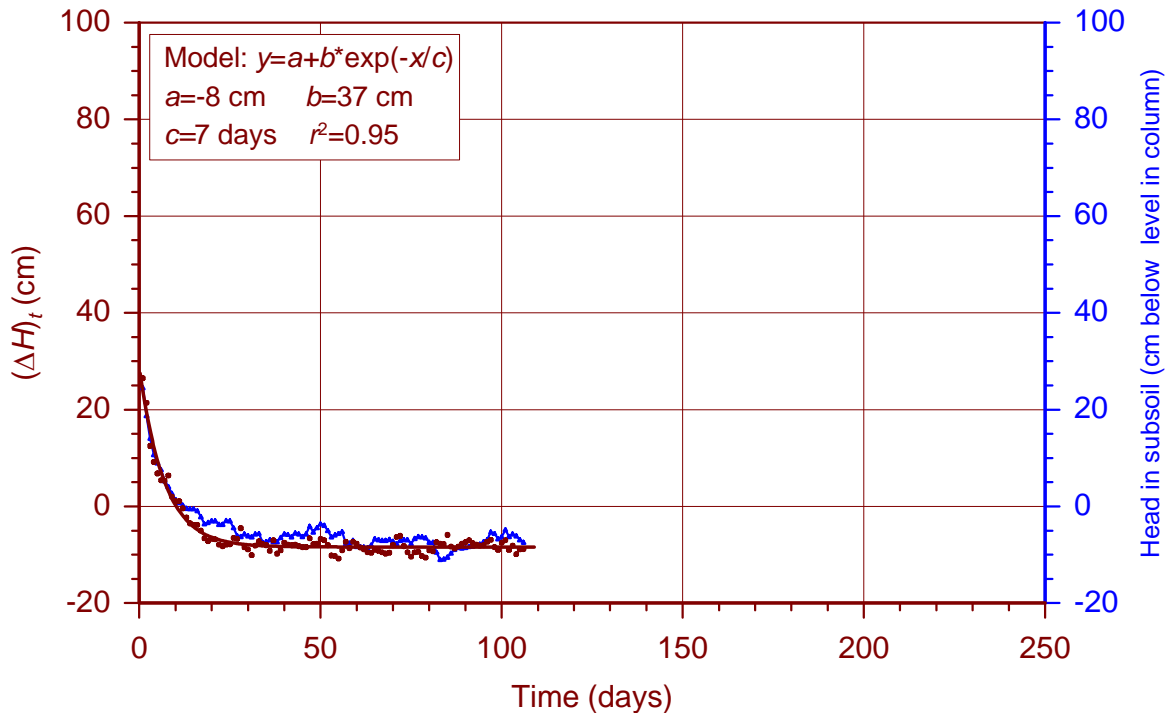
**Figuur D.8:** Meetpunt 6. Verloop van het verschil  $\Delta H$  tussen de waterstand in de koker en de initiële stijghoogte in de ondergrond en het verschil met de werkelijke stijghoogte.  $a$  is de beginwaarde van  $\Delta H$ ,  $b$  de weerstand van de restveenlaag, berekend door vereffening op vergelijking (2).



**Figuur D.9:** Meetpunt 7. Verloop van het verschil  $\Delta H$  tussen de waterstand in de koker en de initiële stijghoogte in de ondergrond en het verschil met de werkelijke stijghoogte.  $a$  is de beginwaarde van  $\Delta H$ ,  $b$  de weerstand van de restveenlaag, berekend door vereffening op vergelijking (2).



**Figuur D.10:** Meetpunt 8. Verloop van het verschil  $\Delta H$  tussen de waterstand in de koker en de initiële stijghoogte in de ondergrond en het verschil met de werkelijke stijghoogte. In dit geval nadert de waterstand in de koker tot een andere waarde dan de gemeten stijghoogte in de ondergrond. Waarschijnlijk is hier niet de volledige weerstandbiedende laag door de koker doorboord, zodat de werkelijke verticale weerstand hoger is dan de hier berekende waarde.  $a$  is het verschil tussen stijghoogte in de ondergrond en de waarde waartoe de curve nadert,  $b$  is de beginwaarde van  $\Delta H$ ,  $c$  de weerstand van de restveenlaag, berekend door vereffening op vergelijking (2).



**Figuur D.11:** Meetpunt 9. Verloop van het verschil  $\Delta H$  tussen de waterstand in de koker en de initiële stijghoogte in de ondergrond en het verschil met de werkelijke stijghoogte.  $a$  is het verschil tussen stijghoogte in de ondergrond en de waarde waartoe de curve nadert,  $b$  is de beginwaarde van  $\Delta H$ ,  $c$  de weerstand van de restveenlaag, berekend door vereffening op vergelijking (2).



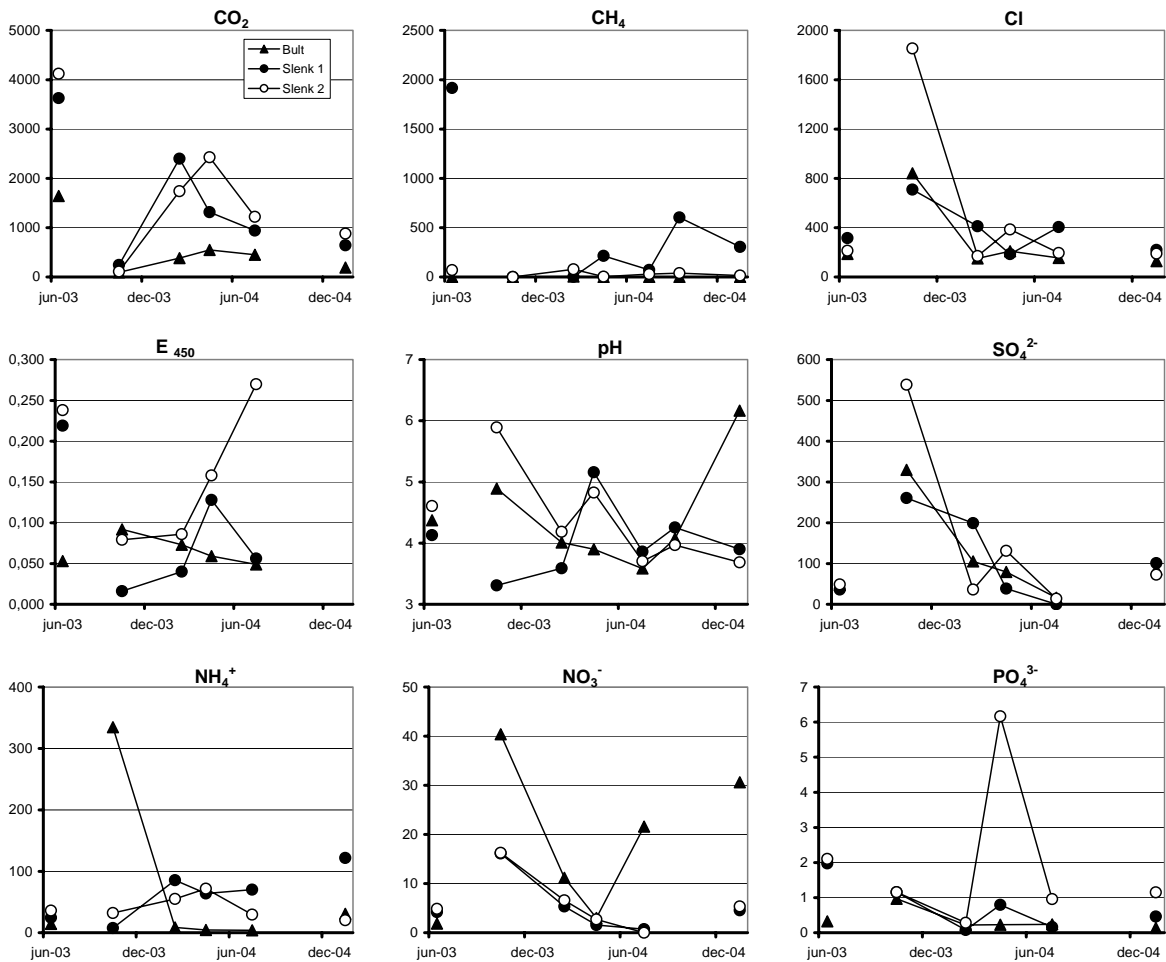
## Bijlage E: Hydrochemische resultaten per onderzoekslocatie

### Locatie 1: Slenk Hortmeerweg (coördinaten: 231,408 – 488,067)

Natte slenk gedomineerd door *Sphagnum cuspidatum*, *Molinia caerulea*, *Eriophorum angustifolium* en *Juncus effusus*.

3 poreuze cups geplaatst: slenk *Eriophorum* (slenk 1), slenk *Juncus* (slenk 2) en zandrug (op 70 cm diepte)

Boring zandrug: 1 cm litter  
 1 – 10 cm veen  
 10 – 20 cm moerig zand  
 vanaf 20 cm zand (vanaf 30 cm geel)



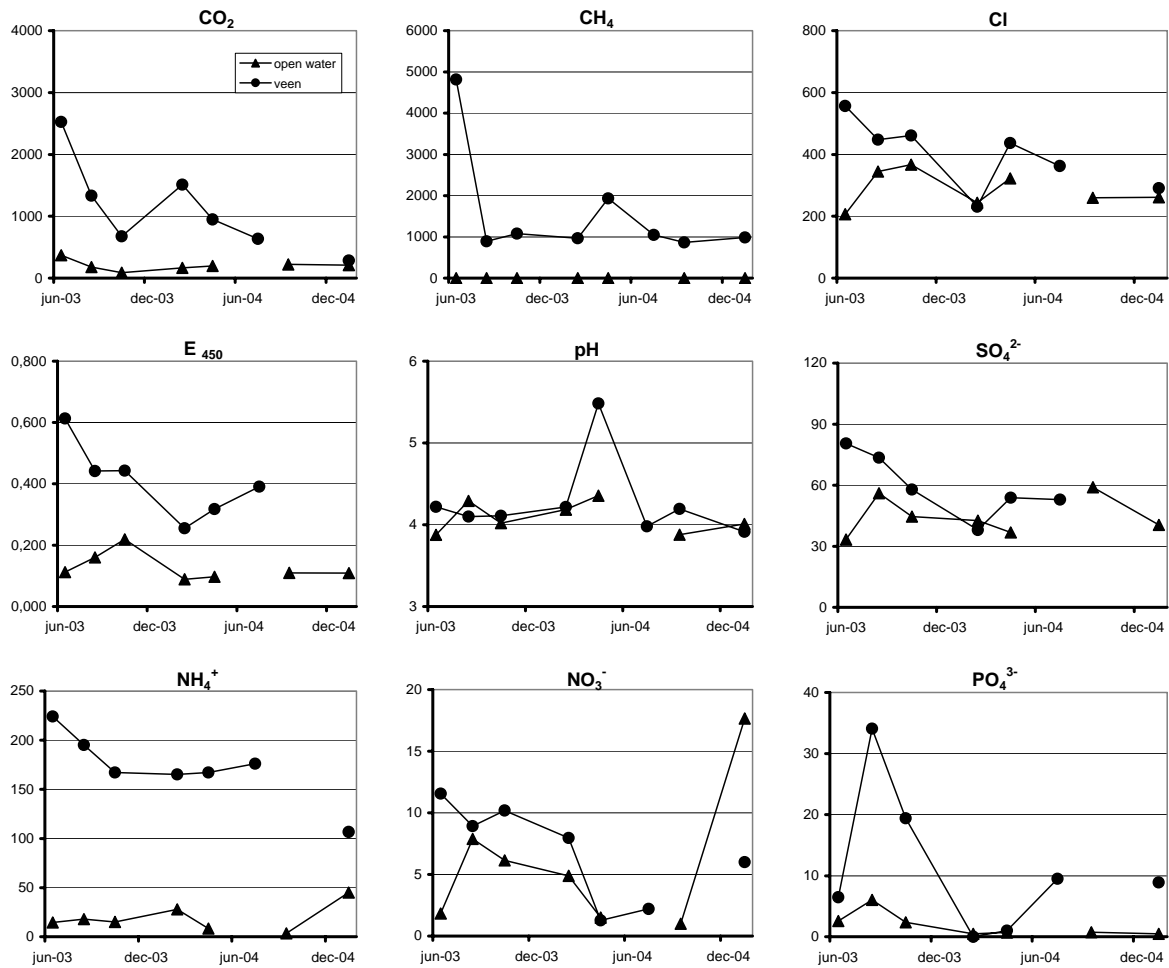
## Bijlage E

### Locatie 2: Poel Hortmeerweg (231,518 – 487,812)

Poel met zwartveen (ongeveer 60 cm diep) gelegen in een vlak deel van het terrein zonder zandkoppen. Geen groei van *S. cuspidatum* in de poel.

2 poreuze cups geplaatst: oever van de poel in *S. papillosum* en rand van de poel (veen).

Boring op de oever: 0 – 10 cm witveen  
 10 – 50 cm zwartveen  
 > 50 cm zand



open water = oppervlakte water

data *S. papillosum* op pagina met locatie 5.

**Locatie 3: Slenk Notterveen** (231,277 – 486,960)

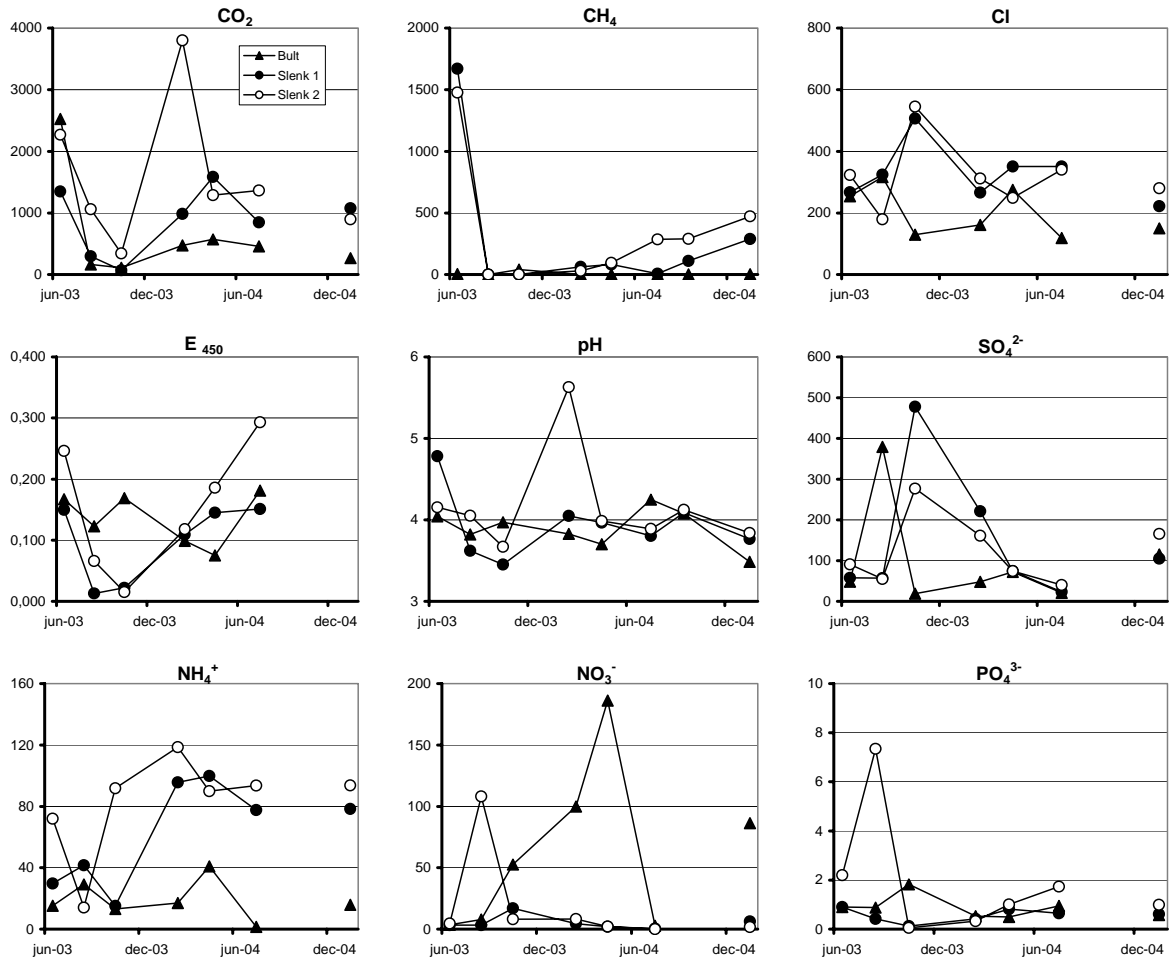
Mooie poel gedomineerd door *S. cuspidatum* en *Eriophorum angustifolium*

3 poreuze cups geplaatst: zandrug op 50 cm diepte, rand van de poel (slenk 1) en verder de poel in (slenk 2).

Boring op de zandrug: 0 – 3 cm litter

3 – 30 cm moerig zand

> 30 cm geel zand



**Locatie 4: Riet Notterveen** (231,242 – 487,063)

In het zuiden van het Notterveen gelegen locatie gedomineerd door *Phragmites australis*. In de directe omgeving wijzen drijfkillen en opdrijvende prut op aanwezigheid van gebufferde omstandigheden.

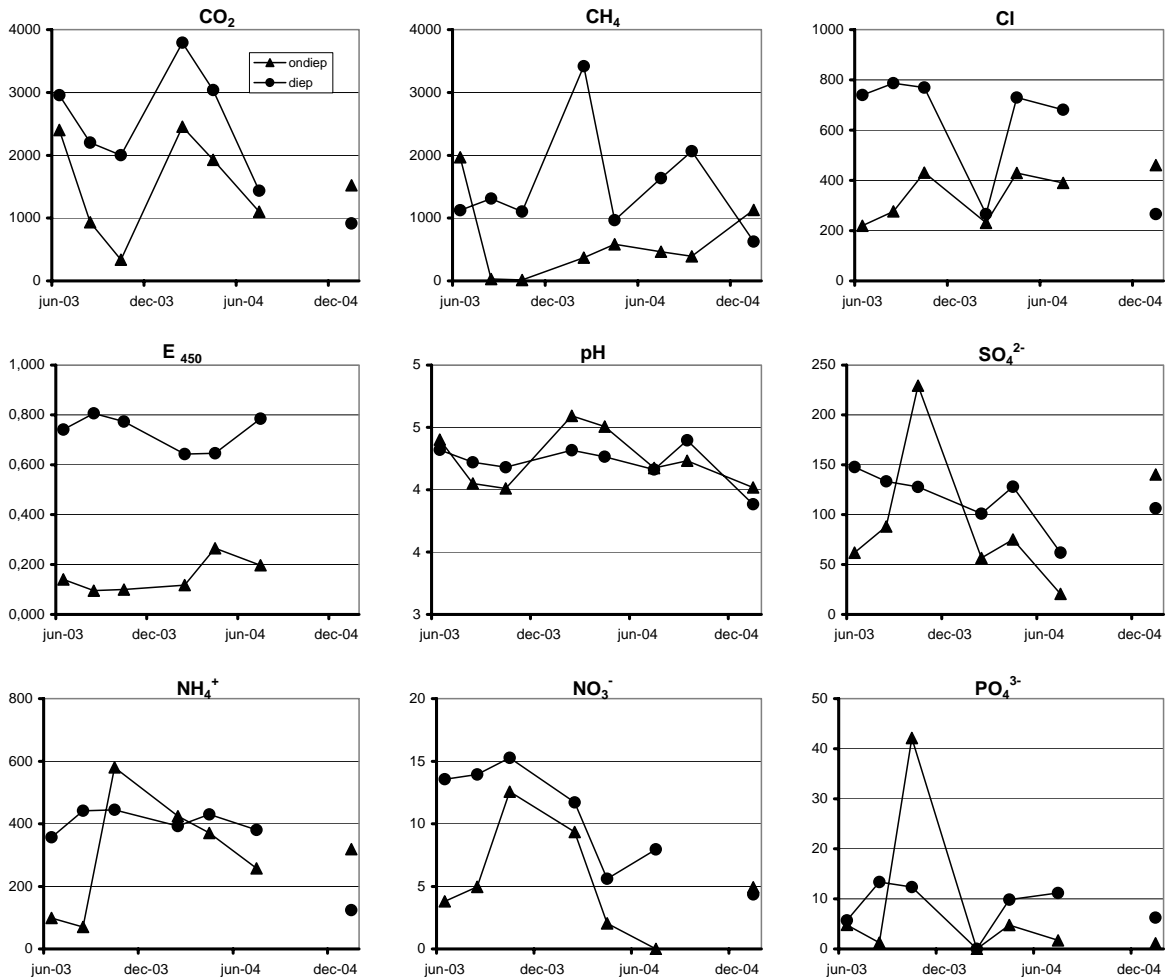
4 poreuze cups geplaatst: 1 ondiep in de drijfkill en 1 net boven het zand.

4a: ondiep en diep in *Sphagnum cuspidatum* drijfkill

4b: ondiep en diep in *Sphagnum cuspidatum* tussen het Riet

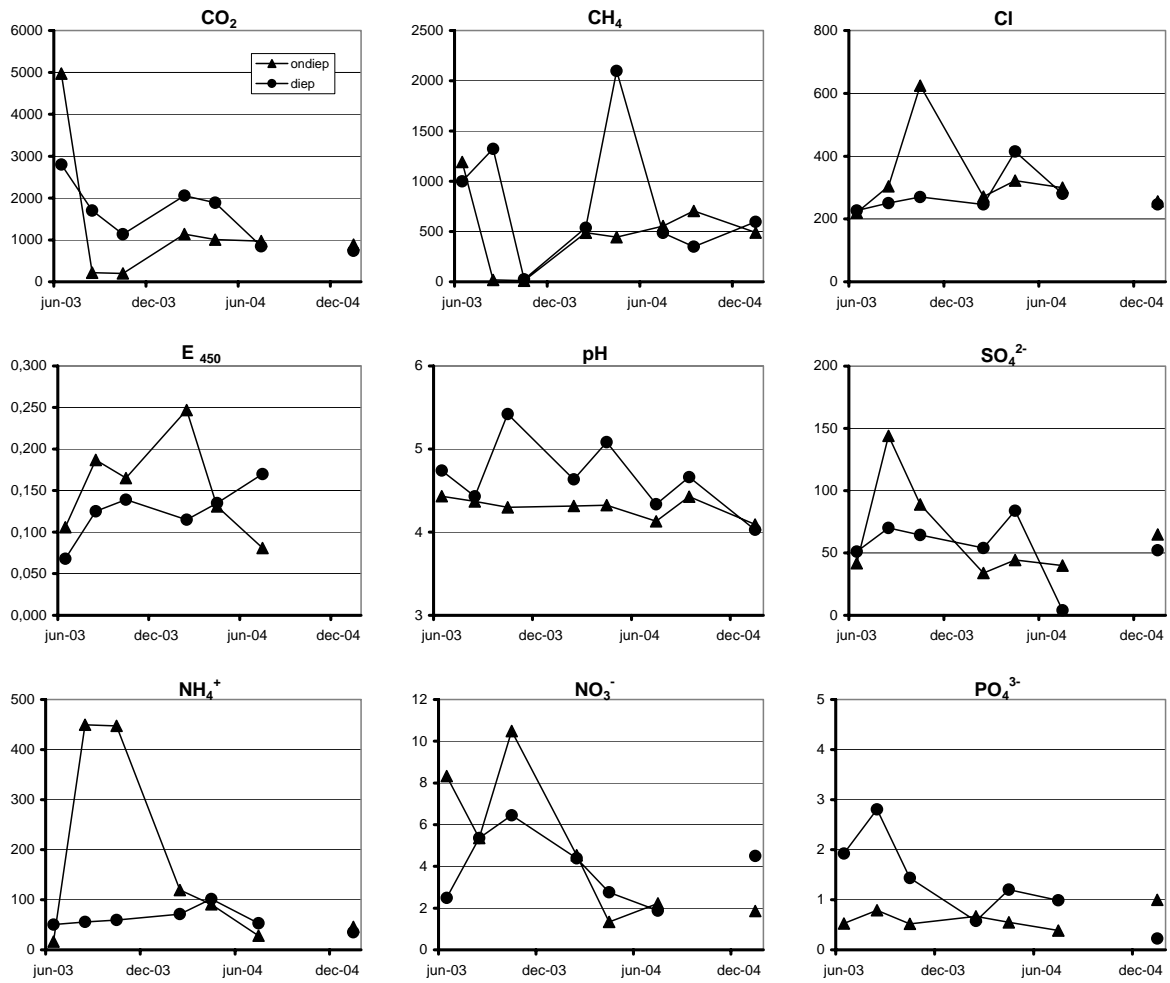
Boring tussen het Riet:           0 – 10 cm *Sphagnum*-veen  
   10 – 60 cm sterk vergaan veen  
   > 60 cm zand

**Locatie 4a: *Sphagnum cuspidatum* drijfkill**





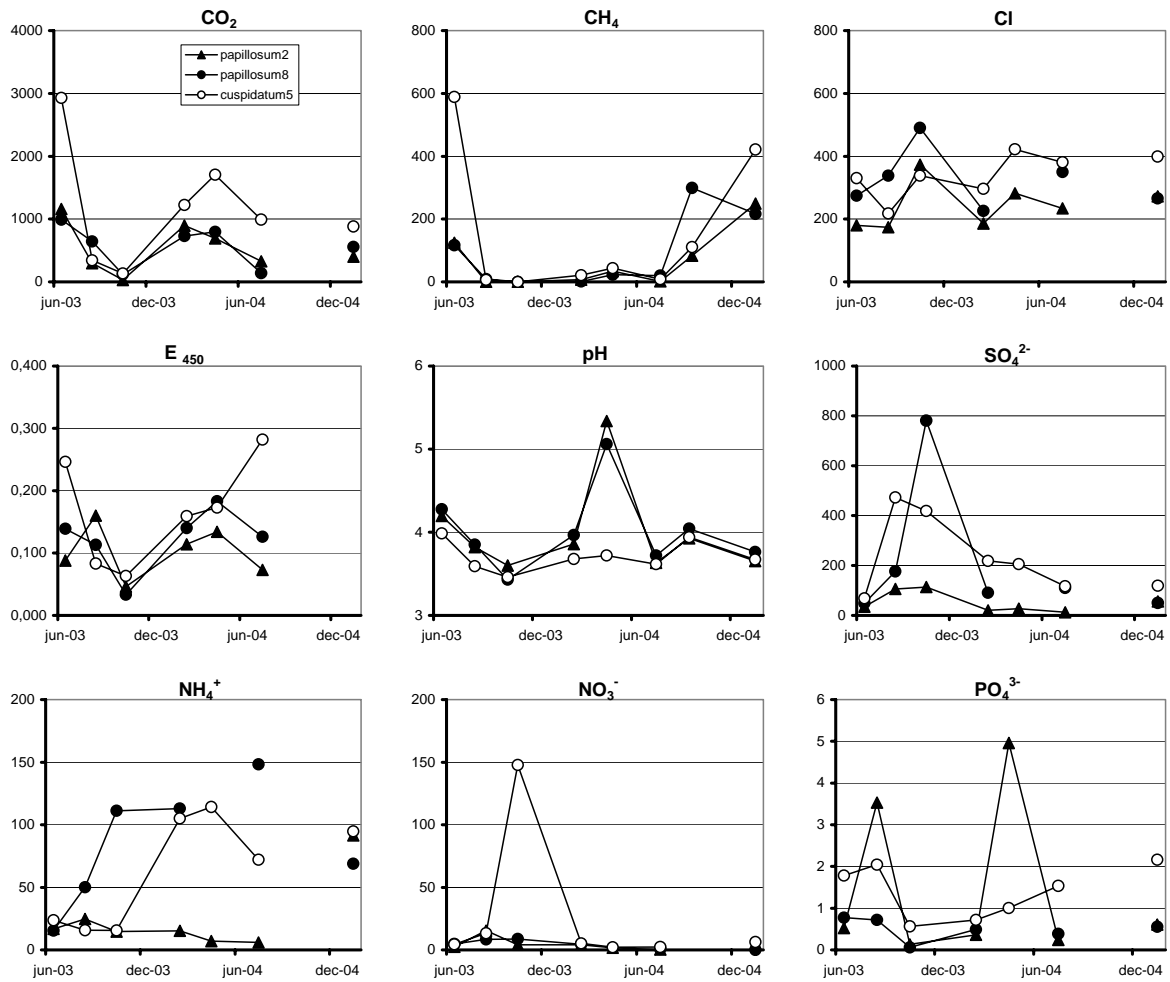
**Locatie 4b: tussen het Riet**



**Locatie 5: Prinsendijk west (231,030 – 487,156)**

Ondiepe poreuze cup geplaatst in *Sphagnum cuspidatum*.

Locatie 5 in vergelijking met *S. papillosum* van locatie 2 en 8.



**Locatie 6: Prinsendijk oost (231,000 – 487,207)**

Jonge *Sphagnum cuspidatum* drijftil & een mooi ontwikkelde vegetatie op witveen met *S. papillosum* en *S. magellanicum*

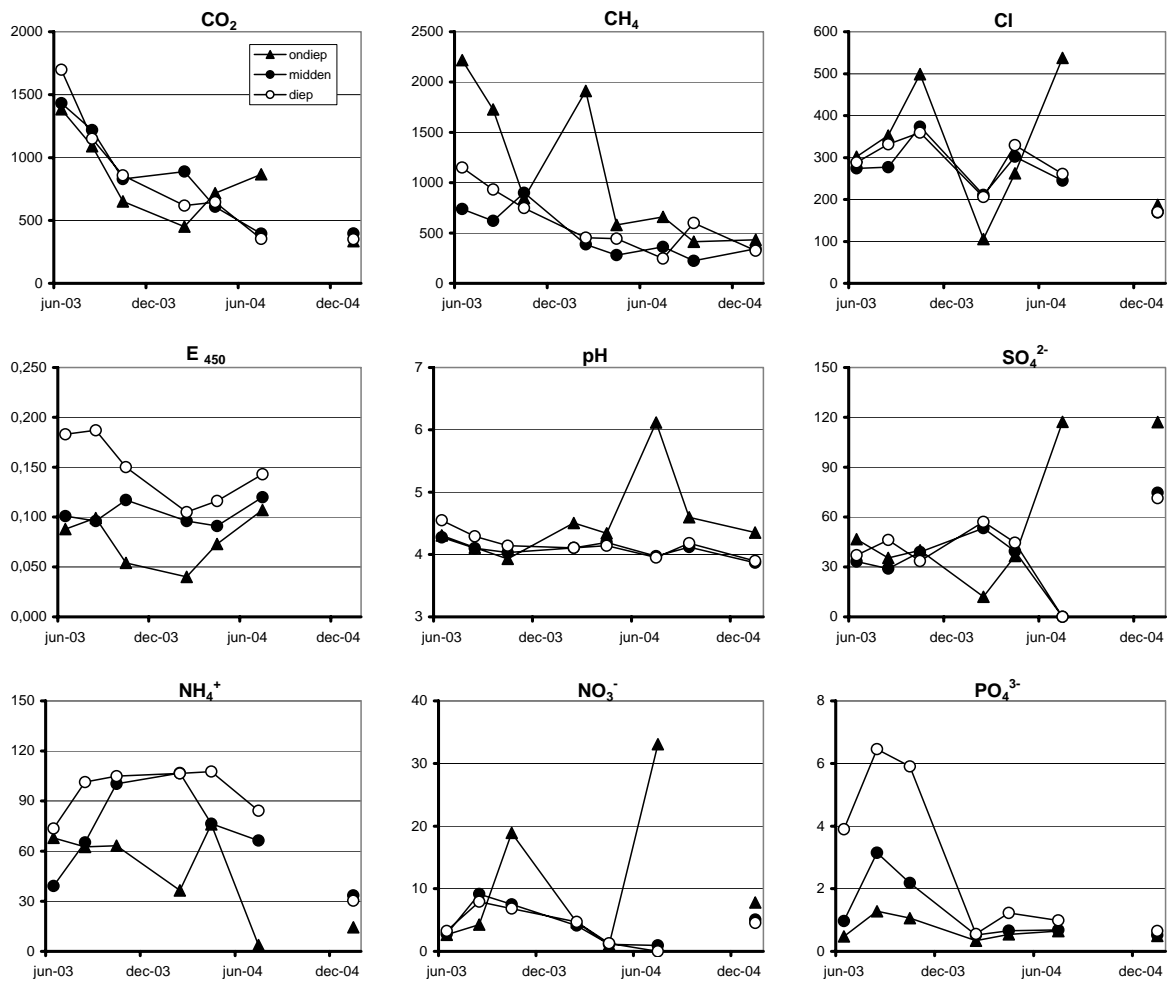
6 poreuze cups geplaatst:

6a: 3 in een *S. cuspidatum* drijftil op 10 cm – 50 cm en 80 cm

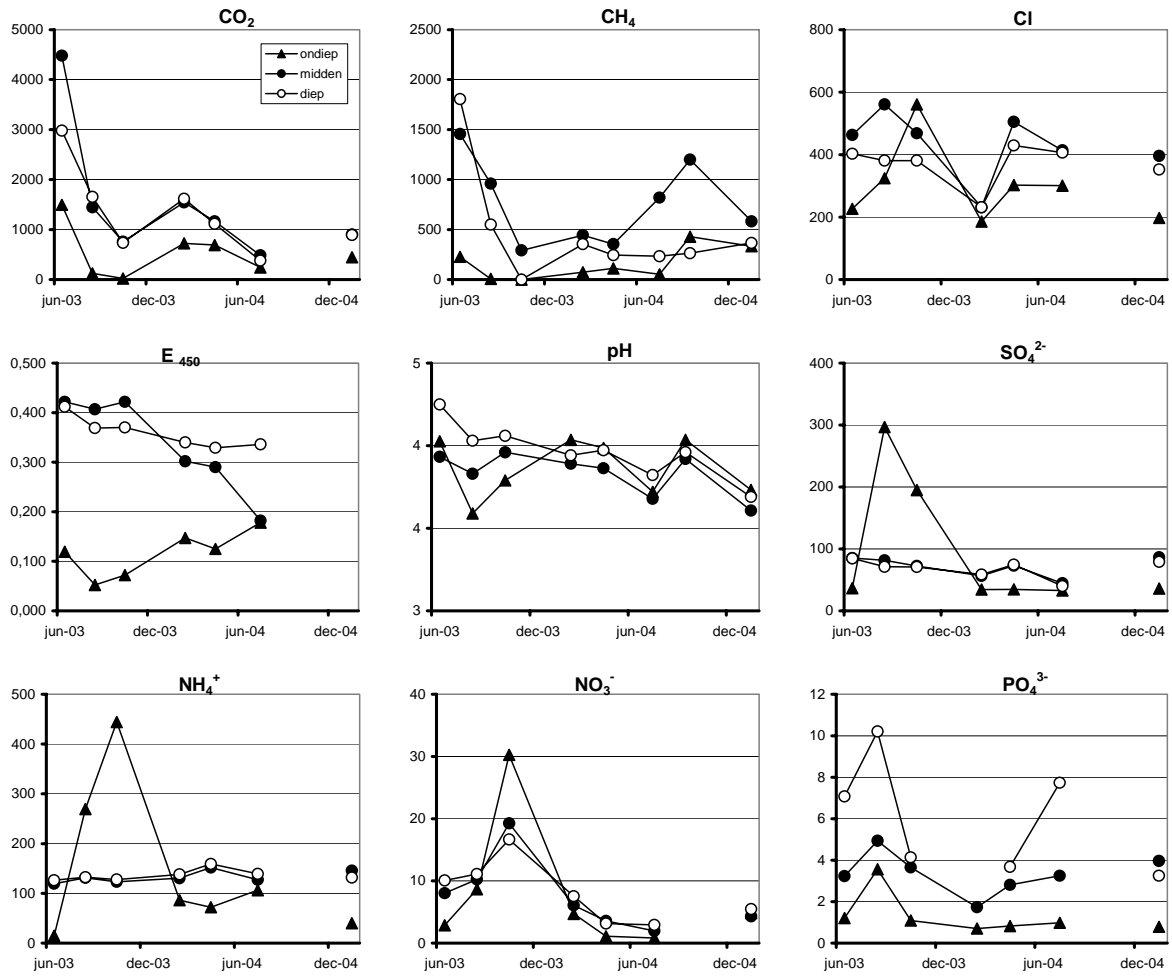
6b: 3 in een *S. magellanicum* bult op 20 cm – 50 cm (beide in witveen) en 80 cm (in zwartveen)

Boring: ± 70 cm witveen  
dan gliedelaag

**Locatie 6a: *Sphagnum cuspidatum***



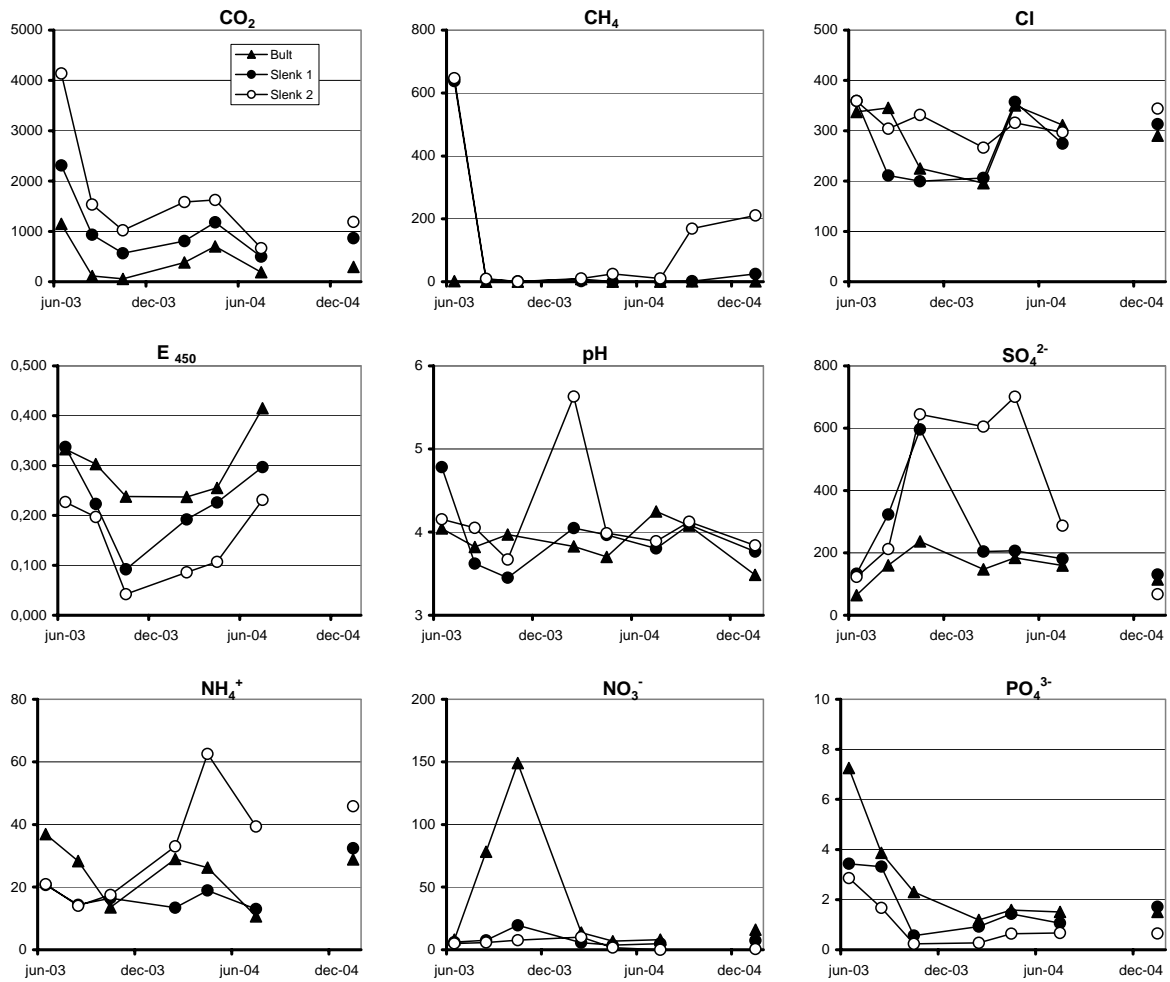
**Locatie 6b: *Sphagnum magellanicum***



**Locatie 7: Noord-westelijke deel (230,637 – 488,038)**

Poel met *S. cuspidatum* aan de buitenrand met rondom witveenkoppen (zand op 60 cm)

3 poreuze cups geplaatst: de witveenrug (bult), rand van de poel met *S. cuspidatum* (slenk 1) en midden van de poel zonder *S. cuspidatum* (slenk 2).

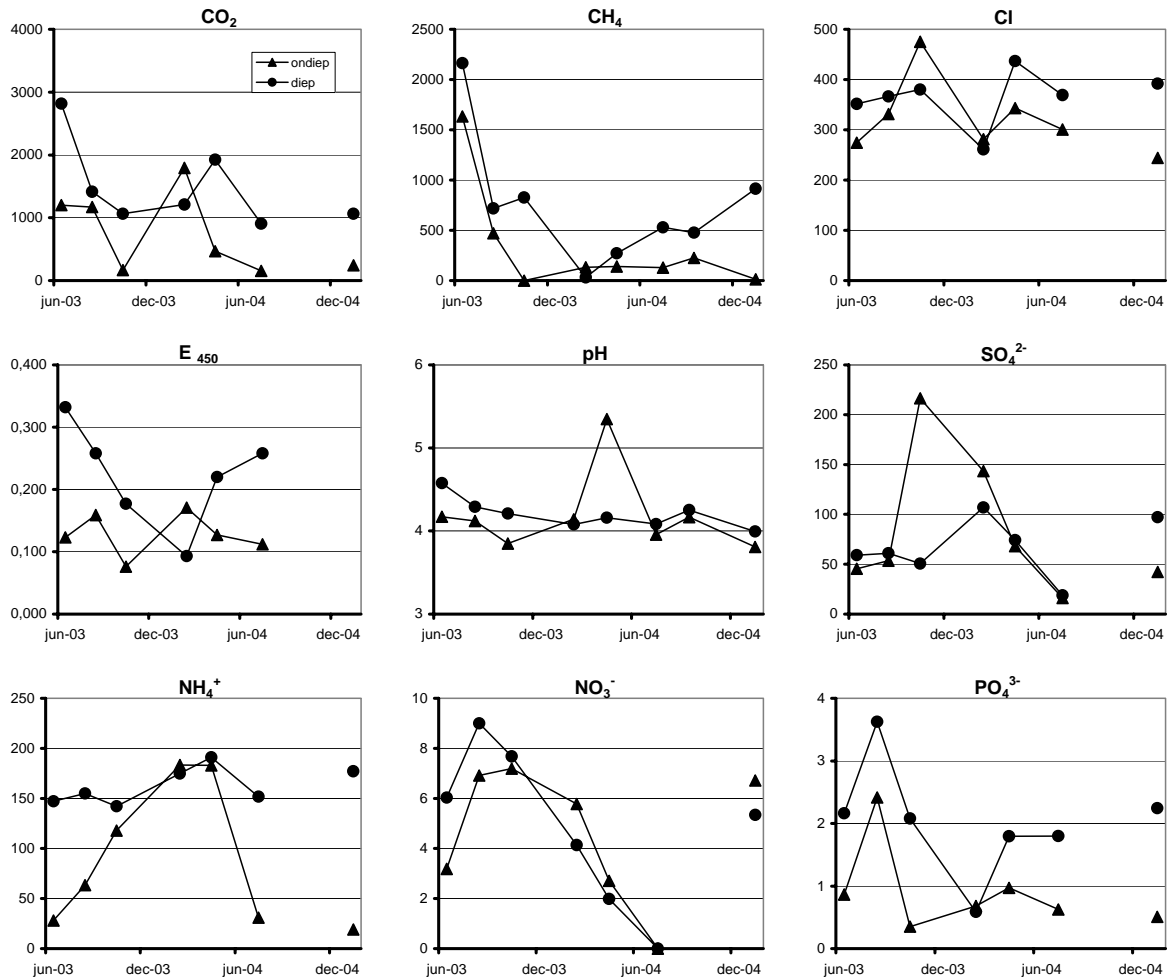


**Locatie 8: Slenk Huurnerveld (232,343 – 488,750)**

Slenk met weinig *S. cuspidatum* groei (mogelijk te diep), in de omgeving veel *S. papillosum*

3 poreuze cups geplaatst: op 20 cm en 90 cm in *S. cuspidatum* drijftil en in een *S. papillosum* bult.

***Sphagnum cuspidatum* drijftil:**

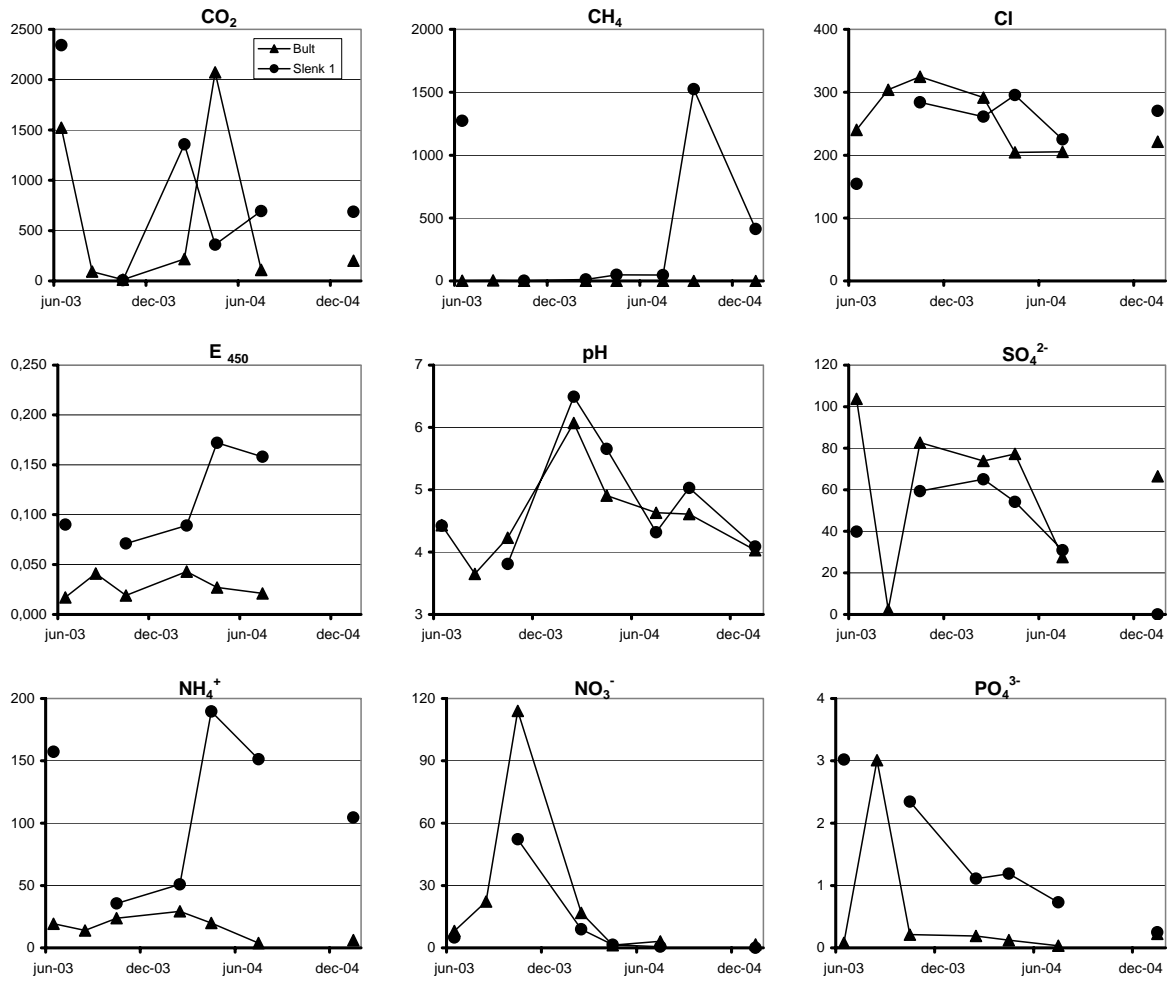


data *S. papillosum* op pagina met locatie 5.

**Locatie 9: Huurnerveld (232,564 – 488,775)**

Slenk met submers *S. cuspidatum* op zand.

2 poreuze cups geplaatst: slenk en zandrug ( $\pm 5$  cm litter, daarna zand)








## Bijlage F: Omreken tabel van $\mu\text{mol l}^{-1}$ naar $\text{mg l}^{-1}$

In onderstaande tabel staan de concentraties van een aantal elementen omgerekend van  $\mu\text{mol l}^{-1}$  naar  $\text{mg l}^{-1}$ .



**de ZOUTJES**  
versie 1.2

	INVOER		UITVOER	
	$\mu\text{mol L}^{-1}$	$\text{mg L}^{-1}$	$\mu\text{mol L}^{-1}$	$\text{mg L}^{-1}$
Ca	100,000		0,000	4,008
Cl	300,000		0,000	10,635
Fe	20,000		0,000	1,117
$\text{HCO}_3^-$	100,000		0,000	6,102
$\text{H}_2\text{S}$	5,000		0,000	0,170
Mg	100,000		0,000	2,431
$\text{NH}_4^+$	50,000		0,000	0,903
$\text{NH}_4^+ - \text{N}$	50,000		0,000	0,701
$\text{NO}_3^-$	10,000		0,000	0,620
$\text{NO}_3^- - \text{N}$	10,000		0,000	0,140
$\text{PO}_4^{3-}$	5,000		0,000	0,475
$\text{PO}_4^{3-} - \text{P}$	5,000		0,000	0,155
$\text{SO}_4^{2-}$	100,000		0,000	9,607

© Leon Lamers, Radboud Universiteit Nijmegen, 2002



**Bijlage G: Vegetatiekartering**

**Figuur G.1:** Vegetatiekaart van het Wierdense Veld uit 1990. Voor de gebruikte codering zie Tabel G.1. De vegetatiekaart op A0-formaat is te vinden op bijgevoegde CD-ROM. Bron: Landschap Overijssel/Bureau van Tweel.



**Figuur G.2:** Vegetatiekaart van het Wierdense Veld uit 2003. Voor de gebruikte codering zie Tabel G.1. De vegetatiekaart op A0-formaat is te vinden op bijgevoegde CD-ROM. Bron: Landschap Overijssel/Bureau van Tweel.

**Tabel G.1:** Beschrijving van de onderscheiden vegetatietypen. Uitleg van de gebruikte codering staat onder de tabel. Bron: Landschap Overijssel/Bureau van Tweel.

Code	Omschrijving 1990	Omschrijving 2003	Vegetatie van Nederland	Natuurdoel typen 1998	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Akker	Akker	** Niet onderscheiden **	0	** Niet onderscheiden **	1	5	6	9	9	7	1	5	3	3
H1	Natte heide met <i>Sphagnum cuspidatum</i> , <i>S. papillosum</i> , <i>S. compactum</i> , <i>S. molle</i> . <i>S. cuspidatum</i> is de meest voorkomende veenmossoort	Natte heide met veel Waterveenmos, soms soorten van hoogveenbulten	11Aa2a	Hz3.10b - Levend hoogveen	1	7.5	1.5	1.5	6	5	-1	3	1.5	1
H2	Vochtige heide inops	Vochtige heide; Zonnedaawsoorten/Witte snavelbies/Veenbies	11Aa2c	Hz3.10a - Vochtige heide	2	7.5	1.5	1.5	6	5	-1	3	1.5	1
H3	Vochtige heide met Kleine zonnedaaw	** Samen met H2 **	11Aa1	Hz3.10a - Vochtige heide	2	8	2	1.5	6	3	1	4	1.5	1
H4	Rompgemeenschap met Dophei	Dominantie Gewone dophei	11Aa2c	Hz3.10a - Vochtige heide	1	7.5	1.5	1.5	6	5	-1	3	1.5	1
H5	Rompgemeenschap met Dophei en Struikhei	Dominantie Gewone dophei, codominantie Struikhei, evt met opslag	11Aa2c	Hz3.10a - Vochtige heide	1	7.5	1.5	1.5	6	5	-1	3	1.5	1
H9	Droge heide met Dophei	Dominantie Struikhei, codominantie Gewone dophei	20Aa1b	Hz3.9 - Droge heide	1	4.5	2	2	7	6	-1	4	2	1
H10	** Niet onderscheiden **	Droge heide met o.a. Gewoon reukgras, Gladde witbol, Liggend walstro	19Aa1	Hz3.9 - Droge heide	3	5	2.5	2	6	3	-1	4	2	1
H11	Droge heide met Borstelgras	** Samen met H12 **	20Aa1d	Hz3.9 - Droge heide	3	5	2	2	7	6	-1	4	2	1
H12	Droge heide met Borstelgras en Trekrus	Droge heide met Borstelgras en Trekrus	20Aa1d	Hz3.9 - Droge heide	3	5	2	2	7	6	-1	4	2	1
H14	Rompgemeenschap van Struikhei	** Samen met H9 **	20Aa1b	Hz3.9 - Droge heide	2	4.5	2	2	7	6	-1	4	2	1
H19	Pijpenstro-vegetatie zonder horsten	Pijpenstrootje-vegetatie, niet horstenvormend	11RG2	** Niet onderscheiden **	4	6.5	2	2	7	6	1	5	3	2
H20	Pijpenstro-vegetatie met horsten	Pijpenstrootje-vegetatie, horstenvormend	11RG2	** Niet onderscheiden **	4	6.5	2	2	7	6	1	5	3	2
H21	Pijpenstro-vegetatie met Veenpluis	Pijpenstrootje-vegetatie met Veenpluis	10RG4	** Niet onderscheiden **	4	8	2.5	2	4	5	1	5	3	2
H22	Pijpenstro-vegetatie met Veenpluis en Veenmossen	Pijpenstrootje-vegetatie met Veenpluis en Waterveenmos	10RG4	Hz3.10b - Levend hoogveen	4	8	2.5	2	4	5	1	5	3	2

Bijlage G

Code	Omschrijving 1990	Omschrijving 2003	Vegetatie van Nederland	Natuurdoel typen 1998	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
H23	Pijpenstro-vegetatie met Kruidig struisgras, Pitrus, Veensikkelmos en Waternavel	** Niet onderscheiden **	10RG4	** Niet onderscheiden **	4	8	2.5	2	4	5	1	5	3	2
B0	** Niet onderscheiden **	Hoogveenbulten - Soorten van hoogveenbulten schaars, Waterveenmos dominant	10RG1	Hz3.10b - Levend hoogveen	1	10	1	2	4	4	0	5	3	2
B1	Hoogveenbultvegetatie - Veenmosrijke type	Hoogveenbulten - Soorten van hoogveenbulten abundant, Waterveenmos dominant	11Ba1a+10RG1	Hz3.10b - Levend hoogveen	1	9	1.5	2	4	4	0	4	2	3
B3	Hoogveenbultvegetatie - Type met lage bedekking van Veenmossen	Hoogveenbulten - Soorten van hoogveenbulten abundant, waterveenmos niet dominant	11Ba1a	Hz3.10b - Levend hoogveen	1	8	1.5	1.5	4	3	0	3	1	1
V0	Veenputvegetatie - Onbegroeid	Veenputten - Onbegroeide veenput	0	** Niet onderscheiden **	1	9	3	2	5	4	0	5	3	3
V1	Veenputvegetatie - Type van <i>Sphagnum cuspidatum</i> ondergedoken	Veenputten - Alleen watervorm Waterveenmos	10RG1	Hz3.10b - Levend hoogveen	1	10	1	2	4	4	0	5	3	2
V2	Veenputvegetatie - Type van <i>Sphagnum cuspidatum</i> zonder open water	Veenputten - Landvorm Waterveenmos dominant	10RG1	Hz3.10b - Levend hoogveen	1	10	1	2	4	4	0	5	3	2
V3	Veenputvegetatie - Type van <i>Sphagnum cuspidatum</i> met Veenpluis	** Samen met V4 **	10RG3	Hz3.10b - Levend hoogveen	3	8.5	2.5	2	5	4	1	5	3	2
V4	Veenputvegetatie - Type van Veenpluis en <i>Sphagnum cuspidatum</i> (dominant)	Veenputten - Waterveenmos en Veenpluis dominant	10RG3	Hz3.10b - Levend hoogveen	4	8.5	2.5	2	5	4	1	5	3	2
V8	Veenputvegetatie - Type van <i>Sphagnum cuspidatum</i> met Witte snavelbies en Kleine zonnedaauw	** Niet onderscheiden **	10Aa2	Hz3.10b - Levend hoogveen	2	8.5	2	1.5	5	3	-1	2	1.5	1
V9	Veenputvegetatie - Type van <i>Sphagnum cuspidatum</i> met Pijpestro-horsten	Veenputten - Codominantie van Gewone dophei, Waterveenmos en Pijpenstrootje	10RG4	Hz3.10b - Levend hoogveen	4	8	2.5	2	4	5	1	5	3	2
V10	Veenputvegetatie - Type van <i>Sphagnum cuspidatum</i> en Knolrus	Veenputten - Knolrus, Veensikkelmos, Waternavel en/of Kruidig struisgras abundant	10RG1	Hz3.10b - Levend hoogveen	3	10	1	2	4	4	0	5	3	2
V11	Veenputvegetatie - Type van <i>Sphagnum cuspidatum</i> en Gewone waterbies	Veenputten - Waterveenmos en hoge bedekking Gewone waterbies	10RG1	Hz3.10b - Levend hoogveen	3	10	1	2	4	4	0	5	3	2

Code	Omschrijving 1990	Omschrijving 2003	Vegetatie van Nederland	Natuurdoel typen 1998	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
V13	Veenputvegetatie - Type van Veensikkelmos	** Samen met V10 **	10RG1	Hz3.10b - Levend hoogveen	1	10	1	2	4	4	0	5	3	2
V14	Veenputvegetatie - Type van <i>Sphagnum cuspidatum</i> en Riet	Veenputten - <i>Sphagnum cuspidatum</i> en codominantie Riet	10RG1	Hz3.10b - Levend hoogveen	3	10	1	2	4	4	0	5	3	2
V15	Veenputvegetatie - Type van Pitrus en <i>Sphagnum cuspidatum</i>	Veenputten - Dominantie Pitrus. <i>Sphagnum cuspidatum</i> en/of Veensikkelmos present	10DG1	Hz3.10b - Levend hoogveen	4	8.5	2.5	2.5	5	4	1	5	3	3
V16	Veenputvegetatie - Type van Knolrus en Waternavel	** Samen met V10 **	10RG1	** Niet onderscheiden **	3	10	1	2	4	4	0	5	3	2
V17	Veenputvegetatie - Type van Kruipend struisgras	** Samen met V10 **	10RG1	** Niet onderscheiden **	4	10	1	2	4	4	0	5	3	2
N1	Berkenbos met Pijpenstrootje	Bos - Zachte berk en Pijpenstrootje	40RG2	Hz3.16a - Berkenbroekbos	4	6.5	3	3	5	5	1	5	1.5	2
N2	Berkenbos met Eenarig wollegras	Bos - Zachte berk, Pijpenstrootje, Waterveenmos en wollegras-soorten	40Aa1a	Hz3.16a - Berkenbroekbos	4	7	2.5	2.5	4	4	-1	4	1	2
N3	Berkenbos met Bochtige smele	Bos - Zachte berk, Pijpenstrootje en Bochtige smele	40RG2	Hz3.16a - Berkenbroekbos	4	6.5	3	3	5	6	1	5	1.5	2
N4	Zomereiken-Berkenbos met Bochtige smele	Bos - Zachte berk, Zomereik, Pijpenstrootje, Braam, Bochtige smele	42Aa1(b,d,e)	Hz3.16b - Zomereikenberkenbos	4	5	2.5	3	7	6	0	5	2.5	2
G1	Grasland met Borstelgras	** Niet onderscheiden **	19RG1	Hz3.5 - Droog grasland	4	-	2	2	4	4	-1	4	2	2
G1a	** Niet onderscheiden **	Grasland - Met veel Straatgras en andere eenjarigen	12RG1	Hz4.2 - Grasland	4	5.5	6	6	8	5	1	5	3	2
G2	Grasland met Kruipend struisgras	Grasland met Moerasstruisgras	12RG5	Hz4.2 - Grasland	4	7	5	4.5	6	5	0	5	3	2
G3	Grasland met Engels raaigras	Grasland - Dominantie Engels raaigras	12RG1	Hz4.2 - Grasland	4	5.5	6	6	9	7	0	5	3	2
G4	** Niet onderscheiden **	Grasland - Kruipende boterbloem, Geknikte vossenstaart, beemdgrassen	12Ba1b	Hz4.2 - Grasland	4	7.5	6.5	5.5	8	5	1	5	3	1

Bijlage G

Code	Omschrijving 1990	Omschrijving 2003	Vegetatie van Nederland	Natuurdoel typen 1998	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
G5	** Niet onderscheiden **	Grasland - Kruidige boterbloem, Geknikte vossenstaart, beemdgrassen en Pitrus	12Ba1b	Hz4.2 - Grasland	4	7.5	6.5	5.5	8	5	1	5	3	1
G6	** Niet onderscheiden **	Grasland - Gestreepte witbol, Veldzuring, Veldbeemdgras	16RG1	Hz3.6 - Bloemrijk grasland	4	5.5	6	5.5	8	6	1	5	3	2
G7	** Niet onderscheiden **	Grasland - Zachte dravik, Witte klaver, Ruw beemdgras	16RG1	Hz4.2 - Grasland	4	5.5	6	5.5	8	6	1	5	3	2
G8	** Als Je onderscheiden**	Grasland - Pitrus dominant	16RG4	** Niet onderscheiden **	4	7	5	5	7	5	1	5	3	2
G9	** Niet onderscheiden **	Grasland - Gestreepte witbol, Kleine klaver, Schapezuring, Engels raai gras	16RG1	Hz3.6 - Bloemrijk grasland	4	5.5	6	5.5	8	7	0	5	3	2
Je	Dominantie van Pitrus	** Als G8 onderscheiden **	16RG4	** Niet onderscheiden **	4	7	5	5	7	5	1	5	3	2
Pta	Dominantie van Adelaarsvaren	** Niet onderscheiden **	18RG1	** Niet onderscheiden **	1	5.5	3	4.5	7	4	0	5	2	2

**A** Stand vergrassing: 1=0-25%; 2=25-50%; 3=50-75%; 4=75-100%.

**B** Vocht: 1=Extreem droog; 3=Droog; 5=Droog-vochtig; 7=Vochtig; 8=Vochtig/nat; 9=Nat; 10=Water-droogvallend; 11=Water; 12=Onderwater.

**C** Zuurgraad: 1=Sterk zuur; 3=Zuur; 4=Matig zuur; 5=Zwak zuur; 6=Neutraal; 7=Zwak basisch; 8=Basisch; 9=Sterk basisch.

**D** Nutriënten: 1=Zeer stikstofarm; 3=Stikstofarm; 5=Matig stikstofrijk; 7=Stikstofrijk; 9=Zeer stikstofrijk.

**E** Zeldzaamheid sinds 1975: 1=Uiterste zeldzaam; 2=Zeer zeldzaam; 3=Zeldzaam; 4=Vrij zeldzaam; 5=Niet zeldzaam; 6=Vrij algemeen; 7=Algemeen; 8=Zeer algemeen; 9=Uiterst algemeen.

**F** Oppervlakte NL: 1=Uiterst gering, <1ha; 2=Zeer gering, 1-10ha; 3=Gering, 10-100 ha; 4=Vrij gering, 100-1000 ha; 5=Vrij groot = 1000-10000 ha; 6=Groot, 10000-100000 ha; 7=Zeer groot, >100000 ha.

**G** Trend 1975-1998: -1=Achteruitgegaan; 0=Min of meer gelijkgebleven; 1=Vooruitgegaan.

**H** Bedreiging: 1=Zeer ernstig bedreigd; 2=Ernstig bedreigd; 3=Bedreigd; 4=Potentieel bedreigd; 5=Niet bedreigd.

**I** Herstelbaarheid: 1= Niet of nauwelijks herstelbaar; 2= Moeilijk herstelbaar; 3= Eenvoudig herstelbaar.

**J** Bron: 1=Literatuur; 2=Literatuur en expert-judgement; 3=Expert-judgement.