

# **Ontwikkelingen en herstel van hoogveensystemen**

***Bestaande kennis en benodigd onderzoek***

**J.M. Schouwenaars  
H. Esselink  
L.P.M. Lamers  
P.C. van der Molen**



© 2002 Expertisecentrum LNV, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij

Rapport EC-LNV nr. 2002/084 O  
Ede/Wageningen, 2002  
ISBN 90-806432-6-2

Teksten mogen alleen worden overgenomen met bronvermelding.

In opdracht van het Expertisecentrum LNV is deze studie uitgevoerd door het Onderzoekconsortium van de Vakgroep Fysische Geografie, Rijksuniversiteit Groningen; de Afdeling Aquatische Oecologie, Katholieke Universiteit Nijmegen; Milieuadviesbureau Groenholland en Stichting Bargerveen.  
Deze uitgave kan schriftelijk of per e-mail worden besteld bij het Expertisecentrum LNV onder vermelding van code 2002/084 O en het aantal exemplaren.

|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Oplage                   | 250 exemplaren                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Samenstelling            | Jos M. Schouwenaars, Wetterskip Boarn en Klif<br>Hans Esselink, Afdeling Dieroecologie, Katholieke Universiteit Nijmegen/Stichting Bargerveen<br>Leon P.M. Lamers, afdeling Aquatische Oecologie en Milieubiologie, Katholieke Universiteit Nijmegen<br>Peter C. van der Molen, Dienst Landelijk Gebied, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij |
| Eindredactie             | Matthijs Schouten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Coördinatie en bewerking | Wilco C.E.P. Verberk                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Fotografie               | Gert-Jan van Duinen, Hans Esselink, Paul van Gaalen, Rene Krekels, Jan Kuper, Leon Lamers, Juul Limpens, Peter van der Molen, Fons Smolders, Henk Strijbosch, Hilde Thomassen, Wilco Verberk                                                                                                                                                               |
| Druk                     | Ministerie van LNV, directie IFA/Bedrijfsuitgeverij                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Productie                | Expertisecentrum LNV<br>Bedrijfsvoering/Vormgeving en Presentatie<br>Bezoekadres : Marijkeweg 24<br>Postadres : Postbus 30, 6700 AA Wageningen<br>Telefoon : 0317 474801<br>Fax : 0317 427561<br>E-mail : Balie@eclnv.agro.nl                                                                                                                              |

# Voorwoord

In 1996 werd in het kader van het OBN een Deskundigenteam Hoogvenen geformeerd. Als eerste kreeg het team de opdracht een preadvies samen te stellen waarin vastgesteld diende te worden wat voor beheersmaatregelen kunnen worden toegepast ter herstel en behoud van hoogvenen, waarbij aangegeven diende te worden wat voor maatregelen als autonoom beschouwd kunnen worden en wat voor maatregelen nog toetsing behoeven of pas dan uitgevoerd kunnen worden nadat nader onderzoek heeft plaatsgevonden. Het preadvies werd geacht het benodigde onderzoek te omschrijven in de vorm van concrete onderzoeksvoorstellen.

De schrijvers van het preadvies hebben:

- een evaluatie uitgevoerd van een aantal herstelprojecten in Nederland. Hierbij is gekeken naar het effect van genomen maatregelen. Sommige bleken positieve resultaten op te leveren, zij het niet in alle gevallen; andere bleken minder effect te sorteren.
- de onvoorspelbaarheid van de effecten van allerlei genomen maatregelen wijst erop dat er nog onvoldoende kennis is over de wijze waarop beschadigde veensystemen hersteld zouden kunnen worden. Na een inventarisatie van de bestaande kennis inzake ecologie en hydrologie van veensystemen en een verkenning van de resultaten en herstelprojecten in het buitenland, moesten de schrijvers van het preadvies concluderen dat er nog voldoende inzicht is in de wijze waarop een intact veensysteem functioneert en dat er daardoor onvoldoende duidelijkheid bestaat over de stappen die genomen moeten worden om een afgetakeld of beschadigd systeem te herstellen.

In het preadvies worden de kennislacunes duidelijk omschreven en op basis daarvan wordt een aantal onderzoeksvoorstellen geformuleerd.

Daar dit preadvies een evaluatie biedt van een aantal herstelprojecten in Nederland en tegelijk een beeld schetst van vergelijkbare projecten in het buitenland en verder nog een overzicht geeft van de beschikbare kennis inzake hydrologie, hydrochemie en ecologie van veensystemen, bevat het informatie die ook buiten de kring van beheerders van hoogvenen betekenis heeft. Daarom heeft het ECLNV besloten het document in drukvorm te laten verschijnen.

Matthijs Schouten;  
Voorzitter Deskundigenteam Hoogvenen

Drs. R.P. van Brouwershaven;  
Directeur Expertisecentrum LNV



# Inhoudsopgave

|                                                                                  |           |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Samenvatting</b>                                                              | <b>9</b>  |
| <b>Dankwoord</b>                                                                 | <b>11</b> |
| <b>1 Hoogveenherstel in Nederland; een terugblik voor de toekomst</b>            | <b>13</b> |
| 1.1 Hoogvenen nu; wat verstaan we eronder?                                       | 13        |
| 1.2 Hoogvenen in de toekomst; wat willen we bereiken?                            | 16        |
| 1.3 Het Overlevingsplan Bos en Natuur                                            | 18        |
| 1.4 Bestaande kennis en benodigd onderzoek                                       | 19        |
| <b>2 Hoogvenen in Nederland</b>                                                  | <b>21</b> |
| 2.1 De oorspronkelijke landschapsoecologische positie van hoogvenen in Nederland | 21        |
| 2.1.1 Vernattend land                                                            | 21        |
| 2.1.2 Hoogvenen in het lage deel van Nederland                                   | 22        |
| 2.1.3 Hoogvenen in het hoge deel van Nederland                                   | 25        |
| 2.2 Huidige toestand van de Nederlandse hoogveenrestanten                        | 26        |
| 2.3 Referenties voor hoogveenherstel                                             | 29        |
| 2.4 Natuurdoeltypen en hoogveen                                                  | 30        |
| 2.4.1 Inleiding                                                                  | 30        |
| 2.4.2 De hoofdgroepenindeling                                                    | 30        |
| 2.4.3 Vergelijking van de verschillende indelingen                               | 31        |
| <b>3 Vegetatieontwikkeling in hoogvenen</b>                                      | <b>41</b> |
| 3.1 Inleiding                                                                    | 41        |
| 3.2 HEDEN: de vegetatie van hoogvenen en hoogveenrestanten                       | 46        |
| 3.2.1 Inleiding en synsystematiek                                                | 46        |
| 3.2.2 De vegetatie van een levend hoogveen                                       | 51        |
| 3.2.3 De huidige vegetatiesamenstelling van hoogveenrestanten                    | 52        |
| 3.2.4 De vegetatie van de contactzone (lagg)                                     | 54        |
| 3.2.5 Hoogveenontwikkeling in laagvenen en brakwatervenen                        | 56        |
| 3.2.6 De vegetatie van oligotrofe kwelvenen                                      | 58        |
| 3.3 TOEKOMST: Indicatorsoorten en vegetatieherstel                               | 60        |
| 3.3.1 Indicatorsoorten                                                           | 60        |
| 3.3.2 Verbreiding van Veenmossen                                                 | 61        |

|          |                                                                                     |            |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>4</b> | <b>Hydrologische aspecten van hoogveenbeheer en –herstel</b>                        | <b>67</b>  |
| 4.1      | De betekenis van de regionale waterhuishouding                                      | 67         |
| 4.1.1    | Waterbalans                                                                         | 67         |
| 4.2      | De gewenste terreincondities                                                        | 70         |
| 4.2.1    | Fysische eigenschappen van veenmosveen en fluctuaties van de waterstand in het veen | 70         |
| 4.2.2    | Verdamping en grondwaterstandsgedrag in relatie tot de vegetatie                    | 71         |
| 4.2.3    | Beïnvloeding grondwaterstanden door intern en extern waterbeheer                    | 72         |
| 4.3      | De rol van oppervlakte- en bodemwaterkwaliteit                                      | 74         |
| 4.3.1    | Eigenschappen van de standplaats                                                    | 74         |
| 4.3.2    | Factoren van invloed op de (bodem)waterkwaliteit                                    | 74         |
| 4.3.3    | (Bodem)waterkwaliteit en vegetatie                                                  | 81         |
| 4.4      | Samenvatting van sleutelfactoren bij hoogveenherstel                                | 86         |
| <b>5</b> | <b>Fauna in intact hoogveen en hoogveenrestanten</b>                                | <b>87</b>  |
| 5.1      | Ontwikkeling begrippenkader                                                         | 87         |
| 5.1.1    | Inleiding                                                                           | 87         |
| 5.1.2    | Oorzaken achterstand in kennis                                                      | 87         |
| 5.1.3    | Gevolgen achterstand in kennis                                                      | 89         |
| 5.1.4    | Indeling fauna                                                                      | 90         |
| 5.1.5    | Toepassing indelingsconcepten                                                       | 92         |
| 5.2      | Fauna van het hoogveenlandschap                                                     | 95         |
| 5.2.1    | Hoogveenmilieu en kenmerkende soorten                                               | 95         |
| 5.2.2    | Enkele faunagroepen in hoogvenen nader bekeken                                      | 97         |
| 5.2.3    | Vergelijkend onderzoek naar entomofauna in vier Nederlandse hoogveenrestanten       | 102        |
| 5.3      | Fauna in relatie tot ruimte- en tijdschaal                                          | 104        |
| 5.3.1    | Ruimteschaal: micro, meso en macro                                                  | 104        |
| 5.3.2    | Tijdschaal: korte en lange termijn                                                  | 106        |
| 5.4      | Kolonisatie                                                                         | 107        |
| 5.5      | Bijzondere neveneffecten van herstelmaatregelen op de fauna                         | 107        |
| 5.5.1    | Oost-Amerikaanse hondsvij (Umbra pygmaea)                                           | 107        |
| 5.5.2    | Steekmugplagen                                                                      | 108        |
| 5.5.3    | Guanotrofiëring                                                                     | 109        |
| 5.5.4    | Zeldzame watervogels en kalkdeficiëntie                                             | 111        |
| <b>6</b> | <b>Beschrijving beheer en resultaten voor de geselecteerde terreinen</b>            | <b>115</b> |
| 6.1      | Algemeen                                                                            | 115        |
| 6.2      | Selectie van de terreinen                                                           | 115        |
| 6.3      | Resultaten per terrein                                                              | 117        |

|          |                                                                      |            |
|----------|----------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>7</b> | <b>Conclusies en verder onderzoek</b>                                | <b>119</b> |
| 7.1      | Conclusies                                                           | 119        |
| 7.1.1    | Beschikbare informatie bij de terreininventarisatie                  | 119        |
| 7.1.2    | Thematische bespreking                                               | 120        |
| 7.1.3    | Inrichtings- en beheersmaatregelen                                   | 122        |
| 7.1.4    | Formulering reguliere maatregelen en proefmaatregelen binnen het OBN | 123        |
| 7.2      | Nieuwe onderzoeksvragen; naar een samenhangende aanpak               | 125        |
| 7.2.1    | De onderzoeksvragen themagewijs                                      | 125        |
| 7.2.2    | Samenhang in aanpak                                                  | 135        |
| 7.2.3    | Belangrijkste knelpunten en prioritering van het onderzoek           | 135        |
| 7.2.4    | De bundeling van vragen tot onderzoeksprojecten                      | 137        |
| 7.2.5    | Verloop van het onderzoek                                            | 139        |
|          | <b>Literatuur</b>                                                    | <b>141</b> |
|          | <b>BIJLAGE 1</b>                                                     | <b>153</b> |
|          | Gebiedsbeschrijvingen                                                | 153        |
| 1.       | Fochteloërveen                                                       | 154        |
| 2.       | Witterveld                                                           | 156        |
| 3.       | Bargerveen                                                           | 158        |
| 4.       | Dwingelderveld - Lange Veen                                          | 162        |
| 5.       | Weerribben - Wobberribben / Wiedegat                                 | 164        |
| 6.       | Haaksbergerveen                                                      | 166        |
| 7.       | De Hamert Pikmeeuwenwater                                            | 168        |
| 8.       | Peelvenen                                                            | 170        |
| 9.       | Brunssumerheide                                                      | 173        |
| 10.      | Merrevliet                                                           | 175        |
|          | <b>BIJLAGE 2 - Natuurdoeltypen</b>                                   | <b>177</b> |
|          | <b>BIJLAGE 3 - Begrippenlijst</b>                                    | <b>183</b> |



# Samenvatting

Van de in Nederland ooit wijdverbreide hoogvenen is weinig overgebleven. Afgezien van een aantal min of meer intacte heidehoogveentjes bezit ons land alleen nog maar enkele grotendeels vergraven veenrestanten.

Sedert enige decennia voert men in deze afgetakelde resten allerlei herstelmaatregelen uit. De terugkeer van veenvormende vegetaties leidde aanvankelijk tot een grote euforie en al snel werd verondersteld dat er zich binnen afzienbare tijd weer zelfregulerende veensystemen zouden vormen. In de loop der jaren werd het enthousiasme enigszins getemperd. Op allerlei plaatsen waar dit op grond van de genomen maatregelen wel verwacht werd, kwam veenmosgroei niet of nauwelijks op gang; op andere plekken stagneerde de eenmaal op gang gekomen ontwikkeling van veenmosrijke vegetaties weer, en vrijwel overal bleven soorten die in de oorspronkelijke, intacte Nederlandse hoogvenen nauwelijks aanwezig waren, zoals *Sphagnum recurvum*, *Molinia caerulea* en *Betula pubescens*, de vegetatie domineren. Hier en daar begon twijfel te rijzen over de mogelijkheden van veenherstel in Nederland.

Het werd daarom tijd eens kritisch te kijken naar de resultaten van de herstelprojecten om na te gaan wat nu in de praktijk wel mogelijk gebleken was en vast te stellen in welke opzichten minder grote successen geboekt waren. Van daaruit zou dan bezien moeten worden:

- 1) Wat voor maatregelen daadwerkelijk bijdragen aan het herstel van hoogveensystemen.
- 2) Wat voor maatregelen eventueel nog voor dit doel getroffen zouden moeten worden.

Deze onder auspiciën van het Deskundigenteam Hoogvenen verrichte studie gaat op deze vragen in.

Allereerst wordt vastgesteld dat de term hoogveenherstel (of hoogveenregeneratie) enige nuancering behoeft. Het is van belang onderscheid te maken tussen herstel van plantengemeenschappen van hoogvenen, herstel van het ecosysteem hoogveen en het herstel van een hoogveenlandschap (veensysteem met de overgangen naar het omliggende minerale landschap, zoals overgangsvelden of laggs). Bij deze drie verschillende doelstellingen loopt namelijk de schaal waarop herstelmaatregelen genomen dienen te worden zeer uiteen: van lokale vernattingsmaatregelen (herstel plantengemeenschappen) tot ingrepen in het regionaal hydrologisch systeem (veenlandschap). Ook zijn de tijdsschalen die met deze doelstellingen verbonden zijn, zeer verschillend. Herstel van veenvormende vegetaties blijkt mogelijk binnen enkele jaren; herstel van veensystemen en veenlandschappen zou wel eens decennia, zo niet eeuwen kunnen vergen.

Een evaluatie van een aantal herstelprojecten in Nederland leidde tot de conclusie dat successen vooral geboekt zijn met betrekking tot het herstel van veenvormende vegetaties en dan vooral in situaties waarin gewerkt met inundatie van het veenoppervlak. Vermorsing van verdroogde veenbodems bleek in de praktijk lang niet altijd tot de gewenste resultaten te leiden omdat het instellen van de benodigde zeer hoge en constante waterstanden in een veensubstraat met een sterk verlaagde bergingscapaciteit niet eenvoudig is. Verder bleken in veel gevallen soorten die gebonden zijn aan enigszins voedselrijke omstandigheden, de nieuwgevormde vegetaties te (gaan) domineren, hetgeen een gevolg zou kunnen zijn van de hoge N-depositie in ons land. Tenslotte werd duidelijk dat herstel van veenvormende gemeenschappen het beste verloopt onder enigszins gebufferde condities.

Op grond van deze evaluatie werd geconcludeerd dat nog geen enkele herstelmaatregel autonoom geacht kan worden. Wel werden enkele maatregelen ter verdere toetsing voorgesteld.

De auteurs stellen verder vast dat herstel van veensystemen in Nederland nog steeds deel is van een toekomstsymfonie. Onderzoek aan min of meer intacte hoogvenen in Nederland heeft aangetoond dat de acrotelm (de bovenste, deels levende veenlaag) een grote rol speelt in de "zelfregulatie" van een levend veensysteem. Herstel van een hoogveensysteem in Nederland betekent daarom in de eerste plaats herstel van een "functionele" acrotelm. Wat voor inrichtingsmaatregelen daarvoor getroffen dienen te worden vergt nader onderzoek.

Ook het herstel van hoogveenlandschappen zal een lange adem behoeven en waar en hoe dit zou kunnen is vooralsnog niet duidelijk. De Nederlandse veenrestanten liggen vaak 'ingeklemd' tussen intensief gebruikte agrarische gronden.

Tenslotte wordt vastgesteld dat bij herstelmaatregelen in Nederland botanische en vegetatiekundige uitgangspunten veelal doorslaggevend zijn geweest. Herstel van hoogveenfauna heeft minder betekenis gehad in de planvorming en waar wel faunadoelstellingen zijn geformuleerd, blijken deze soms strijdig met het doel van hoogveenherstel.

Na een grondige inventarisatie van de bestaande kennis op het gebied van hydrologie, hydrochemie en ecologie van hoogvenen, hebben de auteurs de kennislacunes geïdentificeerd die nog ingevuld dienen te worden om te kunnen komen tot de vaststelling van effectieve maatregelen tot herstel van respectievelijk hoogveenlevensgemeenschappen, hoogveensystemen en hoogveenlandschappen in Nederland. Om deze lacunes in te vullen is een aantal onderzoeksprojecten geformuleerd waarbij ook een prioritering is aangegeven:

- De invloed van verhoogde atmosferische depositie van stikstof
- De relatie tussen waterkwaliteit en herstel van veenvormende vegetaties
- Mogelijkheden tot herstel van natte veenbodems, waarbij het vooral gaat om het herstel van eigenschappen behorend bij een goed ontwikkelde acrotelm
- Mogelijkheden ter optimalisering van de faunistische diversiteit in hoogveenrestanten
- Het ontwikkelen van een operationele methode voor een systeemanalytische beschrijving van hoogveenrestanten die het mogelijk maakt de perspectieven voor het herstel van dergelijke gebieden te beoordelen op alle drie de gehanteerde schaalniveaus

Inmiddels zijn de onderzoeksprojecten die de hoogste prioriteit gekregen hadden, afgerond en binnenkort zal de vertaling naar herstelmaatregelen gemaakt kunnen worden. Alvast mag gesteld worden dat het onderzoek uitwijst dat er zeker nog perspectieven voor hoogveenherstel bestaan in Nederland.

Matthijs Schouten;  
Voorzitter Deskundigeteam Hoogvenen

# Dankwoord

Deze publicatie is de drukvorm van het eerder gepubliceerde preadvies Hoogvenen (Schouwenaars *et al.* 1997). Het grote aantal mensen dat toen hun onmisbare medewerking hebben verleend worden daarvoor hier opnieuw bedankt. Medewerkers van Staatsbosbeheer, Natuurmonumenten en gemeente Assen, aangevuld met 'externe' deskundigen gaven de auteurs tijdens veldbezoeken op grondige wijze informatie over hun gebieden en aldaar genomen beheers- en inrichtingsmaatregelen. Daarnaast werden van vele kanten gegevens, rapporten en publicaties beschikbaar gesteld. Het is in dit verband niet mogelijk om alle personen afzonderlijk te noemen, maar een aantal personen moet echter met naam genoemd worden. Zij hebben naast het deskundigenteam ook teksten van het preadvies becommentarieerd. Dit zijn Rob van Leeuwen, Ruud Jonkers, Henk van Ziel, Wiebe Altenburg, Frits Bink, Philip Bossenbroek, Cees de Vries en Roland Bobbink. Speciaal moet Jan Kuper genoemd worden, die van alle bezochte terreinen de beschikbare informatie over de fauna heeft samengevat. Een bijzonder woord van dank is hier op zijn plaats voor Matthijs Schouten die op belangrijke momenten het doel van het preadvies en de te hanteren kwaliteitseisen steeds heeft bewaakt. Marjan Boertje van de Vakgroep Fysische Geografie heeft de teksten van het preadvies bewerkt en zij heeft bijgedragen aan de totstandkoming van tussenrapporten en het preadvies.



# 1 Hoogveenherstel in Nederland; een terugblik voor de toekomst

J. Schouwenaars  
Wetterskip Boarn en Klif  
Postbus 56, 8500 AB Journe

## 1.1 Hoogvenen nu; wat verstaan we eronder?

Van de ongeveer 250.000 ha hoogveen die Nederland in de tweede helft van de Middeleeuwen nog rijk was (Pons 1992), is maar weinig overgebleven. Wat we nog bezitten zijn enkele duizenden hectaren veenrestanten, dat wil zeggen ontwaterde en grotendeels vergraven resten van voorheen veel grotere veengebieden. Afgezien van de kleine hoogveentjes in het dekzandgebied kent Nederland geen geheel intacte hoogveensystemen meer.

Voor de afbakening van het begrip hoogvenen wordt hier aangesloten bij de omschrijving die Van Wirdum geeft in de Ecosysteemvisie Hoogvenen (1993a):

Hoogvenen zijn zowel horizontaal als verticaal begrensde eenheden in het landschap, waarin:

- zich uit de lokale neerslag een veenwaterlichaam heeft gevormd boven de regionale grondwaterspiegel;
- de plantaardige produktie in hoofdzaak berust op de aanvoer van voedingsstoffen uit de atmosfeer;
- de natte condities de afbraak van organisch materiaal zodanig remmen dat veen gevormd wordt.

Met als diagnostische kenmerken:

|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Vegetatie</b> | Onaangetast hoogveen heeft een vegetatie waarvan de moslaag voornamelijk uit veenmossen bestaat ( <i>Sphagnum</i> ); de moslaag bedekt meer dan de helft van het veenoppervlak.<br>In de vegetatie van hoogvenen zijn plantensoorten die wijzen op voeding met grond- of oppervlaktewater of op sterke mineralisatie van veen in de minderheid. |
| <b>Bodem</b>     | In een hoogveen is een minstens 50 cm dikke laag veen aanwezig die onder ombrotrofe omstandigheden gevormd is en waarvan tenminste de bovenste 20 cm niet tot weinig gehumificeerd is.                                                                                                                                                          |
| <b>Landschap</b> | Het complex is op natuurlijke wijze afgegrensd tegenover of wigt op natuurlijke wijze uit tegen het omgevende landschap.                                                                                                                                                                                                                        |

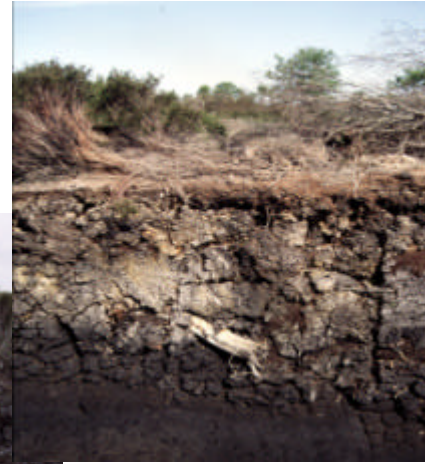
### Hoogvenen aangetast - criteria aangepast?

Wanneer deze diagnostische kenmerken strikt toegepast zouden worden, zouden we hier misschien geen enkel gebied overhouden om te behandelen. Dit geeft aan in

hoeverre we in Nederland van de natuurlijke omstandigheden zijn verwijderd. De hier behandelde hoogveenrestanten en kleinere hoogveentjes in Nederland voldoen vrijwel nooit aan het eerste kenmerk. Ook is er voor gekozen gebieden met relatief jonge hoogveenvegetaties, zoals vennen en laagveenmoerassen in de beschouwing te betrekken en in deze gebieden zal meestal de dikte van de door hoogveenvegetaties gevormde veenlagen (nog) niet beantwoorden aan het tweede kenmerk. Verder hebben in de hoogveenrestanten de in het verleden uitgevoerde vervening en de daarna getroffen inrichtings- en beheersmaatregelen vaak geleid tot kunstmatige en scherpe overgangen in het landschap. Daarmee wordt ook het hierboven als laatste genoemde kenmerk meestal niet aangetroffen.



*Veenwinning in Clara Bog (Ierland), waarbij eerst ontwateringsgreppeltjes zijn gegraven. Foto: Leon Lamers.*



*Veenwinning in Clara Bog (Ierland). Foto: Gert-Jan van Duinen. Inzet: Diepe afgraving van ontwaterd veen in Ierland, waarbij het veenprofiel zichtbaar is. Foto: Leon Lamers.*



*Impressie van wijze waarop vroeger hoogveenwinning plaatsvond. Wolters, Groningen-Den Haag.*

## 1.2 Hoogvenen in de toekomst; wat willen we bereiken?

Om onduidelijkheden en verwarring over (mogelijke) toekomstbeelden bij hoogveenherstel te voorkomen is het van wezenlijk belang scherp voor ogen te hebben wat verwacht wordt bij een herstelproject. Hier volgen de mogelijkheden die elk hun eigen schaalniveau hebben.

### 1. Herstel van standplaatscondities voor hoogveensoorten of voor hoogveengemeenschappen (micro-schaal niveau)

Dit kan op kleine schaal gebeuren waar het veenoppervlak onder voedselarme omstandigheden weer voldoende vernat kan worden voor de vestiging van hoogveensoorten. Dit doel kan in het algemeen bereikt worden met lokale maatregelen.

### 2. Herstel van een levend hoogveensysteem (meso-schaal niveau)

Hierbij gaat het vooral om herstel van ecologische en hydrologische processen zodat zich weer een actief en zichzelf handhavend veensysteem kan vormen. De schaal waarop hierbij maatregelen moeten worden genomen is beduidend groter dan in het eerste geval.

### 3. Herstel van hoogveenlandschappen (macro-schaal niveau)

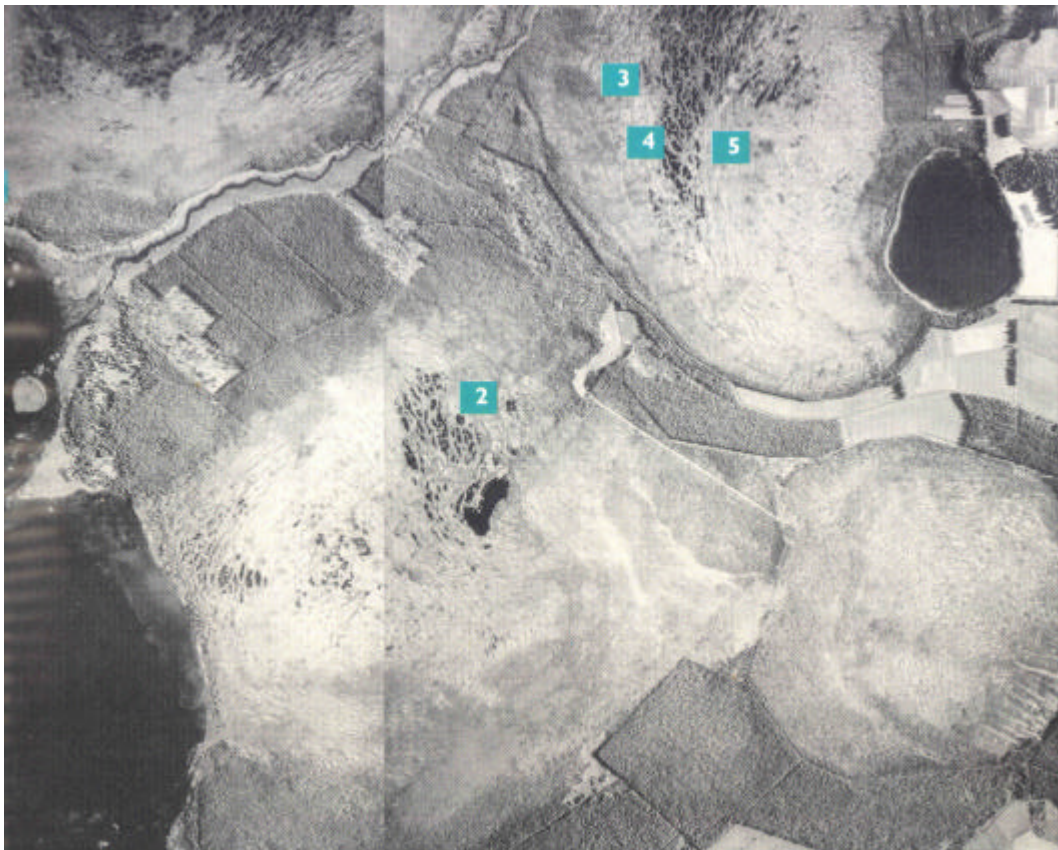
In de oorspronkelijke Nederlandse hoogveenlandschappen was een veelheid aan gradiënten aanwezig: van voedselarm naar voedselrijker, van zuur naar enigszins gebufferd, van nat naar droog. Dit had een rijke schakering aan vegetaties tot gevolg. Wanneer men gehele hoogveenlandschappen wenst te herstellen, betekent dit een aanzienlijke vergroting van het bij de maatregelen te betrekken gebied.



*Voorbeeld van het microschaalniveau: Het bult-slenkpatroon in Clara West (Ierland).  
Foto: Gert-Jan van Duinen.*



*Voorbeeld van het mesoschaalniveau: Nätshi-Võlla te Estland. Foto: Gert-Jan van Duinen.*



*Voorbeeld van het macroschaalniveau: een deel van het reservaat Endla te Estland (Met toestemming overgenomen uit: Aaviksoo et al. 1997). De inbedding in het omringende landschap is duidelijk zichtbaar. Het gebied bestaat uit een complex van verschillende hoogveenkernen. Deze kernen worden begrensd door een rivier (linksboven), een meer (linksonder) en bosbouwactiviteiten (langs de rivier oever, rechtsboven en rechtsonder). Er zijn verschillende structuren in de hoogveenkern zichtbaar: typisch landschap van concentrische poelen en daartussen de veenruggen (2,4), modderslenken in het veen (3,5).*

## 1.3 Het Overlevingsplan Bos en Natuur

Net als bij andere ecosystemen in Nederland geldt voor de hoogveenresten dat het zaak is 'te overleven'. Waren vroeger vervening en ontginning de belangrijkste bedreigingen, nu zijn het verdroging en vermessing.

Ze zijn als te beschermen en te ontwikkelen ecosysteem dan ook opgenomen in het Overlevingsplan Bos en Natuur 1995 - 2010 (OBN). In deze periode zijn, in samenhang met en als aanvulling op het 'brongerichte beleid', tijdelijke maatregelen nodig om de effecten van verzuring, verdroging en vermessing te bestrijden. Het pakket van herstelmaatregelen kan worden gezien als een overlevingsstrategie om bos- en natuurwaarden in Nederland in stand te houden en te herstellen in de periode dat de milieukwaliteit nog niet voldoet aan de eisen die vitaal bos en natuur daaraan stellen.

### De maatregelen naar soort

De daarbij in te zetten maatregelen kunnen worden onderscheiden in drie groepen:

|                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Reguliere maatregelen<br/>(Autonome maatregelen)</b>      | Het betreft maatregelen die in de praktijk hebben bewezen effectief te zijn. Er is weinig deskundigheid en vooronderzoek bij nodig en de maatregel is makkelijk uitvoerbaar. De maatregelen zijn 'praktijkrijp' te noemen. Vroeger: autonome maatregelen.                                                                                                         |
| <b>Proefmaatregelen</b>                                      | Dit betreft maatregelen waarbij meer deskundigheid en vooronderzoek vereist is. Het kan daarbij gaan om nadere advisering over de uitvoering van een effectief gebleken maatregel. Ook kan het gaan om zinvol geachte maatregelen waarvan bekend is dat ze geen risico voor ongewenste effecten met zich mee brengen, maar die nog verdere toetsing nodig hebben. |
| <b>Experimentele maatregelen<br/>(Onderzoeksmaatregelen)</b> | Deze maatregelen hebben in de praktijk nog niet bewezen effectief te zijn en er bestaat geen zekerheid dat er geen ongewenste effecten op zullen treden. Daarom worden deze maatregelen altijd uitgevoerd met een experimentele aanpak bedoeld voor verdere kennisontwikkeling. Vroeger: onderzoeksmaatregelen.                                                   |

### Zijn er voor de hand liggende maatregelen?

Wanneer we denken aan kansrijke maatregelen voor het herstel van gedegradeerde hoogvenen ligt het voor de hand allereerst te denken aan hydrologische maatregelen bedoeld voor de *vermindering van afvoer en wegzijging*. Ook is een veelvuldig toegepaste maatregel de verwijdering van bos- en struweelbegroeiing ter *bepierking van de verdamping*. Vergelijkbaar met de aanpak in heiden en schraalgraslanden kan het ook in hoogvenen zinvol zijn maatregelen te nemen gericht op de *verwijdering van nutriënten*, zoals plaggen, maaien en afvoeren en additionele begrazing. In het Overlevingsplan Bos en Natuur worden bijna al deze maatregelen beschouwd als experimentele maatregelen. De ervaringen met deze maatregelen in de afgelopen tientallen jaren hebben nog niet geleid tot zekerheid over hun effectiviteit. Er bestaan nog twijfels over het risico van ongewenste ontwikkelingen.

### Naar een verantwoorde keuze van de juiste maatregelen

Wat is nodig om te komen tot beter te onderbouwen adviezen over het te voeren beheer? 'Meer onderzoek' is ook hier het antwoord en voor een goed onderzoeksprogramma zijn een aantal dingen van belang, namelijk:

- een beschrijving van wat hoogvenen zijn en hun huidige en potentiële voorkomen in Nederland;

- een beschrijving en evaluatie van herstelmaatregelen, zowel in Nederland als in andere landen;
- aanbevelingen over herstelmaatregelen die kunnen worden uitgevoerd;
- formulering van ontbrekende kennis en de belangrijkste onderzoeksvragen;
- beschrijving van uitgewerkte experimentele onderzoeksprojecten, inclusief monitoring;
- een advies over de prioriteiten en benodigde fasering bij het onderzoek.

## 1.4 Bestaande kennis en benodigd onderzoek

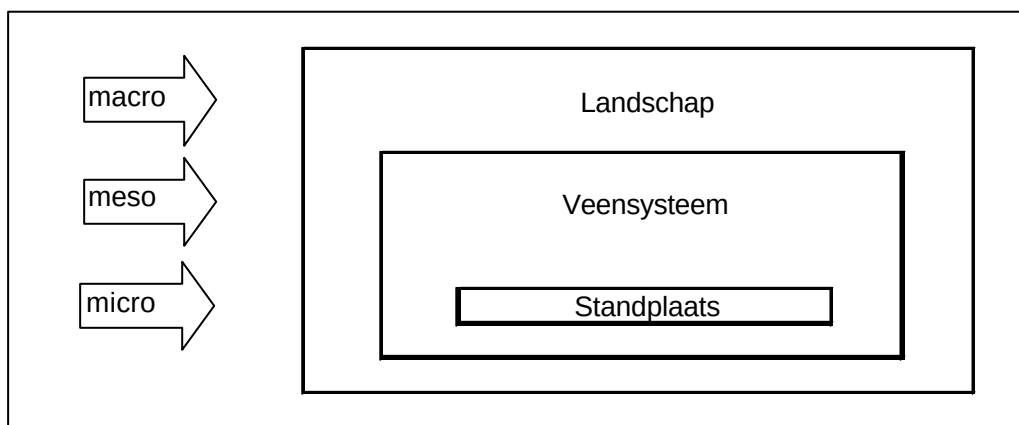
### Een stapsgewijze aanpak

Voor het aangeven van de bestaande kennis is een systematische inventarisatie uitgevoerd van zowel de terreinervaringen als van de literatuur. Na evaluatie hiervan kan de formulering van het nog benodigde onderzoek plaatsvinden. Er is dan ook gewerkt in een drietal fasen:

|               |                                                                                                        |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Fase 1</b> | • een themagewijze verkenning van de problemen verbonden met het herstel van hoogvenen (hoofdstuk 1-5) |
| <b>Fase 2</b> | • een inventarisatie van het gevoerde beheer in hoogvenen in Nederland (hoofdstuk 6)                   |
| <b>Fase 3</b> | • een evaluatie van het gevoerde beheer en het formuleren van het benodigd onderzoek (hoofdstuk 7)     |

In hoogvenen is een veelheid aan ecologische, hydrologische en bodemchemische processen te onderscheiden. Deze beïnvloeden elkaar, en spelen zich bovendien af op meerdere schaalniveaus. Daarom is ervoor gekozen de problematiek steeds te beschrijven op drie niveaus met elk een eigen ruimtelijke schaal: het **macro-, meso- en microniveau**. Met deze ruimtelijke schalen hangt de keuze van de doelstellingen voor hoogveenherstel, zoals die hier eerder zijn aangegeven (paragraaf 1.2) samen. Hieronder wordt deze benadering schematisch weergegeven.

**Figuur 1.1** De benadering op drie verschillende ruimtelijke schaalniveaus



### Een themagewijze aanpak

Gezien de veelheid aan ecologische, hydrologische, bodemkundige en hydrochemische processen in hoogveensystemen is er hier voor gekozen een aantal thema's vast te stellen. Dit werd ingegeven door het doel te komen tot voorstellen voor onderzoek, die weliswaar een interdisciplinaire aanpak vergen, maar die voor de beoordeling van hun prioritering en voor hun organisatie, enige vorm van clustering nodig hebben. De volgende thema's zijn onderscheiden:

|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>thema 1</b> | <b>relatie hydrologie en waterkwaliteit</b><br>dit betreft de invloed van de regionale hydrologie op de waterkwaliteit en heeft dus betrekking op processen in terreinen (mesoniveau) en landschappen (macroniveau)                                                                                               |
| <b>thema 2</b> | <b>verspreiding hoogveenflora</b><br>het gaat hierbij om dispersie en vestiging van soorten en betreft processen op landschapsschaal (macroniveau) maar ook de geschiktheid van het (micro)milieu van de standplaats (microniveau) komt aan de orde                                                               |
| <b>thema 3</b> | <b>waterbalans, grondwaterstanden en vocht</b><br>hierbij wordt de waterbalans van terreinen beschouwd (mesoniveau), alsmede eigenschappen van bodem en water op standplaatsniveau (microniveau)                                                                                                                  |
| <b>thema 4</b> | <b>waterkwaliteit, nutriënten en overige ionen</b><br>het betreft hier de hydrochemische processen die zich in de bodem afspelen en de daarmee samenhangende nutriëntenhuishouding (microniveau)                                                                                                                  |
| <b>thema 5</b> | <b>vegetatieontwikkeling in hoogvenen</b><br>hierbij wordt aandacht gegeven aan de successie onder zowel gunstige als ongunstige condities voor hoogveenontwikkeling (micro- en mesoniveau)                                                                                                                       |
| <b>thema 6</b> | <b>fauna hoogveenrestanten</b><br>dit thema neemt een wat bijzondere plaats in. Het betreft hier zowel landschapsecologische aspecten (macroniveau) alsook eigenschappen van voedselketens op de schaal van de terreinen (mesoniveau) en de invloed van specifieke milieus (microniveau) op de faunasamenstelling |

## 2 Hoogvenen in Nederland

J. Schouwenaars  
Wetterskip Boarn en Klif  
Postbus 56, 8500 AB Journe

P.C. van der Molen  
Dienst Landelijk Gebied  
Postbus 1180, 5004 BD Tilburg

### 2.1 De oorspronkelijke landschapsoecologische positie van hoogvenen in Nederland<sup>1</sup>

#### 2.1.1 Vernattend land

In het Holoceen speelde sedimentatie door wind en water een belangrijke rol bij het proces van veenophoping. Door zee en rivieren afgezette sedimenten legden het fundament voor een raster van oeverwallen en dergelijke. Deze oeverwallen belemmerden de afvoer, zodat zich hierachter, in het lage deel van Nederland, veen kon ophopen. Op de hogere gronden van ons land was het niet anders. Dekzand verstopte aan het einde van de laatste ijstijd oudere afvoerstelsels; vermoedelijk gebeurde dit ook nog in het begin van het holoceen. Toen vervolgens de grondwaterstanden rezen, kon zich achter de dekzandruggen en -hoogten eveneens op grote schaal veen ophopen. Dat systeem was overigens aanzienlijk minder dynamisch dan dat in het lage deel van ons land, waar veranderingen in de loop van de rivieren en in de aanwezigheid en de positie van strandwallen voor een in tijd en ruimte zeer afwisselend beeld zorgden. Dat weerspiegelt zich in de opbouw van de ondergrond, maar ook in de aard van de venen.

De in Nederland geïntroduceerde tweedeling in hoog- en laagveen doet aan die verscheidenheid weinig recht. Die komt vooral voort uit de vervenerspraktijk en duidt op het onderscheid tussen in den droge winbaar veen en door baggeren, dus van onder water, gewonnen veen (ook wel als de Gieterse methode aangeduid). Doordat een beperkt praktijkenmerk geïdentificeerd werd met landschappelijke kenmerken, kon het misverstand ontstaan, dat hoogveen slechts op het zand en laagveen in het lage deel van ons land (met uitlopers de beekdalen in) voorkwam. Polak (1929) stelde rond Amsterdam vast, dat veel als laagveen bestempelde gronden als verdrongen hoogveen beschouwd moeten worden. Nadien is dat ook voor de venen van Waterland bevestigd. Kennelijk kon de veenmosgroei niet overal de zeespiegelrijzing bijbenen; voor het grote hoogveen tussen Gouda en Leidschendam was dat wel het geval. Zagwijn (1986) en Pons (1992) reconstrueerden die laag-Nederlandse hoogvenen.

---

<sup>1</sup> Dit deel is vrijwel geheel gebaseerd op een bijdrage van G.J.Baaijens en op gedeelten uit de Ecosysteemvisie Hoogvenen (van Wirdum, 1993a).

### **2.1.2 Hoogvenen in het lage deel van Nederland**

Gaat men na waar die vroegere hoogvenen van het lage deel van Nederland gelegen waren, dan valt op, dat ze twee posities in het landschap innamen (zie figuur 2.1 voor de ligging van een aantal hoogveengebieden):

1. boven oude mariene afzettingen;
2. op de flanken van de hogere zandgronden.

#### **1. Hoogvenen boven mariene afzettingen.**

Op het pleistocene oppervlak was lokaal vermoedelijk al vroeg sprake van veenvorming; door stijging van de zeespiegel en, als gevolg daarvan, stijgende grondwaterstanden kon het veen zich verder in de richting van de hogere zandgronden uitbreiden. Tegen de hogere gronden aan kon daarbij sprake zijn van een min of meer ongestoorde ontwikkeling; dicht bij de kust werd de veengroei herhaaldelijk verstoord door invasies van de zee. Klei en veen zijn in het grensgebied min of meer vertand - niet altijd kwam de zee even ver landinwaarts. In wat rustiger perioden kon op de klei, in de luwte van de strandwallen en tussen rivierarmen in, opnieuw veenvorming plaatsvinden.

Gaat men voor de laatste fase van de ontwikkeling na waar zich hoogveen vormde, dan valt op, dat dat boven mariene afzettingen is. Hier kon veen gevormd worden omdat er door neerslag zoetwaterlenzen ontstonden. De afvoer van het neerslagoverschot werd bemoeilijkt door een slecht doorlatende kleiondergrond, die maar langzaam ontzilt. De oeverwallen langs de rivieren werden hoger en de strandwallen verschoven landinwaarts, terwijl ook de stijghoogte (of waterdruk) van het diepe grondwater verhoogd werd. De stijghoogte wordt bepaald door de interactie tussen zoet water vanaf de hogere gronden (inclusief de grote rivieren) en het zeewaterniveau. Onder die omstandigheden waren er dichtheidsverschillen tussen regenwater en het brakke water in de ondergrond waardoor zich regenwaterlenzen konden vormen.

De ontwikkelingsduur van kwelder naar hoogveen varieerde van plaats tot plaats sterk. Soms duurde het honderden jaren, zoals bijvoorbeeld in het IJperveld (Bakker & Van Smeerdijk, 1982) en in West-Friesland (Van Geel *et al.*, 1983). Op Walcheren echter lijkt die ontwikkeling veel sneller te zijn gegaan: al in de rietfase en het eerste verlandingsstadium vestigden zich daar veenmossen (Bennema & Van der Meer, 1952). Het is niet geheel duidelijk wat die verschillen in ontwikkelingssnelheid bepaalde.

Dichter bij de hoge zandgronden zien we soms, dat zich een van de "normale" hoogveenontwikkeling afwijkende successie voor doet: op hoogveen volgt voedselrijker veen. Dat is zowel beschreven voor Vinkeveen (Bennema 1954) als voor Friesland (Griede 1978). Baaijens (mond. meded.) vermoedt dat dat verklaard kan worden doordat de kwelzones langs de hogere zandgronden smaller worden ten gevolge van de zeespiegelrijzing. Door toename van de kweldruk en de daardoor ontstane toename van de zuurbuffering kon zich op een deel van de oudere hoogvenen een basenrijker en voedselrijker type veen vormen.

Ook zonder menselijke activiteit is veel van dat kustnabije hoogveen verdwenen. Daarbij doet zich een opvallend verschil voor tussen de zuidwestelijke estuaria en het noorden van het land. In het eerste gebied is sprake geweest van verregaande teloorgang; in het noorden zijn oudere veenpakketten onder de jongere afzettingen bewaard gebleven, tot zelfs onder de huidige Waddenzee toe.

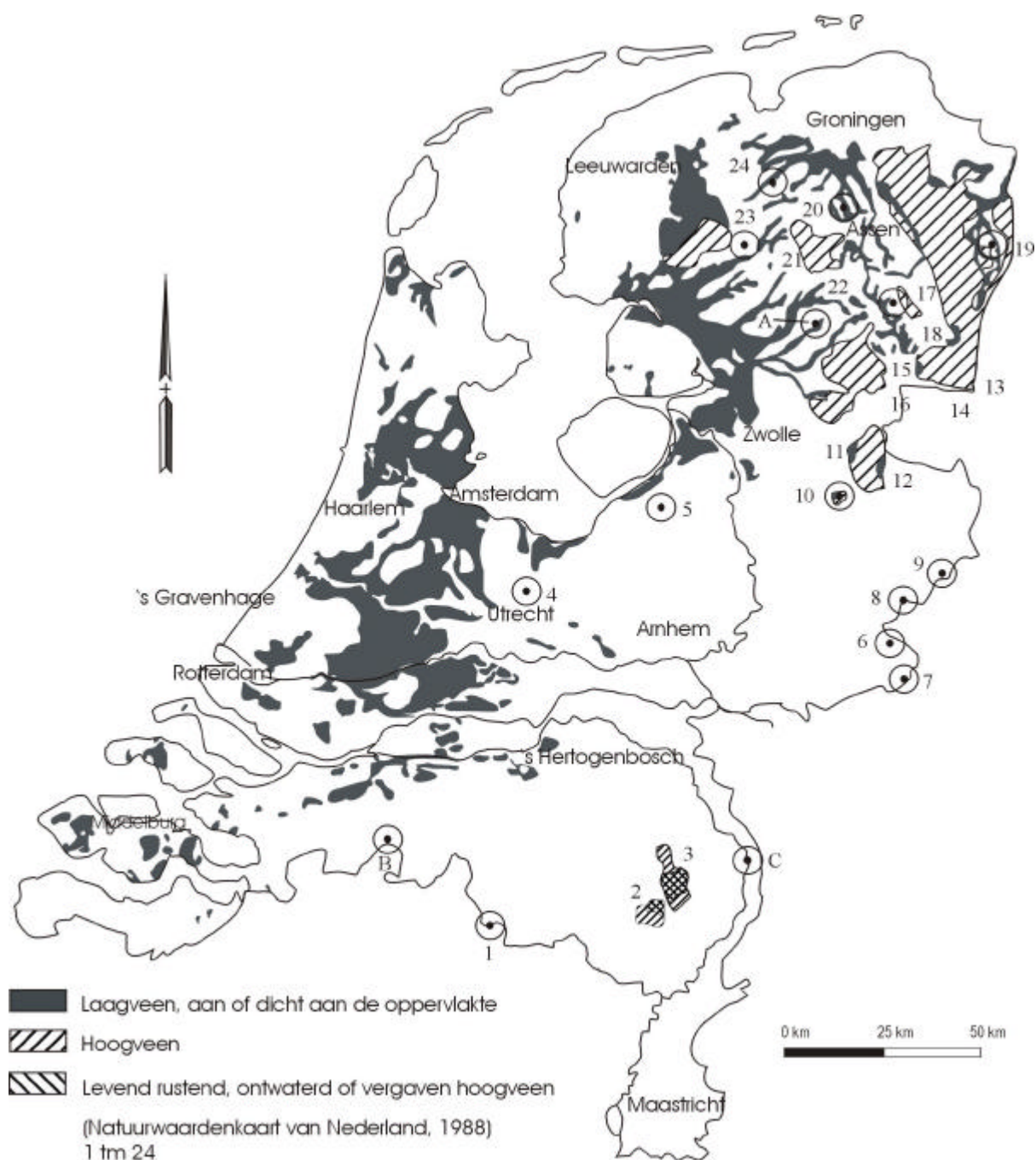
#### **2. Hoogvenen op de flanken van de hogere zandgronden.**

De overgang van de hogere zandgronden naar het lage deel van Nederland is op vele plaatsen tamelijk abrupt, dankzij stuwwallen of door rivieren of landijs uitgeslepen dalen. Op die overgangen komen eigenaardige dekzandstructuren voor, die doen denken aan ovale ringen. Ze zijn niet beperkt tot de overgangen van pleistoceen naar holocene, want men kan ze ook vinden langs de stuwwallen van Overijsel.

Op en boven die ruggen vindt men tal van gradiëntbenutters als Kleine Valeriaan (*Valeriana dioica*), Snavelzegge (*Carex rostrata*), en dergelijke; daarbinnen geeft de bodemkaart vaak veenmosveen aan, soms omringd door zeggeveen. Dat wijst er dus op, dat op en langs de rug enige kwel plaatsvindt, terwijl daarbinnen sprake is van ophoping van regenwater.

De rechte ruggen blijken geassocieerd met breukjes in de ondergrond, waarlangs grondwater opwaarts stroomde. De meanderende dekzandruggen zijn vermoedelijk dichtgestoven vroegere stromingsstelsels; de eironde dichtgestoven puntbronnen. De ovale ruggen zijn vermoedelijk op te vatten als reusachtige kwelkraters; ze omsluiten vroegere kalkmoerassen.

Baaijens (mond.med.) vermoedt dat aan de vorming van het dekzandreliëf niet alleen wind en zand, maar ook water te pas was gekomen en stelt de hypothese dat, waar ten tijde van de afzetting van het dekzand water een schaars goed was - anders had het niet zo kunnen stuiven - dekzandruggen of -kopjes moeten worden opgevat als de uiteinden van preferente plaatsen voor grondwaterstroming. Juist daar kon zich zand ophopen; nat zand stuift niet en kan hoogstens worden verspoeld wanneer de kweldruk krachtig genoeg is.



**Figuur 2.1** Ligging van enkele hoogveengebieden (naar Bakker et al. 1988; Van Wirdum 1993a; basiskaart met veentypen: Stiboka 1965).

|                  |        |                        |    |                 |    |
|------------------|--------|------------------------|----|-----------------|----|
| Aamsveen         | 9      | Engbertsdijksvenen     | 12 | Mosterveen      | 5  |
| Bargerveen       | 18, 13 | Fochteloërveen         | 21 | Oosteindse Veen | 14 |
| Beerzerveld      | 11     | Goudbergen             | B  | Reuzelse Moeren | 1  |
| Bunnerveen e.a.  | 20     | Grauwveen              | 3  | Rouwkuilen      | 3  |
| Dalerpeel        | 16     | Groote Peel            | 2  | Soesterveen     | 4  |
| Dalerveense Veen | 15     | Haaksbergerveen        | 8  | Wierdense Veld  | 10 |
| De Hamert        | C      | Hoogveen bij Sellingen | 19 | Witterveld      | 22 |
| Delleburen       | 23     | Jilt-Dijksheide        | 24 | Wooldse Veen    | 7  |
| Deurnese Peel    | 3      | Korenburgerveen        | 6  | Zweelooërveld   | 17 |
| Dwingelderveld   | A      | Mariapeel              | 3  |                 |    |

### 2.1.3 Hoogvenen in het hoge deel van Nederland

#### De grotere complexen

In het grensgebied van Drenthe, Friesland en Groningen is in het Holoceen een uitgestrekt veengebied met verschillende hoogveenkernen aanwezig geweest. In groter landschappelijk verband gezien betreft het hier een waterscheidingsgebied, afwaterend naar de beekstelsels van Peizerdiep, Kuinder-Linde, Steenwijker Aa, Eelderdiep, Drentsche Aa en Beilerstroom. De ondergrond van het gebied bestaat grotendeels, maar niet overal, uit keileem. Nu volgt een beschrijving van de ontstaanswijze van een aantal veengebieden in het hoge deel van Nederland.

Het Bourtangerveen, gelegen in een dekzandlandschap in het zeer brede Hunzedal, was ooit een zeer uitgestrekt laagvlakteveen. Het is uit meerdere hoogveenkernen ontstaan. Nadat die aaneen gegroeid waren was het Bourtangerveen wellicht het grootste aaneengesloten hoogveengebied van de Noordwest-Europese laagvlakte. Aan het ontstaan van hoogveen in dit gebied is in belangrijke mate laagveen- en kwelvennvorming vooraf gegaan.

Het Hollandse Veld, ten zuiden van Hoogeveen, was een grote veenkern begrensd door hogere gronden en door de dalen van het Oude Diepje, Slenerstroom-Loodiep, Kleine Vecht-Vecht, en Reest. In het zuiden had het via voedselrijker veen verbinding met het veengebied ten noorden van de Vecht bij Ommen. Dit veengebied is in groter landschappelijk verband te beschouwen als een waterscheidingsveen, hoewel de eigenlijke veenvorming heeft plaatsgevonden als komveen met verschillende kernen.

De venen in het noordelijk deel van Twente zijn in ruim verband te beschouwen als waterscheidingsvenen tussen de beekstelsels Vecht, Regge en Dinkel. De eigenlijke veenvorming in het gebied heeft echter plaatsgevonden in oerstroombalen tussen reeksen grotere en kleinere stuwwallen met lokale waterscheidingen die nooit door veen overgroeid zijn. De veengroei vond dus vooral vanuit de flanken van de stuwwallen plaats.

De Peelvenen hebben zich ontwikkeld in een bijzondere geologische situatie op de regionale waterscheiding tussen Maas en Aa. Een deel van de venen ligt op een horst, de Peelhorst, een ander deel ligt in een slenk, de Centrale Slenk. De venen op de Peelhorst zijn ontstaan op de flanken van de waterscheiding. Hier bestaat een bijzondere geohydrologische situatie door de aanwezigheid van een verticale breuk in de ondergrond en twee loodrecht op elkaar staande waterscheidingen.

Het Korenburgerveen is ontstaan in het oerdal van de Schaarsbeek. Op vrij geringe diepte komt relatief kalkrijk grondwater met een regionale herkomst voor. Hierdoor kwamen vanouds bijzonder soortenrijke contact- en overgangszones in het Korenburgerveen voor, zowel in het groeiende veendek als in een schraallandcomplex. Het Wooldse Veen is ontstaan aan de zuidoost-rand van het plateau van het Woold, met slecht doorlatende ondergrond. Het sluit direct aan bij veengebieden in Duitsland.

#### De kleinere veentjes

In veel heidecomplexen en bossen in het hoge deel van Nederland vinden we kleine levende hoogveentjes. Deze kennen over het algemeen een stabiele waterhuishouding, hetzij door enige grondwatertoevoer, hetzij door beperking van wegzijgingsverliezen als gevolg van slecht doorlatende lagen in de ondergrond. Op meerdere plaatsen treffen we hier goed ontwikkelde hoogveenvegetaties aan. Zoals ook voor het lagere deel van Nederland beschreven doen zich op de flanken van de beekdalen hydrologische condities voor die de vorming van kleine hoogveentjes bevorderen. Op uiteinden van preferente stroombanen van grondwater werden dekzandruggen gevormd en daartussen ontstonden laagten met geringe afvoermogelijkheden. Waterstagnatie leidde hier tot veenvorming.

## 2.2 Huidige toestand van de Nederlandse hoogveenrestanten<sup>2</sup>

De belangrijkste restanten in het grensgebied van Drenthe, Friesland en Groningen zijn het Witterveld (465 ha, naar schatting voor de helft hoogveen) en het Fochteloërveen (1738 ha). Ten noordoosten van Norg liggen resten van het Bunnerveen (70 ha) en enkele kleinere veenresten en komveentjes. Van de hoogveenresten die op de Natuurwaardenkaart van Nederland (Bakker et al. 1988) zijn vermeld horen voorts het gebiedje Jilt-Dijksheide (een zeer klein en verdroogd veenrestant) en Delleburen (100 ha dekzandlandschap met enkele diepe veenkommen) tot dit veengebied. Bovenstaande en andere veenrestanten worden hieronder besproken.

Het Witterveld is in gebruik als militair oefenterrein. Hoewel de bovenste veenlagen grotendeels verwijderd zijn, is het gebied over grote delen nooit ver uitgedroogd. Er is een vegetatie van levend hoogveen aanwezig. Het gebied kan beschouwd worden als een van de gaafste hoogveenresten in ons land en vertegenwoordigt de oorspronkelijke randzone van het Drents-Fries-Groningse veengebied.

Het Fochteloërveen is een van de grootste hoogveenrestanten in ons land. Het is door diverse gebruiksinvloeden in het verleden, door ontwatering en door brand in recente tijd, nogal aangetast. De ondergrond bestaat gedeeltelijk uit keileem en vertoont een duidelijk reliëf, waardoor er binnen het veen verschillen in de lokale hydrologie en mineralenhuishouding bestaan. Onderdelen van het veen zijn steeds nat gebleven en zo gespaard voor langdurige onderbreking van de veengroei. Door waterhuishoudkundige inrichtingsmaatregelen is de veengroei verder gestimuleerd. Vorm en ligging suggereren een oorspronkelijk hoogveen met een rand en laggzone. De huidige ligging en aard van deze zones zijn echter in hoofdzaak bepaald door de verstoring van het veen dat oorspronkelijk om het overgebleven veengebied heen lag. In het bosgebied Ravenswoud, ten zuiden van het Fochteloërveen, is nog een flink veenpakket aanwezig.

Zowel in Duitsland als in Nederland is verreweg het grootste gedeelte van het Bourtangerveen door de turfindustrie vergraven. Een groot deel van het oorspronkelijke areaal is vervolgens als landbouwgrond in gebruik genomen. De grootste restanten in Nederland liggen ten zuidoosten van Emmen. Hier liggen Oosterbos, Veenpark en Emmerschans (471 ha), Oosterse bos (100 ha), Limietweg (150 ha), Dalerveense veen, Ermerveen (94 ha) en Bargerveen (2100 ha; omvat onder andere Amsterdamsche Veld, Schoonebekerveld, Meerstalblok, Oosteindse Veen). Het gaat hierbij steeds om restanten van het oorspronkelijke hoogveencomplex. Sommige zijn verdroogd en met bos begroeid. Delen, vooral in het Schoonebeekerveld, zijn reeds lange tijd als zogenaamd bovenveengrasland in gebruik, met de bijbehorende karakteristieke spontane vegetatie. In en rondom het Meerstalblok zijn, met succes, diverse maatregelen uitgevoerd om het gebied voor verdere verdroging te behoeden en de veengroei weer op gang te brengen.

---

<sup>2</sup> ontleend aan de Ecosysteemvisie Hoogvenen (Van Wirdum, 1993a)



*Het Meerstalblok (midden) in het Bargerveen. Foto: Gert-Jan van Duinen.*

Het reservaatgebied in het Bargerveen is geleidelijk enorm uitgebreid, waarbij overigens toegestaan werd dat de vervening van verschillende delen voorlopig voortging. Het Bargerveen bestaat zodoende thans voor een groot deel uit gronden die na afloop van de vervening voor natuurontwikkeling met een hoogveenkarakter zijn bestemd. Inmiddels is de vervening beëindigd en zijn diverse maatregelen genomen voor de herinrichting van het gebied met de bedoeling daar opnieuw over grote oppervlakte een hoogveenkarakter tot stand te brengen.

In vergelijking met het Drents-Fries-Groningse veengebied is in het Bourtangerveen sprake geweest van dikke en oude veenpakketten, waarvan op veel plaatsen nog een deel van het gehumificeerde zwartveen resteert. In de westelijke "lob" van het Bourtangerveen zijn in de omgeving van Sellingen nog enkele kleine restanten overgebleven van vrij geïsoleerde hoogveenvoorkomens. Het Ermerveen en het Dalerveense Veen zijn westelijk in het Bourtangerveen gelegen restanten die niet meer geheel aansluiten bij de Bargerveen-complexen. Het Zweelooërveen is overgebleven van een hoogveencomplex, het Odoornerveen, dat ook in het verleden geen eenheid gevormd heeft met het Bourtangerveen. Hier is nog lokaal hoogveen aanwezig.

In het Hollandse Veld zijn nog diverse restanten hoogveen aanwezig. De verschillende restanten liggen verspreid en zijn klein van omvang: Westelijke Daler en Veenhuizerven (217 ha), De Witten (69 ha), Boerdijk (15 ha), Dalerpeel en Scheersche Veld (133 ha).

Engbertdijksvenen (975 ha) is een representatief restant met een 15 ha groot onvergraven complex, waar het veenpakket circa 4 m dik is. Er wordt een langdurig inrichtingsprogramma uitgevoerd om de waterhuishouding te verbeteren. De directe omgeving wordt als buffergebied beheerd en heeft ten dele een hoogveendoelstelling. Het Wierdense Veld (480 ha) is een afgetakeld restant van een vroeger aanmerkelijk uitgestrekt hoogveengebied. In het Wierdense Veld is de bolsterlaag van weinig gehumificeerd veen vrijwel overal verdwenen. In veenputten

vindt regeneratie van hoogveen plaats. In de nabije omgeving liggen nog diverse, meest vrij kleine veenrestanten, zoals tussen de stuwwallen van Holten en Rijssen, waaronder het Elsenerveen.

Er wordt onderscheid gemaakt tussen de Groote Peel (1360 ha) en De Zoom, gelegen in de Centrale Slenk, en de Zuidelijke Peelhorst. De Zuidelijke Peelhorst is gelegen in Noord-Brabant en Limburg, ten oosten van De Zoom en is bestemd tot een grote eenheid natuur (met thans ruim 2500 ha hoogveenreservaten). De Zuidelijke Peelhorst omvat de hoogveenreservaten Mariapeel (1100 ha), Heidse Peel (140 ha), Grauwwveen (60 ha), Deurnese Peel (655 ha), Zinkske (130 ha), Heitrakse Peel (82 ha), De Bult (120 ha), Liesselse Peel (192 ha) en Helenapeel (220 ha). De Peelvenen variëren van sterk afgetakeld, nat hoogveen tot verdroogde restanten en complexen met kleinschalige veengroei in veenputten.

In de omgeving van Winterswijk bevinden zich nog enkele hoogveencomplexen waarin over grote oppervlakte veenregeneratie plaatsvindt, in het bijzonder het Korenburgerveen en het Wooldse Veen. Er is zowel in het Korenburgerveen als in het Wooldse Veen sprake geweest van een betrekkelijk kleinschalige verving.

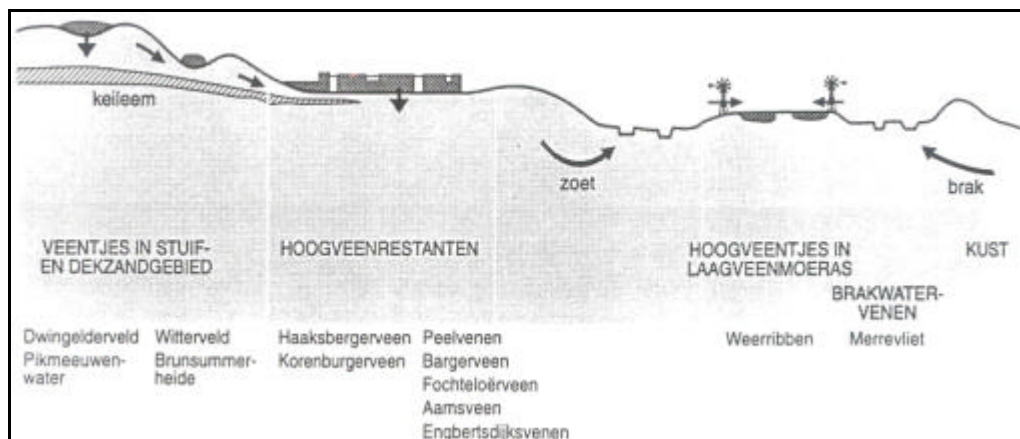


*Grootschalige machinale verving (links, foto: Paul van Gaalen) en kleinschalige handmatige verving in Clara Bog (rechts, foto: Leon Lamers).*

De hoogveengebieden in het zuidelijk gedeelte van Twente (Aamsveen, Witte Veen, Haaksbergerveen) zijn vergraven hoogveenrestanten waarin zich een nieuwe ontwikkeling van hoogveen voordoet op omvangrijke drijvende veenzodden. Deze zijn onder andere goed ontwikkeld in het Haaksbergerveen.

Naast de hierboven besproken hoogveengebieden komt in Nederland op veel meer plaatsen hoogveen voor, ten dele als restanten met goed ontwikkelde hoogveenvegetaties en verder als kleine levende hoogveentjes. Een deel daarvan bevindt zich op plaatsen waar lang geleden veel meer hoogveen aanwezig was, zoals het Soesterveen, de Reuselse Moeren, het Mosterdveen en verschillende hoogveentjes in de provincie Limburg. Veel kleine hoogveentjes bevinden zich op de flanken van beekdalen in Brabant en Drenthe, of in heidecomplexen en boswachterijen. In de laagveenmoerassen doet zich op veel plaatsen een ontwikkeling voor naar overgangsvveen, die wellicht tot hoogveen kan leiden (o.a. in de Nieuwkoopse Plassen, de Noordhollandse venen, Noordwest-Overijssel). Ook in de zeekleigebieden, zoals op de Zeeuwse en Zuidhollandse eilanden, bevinden zich kleine veentjes met kernen waarin hoogveensoorten overwegen.

De verschillende typen hoogvenen en -veentjes in Nederland worden in figuur 2.2 op vereenvoudigde wijze gepresenteerd.



**Figuur 2.2** Schematisch overzicht van verschillende typen hoogvenen en hoogveentjes in Nederland, met een aanduiding van de later in dit rapport te bespreken gebieden uit de inventarisatie.

## 2.3 Referenties voor hoogveenherstel

Om de toepassing van herstelmaatregelen in hoogveenrestanten te kunnen evalueren, dienen we te beschikken over een referentiekader ten aanzien van vegetaties en essentiële ecosysteemkarakteristieken zoals vocht- en nutriëntenomstandigheden en acrotelmcondities. Dit referentiekader wordt gevormd door indirecte reconstructie van het beeld van de oorspronkelijke Nederlandse hoogvenen, aan de hand van vergelijkbare, nog intacte hoogvenen in het buitenland.

In de 'Ecosysteemvisie Hoogvenen' (Van Wirdum 1993a) wordt een overzicht gegeven van de in Nederland voorkomende hoogveentypen (voor definitie van hoogveen zie: Van Wirdum 1993a, Wheeler 1995 en paragraaf 1.1). Door zowel Van Wirdum (1993a) als door Barkman (1992) wordt gesteld dat in Nederland op de hogere zandgronden de zogenaamde 'vlakke hoogvenen' voorkwamen als subtype van 'plateauhoogvenen'.

De '**plateauhoogvenen**' bezitten een sterk horlogeglasvormig gewelfd veenlichaam met een verhoudingsgewijs steile rand en een duidelijk ontwikkelde lagg. Het centrale veenlichaam is min of meer vlak met hier en daar een duidelijk ontwikkeld microreliëf van bulten en slenken. Er is geen opvallende ruimtelijke verdeling van dit microreliëf. De '**vlakke hoogvenen**' zijn vergelijkbaar met de 'plateauhoogvenen' maar zijn in alle aspecten minder uitgesproken. De welving is minder sterk, de overgang van het veenlichaam naar de minerale omgeving geleidelijk en het microreliëf is vaak afwezig of slecht ontwikkeld. De 'vlakke hoogvenen' hebben een Atlantische verbreiding en met name dit type is in Nederland dominant aanwezig geweest. Vooral de soorteninhoud en het microreliëf waren volgens Aletsee (1967) Atlantisch van karakter.

De classificatie van de Nederlandse venen door Van Wirdum (1993a) en Barkman (1992) stemt overeen met die van Moore en Bellamy (1974), Aletsee (1967) en Dierßen (1982) en op grond hiervan kunnen we concluderen dat venen van een vergelijkbaar type voorkomen in het Nederlands-Duitse laagland, in Denemarken, in delen van Zuid Zweden en op de Britse eilanden (met name Centraal Ierland). Voor beeldvorming van de in Nederland aanwezige veenrestanten is het dus mogelijk om gebruik te maken van beschrijvingen van nog intacte hoogvenen uit deze gebieden.

De overeenkomsten tussen de hoogveentypen in de verschillende landen duiden op min of meer gelijke randvoorwaarden voor veenvorming. Tegenwoordig zijn deze randvoorwaarden niet meer zo gelijk: vooral in Nederland is de atmosferische depositie van met name stikstof (gemiddeld ca. 40-50 kilo per hectare per jaar!) ongekend hoog. Vooralsnog is er geen bewijs dat deze in Nederland voorkomende hoge atmosferische depositie hoogveenherstel onmogelijk maakt. Wel kan het tot

gevolg hebben dat de kenmerkende soorten uit de oorspronkelijk hoogvenen (die hierboven als referentie genoemd zijn) onder de huidige belasting niet kunnen (blijven) voorkomen. Voor hoogvenen geldt dat met name de veenmossen een functionele rol hebben in de hoogveenvorming; die rol zal wellicht ook door veenmossoorten met een hogere tolerantie ten aanzien van atmosferische depositie vervuld kunnen worden.

Ten aanzien van de optredende klimaatsveranderingen zijn er nog vele onduidelijkheden met betrekking tot de te verwachten neerslagverdeling over het jaar en temperatuursverhoudingen. Uitspraken over de gevolgen hiervan voor de perspectieven voor hoogveenherstel kunnen hier niet gedaan worden. Op deze beide aspecten wordt nader ingegaan in Hoofdstuk 4.

## 2.4 Natuurdoeltypen en hoogveen

### 2.4.1 Inleiding

Verstedelijking, milieu-verontreiniging en intensieve landbouw hebben gezamenlijk grote druk uitgeoefend op natuur en landschap in Nederland. Om (inter)nationaal belangrijk geachte ecosystemen duurzaam te kunnen behouden zijn doelstellingen voor beleid geformuleerd, die vorm hebben gekregen in de zogenaamde Ecologische Hoofdstructuur (hierna afgekort tot EHS; zie ook Bal *et al.* 1995). In de EHS is sprake van kerngebieden en natuurontwikkelingsgebieden die gekoppeld zijn door verbindingszones.

Om gestelde doelen ten aanzien van natuur en landschap binnen de EHS te kunnen verwezenlijken zijn ecosysteemvisies opgesteld, zoals de *'Ecosysteemvisie Hoogvenen'* (IBN-DLO, Van Wirdum 1993a) waarin natuurdoeltypen zijn uitgewerkt (Zie Bijlage 2: Tabel 1). Deze zijn vervolgens gebruikt bij het ontwikkelen van het landelijke natuurdoeltypensysteem door IKC-Natuurbeheer in het *'Handboek Natuurdoeltypen in Nederland'* (IKC-Natuurbeheer, Bal *et al.* 1995) (Zie Bijlage 2: Tabel 2). Daarnaast heeft het Staatsbosbeheer in *'Vrijheid in gebondenheid'* bij dit systeem aangesloten door de beschrijving van doelen ten behoeve van beheerplanning (Staatsbosbeheer, Schipper 1994) (Zie Bijlage 2: Tabel 3).

Hieronder worden deze drie indelingen vergeleken waar het hoogvenen betreft of waar het gaat om voor hoogveenherstel relevante typen. Tevens wordt aangegeven wat de relevantie is van de doeltypenindeling voor het huidige hoogveenherstel.

### 2.4.2 De hoofdgroepenindeling

In het **Natuurdoeltypensysteem** (IKC-Natuurbeheer) worden vier hoofdgroepen onderscheiden die uitdrukking geven aan vier verschillende beheerstrategieën. Daarbij bestaat onderscheid tussen (grootschalige) systemen waarin de mens niet of nauwelijks hoeft in te grijpen (Hoofdgroep 1 en 2) en (kleinschalige) systemen waar intensiever beheer noodzakelijk kan zijn (Hoofdgroepen 3 en 4) (zie verder Bal *et al.* 1995).

In de **Ecosysteemvisie Hoogvenen** (IBN-DLO, Van Wirdum 1993a) worden natuurdoeltypen ook ingedeeld volgens deze hoofdgroepen, en vervolgens nader onderverdeeld in subtypen, afhankelijk van de fysisch geografische regio's van Nederland. Het accent ligt daarbij op de regio Hogere Zandgronden, omdat daar de hoogveenrestanten het meest onder druk staan.

Het **Staatsbosbeheer** (hierna afgekort tot SBB) heeft het natuurdoeltypensysteem nader uitgewerkt ten behoeve van een koppeling tussen doelen en middelen, waardoor verantwoordelijkheden kunnen worden gedelegeerd en verantwoording kan worden afgelegd over bestedingen (Schipper 1994) (Zie Bijlage 2: Tabel 3). SBB hanteert in de praktische uitwerking van het systeem een planning voor 10-15 jaar en daarnaast een streefbeeld. Dit laatste is een doelbeschrijving zonder duidelijkheid over de periode waarin deze gerealiseerd moet worden. Daar een streefbeeld niet gebruikt kan worden om kosten te normeren en het maar gedeeltelijk invloed heeft op beheersmaatregelen op korte termijn, zijn meer pragmatische doelen beschreven voor de middellange termijn.

Door Bal *et al.* (1995) worden geen planningstermijnen gehanteerd, de natuurdoeltypen beschrijven in feite de gewenste uitkomsten van het natuurbeleid. De hoofdgroepenindeling van SBB en IKC zijn gelijk, daarnaast komen de doeltypen van het IKC-Natuurbeheer-systeem overeen met de subdoeltypen van het SBB-systeem, waarbij in het SBB-systeem de geofysische component niet is opgenomen.

#### 2.4.3 Vergelijking van de verschillende indelingen

In Bijlage 2 (Tabellen 1 tot en met 3) staan overzichten van de verschillende doeltypenindelingen met betrekking tot hoogveen of hoogveenherstel. Tabel 2.1 hieronder, is een vergelijkend overzicht van de verschillende indelingen met betrekking tot hoogveendoeltypen. Deze tabel geeft tevens een overzicht van de doeltypen die geen onmiddellijke betekenis hebben voor hoogvenen binnen het OBN-kader, maar die op langere termijn wel van belang zijn voor hoogveenherstel.

In tabel 2.1 staat tevens aangegeven tot welke van de drie sporen (ten bate van de Ecologische Hoofdstructuur, zie Ministerie LNV 1995) een doeltype gerekend wordt. Voor doeltypen in Spoor A (ontwikkelen van meer ruimte voor natuurrijkheid) en B (versterken van de halfnatuurlijke natuur met kleine zoekruimte) is aangegeven wat de omvang is van het huidige areaal en van de natuurbeleidsdoelstelling. Voor Spoor C (vergroten van de natuurkwaliteit van overige gebieden) zijn voor de doeltypen geen natuurbeleidsdoelstellingen opgenomen (Ministerie LNV 1995).

Naast de 'zuivere' hoogveendoeltypen zijn regelmatig ook andere doeltypen vermeld die ook ergens thuishoren in het hoogveenecosysteem. Dit kunnen dus bijvoorbeeld schralere vegetaties zijn die eigenlijk meer tot de laggs behoren.

Tabel 2.1 Doeltypen met betrekking tot hoogveen (naar IKC-Natuurbeheer, Bal *et al.* 1995; SBB, Schipper 1994; IBN-DLO, Van Wirdum 1993a). Achter elk doeltype staat het Spoor ten bate van de Ecologische Hoofdstructuur (Ministerie LNV 1995) en de natuurbeleidsdoelstelling (alleen voor Sporen A en B).

| Indeling<br>Handboek Natuurdoeltypen<br>(IKC-Natuurbeheer)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Indeling<br>Beheerstypen<br>(SBB)                                                         | Indeling<br>Ecosysteemvisie<br>(IBN-DLO)                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Du 3.14 <i>Bosgemeenschappen van de duinzoom</i><br>(vnl. <i>Elzenbroek</i> ),<br>(Spoor B: huidig areaal 175 ha;<br>natuurbeleidsdoelstelling 1800 ha; incl. Du 3.13)<br>en<br>Lv 3.9 <i>Bosgemeenschappen van voedselrijk laagveen</i><br>(Spoor B: huidig areaal 910 ha;<br>natuurbeleidsdoelstelling 1750 ha) en<br>Zk 3.11 <i>Bosgemeenschappen van veen-op-klei</i> .<br>(Spoor B: huidig areaal 115 ha;<br>natuurbeleidsdoelstelling 2000 ha; incl. Zk 3.10) | 3.10 Bossen van het laagveen                                                              | 3.4 Voedselarm moerasbos                                                                                                     |
| Hz 1.2 <i>Hoogveenlandschap</i> <sup>1)</sup><br>(kan ontstaan uit Hz 1.1 Zand-natuurboslandschap)<br>(Spoor A: natuurbeleidsdoelstelling 0 ha) en<br>Hl 1.1 <i>Heuvelland-natuurboslandschap</i> <sup>2)</sup><br>(Spoor A: natuurbeleidsdoelstelling 0 ha)                                                                                                                                                                                                        | 5.2 Hoogveen                                                                              | 1.1 Grote eenheid veenmosheide<br>1.2 Locale hoogveen-ontwikkeling<br>3.2 Veenmosheide in oude hoog-veenkernen <sup>3)</sup> |
| Hz 3.10 <i>Vochtige heide en levend hoogveen</i><br>(Spoor B: huidig areaal 1160 ha;<br>natuurbeleidsdoelstelling 10500 ha)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 5.2 Hoogveen<br>5.3 Veenheide en verlande vennen<br>5.4 Natte heide met kleine vennen     | 3.2 Veenmosheide in oude hoogveen-kernen                                                                                     |
| Hz 3.16 <i>Bosgemeenschappen van hoogveen</i><br>(Spoor B: huidig areaal 465 ha;<br>natuurbeleidsdoelstelling 1400 ha)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 3.2 Broekbossen op zure venen<br>12.3 Complex van bos, ruigten, gras en water op hoogveen | 3.4 Voedselarm moerasbos                                                                                                     |
| Hz 3.4 <i>Ven</i><br>(Spoor B: huidig areaal 1100 ha;<br>natuurbeleidsdoelstelling 1300 ha)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | -                                                                                         | 3.1 Kleine hoogveentjes op de hogere zandgronden                                                                             |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (vervolg tabel 2.1)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                  |
| <p>Hz 3.7 <i>Vochtig schraalgrasland</i><br/>(Spoor B: huidig areaal 1690 ha;<br/>natuurbeleidsdoelstelling 14000 ha) en</p> <p>HI 3.7 <i>Vochtig schraalgrasland</i><br/>(Spoor B: huidig areaal 180 ha;<br/>natuurbeleidsdoelstelling 400 ha)</p>                                                                                                                                  | <p>8.2 Natte schraallanden</p> <p>10.1 Vochtig schraalland</p>                                                                                                                                       | <p>3.3 Bovenveengrasland en voedselarm moerashooiland</p>                                        |
| <p>Hz 4B <i>Afgeleide doeltypen uit hoofdgr. Hz 1-4</i><br/>(Spoor C: geen natuurbeleidsdoelstelling voor doeltipe)</p>                                                                                                                                                                                                                                                              | <p>12.3 Complex van bos, ruigten, gras en water op hoogveen (ten dele)</p>                                                                                                                           | <p>4. Bestaande hoogveengebieden met belangrijk recreatief/educatief en militair medegebruik</p> |
| <p>Lv 1.1 <i>Veenmoeras-natuurboslandschap</i><sup>4)</sup><br/>(Spoor A: natuurbeleidsdoelstelling 0 ha)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                        | <p>Niet binnen 10 jaar te realiseren.</p> <p>5.3 Veenheide en verlande vennen</p> <p>7.1 Primaire verlanding, Grote zeggen vegetaties en natte ruigten</p> <p>8.1 Veenmosrietlanden en trilvenen</p> | <p>1.3 (Laag)veen moeras met overgangsvveen en veenheide</p>                                     |
| <p>Lv 2.1 <i>Veenmoeraslandschap</i><sup>5)</sup><br/>(Spoor A: huidig areaal onbekend; natuurbeleidsdoelstelling 1000 ha) en</p> <p>Lv 2.3 <i>Laagveenmoeras</i><sup>6)</sup><br/>(Spoor A: huidig areaal 80 ha; natuurbeleidsdoelstelling 325 ha) en</p> <p>Zk 2.3 <i>Laagveenmoeras</i><sup>7)</sup><br/>(Spoor A: huidig areaal Onbekend; natuurbeleidsdoelstelling 1250 ha)</p> | -                                                                                                                                                                                                    | <p>1.3 (Laag)veen moeras met overgangsvveen en veenheide</p>                                     |
| <p>Lv 3.10 <i>Bosgemeenschappen van voedselarm (hoog)veen</i><br/>(Spoor B: huidig areaal 200 ha; natuurbeleidsdoelstelling 200 ha)</p>                                                                                                                                                                                                                                              | <p>3.2 Broekbossen op zure venen</p> <p>12.2 Complex van bos, rietruigten, gras en water op laagveen en klei (ten dele)</p>                                                                          | <p>3.4 Voedselarm moerasbos</p>                                                                  |
| <p>Lv 3.4 <i>Nat schraalgrasland</i><br/>(Spoor B: huidig areaal 3180 ha; natuurbeleidsdoelstelling 7500 ha) en</p> <p>Zk 3.5 <i>Nat schraalgrasland</i><br/>(Spoor B: huidig areaal 640 ha; natuurbeleidsdoelstelling 650 ha)</p>                                                                                                                                                   | <p>8.1 Veenmosrietlanden en trilvenen</p> <p>8.2 Natte schraallanden</p>                                                                                                                             |                                                                                                  |
| <p>Lv 3.6 <i>Veenheide</i><br/>(Spoor C: geen natuurbeleidsdoelstelling voor doeltipe) en</p> <p>Zk 3.7 <i>Veenheide</i><br/>(Spoor C: geen natuurbeleidsdoelstelling voor doeltipe)</p>                                                                                                                                                                                             | <p>5.3 Veenheide en verlande vennen</p>                                                                                                                                                              | <p>3.5 Veenheide</p>                                                                             |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |   |                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (vervolg tabel 2.1)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |   |                                                                                                                                        |
| Onderdeel van:<br>Hz 3.10 <i>Vochtige heide</i> ;<br>(Spoor B: huidig areaal 1160 ha;<br>natuurbeleidsdoelstelling 10500 ha) en<br>Hz 3.16 <i>Bosgemeenschappen van hoogveen</i> ;<br>(Spoor B: huidig areaal 465 ha;<br>natuurbeleidsdoelstelling 1400 ha) en<br>Hz 3.7 <i>Vochtig schraalgrasland</i><br>(Spoor B: huidig areaal 1690 ha;<br>natuurbeleidsdoelstelling 14000 ha) en<br>HI 3.7 <i>Vochtig schraalgrasland</i> ;<br>(Spoor B: huidig areaal 180 ha;<br>natuurbeleidsdoelstelling 400 ha) en<br>HI 3.3, Hz 3.3, Lv 3.3 <i>Rietland en ruigte</i><br>(Spoor C: geen natuurbeleidsdoelstelling voor<br>doeltype) en<br>Zk 3.3 <i>Rietland en ruigte</i><br>(Spoor B: huidig areaal onbekend;<br>natuurbeleidsdoelstelling 1250 ha) | - | 3.6 Gedegradeerd hoogveen met Pijpenstrootje-Wollegrasmoeras, struweel en bos op vernet hoogveen en heide en bos op verdroogd hoogveen |

#### Opmerkingen:

1. In Bal *et al.* (1995) is de hoogveencomponent wel voor Hz 1.1 maar niet voor HI 1.1 genoemd. De ecotopen in dit type zijn vergelijkbaar met de half-natuurlijke typen Hz 3.4, Hz 3.10, en Hz 3.16.
2. De ecotopen in dit type zijn vergelijkbaar met een aantal half-natuurlijke typen, waaronder HI 3.3 en HI 3.7.
3. Van Wirdum (1993a) stelt voor deze typen binnen de grote eenheden te 'exclaveren' als Hoofdgroep 3, zodat ingrijpen toelaatbaar is.
4. De ecotopen in dit type zijn vergelijkbaar met een aantal half-natuurlijke typen, waaronder Lv 3.3, Lv 3.4, Lv 3.6, Lv 3.9 en Lv 3.10.
5. Hierin volgens Bal *et al.* (1995) slechts zeer lokaal hoogveendoelen te verwezenlijken. De ecotopen in dit type zijn vergelijkbaar met een aantal half-natuurlijke typen, waaronder Lv 3.2, Lv 3.3, Lv 3.4, Lv 3.6 en Lv 3.9.
6. De ecotopen in dit type zijn vergelijkbaar met een aantal half-natuurlijke typen, waaronder Lv 3.2, Lv 3.3, Lv 3.4, Lv 3.6, Lv 3.9 en Lv 3.10.
7. De ecotopen in dit type zijn vergelijkbaar met een aantal half-natuurlijke typen, waaronder Zk 3.3, Zk 3.5, Zk 3.7 en Zk 3.11.

Daar hoogvenen geen intern beheer nodig hebben, is volgens Van Wirdum (1993a) Hoofdgroep 1 voor deze systemen in principe de meest geschikte groep; toewijzing tot deze hoofdgroep sluit echter uit dat maatregelen genomen worden om het hoogveen te behoeden tegen vernietiging door indringing van grazers *et cetera*. Om deze reden acht hij de (IKC) Hoofdgroep 3 doelstelling noodzakelijk voor de ontwikkeling en instandhouding van kleine hoogvenen zoals die op de hogere zandgronden in Nederland voorkomen.

Van Wirdum (1993a) onderzocht tevens mogelijke locaties voor ontwikkeling van hoogveen binnen het kader van de indeling in hoofdgroepen. Volgens hem is hoogveenontwikkeling in principe binnen alle, in het Natuurdoeltypensysteem onderscheiden, fysisch-geografische regio's mogelijk, behalve in de regio Noordzee (Nz). Door (Bal *et al.* 1995) zijn ook voor de regio's van de Duinen (Du), de Afgesloten zeearmen (Az) en het Getijdengebied (Gg) geen hoogveendoelstellingen opgenomen. Van Wirdum (1993a) geeft aan dat ook gezocht moet worden naar mogelijkheden voor ontwikkeling van hoogveen in de regio Heuvelland. In het huidige doeltypensysteem zijn daar weinig concrete aanknopingspunten voor. De in Limburg belangrijke hoogveenterreinen zoals de oligotrofe kwelvenen ('hangveentjes') van de Brunssummerheide, liggen niet in de Regio Heuvelland maar behoren tot de Hogere Zandgronden.

#### Programma Beheer

Naast deze indelingen is er nog een verwante indeling ontstaan binnen het zogenaamde 'Programma Beheer'. Met ingang van 2000 zijn twee nieuwe subsidieregelingen van kracht geworden: de *Subsidieregeling Natuurbeheer* (afgekort SN) en de *Subsidieregeling Agrarisch Natuurbeheer* (afgekort SAN). In deze regeling

worden afspraken gemaakt met terreinbeheerders over te behalen natuurresultaten in de vorm van zogenaamde natuurdoelpakketten. Deze doelpakketten geven dus een beschrijving van alle, in Nederland voorkomende, subsidiabele natuur, dus ook van hoogveen natuur.

### **Subsidierегeling Natuurbeheer (SN)**

De Subsidierегeling Natuurbeheer (SN) kent basis- en pluspakketten. In beide typen pakketten gaat het met uitzondering van het *Omvormingspakket Bos met verhoogde natuurwaarde* om het in stand houden van een bepaald natuurresultaat (zogenaamde instandhoudingspakketten).

Het natuurresultaat is bij de basispakketten in het algemeen omschreven als een set terreinkenmerken; in een aantal basispakketten zijn tevens bepaalde beheersvoorschriften vermeld. De beheerder is verplicht om de in een basispakket omschreven natuurresultaat binnen de beheerseenheid gedurende het gehele tijdvak in stand te houden. Daarnaast dienen de in het pakket genoemde beheersvoorschriften te worden nageleefd.

De SN heeft een aantal pluspakketten met meetsoorten (SN22 tot en met SN33). Het natuurresultaat bij deze pluspakketten wordt omschreven aan de hand van een set meetsoorten (flora en/of fauna). Een per pakket variërend normaantal uit deze set meetsoorten dient in principe in de gehele beheerseenheid voor te komen. Evenals bij de basispakketten wordt bij elk pluspakket bovendien een aantal terreinkenmerken beschreven waar de beheerseenheid aan moet voldoen. Daarnaast zijn ook bepaalde beheersvoorschriften opgenomen. Het 'monitoren van meetsoorten' is een van die beheersvoorschriften.

### **Subsidierегeling Agrarisch Natuurbeheer (SAN)**

De Subsidierегeling Agrarisch Natuurbeheer (SAN) kent een reeks beheerspakketten, gericht op de instandhouding of de ontwikkeling van natuurwaarden op gehele percelen of in perceelsranden. Daarnaast worden er twee pakketten snelgroeiend bos onderscheiden.

### **Relevante doelpakketten uit de Subsidierегeling Natuurbeheer**

Hieronder is een overzicht gegeven van de voor hoogveenherstel meest relevante natuurdoelpakketten. Daarbij is niet zoals hierboven, de volle breedte aan hoogveeneecosysteemttypen (dus inclusief lagg-typen) opgezocht, maar juist die doelpakketten die vooral behoud of herstel van hoogveenvegetaties zelf beogen.

SN - BIJLAGE 12 Basispakket: Plas en ven.

1. Natuurresultaat basis: Ten minste 90% van de oppervlakte van de beheerseenheid bestaat uit water; En ten hoogste 40% van de oppervlakte van de beheerseenheid wordt bedekt door Kroossoorten of Kroosvaren; En de beheerseenheid maakt ten hoogste 90% deel uit van een terrein, waarvan de overige delen voldoen aan één of meer van de andere basis- of pluspakketten in de bijlagen van deze regeling, met uitzondering van bijlage 21.

2. Beheersvoorschriften: geen.

Overige: Minimum oppervlakte beheerseenheid: 0,5 hectare.

SN - BIJLAGE 13 Basispakket: Moeras

1. Natuurresultaat basis: Ten minste 70% van de oppervlakte van de beheerseenheid bestaat uit moeras; En ten hoogste 40% van de oppervlakte van de beheerseenheid bestaat uit bos of struweel; En ten hoogste 20% van de oppervlakte van de beheerseenheid bestaat uit water.

2. Beheersvoorschriften: Ten minste 60% van de oppervlakte van de beheerseenheid vrijhouden van bos en struweel; Hetzelfde deel van de beheerseenheid wordt nooit in twee opeenvolgende jaren gemaaid.

Overige: Minimum oppervlakte beheerseenheid: 0,5 hectare.

SN - BIJLAGE 16 Basispakket: Heide

1. Natuurresultaat basis: Ten minste 30% van de oppervlakte van de beheerseenheid is bedekt met een of meer van de volgende heidesoorten: Struikhei, Dophei, Kraaihei; En de resterende oppervlakte van de beheerseenheid is bedekt met grassen, kruiden, mossen, korstmossen, stuifzand, struweel, bos of water; En ten hoogste 20% van de oppervlakte van de beheerseenheid bestaat uit water; En ten hoogste 15% van de oppervlakte van de beheerseenheid bestaat uit bos of uit ander struweel dan Jeneverbes of Gagel.

2. Beheersvoorschriften: Op ten minste 30% van de oppervlakte van de beheerseenheid vergrassing bestrijden door middel van begrazen; Of in het tijdvak op ten minste 10% van de oppervlakte van die delen van de beheerseenheid waar vergrassing optreedt, de vergrassing bestrijden door plagen, chopperen, maaien en afvoeren.

Overige: Minimum oppervlakte beheerseenheid: 0,5 hectare.

SN - BIJLAGE 18 Basispakket: Hoogveen

1. Natuurresultaat basis: Op ten minste 5% van de oppervlakte van de beheerseenheid komen Veenmossoorten voor, niet gedomineerd door Waterveenmos [bedekkingsgraad kleiner dan 50%]; En ten hoogste 20% van de oppervlakte van de beheerseenheid bestaat uit water; En ten hoogste 10% van de oppervlakte van de beheerseenheid bestaat uit bos of struweel; En de overige oppervlakte bestaat uit Pijpenstrootje of natte heide; En de beheerseenheid ligt in de Fysisch-Geografische Regio Heuvelland of Hogere zandgronden.

2. Beheersvoorschriften: Geen.

Overige: Minimum oppervlakte beheerseenheid: 2,0 hectare.

SN - BIJLAGE 25 Pluspakket: Trilveen.

1. Natuurresultaat plus: In de beheerseenheid komen ten minste 7 van de volgende meetsoorten voor: [flora] Knots zegge, Ronde zegge, Draadzegge, Vleeskleurige orchis, Slank wollegras, Veenmosorchis, Geelhartje, Groenknolorchis, Waterdrieblad, Parnassia, Moeraskartelblad, Sierlijke vetmuur, Plat blaasjeskruid, Klein blaasjeskruid, Kleine valeriaan, Rood schorpioenmos, Groot veenvedermos, Echt vetmos; Ook kan voor het resultaat naast de hier genoemde soorten ten hoogste 1 andere soort uit de lijsten genoemd in bijlage 62 (Rode Lijsten) meetellen. En ten minste 70% van de oppervlakte van de beheerseenheid bestaat uit moeras; En ten hoogste 20% van de oppervlakte van de beheerseenheid bestaat uit water; En ten hoogste 5% van de oppervlakte van de beheerseenheid bestaat uit bos of struweel;

2. Beheersvoorschriften: Jaarlijks maaien en het maaisel afvoeren; Meetsoorten monitoren.

3. Natuurresultaat basis: Ten minste 70% van de oppervlakte van de beheerseenheid bestaat uit moeras; En ten hoogste 40% van de oppervlakte van de beheerseenheid bestaat uit bos of struweel; En ten hoogste 20% van de oppervlakte van de beheerseenheid bestaat uit water.

Overige: Minimum oppervlakte beheerseenheid: 0,05 hectare.

SN - BIJLAGE 27 Pluspakket: Veenmosrietland en moerasheide.

1. Natuurresultaat plus: In de beheerseenheid komen ten minste 5 van de meetsoorten voor uit de lijst A of ten minste 10 uit de lijsten A en B. Ook kan voor het resultaat naast de hier genoemde soorten ten hoogste 1 andere soort uit de lijsten genoemd in bijlage 62 (Rode Lijsten) meetellen.

A [flora]: Lavendelhei, Struikhei, Kraaihei, Gewone dophei, Grote veenbes, Kleine veenbes, Rode bosbes, Knots zegge, Ronde zegge, Sterzegge, Draadzegge, Vleeskleurige orchis, Brede en Rietorchis, Slank wollegras, Veenmosorchis, Geelhartje, Groenknolorchis, Waterdrieblad, Addertong, Parnassia, Moeraskartelblad, Welriekende nachtorchis, Sierlijke vetmuur, Plat blaasjeskruid, Klein blaasjeskruid, Blauwe knoop, Ronde zonnedaauw, Kamvaren, Moerasviooltje, Tormantil;

B [fauna] Bruine kiekendief, Porseleinhoen, Kwartelkoning, Waterral, Wulp, St. Jansvlinder, Grote vuurvluider, Zilveren maan, Groentje, Noordse winterjuffer, Groene glazenmaker, Glassnijder, Gevlekte witsnuitlibel, Poelkikker, Heikikker, Levendbarende hagedis, Ringslang, Franjestaart, Gewone grootoorvleermuis, Ruige dwergvleermuis, Gewone baard- of Brandt's vleermuis, Noorse woelmuis, Waterspitsmuis;

En ten minste 20% van de oppervlakte van de beheerseenheid is bedekt met veenmossoorten; En ten minste 70% van de oppervlakte van de beheerseenheid bestaat uit moeras; En ten hoogste 20% van de oppervlakte van de beheerseenheid bestaat uit water. En ten hoogste 5% van de oppervlakte van de beheerseenheid bestaat uit bos of struweel.

2. Beheersvoorschriften: Het gewas jaarlijks maaïen en afvoeren. Meetsoorten monitoren.

3. Natuurresultaat basis: ten minste 70% van de oppervlakte van de beheerseenheid bestaat uit moeras; En ten hoogste 40% van de oppervlakte van de beheerseenheid bestaat uit bos of struweel; En ten hoogste 20% van de oppervlakte van de beheerseenheid bestaat uit water.

Overige: Minimum oppervlakte beheerseenheid: 0,05 hectare.

SN - BIJLAGE 32 Pluspakket: Natte Heide

1. Natuurresultaat plus: In de beheerseenheid komen ten minste 4 van de meetsoorten voor uit de lijst A; Of ten minste 11 uit de lijsten A en B Ook kan voor het resultaat naast de hier genoemde soorten ten hoogste 1 andere soort uit de lijsten genoemd in bijlage 62 (Rode Lijsten) meetellen.

A [Flora] Draadgentiaan, Gevlekte orchis, Kleine zonnedaauw, Ronde zonnedaauw, Klokjesgentiaan, Moeraswolfsklauw, Beenbreek, Heidekartelblad, Witte snavelbies, Bruine snavelbies, Gewone en Noordse veenbies, Wijdbloeiende rus, Koprus, Dwergrus; B [Fauna] Watersnip, Grutto, Tureluur, Wulp, Korhoen, Patrijs, Nachtzwaluw, Draaihals, Boomleeuwerik, Blauwborst, Paapje, Roodborsttapuit, Tapuit, Grauwe klauwier, Klapetekster, Geelgors, Heidegentiaanblauwtje, Heideblauwtje, Groentje, Heikikker, Levendbarende hagedis, Adder, Ringslang, Ruige dwergvleermuis, Gewone baard- of Brandt's vleermuis;

En ten minste 50% van de oppervlakte van de beheerseenheid is bedekt met een of meer van de volgende heidesoorten: Struikhei, Dophei, Kraaihei; En de resterende oppervlakte van de beheerseenheid is bedekt met grassen, kruiden, mossen, korstmossen, stuifzand, struweel, bos, water; En ten hoogste 20% van de oppervlakte van de beheerseenheid bestaat uit water; En ten hoogste 15% van de oppervlakte van de beheerseenheid bestaat uit bos of struweel.

2. Beheersvoorschriften: Op ten minste 50% van de oppervlakte van de beheerseenheid wordt vergrassing bestreden door middel van begrazen; Of in het tijdvak wordt op ten minste 10% van de oppervlakte van de beheerseenheid waar vergrassing optreedt, vergrassing bestreden door middel van plaggen, chopperen, maaïen en afvoeren. Meetsoorten monitoren.

3. Natuurresultaat basis: Ten minste 30% van de oppervlakte van de beheerseenheid is bedekt met een of meer van de volgende heidesoorten: Struikhei, Dophei, Kraaihei; En de resterende oppervlakte van de beheerseenheid is bedekt met grassen, kruiden, mossen, korstmossen, stuifzand, struweel, bos, water; En ten hoogste 20% van de oppervlakte van de beheerseenheid bestaat uit water; En ten hoogste 15% van de oppervlakte van de beheerseenheid bestaat uit bos of uit ander struweel dan Jeneverbes of Gagel.

Overige: Minimum oppervlakte beheerseenheid: 0,5 hectare.

SN - BIJLAGE 33 Pluspakket: Levend hoogveen

1. Natuurresultaat plus: In de beheerseenheid komen ten minste 6 van de meetsoorten voor uit de lijst A; of ten minste 15 uit de lijsten A en B Ook kan voor het resultaat naast de hier genoemde soorten ten hoogste 1 andere soort uit de lijsten genoemd in bijlage 62 (Rode Lijsten) meetellen.

A [Flora]: Lavendelhei, Eenarig wollegras, Kleine veenbes, Witte snavelbies, Veenbloembies, Lange zonnedaauw, Rood veenmos, Wrattig veenmos, Hoogveenveenmos, Slijkzegge, Beenbreek.

B [Fauna] Dodaars, Geoorde fuut, Wintertaling, Blauwe kiekendief, Korhoen, Kemphaan, Watersnip, Grutto, Wulp, Tureluur, Zwarte stern, Nachtzwaluw, Gele kwikstaart, Blauwborst, Paapje, Roodborsttapuit, Grauwe Klauwier, Klapetekster, Veenhooibeestje, Veenbesparelmoervlinder, Veenbesblauwtje, Groot dikkopje, Hoogveenglanslibel, Noordse glazenmaker, Tengere pantserjuffer, Koraaljuffer, Noordse witsnuitlibel, Heikikker, Levendbarende hagedis, Adder, Gladde slang, Ringslang, Ruige dwergvleermuis, Gewone baard- of Brandt's vleermuis, Franjestaart, Gewone grootoorvleermuis;

En ten minste 5% van de oppervlakte van de beheerseenheid is bedekt met Veenmos, waaronder ten minste 2 van de volgende soorten: Wrattig veenmos, Hoogveenveenmos, Rood veenmos; En ten hoogste 20% van de oppervlakte van de beheerseenheid bestaat uit water; En ten hoogste 10% van de oppervlakte van de beheerseenheid bestaat uit bos of struweel; En de overige oppervlakte bestaat uit Pijpenstrootje of natte heide; En de beheerseenheid ligt in de Fysisch-Geografische Regio Heuvelland of Hogere zandgronden.

2. Beheersvoorschriften: Meetsoorten monitoren.

3. Natuurresultaat basis: Op ten minste 5% van de oppervlakte van de beheerseenheid komen Veenmossoorten voor, niet gedomineerd door Waterveenmos [bedekkingsgraad kleiner dan 50%]; En ten hoogste 20% van de oppervlakte van de beheerseenheid bestaat uit water; En ten hoogste 10% van de oppervlakte van de beheerseenheid bestaat uit bos of struweel; En de overige oppervlakte bestaat uit Pijpenstrootje of natte heide; En de beheerseenheid ligt in de Fysisch-Geografische Regio Heuvelland of Hogere zandgronden.

Overige: Minimum oppervlakte beheerseenheid: 0,5 hectare.

### Herstelstrategieën

Wheeler en Shaw (1995) onderscheiden twee benaderingen bij hoogveenherstel (die elkaar overigens niet uitsluiten maar eerder in elkaars verlengde liggen). De ene richt zich op het behoud of hervestiging van levensvatbare populaties van **hoogveensoorten**. De andere richt zich op het behoud of ontwikkeling van een **hoogveenecosysteem**.

Voor het behoud of ontwikkeling van **hoogveensoorten** is geen volledig intact hoogveensysteem noodzakelijk. Soms komen in afgegraven terreinen vegetaties voor die overeenkomen met die in ongestoorde hoogvenen. Door de bij vervening ontstane diversiteit in standplaatsen is de soortsdiversiteit er vaak hoger dan in ongestoorde hoogvenen. Dit is bijvoorbeeld het geval in voormalige witveenverveningen waar diepe permanent waterhoudende laagten afwisselen met droge hoge ruggen. Vooral wanneer dergelijke overgangen een habitat bieden voor gespecialiseerde soorten ontstaan soortenrijke gebieden. Overigens bieden ook veencomplexen met weinig interne diversiteit, aan de randen kansen voor de ontwikkeling van habitats voor niet typische hoogveensoorten met een hoge waarde voor de natuurbescherming.

In een gebied waar herstel van een **hoogveensysteem** wordt nagestreefd zullen gradiënten op grotere schaal ontstaan en zal kleinschalige afwisseling minder voorkomen.

Een praktische consequentie van een soortsgerichte benadering is vaak een grotere behoefte aan beheersingrepen, zoals kappen, putten maken et cetera en hogere jaarlijkse kosten. Bij een systeemgerichte aanpak zijn daarentegen de eenmalige inrichtingskosten vaak hoger.

Wheeler en Shaw (1995) maken bij '*restoration*' een onderscheid tussen: **herstel** (*repair*) en **herinrichting** (*rebuilding*). Herstelmaatregelen zijn weinig ingrijpend (bijvoorbeeld dichten van sloten) en beogen een snel resultaat. Ze zijn mogelijk op plaatsen met weinig verstoring. Herinrichting (nieuwbouw) houdt in dat het veengebied opnieuw ontwikkeld wordt, waarbij gefaseerd wordt en de beginsituatie na herinrichting sterk kan afwijken van het einddoel. Soms is daarbij verdergaande verstoring (bijvoorbeeld afgraving) nodig om een gunstige Ausgangssituatie te bereiken.

Zo noemen Wheeler en Shaw (1995) hoogveenherstel ook als mogelijkheid op plaatsen waar vervening heeft plaatsgevonden tot op de minerale ondergrond. Ze stellen dat de groei van veenmossen en andere hoogveensoorten even goed (of beter) kan verlopen op zure, voedselarme minerale bodems dan op eenmaal verdroogde ombrotrofe veenbodem.

Wheeler en Shaw (1995) onderscheiden twee voorwaarden waaraan voldaan moet worden om een gebied als potentieel hoogveengebied aan te merken:

1. de beschikbaarheid en het vermogen tot voorraadvorming van een voldoende hoeveelheid water van geschikte kwaliteit
2. de aanwezigheid van koloniserende soorten

Bij hoogveenrestanten kan de hervestiging van hoogveenvegetaties op vier manieren verlopen:

1. directe kolonisatie van het veenoppervlak met hoogveensoorten
2. drijftilvorming in ombrotroof water door met slenken geassocieerde planten en mossen, gevolgd door successie met vestiging van bultvormende soorten
3. kolonisatie van laagveenbodems of minerale bodems met plantensoorten van een minerotroof milieu gevolgd door successie naar hoogveenvegetaties
4. verlanding van minerotroof water gevolgd door laagveenontwikkeling en successie naar hoogveen

Wheeler en Shaw (1995) onderscheiden de volgende maatregelen:

- het meer en langer vasthouden van neerslagwater
- het voorkomen of verminderen van andere watertoevoer
- streven naar permanent waterverzadigde bodems
- bevorderen van de vestiging van hoogveensoorten, met name veenmossen
- verminderen van waterpeilfluctuaties

Tenslotte is het zinvol om in navolging van Eggelsman (1990) bij activiteiten gericht op hoogveenherstel onderscheid te maken tussen:

|             |                                                                                                                              |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| vernatting  | het herstel van permanent natte condities nabij het maaiveld (duurt enkele jaren)                                            |
| renaturatie | hervestiging van voor hoogvenen kenmerkende flora en fauna en karakteristieke gemeenschappen (duurt enkele tientallen jaren) |
| regeneratie | herstel van doorgaande hernieuwde hoogveengroei (duurt enkele honderden jaren)                                               |



*Aanleg van zanddammen ten behoeve van de vernatting in het Haaksbergerveen.  
Foto: Leon Lamers. Inzet: De vernatting in het Haaksbergerveen heeft geleid tot het  
afsterven van Berken.*



*Hoogveenrestauratie in het Meddose Veen (onderdeel van het Korenburgerveen) waarbij damwanden in het veen worden geslagen tot op de minerale bodem. Foto: Wilco Verberk.*



*Hoogveenrestauratie in het Meddose Veen (onderdeel van het Korenburgerveen) waarbij de berkenopslag is verwijderd. Foto: Wilco Verberk.*



## 3 Vegetatieontwikkeling in hoogvenen

P.C. van der Molen  
Dienst Landelijk Gebied  
Postbus 1180, 5004 BD Tilburg

### 3.1 Inleiding

Bij de wording van een hoogveen zijn de eerste fasen van veenvorming, en in een later stadium de vorm en hydrologie, afhankelijk van abiotische omstandigheden zoals lokaal reliëf, bodemsamenstelling, regionaal klimaat en regionale grondwaterspiegel (Frenzel 1983, Gore 1983, Ingram 1983 & 1987, Streefkerk en Casparie 1987, Tallis 1983). De veenvorming kan gezien worden als een respons op deze omgevingsfactoren (hier verder 'externe' factoren genoemd). Tegelijkertijd treden tijdens de veenvorming specifieke processen op (hier verder 'interne' factoren genoemd) zoals permanent hoge waterspiegels, zuurstofarmoede en een hoge zuurgraad. Hierdoor wordt niet alleen de afbraak verder geremd (Clymo & Hayward 1982, Van Wirdum 1993a) en neemt de veenvorming toe, maar tevens neemt de afhankelijkheid van het vegetatiedek van 'externe' abiotische omstandigheden af. Venen zijn daarom in die zin uniek, dat 'interne' factoren de 'externe' voor een belangrijk deel gaan overheersen, waardoor het veen een zekere mate van autonomie ten opzichte van de omgeving verkrijgt.

In het uiteindelijke veen, het resultaat van decennia tot millennia van veenvorming, ontstaat een gradatie van de mate van 'dominantie' van 'interne' over 'externe' factoren. Dit uit zich met name in watertoevoer en waterkwaliteit (Tallis 1983). Aan de rand van het veen, zullen 'externe' abiotische omstandigheden, waaronder toevoer van grondwater, de ecologische condities grotendeels (blijven) bepalen. Echter, naar het centrum van het veen toe, zal die invloed worden overgenomen door 'interne' processen en toevoer van regenwater als 'externe' factor (Malmer 1962 a,b, Rydin 1987, Kratz en DeWitt 1986, Damman 1986).

Vegetatiekaarten van huidige Nederlandse hoogvenen laten zien dat slechts weinig plaatsen over zijn gebleven met gemeenschappen met een autonoom (hoogveen) karakter; gemeenschappen die dus minder van 'externe' dan van 'interne' factoren afhankelijk zijn. Dit is een weerspiegeling van de sterke invloed die is uitgegaan van het gebruik van (hoog)venen en van de grootschalige (regionale) ingrepen die hebben plaatsgevonden zoals grondwaterstandsverlagingen. Door deze sterke antropogene invloed is de zonering van de mate van dominantie van 'interne' over 'externe' factoren op mesoschaalniveau grotendeels verstoord. Wat over is gebleven, is een veelal kleinschalig mozaïek, waarin locaties met een autonoom (hoogveen)karakter veelal in de minderheid zijn. Van een veensysteem is in deze situatie veelal geen sprake meer. Veeleer kan gesproken worden van een conglomeraat van eenheden op meso-schaalniveau, zonder veel onderlinge samenhang. Herstelmaatregelen in hoogvenen zijn er op gericht deze situatie om te keren en door bevordering van condities op micro-schaalniveau, het meso- en uiteindelijk het macro-schaalniveau weer te laten functioneren (zie onder andere Wheeler 1995, Wheeler & Shaw 1995).

In het vorige hoofdstuk is de relatie tussen veentype en landschapstype (het macro-schaalniveau) aangegeven. Aan de hand van de ontwikkeling van het veensysteem in verleden, heden en toekomst, beoogt dit hoofdstuk een beeld te geven van de samenstelling en samenhang van hoogveenvegetatietypen als graadmeter voor ecologische condities op micro- en mesoschaalniveau. Deze vormen belangrijke

instrumenten om de genomen en toekomstige maatregelen voor hoogveenherstel op hun waarde te kunnen schatten.

Eerst komt in paragraaf 3.2 de vegetatieontwikkeling van hoogvenen aan bod waarin, aan de hand van fossiele plantengemeenschappen, de overgang van de dominantie van 'externe' naar 'interne' factoren wordt behandeld. Deze paragraaf geeft een indruk van mogelijke ontwikkelingsreeksen in het hoogveen en daarmee gemoeide tijdsschalen.

Vervolgens worden in paragraaf 3.3 (hoogveen)vegetatietypen van actuele ongestoorde en gestoorde systemen besproken. Daarbij komt tevens hoogveenontwikkeling in laagvenen, brakwatervenen en oligotrofe kwelvenen aan bod.

In de laatste paragraaf 3.4 wordt onderzocht op welke wijze de aanwezige vegetatie kan worden beoordeeld in het kader van hoogveenherstelmaatregelen op micro-schaalniveau. Met name worden voorwaarden voor indicatorsoorten behandeld en hun rol bij monitoring. In een aantal situaties lijkt de vorming van een acrotelm niet op gang te komen. Om dit proces op gang te helpen kunnen verschillende mogelijkheden voor stimulering of herintroductie worden overwogen, die in deze paragraaf worden onderzocht in samenhang met de verbreiding van hoogveensoorten.

*VERLEDEN: fossiele plantengemeenschappen van hoogvenen*

Door de eeuwen heen zijn onze hoogvenen economisch benut, waardoor een einde is gekomen aan een vegetatiegeschiedenis van vaak vele duizenden jaren. In deze paragraaf zal een korte beschrijving worden gegeven van algemene trends in de vegetatie-ontwikkeling van hoogvenen aan de hand van fossiele plantengemeenschappen. Daar de ontwikkeling van hoogvenen zeer traag verloopt, zijn paleo-ecologische analyses een uitstekend hulpmiddel om een beeld te krijgen van de betrokken soorten en processen, van de mogelijke ontwikkelingsreeksen, en de daarmee gemoeide tijdsschalen.

### **Oost Nederland**

De oorsprong van veel van onze hoogvenen ligt op de minerale bodem. Dit wordt geïllustreerd door de voorbeelden uit Oost Nederland en West Duitsland in Tabel 3.1 (Middeldorp 1986, Van Geel 1978) waarin vegetaties op zandgrond (fase 1) met relatief nutriëntrijke omstandigheden, door vernatting (vermorsing; Van Wirdum 1994b) overgaan naar vegetaties uit de klasse der Scheuchzerietea (fase 2).

Tabel 3.1 Paleo-ecologische veenontwikkelingsreeksen op minerale bodem (naar Middeldorp 1986 en Van Geel 1978).

| Fase Nr. | Hahnenmoor (West Duitsland; Middeldorp 1986)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Engbertsdijksveen (Oost Nederland; Van Geel 1978)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | Zandgrond met <i>Juncus effusus</i> en <i>Typha</i> spp. Tevens <i>Betula pubescens</i> en <i>Pinus sylvestris</i> .<br>(Duur onbekend; 320-301 cm-MV).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Zandgrond met natte heide met onder andere <i>Succisa pratensis</i> , <i>Calluna vulgaris</i> en <i>Erica tetralix</i> .<br>(Duur onbekend; 234-222 cm-MV).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 2        | Fasen van <i>Pinus sylvestris</i> en <i>Betula pubescens</i> , afgewisseld met fasen met <i>Eriophorum vaginatum</i> , <i>Erica tetralix</i> , <i>Carex limosa</i> en <i>Scheuchzeria palustris</i> .<br>(Duur circa 1600 jaar; 300-260 cm-MV).                                                                                                                                                                                                                                                   | Open water condities met algen, <i>Carex rostrata</i> , <i>Juncus effusus</i> , <i>Utricularia</i> spp., <i>Salix</i> spp. en <i>Polytrichum alpestre</i> .<br>(Duur circa 200 jaar; 221-214 cm-MV).<br>Later verarming met ontwikkeling van <i>Scheuchzeria palustris</i> en <i>Drosera</i> spp.<br>(Duur circa 100 jaar; 213-211 cm-MV).                                                                                                                                                                                                        |
| 3        | Aanvang hoogveenvorming met <i>Andromeda polifolia</i> en <i>Calluna vulgaris</i> .<br>(Duur circa 300 jaar; 259-249 cm-MV).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Vochtiger fasen met <i>Scheuchzeria palustris</i> , <i>Utricularia</i> spp. en algen. Afgewisseld met drogere fasen met <i>Polytrichum alpestre</i> , <i>Erica tetralix</i> , <i>Calluna vulgaris</i> , <i>Empetrum nigrum</i> , <i>Eriophorum vaginatum</i> en <i>Rhynchospora alba</i> . Soms zelfs <i>Gentiana pneumonanthe</i> en <i>Molinia caerulea</i> .<br>(Duur circa 500 jaar; 210-142 cm-MV).                                                                                                                                          |
| 4        | Hoogveenvorming met afwisseling van natte fasen met <i>Sphagnum</i> Sect. <i>Cuspidata</i> , <i>Oxyococcus palustris</i> , <i>Andromeda polifolia</i> , <i>Rhynchospora alba</i> , <i>Erica tetralix</i> en <i>Eriophorum angustifolium</i> .<br>Tijdens de drogere fasen <i>Calluna vulgaris</i> , <i>Eriophorum vaginatum</i> , <i>Scirpus caespitosus</i> , <i>Andromeda polifolia</i> , <i>Sphagnum magellanicum</i> en <i>Sphagnum imbricatum</i> .<br>(Duur circa 3400 jaar; 248-15 cm-MV). | Hoogveenvorming met afwisseling van natte fasen met <i>Sphagnum</i> Sect. <i>Cuspidata</i> , <i>Sphagnum papillosum</i> , <i>Oxyococcus palustris</i> , <i>Andromeda polifolia</i> , <i>Rhynchospora alba</i> , <i>Erica</i> en <i>Eriophorum angustifolium</i> .<br>Tijdens de drogere fasen <i>Calluna vulgaris</i> , <i>Eriophorum vaginatum</i> , <i>Scirpus caespitosus</i> , <i>Andromeda polifolia</i> , <i>Sphagnum magellanicum</i> , <i>Sphagnum papillosum</i> en <i>Sphagnum imbricatum</i> .<br>(Duur circa 4300 jaar; 141-1 cm-MV). |

Deze vegetatie gaat vervolgens geleidelijk over in een mozaïek van relatief nattere, door meer basenrijk water gevoede delen, met vegetatietypen uit de Scheuchzerietea (fase 3) en relatief drogere, door meer basenarm water gevoede delen, met vegetatietypen uit de Oxycocco sphagnetea (fase 4). Deze laatste twee typen kunnen zich tot op zekere hoogte in ruimte en tijd afwisselen (zie voor Nederland ook Dupont 1985 en 1987, Pals *et al.* 1980, Van Geel & Dallmeijer 1986, Van Geel *et al.* 1981, Van Geel *et al.* 1983; en buiten het studiegebied, in Zweden, door onder andere Svensson 1986 en 1988).

Deze door paleo-ecologische studies verkregen sequenties verschillen enigszins van veen tot veen. Zo vindt men bijvoorbeeld in de ontwikkeling van het Fochteloërveen eerst een vegetatie van arme zandbodems, daarna een vegetatie van verrijkte bodems en vervolgens de vorming van ombrotroof veen (mond. med. Van Geel, juli 1996, Hugo de Vries Lab. UvA.). Deze verrijking is een tijdelijk fenomeen als gevolg van na-

vernatting. De verlanding was laag op de aanwezige helling begonnen. Het gevormde laagveen verminderde de waterafvoer, waardoor stuwing optrad. Hierdoor liepen de arme zandbodems onder en trad decompositie van het (weinig) aanwezige organisch materiaal op. Dit zorgde voor de tijdelijke 'interne' eutrofiëring die later weer verdween met de voortschrijdende veenvorming (Baaijens mond. med., 1996). Een dergelijk fenomeen heeft zich ook voorgedaan in het Duitse deel van het Aamsveen (daar Amtsvan) waarin een vegetatie met *Eriophorum vaginatum*, *Molinia aerulea* en *Ericaceae* na een stijging van de waterspiegel overging in een vegetatie met *Calla palustris*, *Ceratophyllum*-soorten en algen (waaronder *Zygnemales*) (Kuhry 1985).

### West Nederland

Paleo-ecologische studies uit West Nederland laten zien hoe de ontwikkeling vanaf een minerale bodem tot een hoogveenpakket daar plaatsvond. In Assendelft (Witte en Van Geel 1985, zie Tabel 3.2) is waargenomen dat een kweldervegetatie via een afwisseling van een Scirpo-Phragmitetum, een Varenrijk-rietland (Thelypterido-Phragmitetum) en wederom een Scirpo-Phragmitetum, gevolgd door een Phragmitetum zich ontwikkelde tot een Dotterbloemhooiland (Calthion palustris). Na een verdrogingsfase waarin Pijpenstrootje een belangrijke rol speelde, kwam de hoogveenvorming op gang en ze bleef vanaf dat moment continu doorgaan.

Tabel 3.2 Paleo-ecologische veen-ontwikkelingsreeksen in laagveen (naar Witte en Van Geel 1985).

| Fase Nr. | Assendelft polder (West Nederland; Witte en Van Geel 1985)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | Kleibodem met vegetatie van Ganzevoetachtigen (4.60-4.50m-NAP). Later verschijnen <i>Phragmites australis</i> en <i>Carex</i> spp., samen met <i>Solanum dulcamara</i> en <i>Thelypteris palustris</i> . (Duur circa 300 jaar; 4.50-4.10 m-NAP).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 2        | Een drogere fase gaat gepaard met het verschijnen van soorten als <i>Juncus bufonius</i> , <i>Mentha aquatica</i> , <i>Hypericum</i> spp, <i>Lychnis flos-cuculi</i> , <i>Lycopus europaeus</i> , <i>Lythrum salicaria</i> , <i>Myrica gale</i> , <i>Lotus uliginosus</i> , <i>Iris pseudacorus</i> , <i>Symphytum officinale</i> , <i>Thalictrum flavum</i> , <i>Ophioglossum vulgatum</i> , <i>Lysimachia</i> spp. en <i>Galium palustre</i> , waardoor uiteindelijk vanuit een <u>Scirpo-Phragmitetum</u> een <u>Calthion</u> tot ontwikkeling komt. (Duur circa 1600 jaar; 4.10-2.62 m-NAP). |
| 3        | Na vermindering van de inundaties verschijnen <i>Molinia caerulea</i> , <i>Potentilla erecta</i> , <i>Erica tetralix</i> en <i>Calluna vulgaris</i> als ook <i>Sphagnum</i> spp. (Duur circa 250 jaar; 2.62-2.58 m-NAP).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 4        | Hoogveenvorming met afwisseling van natte fasen en plekken met <i>Sphagnum</i> Sect. <i>Cuspidata</i> , <i>Sphagnum papillosum</i> , <i>Sphagnum palustre</i> , <i>Oxycoccus palustris</i> , <i>Aulacomnium palustre</i> en <i>Drepanocladus</i> spp. Tevens voorkomen van <i>Myrica gale</i> . Tijdens de drogere fasen/plekken: <i>Calluna vulgaris</i> en <i>Eriophorum vaginatum</i> . (Duur circa 1400 jaar; 2.58-1.9 m-NAP).                                                                                                                                                               |

Op andere plaatsen in Noord-Holland verliep de successie ongeveer hetzelfde; wel kon bijvoorbeeld vóór de Calthion-fase, in plaats van een Varenrijk-rietland, een Filipendulion aanwezig zijn. Veelal waren in de Calthion-fase en vóór de hoogveenvorming Wilgen en Berkenbroekbossen langdurig en prominent aanwezig (Bakker & Van Smeerdijk 1982, Van den Berg 1996, Van Geel et al. 1983). Tabel 3.1 en Tabel 3.2 illustreren het type proces waarbij de verandering in soortensamenstelling gepaard gaat met een verschuiving in ecologische zin, van de dominantie van abiotische ('externe') factoren naar biotische ('interne') factoren, als gevolg van het proces van veenvorming.

### Successie- en accumulatiesnelheid

De tabellen illustreren dat de verschillende inleidende fasen in het proces van hoogveenvorming minimaal enkele tientallen tot vaak honderden jaren kunnen

duren. Bijvoorbeeld twee moerasfasen in het Engbertsdijsveen (in Fase nr. 2; naar Van Geel 1978) duren respectievelijk 200 en 100 jaar. Pas daarna komt de echte hoogveenvorming op gang, waardoor ook de levensduur van de vegetatie-eenheden toeneemt (enkele honderden tot duizenden jaren). Dergelijke tijdschalen worden gestaafd door waarnemingen uit andere hoogvenen in Nederland. Zo heeft Dupont (1987) in een sectie uit het Meerstalblok een opeenvolging gevonden van een Elzenbroekbos (Carici elongatae-Alnetum) met onder andere *Alnus glutinosa*, *Lycopus europaeus* en *Dryopteris* spp., (duur circa 50 jaar; 296-281 cm onder maaiveld), overgaand naar een gemeenschap met elementen uit het Salicion cinerae als *Salix cinerea*, *Betula pubescens* en *Rhamnus frangula*, *Carex cf. paniculata* en *Carex cf. acuta* en *Carex pseudocyperus*. Dit gezelschap wordt opgevolgd door een vegetatie uit de Magnocaricetalia met onder andere *Carex rostrata*, *Phragmitis australis*, *Equisetum fluviatile* (de levensduur van deze twee gemeenschappen samen is circa 60 jaar; 280-266 cm onder maaiveld). Daarna volgen gemeenschappen behorend tot de Scheuchzerietea (duur circa 160 jaar), die worden opgevolgd door ombrotroof veen (duur circa 4900 jaar; 265-1 cm onder maaiveld).

Nu zijn de bovengenoemde successiestadia allemaal gevonden in situaties waarin de vegetatieontwikkeling een aanvang nam op een minerale ondergrond. In de huidige veenreservaten, waarin de aanwezige vegetatie door een veenlaag al geïsoleerd is van de minerale bodem zou de snelheid van de successie naar een hoogveenvegetatietype wellicht groter kunnen zijn. De resultaten op het gebied van veenherstel en veenontwikkeling uit het Dwingelderveld en Haaksbergerveen bijvoorbeeld, laten zien dat binnen 10 tot 50 jaar een zeer behoorlijk ontwikkelde hoogveenvegetatie gevormd kan worden. Een studie van Joosten (1985a) naar de regeneratie van veen in een van de zogenaamde 'boerenkuilen' van de Mariapeel laat zien dat in circa 120 jaar een veenpakket van circa 63 cm dik is gevormd (accumulatiesnelheid circa 0,4 mm.j<sup>-1</sup>). Ook in andere studies (1985 b,c) wijst Joosten op de regeneratie van veen in deze kuilen waar met name *Sphagnum papillosum* een rol speelt. Vergelijkbare ontwikkelingen zijn er in het Bargerveen (*Sphagnum recurvum* in de putten van het Meerstalblok). Dergelijke positieve ontwikkelingen zijn echter niet vanzelfsprekend: de drijftilvorming in het Engbertsdijsveen bijvoorbeeld, blijft in vergelijking met de bovengenoemde venen ver achter.

Uit paleo-ecologische studies blijkt tevens dat de snelheid waarmee de veenlaag onder de levende planten aangroeit afhankelijk is van het vegetatietype. Over het algemeen is de netto aanwas onder gemeenschappen uit de Scheuchzerietea minder groot (circa 0,3 - 1,0 mm.j<sup>-1</sup>) dan onder gemeenschappen uit de Oxycocco-Sphagnetea (circa 0,6 - 2,0 mm.j<sup>-1</sup>) (Dupont 1987, Middeldorp 1986, Van der Molen & Hoekstra 1988, Witte & Van Geel 1985). In bijzondere situaties, zoals in oligotrofe kwelvenen zijn veel hogere accumulatiesnelheden geconstateerd. In de Brunssummerheide is op een locatie een veengroeisnelheid van 250 mm.j<sup>-1</sup> gevonden. Dergelijke uitzonderlijk hoge accumulatiesnelheden zijn echter niet representatief voor het merendeel der hoogvenen.

#### Conclusies 'Verleden'

- Paleo-ecologische studies naar hoogveen betreffen meestal de inleidende fasen van hoogveenvorming en soms ook de echte hoogveenvorming tot het moment van afgraven. Zulk onderzoek geeft informatie over de met deze ontwikkeling gemoeide tijdschalen en over veengroeisnelheden. Tevens illustreert het de wijze waarop de dominante invloed van 'externe' factoren op een vegetatie afneemt ten gunste 'interne' factoren.
- De bestudeerde fossiele situaties uit echte hoogvenen zijn echter niet goed vergelijkbaar met de huidige situaties waarmee men bij hoogveenherstel te maken heeft. Paleo-ecologisch onderzoek kan daarentegen wel toegepast worden op onderzoek naar de vegetatieontwikkelingen van laagveensystemen, met name gezien de perspectieven voor hoogveenontwikkeling in het Holocene deel van Nederland. Zulk onderzoek kan laten zien hoe uit verschillende systemen (bijvoorbeeld (brakke) laagveenmoerassen, veenheiden of broekbossen) hoogvenen ontstaan. Tevens kan dit onderzoek ingaan op zulke aspecten als de aanwezigheid en duur van een bosfase in de ontwikkeling naar hoogveen, de successie van soorten en de totstandkoming van een acrotelm.

## 3.2 HEDEN: de vegetatie van hoogvenen en hoogveenrestanten

In deze paragraaf worden hoogveenvegetatietypen van actuele ongestoorde en gestoorde systemen besproken. Daarnaast komt de hoogveenontwikkeling in verwante systemen zoals laagvenen, brakwatervenen en oligotrofe kwelvenen aan de orde.

### 3.2.1 Inleiding en synsystematiek

#### Vegetatiesamenstelling en -structuur

De vegetatie van het hoogveen zelf heeft veelal een specifieke structuur die over het algemeen bestaat uit een mosdek met daarin kruiden, dwergstruiken en cypergrassen. Deze structuur is van groot belang voor het goed functioneren van het veensysteem op meso-niveau en heeft invloed op bijvoorbeeld waterafvoer, verdamping en nutriëntenvoorziening.

Grote delen van het hoogveen bestaan uit tamelijk monotone, reliëfarme vegetatietypen, gedomineerd door *Sphagnaceae* en waar in de kruidlaag *Ericaceae* en *Cyperaceae* groeien. Op sommige plaatsen op het hoogveen kan echter een meer gedifferentieerde vegetatie ontstaan. Dit zijn veelal die delen van het hoogveen waar de waterafvoer minder snel verloopt. In deze natte delen ontstaan pleksgewijze verschillen in soortensamenstelling, met name van veenmossen, op grond van hun afhankelijkheid van de veenwaterspiegel. Veenmossen verschillen onderling nogal in de wijze van watertoevoer naar het veenmoshoofdje (*capitulum*) en tevens zijn er grote verschillen in uitdrogingstolerantie (Clymo & Hayward 1982, Rydin 1987 en 1993, Wagner & Titus 1984, Titus & Wagner 1984, Titus *et al.* 1984).

Veenmossoorten bezitten tevens elk hun eigen structuur en groeisnelheid. In combinatie met hun hydrologische eisen levert dit een ruimtelijke variatie op in de hoogte van de veenmoshoofdjes boven het freatisch vlak. Met andere woorden: op de ene plaats bevindt de bovenzijde van het veenmosdek zich dicht bij de veenwaterspiegel, op andere plaatsen verder daar boven. De pleksgewijze vestiging van veenmossen met uiteenlopende structurele en fysiologische eigenschappen op micro-schaalniveau geeft zo aanleiding tot de vorming van een microreliëf van bulten en slenken op meso-schaalniveau (Clymo & Hayward 1982, Andrus *et al.* 1983, Van der Molen *et al.* 1994, Vitt *et al.* 1975). Op de 'Plateau-' en 'Vlakke hoogvenen' in ons deel van Europa heeft dit bult-slenken patroon geen duidelijke oriëntatie, in tegenstelling tot meer boreale venen (Aletsee 1967, Moore & Bellamy 1974, Dierßen 1982, Barkman 1992). Ook Schouten (1984) vond geen duidelijke oriëntatie in de bult-slenk systeem van onaangetaste hoogvenen in Centraal Ierland.

In Hoofdstuk 1 is een definitie gegeven van een hoogveen. De vegetatietypen van echte hoogvenen bezitten een moslaag die meer dan de helft van het oppervlak bedekt en voornamelijk bestaat uit Veenmossen. Tevens zijn soorten die wijzen op voeding vanuit grond- of oppervlaktewater of voeding vanuit gemineraliseerd veen, in de minderheid. Dergelijke vegetatietypen worden ook aangetroffen buiten hoogvenen (zie ook paragrafen 3.3.5 en 3.3.6). Volgens Van Wirdum (1993a) zijn de vegetatietypen van de klassen Scheuchzerietea (Kl. 28: hoogveenslenken) en Oxycocco-Sphagnetea (Kl. 29: hoogveenbulten en natte heiden) te beschouwen als echte hoogveenvegetatietypen. Daarnaast komen in hoogveengebieden ook nog elementen voor uit de Vaccinio-Piceetea (Kl. 36: Naaldbossen) en de Nardo-Callunetea (Kl. 30: Heiden en Borstelgraslanden). De eerste twee klassen, de Scheuchzerietea en de Oxycocco-Sphagnetea, zullen hier summier worden besproken (naar: Schaminée *et al.* 1995).

#### **Klasse der hoogveenslenken: Scheuchzerietea**

**Ecologie:** Vegetatietypen uit de Scheuchzerietea zijn verlandingsgezelschappen in hoogvenen. Ze komen voor in vochtige tot natte depressies, maar ook in verlandende delen van meerstallen en vennen en in door de mens gegraven veenputten. De bodem van de depressies, vennen en putten is meestal organisch en het water is overwegend relatief zuurstofarm.

**Samenstelling en structuur:** De gemeenschappen bestaan voornamelijk uit slechts twee vegetatielagen: een laag met veelal submerse Veenmossen of soms slaapmossen en een laag met smalbladige Cyperaceae en kruipende heideachtigen. Soms komen kruiden als *Drosera* voor (Zie ook Tabel 3.3).

**Synsystematiek:** Binnen de Scheuchzerietea (10) bestaat de orde Scheuchzerietalia (10A) met twee verbonden, waarvan hier het Rhynchosporion albae (10Aa) het belangrijkste is. In dit verbond komen een drietal associaties voor: 10Aa1 - Sphagnetum cuspidato-obesi, 10Aa2 - Sphagno-Rhynchosporietum en 10Aa3 - Caricetum limosae.

Tabel 3.3 Indeling Scheuchzerietea.

| <b>10Aa1 Sphagnetum cuspidato – obesi</b>                                                                                                                                                                               | <b>10Aa2 Sphagno – Rhynchosporietum</b>                                                                                                                                                                                                                        | <b>10Aa3 Caricetum limosae</b>                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Belangrijke soorten</b>                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                         |
| <i>Sphagnum cuspidatum</i> ,<br><i>Sphagnum denticulatum</i> .                                                                                                                                                          | <i>Drosera longifolia</i> ,<br><i>Eriophorum angustifolium</i> ,<br><i>Oxycoccus palustris</i> ,<br><i>Rhynchospora alba</i> ,<br><i>Sphagnum cuspidatum</i><br><i>Sphagnum denticulatum</i> ,<br><i>Sphagnum recurvum</i> ,<br><i>Sphagnum tenellum</i>       | <i>Carex limosa</i> , <i>Carex rostrata</i> , <i>Drosera rotundifolia</i> , <i>Eriophorum angustifolium</i> ,<br><i>Oxycoccus palustris</i> ,<br><i>Rhynchospora alba</i> ,<br><i>Scheuchzeria palustris</i> ,<br><i>Sphagnum majus</i> |
| <b>Tevens aanwezige soorten</b>                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                         |
| <i>Carex rostrata</i> ,<br><i>Drepanocladus fluitans</i> ,<br><i>Eriophorum angustifolium</i> , <i>Juncus bulbosus</i> , <i>Sparganium angustifolium</i> ,<br><i>Sphagnum subsecundum</i> ,<br><i>Utricularia minor</i> | <i>Andromeda polifolia</i> ,<br><i>Cladopodiella fluitans</i> ,<br><i>Drepanocladus fluitans</i> ,<br><i>Drosera intermedia</i> ,<br><i>Erica tetralix</i> ,<br><i>Menyanthes trifoliata</i> ,<br><i>Sphagnum magellanicum</i> ,<br><i>Sphagnum papillosum</i> | <i>Molinia caerulea</i> ,<br><i>Sphagnum cuspidatum</i> ,<br><i>Sphagnum recurvum</i> ,                                                                                                                                                 |

| Overige soorten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Agrostis canina</i> ,<br><i>Andromeda polifolia</i> ,<br><i>Carex lasiocarpa</i> ,<br><i>Cladopodiella fluitans</i> ,<br><i>Drosera intermedia</i> ,<br><i>Drosera rotundifolia</i> ,<br><i>Eleocharis palustris</i> ,<br><i>Menyanthes trifoliata</i> ,<br><i>Molinia caerulea</i> ,<br><i>Oxycoccus palustris</i> ,<br><i>Potentilla palustris</i> ,<br><i>Rhynchospora alba</i> ,<br><i>Sphagnum papillosum</i> ,<br><i>Sphagnum recurvum</i> | <i>Agrostis canina</i> ,<br><i>Aulacomnium palustre</i> ,<br><i>Carex lasiocarpa</i> , <i>Carex nigra</i> , <i>Carex rostrata</i> ,<br><i>Cephalozia connivens</i> ,<br><i>Drosera longifolia</i> ,<br><i>Drosera x obovata</i> ,<br><i>Gymnocolea inflata</i> ,<br><i>Hammarbya paludosa</i> ,<br><i>Juncus bulbosus</i> ,<br><i>Lycopodium innundatum</i> , <i>Molinia caerulea</i> , <i>Potentilla palustris</i> , <i>Rhynchospora fusca</i> , <i>Sphagnum denticulatum</i> , <i>Sphagnum pulchrum</i> , <i>Sphagnum subsecundum</i> | <i>Agrostis canina</i> ,<br><i>Andromeda polifolia</i> ,<br><i>Aulacomnium palustre</i> ,<br><i>Carex lasiocarpa</i> , <i>Carex nigra</i> , <i>Cephalozia connivens</i> , <i>Cladopodiella fluitans</i> , <i>Drepanocladus fluitans</i> , <i>Drosera intermedia</i> , <i>Erica tetralix</i> , <i>Hammarbya paludosa</i> , <i>Juncus bulbosus</i> , <i>Menyanthes trifoliata</i> , <i>Potentilla palustris</i> , <i>Sphagnum magellanicum</i> , <i>Sphagnum papillosum</i> , <i>Sphagnum denticulatum</i> , <i>Sphagnum subsecundum</i> ,<br><i>Utricularia minor</i> |



Lange zonnedaauw (*Drosera longifolia*) is een zeer zeldzame hoogveensoort en een belangrijke soort uit het Sphagno- Rhynchosporietum. Foto: Peter van der Molen. Inzet: Detail opname van vangblad van zonnedaauw. Het blad bevat 'haren' met klierweefsel, waarmee insecten worden gevangen zodat de plant over extra voedingsstoffen beschikt.



*Klein blaasjeskruid (Utricularia minor) is een soort van het Sphagnetum cuspidato – obesi. Evenals zonnedauw is dit een vleesetende plant. Met behulp van submerse vangblaasjes worden vooral kleine kreeftachtigen (watervlooien en roeipootkreeftjes) gevangen. Foto: Juul Limpens.*

#### **Klasse der hoogveenbulten en natte heiden: Oxycocco-Sphagnetea**

**Ecologie:** De vegetatietypen van de Oxycocco-Sphagnetea domineren grote oppervlakken van het veen vanaf het centrale deel tot aan de rand. Ze zijn door een veenlaag geïsoleerd van de minerale ondergrond en worden vrijwel uitsluitend gevoed door regenwater. Afhankelijk van de betrokken Veenmossoorten kunnen deze vegetatietypen bultvormend optreden. In de veenlaag overheersen zure en vochtige condities, die dieper in het profiel (>0,5 m) overgaan in permanent waterverzadigde, zuurstofloze en zure omstandigheden.

**Samenstelling en structuur:** De vegetatietypen van de Oxycocco-Sphagnetea zijn opgebouwd uit meerdere lagen, waaronder een Veenmosdek met daarop kruiden, dwergstruiken (meest heideachtigen) en verschillende soorten cypergrassen (Zie ook Tabel 3.4).

**Synsystematiek:** Binnen de klasse van de Oxycocco-Sphagnetea (11) bestaan twee orden, waarvan er één, de Sphagnetalia magellanici (11B), de typische hoogveenvegetaties omvat. Binnen deze orde wordt het verbond het Oxycocco-Ericion (11Ba) onderscheiden dat twee associaties kent: het Erico-Sphagnetum magellanici (11Ba1) en het Sphagno palustris-Ericetum (11Ba2)

Tabel 3.4 Indeling Oxycocco-Sphagneteta.

| 11Ba1 Erico - Sphagnetum magellanicum                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 11Ba2 Sphagno palustris - Ericetum                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Belangrijke soorten</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <i>Andromeda polifolia</i> , <i>Calluna vulgaris</i> , <i>Calypogeia fissa</i> , <i>Calypogeia sphagnicola</i> , <i>Cephalozia connivens</i> , <i>Cladonia div. spp.</i> , <i>Drosera rotundifolia</i> , <i>Erica tetralix</i> , <i>Eriophorum vaginatum</i> , <i>Mylia anomala</i> , <i>Narthecium ossifragum</i> , <i>Odontoschisma sphagni</i> , <i>Oxycoccus palustris</i> , <i>Sphagnum capillifolium</i> , <i>Sphagnum fuscum</i> , <i>Sphagnum imbricatum</i> , <i>Sphagnum magellanicum</i> , <i>Sphagnum papillosum</i> , <i>Sphagnum tenellum</i> | <i>Anthoxantum odoratum</i> , <i>Aulacomnium palustre</i> , <i>Calypogeia fissa</i> , <i>Cephalozia connivens</i> , <i>Drosera rotundifolia</i> , <i>Erica tetralix</i> , <i>Eriophorum angustifolium</i> , <i>Hydrocotyle vulgaris</i> , <i>Phragmitis australis</i> , <i>Pohlia nutans</i> , <i>Polytrichum commune</i> , <i>Sphagnum fimbriatum</i> , <i>Sphagnum magellanicum</i> , <i>Sphagnum palustre</i>                                                                                     |
| <b>Tevens aanwezige soorten</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <i>Aulacomnium palustre</i> , <i>Campylopus introflexus</i> , <i>Drosera intermedia</i> , <i>Empetrum nigrum</i> , <i>Eriophorum angustifolium</i> , <i>Leucobryum glaucum</i> , <i>Pohlia nutans</i> , <i>Polytrichum commune</i> , <i>Polytrichum juniperinum</i> , <i>Rhynchospora alba</i> , <i>Sphagnum fimbriatum</i>                                                                                                                                                                                                                                 | <i>Dicranum bonjeanii</i> , <i>Empetrum nigrum</i> , <i>Molinia caerulea</i> , <i>Oxycoccus palustris</i> , <i>Polytrichum juniperinum</i> , <i>Sphagnum capillifolium</i> , <i>Sphagnum papillosum</i> , <i>Sphagnum recurvum</i>                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Overige soorten</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <i>Carex panicea</i> , <i>Gymnocolea inflata</i> , <i>Hypnum jutlandicum</i> , <i>Kurzia pauciflora</i> , <i>Potentilla erecta</i> , <i>Scirpus caespitosus</i> , <i>Sphagnum cuspidatum</i> , <i>Zygogonium ericetorum</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <i>Agrostis canina</i> , <i>Andromeda polifolia</i> , <i>Betula pubescens</i> , <i>Calamagrostis canescens</i> , <i>Calluna vulgaris</i> , <i>Carex nigra</i> , <i>Dryopteris carthusiana</i> , <i>Dryopteris cristata</i> , <i>Eriophorum vaginatum</i> , <i>Holcus lanatus</i> , <i>Juncus effusus</i> , <i>Juncus subnodulosus</i> , <i>Pallavicinia lyellii</i> , <i>Rhamnus frangula</i> , <i>Rumex acetosa</i> , <i>Sphagnum fuscum</i> , <i>Vaccinium vitis-idea</i> , <i>Viola palustris</i> |



Eenaarig wollegras (*Eriophorum vaginatum*) is een belangrijke soort van het Erico - Sphagnetum magellanicum. Deze soort vormt dichte pollen. Foto: Peter van der Molen.



*Lavendelhei (Andromeda polifolia)* is een zeldzame plant van levend hoogveen en heivennen en is een belangrijke soort van het Erico - Sphagnetum magellanicij. Foto: Peter van der Molen.

### Bosgezelschappen

Hoewel het juist is dat de Nederlandse hoogvenen in principe niet bebost waren, kwamen naast de hierboven beschreven vegetatietypen ook meer voedselminnende gemeenschappen voor, sommige met bomen. Langs de randen van het veen bevonden zich laggs (zie paragraaf 3.3.4.) en op het veen kwamen langs veenbeken en rond meerstallen broekbossen voor. Deze meer voedselminnende vegetatietypen zijn in Ierland gedocumenteerd door onder andere Osvald (1949), Cross (1987) en Kelly (1993) en in Zweden door Malmer (1962 a&b). Deze vegetatietypen zijn vaak gebonden aan rheotrofe condities. Verder zijn ze qua structuur vaak rijker dan de typische veengemeenschappen doordat ze een naast een struik-, kruid- en moslaag ook een boomlaag kunnen vertonen; de kruidlaag is ook meer diverser qua soortensamenstelling en structuur. Veel van de soorten uit deze vegetatietypen zijn nu algemeen in onze gedegenerende veenrestanten.

### 3.2.2 De vegetatie van een levend hoogveen

Het werk van Kelly (1993) geeft een overzicht over de samenstelling van de vegetatie van twee levende Ierse hoogvenen. Zij heeft daartoe karteringen uitgevoerd op Clara Bog en Raheenmore Bog, beide in Centraal Ierland. Zonder hier alle gezelschappen uitvoerig te bespreken, volstaan wij hieronder met een kort overzicht van de onderscheiden typen.

De tabel laat zien dat het eigenlijke hoogveen bestaat uit 4 gezelschappen verdeeld in totaal 22 (sub)varianten en fasen daarvan. De meerstallen, ten dele met invloed van basenrijker (grond)water, zijn meer divers en bestaan uit 9 gezelschappen, verdeeld in 18 (sub)varianten en fasen daarvan. De afgegraven delen rond het veen bestaan uit 12 gezelschappen, verdeeld in 19 (sub)varianten en fasen daarvan. In totaal zijn er 25 gezelschappen, verdeeld in 59 (sub)varianten en fasen daarvan. Op meso-schaalniveau zijn er dus 4 gezelschappen die de vegetatie van het veen domineren en die een habitat indiceren waarin 'interne' factoren domineren over 'externe'. Het merendeel van de overige 21 gezelschappen is in meer of mindere mate afhankelijk van de invloed van zwak tot matig gebufferd (grond)water, dus van 'externe' factoren.

Tabel 3.5 Vegetatietypologie levend Iers hoogveen (naar Kelly 1993).

| Sectie                                                                                                                                                               | Type Nr.                   | Gemeenschappen (Communities). Tussen haakjes het aantal (sub)varianten en fasen.                                                                                                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>A - Gezelschappen van het veenoppervlak ('mire expanse'). Incidenteel ook met typen van vergraven delen ('cut-away areas') of van meerstallen ('soak areas').</b> |                            |                                                                                                                                                                                                                                                  |
| A1 - gemeenschappen van poelen, slenken en veenmostapijen                                                                                                            | Type 1<br>Type 2<br>Type 3 | Comm. of <i>Rhynchospora alba</i> and <i>Zygnemalis</i> (-).<br>Comm. of <i>Sphagnum cuspidatum</i> and <i>Eriophorum angustifolium</i> (3).<br>Comm. of <i>Narthecium ossifragum</i> , <i>Sphagnum magellanicum</i> and <i>S. tenellum</i> (9). |

|                                                                                                                               |                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (vervolg tabel 3.5)                                                                                                           |                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| ('pools, hollows and lawns')                                                                                                  |                                                                                                                                  | Typen gerelateerd aan <u>Scheuchzerietea</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| A2 - gemeenschappen van bulten en veenmostapijen ('hummocks and flats')                                                       | Type 4                                                                                                                           | Comm. of <i>Calluna vulgaris</i> , <i>Sphagnum capillifolium</i> and <i>Cladonia portentosa</i> (9).<br>Typen gerelateerd aan <u>Oxycocco-Sphagnetea</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>B - Gezelschappen van de meerstallen ('soak areas'). Incidenteel ook met typen van vergraven delen ('cut-away areas').</b> |                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|                                                                                                                               | Type 5<br>Type 6<br>Type 7<br>Type 8<br>Type 9<br>Type 10<br>Type 11<br>Type 12<br>Type 13                                       | Comm. of <i>Carex rostrata</i> and <i>Drepanocladus fluitans</i> (2).<br>Comm. of <i>Menyanthes trifoliata</i> and <i>Sphagnum squarrosum</i> (-).<br>Comm. of <i>Carex rostrata</i> and <i>Sphagnum cuspidatum</i> (-).<br>Comm. of <i>Menyanthes trifoliata</i> and <i>Sphagnum recurvum</i> (4).<br>Comm. of <i>Carex nigra</i> and <i>Polytrichum alpestre</i> (2).<br>Comm. of <i>Polytrichum alpestre</i> and <i>Calliergon cuspidatum</i> (-).<br>Comm. of <i>Sphagnum capillifolium</i> and <i>Empetrum nigrum</i> (-).<br>Comm. of <i>Betula pubescens</i> and <i>Molinia caerulea</i> (5).<br>Comm. of <i>Salix aurita</i> and <i>Sphagnum palustre</i> (-).                                                                                                                                                                                                      |
| <b>C - Gezelschappen van vergraven delen ('cut-away areas') en overige venige delen ('marginal areas').</b>                   |                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|                                                                                                                               | Type 14<br>Type 15<br>Type 16<br>Type 17<br>Type 18<br>Type 19<br>Type 20<br>Type 21<br>Type 22<br>Type 23<br>Type 24<br>Type 25 | Comm. of <i>Molinia caerulea</i> and <i>Potentilla erecta</i> (4).<br>Comm. of <i>Calliergon cuspidatum</i> and <i>Equisetum fluviatile</i> (4).<br>Comm. of <i>Filipendula ulmaria</i> and <i>Festuca ovina</i> (2).<br>Comm. of <i>Ulex europaeus</i> and <i>Molinia caerulea</i> (-).<br>Comm. of <i>Juncus effusus</i> and <i>Sphagnum subnitens</i> (-).<br>Comm. of <i>Rubus fruticosus</i> and <i>Eurhynchium praelongum</i> (-).<br>Comm. of <i>Salix aurita</i> ssp. <i>oliefolia</i> and <i>Dryopteris carthusiana</i> (-).<br>Comm. of <i>Pteridium aquilinum</i> and <i>Molinia caerulea</i> (-).<br>Comm. of <i>Carex acuta</i> and <i>Carex hirta</i> (-).<br>Comm. of <i>Ranunculus repens</i> and <i>Carex hirta</i> (-).<br>Comm. of <i>Phleum pratense</i> and <i>Juncus effusus</i> (-).<br>Comm. of <i>Poa pratensis</i> and <i>Lolium perenne</i> (-). |

### 3.2.3 De huidige vegetatiesamenstelling van hoogveenrestanten

#### Ecologische en botanische diversiteit in hoogveenrestanten

De vegetatiesamenstelling van de huidige Nederlandse hoogveenrestanten vormt een groot contrast met die van de oorspronkelijke hoogvenen. Alle op hoogveen thuishorende plantengezelschappen uit de Scheuchzerietea en de Oxycocco-Sphagnetea zijn in zowel kwalitatief (samenstelling) als kwantitatief (omvang) opzicht achteruit gegaan. Een belangrijk verschil met de oorspronkelijke situatie is het feit dat er veelal geen sprake meer is van een gesloten veenmosdek. De oorspronkelijk tamelijk uniforme vegetatiesamenstelling heeft in de veenrestanten plaats gemaakt voor een verhoogde diversiteit aan plantengezelschappen (meso-schaalniveau), die een grote ruimtelijke afwisseling in ecologische condities weerspiegelt (micro-schaalniveau). Waar zulk een ruimtelijke variatie vanuit botanisch oogpunt in de regel gewaardeerd wordt vanwege de habitatcondities en de aanwezige gradiëntsituaties die zeldzame taxa kunnen herbergen, betekent dit in hoogvenen over het algemeen het tegenovergestelde. Grote ecologische en dus botanische diversiteit is van nature alleen langs randen van venen te vinden waar 'externe' factoren domineren over 'interne' (zie paragraaf 3.1), of op die plaatsen in het veen die door een specifieke oorzaak andere ecologische condities kennen (zoals meerstallen en natuurlijke drainagepatronen). De typische hoogveengemeenschappen vertonen een relatief geringe ecologische variatie. Bovendien indiceren de huidige gezelschappen

ecologische condities of processen die van nature niet of nauwelijks in hoogveen voorkomen zoals uitdroging, sterk wisselende grondwaterstanden, hoge beschikbaarheid van N en P, etc.. De grotere vegetatiekundige diversiteit impliceert dus geen toegenomen ecologische waarde.

### Voorbeeld vegetatie hoogveenrestant

Uit de gebiedsbeschrijvingen in Bijlage 1 blijkt hoezeer de vegetatie van de bezochte veenrestanten is veranderd ten opzichte van het verleden. Bijvoorbeeld de vegetatiekartering van delen van het Meerstalblok en Amsterdamse Veld (Van Leeuwen 1996) geeft een goed beeld van de aantallen en soorten vegetatietypen die kunnen worden aangetroffen in de huidige Nederlandse hoogveenrestanten.

Van Leeuwen hanteert een vegetatietypologie met 78 verschillende gezelschappen, verdeeld over vijf series:

1. Gezelschappen uit veenputten (35 typen)
2. Heidegezelschappen (18 typen)
3. Gezelschappen uit veengreppels (11 typen)
4. Gezelschappen uit meerstallen (10 typen)
5. Bosgezelschappen (4 typen)

De vijf series worden hieronder kort besproken:

Tabel 3.6 Vegetatietypologie gestoord Nederlands hoogveen (naar Van Leeuwen 1996).

|                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 –<br>Gezelschappen<br>uit veenputten. | <p>In deze groep onderscheidt Van Leeuwen (1996) vier belangrijke groepen en daarnaast nog enkele losse vegetatietypen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• In de <u>Open Watergroep</u> komen voornamelijk gezelschappen uit de Derivaatgemeenschap (verder aangeduid met DG) van <i>Drepanocladus fluitans</i> (zowel op modderbodems als in open water) en uit de Rompgemeenschap (verder aangeduid met RG) van <i>Sphagnum cuspidatum</i> voor. Het betreft hier veenputten die juist beginnen te verlanden tot en met putten met een drijvend veenmosdek (drijfteil).</li> <li>• In de <u>Veenpluigsgroep</u> zitten gezelschappen uit de RG <i>Eriophorum angustifolium-Sphagnum</i> en uit de RG <i>Carex rostrata</i>. Deze typen maken deel uit van de oligo-/dystrofe verlandingsuccessies in drijfkillen met <i>Sphagnum cuspidatum</i>.</li> <li>• De <u>Pitrusgroep</u> ontstaat na inundatie van veenputten en indiceert een sterke voedselverrijking in een vochtig-nat milieu met schommelende waterspiegels; deze gezelschappen behoren tot de DG <i>Juncus effusus-Sphagnum</i>.</li> <li>• In de <u>Pijpenstrootjegroep</u> zitten gezelschappen die indicatief zijn voor wisselende waterstanden, waardoor in de drogere perioden mineralisatie optreedt. Door horstvorming kunnen heel lang anaerobe condities in het wortelmilieu worden voorkomen. De vertegenwoordigde gezelschappen behoren tot de RG <i>Molinia caerulea-Sphagnum</i>. Hun standplaats wisselt van recent gegraven veenputten tot reeds lang geïnundeerde en verlande veenputten. Een reeks gezelschappen uit de RG <i>Eriophorum vaginatum-Sphagnum</i> komen voor op permanent natte plaatsen. Waar het typen betreft met Veenmossen zijn de waterpeilen veelal redelijk constant en dicht aan het maaiveld. Afwezigheid van Sphagna duidt op aanzienlijke waterstandsschommelingen.</li> <li>• Tenslotte onderscheidt Van Leeuwen (1996) nog een aantal typen die bestaan uit een enkele soort: de RG <i>Sphagnum cuspidatum</i> op kale modderbodems en plaatsen met peilschommelingen, de RG <i>Molinia caerulea</i> op recente verveningen, de DG <i>Eleocharis palustris</i> s.l. in geïnundeerde veenputten met wisselende peilen bij voormalige huisplaatsen, de RG <i>Phragmites australis</i> als pionier in een baggerveld, de RG <i>Typha latifolia</i> als gevolg van verrijkt landbouwwater, de DG <i>Juncus effusus</i> op vernatte bovenveengraslanden.</li> </ul> |
| 2 –<br>Heide-<br>gezelschappen.         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• In de <u>Dopheidegroep</u> zijn gezelschappen uit het <i>Ericetum tetralicis</i> (<i>sphagnetosum</i>) en uit de RG <i>Calluna vulgaris</i> ondergebracht. Door de verhoudingen Dopheide, Struikheide en Pijpenstrootje en mede op grond van het voorkomen van Veenmossen zijn deze gezelschappen indicatief voor de vochtigheidstoestand van de veenbodem. In de natte typen staat het zomerwaterpeil aan het maaiveld en kan de</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

|                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (vervolg tabel 3.6)                 | <p>Veenmosbedekking zeer hoog oplopen (tot 80%), in de droge typen kan het zomerwaterpeil tot 2m onder het maaiveld staan.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>In de <u>Pijpenstrootie</u>groep zitten gezelschappen uit de <i>RG Molinia caerulea</i> die wijzen op aanzienlijke grondwaterstandswisselingen. Combinaties met andere soorten als <i>Rumex acetosella</i>, <i>Eriophorum vaginatum</i> en <i>Calluna vulgaris</i> of <i>Pteridium aquilinum</i> (deze bij veraard veen) zijn mogelijk.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 3 – Gezelschappen uit veengreppels. | <ul style="list-style-type: none"> <li>In de veengreppels en -sloten kunnen zeer uiteenlopende gezelschappen worden aangetroffen. Naast open water en vegetatietypen met Klein kroos (<i>RG Lemna minor</i>) of Sterrekroos (<i>RG Callitriche platycarpa</i>) komen ook gezelschappen uit het <i>Ericetum tetralicis</i> (<i>sphagnetosum</i>) en de <i>RG Molinia caerulea</i> en de <i>RG Eriophorum angustifolium-Sphagnum</i> voor. De vegetatiesamenstelling wordt voornamelijk bepaald door de mate van ontwatering en de bestaande peilfluctuaties, alsmede door het substraattype (in onvergraven hoogveen, verveningen of op minerale bodem).</li> </ul>                                                                                                                                                |
| 4 – Gezelschappen uit meerstallen.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>In Nederland zijn meerstallen nu betrekkelijk unieke fenomenen geworden en zijn beperkt in hun voorkomen tot het Bargerveen. De aangetroffen gezelschappen behoren tot de <i>RG Eriophorum angustifolium-Sphagnum</i> en het <i>Erico-Sphagnetum magellanici empetretosum</i> en <i>typicum</i>, de <i>RG Empetrum nigrum</i>, de <i>RG Eriophorum vaginatum</i>, de <i>RG Vaccinium vitis-idaea</i> en het <i>Sphagno-Rhynchosporium sphagnetosum recurvi</i>. Hun voorkomen en samenstelling (met name de verhoudingen Veenmossen en de soorten en verhoudingen Heideachtigen) worden in belangrijke mate bepaald door subtiele standplaatsverschillen met betrekking tot waterstandsschommelingen en daarmee verbandhoudende beschikbaarheid van nutriënten.</li> </ul> |
| 5 – Bosgezelschappen.               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Bij de bossen gaat het met name om verschillende soorten Berkenbroekbos. Voorkomen en samenstelling zijn afhankelijk van de duur en mate van de ontwatering en van de daarvan afhankelijke beschikbaarheid van nutriënten.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

Dit overzicht pretendeert niet een volledig beeld te geven van de diversiteit in de huidige vegetatie van de Nederlandse hoogveenrestanten, maar kan dienen als illustratie van het feit dat in dergelijke gebieden vele tientallen plantengemeenschappen voor kunnen komen, wisselend van efemere mosgezelschappen op modderbodems tot broekbossen. Maatregelen ter regeneratie van hoogvenen leiden in het algemeen tot een afname van deze diversiteit en voordat overgegaan wordt tot hoogveenregeneratieprojecten dient derhalve voldoende zekerheid over de kansrijkdom ervan te bestaan.

Vergelijking van de situatie van het Bargerveen met die van de Ierse hoogvenen (Tabel 3.5) laat zien dat de huidige veenrestanten een hogere diversiteit aan vegetatietypen hebben dan de levende hoogvenen. Dit zijn echter voornamelijk minerotrafente en mesotrafente gezelschappen, in tegenstelling tot de levende hoogvenen, waarin vooral ombrotrafente (oligotrafente) gezelschappen aanwezig zijn. Daarnaast zijn in de veenrestanten alle aanwezige gezelschappen min of meer gelijkmatig verspreid over het gehele gebied. Er is niet echt sprake van een zonering op grond van waterkwaliteit. In de levende hoogvenen is wel een dergelijke ruimtelijke verdeling van ombrotrafente en minerotrafente gezelschappen te onderscheiden: het grootste deel van het gebied wordt ingenomen door slechts vier ombrotrafente gezelschappen.

### 3.2.4 De vegetatie van de contactzone (lagg)

Rond hoogvenen is sprake van een zone waar de ombrotrofe veenafzettingen en de minerale afzettingen elkaar ontmoeten (naar Gore 1983). Hier kunnen de verschillen in bodemsamenstelling (bijvoorbeeld veen/zand/klei, kalkrijkdom) en de watervoorziening (veenwater, oppervlakkig toestromend water en diverse soorten kwelwater) zorgen voor een grote ruimtelijke variatie in de verhoudingen tussen de omgevingsfactoren. Hierdoor ontstaat een zone met veel verschillende habitats die de

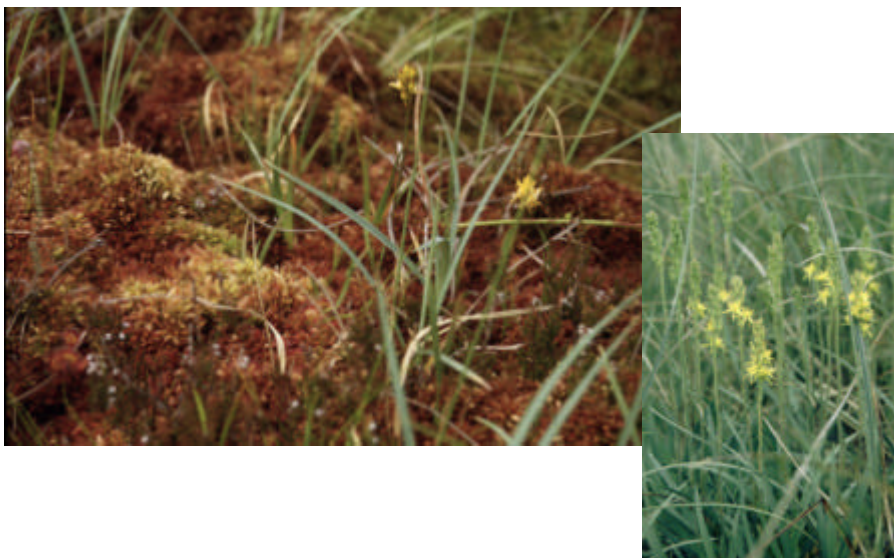
lagg wordt genoemd. Rond de Nederlandse venen waren laggs niet noodzakelijkerwijs aanwezig. Laggs kunnen op twee wijzen ontstaan:

1. Als contactzone tussen het hoogveen en de minerale omgeving; in situaties waar de omtrek van het veen uitdijt zal de reeds gevormde lagg meeschuiven en telkens een nieuw locatie innemen.
2. Door hoogveenvorming in bestaande laagveenafzettingen worden soms slechts bepaalde delen van het laagveen bedekt. Andere delen van het oorspronkelijke laagveen, rond de omtrek van het hoogveen, blijven onbedekt en vormen zo de lagg.

De mate van uitbreiding van de lagg hangt af van de fysisch-geografische context en de breedte kan variëren van enkele tot vele tientallen meters. Baaijens (1992) beschrijft hoe in het relatief drogere zuiden juist de zijdelingse toestroming van water belangrijk is voor het doen ontstaan van voldoende natte condities voor hoogveenvorming en concludeert dat daar relatief kleine hoogveenkernen ontstaan, omgeven door relatief brede lagg-zones.

Daar veel venen verstoord zijn en deze verstoring veelal vanaf de omtrek van het veen naar binnen drong, zijn er nagenoeg geen goede laggs in het Noord-West Europese klimaatgebied over. Er bestaan daarom verhoudingsgewijs weinig beschrijvingen van dergelijke situaties. Er zijn wel publikaties van Godwin en Conway (1939) en Osvald (1949) uit Ierland en van Malmer (1962a & b) uit Zweden. Uit deze beschrijvingen blijkt dat de vegetatiesamenstelling van lagg-zones zeer divers is als gevolg van de diversiteit in abiotische omstandigheden. Laggs bestaan volgens deze auteurs hoofdzakelijk uit combinaties van (zowel basenmijdende als basenminnende) kruidenrijke gemeenschappen en bossen. Zo worden Zegge-moerassen met onder andere *Carex lasiocarpa*, *Menyanthes trifoliata*, *Narthecium ossifragum*, *Juncus effusus* en *Molinia caerulea* afgewisseld met meer ombrotrafente vegetatietypen waarin diverse *Sphagnum* soorten, *Scirpus caespitosus*, *Eriophorum vaginatum* en *E. angustifolium* en Heide-achtigen. Relatief drogere plaatsen met een begroeiing van *Pinus sylvestris* worden afgewisseld met nattere plaatsen waarin zich Wilgen-, Elzen of Berkenbroekbos heeft ontwikkeld.

In de praktijk blijkt bij beheerders veel discussie te bestaan over de rol die laggs zouden (kunnen) hebben bij hoogveenregeneratie. Afhankelijk van de omstandigheden zou daarom gezien moeten worden of het creëren van lagg-condities de vorming van hoogveen kan stimuleren.



*Beenbreek (Narthecium ossifragum) in een veenmosdek in Ierland. Deze soort is een belangrijke soort van het Erico - Sphagnetum magellanicum en groeit op de natte, zure en kalkarme veengronden. In een uiterst voedselarme biotoop als hoogveen vormt haar optreden een aanwijzing dat het water mineraalhoudend is. Foto: Gert-Jan van Duinen. Inzet: Detailopname van Beenbreek.*

### 3.2.5 Hoogveenontwikkeling in laagvenen en brakwatervenen

In tal van Nederlandse hoogvenen worden in veenprofielen in de onderste lagen vegetatietypen aangetroffen die wijzen op een start vanuit laagveen (volgens onder andere Witte & Van Geel 1985, Bakker & Van Smeerdijk 1982). Heden ten dage zien we vergelijkbare ontwikkelingen in laagveengebieden, waarin de vegetatie zich onttrekt aan de directe invloed van het grondwater (hier de 'externe' factor). Dergelijke voorbeelden zijn goed beschreven door Van Wirdum (1991, 1993abc, 1994ab en 1995) en Den Held *et al.* (1992) en Van Wirdum *et al.* (1992) voor verschillende delen van Nederland.

#### Laagveenvorming

In de 'petgaten', in voormalige verveningsgebieden waar het aanwezige veen tot beneden de grondwaterspiegel is verwijderd, hebben zich drijvende wortelmatten gevormd, die opgevuld zijn geraakt met allerlei plantenresten: de kragge (Van Wirdum 1993b). Op deze kragge heeft zich een plantendek gevestigd: de laagveenvegetatie. Zoals Van Wirdum *et al.* (1992) beschrijven is de vegetatie in laagvenen te zien als de respons op de aanwezige verhoudingen van regenwater en grondwater (zoet of zout). De basenstatus in de kragge is hier direct van afhankelijk. Al naar gelang de situatie zijn er drie successielijnen te onderscheiden: een met Ruwe bies (in brakwatervenen), een met *Carex* soorten, levermossen en slaapmossen (veelal *Scorpidium scorpioides*) in trilvenen en een derde type in zoete of vermeste laagvenen met Riet (*Phragmites australis*).

Als gevolg van de toenemende dikte van de kragge (tot 70 cm) raakt de bovenlaag steeds verder geïsoleerd van het basenrijke grondwater. Hierdoor wordt het aandeel van de regenwatercomponent steeds groter ten opzichte van de grondwatercomponent (atmotrofiëring sensu Van Wirdum 1994a). *Sphagnum* kan onder deze omstandigheden het oppervlak goed koloniseren en zich agressief uitbreiden. Het resultaat is een aaneengesloten Veenmosdek. In trilvenen kan deze overgang, van in eerste instantie een Schorpioenmos-rijke vegetatie tot een Veenmos-vegetatie, zich in ongeveer 20 jaar voltrekken (Van Wirdum 1993b). Dit proces is goed te beschrijven middels het QUAGSOLVE-model van Van Wirdum (1991 en van Van Wirdum *et al.* 1992), waarin de veranderende verhoudingen tussen de verschillende watertypen en hun relatie met de basenstatus in de kragge kwantitatief kunnen worden bepaald. Op termijn kan deze ontwikkeling van afnemende dominantie van

'externe' factoren ten gunste van 'interne' zich verder doorzetten, wat deel is van het normale proces van hoogveenvorming.

### **Laagveen in zoet water**

In gebieden met zoet grondwater kunnen de trilvenen met hun specifieke slaapmosvegetatie vaak decennialang bestaan mits 's zomers gemaaid word. Door het maaien blijft de vegetatie open en worden (licht)concurrenten van Veenmossen, met name de houtige gewassen als *Betula*, *Rhamnus*, *Sorbus* en *Rubus*, selectief verwijderd en worden K en P aan het systeem onttrokken. Is het Veenmosdek vervolgens aaneengesloten, dan kunnen Heide-achtigen zich vestigen (Van 't Veer, 1995). Staakt men het maaibeheer dan is het terrein binnen 5 tot 25 jaar verbost. In een terrein bij Vinkeveen blijkt dat na achterwege laten van het maaibeheer al na enkele jaren de vegetatie tendeert naar ruigere Rietlanden (Van 't Veer, mond. med. 1996).

Een aantal laagveenterreinen is in de laatste tijd veranderd. Veel terreinen zijn als hooi- of rietland in beheer geweest en jaren achtereen in de zomer gemaaid, maar door het uitblijven van maaien inmiddels overgegaan in bos. Andere terreinen worden bedreigd door vermest oppervlaktewater en ook gaat een groep gemaaide terreinen over in de Veenmosfase door verzuring. Dit proces, dat ook op natuurlijke wijze optreedt, wordt versneld door zure depositie.

### **Laagveen in brak water**

Het Westelijk en Noordelijk deel van ons land heeft altijd een sterke invloed van het zeewater gekend. Met name vanaf de 11e eeuw is regelmatig brak water Noord-Holland binnengedrongen (zie bijvoorbeeld Van Wirdum *et al.* 1992). Baaijens (1993) stelt dat de vele kleine veenterreinen, de zogenaamde 'brakwatervenen' die momenteel (voornamelijk) gevonden worden in West Nederland als 'erflaters' beschouwd dienen te worden van de vele hectaren hoogveen die deze gebieden ooit bedekten (zie hiervoor bijvoorbeeld Bakker & Van Smeerdijk (1982) en paragraaf 3.2 waarin een beschrijving is gegeven naar Witte & Van Geel 1985). Deze oorspronkelijke hoogvenen zijn niet altijd in brakke omstandigheden ontstaan, maar veelal ook in zoet water.

De successiestadia die ten grondslag liggen aan de huidige brakwatervenen zijn uitgebreid beschreven door Den Held *et al.* (1992) en Van Wirdum *et al.* (1992). Ook Van 't Veer (1995) beschrijft de verschillende ontwikkelingsstadia en het belang van het (maai)beheer hierin. In brakwatervenen doen zich als gevolg van de wisselende verhoudingen van zout en zoet water, zeer subtiele gradiënten voor van voedselarme naar voedselrijke condities hetgeen weerspiegeld wordt in zoneringen van vegetatietypen. Aan de randen van deze veentjes groeien zoutminnende soorten als *Scirpus maritimus* en *Cochlearia officinalis*, terwijl in het centrum meer ombrotrafente soorten voorkomen zoals Heide-achtigen en Veenmossen. Doordat de gradiënten zeer kort zijn, lijken deze soorten vaak naast elkaar voor te kunnen komen. Voorbeelden hiervan zijn beschreven voor het Merrevliet (Baaijens 1982).

Veel recente brakwatervenen hebben momenteel een dergelijke vegetatie met Veenmossen, of zelfs een vegetatie die doet denken aan een hoogveen, door de aanwezigheid van Heide-achtigen zoals *Erica tetralix*, *Calluna vulgaris*, *Oxycoccus palustris* en soms *Andromeda polifolia* en in de moslaag *Sphagnum magellanicum*, *Sphagnum papillosum* en *Sphagnum capillifolium* (Baaijens 1982, Natuurmonumenten 1994, Van 't Veer 1995). De betreffende gemeenschap, het Sphagno palustris-Ericetum is echter zowel floristisch als hydrologisch gezien gebonden aan laagveenmoerassen (Van 't Veer 1995) en wordt moerasveenheide genoemd. Het is de vraag of de genoemde soortencombinatie valt binnen de definitie van het begrip 'hoogveenvegetatie'. Baaijens (1982, 1993) stelt dat het voorkomen van Veenmossen in laagvenen veroorzaakt kan worden door drie verschillende mechanismen:

1. hoge grondwaterstanden
2. beperking van nutriëntenrijkdom (met name N, P en K).
3. isolatie van de bovenste bodemlagen ten opzichte van de bodemlagen eronder.

Met name het laatste mechanisme speelt volgens Baaijens (1993) en Van 't Veer (1995) een belangrijke rol in de brakwatervenen. Immers op het relatief zware, brakke water

drijft een zoet(regen)waterlens waarmee de vegetatie in contact staat. Het brakke water isoleert ten opzichte van voedselrijkere diepere lagen en verhindert tevens oxidatie van dit onderliggend pakket. Brak water vormt zo een essentieel element voor het bestaan van veenvegetatietypen in deze terreinen. Dit regenwaterlensmechanisme past in de modelleringswijze van Van Wirdum (1991 en Van Wirdum *et al.* 1992) voor atmotrofiëring in kraggen. De vorming van deze regenwaterlens is sterk afhankelijk van de mate waarin bufferend, basenrijk grondwater (kweldruk) of oppervlaktewater aanwezig is (Van 't Veer 1995). Wanneer deze lens een dikte heeft van circa 0.2 tot 0.5 m kunnen Veenmossen zich expansief vermeerderen.

Een belangrijk discussiepunt is of hoogveenvorming in brakwatervenen vanuit de laagveensituatie mogelijk is zonder een tussenliggende bosfase. Van Wirdum (1993bc, 1995) en Van Wirdum *et al.* (1992) betwijfelen of in brakke venen op grote schaal bosvorming optreedt, behalve wanneer het brakke water verzoet raakt. In de huidige situatie is dit echter in veel terreinen het geval: veel water in Noord-Holland is in de laatste decennia geleidelijk verzoet, waardoor maaibeheer nodig is om de terreinen bosvrij te houden. De huidige bosopslag verhindert de vorming van hoogveen vanuit het aanwezige Veenmosdek: hoogveenvorming in deze bossen is waarschijnlijk pas mogelijk na 150 tot 200 jaar. Een dergelijke ontwikkeling wordt nu op enige plaatsen in het Naardermeer gevonden (Van 't Veer, *mond. med.* 1996; zie ook de ontwikkeling beschreven door Bakker & Van Smeerdijk 1982).

### 3.2.6 De vegetatie van oligotrofe kwelvenen

In de Ecosysteemvisie Hoogvenen (Van Wirdum 1993a) worden de verzuurde laagvenen en de brakwatervenen samengevat onder de noemer 'overgangsvenen'. In dit soort systemen zijn veel soorten dominant aanwezig die gewoonlijk kenmerkend geacht worden voor hoogveenvegetatietypen. Aangezien vaak ook minerotrafente of rheotrafente flora-elementen aanwezig zijn, is de vegetatie qua soortensamenstelling en structuur toch vaak moeilijk te onderscheiden van de hoogveenvegetatietypen zoals we die kennen uit bijvoorbeeld het Bargerveen.

Deze situatie doet zich ook voor bij de oligotrofe kwelvenen in de Brunssummerheide. Als type zijn deze systemen nog niet eerder in een hoogveen-context geplaatst, hoewel hun soortensamenstelling en structuur daar wel aanleiding toe geeft. In Nederland zijn op meerdere plaatsen dergelijke systemen aanwezig geweest (bijvoorbeeld de Breukberg; Provincie Limburg). Het is echter niet ondenkbaar dat ook op andere plaatsen in Nederland, wellicht aan het begin van de veenvorming, dergelijke venen aanwezig zijn geweest en mogelijk zelfs de basis hebben gelegd voor latere hoogveencomplexen. Hieronder volgt een korte beschrijving van een dergelijk systeem in de Brunssummerheide naar Van der Mast (1983), Ganzevles & Van Ziel (1994).

Het terrein van de Brunssummerheide kent een zeer complexe geologische opbouw. Door het gebied loopt naast andere breuken, de Felddiis-storing met aan de zuidzijde ervan arme Miocene zanden (zogenaamd zilverzand) en ten noorden ervan oudere Pleistocene zanden, grinden en lössafzettingen. Het gebied bestaat uit hellingen met boscomplexen: Grove dennenbos op de hellingen en Berken-Wilgenbos en Elzen-Wilgenbos in de vochtige laagten en in het stroomdal van de Rode Beek. Op de voedselrijkere bodems treft men ook Eiken-(Haag)Beukenbossen aan. Naast de bossen zijn in het stroomgebied van de Rode Beek op een aantal plaatsen oligotrofe kwelvenen aanwezig (ook wel 'hangvenen' of 'hellingvenen' genoemd). Zij komen voor op die plaatsen waar oligotroof water, dat verderop inzigt in het hoogterras, opwelt uit de arme (zilver)zandbodem van de helling en dan afstroomt naar de beek. De gemeenschappen van deze kwelvenen bestaan voor een groot deel uit soorten als *Andromeda polifolia*, *Eriophorum angustifolium*, *Erica tetralix*, *Sphagnum cuspidatum*, *S. recurvum*, *S. papillosum* en *S. capillifolium*. Als rheotrafent element is Beenbreek (*Narthecium ossifragum*) frequent massaal aanwezig. Op de overgang van natte naar droge systemen komen de karakteristieke soorten van natte heide voor, onder andere *Erica tetralix*, *Gentiana pneumonanthe* en *Carex rostrata*, maar ook *Molinia caerulea*. Op arme bodems, waar natte condities met hoogveen- of brongemeenschappen overgaan naar drogere omstandigheden, ontstaan ijle

Berkenbroekbossen, met een dik dek van Veenmos op de bodem. Op enigszins rijkere standplaatsen komen ook *Salix cinerea* en *S. aurita* voor. Op de kwelplekken van het oligotrofe grondwater is de watertoevoer bijna het hele jaar door gegarandeerd. Op deze plaatsen vindt daarom de beste veenvorming plaats. Op plaatsen langs de helling die meer afhankelijk zijn van regenwater, is de veenvorming minimaal of afwezig. Op kwelplekken in komvormige plaatsen langs de helling kan het veenpakket 4 tot 5m dik worden.

Veenherstel is in dit gebied relatief eenvoudig en veelal bijzonder succesvol. Vaak volstaat het opheffen van de drainage van een gebied door het dempen van oude afvoersloten en het verwijderen van opgeslagen storingsvegetaties. Op de arme zandbodem verschijnen dan snel *Lycopodium innundatum*, *Pedicularis sylvatica*, *Rhynchospora fusca* en verschillende Veenmossoorten. Is de veenvorming eenmaal in gang gezet dan gaat zij in hoog tempo door: op één locatie is in 1974 een zandpad voor auto's afgesloten en was de waterafvoer tot staan gebracht. Momenteel ligt op die plaats een veenpakket met een dikte tussen de 40 en 60 cm! Dat is een gemiddelde aanwas van 2.5 cm per jaar! Deze accumulatiesnelheid zal waarschijnlijk met toenemende ouderdom van het veenpakket verminderen.

#### Conclusies 'Heden'

- Hoogveenvegetatietypen hebben een specifieke structuur die van belang is voor het functioneren van het systeem. In ons klimaatsgebied zijn hoogvenen altijd voorzien van een (nagenoeg) gesloten veenmosdek. De oorspronkelijk tamelijk uniforme vegetatiesamenstelling van het levende hoogveen met een gering aantal gezelschappen die wijzen op de dominantie van 'interne' factoren, heeft in de veenrestanten plaats gemaakt voor een groot aantal plantengezelschappen die een verandering in ecologische condities (dominantie 'externe' factoren) weerspiegelen; veel van deze gemeenschappen zijn in ecologische en botanische zin minder waardevol.
- Momenteel is binnen regeneratieprojecten ten aanzien van vegetatie veel behoefte aan kennis op verschillende niveaus:
  - Is het mogelijk hoogveengezelschappen (door veenmos gedomineerde vegetatietypen) te regenereren op het veenrestant?
  - Wat zijn de randvoorwaarden om regenererende gezelschappen uit te laten groeien tot meso- en zelfs macrosystemen en hoe lang duurt dit?
  - Als de kansrijkdom voor het ontstaan van dergelijke systemen niet hoog is, wat is dan de rol voor de bestaande gemeenschappen? Daarnaast is behoefte aan kennis over de (vestigings)ecologie van enkele gewenste (*Sphagnum cuspidatum*, *S. recurvum* en bultvormende veenmossen) en storingssoorten (*Molinia caerulea*, *Betula pubescens* en *Juncus effusus*). Stimulering of bestrijding van deze soorten gebeurt nu veelal alleen op basis van lokale ervaring en inzichten en berust te weinig op onderbouwde fundamentele kennis.

- Rond een natuurlijk, intact hoogveen is een zone aanwezig waarin ombrotrofe veenafzettingen en de minerale afzettingen elkaar ontmoeten (lagg). Verschillen in bodemsamenstelling en watervoorziening zorgen voor een relatief grote ruimtelijke ecologische variatie en een gevarieerde vegetatie. In Nederland zijn dergelijke situaties niet langer aanwezig. Er is behoefte aan kennis op de volgende punten:
  - Kan de lagg-zone voorwaardenscheppend zijn voor hoogveenvorming: dat wil zeggen is, uitgaande van de huidige situatie, de graduele dominantieverschuiving van 'externe' naar 'interne' factoren het beste vanuit een 'lagg' te realiseren, daar ze als buffer kan dienen voor storende invloed van buitenaf.
  - Moet de ontwikkeling van een lagg als afgeleide van hoogveengroei in het centrale deel worden beschouwd; met andere woorden vormt ze een overgangszone zonder functionele betekenis.
- De vegetatie in de kragge van een laagveen is de respons op de heersende basenstatus, die bepaald wordt door de aanwezige verhouding van regen- en grondwater. In tal van laagvenen (zoals in Noordwest Overijssel) bereikt de kragge momenteel een dikte waarbij het regenwater de invloed van het grondwater overheerst. Onder het gevoerde maaibeheer, dat verbossing moet voorkomen, breiden *Sphagna* zich in deze terreinen dominant uit. Het is echter niet bekend hoe deze ontwikkeling zich in de toekomst zal voortzetten en hoe omgegaan moet worden met de beheersdoelstellingen: laag- of hoogveen? Discussie hierover kan ondersteund worden door resultaten van paleo-ecologisch onderzoek (zie paragraaf 3.2) en moet plaatsvinden in het licht van de kansrijkdom van hoogveenontwikkeling of -herstel in deze en andere systemen.
- Brakwatervenen hebben vaak een hoogveenachtige vegetatie maar zijn zowel floristisch als hydrologisch gezien laagveenmoerassen. Een belangrijk gegeven in brakwatervenen is de aanwezigheid van een zoet(regen)waterlens, die de (hoog)veenvorming bevordert. Een discussiepunt is of hoogveenvorming in brakwatervenen vanuit de laagveensituatie mogelijk is zonder een tussenliggende bosfase. In veel brakwatervenen is het brakke water geleidelijk verzoet, waardoor maaibeheer nodig is om de terreinen bosvrij te houden.
- Oligotrofe kwelvenen komen voor op locaties met een constante hoge toevoer van oligotroof kwelwater. Hoewel het aantal locaties waar dergelijke omstandigheden zich voordoen gering is, zijn de mogelijkheden voor hoogveenvorming hier zeer groot. Temeer daar het gaat om in Nederland zeer zeldzame systemen, dienen verdere mogelijkheden voor de ontwikkeling van dit type hoogveen te worden onderzocht.

### 3.3 TOEKOMST: Indicatorsoorten en vegetatieherstel

In deze paragraaf wordt onderzocht op welke wijze de aanwezige vegetatie kan worden beoordeeld in het kader van hoogveenherstelmaatregelen op micro-schaalniveau. Een belangrijk aandachtspunt hierbij betreft de voorwaarden voor indicatorsoorten in hun rol bij monitoring. Tevens worden voor die locaties waar de vorming van een acrotelm niet op gang lijkt te komen, verschillende mogelijkheden voor stimulering of herintroductie van soorten overwogen.

#### 3.3.1 Indicatorsoorten

Op veel locaties waar hoogveenherstel plaatsvindt zijn één of zelfs meerdere soorten te vinden die in de regel geassocieerd worden met hoogveenvegetatietypen uit de *Scheuchzerietea* en de *Oxycocco-Sphagnetea* (zie paragraaf 3.3.1). Soorten als *Eriophorum angustifolium*, *Andromeda polifolia*, *Sphagnum cuspidatum*, *S. papillosum* en *S. magellanicum* treft men al snel aan. De vraag is echter wanneer het voorkomen van deze soorten opgevat mag worden als indicatie van een weer op gang gekomen hoogveenvorming. Juist in het kader van hoogveenherstel is het belangrijk om een oordeel te kunnen vormen over de mate van hoogveenvorming. Vooral omdat in veel reservaten successiestadia aanwezig zijn die thuishoren in de initiële fasen van hoogveenvorming en men graag wil weten of alle herstelinspanningen de gewenste effecten opleveren, is er veel belang bij om vroegtijdig vast te kunnen

stellen of de successie de 'goede' kant (dat wil zeggen naar hoogveen) op gaat of niet. Het is dus belangrijk om de trends in verschuivingen van soorten en vegetatietypen op juiste wijze te interpreteren.

Op grond van de conclusies uit paragraaf 3.3.1 mag men verwachten dat de soortensamenstelling van (regenererende) hoogveenvegetatietypen een goede indicator zou zijn voor de aanwezige standplaatscondities (in termen van bodemvochtgehalte, nutriëntensamenstelling en -hoeveelheid in bodem en water). In de praktijk echter zijn de indicatiewaarden van soorten voor standplaatscondities afhankelijk van het type habitat, met andere woorden een soort indiceert in de ene habitat iets anders dan in een andere.

Zo zijn in Aggenbach & Jalink (1996) de indicatiewaarden van een aantal belangrijke hoogveensoorten weergegeven voor vier verschillende habitats: veenputten/trilveen, 'vast' veen, Berkenbroek en bovenveengrasland. De indicatiewaarde van een aantal soorten wordt door hen vergeleken voor alle habitats (terwijl voor elk habitattype nog een aantal specifieke soorten beschouwd wordt). Aggenbach en Jalink komen met hun werk al tegemoet aan de, vanuit het oogpunt van hoogveenherstel, grote behoefte aan een bruikbaar indicatorsoortensysteem. Vanuit het perspectief van hoogveenherstel moeten in een indicatorsoortensysteem per soort of soortengroep de volgende aspecten aan bod komen:

1. Wat zijn de standplaatsseisen op micro-schaalniveau?
  - Waterkwaliteit, buffering, C-bronnen.
  - Nutriëntenbalans (N, P, K, Ca, Mg en S).
2. Hoe gedraagt de soort zich op meso-schaalniveau?
  - Wat is de hoofdstandplaats van de soort?
    - een goed ontwikkeld hoogveen.
    - een degraderend hoogveen.
    - een zich tot hoogveen ontwikkelend systeem zoals een basenrijk laagveen (bijvoorbeeld kraggen) of een basenarm laagveen (bijvoorbeeld veenputten met drijftillen) of een basenarme minerale standplaats (bijvoorbeeld vochtige zure heide).
  - Hoe gedraagt een soort zich binnen een goed ontwikkeld hoogveen: als bultvormer, of is de preferente habitat een slenk, poel of tapijt?
3. Wat zegt het voorkomen van één of meerdere exemplaren van een soort? Zijn de condities beter naar mate er meerdere exemplaren/vertegenwoordigers van een soort(engroep) aanwezig zijn?

### **3.3.2 Verbreiding van Veenmossen**

#### **De acrotelm en veenmosvestiging**

Voor het functioneren en dus het herstel van een hoogveenecosysteem is een functionerende acrotelm van doorslaggevend belang (Bragg 1995) (zie ook hoofdstuk 4; Ingram & Bragg 1984; Ivanov 1981; Van Wirdum 1993a). De acrotelm is de dunne levende bovenste laag van het veen, tot 0.5 m dik, met een variabel doorlatend vermogen; ze is ten minste periodiek lokaal aeroob. Onder de acrotelm ligt de catotelm. Een acrotelm is ook in een intact hoogveen niet altijd en overal aanwezig: met name langs randen zijn acrotelmcondities nihil of afwezig, met als gevolg langzame of geen veengroei.

Het herstel van de acrotelm vormt een cruciale schakel bij hoogveenregeneratie. Zoals in de paragrafen 3.1 en 3.3.3 is geconstateerd bestaan veel hoogveenrestanten momenteel uit losse eenheden op meso-schaalniveau, zonder veel onderlinge samenhang. Om deze losse elementen te laten samengroeien tot één geheel, een hoogveen-systeem, dienen overal condities geschapen te worden die uiteindelijk moeten resulteren in de vorming van een acrotelm, waarin de invloed van 'interne' factoren dominant is over die van de 'externe'. De acrotelm heeft een complexe opbouw met aan de bovenzijde voornamelijk levende planten en met toenemende diepte een groter aandeel (deels) afgestorven planten. Dit kan dus moeilijk gerealiseerd worden door een technische ingreep en dergelijke condities zullen langzamerhand op natuurlijke wijze dienen te ontstaan. Hierbij is de vestiging van een veenmosdek essentieel. Echter, in een aantal (delen van) hoogveengebieden vindt na

vernatting geen of nauwelijks vestiging van Veenmossen plaats. Hiervoor zijn drie mogelijke oorzaken:

1. Er is niet voldaan aan de groeivoorwaarden van Veenmossen.
2. De concurrentiepositie van Veenmossen ten opzichte van andere planten is ongunstig.

3. Er zijn onvoldoende diasporen van de gewenste soorten aanwezig.

Diasporen zijn allerlei middelen waarmee een plant zich kan vermeerderen. Dat kunnen zaden of sporen zijn, maar ook vegetatieve delen.

Het blijkt in de praktijk niet eenvoudig om aan te geven welke van de bovenstaande oorzaken de vestiging van Veenmossen verhindert. Er zijn diverse uitgangsposities voor kolonisatie door Veenmossen mogelijk:

- Kaalveen.
- Open water.
- Vegetatie.

In veel hoogveenrestanten zijn meerdere voorbeelden hiervan aan te wijzen. De kritische factoren voor vestiging van Veenmossen lopen tussen deze drie habitats sterk uiteen:

- Kaal veen: watervasthoudend en -voorzienend vermogen van de bodem (uitdrogingsgevaar).
- Open water: C-bronnen en voldoende (lichte) buffering om Sphagna te kunnen laten drijven. Kwaliteit en nutriëntengehalte van het water.
- Vegetatie: beschaduwning, verrijking, verschillen in groeisnelheid/productie, aanwezigheid van toxische stoffen.

De meeste voorhanden zijnde (internationale) literatuur geeft op onderdelen voor enkele soorten wel enige autoecologische informatie (zie onder andere Andrus *et al.* 1983, Clymo & Hayward 1982, Clymo & Hayward 1982, Luken 1985, Malmer 1962a, Rydin 1987 en 1993, Titus & Wagner 1984, Titus *et al.* 1984, Van der Molen *et al.* 1994, Vitt *et al.* 1975 en Wagner & Titus 1984). Toch blijft vanuit het oogpunt van hoogveenherstel het merendeel van deze vragen momenteel onbeantwoord.

In deze paragraaf wordt de derde vraag onderzocht, of diasporen van vaatplanten en Veenmossen aanwezig zijn en zo ja waar zij zich bevinden. Vervolgens wordt gezien of introductie van diasporen een optie is om de vestiging van de gewenste vegetatie te bewerkstelligen.

### **Rekolonisatie en de diasporenbank**

Rekolonisatie na vervening kan optreden via in het veen aanwezige diasporen en door diasporen die door wind, water of vogels worden aangevoerd. Daarbij moet niet alleen worden gedacht aan zaden en vruchten, maar ook aan vegetatieve delen van Veenmossen, die op een nieuwe locatie weer kunnen spruiten. De aanwezigheid van diasporen in de bovenste 30cm van een natuurlijke hoogveenbodem in Beieren en in opgeslagen bonkaarde is door Podschlod (1989, 1995) onderzocht. In Duitsland wordt voor de vervening de bovenste laag veen met vegetatie, de zogenaamde bonklaag, eraf gehaald en opgeslagen. Alleen in de bovenste 15cm van deze bonklaag kwamen diasporen van vaatplanten voor en deze betroffen voornamelijk de actuele vegetatie. Ondanks het feit dat *Rhynchospora alba* en *Drosera rotundifolia* actueel niet aanwezig waren kwamen ze toch in de diasporenbank voor. Hun diasporen blijven enkele tientallen jaren levensvatbaar.

Onder een bestaande hoogveenvegetatie, bij een hoge veenwaterstand, waren veel voor hoogveen kenmerkende Veenmossen in de diasporenbank van de natuurlijke veenbodem aanwezig. Deze diasporen werden ook gevonden als soorten kort daarvoor verdwenen waren. In de bovenste 15cm van deze bodems ontwikkelden nieuwe Veenmosplanten zich uit bruine, schijnbare dode stammetjes. Uit de dieper gelegen veenlagen (tot een diepte van 30 cm) ontwikkelden de Veenmosplanten zich uit protonemata, waarschijnlijk ontstaan uit sporen (Podschlod 1995). Clymo en Duckett (1986) vonden overeenkomstige resultaten in venen van midden Wales en New Hampshire. Nieuwe uitlopers konden zich, in hun materiaal, ontwikkelen uit zowel bruine stammetjes als uit protonemata, afkomstig uit veen tot een diepte van meer dan 30 cm. De ouderdom van het veen met de zich daarin bevindende diasporen

(sporen en plantendelen) varieerde in deze studie van 25 tot 60 jaar, waaruit geconcludeerd mag worden dat diasporen van Veenmossen dus minimaal enkele decennia levensvatbaar kunnen blijven.

Succesvolle conservering van kiemkrachtige Veenmossporen hangt waarschijnlijk samen met het waterregime. Onder een ongestoorde vegetatie met een relatief hoge veenwaterstand werden wel kiemkrachtige sporen aangetroffen; op plaatsen met een ongestoorde vegetatie maar met een diepe grondwaterstand werden geen vitale sporen van Veenmossen gevonden. Na vergelijking van de sporenbanken van nat en droog opgeslagen bonkaarde bleek de droog opgeslagen bonkaarde geen levensvatbare sporen van Veenmossen te bevatten (Podschlod 1995).

Podschlod (1989) en Podschlod en Pfadenhauer (1989) hebben de regeneratiemogelijkheden vanuit vegetatieve delen van negen Veenmossoorten onderzocht. Het betrof zowel chlorofyl-bevattende als bruine, schijnbaar dode stammetjes. Na ontleding van de stammetjes werden de afzonderlijke vegetatieve delen getest op hun regeneratievermogen. Op losse blaadjes na waren alle delen in staat te regenereren, het regeneratiepercentage vanuit de chlorofyl-bevattende delen lag tussen de 80 en 100%. Het onderscheid tussen de soorten was gering. Regeneratie vanuit de bruine, chlorofylloze delen was ook mogelijk; het regeneratiepercentage lag wel lager dan dat van de groene delen. Alleen *Sphagnum subsecundum* regeneerde niet vanuit deze bruine delen.

Onderzoek van Rochefort en anderen (1995) naar de regeneratie van verschillende vegetatieve delen van *Sphagnum fuscum*, *S. magellanicum*, *S. angustifolium* en *S. nemoreum* toont aan dat een hogere grondwaterstand een positief effect had op het regeneratievermogen. Alleen bij *Sphagnum nemoreum* werd geen effect gevonden. De beste resultaten werden doorgaans verkregen bij een stammetje met kopje. Bemesting met een langzaam vrijkomende meststof (12-12-12 N-P-K) of beendermeel gaf een betere regeneratie van *Sphagnum nemoreum*. Het toedienen van de langzaam vrijkomende meststof gaf echter ook een grotere algengroei waarbij de Veenmossen soms overgroeid werden. In een later stadium herstelden de Veenmossen zich en bleek deze algengroei geen blijvend nadelige effecten te hebben.

### **Regeneratie van Veenmossen**

Regeneratie van Veenmossen onder gecontroleerde omstandigheden is betrekkelijk gemakkelijk. Of dit ook het geval is onder veldomstandigheden is de vraag. De te volgen strategie om groeicondities voor Veenmossen zo optimaal mogelijk te maken is afhankelijk van de lokale situatie. Een aantal factoren en behandelingen die van invloed kunnen zijn op de regeneratie van Veenmossen wordt hier toegelicht:

### **Verbreidingstechniek**

*Sphagnum cuspidatum* is vaak succesvol verbreid door deze soort handmatig in poelen en sloten te plaatsen. Verbreiding via fragmenten gaat ook goed. Money (1995) constateerde een betere regeneratie van fragmenten dan van hele planten. Het succesvol uitzetten van bultvormers is moeilijker. Bij uitzetting van verschillende Veenmossen onder een gradiënt van hydrologische condities waren alleen de watersoorten succesvol (Money 1995). Money noemt als mogelijke reden hiervoor het sneller groeien van watersoorten waardoor ze sneller voorbij het kwetsbare stadium zijn. Het uitzetten van bultvormers in de vorm van hele planten of kussentjes kan de overlevingskans mogelijk vergroten (Wheeler en Shaw 1995).

In Canada is onder andere door Rochefort *et al.* (1995) een verbreidingstechniek toegepast waarbij met name bultvormende *Sphagna* uit ongestoorde hoogvenen op (niet vernatte) verveende oppervlakken zijn verspreid. De proefvlakken waren afgedekt met verschillende materialen, waarbij onder andere plastic matten en stro werden gebruikt. De toepassing van deze verschillende technieken had tot doel na te gaan of de verdamping kon worden gereduceerd, waardoor het vochtgehalte in de bodem dusdanig verbeterde dat *Sphagna* gingen groeien. De mogelijke veenmosgroei onder deze verschillende omstandigheden werd vergeleken met een niet bedekt

oppervlak. De bedekking met stro gaf een verbluffend goed resultaat. Met name het vochtgehalte in de bodem werd door deze bodembedekking sterk beïnvloed. Ook de freatische waterstand steeg. De eerste resultaten van het onderzoek wijzen uit dat met name de bultvormende veenmossen groeiden en dat zelfs onder vrij hoge zomertemperaturen ( $>20^{\circ}\text{C}$ ). Daarnaast gaf hun onderzoek ook aan dat kleingehakte *Sphagnum*-planten goed als diasporen kunnen fungeren. Het beste werken die delen waarbij stengels nog takbundels en het liefst een capitulum bezitten.

### Bemesting

Uit verschillende onderzoeken blijkt dat geringe mestgiftten een positief effect kunnen hebben op de groeisnelheid van enkele Veenmossoorten. Bemesting met fosfor in putten met veenmosplanten op een waterdiepte van 30cm gaf betere groeieresultaten voor *Sphagnum cuspidatum* en *Sphagnum recurvum* (Money 1995). Het sproeien van een geringe stikstof- en fosforgift ( $\text{P } 0.68 \text{ mg.l}^{-1}$ ,  $\text{N } 2.5 \text{ mg.l}^{-1}$ ) op een kaal veenoppervlak met *Sphagnum*-fragmenten had een positief effect op het regeneratievermogen (Boudreau, Rochefort 1996). Kleine doseringen beendermeel (2-11-0, 22% Ca) gaven na een groeiseizoen een 50% hogere bedekkingsgraad (LeQuere 1996). Bij deze experimenten werd alleen gelet op het effect van bemesting op Veenmossen. Indien andere plantensoorten meer van een mestgift profiteren dan Veenmossen is bemesting nadelig. Meer experimenten zijn noodzakelijk om een goed advies over type en dosering van bemesting te kunnen geven. Wheeler en Shaw (1995) stellen echter dat bemesting wellicht beter achterwege kan blijven in verband met eutrofiëring en draadalgenontwikkeling. Voordat toepassing in Nederland plaatsvindt dient eerst een uitgebreide studie gemaakt te worden van eventuele ongewenste bijeffecten

### Aanwezigheid vegetatie

Aanwezigheid van een bestaande vegetatie, bestaande uit bijvoorbeeld *Molinia caerulea*, *Eriophorum vaginatum* en *Juncus effusus*, in plassen, kan een positief effect op de vestiging en verbreiding van Veenmossen hebben. De vegetatie biedt in plassen bescherming tegen waterbeweging onder invloed van wind. Een te sterke dominantie van een aanwezige vegetatie heeft echter nadelige gevolgen voor de Veenmosontwikkeling (bijvoorbeeld als gevolg van lichtconcurrentie).

Mogelijk beïnvloeden hogere planten door hun vegetatiestructuur het microklimaat in gunstige zin. Een aanwijzing hiervoor is onder andere dat door het mulchen van een veenoppervlak met stro de regeneratie van Veenmossen werd bevorderd (Quinty & Rochefort 1997). De oorzaak hiervoor is waarschijnlijk gelegen in de lagere verdamping door beschaduwing en bescherming tegen wind. Hierdoor treedt uitdroging van de delende topcel niet op, waardoor de groei niet belemmerd wordt (zie Rydin 1987, 1993; Titus *et al.* 1983, Titus & Wagner 1984 en Wagner & Titus 1984).

De rol van hogere planten bij bultvorming is een punt van discussie. Een stuttende werking van hogere planten voor bultvormende soorten wordt onder andere gesuggereerd door Clymo en Hayward (1982) die tevens stellen dat bij Struikheide (*Calluna vulgaris*) door de interactie met *Sphagnum* wortelvorming wordt gestimuleerd. Met name deze worteltjes creëren een hechte mat in de Veenmoslaag en vormen meer dan 80% van de totale biomassa van de Struikheideplant (Wallén 1986; 1987). De stuttende eigenschap van hogere planten werd ook waargenomen door Kenkel (1988) in Manitoba en door Kratz en DeWitt (1986) in veenprofielen in Wisconsin. Vitt *et al.* (1975) geven twee mechanismen voor bultvorming:

1. Planten van *Sphagnum capillaceum* groeien op tegen de stammetjes van hogere planten (*Chamaedaphne calyculata* of *Vaccinium angustifolium*). Als de Veenmosbult verder groeit, wordt in de koelere, meer beschaduwde flanken *S. capillaceum* vervangen door *S. magellanicum* en *S. recurvum* en wordt de top van de bult gekoloniseerd door *S. fuscum*.
2. In Veenmostapijten wordt *S. recurvum* geleidelijk vervangen door *S. magellanicum* en tenslotte door *S. capillaceum* en *S. fuscum*. Bultvorming vindt plaats zonder de stuttende hulp van vaatplanten. De interne structuur wordt hechter door het

herhaaldelijk splitsen van het capitulum, waardoor gevorkte planten ontstaan (Luken 1985).

Hogere planten kunnen dus een klimfaciliteit en een stuttende werking voor de Veenmossen bieden maar dit is niet altijd noodzakelijk voor bultvorming. Verder onderzoek is echter wel noodzakelijk om vast te stellen of kunstmatige constructies zoals bijvoorbeeld takken een versnelde bultvorming te weeg brengen, zoals gesuggereerd wordt door Money (1995).

### **Bonkaarde**

Bonkaarde kan een zeer diverse samenstelling hebben en de samenstelling van de aanwezige diasporenbank is daarom ook zeer variabel. Bonkaarde van een natuurlijke ongestoorde vegetatie kan veel diasporen van typische hoogveensoorten bevatten, terwijl bonkaarde van een gestoorde vegetatie diasporen van ongewenste soorten bevat. Indien bonkaarde na het terugstorten gaat drijven kunnen deze stukken een platform vormen voor de vestiging van Veenmossen.

### **Conclusies 'Toekomst'**

- Hoogveensoorten stellen specifieke eisen aan de aanwezige habitatcondities zoals hoogte en fluctuatie van de veenwaterspiegel. Daarnaast zijn de kat- en anionenbalans, de mate van buffering en de N-P-K beschikbaarheid van groot belang. Deze eisen kunnen worden vertaald naar een hanteerbaar indicatorensysteem dat als doeltreffend en goedkoop instrument ingezet kan worden bij de monitoring van vegetatieontwikkelingen. Een dergelijk overzicht voor indicatorsoorten in hoogveensystemen is momenteel beschikbaar (Aggenbach en Jalink, 1998). Dit systeem geeft echter geen absolute kwantificaties, althans wat betreft de aanwezigheid van voedingsstoffen.
- In een aantal hoogveengebieden vindt na vernatting of in gevormde drijftillen geen of nauwelijks vestiging van (bultvormende) Veenmossen of andere hoogveensoorten plaats, welke noodzakelijk is voor het op gang helpen van acrotelmvorming. Wellicht is niet aan de groeivoorwaarden van de soorten voldaan of hun concurrentiepositie is ongunstig. Het is ook mogelijk dat onvoldoende diasporen aanwezig zijn.
- Op dergelijke locaties waar de veenmosontwikkeling niet op gang komt, moet eerst worden onderzocht of vitale diasporen nog in de toplaag aanwezig zijn. Zijn wel vitale diasporen aanwezig dan dienen de benodigde milieuomstandigheden voor de ontwikkeling van diasporen (uitlopen of kieming) te worden onderzocht, met name op het gebied van vocht- en nutriëntencondities. Vochtig houden of actief vernatten van de bovenste bodemlagen houdt bijvoorbeeld in ieder geval de aanwezige diasporen levensvatbaar en levert ook betere groeikansen op. Daarnaast moet stimulering van de groei van aanwezige Veenmossen door bemesten eerst uitgebreid worden bestudeerd, voordat deze techniek algemene toepassing vindt. Met name mogelijke ongewenste bijeffecten dienen onderzocht te worden. Zijn geen vitale diasporen aanwezig dan dient eerst te worden vastgesteld of de afstand van diasporenbronnen misschien te groot is. Zijn er geen diasporenbronnen in de nabije omgeving, dan dient onderzocht te worden of het wenselijk is bepaalde soorten te introduceren om de ontwikkeling van een acrotelm-vormende vegetatie te bevorderen.
- Het afgraven van de toplaag is mogelijk een maatregel ter bestrijding van de dominantie van Pijpenstrootje. Door middel van diasporenonderzoek kan voor kansrijke terreinen of terreindelen de gewenste diepte van afgraving worden vastgesteld.



## 4 Hydrologische aspecten van hoogveenbeheer en –herstel

Leon Lamers

Afdeling Aquatische Oecologie en Milieubiologie, Universiteit Nijmegen (KUN)  
6525 ED Nijmegen

### 4.1 De betekenis van de regionale waterhuishouding

#### 4.1.1 Waterbalans

Essentieel voor hoogveenontwikkeling is de vorming van een veenwaterlichaam dat zich boven de regionale grondwaterspiegel verheft en voornamelijk door neerslag gevoed wordt. De mate waarin een dergelijk waterlichaam gevormd wordt en hoe het zich gedurende het jaar gedraagt, wordt bepaald door de kwantitatieve verhouding tussen de aan- en afvoertermen van de waterbalans. In de grotere hoogveencomplexen zijn met name de verhouding tussen horizontale afvoer (via oppervlaktewater of via laterale stroming door de toplaag) en verticale afvoer (wegzijging) van belang.

Voor zowel hoogveentjes met toestroming van grondwater als voor hoogveentjes in laagvenen geldt dat de aanvoer van grond- of oppervlaktewater van betekenis is voor de waterbalans, ook al worden de bovenste bodemlagen uitsluitend gevoed door neerslagwater. In vergelijking met uitsluitend door neerslag gevoede gebieden is in beide gevallen sprake van een geringere daling van de watervoorraad in droge perioden.

#### De invloed van klimaatverschillen in Nederland

Klimaatomstandigheden bepalen in eerste instantie de beschikbaarheid van neerslagwater. De precieze voorwaarden voor hoogveenvorming zijn niet bekend. De drempelwaarden van circa 700 mm j<sup>-1</sup> die worden gepresenteerd voor de jaarlijkse neerslaghoeveelheid (Streefkerk & Casparie 1987) zijn gebaseerd op correlaties tussen deze hoeveelheid en het voorkomen van hoogvenen in Noord-West Europa. Daarmee wordt het verklarende mechanisme niet onderzocht. Zo is het aannemelijk dat frequentie en duur van droogteperioden een belangrijke rol spelen. In een verkennend onderzoek van De Vries (1996a) bleken bij een vergelijking tussen het noorden en het drogere zuiden van Nederland, de verschillen in het (periodiek negatief) neerslagoverschot toe te nemen naarmate een langere periode werd beschouwd. Zo zijn de verschillen in het maximale cumulatieve neerslagtekort (maat voor de droogte) tussen beide regio's op maandbasis groter dan op decadebasis. De betekenis hiervan is dat correlaties tussen het voorkomen van hoogveen en neerslagtotalen over een langere periode niet voldoende informatie leveren. Deze kennis is nodig om het al dan niet voorkomen van hoogvenen te verklaren. Uit de studie van De Vries (1996a) bleken er slechts kleine verschillen te bestaan in frequentie en duur van droge perioden tussen het zuiden en noorden van Nederland.

Zoals ook in Hoofdstuk 2 is opgemerkt, is het moeilijk om uitspraken te doen over de hydrologische betekenis van de optredende klimaatverandering. Enerzijds neemt naar verwachting de neerslag toe, anderzijds ook de duur en de frequentie van droge perioden. Vooral door dit laatste kunnen voor hoogveenvegetaties vaker tijdelijke watertekorten ontstaan (Schouten *et al.* 1989).

### De betekenis van geohydrologische verschillen

Binnen het hydrologisch onderzoek aan hoogveen is niet alleen de interne waterbalans van belang, maar ook de relatie van het veen met de omgeving. De regionale waterhuishouding wordt bepaald door de hoeveelheid neerslag, de mate van wegzijging en afstroming, de hoeveelheid verdamping en door eventuele aanvoer van grondwater of oppervlaktewater. Vanwege de brede definitie van hoogvenen die binnen het OBN aangehouden wordt (paragraaf 1.1) kunnen er grote verschillen bestaan in de hydrologische relatie tussen hoogvenen en hun omgeving. Het is daarom noodzakelijk om onderscheid te maken tussen:

1. *gebieden met uitsluitend regenwaterinvloed en wegzijging*: de meeste huidige hoogveenrestanten en de meeste huidige hoogveentjes in stuif- en dekzandgebieden
2. *gebieden met toestroming van lokaal grondwater*: delen van hoogveenrestanten, een aantal hoogveentjes in stuif- en dekzandgebieden
3. *gebieden met (enige) invloed van het regionale grondwater*: enkele hoogveenrestanten, hoogveentjes in laagveenmoeras inclusief brakwatervenen, sommige hoogveentjes in stuif- en dekzandgebieden
4. *gebieden met invloed van gebufferd oppervlaktewater van buiten het hoogveen*: hoogveentjes in laagveenmoeras inclusief brakwatervenen, delen van sommige hoogveenrestanten.

In figuur 2.2 worden deze verschillen in een vereenvoudigde landschappelijke context geïllustreerd.

De mate van isolatie hangt voornamelijk af van de geologische opbouw van de ondergrond en de aard en dikte van de (rest)veenlagen. De aanwezigheid van slecht doorlatende afzettingen zoals keileem, klei, oerbanken of waterhardlagen en het voorkomen van breuken in de ondergrond zorgen voor een reductie van de wegzijging. De wegzijging kan verder beperkt worden door hoge stijghoogten van het grondwater. Uit modelstudies komt naar voren dat de wegzijging in hoogveenrestanten varieert van 0 tot 130 mm j<sup>-1</sup> (Van Walsum 1990; Janmaat 1990; Oranjewoud 1993; Van Walsum & Veldhuizen 1996). Van de diverse typen kleine hoogveentjes zijn geen gegevens over de grootte van wegzijging of kwel voorhanden.

De gevolgen van wegzijging voor de grondwaterstand zijn het meest uitgesproken in de Peelvenen, waarvoor een groter neerslagtekort in de zomer geldt dan in de noordelijke regio. Een wegzijging van meer dan 100 mm j<sup>-1</sup> leidt er hier regelmatig toe dat er in de winter geen volledige herverzadiging kan optreden (Van Walsum 1990).

### Stoffenbalans

De geohydrologische situatie beïnvloedt naast de waterbalans ook de waterkwaliteit. In een puur ombrotroof hoogveen vindt er in de toplaag uitsluitend aanrijking plaats via droge en natte depositie, inclusief het inwaaien van materiaal (zand, pollen) uit aangrenzend gebied. Er kunnen echter regionale en lokale verschillen bestaan in de aanvoer van nutriënten. De depositiesamenstelling wordt op regionale schaal bepaald door de invloed van de zee (Proctor 1992) en de verschillen in emissie van stoffen, waaronder stikstofverbindingen. In de kustregio's is de depositie van stikstof lager dan in de rest van Nederland (Houdijk & Roelofs 1991; RIVM 1992). Lokaal kan de depositie van stikstof echter sterk verhoogd zijn, bijvoorbeeld door de aanwezigheid van intensieve veehouderijen in de onmiddellijke nabijheid van het veen. Dit is met name in de Peelregio het geval. Bosopslag, met name langs de zuidwestrand van veengebieden i.v.m. de overheersende windrichting, kan een deel van de stikstofdepositie wegvangen. Het effect hiervan is echter alleen binnen een strook van 100 meter merkbaar, waar een reductie van maximaal 20% op kan treden. Voor grote hoogveenrestanten is dit derhalve niet erg relevant (Paffen 1990). Het is onduidelijk in hoeverre dit effect van belang is voor kleine bosveentjes, zoals bijvoorbeeld in de Boswachterij Dwingelo.

De lokale toestroming van ondiep grondwater is in kleine veentjes in kommen van stuif- of dekzandgebieden mogelijk verantwoordelijk voor het feit dat deze vaak wat rijker aan buffer- en/of voedingsstoffen zijn dan de hoogveenrestanten (Barkman 1992). Deze situatie was ook aanwezig bij het ontstaan van de Nederlandse

hoogvenen. Wanneer er sprake is van invloed van regionaal grondwater zal van hieruit, afhankelijk van de aanvoersnelheid en kwaliteit van dit water, in zekere mate aanrijking met voedingsstoffen (en andere stoffen) en zuurbuffering plaatsvinden. Deze invloed is duidelijk terug te vinden in de vegetatiesamenstelling (zie paragraaf 4.3 en 4.4). In het Korenburgerveen, het Haaksbergerveen en (in mindere mate) het Aamsveen lijkt op basis van de waterkwaliteit op verschillende plaatsen sprake te zijn van invloed van gebufferd grondwater aan maaiveld, leidend tot een rijkere schakering aan vegetatietypen (Ganzevles 1991, 1992; Biologisch Station Zwillbrock e.V. 1995; veldbezoeken ten behoeve van het preadvies 1996). De informatie uit het hydrologisch meetnet van het Haaksbergerveen duidt aan dat er in het algemeen wegzijging optreedt vanuit de veenputten naar de minerale ondergrond. Alleen vanuit een zandrug in het veen treedt enige lokale grondwatertoevoer op (Streefkerk *et al.* 1997). Voor de andere gebieden levert het hydrologisch meetnet geen duidelijk beeld op over het voorkomen van grondwatertoevoer.

Aanvoer van oppervlaktewater leidt in verschillende hoogveentypen tot eutrofiëring. In het Korenburgerveen zorgt de aanvoer van voedselrijk water uit de spoorloot voor eutrofiëring van delen van het gebied (Biologisch Station Zwillbrock e.V. 1995). Voedselverrijking kan overigens ook optreden in een meer geïsoleerde situatie, zoals in het Witterveld waar water uit een geëutrofiëerde pingo (beerput defensie) bij afstroming naar lager gelegen delen van het veen voor enige verrijking zorgt (mond. meded. Baaijens). In de ontwikkeling naar hoogveentjes in laagveenmoerassen neemt de invloed van het minerotrofe water af naarmate de successie verder vordert (Van Wirdum 1991). Voor dieper wortelende soorten blijft deze invloed echter nog lange tijd voldoende, waardoor de vegetatie lange tijd blijft verschillen van die in meer geïsoleerde hoogvenen (Schaminée *et al.* 1995).

De mate van afvoer van water uit het veen via verticale en zijdelingse waterbeweging zou belangrijk kunnen zijn in verband met de stoffen die het systeem verlaten. Streefkerk en Casparie (1987) hechten veel belang aan de zogenaamde systeemgebonden afvoer in hoogvenen, waardoor er voldoende afvoer van nutriënten en gifstoffen plaatsvindt. Hierdoor zou het oligotrofe karakter van het hoogveen behouden blijven. Het is echter niet duidelijk in welke mate het afvoerregime van een gebied daadwerkelijk van invloed is op de beschikbaarheid van nutriënten in de groei-periode van de vegetatie.

De regionale hydrologie heeft niet alleen invloed op de aanvoer en afvoer van voedingsstoffen, maar ook op interne processen in het betreffende hoogveen. Een lage pH en anaërobe omstandigheden garanderen een lage afbraaksnelheid. Wijzigingen in de waterbalans en waterkwaliteit kunnen grote effecten hebben op de decompositiesnelheid en daarmee op de beschikbaarheid van voedingsstoffen (zie paragraaf 4.3). Langdurig verlaagde grondwaterstanden kunnen op enigszins gebufferde en vochtige locaties leiden tot verhoogde afbraak. Bij sterkere verdroging is het echter zeer de vraag of er wel verhoogde mineralisatie optreedt, zoals vaak wordt verondersteld.

#### Conclusies

- De hoogveenrestanten en hoogveentjes in Nederland verschillen in de mate waarin ze hydrologisch geïsoleerd zijn. In de meeste hoogveenrestanten is (tegenwoordig) sprake van wegzijging. De kleinere hoogveentjes kennen soms een toestroming van ondiep grondwater. In de hoogveentjes in laagveenmoerassen is sprake van waterinlaat.
- Een kritieke waarde voor wegzijgingsverliezen is alleen vast te stellen in samenhang met het locale neerslagoverschot.
- Over de effecten van een mogelijke klimaatsverandering op de perspectieven voor hoogveenherstel zijn geen duidelijke uitspraken mogelijk.

- In meerdere hoogveenrestanten is er in het beginstadium van veenvorming sprake geweest van enige grondwatertoevoer en (zwak) gebufferde omstandigheden. Door de opbouw van een dik grondwaterlichaam in het veen is er daarna een wegzijgingssituatie ontstaan. Het is niet duidelijk in hoeverre het ontbreken van de (vroegere) hydrologische uitgangssituatie nu voor het herstel van veengroei in de restanten een probleem vormt.
- Het is voor locaties met zwakgebufferde omstandigheden onduidelijk in welke mate grondwaterinvloed danwel bodemsamenstelling daarbij een rol spelen. Het is niet duidelijk in welke mate het afvoerregime van een gebied van invloed is op de huishouding van nutriënten en overige stoffen, en of er in dit verband sprake is van systeemgebonden afvoer.

## 4.2 De gewenste terreincondities

### 4.2.1 Fysische eigenschappen van veenmosveen en fluctuaties van de waterstand in het veen

De vegetatie heeft, met name bij een hoge bedekking met veenmossen, een beslissende invloed op de verdere (hoog)veenontwikkeling. Dit komt doordat de veenmosvegetatie de fysische en chemische condities van de toplaag en daarmee die van de daar heersende milieufactoren in hoge mate bepaalt. Gesteld kan worden dat voor het herstel van de voor het hoogveen kenmerkende fysische en hydrologische condities de aanwezigheid van een veenmosdek zelfs vereist is.

Wheeler and Shaw (1995) noemen als bijzondere kenmerken van veenmosgroei:

1. veenmossen vormen de basis voor de veengroei en daarmee van de vergroting van waterberging
2. veenmosgroei leidt tot een microreliëf hetgeen kleinschalige milieugradiënten doet ontstaan
3. veenmosgroei bevordert het ontstaan van een zuur en ombroetroof milieu.

Herstel van "acrotelmcondities" wordt over het algemeen belangrijk geacht bij het herstel van hoogveenecosystemen (Bragg, 1995). Een bruikbare omschrijving van acro- en catotelm als onderdeel van een levend, diplotelm veen (Lopatin 1949), is samengevat door Van Wirdum (1993a).

In de praktijk zijn de in de literatuur gegeven definities samen te vatten tot:

|                 |                                                                                                                 |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Acrotelm</b> | dunne, levende bovenste laag; max. 0.4 - 0.5 m dik; doorlatendheid bovenin het hoogst; periodiek lokaal aëroob. |
| <b>Catotelm</b> | onderste, afgestorven veenlaag; vrijwel constante geringe doorlatendheid; permanent waterverzadigd.             |

(Naar: Romanov 1968; Clymo 1978, 1983, 1984; Ingram 1978, 1983; Ivanov 1981; Bragg 1982, 1995; Ingram & Bragg 1984; Streefkerk & Casparie 1989; Malmer & Wallen 1993.)

### Acrotelmcondities

Recente studies in Clara Bog en Raheenmore Bog in Ierland (Van der Schaaf 1996) bevestigen het werk van Bragg (1982): de daar gevonden acrotelm heeft een dikte van meer dan 30 cm, een lage humificatiegraad (Von Post-schaal H2 - H4) en een doorlaatvermogen<sup>3</sup> van 250 tot meer dan 1000 m<sup>2</sup>d<sup>-1</sup>. Het doorlaatvermogen neemt met enkele orden van grootte af als de grondwaterspiegel met 10 cm daalt (Van der Schaaf 1996). Daarmee neemt dan ook de laterale waterafvoer sterk af. Van der Schaaf noemt dit het zelfregulerend vermogen van het afvoerproces in de acrotelm; veranderingen in de grondwaterstand brengen een snelle reactie in de afvoer teweeg.

<sup>3</sup> doorlaatvermogen (m<sup>2</sup> d<sup>-1</sup>) is een maat voor het vermogen dat een bodemlaag heeft om water te transporteren bij een stijghoogtegradiënt gelijk aan 1. Het is het product van doorlatendheid (m dag<sup>-1</sup>) en de dikte (m). Het werkelijke watertransport wordt mede bepaald door de stijghoogtegradiënt die in horizontale richting veel kleiner is dan 1.

Voor de afvoer speelt ook de concave vorm van het veenoppervlak een belangrijke rol. In hoogvenen neemt het verhang in de waterstand toe vanuit het centrum naar de rand. In de hierboven genoemde Ierse studies (Van der Schaaf 1996) is vastgesteld dat veenvormende vegetaties alleen voorkomen bij een verhang in het veenoppervlak dat kleiner is dan 0.30 m per 100 m.

Een acrotelm is ook in een intact hoogveen niet altijd overal aanwezig; met name langs randen zijn acrotelmcondities nihil of afwezig. De dikte van de acrotelm bedraagt volgens de resultaten van het Ierse onderzoek in deze situaties maximaal 5 cm en het doorlaatvermogen is daarbij kleiner dan  $5 \text{ m}^2 \text{ dag}^{-1}$ . Het gevolg is dat de oppervlakkige afvoer niet door, maar over het veenoppervlak plaatsvindt. De neerslag-afvoerrelatie wijkt dan af van die op plaatsen met een dikkere acrotelm.

De acrotelm zoals bekend uit levende venen, is een gevolg van de opbouw van een laag van deels levende en deels afgestorven planten en kan dus moeilijk gerealiseerd worden door een technische ingreep; dergelijke condities zullen langzamerhand op natuurlijke wijze dienen te ontstaan. Wel is het mogelijk om te bestuderen óf zich, in situaties met een herstelbeheer, acrotelmcondities ontwikkelen. Dit is nuttig, aangezien deze condities voor de uiteindelijke totstandkoming van een hoogveensysteem van groot belang zijn.

In de hoogveenrestanten ligt veelal sterk gehumificeerd veen aan de oppervlakte. Dit heeft in vergelijking met een levende uit veenmossen bestaande toplaag (acrotelm) een geringe waterbergingscoëfficiënt, waardoor de grondwaterstandsfluctuaties er groter zijn (Schouwenaars & Vink 1992). Voor het herstel van de waterbergingscoëfficiënt zijn tijdelijke voorzieningen noodzakelijk die alle neerkomen op het vergroten van het aandeel open water in het gebied (Schouwenaars 1995).

#### **Catotelmcondities**

Het hoge doorlaatvermogen van de acrotelm staat in groot contrast met het doorlaatvermogen van de meer gehumificeerde catotelm (Von Post-schaal H6 of H7). De laatste varieerde in de genoemde Ierse venen van circa  $1 \text{ m}^2 \text{ d}^{-1}$  in het midden tot  $10^{-3} \text{ m}^2 \text{ d}^{-1}$  aan de randen (mond. meded. Van der Schaaf). De doorlatendheid van de catotelm neemt in Clara en Raheenmore Bog met toenemende diepte af van 1 tot  $10^{-5} \text{ m d}^{-1}$ . Blankenburg and Kuntze (1987) hanteren voor de verticale doorlatendheid waarden in de orde van grootte van  $10^{-4} \text{ m d}^{-1}$ . Schouwenaars *et al.* (1992) vonden als gebiedsgemiddelden voor de verticale doorlatendheid van de catotelm (H6-7) voor de Engbertsdijksvenen waarden van circa  $3 \cdot 10^{-4} \text{ m d}^{-1}$ .

Door het wegvallen van het contact tussen basisch water en zuur water op de grenslaag veen/minerale ondergrond kan onder invloed van verzuring disperse humus in oplossing gaan, waardoor de doorlatendheid van de onderste veenlagen en gliedlagen toe zou kunnen nemen (mond.meded. Baayens). Wanneer dit zo is kan het belangrijke gevolgen hebben voor de wegzijgingsverliezen in hoogveenrestanten. Tevens kan bij het niet permanent nat houden van de onderkant van het veen scheurvorming optreden, hetgeen de doorlatendheid sterk vergroot.

#### **4.2.2 Verdamping en grondwaterstandsgedrag in relatie tot de vegetatie**

Schouwenaars (1993) concludeert dat in de Nederlandse hoogveenrestanten met een dominante begroeiing van Pijpenstrootje (*Molinia caerulea*), de actuele verdamping gelijk is aan de potentiële verdamping wanneer droge perioden niet langer duren dan een maand. Een begroeiing van Pijpenstrootje heeft in mei een geringe verdamping die slechts 50% bedraagt van de open-water verdamping. In de periode juli-september bedraagt de verdamping circa 80% van de open-water verdamping. Waar sterk gehumificeerde veenlagen aan de oppervlakte liggen en er in de winter slechts weinig inundatie plaatsvindt, zal een massale groei van Pijpenstrootje leiden tot zomergrondwaterstanden dieper dan 60 cm beneden maaiveld. Dit maakt de kans op het herstel van veenmosgroei zeer gering. Pijpenstrootje kan zich bij geringe inundaties in de winter dan ook goed handhaven. Pas wanneer er 's winters zoveel water wordt vastgehouden boven maaiveld, dat er ook in voorjaar en zomer nog regelmatig sprake is van inundatie, sterft Pijpenstrootje af. Het maakt dan plaats voor

Eenarig wollegras (*Eriophorum vaginatum*) en waterveenmos (*Sphagnum cuspidatum*). Onder die omstandigheden kunnen drijftillen van veenmos gevormd worden, welke vanwege hun vermogen om met de waterstand op en neer te bewegen de voor veenmossen benodigde condities kunnen handhaven. De potentiële verdamping van veenmossen benadert die van open water en is daarmee groter dan die van Pijpenstrootje. Dit geldt vooral in het voorjaar wanneer de groei van Pijpenstrootje slechts langzaam op gang komt. De actuele verdamping van veenmossen blijft echter sterk achter bij de potentiële waarden zodra het waterniveau daalt. Zo blijft bij *Sphagnum papillosum* de capillaire nalevering al achter wanneer het water 10 à 15 cm beneden de toppen van de veenmosplanten komt (Schouwenaars, 1993).



*Opslag van Berk (Betula sp.) en Pijpenstrootje (Molinia caerulea) in het Pikmeeuwenwater (landgoed de Hamert). Foto: Leon Lamers.*

Een belangrijk gevolg van de verschillen in verdampingsgedrag van beide soorten is dat in met Pijpenstrootje begroeide hoogveengebieden de verdamping in droge perioden beduidend hoger kan zijn dan die in levende, door veenmos bedekte hoogvenen. Dit resulteert in verder dalende waterstanden bij Pijpenstrootje. Pijpenstrootje komt massaal voor op ontwaterde en gedeeltelijk afgeveende terreinen. Er is meestal sprake van een sterk gehumificeerde (zwartveen-)bodem met een geringe bergingscoëfficiënt. Tezamen met de relatief hoge verdamping heeft dit tot gevolg dat in droge perioden het grondwater diep wegzakt. In levend hoogveen zal de veenmosbegroeiing in een droge periode met een laag watergehalte in de toplaag, door het verbreken van de capillaire werking een geringere verdamping vertonen. Bovendien wordt de bovenste laag van een veenmosdek gekenmerkt door een erg hoge bergingscoëfficiënt. Beide factoren resulteren hier in zeer geringe waterstandsdalingen gedurende de zomerperiode.

Wanneer er na vervening sprake is van de vorming van nieuwe veenmoslagen boven op ouder en meer gehumificeerd veen, zijn deze aanvankelijk zeer gevoelig voor droogteperioden. Immers, het vermogen om met dalende waterstanden mee te zakken is dan wegens de geringe dikte van het jonge veenmos zeer beperkt. Zoals onder meer uit een modelstudie van Spieksma *et al.* (1996) blijkt, is er dan al snel sprake van een verdampingsreductie, waarbij de veenmossen verdrogen en geelwit worden. Na regenval is herstel mogelijk. Dit verdrogingsrisico is aanmerkelijk geringer bij dikke veenmospakketten die een groter vermogen hebben om te zwellen en te krimpen.

#### **4.2.3 Beïnvloeding grondwaterstanden door intern en extern waterbeheer**

Om de wegzijging te beperken, worden vaak externe bufferingsmaatregelen getroffen. Aangezien deze waterbeheersingsmaatregelen veelal gelijktijdig worden genomen met interne maatregelen, is het moeilijk uit veldgegevens af te leiden wat de exacte effecten van de bufferingsmaatregelen zijn. Bovendien is de

monitoringsperiode vaak nog te kort. Daarom is het huidige inzicht in de effecten van zulke maatregelen volledig gebaseerd op modelsimulaties.

Voor de hoogveenrestanten komt als algemeen beeld naar voren dat de bufferzones door een verhoogde drukhoogte van het water in de ondergrond maar een beperkt effect hebben op de gewenste verhoging van de zomerwaterstanden (Janmaat 1990, Van Walsum 1990; Oranjewoud 1993, Van Walsum & Veldhuizen 1996). Bufferzones brengen een verhoging van de laagste grondwaterstanden teweeg van enkele centimeters en reduceren de wegzijging met enkele tientallen mm jaar<sup>-1</sup>. Hierbij zijn voor de catotelm doorlatendheden van 0,2 tot 0,4 mm d<sup>-1</sup> aangehouden.

Voor een juiste inschatting van de effecten van hydrologische condities in en rond hoogveengebieden is vaak een gedetailleerde analyse van de geologische opbouw van de ondergrond noodzakelijk. Bij de bespreking van de landschapsecologische positie van hoogvenen zijn voorbeelden van de grote rol van lokale dekzandruggen besproken (paragraaf 2.1)

De huidige praktijk van de regionale modellering werkt, ondanks de recent doorgevoerde verfijningen in het modelnetwerk, nog vaak met onvolledige gegevens over de opbouw van de ondergrond waardoor relevante geohydrologische patronen en processen onderbelicht blijven. Verdere methodiekontwikkeling is dan ook noodzakelijk. Hierbij zou een groter accent moeten liggen op het zoeken naar mogelijke oorzaken van hoogveenvorming in de onderzochte gebieden en een eveneens 'zoekend verkennen' van gewenste aanpassingen in de waterhuishouding.

De voordelen van een door intern beheer te bereiken herstel van de vereiste waterbergingscondities (waterconservering) zijn door Schouwenaars (1992) afgezet tegen de voordelen van beperking van waterverliezen door extern beheer (hydrologische buffering). De grootste bijdrage aan een waterstandsverhoging in de zomer wordt in de meeste gebieden verkregen door op waterconservering gericht intern beheer. In gebieden met veel wegzijging (meer dan 100 mm j<sup>-1</sup>) leveren ook bufferzones een bijdrage en wel meer naarmate we in zuidelijke regio's komen met een groter neerslagtekort. Dit beeld is in overeenstemming met de resultaten van regionale hydrologische modelstudies in hoogveenrestanten, zoals uitgevoerd voor de Groote Peel (van Walsum 1990) en het Fochteloërveen (Van Walsum & Veldhuizen 1996).

#### Conclusies

- De afwezigheid van een voldoende dikke toplaag met levende veenmossen en de bijbehorende eigenschappen van waterberging, krimp en zwel belemmert in belangrijke mate het herstel van het voor hoogveen kenmerkende grondwaterstandsgedrag. Wanneer de toplaag met veenmossen te dun is, treedt de reductie van de capillaire waternalevering en verdamping bij veenmossen niet op.
- De voorwaarden waaraan voldaan dient te worden voor het herstel van de acrotelm zijn onvoldoende bekend. Dit is op te vatten als een centraal knelpunt bij het hoogveenherstel in Nederland. Aan dit vraagstuk zijn zowel kwantitatief als kwalitatief hydrologische aspecten verbonden.
- De verticale doorlatendheid van de catotelm in de Nederlandse hoogveenrestanten is bij permanente verzadiging vrijwel overal minder dan 10-3 m d<sup>-1</sup>. Er blijkt daarmee nog steeds veel weerstand aanwezig te zijn tegen waterverlies door wegzijging. Het is echter onduidelijk wat de effecten zijn van het wegvallen van het contact tussen de veenbasis en het oorspronkelijk aansluitende grondwater.
- Voor het beperken van de wegzijging in hoogveenrestanten is een verhoging van de stijghoogte van het diepere grondwater vereist. Afhankelijk van de geologische opbouw van het gebied is daarvoor soms een grote peilverhoging nodig in de omgeving van het veengebied.
- In hoogveenrestanten wordt de grootste bijdrage aan het beperken van de grondwaterstands daling in de zomer geleverd door waterconservering. De mate waarin die daling beperkt kan blijven door vermindering van de wegzijging (door bijvoorbeeld externe buffering) is in verhouding daarmee gering.

- Het gebruik van regionale grondwatermodellen bij effectvoorspellingen voor waterbeheer in hoogveengebieden vereist meer nauwkeurige aandacht voor de geologische opbouw, waaronder het (kleinschalig) voorkomen van watervoerende pakketten (dekzandruggen) en weerstanden (leemlagen).

## 4.3 De rol van oppervlakte- en bodemwaterkwaliteit

### 4.3.1 Eigenschappen van de standplaats

Hoogvenen worden gekarakteriseerd door lage ionenconcentraties en een lage decompositiesnelheid. Over het algemeen wordt aangenomen dat met name het nutriëntenaanbod bepalend is voor het voorkomen van planten (Grime 1979). In hoogvenen hebben planten echter ook te maken met een lage pH en lage ionenconcentraties, die speciale fysiologische adaptaties vereisen. Verder moeten veel planten, afhankelijk van hun standplaats, aangepast zijn aan een anaëroob milieu, waarin zuurstofgebrek voor de wortels kan optreden en toxinen zoals sulfide zich ophopen (Crawford 1983; Ponnamperuma 1984). Een lage pH en anaërobe omstandigheden zorgen er bovendien voor dat potentieel giftige metalen als aluminium gemakkelijk in oplossing gaan.

Er wordt meestal van uitgegaan dat de mineralisatie en daardoor het aanbod aan voedingsstoffen in hoogvenen veel lager ligt dan in productievere systemen zoals laagvenen (Moore & Bellamy 1974). Bij vergelijking tussen laag- en hoogveensystemen in Nederland en Duitsland werd echter geconstateerd dat er geen verschillen bestonden in mineralisatiesnelheid en in de stikstofbeschikbaarheid in de bodem (bovenste 10 cm) tussen beide typen (Waughman 1980; Koerselman & Verhoeven 1992). Het fosfaataanbod was zelfs hoger in de hoogvenen die onderzocht werden. Hieruit werd geconcludeerd dat niet het aanbod aan voedingsstoffen, maar de beperking van de opname hiervan bepalend is voor de vegetatiesamenstelling. Dit type metingen zijn echter relevant voor planten die in deze laag wortelen, maar niet voor de veenmossen en slechts in mindere mate voor zeer ondiep wortelende soorten als bijvoorbeeld Kleine veenbes (*Oxycoccus palustris*).

Veenmos speelt een cruciale rol in de abiotiek van hoogvenen (Clymo 1963; Clymo & Hayward 1982; Sikora & Keeney 1983; Clymo 1987; Van Breemen 1995). Protonen (zuurdeeltjes) worden via het adsorptiecomplex uitgewisseld tegen andere kationen, waardoor een zuur milieu, arm aan positieve ionen (kationen) zoals calcium, gecreëerd en in stand gehouden wordt. Veenmos is door de chemische samenstelling moeilijk afbreekbaar. Door de verzuring wordt de decompositie verder bemoeilijkt. Kilham (1982) beargumenteert dat niet passieve kation-uitwisseling, maar de productie van PGA (polygalacturonzuur) verantwoordelijk is voor deze uitwisseling. Hemond (1980) en Kilham (1982) stellen dat de pH in hoogvenen in stand gehouden wordt door de dissociatie van organische zuren, terwijl kation-uitwisseling slechts een kleine bijdrage levert. Ook de oxidatie van onder andere waterstofsulfide in de toplaag levert waarschijnlijk een belangrijke bijdrage aan de verzuring (Kilham 1982). De acrotelm is, in tegenstelling tot de catotelm, (periodiek) aëroob, waardoor hier zuurproducerende oxidatieprocessen plaatsvinden.

Doordat veenmossen zeer effectief nutriënten uit het doorvallend regenwater wegvangen, dringt er bij een lage nutriëntenaanvoer maar weinig door tot in de bodem en is er minder beschikbaar voor andere planten (Dammen 1986; Aerts *et al.* 1992; Malmer *et al.* 1994). Mogelijk speelt ook het verlies van allelopathische werkende verbindingen als fenolen, die de groei van andere planten remmen, een rol bij de competitie met hogere planten (Sikora & Keeney 1983; Verhoeven & Liefveld 1997).

### 4.3.2 Factoren van invloed op de (bodem)waterkwaliteit

De bodem- en waterkwaliteit in hoogvenen wordt bepaald door meerdere factoren. We kunnen hierbij onderscheiden:

1. de *geohydrologie* van het gebied (zie paragraaf 4.1)
2. de *historie* van het gebied (inclusief het antropogene gebruik)
3. *waterpeil* en de *temperatuurhuishouding*

4. de *aanvoer* via natte/droge depositie en binding (stikstof), het inwaaien van materiaal en eventueel ook via regionaal grond- en/of oppervlaktewater
5. de *afvoer* van voedingsstoffen via verticale en zijdelingse wegzijging, denitrificatie en eventueel maai- of begrazingsbeheer
6. de snelheid van microbiële *afbraakprocessen* en het *bodemtype*
7. het type *vegetatie*
8. de invloed van de *fauna* (zie ook hoofdstuk 5)

### Historie

Alle Nederlandse hoogveenrestanten zijn in sterke mate beïnvloed door menselijke activiteiten. De mate van vervening en ontwatering heeft grote gevolgen gehad voor de huidige bodemsamenstelling en de beschikbaarheid van voedingsstoffen. Daarnaast heeft ook de inrichting van delen van hoogvenen als (boekweit)akkers en weiden en het gebruik van veenpoelen als visvijver, eendenkooi of voor het wassen van schapen vaak blijvende gevolgen voor de (bodem)waterkwaliteit en daarmee ook voor de vegetatiesamenstelling. Historische gegevens zijn dus onontbeerlijk voor de interpretatie van de abiotische gegevens. Het is vooral belangrijk om ervan bewust te zijn dat de manier waarop hoogveenregeneratie op gang komt, over het algemeen geheel anders verloopt dan tijdens de natuurlijke successie in het verleden. Het zal bijvoorbeeld voor veel gebieden waarschijnlijk moeilijk zijn om opnieuw te starten vanuit een laagveensituatie. De ontwikkeling vanuit een geheel andere uitgangssituatie, namelijk open ongebufferd water of waterverzadigd restveen, kan andere abiotische omstandigheden vereisen. Dat wil dus zeggen, dat ook de abiotische omstandigheden vereist voor hoogveenregeneratie niet zonder meer afgeleid kunnen worden uit die van een oorspronkelijk, onaangetast hoogveen, zoals bijvoorbeeld in Ierland.

### Waterpeil en temperatuurhuishouding

Zoals eerder uiteengezet zijn het waterpeil en de temperatuur bepalend voor de vochtthuishouding in het veen en daarmee voor de vegetatie. Ze beïnvloeden echter ook de snelheid van afbraakprocessen, en in kleine waterlichamen en in het bodemvocht ook de concentratie aan ionen (verdunding door regen, concentratie door verdamping). Mogelijk beïnvloedt de temperatuurhuishouding ook de bodemwaterchemie door beïnvloeding van stromingspatronen in de acrotelm op kleine schaal (Baaijens 1992).

### Aanvoer van stoffen, atmosferische depositie

Alle hoogveentypen worden voor het belangrijkste deel gevoed door depositie in natte en droge vorm. Inwaaien van bodem- en bladmateriaal kan voor aanvullende verrijking zorgen. In hoogvenen vindt fixatie van stikstof uit de atmosfeer plaats door cyanobacteriën die geassocieerd zijn met veen en *Sphagnum*. Deze binding ligt in de orde van een tot enkele  $\text{kg N ha}^{-1} \text{ j}^{-1}$ , met uitschieters tot wel  $10 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ j}^{-1}$  (Granhall & Selander 1973; Waughman & Bellamy 1980, Chapman & Hemond 1982). In schone gebieden is de (totale) atmosferische depositie van stikstof lager dan  $5 \text{ kg ha}^{-1} \text{ j}^{-1}$  (Aber *et al.* 1989; Edfast *et al.*, 1990) en zal fixatie dus een belangrijke rol spelen in de totale stikstofbeschikbaarheid. Stikstof is in dit geval waarschijnlijk limiterend voor de groei (Aerts *et al.* 1992; Proctor 1995). In de vorige eeuw was de totale (anorganische) stikstofdepositie in Nederland waarschijnlijk ongeveer  $1.5 \text{ kg ha}^{-1} \text{ j}^{-1}$  (Arts 1990; Erisman 1992). Tegenwoordig ligt deze waarde echter in de buurt van  $30\text{--}40 \text{ kg ha}^{-1} \text{ j}^{-1}$  gemiddeld, met de laagste waarden aan de kust en de hoogste in oost-Brabant, noord-Limburg en delen van Gelderland (Erisman 1995). De totale depositie is echter sterk afhankelijk van het type vegetatie, in verband met verschillen in het invangen van droge depositie. Voor *Oxycocco-Sphagnetum*-vegetaties zijn bovenstaande waarden een redelijke schatting. Ze komen overeen met de zogenaamde doorvalwaarden voor dit vegetatietype (gemeten onder de vegetatie), die ongeveer tweemaal de bulk-depositie in open regenvangers bedragen. Voor gebieden met open water vormen ze echter een overschatting (zie Lamers 1995).

Voor hoogvenen wordt een kritische belasting van  $5\text{--}10 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ j}^{-1}$  aangenomen (Bobbink *et al.* 1992a, Bobbink en Roelofs 1995; Lamers *et al.* 2000). Bij hogere waarden kan er stikstofverzadiging optreden in het hoogveensysteem, waarbij dit element gaat uitspoelen. Bovendien kan dit leiden tot ongewenste dominantie van

Pijpenstrootje en Knolrus (*Juncus bulbosus*) en tot een remming van de groei van sommige veenmossoorten (Press *et al.* 1986; Roelofs 1986; Woodin *et al.* 1987; Paffen 1990; Lamers *et al.* 2000). Ammonium kan door grassen direct via de bladeren opgenomen worden (Heil *et al.* 1988; Bobbink *et al.* 1992b). Door het hoge stikstofaanbod kan het aanbod van fosfor limiterend worden voor de groei van hoogveenvegetaties (Aerts *et al.* 1992). Lütke Twenhöven (1992a, b) vond dat *Sphagnum magellanicum* in bulten door een verhoogd stikstofaanbod geremd werd in de groei, terwijl *Sphagnum recurvum* (= *S. fallax*) en Kleine veenbes juist gestimuleerd werden. Bij hoge stikstofdepositie vindt er nauwelijks meer interceptie plaats door de *Sphagnum*laag, waardoor er meer stikstof beschikbaar komt in de wortellaag van hogere planten (Woodin & Lee 1987; Aerts *et al.* 1992; Lamers *et al.* 2000). Bij vergelijking tussen Ierse en Nederlandse hoogvenen komt het verschil in depositiewaarden duidelijk tot uitdrukking (Tabel 4.1). In een tweetal hoogvenen in Ierland, waar een bulkdepositie van 1 tot 3 kg ha<sup>-1</sup> j<sup>-1</sup> gemeten werd (totale depositie voor *Oxyxycocco-Sphagnetes* derhalve ongeveer 2 tot 6 kg ha<sup>-1</sup> j<sup>-1</sup>), bedroeg de ammoniumconcentratie in het bodemvocht en in open veenwater slechts enkele µmol l<sup>-1</sup>. In Nederlandse hoogvenen, met een bulkdepositie van 16 tot 30 kg ha<sup>-1</sup> j<sup>-1</sup> (totale depositie voor dit vegetatietype ongeveer 30 tot 60 kg ha<sup>-1</sup> j<sup>-1</sup>), was de ammoniumconcentratie in het bodemvocht en open water enkele tientallen tot 100 µmol l<sup>-1</sup> (Streefkerk *et al.* in prep.; Lamers *et al.* 2000). Gezien de huidige depositiewaarden in alle delen van Nederland is het dus zeer waarschijnlijk dat er door atmosferische stikstofverontreiniging verschuivingen plaatsvinden in de vegetatiesamenstelling van hoogvenen (zie paragraaf 3.3). Er is derhalve meer onderzoek gewenst naar de rol van een verhoogd stikstofaanbod bij de regeneratie en het beheer van hoogveen. Het is bovendien nog onduidelijk of de toegenomen berkenopslag, die ook op permanent nat veen waargenomen wordt (Barkman 1992; Aaby 1994; Aggenbach & Jalink 1996, Lamers *et al.* 2000), door de verhoogde stikstofdepositie veroorzaakt wordt. Dit is belangrijk in verband met de veronderstelling dat een geregenereerd hoogveen uiteindelijk geen intern beheer (kappen, maaien) meer vereist. Verder is het ook mogelijk dat de vegetatie reageert op een verschuiving van de verhouding tussen het ammonium- en nitraataanbod, zoals bekend uit onderzoek aan andere ecosysteemtipes (Roelofs *et al.* 1996).

Ook de huidige atmosferische depositie van zwavel zou een negatief effect kunnen hebben op hoogveenvegetaties (Ferguson en Lee 1978, 1983). De sulfaatconcentratie in het Nederlandse regenwater bedraagt echter maar eenderde van de laagste concentratie die door Ferguson & Lee (1978, 1983) getest werd. Deze had geen enkel effect op de veenmosgroei. Het is dan ook minder waarschijnlijk dat de zwaveldepositie directe negatieve effecten heeft op hoogveenontwikkeling. Verzuring door neerslag speelt in hoogvenen waarschijnlijk geen rol, in verband met de van nature lage pH in de toplaag. De nitrificatie van ammonium is sterk geremd en de reductie van sulfaat in de bodem genereert zelfs alkaliniteit (Hemond 1980). Alleen bij (tijdelijke) verdroging kan er extra verzuring optreden, door de oxidatie van een grotere hoeveelheid gereduceerde zwavelverbindingen (Kilham 1982). De effecten van grond- en oppervlaktewateraanvoer zijn reeds aangegeven in paragraaf 4.1.

Tabel 4.1 De atmosferische bulkdepositie van stikstof, en de ammoniumconcentratie in veenbodenvocht (op 10 cm) en in het oppervlaktewater, in hoogveenvegetaties in Ierland en Nederland.

|                        | <b>N in bulk-depositie<sup>4</sup></b><br>(kg N ha <sup>-1</sup> j <sup>-1</sup> ) | <b>NH<sub>4</sub> in bodenvocht</b><br>(mmol l <sup>-1</sup> ) | <b>NH<sub>4</sub> in open water</b><br>(mmol l <sup>-1</sup> ) |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| <i>Clara Bog</i>       | 5.6                                                                                | 2-9                                                            | 2-7                                                            |
| <i>Sharavogue</i>      | (onbekend)                                                                         | 2-3                                                            | 3-13                                                           |
| <i>Bargerveen</i>      | 19.0                                                                               | 20-50                                                          | 15-100                                                         |
| <i>Haaksbergerveen</i> | 25.1                                                                               | 20-70                                                          | 60-80                                                          |
| <i>Mariapeel</i>       | 25.7                                                                               | 30-220                                                         | 95-300                                                         |
| <i>Pikmeeuwenwater</i> | 19.0                                                                               | 70-90                                                          | 25-70                                                          |

#### Afvoer van stoffen

Mogelijke verliezen van voedingsstoffen via waterafvoer (wegzijging of oppervlakkig) kwamen reeds in paragraaf 4.1 aan bod. Het stikstofverlies via denitrificatie is in hoogvenen relatief laag (Bartlett *et al.* 1979; Roswall & Granhall 1980; Paul & Clark 1989) en nauwelijks van belang binnen het stikstofbudget. Dit geldt zeker voor ons sterk met stikstof verontreinigde land. Het waterpeil bepaalt in sterke mate de denitrificatiesnelheid, aangezien het proces sterk geremd wordt door zuurstof (Paul & Clark 1989).

In een intact hoogveen is er over het algemeen geen sprake van afvoer van voedingsstoffen via maaaien. In de meeste hoogveenrestanten in Nederland worden echter, ten behoeve van het behouden van het open karakter, berken verwijderd. In natte heidevelden en bij de eerste vernattingsfase van hoogveenregeneratie kan afvoer via begrazing een rol spelen, mits de schapen de rustperiodes buiten het veen doorbrengen (Eigner 1982, 1995). In Duitsland (onder andere het Amtsvenn) worden Moorschnuck-schapen op deze manier ingezet bij de bestrijding van vergrassing en verberking. Er is echter onvoldoende bekend hoe groot de nadelige gevolgen van begrazing zijn, bijvoorbeeld door betreding en extra mineralisatie (Wheeler & Shaw 1995). Vooralsnog lijkt begrazing van echte hoogveenvegetaties ongewenst, zonet onmogelijk, alleen al in verband met de slechte toegankelijkheid van deze vegetaties voor de begrazers (Van Wirdum 1993a; Eigner 1995).

#### Bodemtype, afbraakprocessen en gasproductie

In een levend hoogveen vindt er een opstapeling van organisch materiaal plaats, waarin grote hoeveelheden voedingsstoffen opgeslagen liggen. De microbiële afbraak van organisch materiaal (decompositie), die relatief traag verloopt, wordt bepaald door de beschikbaarheid van goed afbreekbaar organisch substraat, de mate van zuurbuffering, de beschikbaarheid van electronenacceptoren (zoals zuurstof, nitraat, sulfaat, kooldioxide) en de temperatuur. Verdroging en veranderingen in de waterkwaliteit kunnen grote gevolgen hebben voor de snelheid waarmee voedingsstoffen vrijkomen in het systeem (mineralisatie). Vanwege het feit dat deze

<sup>4</sup> De *bulk*-depositie in Clara Bog is gemeten in 1991/92 (Kelly 1993; in een ander hoogveen, Raheenmore, werd 3.7 kg ha<sup>-1</sup> j<sup>-1</sup> gemeten), de waarden voor de Nederlandse venen zijn berekend uit de *wet-only* depositiegegevens van de dichtstbijzijnde stations in 1993 (Erismann 1995); voor het Pikmeeuwenwater is de *bulk*-depositie gemeten in 1994/95 (Lamers 1995). De gegevens voor ammonium in bodenvocht en oppervlaktewater in Ierland en Nederland zijn van Streefkerk *et al.* (*in prep.*), Lamers *et al.* (2000) en overige waterkwaliteitsmetingen (in opdracht van Staatsbosbeheer).

voedingsstoffen opgeslagen lagen in het veen en door veranderde waterkwaliteit vrijgemaakt worden, wordt hier gesproken van interne eutrofiëring. Een lage pH en anaërobe omstandigheden garanderen een lage afbraaksnelheid. De gevormde zuren remmen de afbraak. Een verhoogde zuurbuffering door aanvoer van (bi)carbonaat-houdend grond- of oppervlaktewater werkt dan ook stimulerend op de decompositie en mineralisatie, en zorgt daardoor voor een verhoogde beschikbaarheid van voedingsstoffen (McKinley & Vestal 1982; Brock *et al.* 1985; Kok & Van de Laar 1991). Bij te grote invloed van gebufferd water vindt er een sterke afbraak van het veen plaats, die gepaard gaat met ernstige eutrofiëring (Roelofs & Cals 1989; Koerselman *et al.* 1993; Koerselman & Verhoeven 1995; Lamers *et al.* 1996). Bij verdroging van veen komt zuurstof beschikbaar, waardoor de decompositie en mineralisatie gestimuleerd kunnen worden en er extra nutriënten kunnen vrijkomen. Dit kan daardoor leiden tot eutrofiëring. Bovendien worden andere aërobe processen gestimuleerd, zoals de nitrificatie van ammonium en sulfide-oxidatie, waarbij zuur vrijkomt. Verder wordt de beschikbaarheid van voedingsstoffen in grotere compartimenten met open water mogelijk verhoogd door toegenomen stroming en/of verhoogde mineralisatie veroorzaakt door wind- en golfwerking (Aggenbach & Jalink 1996).

Naast de beschikbaarheid van voedingsstoffen bepaalt de snelheid van microbiële activiteit ook in sterke mate de koolstofbalans en de gasproductie in hoogveen. Voor de vorming van een drijvende mat van levend *Sphagnum cuspidatum* is een hoge concentratie aan kooldioxide (CO<sub>2</sub>) in het water noodzakelijk in verband met de lage fotosynthese-efficiëntie van veenmossen (ongeveer 750-1000 µmol.l<sup>-1</sup>; Paffen & Roelofs 1991; Money 1995; Wheeler & Shaw 1995; Lamers *et al.* 1999). Bij lagere concentraties zinkt het veenmos en sterft dan af door lichtgebrek, tenzij het water ondiep is (<0.5 m) of er een substraat aanwezig is, zoals zwevend veen of pollen Pitrus (*Juncus effusus*) (Lamers 1995; Lamers *et al.* 1999). In de overige gevallen zal het *Sphagnum* vanuit de randen moeten groeien, steunend op afgestorven ouder veenmos, en zal de verlanding langzamer verlopen. Het drijfvermogen van levend veenmos blijkt veroorzaakt te worden door zuurstofbelletjes tussen de takjes. Bij een lage fotosynthesesnelheid door CO<sub>2</sub>-gebrek, of lage temperatuur zinken de planten (Lamers *et al.* 1999). Aangezien de evenwichtsconcentratie van CO<sub>2</sub> in water slechts 20-30 µmol l<sup>-1</sup> bedraagt, is het duidelijk dat de hoge concentraties voortkomen uit microbiële afbraakprocessen in het restveen, of eventueel ook via toestroming van lokaal of regionaal grondwater. Bij een natuurlijke successie vanuit laagveen kan van hieruit CO<sub>2</sub> aangevoerd worden. De beschikbaarheid van voldoende CO<sub>2</sub> is waarschijnlijk een belangrijke factor bij het dichtgroeien van diep open water (dieper dan ongeveer 50 cm) bij hoogveen-regeneratieprojecten (Paffen 1990; Money 1994; Wheeler & Shaw 1995; Lamers *et al.* 1999). Het bodemtype zal een belangrijke rol spelen, aangezien de microbiële activiteit sterk afhangt van de afbreekbaarheid van het organisch materiaal (veen). Hierover zijn echter nog geen gegevens beschikbaar.

Uit onderzoek in het Haaksbergerveen blijkt dat er in compartimenten met een drijftil met een vegetatie behorend tot het Erico-Sphagnetum magellanicum vrij ondiep (- 0.5 m) al sprake is van enige bicarbonaatbuffering. De hoogveenregeneratie start in het Haaksbergerveen via het opdrijven van restveen, waarop *Sphagnum cuspidatum*, *S. recurvum* en *Eriophorum angustifolium* zich vestigen. Bij proeven bleek dat stimulering van de afbraak en de productie van methaan (aardgas), door een licht bufferende invloed van bicarbonaat, al binnen twee maanden leidde tot drijftilvorming (Lamers *et al.* 1999). Door de slechte oplosbaarheid vormt het geproduceerde methaan gasbelletjes in het afgestorven veen, waardoor de dichtheid van de veenmassa sterk afneemt en deze kan gaan opdrijven. Onder strikt zure omstandigheden trad er geen drijftilvorming op en moest de waterlaag eerst dichtgroeien met *Sphagnum cuspidatum*. Onder veldcondities zal drijftilvorming in het dystrofe (sterk door humuszuren gekleurde) water alleen in ondiepe situaties of langzaam vanuit de randen optreden, in verband met de beschikbaarheid van voldoende licht. Een lichte invloed van gebufferd grondwater blijkt dus stimulerend te werken op de vorming van drijftilen. Bij te grote buffering wordt het veen echter in snel tempo afgebroken en treedt er een sterke eutrofiëring op, waardoor draadalgen gaan woekeren en er geen drijftil gevormd wordt. De aanvoer van hard water *in de toplaag* zal bij vernatting van een (voormalig) hoogveengebied dus leiden tot sterke eutrofiëring.

In de meeste hoogvenen in Nederland is echter nauwelijks of geen sprake meer van grondwaterinvloed. Zoals opgemerkt, was dit tijdens de natuurlijke successie in overgangsvennen (in zowel hoogvenen als heideverlandingsvenen) in het verleden wel het geval, zoals geïndiceerd wordt door het voorkomen van soorten als Veenbloembies (*Scheuchzeria palustris*) en Slijkzegge (*Carex limosa*). De gasproductie hangt in de huidige hoogveenrestanten met name af van het bodemtype. Dit is mogelijk een verklaring voor het feit dat hoogveenregeneratie in gebieden zonder rest- of overgangsvveen vaak moeilijk op gang komt. Het terugstorten van bonkaarde kan de vorming van drijftillen in veenputten vergemakkelijken (Paffen 1990; Joosten 1992). De rol van bodemtype en grondwaterkwaliteit in relatie tot hoogveenregeneratie vereist echter meer onderzoek. Hierbij dient ook een vergelijking gemaakt te worden tussen de bodemtypen in gebieden waarin de regeneratie goed verloopt en die in gebieden waarin over dezelfde periode nog weinig ontwikkelingen zichtbaar werden.



*Veenbloembies (Scheuchzeria palustris) is een hoogveensoort die in Nederland sterk is achteruitgegaan. Foto: Leon Lamers.*



*Slijkzegge (Carex limosa) is een hoogveensoort die in Nederland sterk is achteruitgegaan. Foto: Juul Limpens.*

### **Rol van de vegetatie**

Hoogveenvegetaties worden met name door veenmossen gedomineerd. Veenmossen zijn slecht afbreekbaar. Door de uitwisseling van protonen tegen andere positieve ionen beïnvloeden ze de waterkwaliteit. In poelen met veenmos is daardoor de concentratie aan positieve ionen lager dan in aangrenzende onbegroeide poelen. Het type vegetatie speelt een belangrijke rol in de snelheid van opname van nutriënten uit het water en de bodem. Met name in het groeiseizoen is een belangrijk deel van de voedingsstoffen opgeslagen in snelgroeiende biomassa, zoals in de hoogveenrestanten bij Pijpenstrootje. Bij vergelijking van gegevens over de (bodem)-waterkwaliteit is het moment van monstername dus belangrijk. Voor planten is een anaërobe wortelomgeving (rhizosfeer) ongunstig. Veel hogere planten in venen scheiden zuurstof uit via hun wortels (radiaal zuurstof verlies of ROL; Armstrong 1964; 1979). Hierdoor worden gereduceerde giftige verbindingen (zoals waterstofsulfide,  $H_2S$ ) onschadelijk gemaakt, maar wordt daarnaast ook de mineralisatie en nitrificatie gestimuleerd. Aan de andere kant kan het aanbod aan redox-gevoelige nutriënten, zoals fosfaat, juist verlaagd worden door ROL (Moore *et al.* 1994). Er is onvoldoende bekend hoe groot de invloed is van soorten als Berk (*Betula pubescens*), Pijpenstrootje en Pitrus (*Juncus effusus*) op de afbraak van veen en de beschikbaarheid van voedingsstoffen. Dit is met name van belang in verband met de sterke toename van deze soorten in veel Nederlandse hoogvenen. De afbraak kan hierbij zowel gestimuleerd worden via ROL als via de toegenomen beschikbaarheid van makkelijk afbreekbaar strooisel afkomstig van beide planten (Lamers *et al.* 2000).

### **Invloed van de fauna (zie ook Hoofdstuk 5)**

Vanwege het voorkomen van open water met pollen, berkenstobben of kienhout in veel Nederlandse hoogveenrestanten bestaat er het risico van guanotrofiëring. Een bekend voorbeeld is het Meerbaansblaak in Nationaal Park De Groote Peel, waarin

een kolonie Kokmeeuwen (*Larus ridibundus*) gevestigd is die voor een sterke voedselverrijking van het oppervlaktewater zorgt (Paffen 1990). Met name de concentratie aan fosfaat wordt sterk verhoogd door kokmeeuwenmest (Leentvaar 1967; Gould 1977). Daarnaast kunnen ook de concentraties aan macro-ionen en de pH verhoogd worden. Dergelijke ontwikkelingen kunnen de groei van veenmossen direct remmen. Door het verhoogde nutriëntenaanbod vindt er bovendien vaak een massale ontwikkeling van draadalgen plaats, waarbij veenmosgroei sterk geremd wordt (Paffen 1990). Ook in het Duitse Zwillbrocker Venn zorgt een kokmeeuwenkolonie voor eutrofiëring van het water en stagnatie van hoogveenvorming. De introductie van Amerikaanse hondsvij (Umbra pygmaea) in veenwateren, zoals massaal in de Peelvennen, heeft mogelijk geleid tot een verhoogde opwerveling en afbraak van sediment leidend tot vertroebeling en voedselverrijking. Over het al dan niet optreden van dit effect, bekend van karperachtigen in gebufferde wateren, zijn echter geen gegevens beschikbaar.



Voorbeeld van het effect van guanotrofiëring. Het paaltje wordt door veel vogels als zitplaats gebruikt en de verrijking door de uitwerpselen leidt tot een sterke groei van Pijpenstrootje (*Molinia caerulea*). Foto: Leon Lamers.

#### 4.3.3 (Bodem)waterkwaliteit en vegetatie

Bij de evaluatie van de vegetatie-ontwikkelingen in relatie tot de waterkwaliteit is het nodig om onderscheid te maken tussen bult-, slenk- en (verlandings)vegetaties in open water. Alleen al voor de pH-waarde kan het uitmaken of er binnen een bultvegetatie, in geëxtraheerd water of in de aanliggende poel gemeten wordt (Andrus, 1986). Over het algemeen zijn de verschillen tussen het bodemwater in bulten en slenken echter klein, tenzij de toevoer van stoffen lokaal verhoogd is (Van der Molen 1992; Kelly 1993). Het interstitiële water in veenbulten wijkt wat af, waarschijnlijk door de adsorptie van ionen aan het kation-adsorptiecomplex van de *Sphagnum*-soorten. Baaijens (1992) vond verschillen in de verhouding tussen één- en tweewaardige kationen bij vergelijking tussen verschillende *Sphagnum*-vegetaties. Deze verschillen kunnen mogelijk zijn ontstaan door verschillen in het vrijkomen van kationen door mineralisatie. Hij stelde dat het al dan niet voorkomen van soorten

afhankelijk is van deze verhouding. Aangezien tweewaardige kationen gemakkelijker dan eenwaardige gebonden worden (Kilham 1982; Andrus 1986) en er verschillen bestaan tussen de adsorptiecapaciteiten (Spearing 1972) en dichtheden van de verschillende soorten planten, is het echter ook mogelijk dat omgekeerd de vegetatie (mede)bepalend is voor de waterkwaliteit.

Er is onvoldoende bekend in hoeverre het voorkomen van *Sphagnum*soorten bepaald wordt door kwalitatieve aspecten anders dan de pH en de concentratie aan macro-ionen (geschat aan de hand van de elektrische geleiding). De meeste soorten komen alleen bij een pH tussen 3 en 5 voor. Bij een hogere pH (en hogere ionenconcentraties) vindt er teveel binding van kationen plaats, waardoor de plant niet meer in staat is de interne kationconcentraties te reguleren (Andrus 1986). Mogelijk zijn sommige soorten gevoeliger voor een groter aandeel aan tweewaardige, sterker bindende, ionen. Soorten als *Sphagnum palustre* en *S. squarrosum* komen over het algemeen bij een wat hogere pH voor, waardoor ze een (vooralsnog) ongeschikt habitat voor andere soorten kunnen indiceren. Over de koppeling met de nutriëntgehalten is weinig bekend.

Bij het gebruik van de termen oligo-, meso- en eutrofie wordt het voedingsstoffenaanbod nogal eens verward met de mate van basenaanrijking. Basenrijker water hoeft echter niet eutrofer te zijn; zuur water is niet per definitie oligotroof. Het oppervlaktewater in slenken en meerstallen van ongestoorde hoogvenen bevat over het algemeen slechts lage concentraties aan voedingsstoffen. Op grond hiervan (o.a. Streefkerk *et al.* in prep.; Van der Molen *et al.* 1994; metingen veldbezoek Ierse venen; 1996) en de in de literatuur gegeven waarden voor oligotrofie lijkt een streefwaarde voor ortho-fosfaat van  $< 0.5 \mu\text{mol l}^{-1}$  en voor  $\text{NH}_4$   $< 20 \mu\text{mol l}^{-1}$  redelijk (Vollenweider 1968; De Lyon & Roelofs 1986; Roelofs & Bloemendaal 1988; Grontmij 1993). Voor het bodemvocht is dit moeilijker te definiëren; het bodemvocht in Ierse venen lijkt echter beduidend armer aan ammonium (zie paragraaf 4.3, tabel 4.1). Fosfaat liet geen noemenswaardige verschillen zien. Het belang van een lage ammonium- dan wel fosfaatconcentratie voor de vegetatie hangt echter sterk af van welk van deze nutriënten limiterend is. Bij hoogveenvegetaties is zowel stikstof- als fosforlimitatie bekend; ook kalium kan limiterend zijn (zie Koerselman & Verhoeven, 1995). De verschillen in concentraties van van beide stoffen tussen locaties kunnen deels verklaard worden door verschillen in stikstof-input vanuit de atmosfeer (Aerts *et al.*, 1992).

Indicaties voor de trofiegraad, gebaseerd op het al dan niet voorkomen van soorten (mossen en hogere planten) in hoogveenmilieus (zie bijv. Aggenbach & Jalink 1996), zijn over het algemeen afgeleid uit de totale vegetatiesamenstelling en historische ontwikkelingen van de locatie, en niet op analyses van de nutriëntenbeschikbaarheid. Verder zijn er, zoals aangegeven (paragraaf 4.3.2.), indicaties voor verschuivingen in de soortensamenstelling onder invloed van verhoogde atmosferische depositie van met name stikstof.

In randvegetaties die beïnvloed worden door de omgeving van het veen vertoont het bodem- en oppervlaktewater een afwijkende kwaliteit wanneer er invloed is van gebufferd grondwater (door kwel, toestroming van gebufferd water of aanwezigheid van ondiepe bufferende bodemlagen). De pH, alkaliniteit en de ionenconcentratie liggen beduidend hoger (tabel 4.2), waardoor soorten voorkomen als Duizenknoopfonteinkruid (*Potamogeton polygonifolius*), Wateraardbei (*Potentilla palustris*) en Kleinste egelskop (*Sparganium natans*) (De Lyon & Roelofs 1986). Bij een grotere invloed van gebufferd grondwater kunnen bijvoorbeeld ook soorten als Riet (*Phragmites australis*) en Zwarte els (*Alnus glutinosa*) voorkomen.

In tabel 4.2 is het bereik aangegeven van enige waterkwaliteitsgegevens zoals gemeten in het oppervlaktewater van Nederlandse hoogveenrestanten. Deze tabel is niet uitputtend en dient alleen om een algemene indruk te krijgen. Alleen in hoogveenrestanten met grondwaterinvloed is sprake van een verhoogde pH, alkaliniteit en calciumconcentratie. De elektrische geleiding wordt hierdoor overigens nauwelijks verhoogd. Voor de concentraties aan ammonium en fosfaat is er in alle typen een grote spreiding. Het is nog onduidelijk in hoeverre deze bepalend zijn voor

de vegetatie-ontwikkelingen. Voor open water zonder substraat voor *Sphagnum* (met name wanneer dit dieper is dan 50 cm) is het ook noodzakelijk om de concentratie aan kooldioxide te bepalen. In tabel 4.3 worden enkele kwalitatieve bodemparameters gegeven die zijn gemeten in hoogveenvegetaties. Verder onderzoek naar de relatie tussen water- en bodemkwaliteit enerzijds en vegetatie anderzijds is zeer gewenst. Hierdoor kan informatie verkregen worden voor voorspellingen van de ontwikkelingen, met name bij hoogveenregeneratie en bij de nivellering die in latere successiestadia vaak optreedt. In laagveenvegetaties met hoogveenontwikkeling kan een waterkwaliteitsprofiel in de diepte inzicht geven in de ontwikkelingen.

Wanneer er sprake is van aanvoer van grondwater of oppervlaktewater, gestuurd door locale of regionale hydrologische processen, is het van belang om ook aan dit water kwaliteitsanalyses te verrichten.

Tabel 4.2 Bereik van een aantal chemische parameters van het oppervlaktewater in verschillende hoogvenen in Nederland (Bargerveen, Groote Peel, Mariapeel, Dwingelderveld, Pikmeeuwenwater; voor bronnen wordt verwezen naar de gebiedsbeschrijvingen in de bijlage). Voor het hoogveen met grondwaterinvloed zijn metingen van het Haaksbergerveen gebruikt.

|                                                                 | pH      | Alkalin.<br>( $\mu\text{eq l}^{-1}$ ) | $\text{CO}_2$ ( $\mu\text{mol l}^{-1}$ ) | Ca ( $\mu\text{mol l}^{-1}$ ) | Mg ( $\mu\text{mol l}^{-1}$ ) | K ( $\mu\text{mol l}^{-1}$ ) | Na ( $\mu\text{mol l}^{-1}$ ) | Cl ( $\mu\text{mol l}^{-1}$ ) | $\text{SO}_4$ ( $\mu\text{mol l}^{-1}$ ) | $\text{NH}_4$ ( $\mu\text{mol l}^{-1}$ ) | o- $\text{PO}_4$ ( $\mu\text{mol l}^{-1}$ ) | $\text{EC}_{25}$ ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ ) |
|-----------------------------------------------------------------|---------|---------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------|
| hoogveen-restanten en kleine veentjes zonder grondwater-invloed | 3.7-4.4 | 0-10                                  | 300-600<br>0                             | 20-80                         | 10-                           | 20-50                        | 15-30<br>0                    | 15-30<br>0                    | 20-400                                   | 0.2-100 <sup>1</sup>                     | 0.1-6.0 <sup>2</sup>                        | 50-100                                     |
| hoogveen met grondwater-invloed                                 | 3.5-5.9 | 50-300                                | 400-500                                  | 60-110                        | 30-40                         | 20-60                        | 10-20<br>0                    | 25-35<br>0                    | 50-60                                    | 60-80                                    | 0.3-2.0                                     | 50-60                                      |

<sup>1</sup>: Door peilwisselingen kan (met name in kleine putten) de concentratie aan ammonium sterk toenemen tot meer dan 200  $\mu\text{mol l}^{-1}$ .

<sup>2</sup>: In plassen met guanotrofiëring kan de (ortho)fosfaatconcentratie oplopen tot tientallen  $\mu\text{mol l}^{-1}$

Tabel 4.3    Overzicht van een aantal chemische parameters van het interstitiële bodemvocht op 10 cm diepte bij *Sphagnum*veen in Nederlandse hoogvenen (EC<sub>20</sub> in  $\mu\text{S cm}^{-1}$ , concentraties in  $\mu\text{mol l}^{-1}$ ), het totaal aan voedingsstoffen en de nutriëntenbeschikbaarheid ( $\mu\text{mol (kg dw)}^{-1}$ ). BAP = biological available ortho-phosphate (azijnzuur/acetaat-extract), P-water = waterextraheerbaar orthofosfaat,  $\text{NH}_4$  in zoutextract,  $\text{NO}_3$  en K in waterextract. De tabel is niet uitputtend en dient slechts als indicatie voor de waarden. Gegevens naar Koerselman & Verhoeven 1992; Koerselman et al. 1993; Lamers, ongepubliceerde gegevens.

| samenstelling bodemvocht:      |          | totaal aan voedingsstoffen:             |            |
|--------------------------------|----------|-----------------------------------------|------------|
| pH                             | 4.4-4.6  | N                                       | 500-1300   |
| EC <sub>20</sub>               | 40-110   | P                                       | 10-25      |
| Ca                             | 30-165   |                                         |            |
| Mg                             | 20-85    |                                         |            |
| K                              | 20-140   | <b>beschikbaarheid voedingsstoffen:</b> |            |
| Na                             | 175-630  |                                         |            |
| Cl                             | 675-2700 | BAP                                     | 765-2600   |
| SO <sub>4</sub>                | 30-135   | P-water                                 | 30-300     |
| NH <sub>4</sub>                | 2-215    | NH <sub>4</sub>                         | 590-21000  |
| NO <sub>3</sub>                | 0-3      | NO <sub>3</sub>                         | 110-500    |
| H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> | 0.3-1.3  | K                                       | 2900-25500 |

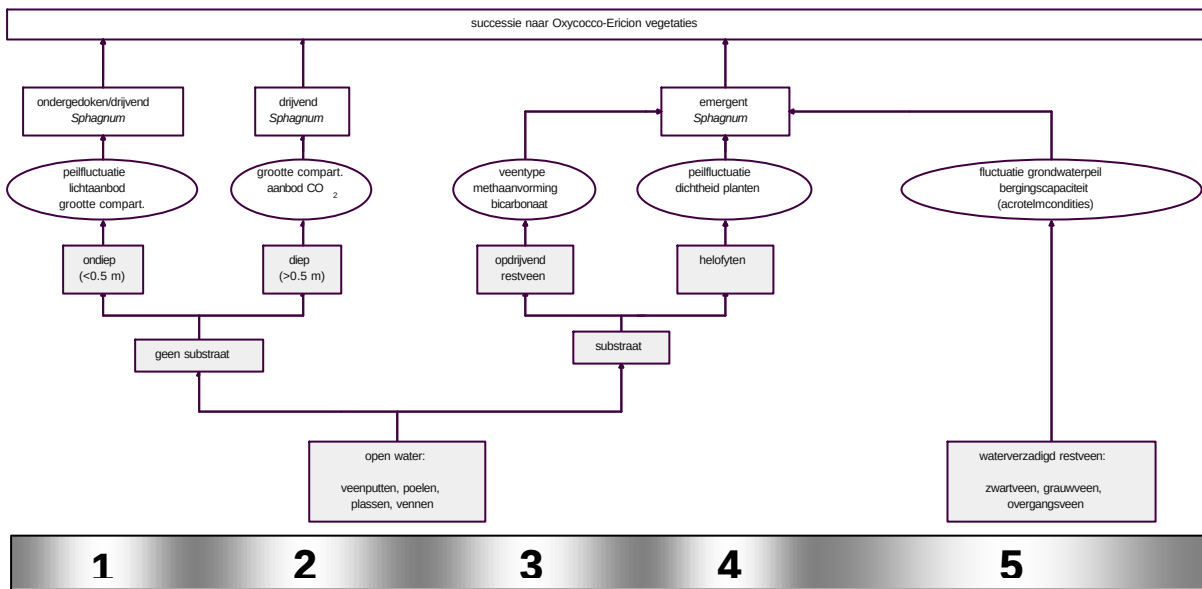
#### Conclusies

- Veenmossoorten bepalen in sterke mate de (bodem)waterkwaliteit in het hoogveenmilieu.
- Waarschijnlijk speelt bij hoogveenplanten naast het aanbod aan voedingsstoffen ook een aantal factoren dat de opname hiervan beïnvloedt een belangrijke rol. Met name de lage ionconcentraties, de lage pH en de natte omstandigheden maken het voorkomen van veel andere plantensoorten onmogelijk.
- Hoogvenen in Nederland worden met name bedreigd door verdroging en eutrofiëring. Verzuring speelt waarschijnlijk een marginale rol.
- De atmosferische depositie van stikstof en de beschikbaarheid van deze voedingsstof is hoog in de Nederlandse hoogvenen. De waarde ligt boven de voor hoogvenen kritieke grens van 5-10 kg ha<sup>-1</sup> j<sup>-1</sup>, waarbij op grond van internationale onderzoeksgegevens negatieve effecten verwacht worden. Het is echter onvoldoende bekend in hoeverre en op welke manier dit van invloed is op de vegetatiesamenstelling, met name op het optreden van ongewenste dominantie van Pijpenstrootje en berken in hoogveenvegetaties.
- Het is onvoldoende duidelijk waardoor de respons (in vegetatiesamenstelling) verschilt tussen hoogvenen met een ogenschijnlijk gelijke atmosferische depositie van stikstof.
- Bij de interpretatie van de kwaliteit van bodem en oppervlaktewater dient rekening gehouden te worden met historische gegevens over het menselijk gebruik van het veen.
- Niet alleen de aan- en afvoer van voedingsstoffen, maar ook interne processen, zoals afbraaksnelheid van veenmateriaal en opnamesnelheid van voedingsstoffen zijn bepalend voor de trofiegraad in hoogvenen.

- Het voorkomen van vogelkolonies heeft een ongunstige invloed op de ontwikkeling van hoogveenvegetaties. Het is onduidelijk welke invloed een massaal voorkomen van Oost-Amerikaanse Hondsvij heeft.
- Naast het nutriëntenaanbod speelt ook het koolstofaanbod een belangrijke rol in hoogveensystemen, daar deze van invloed is op de groei en het drijfvermogen van Waterveenmos. Een hoge kooldioxide-concentratie in het water stimuleert de vorming van drijvende levende matten van deze soort, doordat er zuurstofbelletjes gevormd worden.
- De snelheid van regeneratie door drijftilvorming (als gevolg van het opdrijven van restveen) wordt beïnvloed door de afbraaksnelheid van dit veen, waarbij methaan als 'drijfgas' fungeert. De snelheid van drijftilvorming wordt sterk bepaald door de waterkwaliteit; een lichte basenaanrijking stimuleert de afbraak en daarmee de methaanproductie.
- Er is weinig bekend over de rol van het bodemtype en de kwaliteit van het bodemwater bij de regeneratie van hoogveen en bij het herstel van hoogveenvegetaties. De samenstelling van water en bodem lijkt een belangrijke rol te spelen bij hoogveenregeneratie en het wisselende succes bij projecten die hierop gericht zijn.

## 4.4 Samenvatting van sleutelfactoren bij hoogveenherstel

De verschillende genoemde factoren, die een rol kunnen spelen bij de regeneratie en het beheer van hoogvenen in Nederland, zijn bijeen geplaatst in figuur 4.1. Dit schema moet gezien worden als een aanvulling op de tabellen, gegeven in het werk van Wheeler & Shaw (1995). Het schema dient gelezen te worden van beneden (uitgangssituaties) naar boven.



**Figuur 4.1** Schematische weergave van de factoren die, op grond van het literatuuronderzoek en de veldbezoeken, een belangrijke rol lijken te spelen bij de regeneratie en het beheer van hoogvenen. De verschillende uitgangssituaties, zoals die in Nederland aangetroffen worden, zijn onderin het schema aangegeven:

1. ongebufferd ondiep water (<0.5 m);
2. ongebufferd diep water (>0.5 m);
3. opdrijvend veen (waaronder ook laagveenkraggen);
4. open water met helofyten (met name *Pitrus*);
5. waterverzadigd restveen.

De ontwikkeling vanuit laagveen is hierin weergegeven vanaf het verzurende (atmotrofiërende) kraggenstadium. Het schema is met name bedoeld om te illustreren dat er per uitgangssituatie verschillen kunnen bestaan in sleutelfactoren (aangegeven in de ellipsen). Voor alle situaties geldt, dat externe en interne bronnen voor aanrijking met ionen, waaronder nutriënten, een belangrijke rol spelen bij de vegetatie-ontwikkelingen. Bovendien moet aan de randvoorwaarde voldaan zijn, dat de concentraties aan basen in het water of in bovenlaag van het veen, en daarmee de pH, voldoende laag zijn.

## 5 Fauna in intact hoogveen en hoogveenrestanten

Hans Esselink  
Stichting Bargerveen  
P/a Afdeling Milieukunde Universiteit Nijmegen (KUN)  
Postbus 9010, 6500 GL Nijmegen

### 5.1 Ontwikkeling begrippenkader

#### 5.1.1 Inleiding

Het onderzoek naar de invloed van de VER-factoren (verzuring, vermessing en verdroging) enerzijds en effecten van herstel-, beheers- en inrichtingsmaatregelen anderzijds op veranderingen in vegetatiesamenstelling hebben de laatste decennia grote aandacht gekregen en hebben veel kennis opgeleverd. Daarnaast kent het vegetatiekundig onderzoek een lange traditie die van belang is voor het bepalen van historische referenties. In het VER-onderzoek is voor een proces- en systeemecologische benadering gekozen. Opgedane kennis moet leiden tot effectgerichte maatregelen gericht op herstel van standplaatscondities zodanig dat oorspronkelijke plantensoorten of plantengemeenschappen zich (weer) kunnen vestigen. Succes wordt vooral afgemeten aan het herstel van de oorspronkelijke abiotische condities en de terugkeer van plantensoorten uit de Rode Lijst (Doelsoorten).

Onderzoek naar effectgerichte maatregelen in het kader van OBN (daarvoor EGM) kenden, op een enkele uitzondering na (onder andere: Leuven en Schuurkens 1985; van Kleef & Felix 1996), geen faunacomponent (van der Burgh & Brouwer 1994). Dit betekent dat de effecten, hetzij positief dan wel negatief, van genomen maatregelen voor de fauna niet onderzocht zijn. Met name bij grootschalige maatregelen kunnen negatieve gevolgen voor de fauna optreden. Het preadvies OBN-hoogvenen is het eerste preadvies waarin de faunacomponent integraal is opgenomen. Daarnaast is een preadvies over de fauna voor andere ecosystemen geschreven, waaraan reeds langer in het kader van OBN onderzoek wordt uitgevoerd en waarin effectgerichte maatregelen worden toegepast (Bink *et al.* 1998). Verder is de faunacomponent opgenomen in het preadvies Stufzanden (Bakker *et al.* 2001) en in het preadvies Laagvenen (Lamers *et al.* 2001). Tenslotte vindt de bureaustudie 'Inhaalslag Fauna' plaats om de kennisachterstand ten aanzien van de fauna in te halen, waarbij inmiddels een voorlopig rapport is verschenen (Bosman *et al.* 1999). De hier gesignaleerde achterstand ten aanzien van de fauna is overigens niet beperkt tot OBN. Deze historisch gegroeide situatie rechtvaardigt een inleiding over oorzaken en gevolgen van deze achterstand en over de wijze waarop een integrale benadering, waar alle disciplines deel van uit maken, tot stand zou kunnen worden gebracht.

#### 5.1.2 Oorzaken achterstand in kennis

Een aantal factoren, zowel historisch gegroeid als voortkomend uit de grote complexiteit van de fauna, zijn verantwoordelijk voor de geconstateerde achterstand. Ten aanzien van de ongewervelde fauna is de achterstand extra groot.

#### Oorzaken:

- Lang heeft de gedachte geheerst, dat herstel van de vegetatie automatisch leidt tot herstel van de fauna. In het beheer kreeg hierdoor monitoring van de fauna geen prioriteit.
- Het aantal taxonomische groepen en soorten is zeer groot. Het aantal betrokken deskundigen, zowel professioneel als vrijwillig, is omgekeerd evenredig met het aantal soorten uit een taxonomische groep (van Nieukerken & van Loon 1995).
- Kennis over autoecologie, biotoopeisen, voedselketenrelaties en verspreiding van soorten uit de meeste evertebraten-groepen is fragmentarisch. Een uitzondering hierop vormen de dagvlinders (Bink 1992) en in mindere mate libellen, sprinkhanen loopkevers en watermacrofauna. Over zoogdieren en de herpetofauna is meer bekend. Vogels genieten een zeer grote belangstelling.
- Het ontbreken van een historisch referentiekader van de meeste faunagroepen. Ook tot op heden wordt nog niet de uitgangssituatie vastgelegd, voordat een bepaald beheer wordt ingesteld of herstelmaatregelen worden uitgevoerd. Hierdoor zijn de effecten van de VER-factoren op de fauna grotendeels onbekend.
- Het ontbreken van gestandaardiseerde monitoringstechnieken, die landelijk worden toegepast. Uitzondering vormen vogels en recentelijk ook dagvlinders, libellen en de herpetofauna (Ketelaar & Plate 1999).
- Zelfs binnen Nederland zijn areaalgrenzen aanwezig. Zo komen een aantal libellensoorten (Bos & Wasscher 1997) en zweefvliegsoorten (Barendregt 1991) alleen in de zuidelijke provincies voor.
- Het complex van ruimte- en tijdgebruik. Hierbij doet zich het probleem van schaal voor. Sommige soorten volbrengen hun levenscyclus op een vierkante meter, terwijl andere soorten hiervoor vierkante kilometers en sommige vogelsoorten zelfs de halve wereld nodig hebben. In de levenscyclus van een soort komen meerdere levensstadia voor (bijvoorbeeld bij veel insecten ei-larve-pop-imagostadium). Elk levensstadium stelt zijn eigen eisen aan één of meerdere, vaak ruimtelijk gescheiden, standplaatstypen met de daarbij behorende vegetatiesamenstelling en vegetatiestructuur. Dit standplaatstype moet dus op een bepaald moment in de tijd voorhanden zijn en een bepaalde omvang hebben. Binnen één levensstadium kunnen meerdere standplaatstypen een vereiste zijn (bijvoorbeeld: meerdere foerageerbiotopen, overwinteringsbiotopen, rust- en slaapplekken, *et cetera*).
- Behalve door de beschikbaarheid van één of meerdere standplaatstypen in ruimte en tijd wordt het voorkomen van een soort verder bepaald door relaties met andere soorten (predatie, concurrentie en voedselketen). Het standplaatsconcept, zoals gehanteerd voor plantensoorten op basis van fysische en chemische standplaatsfactoren, kan dus niet gebruikt worden voor de fauna. Daarnaast heeft de fauna over het algemeen een grotere mobiliteit; planten vliegen, lopen, rennen, kruipen, springen niet en zwemmen niet weg.
- Het grotendeels ontbreken van een proces- en systeemecologische benadering in het faunaonderzoek. Twee belangrijke onderzoeken naar dagvlinders (Bink 1992) en bodemarthropoden (Siepel 1994) vormen hierop een uitzondering. Inrichting en beheer gericht op de fauna hebben vaak een soortgericht karakter (vogels, zoogdieren en soms herpetofauna), worden meestal niet geïntegreerd met het vegetatiebeheer en hebben vaak een ad hoc-karakter. Streefbeelden en doeltypen ten aanzien van faunagezelschappen ontbreken meestal in beheersvisies en beheersplannen.



Voorbeeld van één van de standplaatstypen in een intact veensysteem:  
Voortplantingshabitat van de Hoogveen glanslibel (*Somatochlora arctica*), gelegen op de rand van de hoogveenkern Kuresoo in Soomaa, een hoogveenreservaat in Estland. Aan de rand is een lichte aanrijking met mineralen en er vindt oppervlakkige afstroming plaats. Foto: Gert-Jan van Duinen.

### 5.1.3 Gevolgen achterstand in kennis

Recent heeft zich duidelijk een kentering afgetekend in de manier waarop met de kennisachterstand van de fauna wordt omgegaan. Dit blijkt uit het integraal opnemen van een faunacomponent in verschillende pre-adviezen zoals hierboven reeds is genoemd. Daarnaast is er ook een deskundigenteam fauna (hierna DT-fauna genoemd) samengesteld uit deskundigen van verschillende diergroepen en terreinbeheerders. DT-fauna is daarom een bundeling van faunistische kennis en kan gezien worden als een denktank voor faunistisch onderzoek. Daarnaast is het een belangrijk adviesorgaan voor de effecten van de VER-factoren op de fauna, waarbij via de terreinbeheerders een directe terugkoppeling naar het beheer wordt gewaarborgd. Ten slotte hebben vele vragen vanuit het beheer er ook toe bijgedragen dat er in OBN-onderzoek meer aandacht voor de fauna is. Het (nog) niet uitgekristalliseerd zijn van een geïntegreerde methodiek en begrippenkader doet zich echter gelden. Dit heeft een aantal gevolgen:

- Maatregelen gericht op de fauna zijn vaak een reactie op geconstateerde ontwikkelingen. Een voorbeeld hiervan zijn de genomen hydrologische maatregelen na de vestiging van broedende soorten als Zwarte stern (*Chlidonias niger*), Geoorde fuut (*Podiceps nigricollis*), Dodaars (*Tachybaptus ruficollis*) en de aanwezigheid van pleisterende steltlopers op het Steltlopersven en Aan 't Elfde in de Groote Peel. Onbekend is of dit biotoop een *sink* vormt voor de zeldzame broedende watervogels (Zie ook paragraaf 5.5.4). Door de genomen maatregelen verdroegen de hoger gelegen compartimenten (Van Deursen *et al.* 1989). Hierdoor is er sprake van conflicterende doelstellingen (hoogveenregeneratie versus behoud zeldzame watervogels).
- Vaak zijn de randvoorwaarden, waaraan maatregelen moeten voldoen en de effectiviteit van ingezette maatregelen nog onvoldoende bekend. Een voorbeeld hiervan is het randenbeheer ten behoeve van de entomofauna.

- Zeker voor hoogvenen geldt dat binnen Nederland geen intacte grote gebieden meer voorhanden zijn. Een historisch referentiebeeld van de fauna ontbreekt geheel en is dus binnen Nederland ook niet meer op te stellen. Van broedvogels is recent een referentiekader verschenen dat vooral gebaseerd is op de huidige broedvogelverspreiding (Sierdsema 1995). Broedvogels worden in dit rapport ingedeeld naar broedvogelgemeenschappen, oecologische vogelgroepen, kenmerkende soorten per terreintype en mate van 'veeleisendheid'. Het referentiebeeld (kenmerkende soorten) dat zo voor hoogvenen ontstaat is dat van een mozaïekachtig hoogveenlandschap dat ontstaan is door drooglegging, groot- en kleinschalige vervening en historisch landgebruik, maar ook door de ingezette vernattingsmaatregelen (aanleg dammen) en het gevoerde beheer. Hierdoor ontstaat een combinatie van soorten kenmerkend voor degraderend hoogveen (bijvoorbeeld de Geelgors, *Emberiza citrinella*), intact hoogveen (bijvoorbeeld de Goudplevier, *Pluvialis apricaria*) en veel soorten die profiteren van de herstelmaatregelen en het gevoerde beheer (bijvoorbeeld de Grauwe klauwier, *Lanius collurio*). Veel van deze soorten behoren eigenlijk tot de oorspronkelijke laggzones, overgangsvenen en het aangrenzende landschap (bijvoorbeeld laagveen, heidelandschap, kleinschalig cultuurlandschap). Ook in de ecosysteemvisie (Van Wirdum 1993a), het natuurdoeltypensysteem (Bal *et al.* 1995) en het subdoeltypensysteem (Schipper 1994) kan dit probleem voor zowel vogels als andere dieren worden herkend. In het natuurdoeltypensysteem (Bal *et al.* 1995) en het subdoeltypensysteem (Schipper 1994) zijn naast streefbeelden voor plantensoorten en vegetatietypen voor het eerst ook streefbeelden voor de fauna per terreintype geformuleerd. Een eerste probleem dat hierbij optreedt is reeds hiervoor besproken. De bruikbaarheid wordt verder beperkt doordat in streefbeelden zowel soorten (vaak zeer zeldzame), als gehele taxonomische groepen (bijvoorbeeld libellen, loopkevers, spinnen) door elkaar worden gebruikt. Zowel voor soorten als voor gehele taxonomische groepen geldt dat niet duidelijk is waarom deze wel bij het ene terreintype maar niet bij een ander geschikt terreintype worden vermeld. Verder zijn veel taxonomische groepen buiten beschouwing gelaten.

Ondanks genoemde problemen is het zeer belangrijk dat deze eerste aanzetten zijn gedaan om de fauna op te nemen in doelstellingen voor natuurbeheer en -herstel. Het maakt echter tevens duidelijk dat een goede conceptuele benadering voor de fauna in natuurbeheer en -herstel nog ontwikkeld moet worden. Een belangrijke voorwaarde om tot een integrale benadering te komen is dat aansluiting gevonden kan worden bij het op vegetatie gerichte beheer en onderzoek.

#### **5.1.4 Indeling fauna**

Elke soort heeft zijn eigen eigenschapsprofiel. Een profiel wordt gebaseerd op een aantal eigenschappen die kwantitatief te meten zijn, zoals groeisnelheid van de juvenielen, levensduur van de adulten, trekgedrag, reproductie, gevoeligheid voor extreme (klimatologische) omstandigheden en variatie of aanpassing in de ontwikkeling die voor de populatie een vorm van risicospreiding betekenen in het overleven van stochastisch optreden ongunstige periodes (Bink *et al.* 1998). Door de verscheidenheid aan soorten met elk een eigen eigenschapsprofiel kan het beheer niet gebaseerd kan zijn op een benadering per soort. Indeling van soorten naar typen van milieurelaties waarmee men in de praktijk geconfronteerd wordt kan daarom zeer waardevol zijn voor het faunabeheer.

Hieronder volgt een korte samenvatting van een aantal gehanteerde indelingen. Hierbij is dankbaar gebruik gemaakt van het voorwerk door Bink (1992) en Bink *et al.* (1998).

### **Indeling naar landschapsonderdelen (Samways 1994)**

In een natuurlijk landschap zijn de soorten verdeeld over:

- dominante vegetatietype → matrix-bewoners
- pleksgewijs optredende variatie → patch-bewoners
- lintvormige landschapseenheden → corridor-bewoners
- grensmilieus → edge- of ecotone-bewoners

In de levenswijze, voedselbronexploitatie en migratie komen deze verschillen in gebruik van landschapsonderdelen tot uiting. Stabiliteit van het landschapsonderdeel leidt tot plaatstrouwe soorten en dynamiek (verstoring) tot migrerende pionierssoorten. Plaatstrouwe soorten vormen min of meer stabiele populaties en pionierssoorten fluctueren sterk in populatieomvang.

### **K- en r strategen (o.a. MacArthur & Wilson 1967)**

Deze indeling is gebaseerd op populatiedynamische eigenschappen van diersoorten: Door een terugkoppelingsmechanisme is bij K-strategen de reproductie afgestemd op het vormen van een stabiele populatiedichtheid en wordt de draagkracht (K) niet overschreden. Het zijn soorten van stabiele, soortenrijke en complexe levensgemeenschappen.

De r-strategen maximaliseren hun reproductie (r). Overbevolking en decimering wisselen elkaar af. Ze hebben vaak een nomadische levenswijze en zijn minder goed aangepast aan complexe levensgemeenschappen.

Het doel van deze indeling is causale verbanden te leggen tussen eigenschappen van de soort en het type milieu waarin deze kan leven. Vergelijkbaar is het indelingsconcept naar C-S-R strategieën (Grime 1979). Competitors zijn soorten van soortenrijke levensgemeenschappen, Stress-tolerators van extreme en Ruderals van dynamische milieutypen.

### **Faunagemeenschappen (onder andere Bink 1992, Verdonschot 1990)**

Op basis van cluster- en ordinarie analyses wordt de fauna ingedeeld in syntaxonomische groepen. Hierbij is de classificatie gebaseerd op het samen voorkomen van soorten. Verondersteld wordt dat de indeling in deze gezelschappen veroorzaakt wordt door verschillen in milieuvariabelen en omgevingsfactoren. Deze in de vegetatiekunde algemeen gehanteerde methode wordt in het faunaonderzoek minder gebruikt. Individuele dieren zijn niet honkvast en leven meer in populatieverband. Daarnaast is dit indelingsstelsel niet gebaseerd op de causale relaties tussen soorten en hun omgeving. Soorten binnen de gezelschappen kunnen dan ook zeer verschillend reageren op veranderingen van de omgeving.

### **Indeling naar levensstrategieën (Bink & Siepel 1986, Bink 1992, Siepel 1994)**

Dit indelingsconcept is gebaseerd op verschillen in eigenschapsprofielen per stadium in de levenscyclus van soorten (verschillen in levensstrategie). Dit systeem biedt waarschijnlijk de beste mogelijkheden voor het onderzoeken van de causale relaties tussen milieutypen en het voorkomen van soorten en zijn omgeving. De volgende eigenschappen worden in een levensstrategie per levensstadium beschreven:

- waarvan afhankelijk
- waartegen bestand
- waartoe in staat

Binnen een groep van vergelijkbare soorten kan aangegeven worden of een bepaalde eigenschap zwak, of juist sterk ontwikkeld is. De combinatie van eigenschappen die sterk ontwikkeld zijn, verschaffen inzicht in de prestaties die de dieren kunnen leveren binnen een ecologische context, terwijl de combinatie van zwak ontwikkelde eigenschappen aanknopingspunten biedt om de 'bottleneck' op te sporen. Deze kennis maakt het mogelijk effecten van beheer en van milieu-aantastende factoren op het voorkomen van soortsgroepen te analyseren. Uitwerking van deze methode is uitgevoerd voor de taxonomische groepen dagvlinders en bodemarthropoden (Bink & Siepel 1986, Bink 1992, Siepel 1994). Met de indeling naar levensstrategieën kunnen bij vlinders relaties worden gelegd met vegetatiekarakteristieken, beheer (bijvoorbeeld het tijdstip van maaien) en ruimtelijke aspecten. Met zulk een indeling kunnen bij bodemarthropoden vooral relaties worden gelegd met processen, zoals de strooiselafbraak. Dagvlinders zijn dieren die uitsluitend volgend zijn in vegetatie-ontwikkelingen, de bodemarthropoden zijn daarin mede sturend.

Naast dagvlinders en bodemarthropoden zijn wel voor meer faunagroepen de soorten ingedeeld naar levensstrategieën, maar een uitwerking die handvatten biedt voor het beheer heeft nog niet plaatsgevonden.

#### **Biologische groepen (Bink 1992)**

Dit is een eenvoudigere indeling naar levenscycli. Voor vlinders is deze indeling gebaseerd op overwinteringswijze, aantal generaties per jaar, groeisnelheid van rupsen en wijze van afzetten van eieren (Bink 1992). Met deze indeling kunnen relaties worden gelegd tussen het voorkomen van vlindersoorten en de groeicyclus van de vegetatie. Met deze informatie kan het maaibeheer beter worden afgestemd op het voorkomen van vlindersoorten. Zo kan worden nagegaan wanneer en hoe het beste gemaaid kan worden om zo min mogelijk schade aan de vlinderpopulatie toe te brengen. Ook voor loopkevers bestaat een gelijksoortige indeling (Thiele 1977).

#### **Voedselgilden (onder andere Bink 1992, Siepel 1996, Bergers 1991)**

Indeling naar voedselgilden kan gebaseerd zijn op voedselbronexploitatie. Een gilde wordt gedefinieerd als een groep dieren die een overeenkomstige voedselbron exploiteert en deze op vergelijkbare wijze benut. Indeling van soorten in gilden vindt in het algemeen plaats per taxonomische groep. Bij een kleine taxonomische groep kan dit een beschrijving per soort betekenen. Bij onderzoek naar de voedsel生态学 van riviervissen (Bergers, 1991) zijn 13 voedselgilden onderscheiden. Hierbij was de biotoop belangrijk voor de aanwezigheid van het voedseltype. Daarnaast verschilde de voedselvoorkeur binnen één vissoort met de lengte, waardoor verschillende lengteklassen in verschillende voedselgilden zijn ingedeeld. Aantastingen of maatregelen die de beschikbaarheid van een voedselbron veranderen, zullen invloed hebben op alle soorten levensstadia die behoren tot het desbetreffende gilde. Daarnaast worden soorten ook wel ingedeeld naar de wijze waarop zij hun voedsel vergaren (voor watermacrofauna: Cummins 1973). Dit is ook voor hoogveenmacrofauna (de Leeuw, 1986) uitgevoerd. Met name structuurverandering van de biotoop kan er toe leiden dat een voedselbron nog wel aanwezig, maar niet meer beschikbaar is voor een bepaalde wijze van voedsel vergaren.

Een heel globale indeling van voedselwebben is op basis van functionele groepen die in een keten betrokken zijn. Zo wordt een voedselketen onderscheiden die achtereenvolgens bestaat uit primaire producenten (planten), herbivoren, carnivoren eerste orde, carnivoren tweede orde, etc. Een tweede voedselketen bestaat uit detritus (dood organisch materiaal), detritivoren, carnivoren, *et cetera*. Er bestaan natuurlijk veel dwarsverbanden tussen beide ketens en de verschillende trofieniveaus (voedselniveaus) gaan geleidelijk in elkaar over.

#### **5.1.5 Toepassing indelingsconcepten**

Indeling van de fauna in oecologische groepen kan gebaseerd zijn op een groot aantal zaken (zie hierboven). Wilson (1999) geeft een overzicht van de bestaande indelingen voor dieren en planten en maakt hierbij een indeling in alfa- en bèta groepen. Soorten die behoren tot eenzelfde alfagroep maken gebruik van dezelfde 'resources' en hebben de neiging niet samen voor te komen. Soorten van dezelfde bètagroep komen in eenzelfde milieutype voor. Onderscheid tussen de alfagroepen wordt gemaakt binnen een levensgemeenschap (kleinere schaal), terwijl onderscheid tussen bètagroepen een onderscheid tussen levensgemeenschappen (grotere schaal) inhoudt. Diersoorten kunnen echter niet alleen begrepen worden in termen van omgevingscondities en benodigde 'resources', ook de vraag waar diersoorten toe in staat zijn (in termen van verspreidingsvermogen, aantal nakomelingen *et cetera*) is belangrijk. Het opstellen van een ecologische indeling van diersoorten op grond van hun milieurelaties is dan ook ingewikkelder dan voor plantensoorten. De beste wijze waarop soorten kunnen worden ingedeeld is afhankelijk van het te bereiken doel. Hierbij kunnen twee indelingsprincipes worden onderscheiden (Bink *et al.* 1998):

- correlatief: in welke milieutypen treedt de soort op
- causaal: over welke eigenschappen beschikt de soort om onder bepaalde milieumomstandigheden te kunnen leven

Correlatief (vergelijkend) onderzoek geeft een beeld van het voorkomen dan wel afwezig zijn van soorten en de mogelijke oorzaken daarvan. Een vergelijking tussen bijvoorbeeld gestoorde en ongestoorde milieutypen (mogelijk een buitenlandse referentie) spoort ontbrekende soorten of groepen op (er moet wel rekening worden

gehouden met areaalverschillen). Tevens kan dit aanwijzingen opleveren voor mogelijke oorzaken voor het ontbreken dan wel marginaal voorkomen van soorten of groepen (*bottlenecks*). Correlatief onderzoek biedt geen causale verklaringen. Door correlatief onderzoek te combineren met autecologische gegevens kunnen wel uitspraken worden gedaan over causale relaties.

Als uitgangspunt voor een ecologische indeling van diersoorten kan een gemeenschappelijk kenmerk dienen zoals:

- preferent milieutype (een correlatief verband)
- voedingswijze (relatie met voedselbronnen en foerageerplaatsen)
- levenscyclus (relatie met seizoensgebonden levensfasen)
- populatiedynamisch gedrag (relatie met voorkomen in tijd en ruimte).

Deze vier typen van kenmerken zijn niet onafhankelijk van elkaar. Het is belangrijk om bij het opstellen van indelingen eenduidige beslisregels toe te passen.

Bij de verschillende causale benaderingen vindt indeling plaats op basis van de bovenstaande vier typen van oecologische kenmerken. Bij de indeling naar levensstrategieën worden deze kenmerken zo goed mogelijk geïntegreerd en deze indeling is het beste bruikbaar voor het opsporen van causale verbanden. Deze strategie wordt ook toegepast in de bureaustudie "Inhaalslag OBN-Fauna". Een probleem dat bij deze studie is ondervonden is echter wel dat men snel op soortsniveau belandt doordat de kenmerken te soortspecifiek zijn.

De indeling naar levensstrategieën lijkt goed bruikbaar voor zowel het opsporen van oorzaken bij het verdwijnen van soorten en groepen als voor inrichting en beheer. Bij het analyseren van het uitvallen van oecologische groepen bij bodemarthropoden is hier succesvol gebruik van gemaakt (Siepel 1996).

Een ecologische indeling op basis van voedingswijze (en de relatie met voedselbronnen) is gebruikt voor de Grauwe klauwier (*Lanius collurio*) (Esselink *et al.* 1994, 1995, 1998). Uit vergelijkend onderzoek blijkt dat de Grauwe klauwier een grote insectendiversiteit nodig heeft, zodat gedurende het gehele seizoen voldoende voedselaanbod is om een broedsel groot te brengen.



*Mannetje van de Grauwe klauwier (Lanius collurio) op het nest. Van deze soort, die landelijk achteruitgaat, broeden jaarlijks een groot aantal paren in het Bargerveen. Dit hangt samen met het voedselaanbod in het Bargerveen. Foto: Jan Kuper.*

Bij de beschrijving van de fauna in hoogvenen kan nog maar zeer beperkt op causale relaties teruggerept worden. Hiervoor is eerst een meer algemeen inzicht vereist. De aanpak van het fauna-onderdeel van het OBN-onderzoek aan hoogvenen is daarom in eerste instantie gericht op het vinden van correlatieve verbanden. Hierbij worden verschillende onderdelen van hoogveenrestanten met elkaar vergeleken om de effecten van verschillende beheers- en inrichtingsmaatregelen te onderzoeken. Daarnaast worden vergelijkingen gemaakt met buitenlandse referentiegebieden om inzicht te verkrijgen in de mate waarin de fauna in de Nederlandse hoogvenen afwijkt van de kenmerkende fauna van een intact hoogveensysteem. Wel zal mede met behulp van autoecologische informatie zoveel mogelijk op causale verbanden worden

teruggegrepen ter verklaring van de geconstateerde variatie in soortensamenstelling, van de relatie tussen het voorkomen van diersoorten en (a)biotische condities van hoogveenkern, lagzone en aangrenzend landschap en ter beantwoording van de vraag wat 'kenmerkende' hoogveensoorten zijn.

De indeling naar levensstrategieën biedt handvatten voor het natuurbeheer. De mate van aantasting van een terrein en het succes van herstelmaatregelen wordt nu vaak uitgedrukt in afname en toename van Rode-lijst of doelsoorten. Met dit type vergelijkend, correlatief inventariseren (een momentopname) zijn de mogelijkheden van het aangeven van een toestands- of procesindicatie erg beperkt. Het gebruik van ecologische groepen, zoals bij de indeling in levensstrategieën, ondervangt het probleem dat een inventarisatielijst van een concreet terrein een onhanteerbare brei van namen is waarbij niet duidelijk is welke ecologische relaties er spelen. Aandacht voor doelsoorten is meestal ook niet voldoende om vanuit beleids- en beheersoptiek greep te kunnen houden op ontwikkelingen in de terreinen. Daarnaast is het dan tevens mogelijk om ook negatieve ontwikkelingen te signaleren aan de hand van toename van soorten. Met behulp van ecologische groepen zijn achteruitgangs- en herstelprocessen van terreinen te beschrijven; in het laatste geval kunnen dan ook soorten aangegeven worden die als voorbodes van doelsoorten optreden.

Het is belangrijk dat een indelingsconcept is gebaseerd op ecologische relaties en ook aansluiting vindt bij reeds bestaande indelingsconcepten zoals die uit de vegetatiekunde.

Als basis voor de indeling van milieutypen kan van de vegetatiekundige classificatie gebruik worden gemaakt. Dit leidt er toe dat een milieutype kan bestaan uit één vegetatietype (standplaats), meerdere typen (landschap) of een set van alternatieve vegetatietypen. Het al dan niet voorkomen van soorten of groepen wordt echter niet uitsluitend veroorzaakt door de vegetatiesamenstelling, maar hangt vooral samen met de mate waarin één of meerdere oecologische relaties in tact zijn. Hierdoor is er slechts beperkte aansluiting mogelijk bij de vegetatiekundige indelingen. De conclusie is dan ook dat er nog geen éénduidig indelingsconcept voor de fauna mogelijk is.

#### Conclusies

- Er is nog weinig bekend over de factoren die de hoogveenfauna aantasten. Ook over de effecten van inrichting en beheer op de fauna bestaat nog een grote achterstand in kennis. Deze achterstand wordt onder meer veroorzaakt door het zeer grote soortenaantal, complexe gebruik van tijd en ruimte door soorten, schaafeffecten en complexe oecologische relaties van soorten onderling. Vooral van veel evertibrate soorten ontbreekt autoecologische kennis.
- Deze kennisachterstand heeft tot gevolg dat een begrippenkader en een goede conceptuele benadering ontbreken in het faunabeheer. Aansluiting bij het standplaatsconcept uit de vegetatiekunde is slechts zeer beperkt mogelijk. Verder ontbreken gestandaardiseerde monitoringprogramma's voor veel faunagroepen alsmede (historische) referentiebeelden.
- Fauna is over het algemeen geen uitgangspunt bij inrichting en beheer. Faunabeheer vindt hierdoor veelal op ad-hoc basis plaats. Faunastreefbeelden en vegetatiestreefbeelden hoeven niet altijd te sporen.
- Bij de ontwikkeling van indelingsconcepten doet zich een aantal problemen voor waardoor er nog geen éénduidig indelingsconcept voor de fauna bestaat. Correlatief onderzoek geeft een beeld van het voorkomen dan wel afwezig zijn van soorten en aanwijzingen voor de mogelijke oorzaken daarvan, maar geeft geen causale verklaringen. Een indelingsconcept gebaseerd op oecologische relaties maakt het wel mogelijk causale verbanden te leggen tussen eigenschapsprofielen van soorten/groepen en het milieu waarin ze voorkomen. De verschillende oecologische kenmerken zijn echter niet onafhankelijk van elkaar. Het is belangrijk om bij het opstellen van indelingen éénduidige beslisregels toe te passen. Een indeling op basis van levensstrategieën biedt de beste mogelijkheden. Dit indelingsconcept is inmiddels alleen voor dagvlinders en bodemarthropoden toegepast. Daarnaast is het echter ook belangrijk dat aansluiting gezocht wordt bij bestaande classificatiesystemen zoals die uit de vegetatie. Dit is echter slechts in beperkte mate mogelijk.

## 5.2 Fauna van het hoogveenlandschap

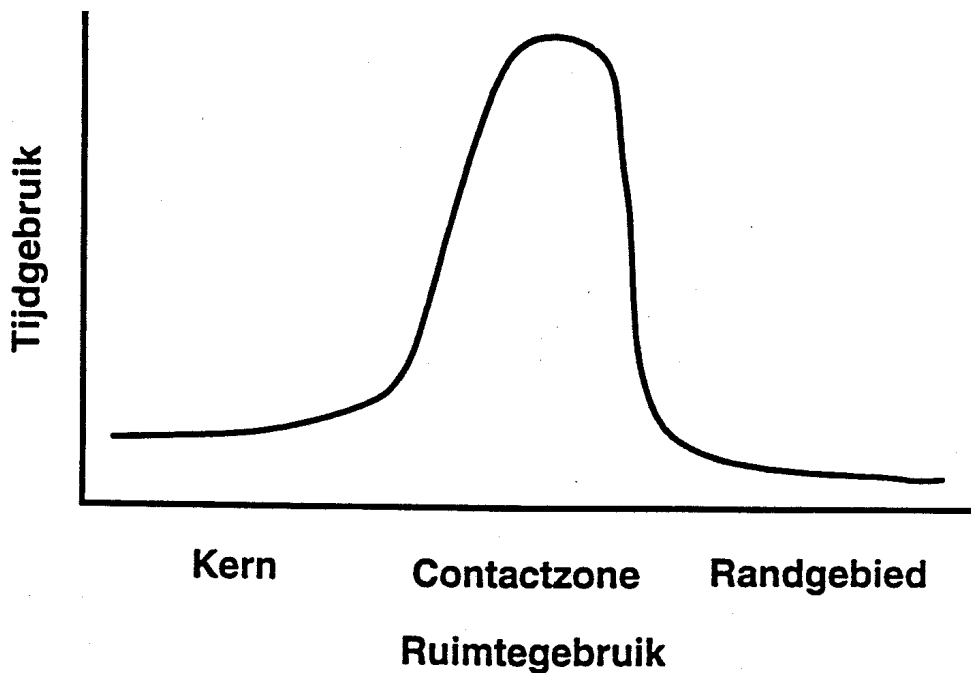
### 5.2.1 Hoogveenmilieu en kenmerkende soorten

De huidige landschapsopbouw van de Nederlandse hoogveenrestanten wijkt sterk af van de oorspronkelijke situatie ter plekke als gevolg van zaken als ontwatering, vervening en historisch landgebruik, maar ook als gevolg van beheers- en inrichtingsmaatregelen. Van oorsprong bestaat het veensysteem uit een hoogveenkern en een contactzone met het omliggende landschap (laggzone en overgangsveen) (Zie ook paragraaf 3.3).

Hoogveenkernen vormen voor de fauna zeer extreme milieus, gekenmerkt door een lage pH, lage concentraties van mineralen en voedingsstoffen, een lage O<sub>2</sub>-spanning in het water en een gering aantal soorten hogere planten. Dit heeft grote gevolgen voor de faunasamenstelling en de opbouw van voedselketens. Vissen ontbreken geheel met uitzondering van de geïntroduceerde Oost-Amerikaanse hondsvij (Umbra pygmaea) in Brabant en Limburg. Door de zeer lage calciumconcentraties ontbreken alle soorten met een ecto- dan wel endoskelet van kalk, zoals schelpdieren (Mollusca), pissebedden (Isopoda), duizend- (Chilopoda) en miljoenpoten (Diplopoda), et cetera. Het hoogveenmilieu lijkt daarom ongeschikt als voortplantingsbiotoop voor alle gewervelden (Vertebrata) met name door het ontbreken van voedselbronnen met voldoende kalk voor eischaal- en botontwikkeling. Daarnaast is het hoogveenwater te zuur voor de ontwikkeling van amfibie-eieren. De sterfte van eieren door beschimmeling is hoger in zuurdere omstandigheden (Leuven *et al.* 1986). Voor terrestrische insecten werd in een studie door Maawara (1957) een aantal van 800 soorten vastgesteld. Het merendeel van deze soorten was facultatief en oligotoop. Van de stenotope, karakteristieke soorten kwamen slechts vijf soorten in hoge dichtheden voor.

De laggzone is de contactzone tussen het ombotrofe hoogveenwater, het mineralenrijke grondwater en het voedselrijkere oppervlaktewater. Hier zijn gradiënten in waterkwaliteit aanwezig; het gevolg is een mozaïek van soortenrijke vegetatietypen met een grote structuurvariatie (Osvald 1949, Cross 1987, Malmer 1962a, 1962b). Veel van de beperkende factoren van het strikte hoogveenmilieu worden hier voor de fauna opgeheven.

Er wordt veel gespeculeerd over de rol van de laggzones, overgangsvenen en het aangrenzende landschap voor de veenfauna, maar de kennis hierover is zeer gering. Door Bink (1992) worden de dagvlinders van de overgangsvenen gerekend tot de soortenrijke dagvlinderfauna van de blauwgraslanden. Op grond van de grote variatie aan milieutypen (abiotiek, vegetatietypen en -structuur) moeten de contactzones aanzienlijk hebben bijgedragen aan de faunistische diversiteit en moet er een belangrijke relatie in ruimte- en tijdgebruik tussen hoogveenkern en deze zones verondersteld worden (Figuur 5.1). Een goed voorbeeld vormt een onderzoek in Finland, waar in de laggzone ongeveer vier keer zoveel soorten nachtvinders worden gevonden dan in de kern (Väisänen 1992). Onaangetaste gradiënten zijn zowel in Nederland als in nabijgelegen buitenlandse hoogvenen niet meer te vinden.



**Figuur 5.1** Relatie tijd en ruimtegebruik bij een 'model-hoogveensoort'.

De ongewervelde macrofauna wordt gedomineerd door een carnivore voedselketen. Er komen weinig monofage en oligofage herbivoren voor. Voor de enkele herbivore soorten zijn met name in het voorjaar de jonge blaadjes (meristeemweefsel), bloemknoppen en vruchtbeginselen van heideachtigen (*Ericaceae*) als mineraal- en eiwitrijke voedselbronnen van belang.

Uit de studie van de Leeuw (1986) naar macrofauna van Ierse hoogvenen blijkt dat de rol van detritivoren en omnivoren in het aquatisch milieu beperkt is. Desalniettemin overheerst in het aquatisch milieu van hoogvenen de detritivore voedselketen. De start van de detritivore voedselketen wordt met name gevormd door de microfauna. Aangezien veenmossen nagenoeg ongeschikt zijn als voedsel is er weinig herbivorie. Van de groep van de Mosmuggen (*Cylindrotomidae*) is bekend dat deze zich met name met mos voeden en verscheidene soorten zijn ook aangetroffen tussen Waterveenmos.

Kenmerkende soorten van hoogvenen worden ingedeeld in tyrfobionte en tyrfofiele soorten. Tyrfobionte soorten worden (vrijwel) uitsluitend in hoogvenen aangetroffen, terwijl tyrfofiele soorten hier hun optimum bereiken (Peus 1932). De meeste in Nederland voorkomende tyrfobionte soorten worden beschouwd als relictsoorten uit de laatste ijstijd. Dit heeft te maken met het feit dat de condities in hoogvenen zodanig zijn dat deze noordelijke soorten zich in het zuiden nog (in hoogveen) kunnen handhaven. In koudere, noordelijke streken zijn deze soorten niet uitsluitend gebonden aan hoogveen (Horion & Hoch 1954). Het aantal strikt tyrfobionte soorten is beperkt. Het aantal tyrfofiele soorten daarentegen is veel groter.

Naast de soorten die min of meer aan hoogveen zijn gebonden, komen in hoogveenwateren soorten voor die aan zuur water zijn gebonden (acidobiont) of in zure wateren hun optimum bereiken (acidofiel). Deze soorten zijn echter niet kenmerkend voor hoogveen, maar voor zure situaties. Tyrfobionte, tyrfofiele, acidobionte en acidofiele soorten kunnen ook wel aangetroffen worden in zure of zwak gebufferde vennen en in laagvenen.

## 5.2.2 Enkele faunagroepen in hoogvenen nader bekeken

### Gewervelden (*Vertebrata*)

De vele beperkende factoren van het hoogveenmilieu (lage pH, armoede aan mineralen, met name  $\text{Ca}^{++}$ , en voedingsstoffen, ontoegankelijkheid, *et cetera*) hebben tot gevolg, dat maar zeer weinig soorten een belangrijk deel van hun levenscyclus kunnen volbrengen op de hoogveenkern. Er is eigenlijk geen enkele soort bekend die uitsluitend aangewezen is op het hoogveenmilieu voor het volbrengen van zijn levenscyclus. Tijdelijk maken soorten wel gebruik van de hoogveenkern. Grote groepen vogels zoals Kraanvogels (*Grus grus*) en Ganzen (*Anser* spp.) gebruiken de hoogveenkern als rust- en slaapplek (antipredatorfunctie). Op emergerende waterinsecten wordt massaal gejaagd door bijvoorbeeld zwaluwen en de Boomvalk (*Falco subbuteo*).

Het lijkt dus aannemelijk, dat hoogveenkernen van oorsprong zeer arm waren aan gewervelden. Daarentegen kenden laggzones, overgangsvelden en ook veenbeekjes waarschijnlijk een grote soortenrijkdom door de aanwezigheid van gradiënten in minerale invloed, zuurgraad *et cetera*, resulterend in een variatie van milieutypen met een gevarieerd voedselaanbod, voldoende mineralenbeschikbaarheid en hoge structuurrijkdom. Ook voor veel soorten uit het aangrenzende landschap vervulden deze overgangszones waarschijnlijk een belangrijke functie.

Vogelsoorten als Korhoen (*Tetrao tetrix*) en Goudplevier (*Pluvialis apricaria*) worden traditioneel gerekend tot hoogveensoorten. De overgangszones vormen echter ook voor deze soorten, zeker voor de opgroeiende jongen, een onmisbare foerageerbiotoop (Heckenroth 1994, Niewold 1993 & 1996). De broedplaatskeuze op de hoogveenkern heeft waarschijnlijk een antipredatorfunctie door het nagenoeg ontbreken van grondpredatoren. De enorme achteruitgang van beide soorten in hoogveenlandschappen in Niedersachsen en het uitsterven in Nederland wordt met name geweten aan het verdwijnen van deze overgangszones (Heckenroth 1994, Niewold 1993 & 1996).

Kleine hoogveentjes en randen van de oorspronkelijk grotere kernen vormen mogelijk een uitzondering op het nagenoeg ontbreken van gewervelden. Vanuit deze plekken zijn de overgangszones goed bereikbaar voor het vervullen van verschillende levensfuncties, terwijl het veenmilieu een goede bescherming biedt tegen predatoren. Zo werden hoge dichtheden van de Adder (*Vipera beris*) en Levendbarende hagedis (*Lacerta vivipara*) aangetroffen op een hoogveentje in een ven bij Kootwijk (mond. med. Stumpel).



De Levendbarende hagedis (*Lacerta vivipara*) in een hoogveen in Estland. Deze soort heeft een trage botgroei en kan mogelijk zo overleven ondanks lage calcium gehalten in hoogvenen. Foto: Henk Strijbosch.

### Libellen (Odonata)

Van de libellen worden soorten als de Hoogveenglanslibel (*Somatochlora arctica*) en de Noordse glazenmaker (*Aeshna subarctica*) tot de strikte hoogveenlibellen (tyrfobionten) gerekend (Geijskes & van Tol 1983, Jurzitza 1962). Andere hoogveensoorten, waaronder zeldzame soorten als Speerwaterjuffer (*Coenagrion hastulatum*) en Bruine winterjuffer (*Sympecma fusca*), worden gerekend tot de tyrfofielen. Veel soorten zijn echter niet consequent gerekend tot tyrfobionte dan wel tyrfofiele soorten (vergelijk: Peus 1932, Jurzitza 1962, Kiauta 1964, Geijskes & van Tol 1982, Dreyer 1988). Er zijn twee wijzen waarop eieren afgezet kunnen worden. Bij endofytische ei-afzetting worden de eieren in waterplanten afgezet (met name verticale plantstructuren, maar er wordt ook van fonteinkruiden gebruik gemaakt door bijvoorbeeld de Speerwaterjuffer). De vrouwtjes hebben hiervoor een legapparaat. Endofytische ei-afzetting komt voor bij alle juffers en glazenmakers. Bij exofytische ei-afzetting worden de eieren niet in waterplanten afgezet en is de legboor van het vrouwtje gereduceerd. Alle echte libellen behalve de glazenmakers hebben exofytische ei-afzetting. Ze strooien de eieren uit boven water, zetten ze af in vochtige modder of net onder het wateroppervlak.

Verticale plantstructuren zijn behalve voor exofytische ei-afzetting ook belangrijk voor het uitsluipen van libellen. Echte hoogveenlibellen zijn aangepast aan grote pH- en temperatuurschommelingen en het grotendeels ontbreken van (verticale) plantstructuren voor het afzetten van eieren (exofytische eiafzetting) (Dreyer 1988). Veel endofytische hoogveenlibellen zijn daarom van oorsprong waarschijnlijk soorten van de laggzone en wellicht ook van overgangsvenen. Ook voor tyrfobionte libellen (imago's) is echter een structuurrijke lagg van belang voor het foerageren en als rustplaats. Ook kunnen bosstruweel-eilanden in het veen (zoals is aangetroffen in Estland en Ierland) hiervoor geschikt zijn.



De tyrfobionte Noordse glazenmaker (*Aeshna subarctica*), rustend op Veenmos. Foto: Gert-Jan van Duinen.

### Dagvlinders (Lepidoptera) <sup>5</sup>

Een tiental dagvlindersoorten kan opgevat worden als hoogveensoorten, hetgeen niet wil zeggen dat deze soorten in hun voorkomen beperkt zijn tot het hoogveen. Een indeling naar tyrfobionte en tyrfofiele soorten is niet zinvol. Op basis van eigenschapsprofielen (voortplantingsstrategie, aanpassing aan microklimaat, voorkomen en kwaliteit van waardplanten, structuurvariatie habitat) zijn soorten in staat hun levenscyclus geheel of gedeeltelijk te volbrengen binnen het hoogveen. Rupsen van het Veenbesblauwtje (*Plebeius optilete*) en de Veenbesparelmoervlinder (*Boloria aquilonaris*) leven met name van jonge blaadjes, bloemknoppen en vruchtbeginzelen van Lavendelheide (*Andromeda poplifolia*) en Veenbes (*Vaccinium oxycoccus*). Het zijn plaatstrouwe en kwetsbare soorten met een geringe warmte- en een hoge koude-tolerantie. Zij zijn geassocieerd met de vegetatietypen behorend tot het *Sphagnion fusci* en *Erico-Sphagnion*. Volwassen Veenbesparelmoervlinders komen vooral rond de meer minerotrofe afwateringstroompjes en in de laggzone voor, waar zij vooral foerageren op nectar van de Wateraardbei (*Potentilla palustris*).

<sup>5</sup> Deze samenvatting is gebaseerd op Bink (1992) en mondelinge toelichting van Bink

Andere soorten zijn geassocieerd met de meer minerotrofe en voedselrijkere omstandigheden van lagg en overgangsvennen (zie 3.3.4), randen van veenbeekjes, het aangrenzende landschap (onder andere blauwgraslanden) en rustend hoogveen, o.a. met vegetaties die beschreven kunnen worden als Moerasheide: *Sphagno palustris-Ericetum*; zie ook 3.3.1). Hiertoe behoren soorten als Aardbeivlinder (*Pyrgus malvae*), Zilveren maan (*Boloria selene*), Veenhooibeestje (*Coenonympha tullia*), Grote parelmoervlinder (*Argynnis aglaja*), Groentje (*Callophrys rubi*), Gentiaanblauwtje (*Maculinea alcon*) en het Heideblauwtje (*Plebeius argus*). Het Veenhooibeestje is een zeer plaatstrouwe en kwetsbare soort met een geringe warmte-, maar een hoge koude-tolerantie. De traag groeiende rupsen leven vooral op Veenpluis (*Eriophorum angustifolium*). Daarnaast komen de rupsen ook voor op Pijpenstrootje (*Molinea caerulea*).

Het Spiegeldikkopje (*Heteropterus morpheus*) komt vooral voor op de overgang tussen hoogveen en elzenbroekbos, dus in een mesotroof milieu met wisselende waterstanden. Het is eveneens een zeer plaatstrouwe en zeer kwetsbare soort met een geringe warmte- en koudetolerantie. De traag groeiende rupsen leven met name op Pijpenstrootje (*Molinea caerulea*), dat een lange en gelijkmatige groeicyclus vertoont. De grootste populatie komt voor in de Groote Peel (Raemakers & van der Made 1991).



Het Veenhooibeestje (*Coenonympha tullia*) in Portland Mose in Denemarken waar deze soort in hoge aantallen voorkomt. In Nederland is deze soort sterk achteruitgegaan. Foto: Wilco Verberk.

### **Vliesvleugeligen (Hymenoptera)**

De meeste soorten behorend tot de vliesvleugeligen (onder andere bijen, wespen, hommels en mieren) zijn geassocieerd met drogere biotopen. Een uitzondering vormt de Veenmier (*Formica transcaucasica*) die beschouwd wordt als een typische hoogveensoort. Deze soort foerageert op veenmos-tapijten, maar bouwt zijn nest in drogere Pijpenstrootjepollen (Von der Heide 1991). Naast de Veenmier kunnen vooral hommels in de bloeitijd van Dopheide (*Erica tetralix*) en Struikheide (*Calluna vulgaris*) in grote aantallen worden waargenomen, foeragerend op stuifmeel en nectar van deze planten. Gezien de korte bloeiperiode van deze struiken en de behoefte aan voedsel buiten deze bloeiperiode zijn de meeste hommelsoorten ook aangewezen op bloeiende planten buiten de hoogveenkern. Daarnaast is de hoogveenkern ongeschikt als nestplaats voor hommels. Een uitzondering hierop vormt de Heidehommel (*Bombus humilis*) die mogelijk zijn nest bouwt in drogere heideachtige bulten (Peus 1932).

### **Microfauna**

Onder de groep microfauna vallen zeer veel verschillende diersoorten en soortgroepen: zowel kleine meercelligen, bijvoorbeeld watervlooien (*Cladocera*) en roepootkreeftjes (*Copepoda*), als alle ééncellige dieren, zoals amoeben (*Rhizopoda*, *Amoebina*). Voor de meercellige microfauna geldt dat hoogvenen in het algemeen

soortenarm zijn. Soorten kunnen echter wel in grote aantallen voorkomen en er bestaan ook min of meer specifieke hoogveensoorten, zoals de groengele watervlo *Acantholebris curvirostris* (Engelhardt 1989, Harnisch 1929). In de wateren van Ierse hoogvenen maken watervlooien verreweg het grootste deel uit van de (grotere) microfauna (De Goeij 1987).

De meest algemene groep van ééncellige organismen in hoogvenen zijn de 10-250 µm grote Thecamoeben of Schaalamoeben (*Rhizopoda*, *Testacea*). Zij komen voor in aantallen van ongeveer  $1,6 \cdot 10^7$  individuen per m<sup>2</sup> en een biomassa van 1 gram/m<sup>2</sup> of zelfs meer. Het aantal soorten is met circa 15 per monster van 4 cm<sup>3</sup> relatief hoog. Buiten het aquatisch milieu is vochtigheid de belangrijkste ecologische factor die de variatie in verspreiding en abundantie van *Testacea* bepaalt (gemiddelde diepte van de waterspiegel en bodemvochtgehalte). De tweede factor is de beschikbaarheid van humus (detritus). Van meren is bekend dat voedselrijkdom en dystrofie bepalend zijn voor de samenstelling van rhizopodengemeenschappen (Tolonen 1986, Woodland *et al.* 1998).

*Testacea* blijken bij paleoecologisch onderzoek zeer bruikbaar als indicatoren voor lokale vochtcondities en veranderingen daarin. Met name in combinatie met microscopische analyse van pollen en plantenresten in het veen, zoals identificatie en aantalschattingen van veenmosbladen en het tellen van schimmeldraden, kunnen zij gedetailleerde informatie geven (Tolonen 1986, Van der Molen & Hoekstra 1988). Behalve resten van deze microfauna, blijken ook resten van geleedpotigen als loopkevers, dansmuglarven, (mos)mijten en watervlooien zeer bruikbaar voor reconstructies van vroegere ecologische condities (Frey 1986, Schelvis & Ervynck 1992). Zulk onderzoek zou dus geschikte referenties kunnen bieden. Daarnaast kunnen *Testacea* ook als gevoelige graadmeter worden gebruikt bij het volgen van habitatveranderingen bij hoogveenherstel (Buttler *et al.* 1996).

### Watermacrofauna

De watermacrofauna van hoogvenen is relatief soortenarm, maar een aantal soorten is karakteristiek voor hoogveenwateren. Tyrfobiont zijn bijvoorbeeld de waterkevers *Dytiscus lapponicus*, *Ilybius aenescens*, *Colymbetes paykulli*, *Rhantus suturellus* en *Helophorus tuberculatus*. Tyrfofiel zijn onder meer *Acilius canaliculatus* en *Helophorus flavipes*. De meeste van deze keversoorten zijn in Nederland vrij zeldzaam tot zeer zeldzaam en verschillende staan ook op de rode lijst (Drost *et al.* 1992). Andere kenmerkende soorten voor veenmosvegetaties zijn bijvoorbeeld de kleine oppervlaktewantsen van het genus *Hebrus*. Hoogveensoorten onder de libellen zijn hierboven reeds besproken. Naast aan in meerdere of mindere mate aan hoogveen gebonden soorten bieden zure hoogveenwateren ook een habitat aan acidobionte en acidofiele soorten. De wateren die zich in hoogveensystemen bevinden in de overgangen van hoogveenkernen naar het omringende landschap, leveren een belangrijke bijdrage aan de totale biodiversiteit van hoogvenen (Van Duinen *et al.* 2000).

Omdat veenmos alleen door mosmuggen (*Cylindrotomidae*) wordt gegeten, vormen algen belangrijke producenten aan de basis van voedselketens in veenwateren. De algen in voedselarme wateren hebben overigens een lagere voedingswaarde dan die in voedselrijkere wateren. Naast de voedselketen die verloopt via producenten en herbivoren is de keten die via detritus en detrivoren verloopt zeer belangrijk in het voedselweb van hoogvenen (mond. med. H.K.M. Moller Pillot).

De vegetatiestructuur is, net als in wateren in andere ecosystemen, een belangrijke sturende factor in de soortensamenstelling en dichtheden van de watermacrofauna. Verticaal groeiende en drijvende planten zijn van belang voor eiafzet en uitkruipen bij libellen, maar spelen waarschijnlijk ook een rol bij andere diergroepen, zoals haften en kokerjuffers. Onder water bieden planten – in hoogveenwateren met name veenmossen – vestigingsmogelijkheden en schuilplaatsen voor fauna. Verder worden eieren afgezet op of in planten en bij ademhaling aan het wateroppervlak bieden planten steun aan de dieren (Galewski 1971). Oevervegetatie of randen van drijftillen zijn belangrijk voor semi-terrestrische soorten en ook voor de verpoping van ondermeer de tyrfobionte waterkever *Ilybius aenescens*. Voor onder andere Bootsmannetjes (*Notonectidae*) en oppervlaktewantsen (*Gerridae*) is de aanwezigheid van open water van belang.

De stabiliteit van wateren is eveneens een belangrijke factor in de soortensamenstelling. In de temporaire wateren komen opportunisten voor, zoals de steekmug *Culex pipiens* en verschillende dansmugsoorten en daarnaast de

specialisten die zomerdroogte kunnen overleven of mijden door droogte-resistente eieren, diapause, verpopping of door zich als adult te verplaatsen. Stabiele wateren zijn van belang voor soorten die in de zomerperiode in het larvale stadium verkeren of een meerjarige larvale ontwikkeling doormaken, zoals grote libellen. Ook de (meestal) ongevleugelde soorten, zoals de waterwants *Cymatia coleoptrata*, zijn afhankelijk van permanente wateren. Verder zijn de omvang van wateren en de zuurstofhuishouding – met name het optreden van zuurstofloosheid gedurende de nacht – sturend in het voorkomen van faunasoorten (Bontenbal et al. 1993). Toename van voedselrijkdom in hoogveenwateren leidt tot een toename van het aantal soorten dat in die wateren kan voorkomen, doordat een belangrijke *bottleneck* wordt opgeheven. Soorten die karakteristiek zijn voor de hoogveenkern nemen dan echter af. Toename van voedselrijkdom en verandering van de zuurgraad hebben veranderingen in de vegetatiesamenstelling en –structuur tot gevolg. Ook de voedingswaarde van planten kan veranderen. Deze veranderingen zorgen voor veranderingen in de soortensamenstelling van de macrofauna. Verandering in de samenstelling en de omzettingssnelheid van detritus heeft gevolgen voor de detritivore fauna. Faunasoorten kunnen gespecialiseerd zijn in het opnemen van detritus van een bepaalde grootteklasse en voedingswaarde en met bepaalde reducenten (bacteriën en/of schimmels) die op die detritusdeeltjes voorkomen. Dit is duidelijk het geval bij dansmuglarven (*Chironomidae*), waarbij de opnamemogelijkheden bepaald worden door de soortspecifieke monddelen (med. H.K.M. Moller Pillot). Het voorkomen van deze soorten is dus direct gekoppeld aan de aanwezigheid van detritus van de juiste samenstelling gedurende die periode in hun levenscyclus, waarin de soorten het nodig hebben.



*De zeldzame tyrfobionte waterkever Colymbetes paykulli. Deze soort komt in Nederland alleen voor in hoogvenen in Twente en de Achterhoek. Foto: René Krekels.*

### **Loopkevers (Carabidae)**

Turin (2000) noemt als karakteristieke hoogveenbewoners: *Agonum ericeti*, *A. gracile*, *A. munsteri*, *Anisodactylus*, *Blethisa multipunctata* en *Bembidion humerale*. Op enkele hoogvenen in Drenthe en Noord-Brabant is *A. ericeti* nog vrij talrijk aanwezig, maar de overige soorten zijn uitgesproken zeldzaam en *A. munsteri* is waarschijnlijk zelfs geheel verdwenen, al schijnt hij recent nog in Duitse hoogvenen te zijn waargenomen.

In een studie van Främbs (1990) wordt gesteld dat er maar vier abundante, karakteristieke soorten zijn voor intact hoogveen: *Agonum ericeti*, *Pterostichus diligens*, *P. rhaeticus* en *P. niger*. Turin (2000) stelt dat de *Pterostichus*soorten begeleidende soorten zijn. *A. ericeti* is een stenotop, tyrfobiont loopkever. *P. diligens* en *P. rhaeticus* zijn beide hygrofiel met een breder ecologisch spectrum dan *A. ericeti*. Toename van *P. diligens* en *P. rhaeticus* is een belangrijke indicatie dat de natte condities verbeteren; *P. rhaeticus* is van de twee de meest specifieke voor een

ongestoorte situatie. *P. niger* is binnen de groep het minst specifiek en prefereert minder open en minder vochtige condities, zoals de bulten en andere drogere beschaduwde condities. Deze soort wordt regelmatig op hoogveen aangetroffen. De tyrfobionte loopkever *Agonum ericeti* staat bekend als een exclusief aan hoogveen gebonden soort, het liefst voorkomend in vegetaties met pollen struikheide (*Calluna vulgaris*), dopheide (*Erica tetralix*), bosbes (*Vaccinium myrtillus*), en meestal ook veenmos (*Sphagnum*) en Veenbes (*Oxycoccus palustris*) (De Vries 1994; Lindroth 1974, 1986; Mossakowski 1970). De soort is een goede indicator van ongestoorte oligotrofe hoogvenen en veentjes. Deze hoogveenvlaktes mogen niet te klein zijn omdat het verspreidingsvermogen gering is. De soort kan niet vliegen (Den Boer *et al.* 1980) en de maximale loopafstand tussen geschikte reproductiegebieden wordt geschat op 200 meter (De Vries & Den Boer 1990). Versnippering van het leefgebied wordt dan ook als oorzaak gezien voor het verdwijnen van veel populaties in Drente (de Vries 1996b).

### **5.2.3 Vergelijkend onderzoek naar entomofauna in vier Nederlandse hoogveenrestanten**

Buiten broedvogelkarteringen zijn geen faunagroepen zodanig bemonsterd dat een vergelijking in faunaontwikkeling tussen hoogveenrestanten mogelijk is. Tevens is het niet mogelijk de effecten van genomen inrichtings- en beheersmaatregelen op de fauna te beoordelen. De uitgangssituatie is niet vastgelegd en de faunaontwikkeling wordt niet gevolgd. Er zijn wel enkele case-studies voorhanden, maar de bruikbaarheid in dit kader is zeer beperkt.

Een eerste aanzet tot een vergelijkend onderzoek naar de entomofauna tussen vier grote hoogveenrestanten (Fochteloërveen, Bargerveen, Haaksbergerveen en de Peelvenen) is in 1996 gestart (door Stichting Bargerveen in samenwerking met Universiteit Nijmegen en Alterra, voorheen IBN-DLO). De keuze van de vier gebieden is gebaseerd op omvang (ze behoren tot de grootste restanten) en op het feit dat er gelijksoortige vernattingsmaatregelen zijn genomen. Een belangrijke aanleiding vormt het onderzoek naar de Grauwe klauwier (*Lanius collurio*). De Grauwe klauwier is in de laatste decennia als broedvogel in zowel Nederland als België sterk achteruit gegaan. Echter, nadat vernattingsmaatregelen in het Bargerveen zijn uitgevoerd, is het aantal daar opgelopen tot over de 100 broedparen. Uit vergelijkend onderzoek blijkt dat de Grauwe klauwier een grote insectendiversiteit nodig heeft, zodat gedurende het gehele seizoen voldoende voedselaanbod is om een broedsel groot te brengen (Esselink 1995). Door de vernattingsmaatregelen kent het Bargerveen nu een hoge diversiteit van grote insecten zoals bijvoorbeeld libellen (Esselink 1995; Van Duinen *et al.* 2000). Op grond van verschillen in voorkomen van de Grauwe klauwier wordt verondersteld dat soortensamenstelling en dichtheden van insecten zich zeer verschillend tussen de venen hebben ontwikkeld.

Het onderzoek richt zich op het beschrijven van de verschillen in insectenfauna en op het opsporen van de factoren die deze verschillen veroorzaken. Het uiteindelijke doel is voorwaarden te kunnen formuleren waaraan inrichtings- en beheersmaatregelen moeten voldoen (ter optimalisering van de faunistische diversiteit) en welke tevens rekening houden met de hoogveendoelstelling. Hierbij kan een korte en lange termijnstrategie onderscheiden worden (Zie ook paragraaf 5.3.2).

#### **Libellen**

In het Bargerveen werden de hoogste dichtheden aangetroffen. Het grootste aantal soorten werd in het Haaksbergerveen aangetroffen. In de Peelvenen werden veel 'laagveen'-soorten (Variabele waterjuffer (*Coenagrion pulchellum*), Roodoogjuffer (*Erythromma* species) en Groene glazemaker (*Aeshna viridis*)) aangetroffen, wat mogelijk samenhangt met de aanvoer van basenrijk Maaswater. Verder wordt het aantal soorten mede bepaald door de bijdrage van zuidelijker soorten waarvan het areaal binnen Nederland beperkt is tot de zuidelijke provincies.

In het Fochteloërveen werden weinig soorten aangetroffen en er waren ook weinig kenmerkende soorten. Kenmerkende en zeldzame soorten werden wel in het Haaksbergerveen aangetroffen: Speerwaterjuffer (*Coenagrion hastulatum*), Gevlekt witsnuitlibel (*Leucorrhinia pectoralis*), Beekrombout (*Gomphus vulgatissimus*) en Plasrombout (*G. pulchellum*). De grote variatie in watertypen is zeer waarschijnlijk verantwoordelijk voor het grote aantal soorten. In het Bargerveen tenslotte, werd de zeldzame en kenmerkende Noordse glazenmaker (*Aeshna subarctica*) aangetroffen

### Waterkevers

De grootste diversiteit werd aangetroffen in het Haaksbergerveen en het Bargerveen. Soorten als *Dytiscus lapponicus*, *Acilius canaliculatus* en *Colymbetus paykulli* werden hier gevonden. *C. paykulli* staat op de rode lijst voor waterkevers en is ernstig bedreigd (Drost *et al.* 1992). In het Fochteloërveen is een redelijke diversiteit vastgesteld en er kwam onder andere de hoogveensoort *Rhantus suturellus* voor; in de Peelvenen werden nauwelijks waterkevers aangetroffen.

### Dagvlinders

De grootste diversiteit was aanwezig in het Bargerveen, waar met name het Heideblauwtje (*Plebeius argus*) in zeer hoge dichtheden is aangetroffen. Verder droegen de kleine, beschutte kruidenrijke bovenveense graslandjes bij in het aantal soorten. Kenmerkende en zeldzame soorten die gevonden werden zijn: Zilveren maan (*Boloria selene*), Aardbeivlinder (*Pyrgus malvae*), Bruine vuurvlinder (*Heodes tityrus*) en Heivlinder (*Hipparchia semele*). Voor het Haaksbergerveen werd een relatief groot aantal soorten vastgesteld waaronder het Gentiaanblauwtje (*Maculinea alcon*) die kenmerkend is voor dit landschapstype. In de Peelvenen en het Fochteloërveen zijn de minste soorten aangetroffen. Wel werd in de Peelvenen het Spiegeldikkopje (*Heteropterus morpheus*) gevonden. Deze komt maar op drie plaatsen in Nederland voor en van de vier onderzochte gebieden alleen in de Peel.

### Bodemmacrofauna

De grootste diversiteit werd vastgesteld in het Bargerveen. Van de grote loopkevers (genus *Carabus*) werden hier de meeste soorten en aantallen gevonden. Ook in het Fochteloërveen werden relatief veel soorten loopkevers, waaronder *Carabus* spp., geteld, maar in de overige twee venen zijn weinig soorten aangetroffen en ontbraken soorten uit het genus *Carabus* nagenoeg.

### Sprinkhanen

Zowel in het Fochteloërveen als het Haaksbergerveen werd een gemiddeld aantal soorten aangetroffen met een hoge dichtheid. De Heidesabelsprinkhaan (*Metrioptera brachyptera*) werd in hoge dichtheden vastgesteld en van de Rode Lijst werd de Moerassprinkhaan (*Stethophyma grossum*) aangetroffen. In de Peelvenen werden deze soorten eveneens gevonden, maar daar was de dichtheid van de Heidesabelsprinkhaan zeer laag. De Veenmol (*Gryllotalpa gryllotalpa*) werd alleen in de Peel aangetroffen. Het Bargerveen had de laagste diversiteit. De Heidesabelsprinkhaan (*Metrioptera brachyptera*) kwam in relatief lage dichtheid voor en de Rietsprinkhaan (*Conocephalus dorsalis*) is in dit gebied in alle bemonsterde vegetatietypen aangetroffen.

Uit het vergelijkende onderzoek blijkt dat de verschillen in soortensamenstelling tussen de huidige hoogveenrestanten groot zijn. Vernattingsmaatregelen hebben geleid tot de terugkeer van enkele typische hoogveensoorten. Daarnaast blijkt ook dat een grotere rijkdom aan 'hoogveensoorten' gepaard gaat met een grotere totale soortenrijkdom. Over de oorzaken hiervan is nog weinig bekend.

Als algemeen beeld komt naar voren dat de fauna verspreid aanwezig is in de hoogveenrestanten. Ruimtelijke rangschikking van de meeste standplaatstypen binnen de huidige hoogveenrestanten is niet het gevolg van natuurlijke processen, maar het gevolg van een groot aantal antropogene invloeden zoals vervening, historisch landgebruik, vernattingsmaatregelen en het huidige beheer. Dit heeft in de meeste gevallen geleid tot een kleinschalig of meer grootschalig mozaïekachtig landschap met een variatie aan standplaatstypen en gradiënten. Zowel de samenstelling als de verspreiding van flora en fauna over de hoogveenrestanten worden hierdoor bepaald. Veel soorten die hun levensvoorwaarden oorspronkelijk alleen vervuld vonden in de 'lagg' of in het omringende landschap, kunnen nu op allerlei plekken in het veengebied voorkomen. Als gevolg van de menselijke invloed zijn enerzijds soorten verdwenen (bijvoorbeeld Goudplevier en Korhoen), terwijl zich anderzijds ook veel nieuwe soorten hebben gevestigd (bijvoorbeeld veel watervogelsoorten).

Door het mozaïekarakter komen er veel verschillende milieutypen binnen een klein gebied voor. Veel verschillende soorten kunnen zo ergens in het hoogveenrestant een geschikt leefgebied vinden. Doordat de hoogveenrestanten in vergelijking met het omringende gebied het meest ongestoord en gevarieerd zijn, vormen deze restanten

voor veel soorten; waaronder allerlei Rode lijst-soorten, momenteel ook refugiahabitats.

#### Conclusies

- Hoogveenkernen vormen voor de fauna zeer extreme milieus. In de laggzones en overgangsvenen worden veel beperkende factoren opgeheven. Het aantal tyrfobiele soorten is dan ook veel groter dan het aantal tyrfobionte soorten.
- Door het mozaïekachtig karakter van de huidige hoogveenrestanten, veroorzaakt door vervening, historisch landgebruik, vernattingsmaatregelen en het huidige beheer, komen veel soorten van de oorspronkelijke laggzones, overgangsvenen en het aangrenzende landschap nu verspreid over de hoogveenrestanten voor. Voor veel (Rode Lijst) soorten vormen deze terreinen momenteel refugiahabitats.

## 5.3 Fauna in relatie tot ruimte- en tijdschaal

### 5.3.1 Ruimteschaal: micro, meso en macro

In dit boek worden voor de beschrijving van het hoogveensysteem drie schaalniveaus gehanteerd (micro-, meso- en macroniveau) (zie ook hoofdstuk 1). Deze indeling in schaalniveaus is ook nuttig voor de studie van de fauna, omdat voor dieren aspecten zoals oppervlakte en ruimtelijke variatie, voedselrelaties, gedrag in tijd en ruimte en interacties tussen verschillende soorten van groot belang zijn.

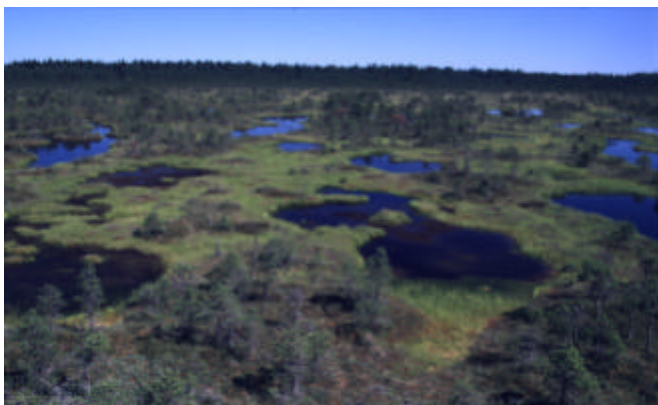
Het *microschaalniveau* is het niveau van de standplaats. De standplaats kan de woonplaats zijn voor dieren die zowel met de geboden ruimte als de vegetatie kunnen volstaan en daarbinnen hun levenscyclus kunnen voltooien.

Op een groter schaalniveau, het *mesoschaalniveau* komen diersoorten voor die afhankelijk zijn van combinaties van milieutypen, zoals bijvoorbeeld bij amfibieën, waarbij het gaat om een combinatie van land- en waterbiotoop.

Daarnaast bestaat binnen een concreet terrein meestal een zekere mate van terreinheterogeniteit: als gevolg van ruimtelijke variatie in bodemgesteldheid is er een variatie in begroeiingstypen. Ook door het gevoerde beheer kan een gevarieerd landschapskarakter van het terrein tot stand komen. Het terrein in zijn geheel biedt mogelijkheden voor dieren die van het landschapskarakter, het *macroschaalniveau*, afhankelijk zijn.



Voorbeeld van het *microschaalniveau*: Een sloot in het Bargerveen met Pijpenstrootje (*Molinia caerulea*). Foto: Gert-Jan van Duinen.

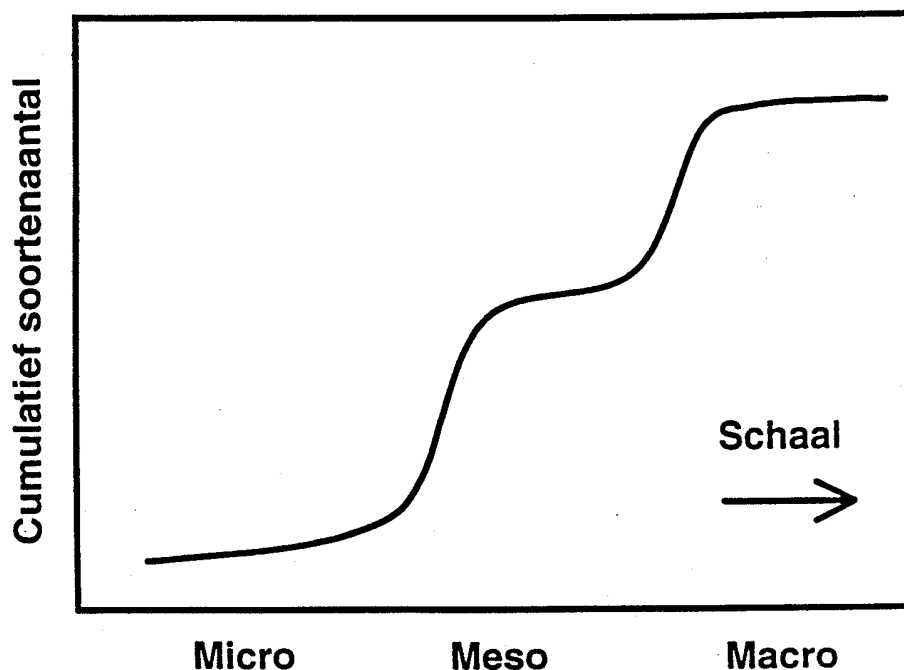


*Voorbeeld van het mesoschaalniveau: Het Männik järve raba in het reservaat Endla te Estland met een rijke schakering van land en water. Foto: Hans Esselink.*



*Voorbeeld van het macroschaalniveau: Sheheree bog in Ierland. Bij dit kleine hoogveentje is duidelijk de inbedding van de hoogveenkern en de laggzone in het omringende landschap zichtbaar. Foto: Gert-Jan van Duinen.*

Binnen het faunagedeelte van dit boek wordt bij het macroschaalniveau veelvuldig verwezen naar aangrenzende landschappen van hoogveensystemen, die kunnen bestaan uit laagveen, blauwgraslanden, kleinschalig cultuurlandschap, heidelandschap of een beekdalsysteem. Er is een duidelijk verband tussen soortenrijkdom en schaalniveau (Figuur 5.2). Overgangen van het ene schaalniveau naar het volgende laat het aantal soorten sterk toenemen. Ter illustratie: bij de overgang van microschaal naar mesoschaal komen er veel soorten bij van andere standplaatstypen die samen een complex vormen (bijvoorbeeld: binnen een hoogveenkern: microschaal = slenken, mesoschaal = bulten, drijftillen en slenken). Bij de overgang van mesoschaal naar macroschaal komen er veel soorten bij die groepen van standplaatstypen nodig hebben (binnen een hoogveencomplex: veenkern, lagg, en habitattypen uit het omringende landschap).



**Figuur 5.2** Relatie landschapsschaal en (cumulatief) aantal soorten.

In de huidige hoogveenrestanten (met uitzondering van de kleine hoogveentjes en hellingveentjes) zijn de verschillende schaalniveaus moeilijk te herkennen. Ruimtelijke rangschikking van de meeste standplaatstypen binnen de huidige hoogveenrestanten is niet het gevolg van natuurlijke processen, maar het gevolg van een groot aantal antropogene invloeden (Zie paragraaf 5.2.3). Dit heeft in de meeste gevallen geleid tot een mozaïekachtig landschap met een variatie aan standplaatstypen en gradiënten.

De poging dit mozaïekachtig karakter te beschrijven in termen van ruimtelijke schaalniveaus met de daarbij behorende biologische functies heeft een arbitrair en gekunsteld karakter. Het lijkt beter het mozaïekkarakter als zodanig als uitgangspunt te nemen en te beschrijven. Waar het juist om gaat is het herstel van de ruimtelijke schaalniveaus (zonering) in de toekomst, inclusief de onderlinge hydrologische en oecologische relaties. In ieder geval is het voor de faunacomponent van hoogveenlandschappen noodzakelijk dat herstel gericht is op alle schaalniveaus.

### **5.3.2 Tijdschaal: korte en lange termijn**

Herstel van een functionerend hoogveensysteem op alle schaalniveaus, indien al mogelijk, is een kwestie van zeer lange adem. Het is dan ook wenselijk een strategie voor de korte en voor de lange termijn te ontwikkelen. De korte termijn beslaat enkele tientallen jaren en de lange termijn strekt zich uit over enkele honderden tot meer dan duizend jaren.

De lange termijn-strategie is gericht op systeemherstel. Belangrijk hierbij is de vraag of zich op termijn een functionerend veensysteem inclusief contactzones met het aangrenzende landschap kan ontwikkelen. De korte termijn strategie is gericht op het laten overleven van hoogveensoorten die nu (nog) aanwezig zijn in de hoogveenrestanten.

Indien gekozen wordt voor hoogveenherstel op de lange termijn moet (zeker voor de fauna) herstel en ontwikkeling van een volledige zonering (schaalniveaus) binnen het landschap integraal deel uitmaken van een beheersvisie of -plan. De huidige soortensamenstelling, abundantie en verspreiding van soorten over de hoogveenrestanten wijken namelijk sterk af van het toekomstbeeld. Maatregelen die nu worden genomen, maar gericht zijn op de lange termijn, kunnen voor langere perioden leiden tot verlies van habitattypen en verstoring van oecologische relaties en daarmee verlies van soorten. Op de lange termijn is echter de verwachting dat deze soorten ergens hun plek vinden in de herstelde zonering. Het OBN geeft aan dat negatieve effecten van maatregelen op bestaande natuurwaarden afgewogen moeten

worden tegen te ontwikkelen natuurwaarden (Oranjewoud 1993). Ter voorkoming van verlies van diversiteit op de korte termijn moeten daarom maatregelen zo ingezet worden dat een geleidelijke verschuiving van functies naar de betreffende zones kan plaatsvinden. Dit kan een fasering in maatregelen betekenen.

Indien dit niet mogelijk is, door fysieke barrières binnen het hoogveenrestant dan wel in het omliggende cultuurlandschap, zou bij inrichting en beheer ook gekozen kunnen worden voor de versterking van het mozaïekachtig karakter (inclusief veenvormende vegetaties) om de vele waardevolle en ook zeldzame soorten te behouden. Door de bevordering van de variatie in standplaatstypen en gradiënten wordt aan de levensvoorwaarden van meer planten- en diersoorten voldaan. Experimenteel onderzoek moet uitwijzen hoe optimalisering van deze diversiteit gerealiseerd kan worden. Op dit gebied bestaat nog geen ervaring. In dit geval wordt de doelstelling van een functionerend hoogveensysteem op de lange termijn verlaten.

#### **Conclusies**

Voor de korte termijn is er onvoldoende kennis over:

- Soortensamenstelling, abundanties en verspreiding van soorten (behalve broedvogels), en oecologische relaties binnen de huidige hoogveentjes en hoogveenrestanten.
- Effecten van versturende en aantastende factoren op soortensamenstelling en oecologische relaties.
- (Neven)effecten van inrichtings- en beheersmaatregelen op soortensamenstelling en oecologische relaties.
- Mogelijkheden om inrichtings- en beheersmaatregelen zo in te zetten dat zowel de hoogveendoelstelling als de optimalisering van de faunistische diversiteit worden gediend.

Voor de lange termijn is er onvoldoende kennis over:

- Mogelijkheden voor herstel van een hoogveensysteem met intacte zonering op alle schaalniveaus.
- Samenstelling, abundantie en verspreiding van soorten, en oecologische relaties in de verschillende zones binnen een intact hoogveenlandschap.
- Oecologische relaties tussen de verschillende schaalniveaus.

## **5.4 Kolonisatie**

Door alle aantastende factoren zijn in het verleden veel soorten uit de Nederlandse hoogvenen verdwenen. Maar ook recent zijn nog soorten verdwenen. Een voorbeeld is de eerder genoemde loopkever *Agonum ericeti*, die is verdwenen door het geïsoleerd raken van de kleine hoogveentjes in het Dwingelderveld (de Vries 1996b). Deze hoogveentjes waren te klein voor het instandhouden van vitale populaties. Herkolonisatie is niet snel te verwachten aangezien dit een vleugelloze, zich moeilijk verbreidende soort is. De huidige hoogveenrestanten liggen veelal geïsoleerd in grote landbouwenclaves, die zeer ongeschikt zijn voor hoogveensoorten. Zonder herintroductie zullen zich moeilijk verbreidende soorten deze hoogvenen niet kunnen bereiken. Herkolonisatie is afhankelijk van de afstand waarop zich potentiële bronpopulaties bevinden, de aanwezigheid van barrières en het verspreidingsvermogen van soorten (hetgeen afhankelijk is van verplaatsingsvermogen en tolerantie voor tijdelijk slechtere condities).

## **5.5 Bijzondere neveneffecten van herstelmaatregelen op de fauna**

### **5.5.1 Oost-Amerikaanse hondsvij (Umbra pygmaea)**

Het Hondsvij is een uit Noord-Amerika afkomstige exoot die onder zeer extreme milieu-omstandigheden (zeer lage pH en grote tolerantie voor hoge concentraties van CO<sub>2</sub> en NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) zich zeer succesvol weet te handhaven. Onder zuurstofarme (ook

drogere) omstandigheden schakelt de soort over op zwemblaasademhaling. Verspreiding van de soort is tot nu toe beperkt tot Noord-Brabant en Limburg (de Nie 1996). De plek van introductie is onduidelijk, maar introductie vond rond 1920 plaats. Het Hondsvijze is vrij traag en daardoor erg gevoelig voor predatie. Door het ontbreken van predatore vissen worden zeer hoge dichtheden bereikt (20kg/ha) in de zure Peelwateren en in verzuurde vennen. Door zijn gevoeligheid voor predatie kan deze soort zich waarschijnlijk niet gemakkelijk verspreiden, aangezien dan allerlei wateren met predatoren overbrugd moeten worden. Het voedsel van de grote exemplaren bestaat vooral uit muggenlarven (*Nematocera*) en voor jonge vissen vooral uit watervlooien (*Cladocera*) (Leuven *et al.* 1984; Dederen *et al.* 1986). Door de hoge predatie op muggenlarven wordt in de Verenigde Staten het Hondsvijze als potentiële bestrijder gezien van steekmuggen (*Culicidae*) (Slavin *et al.* 1977). Hondsvissen kunnen zich goed voortbewegen in modderige milieus, omdat ze borst- en buikvinnen onafhankelijk van elkaar kunnen bewegen. Het is onduidelijk welke gevolgen het massale voorkomen van het Hondsvijze heeft op de helderheid van het water (mogelijke vertroebeling als gevolg van opwerveling van veenmateriaal), op de voedselrijkdom en het voedselweb. Zeer opvallend is het ontbreken van elke veenmosontwikkeling in de meeste situaties met open water (ook in de oeverzones) in het Peelgebied. In bijna alle vergelijkbare situaties in andere vennen, ook bij sterke waterstandsfluctuaties, is minimaal een ontwikkeling van Waterveenmos (*Sphagnum cuspidatum*) te zien. In hoeverre in het Peelgebied naijlingseffecten van guanotrofiëring door voormalige kokmeeuwkolonies en/of de invloed van het Hondsvijze een rol spelen is onbekend. Mogelijk vermindert een vertroebeling van het water door het Hondsvijze de hoeveelheid licht die in het water doordringt. De als gevolg daarvan optredende afname in fotosynthesesnelheid kan remmend werken op de veenmosontwikkeling (zie hoofdstuk 4). Van oorsprong komen in zure hoogveenwateren geen predatore vertebraten voor. Het is onbekend welke invloed het massale voorkomen van het Hondsvijze heeft op het voedselweb. Het is niet ondenkbaar dat dit leidt tot een totale verstoring van de carnivore voedselketen. Muggenlarven vormen ook voor libellenlarven en waterkevers een belangrijke voedselbron. Het voorkomen van het Hondsvijze kan zo leiden tot een afname van de diversiteit aan libellen en waterkevers. Het is dan ook te hopen dat het Hondsvijze zich niet zal verspreiden naar andere hoogveenrestanten. Een eerste experimentele opzet met *exclosures* in 1996 waarbij de invloed van verschillende dichtheden van het Hondsvijze op de watermacrofauna onderzocht werd, mislukte door de lage waterstanden. Het Hondsvijze zelf vormt een voedselbron voor watervogels. Bij de lage waterstanden in 1996 werden enkele honderden Blauwe reigers (*Ardea cinerea*) foeragerend gezien op Hondsvijzen. Het aantrekken van deze predatoren kan guanotrofiëring in de hand werken.

## 5.5.2 Steekmugplagen

Vernattingsmaatregelen hebben geleid en zullen ongewild leiden tot relatief grote oppervlakten van temporaire aquatische milieus. Deze zijn nat in het voorjaar en drogen, vooral door wegzijging, gedurende de zomer uit. Deze milieus vormen de broedplaatsen voor steekmuggen (*Culicidae*); deze kunnen in zulke aantallen voorkomen dat ze als plaag worden ervaren (zoals in de Engbertsdijkswen en het Bargerveen). Vooral soorten uit het genus *Aedes*, die hun eieren afzetten op het ingedroogde substraat dragen bij aan de plaagvorming. Larven van soorten uit dit genus worden niet buiten de hoogveenrestanten aangetroffen. Ontwikkeling van het genus *Aedes* vindt plaats in twee, in de tijd gescheiden generaties, waarbij de voorjaarsgeneratie veel massaler is dan de zomergeneratie. Van soorten die hun eieren afzetten op het wateroppervlak draagt *Culex pipiens* in enige mate bij aan plaagvorming. Larven van deze soort worden ook buiten het veen aangetroffen. Door het temporaire karakter van de aquatische milieus kan de predatore watermacrofauna zich onvoldoende ontwikkelen om de groei van het aantal larven van steekmuggen te onderdrukken. In permanente natte milieus onderdrukt de predatore macrofauna de omvang van steekmugpopulaties (Schmidt & van Haren 1988). Vooral in randen van hoogvenen die dichtbij woonkernen liggen dienen temporaire natte milieus vermeden te worden. Hydrologische maatregelen moeten daar leiden tot een permanent nat dan wel een permanent droog milieu. Vooral het realiseren van permanente natte situaties is moeilijk. In de Engbertsdijkswen is geëxperimenteerd met inlaat van gebiedsvreemd water. Door het hoge gehalte aan voedingsstoffen heeft dit water echter een sterk eutrofiërend effect en is het dus

ongeschikt (Schmidt & van Haren 1988). De uiteindelijk gekozen oplossing, een dicht netwerk van één meter diepe ontwateringssloten op een onderlinge afstand van ongeveer 15 meter hebben in ieder geval nieuwe steekmugplagen voorkomen. Deze maatregelen leiden echter tevens tot verdroging, verzuuring van de vegetatie en verdergaande mineralisatie van het veensubstraat. Zonder aanvullend intern beheer ontstaat een soortenarm berkenbos. Mineralisatie leidt tot het inklinken van de bodem. Welke gevolgen dit op de lange termijn heeft op de waterstandssituatie is niet bekend.

Na hydrologische inrichtingsmaatregelen traden ook in het Amsterdamse Veld en het Schoonebeekerveld in de omgeving van Weiteveen temporaire aquatische milieus op die leidden tot steekmugplagen. Vernatting in het Amsterdamse Veld was een bedoeld effect van inrichtingsmaatregelen. Damaanleg vernatte onbedoeld een terreingedeelte van het Schoonebeekerveld, waaronder een vochtige dopheidegemeenschap. Een op sommige plaatsen diep ontwateringstelsel voorkomt nu temporaire aquatische milieus en steekmugplagen treden niet meer op. Vergeleken met de jaren voor het optreden van steekmugplagen zijn de omstandigheden nu zelfs veel droger. Reeds ontwikkelde veenmosbulten in greppeltjes onder berkenstruweel verdwijnen momenteel weer. Verder is het onduidelijk welke gevolgen de ontwateringmaatregelen hebben op het vochtige dopheideveld in het Schoonebeekerveld en op het herstel van potentiële kwel langs de Hondsrug in het Amsterdamse Veld. In de ontwaterde terreingedeelten is hoogveenherstel momenteel onmogelijk.

Zowel voor Engbertsdijkerven als het Bargerveen zou onderzocht moeten worden in hoeverre alternatieve hydrologische maatregelen, eventueel bijstelling van getroffen maatregelen, ontwikkeld kunnen worden die zowel de vochttoestand van de bodem optimaliseren als temporaire aquatische milieus vermijden. Ter voorkoming van onrust is het van belang de plaatselijke bevolking via voorlichting bij uitvoering van dergelijke experimenten te betrekken.

Uit praktijkervaring in natuurterreinen in laagveengebieden is gebleken dat de aanleg van 100 meter brede begroeiingsvrije stroken rond bebouwingen overlast van steekmuggen voorkomt (Pers. med. Altenburg). Uit een enquête bleek de meerderheid van de bevolking uit Kloosterhaar deze experimentele oplossing voor Engbertsdijkerven af te wijzen.

Ook delen van het Haaksbergerveen, het Korenburgerveen en het Peelgebied zijn gevoelig voor plaagvorming van steekmuggen. Met name in het Peelgebied kunnen nieuwe vernattingsmaatregelen tot problemen leiden door de nabijheid van de dorpen Helenaveen en Griendtsveen.



Grootschalige vernattingsmaatregelen in het Schoonebeekerveld in het Bargerveen.  
Foto: Gert-Jan van Duinen.

### 5.5.3 Guanotrofiëring

Vernattingsmaatregelen ten behoeve van hoogveenherstel leiden vaak tot situaties met grote oppervlakten van open water en brede zones met (afstervende) pollen van Pijpenstrootje (*Molinea caerulea*) en Pitrus (*Juncus effusus*). In de begroeide zones vestigen zich met name grote kolonies Kokmeeuwen. Daarnaast kunnen ganzen en

eenden in grote aantallen zowel het open water als oevers gebruiken voor rui, overwintering en als slaappleats. In het Haaksbergerveen heeft zich een groeiende populatie Grauwe Ganzen gevestigd (in 1996 waren er 250 exemplaren aanwezig). Naast stikstofdepositie zorgen de uitwerpselen van vogels (guanotrofiëring) voor een extra toevoer van nutriënten (met name  $\text{NH}_4^+$  en  $\text{PO}_4^{3-}$ ) en belasten daarmee het oligotrofe hoogveenmilieu (Leentvaar 1967, Gould 1977). Daarnaast leidt guanotrofiëring tot een toename van de concentratie van macro-ionen en de pH. Guanotrofiëring leidt tot algenvorming en een afnemende vitaliteit van veenmossoorten (Paffen 1990). In kokmeeuwkolonies komt geen enkele veenmosgroei op gang. Het is onvoldoende bekend wat de drempelwaarden voor veenmosgroei zijn bij guanotrofiëring, en wat de naijlingseffecten zijn nadat de vogels zijn verdwenen.



*De uitwerpselen van meeuwen zorgen voor een verrijking met nutriënten, waardoor hoogveenregeneratie moeilijk op gang komt. Foto: Peter van der Molen.*

#### 5.5.4 Zeldzame watervogels en kalkdeficiëntie

Vernattingsmaatregelen hebben in een aantal hoogveenrestanten tot de vestiging van zeldzame watervogels geleid. Hiertoe behoren soorten als de Zwarte stern (*Chlidonias niger*), Geoorde fuut (*Podiceps nigricollis*), Dodaars (*Podiceps ruficollis*), Porseleinhoen (*Porzana porzana*). Het aantal broedparen fluctueert sterk van jaar tot jaar en vertoont geen stijgende trend. In de Groote Peel heeft de vestiging van deze soorten geleid tot bijstelling van de hoogveendoelstelling. Aan de Zwarte stern is recent meer aandacht besteed. Zowel in het Bargerveen als in het Dwingelderveld bestaat de populatie gemiddeld uit 10 broedparen. In de Groote Peel, Mariapeel en Engbertsdijksvenen is de soort inmiddels weer verdwenen. Gezien de spectaculaire populatiegroei van de Grauwe klauwier in het Bargerveen als gevolg van de toegenomen insectendiversiteit (Esselink *et al.* 1994 & 1995, Geertsma *et al.* 1995, Nijssen & Hornman 1996) was de verwachting dat de Zwarte stern (*Chlidonias niger*) eenzelfde ontwikkeling zou laten zien. In 1995 bleek bij alle uitgekomen jongen tijdens de groei de botontwikkeling sterk achter te blijven (*Rachitis*) en traden zelfs spontaan botbreuken op. Na 10 dagen bleef ook de gewichtstoename voor een normale groei achter. Alle jongen van de Zwarte stern stierven voor het uitvliegen (Baarspul & de Krijger 1996, Baarspul *et al.* 1996, Beintema *et al.* 1997).



De Zwarte stern (*Chlidonias niger*) krijgt in hoogveengebieden niet altijd voldoende calcium binnenkrijgen, waardoor broedsels mislukken. Foto: Paul van Gaalen.

Het voedsel waarmee de ouders de jongen voerden, bestond uitsluitend uit insecten en dan met name larven van waterroofkevers (subfamilie *Dytiscinae*, waaronder geelgerande waterkevers), volwassen waterwantsen (duikerwantsen: *Corixa punctata*, en bootsmannetjes: *Notonecta glauca*) en larven en volwassen exemplaren van juffers (Gewone pantserjuffer (*Lestes sponsa*) en de Watersnuffel (*Enallagma cyathigerum*)) (Baarspul en de Krijger 1996). Eieren hadden een dunne schaal hetgeen wijst op kalkgebrek. Door het ontbreken van een kalkskelet hebben insecten een laag calciumgehalte. Dit gehalte is veel te laag voor de eischaal-ontwikkeling en een snelle botgroei bij vogels. Aanboren van alternatieve calciumrijke voedselbronnen (gewervelden, schelpdieren, pissebedden, *et cetera*, maar ook kalkhoudend anorganisch substraat) is een voorwaarde (Graveland 1995). Bij de Grauwe klauwier zijn geen afwijkingen in botgroei vastgesteld. Deze soort vangt naast insecten ook gewervelden, met name de Levendbarende hagedis (*Lacerta vivipara*). De Levendbarende hagedis heeft een trage botgroei en kan mogelijk zo overleven bij lage calciumgehalten. In het kader van een vergelijkende studie naar het calciumgehalte in de voedselketen van de Zwarte stern en de Grauwe klauwier zijn in 1996 nestjongen van de Zwarte stern bijgevoerd met Davitamon calciumpillen. Het volgende kwam naar voren bij de bijgevoerde jongen (Bruijnzeels 1998; Bruijnzeels *et al.* in prep):

- normale botgroei,
- normale gewichtstoename tijdens groei,
- jongen vlogen succesvol uit.

Hieruit blijkt enerzijds dat calciumdeficiëntie de *bottleneck* vormt tijdens de voortplanting en anderzijds dat de insectenbeschikbaarheid voldoende is als energiebron

voor de groei. In dit laatste ligt in de meeste andere ecosystemen tegenwoordig voor de Zwarte stern de *bottleneck*, naast het verdwijnen van Krabbescheer (*Stratiotes aloides*) als nestplaats. Het blijft de vraag waarom de Zwarte stern het menu niet aanvult met enkele visjes uit nabijgelegen wijken rond het veen of uit de visrijke sloot die door het veen loopt, om zo de calciumbehoefte te dekken. De Zwarte stern lijkt geen calciumspecifieke "honger" te hebben ontwikkeld zoals bijvoorbeeld is vastgesteld bij enkele zangvogels (Graveland 1995). Ten overvloede wordt opgemerkt dat het ombotrofe karakter van het hoogveenwater (lage pH en mineralenbeschikbaarheid) leidt tot het ontbreken van calciumrijke voedselbronnen en dat dit niet het gevolg is van verzuring (vergelijk Baarspul *et al.* 1996). Geconcludeerd kan worden dat het Bargerveen een *sink* vormt voor de Zwarte stern. Dit betekent dat de vogel wel investeert in reproductie maar geen nakomelingen krijgt. Het zijn vogels van elders die besluiten "op de verkeerde plek" te gaan broeden. Het Bargerveen biedt dus geen geschikt voortplantingsbiotoop voor de Zwarte stern. Het bovenstaande moet overigens niet verward worden met het gebruik van hoogveenrestanten door overzomerende vogels die het broeden een jaar overslaan of nog niet geslachtsrijp zijn.

In hoeverre calciumgebrek ook voor andere (zeldzame) watervogels en in andere hoogveenlandschappen een *bottleneck* vormt is onbekend. In een Duits hoogveen waar vernattingsmaatregelen zijn genomen, stierven ook alle nestjongen van de Zwarte stern voortijdig. In het kader van de discussie over bijstelling van de hoogveendoelstelling door vestiging van zeldzame watervogels dient de vraag beantwoord te worden in hoeverre de huidige hoogveenrestanten een *sink* vormen voor watervogels. De vraag kan echter ook veel breder worden gesteld. Hoogveensystemen zijn van oorsprong zeer kalkarme systemen door het ontbreken van hard (kwel)water en van bemesting. Toch hebben zich hier een groot aantal, vaak zeldzame, gewervelde soorten met ook hoge dichtheden gevestigd. Deze zijn in hun ontwikkeling afhankelijk van calciumrijke componenten in de voedselketen. Wat zijn mogelijke calciumbronnen en in hoeverre spelen guanotrofiëring van het aquatisch milieu en mineralisatie van het oude veensubstraat een rol in de calciumbeschikbaarheid?

#### Conclusies

De Oost-Amerikaanse hondsvijl komt in zeer hoge dichtheden in het gehele Peelgebied voor. Boven de grote rivieren ontbreekt deze soort nagenoeg. Onbekend is welke invloed deze systeemvreemde soort heeft op:

- Het aquatische voedselweb
- De helderheid van het water (mogelijke vertroebeling door opwerveling van materiaal hetgeen remmend kan werken op drijftilvorming)
- Eutrofiëring (afbraak sediment en aantrekken van grote aantallen predatoren)

#### Steekmugplagen:

- Vernattingsmaatregelen leiden onbedoeld tot temporaire aquatische milieus. Als gevolg daarvan kunnen steekmugplagen optreden.
- Steekmugplagen in de omgeving van woonkernen leiden tot problemen met de bevolking. Dit probleem is tot nu toe beperkt gebleven tot de Engbertsdijkswenen (Kloosterhaar) en het Bargerveen (Weiteveen). Vernattingsmaatregelen zouden in de toekomst mogelijk tot problemen kunnen leiden in de Mariapeel.
- Genomen maatregelen in de Engbertsdijkswenen en het Bargerveen blijken afdoende wat betreft het voorkomen van steekmugplagen.
- Omvang (beïnvloed oppervlak) en type maatregel (diepte van ontwatering) hebben echter grote ecologische gevolgen. Onderzocht zou moeten worden hoe deze beperkt kunnen worden. predatoren)

#### Guanotrofiëring:

- Guanotrofiëring leidt tot algenvorming en een afnemende vitaliteit van veenmossoorten. In kokmeeuwkolonies komt geen enkele veenmosgroei op gang.
- Er zijn geen gegevens beschikbaar over het voorkomen (in duur en aantallen) van watervogels (mate van belasting) in relatie tot het voorkomen van veenmossoorten.

- Over naijlingseffecten zijn geen en over drempelwaarden in belasting zijn onvoldoende gegevens beschikbaar.
- Op een enkele uitzondering na komt in de open wateren in het Peelgebied in het geheel geen groei van Waterveenmos op gang. Onbekend is of dit uitsluitend is te wijten aan guanotrofiëring. Andere mogelijke (versterkende) factoren kunnen stikstofdepositie, aanwezigheid van de Oost-Amerikaanse hondsvij en/of het voorkomen van wisselende waterstanden zijn.

#### Vestiging watervogels

- Vernattingsmaatregelen hebben geleid tot de vestiging van zeldzame watervogels (Goorde fuut, Zwarte stern, Dodaars, Porseleinhoen, etc.). In sommige gevallen heeft een bijstelling van de hoogveendoelstelling met zich meegebracht.
- Door calciumgebrek blijkt de Zwarte stern in het Bargerveen geen jongen groot te kunnen brengen. Hoogveenrestanten blijken voor deze soort een sink te vormen. Voor de Grauwe klauwier speelt dit geen rol omdat deze zijn dieet aanvult met de Levendbarende hagedis. Voor andere watervogels ontbreken hierover de gegevens. In het kader van de discussie over hoogveendoelstelling dan wel wetlanddoelstelling is het van belang te weten of hoogveenrestanten ook voor andere watervogels een sink vormen.
- Daarnaast is het ook belangrijk om te weten in hoeverre calciumgebrek een rol speelt bij de vogels en wat de calciumbronnen zijn voor het grote aantal, vaak zeldzame, andere soorten gewervelden dat gebruik maakt van de hoogveenrestanten.



## 6 Beschrijving beheer en resultaten voor de geselecteerde terreinen

P.C. van der Molen  
Dienst Landelijk Gebied  
Postbus 1180, 5004 BD Tilburg

### 6.1 Algemeen

Er bestaat geen goed inzicht in de effectiviteit van de verschillende vormen van beheer die tot nu toe in de verschillende hoogveentjes en hoogveenrestanten zijn genomen. Daarom wordt er in het OBN van uit gegaan dat een groot aantal mogelijk in aanmerking komende beheersmaatregelen nader onderzocht dient te worden. In het OBN worden als mogelijke maatregelen voor het herstel van hoogvenen genoemd:

- hydrologische maatregelen bedoeld voor de vermindering van afvoer en wegzijging
- de verwijdering van bos- en struweelbegroeiing ter beperking van de verdamping
- maatregelen gericht op de verwijdering van nutriënten, zoals plaggen, maaien en afvoeren en additionele begrazing.

Er mag verwacht worden dat een aantal maatregelen die reeds op wat grotere schaal zijn toegepast, met name die welke betrekking hebben op waterconservering, kunnen worden toegepast zonder grote risico's. Door middel van een terreininventarisatie van de effecten van reeds uitgevoerde maatregelen wordt hier geprobeerd meer inzicht te krijgen in de risico's of problemen die met het nemen van zulke maatregelen gepaard gaan.

Naast de in de vorige hoofdstukken gepresenteerde informatie biedt deze inventarisatie de basis voor de formulering van de conclusies betreffende ontbrekende kennis en de formulering van de onderzoeksvragen (hoofdstuk 7).

### 6.2 Selectie van de terreinen

In het OBN wordt gekozen voor een 'brede' hantering van het begrip hoogveen. Van Wirdum (1993a) geeft een aantal diagnostische kenmerken van hoogveen die in hoofdstuk 2 behandeld zijn. Om een terrein als hoogveen *sensu stricto* aan te duiden, dient aan die kenmerken voldaan te worden.

Echter, in het OBN is ervoor gekozen om de terreinen die belangrijke hoogveenvegetaties herbergen, maar die strikt genomen tot de natte heide of tot de laagveenmoerassen gerekend dienen te worden, in dit preadvies te betrekken.

Het is gewenst om bij de selectie van de terreinen voldoende rekening te houden met:

- a. de verschillende landschapsoecologische posities die hoogveentjes en hoogveenrestanten kunnen innemen.
- b. de aard van het substraat in hoogveenrestanten, hetgeen ongetwijfeld invloed heeft op de effecten van genomen maatregelen.

- c. de aard van de vernatting. Bij de op waterconservering gerichte maatregelen treffen we een breed spectrum aan van het dichten van afvoergreppels tot grootschalige inundaties.
- d. mogelijke verschillen in mate van atmosferische depositie. Als laatste is het belangrijk om bij de evaluatie de in Nederland voorkomende verschillen in neerslag en atmosferische depositie in aanmerking te nemen. Er is daarom gekozen voor een verdeling van de geselecteerde gebieden over het noorden, midden en zuiden van het land.

De hiervoor genoemde selectiecriteria hebben, tezamen met de mate van beschikbaarheid en toegankelijkheid van gegevens, geleid tot de gebieden die in onderstaande drie tabellen schematisch worden weergegeven. Hierbij dient opgemerkt te worden dat de gebieden niet geselecteerd zijn op basis van resultaten van uitgevoerde maatregelen. Gebieden met interessante informatie kunnen dus buiten beschouwing zijn gebleven. Het moge duidelijk zijn dat bij de veldinventarisaties het beschrijven van een zo groot mogelijke variatie aan terreincondities het uitgangspunt is geweest.

Afhankelijk van de geohydrologische eigenschappen van het gebied en van de omgeving kan er in verschillende mate sprake zijn van voeding met oppervlakte- en grondwater. In de meeste hoogveentjes en in vrijwel alle hoogveenrestanten is alleen sprake van voeding door neerslag (hoogveen *sensu stricto*), waarbij de mate van wegzijging kan verschillen. Voor de geselecteerde gebieden wordt in tabel 6.2 aangegeven in hoeverre ze verschillen in de mate van 'hydrologische isolatie'. De verschillen in de aard van het substraat en de wijze en mate van vernatting voor de geselecteerde terreinen worden aangegeven in tabel 6.3.

Tabel 6.2 De verschillen in de mate van hydrologische isolatie tussen de geselecteerde gebieden.

| Toevoer                                                        |                                                  | Afvoer                                                                                                     |                          |
|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| oppervlakkige watertoevoer                                     | ondiepe grondwater-toevoer                       | geringe wegzijging                                                                                         | grote wegzijging         |
| Witterveld<br>Pikmeeuwen-<br>water<br>Weerribben<br>Merrevliet | Witterveld<br>Haaksbergerveen<br>Brunsummerheide | Fochteloërveen<br>Dwingelderveld<br>Meerstalblok<br>Amsterdamse<br>Veld<br>Deurnese Peel<br>Liesselse Peel | Groote Peel<br>Mariapeel |

Tabel 6.2 De verschillen in de aard van het substraat en de wijze en mate van vernatting tussen de geselecteerde gebieden.

| aard substraat                                                        | aard en mate van vernatting                                                                                                                                     |                                                          |                                               |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
|                                                                       | geen inundatie                                                                                                                                                  | inundatie vanuit grote plassen                           | inundatie vanuit kleine plassen, putten       |
| stuif- en dekzand                                                     | <i>Brunsummerheide</i>                                                                                                                                          |                                                          | <i>Dwingelderveld</i>                         |
| weinig gehumificeerde (wit-)veenresten (o)=onvergraven (v)=vergraven  | <i>kern Fochtelo-<br/>rveen<br/>bosje<br/>Witterveld(o)<br/>kern<br/>Meerstalblok(o)<br/>Engbertdijksvenen<br/>- vak 22(v)<br/>Fochteloërveen-<br/>noord(v)</i> |                                                          | <i>Meerstalblok<br/>Pikmeeuwenwa-<br/>ter</i> |
| sterk gehumificeerde (zwart-)veenresten (o)=onvergraven (v)=vergraven |                                                                                                                                                                 | <i>Amsterd.Veld(v)<br/>Deurnese Peel<br/>Groote Peel</i> | <i>Mariapeel<br/>Liesselse Peel</i>           |
| vergraven laagveen                                                    |                                                                                                                                                                 |                                                          | <i>Weerribben</i>                             |
| brakwatergebied                                                       |                                                                                                                                                                 |                                                          | <i>Merrevliet</i>                             |

Tevens is van belang dat de mogelijke relevante verschillen (klimatologisch, depositie) tussen de noordelijke en zuidelijke regio's wordt meegenomen. Gaande van noord naar zuid kunnen de geselecteerde terreinen als volgt worden geordend:

- *Fochteloerveen, Witterveld*
- *Meerstalblok, Amsterdamse Veld,*
- *Dwingelderveld, Weerribben*
- *Engbertdijksvenen*
- *Haaksbergerveen*
- *Peelvenen, Pikmeeuwenwater*
- *Merrevliet*
- *Brunsummerheide*

### 6.3 Resultaten per terrein

De gebieden zijn bezocht en de relevante documentatie is zoveel mogelijk bestudeerd. Er zijn gesprekken gevoerd met beheerders en onderzoekers. De resultaten voor de afzonderlijke gebieden zijn opgenomen in Bijlage 1. Daarbij is geprobeerd onderscheid te maken tussen aspecten die verbonden zijn met processen op respectievelijk macro-, meso- en microschaal. Zowel conclusies als aanbevelingen voor monitoring en onderzoek worden in de gebiedsbeschrijvingen op deze drie niveaus gepresenteerd.



## 7 Conclusies en verder onderzoek

Leon Lamers

Afdeling Aquatische Oecologie en Milieubiologie, Universiteit Nijmegen (KUN)  
6525 ED Nijmegen

J. Schouwenaars

Wetterskip Boarn en Klif  
Postbus 56, 8500 AB Journe

### 7.1 Conclusies

In de vorige hoofdstukken is de stand van kennis geschetst voor de verschillende thema's, waarbij voor elk thema conclusies zijn geformuleerd. De uitgevoerde terreininventarisatie geeft aanleiding deze conclusies aan te vullen. In paragraaf 7.1.1 wordt allereerst ingegaan op de kwaliteit van de beschikbare informatie bij de terreininventarisaties. Hiertoe worden in paragraaf 7.1.2 eerst de belangrijkste conclusies uit de veldinventarisatie per thema samengevat. Waar mogelijk wordt hier afzonderlijk ingegaan op de onderscheiden drie ruimtelijke schaalniveaus (macro-, meso- en micro-niveau). Een aantal zaken kunnen het beste in samenhang met beheersmaatregelen toegelicht worden. Daarom wordt in paragraaf 7.1.3 apart aandacht besteed aan beheersmaatregelen gericht op de waterhuishouding, het vegetatiebeheer en het faunabeheer. In paragraaf 7.1.4 komt een belangrijk onderdeel van dit hoofdstuk aan bod: de formulering van de ingrepen gericht op inrichting en beheer die als *reguliere maatregelen* of als *proefmaatregelen* kunnen worden beschouwd. Daarnaast worden de voorwaarden besproken waaraan voldaan dient te worden bij de uitvoering van deze maatregelen.

#### 7.1.1 Beschikbare informatie bij de terreininventarisatie

- Het is moeilijk gebleken om terreinen te vinden waar een systematische vergelijking van gegevens over uitgangssituatie en ontwikkelingen mogelijk was. In veel gevallen zijn de uitgangssituatie en het verloop van de ontwikkelingen niet vastgelegd. Dit maakt het moeilijk om een koppeling te maken tussen de uitgangssituatie, het beheer en de waargenomen veranderingen.
- Vegetatiekarteringen zijn vooral de laatste jaren beschikbaar gekomen, maar bieden meestal nog onvoldoende houvast voor de evaluatie van het beheer in het verleden.
- De water- en bodemkwaliteitsgegevens voor de verschillende hoogvenen zijn over het algemeen schaars; bovendien is het vaak erg moeilijk te achterhalen bij welk vegetatietype deze gegevens behoren.
- Meestal is een grondwatermeetnet met ander doel dan monitoring opgezet en beschrijft het de locaties in onvoldoende detail. Voor de fauna ontbreken gegevens en goede monitoringsmethoden.
- Een complicerende factor is verder het ontbreken van duidelijk geformuleerde doelen voor de uitvoering van de maatregelen. Dit maakt het evalueren van de ontwikkelingen vaak onmogelijk.

## 7.1.2 Thematische bespreking

### Regionale hydrologie en waterkwaliteit

#### *macroniveau*

- Op macroniveau is er tot nu toe de meeste aandacht geweest voor kwantitatieve studies van de waterhuishouding. Dit geldt vooral voor de grotere hoogveenrestanten, waar meerdere hydrologische modelstudies hebben plaatsgevonden. Het blijkt dat peilbeheer in de directe omgeving voornamelijk de randzone's beïnvloedt. De waterhuishouding in de centrale delen van de restanten is sterk afhankelijk van het interne beheer.
- Waarschijnlijk kan enige zuurbuffering (door de invloed van grondwater of als gevolg van de bodemsamenstelling) de vorming van drijftillen door het opdrijven van restveen bevorderen. Bij te grote buffering wordt de mineralisatie echter zozeer versneld dat er sprake is van een sterke eutrofiëring waarbij hoogveenvegetaties verdwijnen.
- Het is in de meeste hoogveenrestanten onwaarschijnlijk dat de toevoer van grondwater momenteel nog een rol van betekenis speelt. In terreinen waar zwak gebufferde omstandigheden worden aangetroffen is het nog onduidelijk in welke mate grondwaterinvloed daarbij een rol speelt. Ook de bodemsamenstelling kan hierbij een bepalende factor zijn.
- Het is echter duidelijk dat de uitgangssituatie bij herstel verschilt van de situatie waarbij het hoogveen in het verleden is ontstaan: veelal bij (licht) minerotrofe omstandigheden. Het is dan ook interessant om na te gaan op welke wijze de regionale hydrologische omstandigheden (het 'ecologisch veld' van het veengebied) hierbij een sturende factor vormden. Het zou dan ook kunnen dat de hernieuwde groei van hoogveenvegetaties in een milieu op restveen, dat volledig door regenwater wordt beïnvloed uiterst moeilijk is. De moeizame hervestiging en de langzame groei van veenmossen in vele vernatte hoogveenrestanten, in tegenstelling tot de snelle ontwikkelingen in sommige laagveengebieden, lijkt deze veronderstelling te ondersteunen.

#### *meso-niveau*

- Vrijwel alle hoogveenrestanten kenmerken zich nu door wegzijging naar de ondergrond. De mate waarin dit optreedt wordt voornamelijk bepaald door de dikte en doorlatendheid van de restveenlagen en door de regionale hydrologie. Tijdens het ontstaan van veel hoogvenen is er echter initieel wel sprake geweest van invloed van grond- of oppervlaktewater.
- Voor de kleinere hoogveentjes in het stuif- en dekzandgebied geldt dat in veel gevallen enige lokale toestroming van ondiep grondwater optreedt. Uitgesproken duidelijk is dat in de Brunsummerheide. Voor de vennen in het Dwingelderveld is deze relatie minder duidelijk.
- In de laagveenmoerassen en het brakwatergebied speelt de mate waarin het oppervlaktewater de kwaliteit van het wortelmilieu beïnvloedt een doorslaggevende rol bij het wel of niet ontstaan van hoogveenvegetaties.
- De invloed van bufferend water wordt sterk bepaald door de waterhuishoudkundige inrichting van het terrein en zijn directe omgeving.

### Waterbalans, grondwaterstand en vochthuishouding

#### *meso-niveau*

- Onderzoek in het buitenland toont aan dat in een ongestoord goed ontwikkeld hoogveen de acrotelm beschikt over een aantal kenmerkende eigenschappen. Door de snel met de diepte afnemende doorlatendheid treedt er in hoogveenengebieden alleen bij hoge grondwaterstanden een snelle afvoerreactie op na regenval. Bij lagere grondwaterstanden wordt lateraal weinig water afgevoerd. In combinatie met een grote waterberging en beperkte mogelijkheden voor capillaire nalevering leidt dit tot de kenmerkende beperkte fluctuaties van de waterstand in het veen. In tegenstelling tot het hiervoor besprokene met betrekking tot de rol van de regionale hydrologie als sturende factor voor hoogveenontwikkeling (het 'ecologisch veld' van het veengebied), gaat het bij het al dan niet voorkomen van acrotelmeigenschappen om het functioneren van het

'apparaat', oftewel de fysische regulatiemechanismen die van de aanwezigheid van de acrotelm afhankelijk zijn.

- Er is nog te weinig aandacht besteed aan de randvoorwaarden voor het herstel van de acrotelm.

#### *micro-niveau*

- In vrijwel alle Nederlandse hoogveenrestanten zakken de grondwaterstanden in het veen in de zomer te diep weg en treedt regelmatig ernstige verdroging op. Dit verschijnsel wordt in belangrijke mate veroorzaakt door ongunstige fysische bodemeigenschappen, waarschijnlijk in combinatie met een relatief hoge verdamping door Pijpenstrootje (*Molinea caerulea*).
- Op plaatsen met een vergrote watervoorraadvorming door de aanwezigheid van plasjes en putten blijven de dalingen in de zomer beperkt.
- Wanneer het maaiveld in de zomer meezakt, blijven de dalingen onder het maaiveld in de zomer beperkt. Dit is in sommige gebieden met witveenresten het geval.
- Door compartimentering ontstaan plaatsen waar de afvoer zich concentreert. Daarmee wijkt het afvoerpatroon sterk af van een ongestoord veensysteem. Een bepaald compartiment kan op meerdere plaatsen van water worden voorzien uit andere compartimenten en waarschijnlijk is door zorgvuldige planning van deze voorzieningen een gunstige beïnvloeding mogelijk van duur en frequentie van inundaties en grondwaterstandsgedrag in het voorjaar. Deze aspecten hebben in het tot nu toe gevoerde beheer geen aandacht gekregen.

### **Water- en luchtkwaliteit**

#### *macro-niveau*

- De atmosferische depositie van stikstof ligt in Nederland ver boven de voor hoogvenen kritische waarde van 5-10 kg ha<sup>-1</sup> j<sup>-1</sup>. Hierdoor is er zeer waarschijnlijk sprake van stikstofverzadiging, waarbij negatieve effecten kunnen optreden in de soortensamenstelling door de hoge beschikbaarheid van deze voedingsstof en de accumulatie van ammonium-stikstof. Er is onvoldoende bekend in hoeverre de veelvuldig waargenomen en ongewenste dominantie van Pijpenstrootje en Berk (*Betula pubescens*) verband houdt met de hoge stikstofdepositie en welke invloed dit heeft op het functioneren van hoogveensystemen in het algemeen. Deze informatie is van groot belang voor het beheer van hoogvenen.

#### *meso-niveau*

- Het is niet duidelijk in hoeverre het eerder beschreven afvoergedrag dat het gevolg is van de fysische eigenschappen van een jong veenmosdek alleen in hydrologisch opzicht een functionele rol vervult, of dat hieraan ook in hydrochemisch opzicht een functionele betekenis moet worden toegekend. Dit zou dan betrekking hebben op wijze en mate van afvoer van nutriënten en andere opgeloste stoffen.

#### *micro-niveau*

- Het is niet duidelijk welke rol de voormalige toplaag en de daar optredende afbraakprocessen hebben op het ontstaan van drijftillen.
- De informatie over de koppeling tussen de vegetatieontwikkelingen en de water- en bodemkwaliteit in hoogvenen is onvoldoende. Dit maakt het moeilijk om indicatorsoorten en sturende processen voldoende te definiëren.

### **Vegetatiesuccessie**

#### *micro-niveau*

- Een systeem van indicatorsoorten in hoogvenen is recentelijk uitgebracht (Aggenbach & Jalink 1998). Of dit systeem ook bruikbaar is voor hoogveenre-generatieprojecten moet getoetst worden.

## Verbreiding flora

### *macro-niveau*

- Er zijn in Nederland geen goed gedocumenteerde ervaringen met de (her)introductie van hoogveenplanten.
- Introductie van veenmossoorten in open water is in andere landen al vele malen succesvol verricht. Introductie van bultvormende soorten lijkt minder eenvoudig.
- Wellicht bieden de in Canada toegepaste methoden voor regeneratie van een veenmosdek waarbij bodembedekkingsmateriaal zoals stro gebruikt wordt, ook voor Nederland een mogelijkheid. Dit is Nederland onvoldoende onderzocht.

## Fauna

### *macro-, meso en micro-niveau*

- In geen enkel gebied is de ontwikkeling van de fauna een uitgangspunt geweest in het beheer. In de meeste beheersplannen ontbreekt een geïntegreerde benadering gericht op vegetatie én fauna.
- De verschillen in soortensamenstelling tussen hoogveenlandschappen zijn groot.
- Toename van de structuurrijkdom (onder andere struweelvorming) vergroot de faunistische diversiteit.
- Ook vernattingsmaatregelen leiden tot een verhoging van de faunistische diversiteit; daarbij treden bepaalde soorten vaak met grote aantallen op.
- Naast terugkeer van enkele typische hoogveensoorten lijken vooral soorten van de oorspronkelijke laggzone en randgebieden positief te reageren op herstelmaatregelen. Hieronder zijn veel Rode-Lijstsoorten.

### 7.1.3 Inrichtings- en beheersmaatregelen

#### **Waterbeheer; vernatting tot aan het maaiveld**

Vernatting met maximale grondwaterstanden tot aan het maaiveld (bijvoorbeeld door het dichten van greppels) is niet succesvol vanwege ongunstige bodemfysische eigenschappen. Deze leiden ertoe dat bijna elke zomer de grondwaterstand te diep wegzakt, óók bij geringe waterverliezen door wegzijging of lekkage door kaden. Deze methode lijkt alleen te slagen op plaatsen waar ook veel open water aanwezig is (in permanent geïnundeerde laagten). Dit is bijvoorbeeld het geval in voormalige witveen-verveningen (Engbertsdijkerven, Fochteloërveen). Het open water blijkt de bergingscoëfficiënt te vergroten en een stabiliserend effect te hebben op de waterpeilfluctuaties. Toch lijkt ook hier enige inundatie van de hogere delen vereist te zijn, omdat deze delen anders begroeid raken met berken, en veenmosvestiging beperkt blijft tot de randen ervan en tot drijftillen.

Het is niet duidelijk wat het effect is van het verwijderen van berkenopslag op het grondwaterstandsgedrag. Deze maatregel wordt immers altijd in combinatie met waterconservering genomen. Het lijkt aannemelijk dat berkenopslag in lage dichtheden de wind vertraagt en daarmee een microklimaat schept waarin mogelijk ook de verdamping enigszins beperkt wordt.

#### **Waterbeheer: vorming kleine plassen en putten met drijftillen**

Drijftilvorming blijkt op te treden in verschillende uitgangssituaties. Opvallend is het verschil in snelheid waarmee de drijftillen gevormd worden. Het is duidelijk dat het ontstaan van drijvende lagen eerder optreedt in putten met een ondergrond van teruggestorte bolster of weinig gehumificeerd veen. Putten op sterk gehumificeerd zwartveen blijven langer zonder drijftillen. Het is bovendien duidelijk dat zwak gebufferde condities de drijftilvorming stimuleren. Onduidelijk is echter in hoeverre hierbij de afbraak van restveen dan wel lokale grondwatertoevoer een rol speelt. De putten in het Haaksbergerveen en de vennen in het Dwingelderveld laten zien dat op drijftillen een vegetatie met bultvormende elementen uit de Oxycocco-Sphagnetetea binnen enkele decennia mogelijk is.

In de boerenkuilen in het Peelgebied en in de putten van het Meerstalblok (Bargerveen) is in de vegetatie veel langer sprake van stadia met slenkge-meenschappen (Scheuchzerietetea) en komt de ontwikkeling van bultvormers na meerdere decennia (20 tot 50 jaar) niet of nauwelijks op gang. De oorzaak van deze verschillen is niet duidelijk.

### **Waterbeheer: permanente inundatie met grote plassen**

Bij grotere plassen treedt slechts verlanding op wanneer de oever een flauw talud heeft en begroeid is met polvormende planten zoals Pijpenstrootje (*Molinea caerulea*) en Eenarig wollegras (*Eriophorum vaginatum*), waartussen dan veenmosgroei op gang komt. Hetzelfde kan ook plaatsvinden in begroeiingen met Pitrus (*Juncus effusus*). In het Amsterdamse Veld is op dergelijke plaatsen in 10 jaar een horizontale uitbreiding van de verlanding waargenomen van 10 tot 25 m.

Wanneer een plas begrensd wordt door abrupte overgangen zoals dammen of voormalige veenwanden (als restant van de vervening) wordt de bij grote plassen optredende golfslag in de oeverzone niet gedempt door plantengroei. Hier komt veenmosontwikkeling niet of nauwelijks op gang.

### **Vegetatiebeheer**

In vele hoogveenrestanten, maar ook in kleinere hoogveentjes en natte drijftillen, treedt berkenopslag op. Het kappen van de berken is weinig succesvol en dient voortdurend herhaald te worden.

Wanneer in een laagveenmoeras de kraggen steeds dikker worden neemt de invloed van regenwater toe en kunnen veenmossen in ongeveer 20 jaar het oppervlak koloniseren en zich dominant uitbreiden (Weerribben). Wellicht biedt een laat maaibeheer relatief meer kansen aan rietontwikkeling in vergelijking met vroeg maaien en wordt aldus door de vorming van een gunstig microklimaat (beperking van instraling en verdamping) de veenmosontwikkeling bevorderd.

In brakwatervenen is het onduidelijk of door maaibeheer de vorming van hoogveenvegetaties gestimuleerd kan worden.

### **Faunabeheer**

In een aantal terreinen hebben vernattingsmaatregelen geleid tot tijdelijk waterhoudende milieus, waar zich steekmugplagen ontwikkeld hebben. De daartegen genomen inrichtings- en beheersmaatregelen blijken afdoende om plagen te voorkomen en hebben soms een negatief effect op het veensysteem.

In plassen met kokmeeuwkolonies leidt guanotrofiëring tot algenvorming en afnemende vitaliteit van veenmossen. Over drempelwaarden voor de belasting en over naijlingseffecten zijn geen gegevens beschikbaar.

Opvallend is dat er in het Peelgebied in de plassen nauwelijks veenmosontwikkeling plaatsvindt. Het is niet duidelijk in hoeverre, naast guanotrofiëring, ook het voorkomen van de Oost-Amerikaanse hondsvijl een rol speelt. Deze soort komt in het Peelgebied in zeer hoge dichtheden voor; meer noordelijk is hij niet aangetroffen. Onbekend is welke invloed deze soort heeft op voedselketen, helderheid van het water en voedselverrijking (door opwerveling van het sediment en aantrekken grote aantallen predatoren).

In meerdere terreinen hebben vernattingsmaatregelen geleid tot de vestiging van zeldzame watervogels (Geoorde fuut, Zwarte stern, Dodaars, *et cetera*). Het is niet bekend in hoeverre het hoogveenmilieu een geschikte habitat vormt. Alleen voor de Zwarte stern is bekend dat ze er door kalkgebrek geen jongen kunnen grootbrengen. Daarmee vormen de hoogveenrestanten een *sink* voor deze soort. Dit betekent dat de vogel wel investeert in reproductie, maar geen nakomelingen krijgt. Voor andere watervogels is dit fenomeen niet bekend.

## **7.1.4 Formulering reguliere maatregelen en proefmaatregelen binnen het OBN**

### **Reguliere maatregelen**

Het betreft hier maatregelen die in de praktijk hebben bewezen effectief te zijn. Er is weinig deskundigheid en vooronderzoek bij nodig en de maatregelen zijn makkelijk uitvoerbaar. Het gaat dus om 'praktijkrijpe' maatregelen.

Bij de beschouwing van de in het verleden in meerdere veengebieden uitgevoerde maatregelen blijkt dat ze soms een positief resultaat hebben gehad, vaak ook niet. Belangrijk is de constatering dat bij de terreinbezoeken veelvuldig is vastgesteld dat er bij ogenschijnlijk gelijke situaties grote verschillen optreden in de ontwikkelingen na uitvoer van gelijke maatregelen. Voor alle maatregelen lijkt te gelden dat ze alleen succesvol zijn wanneer aan bepaalde randvoorwaarden voldaan kan worden; deze voorwaarden zijn echter onvoldoende bekend. Het is dan ook vooralsnog niet mogelijk om reguliere maatregelen voor hoogveenherstel te formuleren; hiervoor is eerst meer onderzoek nodig.

### Proefmaatregelen

Hierbij gaat het om maatregelen waarbij voorafgaande aan de uitvoering gebiedsgericht vooronderzoek vereist is, en waarbij door een systematische monitoring verdere toetsing plaatsvindt. Hiervoor komen meerdere, in de praktijk van het hoogveenherstel reeds veelvuldig toegepaste, maatregelen in aanmerking. In tabel 7.1 en 7.2 worden de beheersmaatregelen die voor nadere toetsing in aanmerking komen schematisch weergegeven. Het is belangrijk dat er aan bepaalde voorwaarden wordt voldaan, iets wat door voorbereidende studies in de terreinen onderzocht dient te worden. Alleen wanneer dit het geval is, komen de projecten voor uitvoering in aanmerking.

Tabel 7.1 Proefmaatregelen met betrekking tot het waterbeheer.

|                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                       |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>diagnose</b>    | de bedekking met veenmossen neemt af                                                                                                                                                                                                                                                                           | nauwelijks veenmosgroei tussen volledige bedekking met <i>Molinia</i>                                                                                                                                                                                                                                                                    | nauwelijks veenmosgroei tussen volledige bedekking met <i>Molinia</i>                                                                                                 |
| <b>doel</b>        | herstel acrotelm door hergroei veenmossen                                                                                                                                                                                                                                                                      | herstel acrotelm door hergroei veenmossen                                                                                                                                                                                                                                                                                                | herstel acrotelm door hergroei veenmossen                                                                                                                             |
| <b>maatregel</b>   | Kadeaanleg                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | kadeaanleg                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | creëren putten en/of plassen                                                                                                                                          |
| <b>voorwaarden</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>- alleen in hoogveenrestanten</li><li>- stuwpeilen nabij maaiveld</li><li>- voorstudie toont aan dat terreingedeelte met veenmossen in zomer plasdras blijft</li><li>- situering kaden zodanig dat op termijn aaneengeloten acrotelm-ontwikkeling mogelijk is.</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>- alleen in hoogveenrestanten</li><li>- stuwpeilen boven maaiveld</li><li>- voorstudie toont aan dat groot gedeelte van door Pijpenstrootje begroeid gedeelte in zomer plasdras blijft</li><li>- situering kaden zodanig dat op termijn aaneengesloten acrotelm-ontwikkeling mogelijk is</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>- voldoende restveen onder plas om droogvallen door wegzijging te voorkomen</li><li>- diepte inundatie minimaal 0.5 m</li></ul> |

Tabel 7.2 Proefmaatregelen met betrekking tot het vegetatiebeheer.

|                    |                                                                                                                                                                          |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>diagnose</b>    | de bedekking met veenmossen neemt af onder opslag van berken                                                                                                             |
| <b>doel</b>        | herstel acrotelm door hergroei veenmossen                                                                                                                                |
| <b>maatregel</b>   | uitdunnen/kap en verwijderen                                                                                                                                             |
| <b>voorwaarden</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>- alleen in combinatie met vernattingsmaatregelen als in tabel 7.1</li><li>- steeds gedeelte van terrein ongemoeid laten</li></ul> |

Voor het bepalen van de effectiviteit van de maatregelen dient in een voorstudie ook de *uitgangssituatie* vastgelegd te worden met betrekking tot abiotische gegevens (waterstandfuctuaties, waterkwaliteit, etc.), vegetatie en fauna. Ten aanzien van de fauna dient hier opgemerkt te worden dat het gewenst is de maatregelen te toetsen op de volgende punten:

- In hoeverre kunnen de maatregelen zo ingezet worden dat ze tevens bijdragen tot optimalisering van de faunistische diversiteit van het hoogveenlandschap?
- Verdwijnen door de maatregelen voor de fauna belangrijke habitattypen?
- Kunnen door de voorgestelde maatregelen ongewenste neveneffecten optreden (bijvoorbeeld guanotrofiëring)?

Dit kan bij het uitvoeren van de maatregelen een fasering in de tijd vereisen. Daarnaast is gewenst te toetsen of de maatregelen op termijn herstel van alle schaalniveaus toelaten (herstel landschappelijke zonering en ruimtelijke relaties).

## **7.2 Nieuwe onderzoeksvragen; naar een samenhangende aanpak**

In deze paragraaf worden de conclusies uit de voorgaande hoofdstukken en paragrafen gebruikt om te komen tot de formulering van de onderzoeksvragen. Het benodigde onderzoek wordt gedefinieerd en besproken. Eerst worden de onderzoeksvragen themagewijs behandeld, waarna zij op een samenhangende wijze in projecten worden gebundeld.

### **7.2.1 De onderzoeksvragen themagewijs**

#### **Regionale hydrologie en waterkwaliteit**

Voor dit thema verdient het aanbeveling de volgende twee onderzoeken gelijktijdig uit te voeren. Ze zijn in zekere mate te beschouwen als complementair.

#### **Potenties voor herstel in relatie tot stoffenbalans (veldstudies)**

De afvoer van voedingsstoffen via het grondwater (wegzijging) en zijdelingse afstroming (afvoer oppervlaktewater) speelt een belangrijke rol in het nutriëntenbudget van hoogvenen. Er zijn te weinig meetgegevens beschikbaar om hierover kwantitatieve uitspraken te kunnen doen. De volgende hypothese dient getoetst te worden:

*Op plaatsen met een relatief snelle hervestiging van hoogveenvegetaties is sprake van een afwijkende stoffenbalans in vergelijking met plaatsen met minder snelle hergroei.*

Wanneer deze hypothese juist blijkt te zijn, heeft dit belangrijke gevolgen voor de waterhuishoudkundige inrichting van gebieden. Het is wenselijk daarbij ook ongestoorde referentiegebieden te betrekken.

#### **Oorzaak en invloed van zwak gebufferde omstandigheden (veld- en laboratoriumstudies)**

Er is geconcludeerd dat zwak gebufferde omstandigheden waarschijnlijk van invloed zijn op de snelheid waarmee drijftilvorming en veenmosgroei optreedt. Het is echter onvoldoende bekend wat de oorsprong is van een lichte aanrijking met bicarbonaat. Wanneer deze wordt veroorzaakt door enige grondwatertoevoer heeft dit implicaties voor de gewenste waterhuishoudkundige inrichting van gebieden. In vele hoogveenrestanten is een situatie met grondwatertoevoer niet (meer) mogelijk. Hydrologisch onderzoek kan inzicht verschaffen in de herkomst van het bicarbonaat. Van belang is dat daarbij een voldoende breed scala aan veldsituaties wordt beschreven.



*Uitvoering van veldwerk door onderzoekers. Hier wordt de waterkwaliteit over een dieptegradiënt bepaald door de bemonstering van veenvocht op verschillende dieptes.  
Foto: Leon Lamers.*

Samengevat in schema:

#### REGIONALE HYDROLOGIE EN WATERKWALITEIT

| type onderzoek                                          | macro-niveau | meso-niveau                                                                                                                |
|---------------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| gericht op het vaststellen van voorwaarden voor herstel | <-----       | POTENTIES HERSTEL IN RELATIE TOT STOFFENBALANS<br>kwantificering bijdrage grondwater en oppervlaktewater aan stoffenbalans |
| gericht op mogelijkheden voor technische realisatie     | <-----       | OORZAAK EN INVLOED ZWAK GEBUFFERDE OMSTANDIGHEDEN<br>Oorsprong van lichte aanreiking met bicarbonaat                       |

#### Verbreiding flora

In een aantal hoogveengebieden vindt na vernatting geen of nauwelijks vestiging van Veenmossen of andere hoogveensoorten plaats, welke noodzakelijk is voor het op gang komen van acrotelmvorming. Het is mogelijk dat niet aan de groeivoorwaarden van de planten is voldaan of dat hun concurrentiepositie ten opzichte van andere planten ongunstig is. Het is echter ook mogelijk dat onvoldoende diasporen van de gewenste soorten aanwezig zijn. Voor het verkrijgen van een beter inzicht in de beperkingen voor hoogveenherstel die voortkomen uit verbreidingsaspecten van plantensoorten, dient de volgende hypothese getoetst te worden:

*De omvang en kwaliteit van de aanwezige diasporenbank of de mogelijkheid van diasporentransport zijn de beperkende factoren voor het voorkomen van soorten die zorg moeten dragen voor acrotelmvorming. Mogelijk wordt de ontwikkeling van aanwezige diasporen geremd door ongunstige milieuomstandigheden.*

De vragen hierbij zijn:

Op locaties waar na vernatting geen of nauwelijks vestiging van Veenmossen of andere hoogveensoorten plaatsvindt, moet eerst worden onderzocht welke vitale diasporen van deze twee groepen na vervening in toplaag aanwezig zijn.

- Zijn wel vitale diasporen aanwezig dan dienen de *benodigde milieuomstandigheden voor ontwikkeling* te worden onderzocht, met name op het gebied van vocht- en nutriëntencondities.
- Zijn geen vitale diasporen aanwezig dan zijn er twee mogelijkheden:

- Om de *mogelijkheid van natuurlijke vestiging* te onderzoeken dient eerst te worden vastgesteld of de afstand van diasporenbronnen te groot is voor de totstandkoming van de diasporenbank op de betreffende locatie.
- Zijn er geen diasporenbronnen in de nabije omgeving, dan dient onderzocht te worden of het wenselijk is *bepaalde soorten te introduceren* om een acrotelm-vormende vegetatie te ontwikkelen.

Daarnaast zijn nog een ander aspecten van belang:

Het afgraven van de toplaag is mogelijk een maatregel ter bestrijding van de dominantie van Pijpenstrootje (*Molinia caerulea*). De kans op vestiging van andere soorten wordt daarbij onder meer bepaald door de aanwezigheid van levenskrachtige diasporen in de nieuwe toplaag. Op grond van het diasporenonderzoek kan worden vastgesteld op welke diepte zich vitale diasporen bevinden en of er verschillen bestaan tussen terreinen of terreindelen. Zo kan voor kansrijke terreinen of terreindelen de gewenste diepte van afgraving worden vastgesteld.

Samengevat in schema:

#### VERBREIDING FLORA

| Type onderzoek                                       | Meso-niveau | Micro-niveau                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------------------------|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Gericht op vaststellen van voorwaarden voor herstel. |             | <p>AANWEZIGHEID VAN DIASPOREN IN DE TOPLAAG. Op welke diepte zijn vitale diasporen aanwezig. Kunnen diasporen de locatie bereiken.</p> <p>ONTWIKKELINGSOMSTANDIGHEDEN VAN DIASPOREN. Kunnen vitale diasporen zich ontwikkelen onder de heersende terreinomstandigheden.</p> <p>INTRODUCTIE VAN SOORTEN. Dienen bij afwezigheid van vitale diasporen en te grote afstand tot diasporenbronnen maar bij gunstige terreincondities soorten te worden geïntroduceerd ten behoeve van acrotelmontwikkeling</p> |

#### Waterbalans, grondwaterstand en vocht

Gebleken is dat een aantal eigenschappen van de bovenste veenlaag alsmede het microreliëf van het veenoppervlak belangrijk zijn in de regulatie van de waterhuishouding en het daarvan afgeleide grondwaterstandsgedrag. In de hier volgende onderwerpen van onderzoek is sprake van veel samenhang.

#### Vergroting waterberging (veldexperimenten)

Het is duidelijk dat het vergroten van de mogelijkheden tot watervoorraadvorming nabij het maaiveld in belangrijke mate bijdraagt aan het beperken van grondwaterstandsschommelingen. De technische mogelijkheden hiervoor zijn in veel terreinen nog onvoldoende benut en gebiedsgerichte experimenten zijn nodig.

#### Eisen ten aanzien van afvoervoorzieningen (veld- en deskstudies)

De relatie tussen grondwaterstandsgedrag en afvoer is voor een aantal ongestoorde hoogvenen redelijk beschreven. Er zijn echter nauwelijks gegevens over het afvoergedrag van de Nederlandse hoogveenrestanten en kleinere hoogveentjes. Vergelijkend veldonderzoek dient inzicht te verschaffen in de mate waarin afvoercharacteristieken van terreinen met een verschillende geschiedenis en een verschillende mate van hervernatting van elkaar verschillen. Ook kan onderzocht worden hoe hierop invloed uitgeoefend kan worden door de inrichting van gebieden. Naar verwachting heeft met name de vormgeving en onderlinge rangschikking van afvoervoorzieningen grote invloed op de afvoerkenmerken van een gebied. De momenteel in uitvoering zijnde en de onlangs afgeronde hydrologische modelstudies geven mogelijkheden voor verdere verkenning van de sturingsmogelijkheden voor een optimale inrichting van de gebieden.

### **Herstel van acrotelm eigenschappen (veld- en laboratoriumexperimenten)**

Het is voor de waterhuishouding van belang dat er ook herstel optreedt van de eigenschappen die gerelateerd zijn aan het voorkomen van een jong veenmosdek. Daarom dient een systematische monitoring van deze eigenschappen onderdeel te zijn van meetnetten bij herstelprojecten. Reeds voor aanvang van vernattingsmaatregelen dienen maaiveldhoogten en fysische struktureigenschappen van de bovenste veenlaag bepaald te worden. Door monitoring kunnen dan ontwikkelingen zoals hernieuwde zwel en vergroting van de waterbergingscoëfficiënt beschreven worden.

Bijzondere aandacht verdient de relatie tussen de mate waarin hergroei plaatsvindt en de helling van het terrein ter plaatse, aangezien de helling effect heeft op de afvoer.

Dit aspect is, behalve als onderdeel van bovengenoemde langjarige monitoring, te onderzoeken door meerdere lokaties met verschillende ontwikkelingsstadia van de acrotelm onderling te vergelijken.

In samenhang met het hierboven genoemde onderzoek kunnen door combinatie met afvoermetingen ook veranderingen in het neerslag-afvoerpatroon en in de reactie van de afvoer op het grondwaterstandsgedrag beschreven worden. Het belang hiervan voor de waterhuishouding kan zo nader verkend worden.

### **Verbetering hydrologische voorspellingsmodellen (veld- en modelstudies)**

In zeer nauwe samenhang met het hierboven genoemde onderzoek, verdient het aanbeveling om meer fundamenteel gericht onderzoek te verrichten naar de geleidelijke hydrologische veranderingen na vernatting. Vernatting beïnvloedt de verdamping en hernieuwde veenmosgroei leidt tot geleidelijke veranderingen van de fysische eigenschappen van de bovenste bodemlagen. Hernieuwde zwel en veenmosgroei leiden ook tot veranderingen in het neerslag-afvoerpatroon. Deze 'interactie' tussen vegetatie en waterhuishouding heeft tot nu toe te weinig aandacht gekregen in de modelstudies die gehanteerd zijn bij het doen van voorspellingen over de gevolgen van waterbeheersmaatregelen. Daarbij worden veel van de genoemde eigenschappen als constanten beschouwd. Een modelaankpak waarbij de waarden van verschillende parameters aan voortdurende verandering onderhevig zijn tijdens het vernattingsproces doet veel beter recht aan de belangrijke effecten hiervan op de hydrologie van vernatte gebieden (zogenaamde 'parameterdrift')

### **Verdamping en microklimaat berken (veld- en modelstudies)**

Omdat de momenteel in Nederland gebruikte berekeningsmethode voor verdamping (Makkink-vergelijking) voornamelijk op straling is gebaseerd, is deze benadering eigenlijk alleen geschikt voor de bepaling van de verdamping in een open terrein. Voor natuurgebieden vormt de benadering dan ook een probleem, hier is veelal sprake van een heterogene structuur, gekenmerkt door een relatief grote invloed van wind op het verdampingsproces (Spieksma *et al.* 1996).

Het is dan ook niet duidelijk in hoeverre de verdamping van terreinen met verspreide bosopslag (zoals veel van de Nederlandse hoogveenrestanten) afwijkt van die van een open hoogveen. Windremming door boomopslag zou tot een lagere verdamping kunnen leiden. Daarentegen kan de grotere interceptie bij boomopslag leiden tot grotere interceptieverliezen. Bij lage dichtheden van berk is dit kwantitatief van slechts geringe betekenis. Het is aannemelijk dat windremming door verspreide berken leidt tot reductie van verdampingsverliezen en dat er sprake is van een min of meer optimale dichtheid. Dit zou belangrijke gevolgen kunnen hebben voor het beheer van terreinen met berkenopslag.

In deze studie dienen andere factoren die het microklimaat bepalen (luchtvochtigheid, temperatuur) op een geïntegreerde wijze met aspecten zoals wind en verdamping bestudeerd te worden.

### **Betekenis stijghoogte ondergrond voor catotelm eigenschappen**

In meerdere hoogveenrestanten in Nederland bevindt de regionale grondwaterspiegel (stijghoogte ondergrond) zich onder de veenbasis. Dit wijkt af van de situatie bij het begin van de veenvorming en het veranderen van de condities onder en in de catotelm kan belangrijke gevolgen hebben voor de mogelijkheden voor herstel. Zo is het in Nederland in de grotere hoogveenrestanten met een goed afsluitende veenlaag de vraag wat er direct onder de veenbasis voor condities heersen. De huidige wijze van monitoren, met doorboringen en luchttoetreding via het boorgat en filterbuizen verstoort de situatie in sterke mate. Het is denkbaar dat er in de meeste gevallen toch

## Lekkage door dammen

Samengevat in schema:

| type onderzoek                                       | macro-niveau                                                                           | meso-niveau                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | micro-niveau                                                                                                              |
|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| gericht op vaststellen van voorwaarden voor herstel  | BETEKENIS<br>STIJGHOOGTE<br>IN<br>ONDERGROND<br>VOOR<br>CATOTELM<br>EIGENSCHAP-<br>PEN | <-----<br><br><br><br><br><br><br><br><br><br>VERBETERING HYDROL. VOOR-<br>SPELLINGSMODELLEN<br>'parameterdrift' na vernatting<br><br><br>VERDAMPING EN<br>MICROKLIMAAT BERKEN<br><br><br>EISEN T.A.V. AFVOERVOOR-<br>ZIENINGEN<br>VERGROTING WATERBERGING<br>(graven putten, geulen)<br><br><br>LEKKAGE DOOR DAMMEN | HERSTEL VAN<br>ACROTELM-<br>EIGENSCHAPP<br>EN<br>(zwel-krimp,<br>berging,<br>hellingshoek<br>neerslag-<br>afvoerrelaties) |
| gericht op mogelijkheden voor technische realisering |                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                           |

### Waterkwaliteit, nutriënten en overige ionen

Een belangrijk aandachtspunt bij dit thema is de wijze waarop de vegetatieontwikkeling beïnvloed wordt of invloed uitoefent op de kwaliteit van de bodem (respectievelijk bodemwater). Atmosferische depositie heeft invloed op de bodemchemie en de problemen die daarmee samenhangen verdienen nadere aandacht.

De eerste twee van de hieronder nader toegelichte studies kunnen dan ook het beste tegelijk en in nauwe samenhang worden uitgevoerd. De studies naar effecten van vegetatie- en bodembeheer vormen een andere categorie, welke het beste in eerder genoemd onderzoek kunnen worden ingepast.

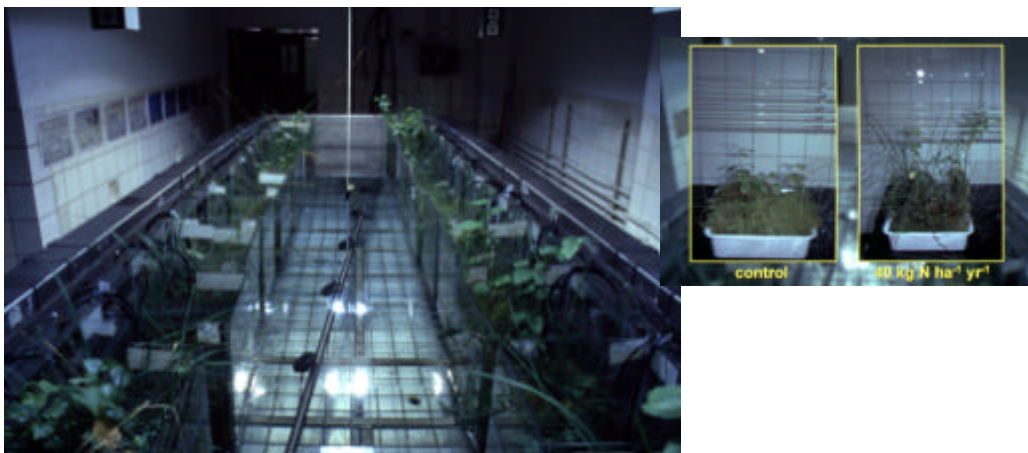
### Invloed verhoogde stikstofdepositie (veld- en laboratoriumexperimenten)

De internationaal erkende kritieke (totale) atmosferische depositie van stikstofcomponenten ligt voor hoogvenen in de orde van  $5\text{--}10 \text{ kg.ha.jr}^{-1}$ . Boven dit niveau kan er sprake zijn van stikstofverzadiging, waardoor de vegetatiesamenstelling kan veranderen. In de literatuur zijn verschillende effecten beschreven van verhoogde stikstofdepositie op de soortensamenstelling binnen hoogvenen. Het stikstofaanbod in de Nederlandse hoogvenen is door verhoogde depositie inderdaad groter dan in bijvoorbeeld de Ierse venen. Er is echter onvoldoende bekend welke implicaties dit heeft voor het behoud en herstel van Nederlandse hoogveenvegetaties. Met name de rol die stikstof speelt bij de waargenomen en ongewenste toename van Berk (*Betula pubescens*) en Pijpenstrootje, ook onder relatief nattere omstandigheden, is onvoldoende bekend. Een en ander is belangrijk met betrekking tot de gedachte dat intern beheer uiteindelijk niet meer nodig zal zijn in herstelde hoogvenen.

De hier te toetsen hypothese is:

*De huidige depositie van stikstof in Nederland heeft negatieve gevolgen voor de ontwikkelingen in hoogvenen, waardoor er van het beheer extra inspanningen geleverd worden voor het instandhouden of terugkrijgen van karakteristieke hoogveenvegetaties en de bijbehorende fauna.*

Een vergelijking van de ontwikkelingen tussen locaties met hoge en lage atmosferische stikstofaanvoer (bijvoorbeeld Nederland, Ierland) en experimenteel onderzoek met stikstofwegvang en -additie moeten concrete antwoorden over de invloed van de verhoogde stikstofdepositie leveren. Het veldonderzoek zal ondersteund moeten worden door laboratoriumexperimenten, waarin omgevingsparameters anders dan het depositie-niveau gelijk gehouden kunnen worden.



*Experimentele labopstelling voor een stikstof beregeningsexperiment. Inzet: Beregeningsexperimenten laten een duidelijk verschil zien in de groei van vaatplanten en Veenmos tussen de controlebehandeling en de behandeling met een depositie van  $40 \text{ kg stikstof ha}^{-1} \text{ jaar}^{-1}$ . Foto's: Hilde Thomassen.*

### **Interactie tussen vegetatie-ontwikkeling en bodemchemie (veld- en laboratoriumexperimenten)**

Aangezien de vegetatie-ontwikkelingen worden bepaald door de omgeving (biologisch, fysisch en chemisch) is het nodig om inzicht te krijgen in de sturende factoren bij de vegetatie-ontwikkeling in hoogvenen. Welke rol spelen de concentraties van verschillende nutriënten, van macro-ionen en van anorganisch koolstof? Welk beheer leidt tot de gewenste abiotische omstandigheden? Omgekeerd heeft de vegetatie ook effect op de chemische kwaliteit van water en bodem, zoals door de ionenuitwisseling door Veenmos en de aëratie van de bodem door dieper wortelende soorten die zuurstof verliezen via de wortels. Dit laatste is belangrijk in verband met de toename van soorten als Pijpenstrootje en Berk.

De hier te toetsen hypothesen zijn:

*De waterkwaliteit en bodemchemie zijn in sterke mate sturend voor de vegetatie-ontwikkelingen in hoogvenen. Veranderingen in de vegetatiesamenstelling van hoogvenen en met name een sterke uitbreiding van Berk en Pijpenstrootje hebben invloed op de beschikbaarheid van voedingsstoffen.*



*Door het plaatsen van holle cylinders worden afgescheiden compartimenten gecreëerd zodat de effecten van waterkwaliteit en bodemchemie kunnen worden bestudeerd.*

*Foto: Fons Smolders.*

### **Invloed verwijderen vegetatie (kappen, maaien) (veldexperimenten)**

In veel Nederlandse hoogveenvegetaties worden de latere successiestadia gekenmerkt door een sterke toename van Berk en Pijpenstrootje. Om het open karakter van de vegetatie te behouden, worden berken meestal afgezaagd of verwijderd. In laagvenen lijkt hoogveenvorming op kortere termijn (enkele tientallen jaren) onmogelijk zonder maaibeheer. Wellicht speelt de nutriëntencirculatie bij berken (opname door wortels tot op grotere diepte, bladafval) hierbij een belangrijke rol. In het veld kan onderzocht worden welke effecten de afvoer van berken heeft op de vegetatie, fauna en de (bodem)waterkwaliteit.

De te toetsen hypothese is:

*Het terugdringen van berken is op veel locaties nodig om hoogveenherstel te verwezenlijken.*

### **Invloed inbrengen toplaag (veldexperimenten)**

Het lijkt erop dat de aanwezigheid van een teruggestorte toplaag - en zeker wanneer deze bestaat uit bonkaarde - de vorming van drijftillen stimuleert. Nader onderzoek is gewenst naar de achterliggende oorzaak en naar mogelijkheden om dit verschijnsel in het beheer maximaal te benutten.

De te toetsen hypothese is:

*Op locaties met een teruggestorte toplaag vindt gemakkelijker drijftilvorming plaats door het opdrijven van veen.*

Samengevat in schema:

#### WATERKWALITEIT, NUTRIENTEN EN OVERIGE IONEN

| type onderzoek                                     | meso-niveau                            | micro-niveau                                                                                                                           |
|----------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| gericht op vaststellen<br>voorwaarden voor herstel | INVLOED VERHOOGDE<br>STIKSTOFDEPOSITIE | INTERACTIE TUSSEN VEGETATIE-<br>ONTWIKKELING EN<br>BODEMCHEMIE                                                                         |
| gericht op mogelijkheden<br>technische realisatie  |                                        | INVLOED VERWIJDEREN<br>VEGETATIE<br>Kappen, maaien<br><br>INVLOED TERUGSTORTEN<br>TOPLAAG (ONDER ANDERE<br>BOLSTER) OP DRIJFTILVORMING |

#### Vegetatiesuccessie

##### **Autoecologie van veenmossen en de rol bij drijftilvorming en successie.**

In veel voormalige hoogveenrestanten wordt voor het op gang brengen van de veenregeneratie vernatting uitgevoerd. In open water zijn de eerste kolonisten veelal *Sphagnum cuspidatum* en wat later *S. recurvum*. Deze soorten vormen drijftillen die decennia-lang kunnen bestaan. In deze drijftillen kunnen zich vervolgens bultvormende veenmossen als *S. papillosum* en *S. magellanicum* gaan vestigen, die nog sterker afhankelijk zijn van regenwater dan de eerste koloniserende soorten. Toch wordt in meerdere terreinen waar drijftillen aanwezig zijn, geconstateerd dat de vestiging van bultvormende veenmossen niet op gang komt of dat aanwezige bultvormers zich nauwelijks verder uitbreiden. Daarom moet vastgesteld worden welke omgevingsfactoren (biotisch en abiotisch) in welke mate invloed uitoefenen op de vestigings- en ontwikkelingsmogelijkheden van de bultvormers. Hiervoor is autecologische kennis van alle vier genoemde veenmossoorten nodig. Ondanks de grote kennis die in de afgelopen decennia is vergaard op dit gebied, verdienen bepaalde onderdelen nadere aandacht.

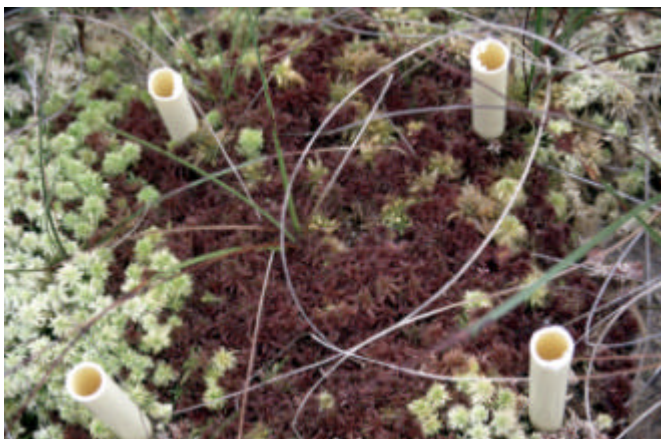
De volgende hypothese dient als uitgangspunt van het onderzoek:

*De vestiging van bultvormende veenmossen in terreinen met drijftillen wordt bepaald door verschillen in concurrentiekracht tussen de betrokken soorten (*Sphagnum cuspidatum*, *S. recurvum*, *S. papillosum* en *S. magellanicum*) als gevolg van verschillen in respons op de N-depositie en/of de hydrologische condities in de drijftil.*

De vragen hierbij zijn:

- Hebben *S. papillosum* en *S. magellanicum* een geringere concurrentiekracht dan *S. cuspidatum* en *S. recurvum* bij hogere N-depositieniveaus?
- Zijn de hydrologische condities in de drijftil voor *S. papillosum* en *S. magellanicum* niet gunstig, waardoor ze ook in dit opzicht een geringere concurrentiekracht hebben dan *S. cuspidatum* en *S. recurvum*?

Beantwoording van deze vragen kan plaatsvinden door middel van vergelijkend onderzoek in het laboratorium en kleinschalige transplantatie-experimenten in het veld.



Voorbeeld van een transplantatie experiment. Hierbij worden verschillende soorten Veenmossen overgezet in een vlak van een andere soort, waarna de ontwikkelingen worden gevolgd. Foto: Fons Smolders.

### Kiemings- en vestigingsoecologie van Berk en Pijpenstrootje

In tal van veenregeneratieprojecten vindt opslag van Berk en van Pijpenstrootje plaats. Veelal wordt dit geassocieerd met hetzij verdroging, hetzij vermessing of met beide. In andere veenregeneratieprojecten, waar ook een zekere invloed van N-depositie verondersteld mag worden, vinden we deze ontwikkelingen echter niet. De huidige kennis over de kiemings- en vestigingseisen van deze twee soorten is onvoldoende.

Samengevat in schema:

#### VEGETATIE SUCCESSIE

| Type onderzoek                                       | Meso-niveau                                                 | Micro-niveau                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| gericht op vaststellen van voorwaarden voor herstel. | KIEMINGS- EN VESTIGINGSOECOLOGIE VAN BERK EN PIJPENSTROOTJE | -----><br><br>AUTECOLOGIE VAN VIER VEENMOSSEN ( <i>Sphagnum cuspidatum</i> , <i>S. recurvum</i> , <i>S. papillosum</i> en <i>S. magellanicum</i> ) T.A.V. N-DEPOSITIE EN HYDROLOGIE VAN DE DRIJFTIL |

### Fauna

#### Aanzet tot clustering van het faunistisch onderzoek.

Het ontwikkelen en toepasbaar maken van een begrippenkader (indelingen-concept op basis van levensstrategie, voedselbron en -ketenrelaties, et cetera), de standaardisering van monitoring en de ontwikkeling van een geautomatiseerd data-opslagsysteem (TURBOFAU) hebben een hoge prioriteit. Een geïsoleerde aanpak binnen het onderzoek naar hoogvenen lijkt niet verstandig, aangezien de resultaten voor alle ecosystemen toepasbaar moeten zijn. In het Overlevingsplan Bos en Natuur zou een aparte uitwerking, onafhankelijk van de indeling naar ecosystemen, de meest aangewezen weg zijn.

Een groot deel van het voorgestelde onderzoek kan samengevat onder de titel: *Optimalisering van de faunistische diversiteit*. Het onderzoek is gericht op herstel van oecologische relaties. Hierbij kunnen aspecten voor de korte en de lange termijn onderscheiden worden.

**Korte termijn (enkele tientallen tot een paar honderd jaar)**

Dit onderzoek richt zich op behoud en ontwikkelingsmogelijkheden van soorten van hoogveenkern, laggs en overgangsvelden en randgebieden in de huidige hoogveenrestanten. Belangrijk is dat soorten op korte termijn in het huidige landschap kunnen overleven, totdat ze zich op de langere termijn weer kunnen verdelen over het herstelde systeem.

Vooraf onderzoek aan voedselketens en vergelijkend onderzoek naar de soortensamenstelling van de fauna in verschillende hoogveenrestanten moet inzicht geven in de wijze waarop inrichtingsmaatregelen en beheer de faunistische diversiteit kunnen optimaliseren. Een belangrijk aspect hierbij is hoe maatregelen gericht op herstel van het hoogveensysteem gecombineerd kunnen worden met deze faunistische doelstelling. Referentieonderzoek in het buitenland naar soortensamenstelling en oecologische relaties binnen intacte systemen levert de ontbrekende kennis en wordt gebruikt voor het opstellen van streefbeelden.

**Lange termijn (herstel van een functionerend hoogveensysteem)**

Het huidige onderzoek richt zich vooral op herstel van de hoogveenkern. Voor de fauna is het van essentieel belang dat de hoogveendoelstelling zich richt op het gehele systeem (herstel op micro-, meso- en macroschaal). Het faunistisch onderzoek richt zich op de voorwaarden waaraan deze schalen en hun onderlinge relaties moeten voldoen om de faunistische diversiteit zo optimaal mogelijk te maken. Referentieonderzoek in het buitenland is hiervoor onmisbaar.

Onderzoek naar optimalisering van de faunistische diversiteit in hoogveenlandschappen is gezien hun huidige soortenrijkdom (met veel bedreigde soorten) binnen het kader van OBN erg belangrijk.

*Guanotrofiëring en het voorkomen van de Oost-Amerikaanse hondsvissen vormen mogelijk een bottleneck voor het herstel van veenvormende vegetaties. Tevens kan het Hondsvisje de bottleneck vormen voor het herstel van de aquatische voedselketen. Een case-studie naar beide fenomenen dient dan ook plaats te vinden.*

Aan de ene kant zijn hoogvenen, met name de hoogveenkern, mineralenarme ecosystemen en dus ongeschikt voor onder andere gewervelden. Toch vormen de huidige hoogveenrestanten belangrijke refugiahabitats voor veel soorten (vogels, herpetofauna, *et cetera*). Hoe gaan deze soorten om met dit kalkgebrek? Welke rol spelen mineralisatie door verdroging en guanotrofiëring hierbij? In hoeverre vormen de hoogveenrestanten een *sink*, zoals aangetoond voor de Zwarte stern. Dit laatste is vooral van belang in verband met de discussie over doelstellingen (hoogveen of wetland). Een eerste case-studie naar *broedsucces bij een aantal vogelsoorten en compartimentering van mineralen in de voedselketen* is dan ook belangrijk.

Samengevat in schema:

#### FAUNA

| type onderzoek                                      | macro-niveau | meso-niveau                                                                                | micro-niveau              |
|-----------------------------------------------------|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| gericht op vaststellen van voorwaarden voor herstel | <-----       | ONTWIKKELEN EN TOEPASBAAR MAKEN BEGRIPPEN KADER                                            | ----->                    |
|                                                     | <-----       | REFENTIEONDERZOEK NAAR SOORTENSAMENSTELLINGEN EN OECOLOGISCHE RELATIES IN INTACTE SYSTEMEN | ----->                    |
| gericht op mogelijkheden technische realisatie      |              | COMPARTIMENTERING VAN MINERALEN IN VOEDSELKETEN                                            |                           |
|                                                     |              | BROEDSUCCESS EN KALKTEKORTEN BIJ VOGELSOORTEN                                              |                           |
|                                                     |              | <-----                                                                                     | GUANOTROFIERING           |
|                                                     |              | <-----                                                                                     | OOST-AMERIKAANSE HONDSVIS |
| monitoring                                          | <-----       | STANDAARDISERING MONITORING                                                                |                           |

#### 7.2.2 Samenhang in aanpak

De tot nu toe gehanteerde werkwijze met een onderverdeling in thema's heeft geleid tot een wat analytische benadering, met als mogelijk nadeel dat de samenhang tussen de verschillende aspecten en problemen niet altijd duidelijk is.

Er is behoefte aan een synthese van de tot nu toe verzamelde informatie waarbij tevens een lijn wordt uitgezet voor de toekomstige organisatie van het onderzoek. Allereerst wordt ingegaan op de belangrijkste knelpunten, zoals gebleken uit de literatuur- en veldinventarisaties. Rond deze knelpunten zijn onderzoeksprojecten te formuleren, elk bestaande uit een aantal met elkaar samenhangende onderzoeksvragen, zoals gepresenteerd in de vorige paragraaf.

Deze projecten zijn steeds een bundeling van zowel toetsings- als onderzoeksmaatregelen rond bepaalde thema's. Ze kunnen beschouwd worden als 'onderzoekslijnen', die in een bepaalde fasering doorlopen dienen te worden.

#### 7.2.3 Belangrijkste knelpunten en prioritering van het onderzoek

Hieronder worden de belangrijkste knelpunten in de kennis over hoogveenherstel weergegeven. Bepalend voor de prioriteit die moet worden toegekend aan de oplossing van deze knelpunten, is de mate waarin ze momenteel een rol spelen bij de discussie over te nemen beheersmaatregelen.

#### Onderzoek met hoge prioriteit

Met name voor het herstel van de acrotelm blijkt dat de vereiste set van randvoorwaarden ten aanzien van bodem- en waterkwaliteit een urgent aandachtspunt vormt.

Een tweede aandachtspunt van hoge prioriteit is de mate waarin de huidige en toekomstige atmosferische depositie invloed hebben op het herstel van

acrotelmcondities, evenals de wijze waarop ongewenste effecten kunnen worden tegengegaan door beheersmaatregelen.

Het beïnvloeden van het grondwaterstandsgedrag heeft in het beheer veel aandacht gekregen. Ook in het onderzoek is het al meerdere jaren een belangrijk aandachtspunt. De toetsing van maatregelen in het veld verdient nu een hoge prioriteit te krijgen.

Een ander aspect dat hoge prioriteit verdient is de formulering van richtlijnen voor inrichting en beheer ten behoeve van de fauna. Aanvullende vergelijkend onderzoek is daarbij nodig.

Hieronder worden de verschillende knelpunten nog eens samengevat:

- Als eerste en meest urgente knelpunt dient genoemd te worden het ontbreken van inzicht in de voorwaarden voor hoogveenherstel, met name de betekenis van de ionen- en nutriëntenhuishouding. In het vorige hoofdstuk zijn meerdere vragen geformuleerd die samenhangen met de water- en bodemkwaliteit. Een belangrijke hypothese die getoetst dient te worden is dat enige zuurbuffering een voorwaarde is voor het herstel van hoogveenvegetaties. Wanneer dit zo is heeft dat grote gevolgen voor het perspectief van de hoogveenrestanten in het hoge deel van Nederland. Het zou betekenen dat de perspectieven voor herstel in veel gevallen beter zijn in het dek- en stuifzandgebied op plaatsen met enige grondwatertoevoer. Ook de perspectieven voor hoogveenontwikkeling in het lage deel van Nederland verdienen dan meer aandacht dan ze tot nu toe krijgen. Momenteel wordt hoogveenontwikkeling in de meeste zoete en brakke laagveenmoerassen juist bestreden.
- Zelfs onder permanent natte condities, zoals in drijftillen, kan stagnatie optreden in de ontwikkeling van veenmosvegetaties en kan de opslag van Berk en Pijpenstrootje niet voorkomen worden. Onderzoek naar de invloed van atmosferische stikstof depositie hierop heeft een hoge prioriteit.
- Na inundatie komt drijfhtilontwikkeling soms niet op gang, verloopt soms erg langzaam of stagneert. Dit kan inherent zijn aan een langzame successie als gevolg van drogere jaren. Ook kunnen beperkingen in vestigings- en groeimogelijkheden van bultvormende veenmossen aanwezig zijn. Een andere oorzaak kan gelegen zijn in beperkingen voor het ontstaan van drijvend substraat. De mogelijke oorzaken dienen getoetst te worden.
- Na vernatting blijft in veel terreinen Pijpenstrootje dominant; de grondwaterstand in de zomer zakt meestal tot onder 30 cm beneden het maaiveld. Onderzocht dient te worden of de bergingsmogelijkheden nabij het maaiveld en in bovenste bodemlaag ontoereikend zijn of dat de waterverliezen in de zomerperiode te groot zijn door verdamping van Pijpenstrootje.
- In sterk door vervening aangetaste hoogvenen is het moeilijk om de indeling in verschillende schaalniveaus te hanteren voor het onderscheiden van de aan herstel verbonden problemen. Inrichtingsmaatregelen hebben vaak geleid tot scherpe grenzen tussen terreingedeelten en de patronen worden vooral hierdoor bepaald. De oorspronkelijke relaties tussen processen op micro-, meso- en macroniveau zijn in aangetaste hoogvenen niet meer operationeel en daardoor onvoldoende bekend. Er is onvoldoende ervaring met een systeemanalytische benadering van de hoogveenrestanten in Nederland. Geprobeerd dient te worden een voor Nederland bruikbare methodiek te ontwikkelen voor een systeemanalytische beschrijving van hoogveengebieden als middel voor het analyseren van de potenties voor herstel.

Ten aanzien van de *fauna* komen de volgende knelpunten naar voren:

- Referentiekaders ontbreken, waardoor streefbeelden niet ontwikkeld konden worden. In het natuurbeheer ontbreekt verder een eenduidig concept met betrekking tot de fauna.
- Er is een gebrek aan kennis over de levensvoorwaarden voor verschillende soorten, de effecten van inrichtings- en beheersmaatregelen op de fauna en over de aantastende factoren op faunasamenstelling en oecologische relaties (voedselketens etc.). Als gevolg van dit gebrek aan kennis treden er bij herstelmaatregelen regelmatig ongewenste neveneffecten op voor de fauna. De aanwezige kennis dient te worden uitgebreid.

- Er is nog geen ervaring beschikbaar in het dusdanig inzetten van beheers- en inrichtingsmaatregelen dat herstel van de fauna en herstel van de oecologische relaties op alle schaalniveaus van het hoogveenlandschap gerealiseerd kunnen worden.
- Ontwikkelingen in de fauna kunnen leiden tot een tegenstelling in doelen (bijvoorbeeld behoud zeldzame watervogels versus hoogveenherstel).
- Herstelmaatregelen kunnen leiden tot ongewenste neveneffecten (bijvoorbeeld guanotrofiëring, steekmugplagen en uitbreiding van het areaal de Oost-Amerikaanse Hondsvís).

#### 7.2.4 De bundeling van vragen tot onderzoeksprojecten

De hier gepresenteerde projecten dienen te worden opgevat als 'onderzoekslijnen'. Ze bestaan elk uit diverse onderdelen, vrijwel steeds zowel proef- als experimentele maatregelen.

#### PROJECT I DE INVLOED VAN VERHOOGDE ATMOSFERISCHE DEPOSITIE VAN STIKSTOF

In dit project dienen *vergelijkende studies* te worden uitgevoerd naar de ontwikkelingen tussen locaties met hoge en lage atmosferische stikstofaanvoer. Buitenlandse *referentiestudies* zijn nodig voor het inzicht in de rol van stikstofdepositie in meer natuurlijke hoogvenen.

Ook experimenteel onderzoek met stikstofwegvang en -additie komt in aanmerking. *Beheersmaatregelen gericht op het verwijderen van nutriënten*, zoals maaien en plaggen dienen hierbij bestudeerd te worden.

Vraagstukken die betrekking hebben op de *interactie tussen vegetatie-ontwikkeling en bodemchemie* kunnen in dit project geïntegreerd worden. Dit geldt ook voor onderzoek naar de *kiemings- en vestigingsoecologie van Berk en Pijpenstrootje*.

#### PROJECT II WATERKWALITEIT EN HOOGVEENHERSTEL

In dit project wordt aandacht besteed aan de wijze waarop de hervestiging van hoogveenvegetaties plaatsvindt na vernatting tot aan het maaiveld (vermorsing) en na inundatie, aan de wijze waarop dit proces mogelijk versneld kan worden en hoe hierbij ongewenste ontwikkelingen in de successie tegengegaan kunnen worden. Daarbij komen de volgende vragen aan de orde:

- Er is geconcludeerd dat *het ontstaan van zwak gebufferde omstandigheden* waarschijnlijk van invloed is op de regeneratie van hoogveenvegetaties en de snelheid waarmee deze optreedt. Dit kan zowel optreden *op restveenbodems als in drijftillen*. Wat is in verschillende situaties de bron van het bicarbonaat?
- Een andere vraag die bestudeerd dient te worden is of plaatsen met een relatief snelle hervestiging van hoogveenvegetaties zich kenmerken door een andere stoffenbalans dan gebieden waar de veenmosontwikkeling langzaam verloopt. Is er bijvoorbeeld een relatief grote *afvoer van nutriënten en ionen via het oppervlaktewater* ('systeemgebonden afvoer')?
- Het lijkt er verder op dat de aanwezigheid van een teruggestorte *toplaag of bonkaarde* de vorming van drijftillen stimuleert. Wat is de rol van de aanwezigheid van bonkaarde en wat zijn de mogelijkheden om de voordelen van de aanwezigheid van zulke toplagen in het beheer maximaal te benutten?
- In dit project kan de volgende vraag onderzocht worden: Wordt de vestiging van bultvormende soorten in drijftillen belemmerd door de *afwezigheid van diasporen* van bepaalde soorten? Onderzocht dient te worden of de vestiging van bultvormende soorten versneld kan worden door *ondersteunende technieken voor de vestiging van bultvormende veenmossen*. Uiteraard zal hierbij studie naar de *autoecologie van veenmossen en hun rol bij drijftilvorming en hun rol in de successie* plaats dienen te vinden.
- Als laatste is hierbij van belang de *guanotrofiëring en het voorkomen van de Oost-Amerikaanse Hondsvís*. Is het Hondsvísje een mogelijke *bottleneck* voor

drijftilvorming en hoogveenherstel. De rol van het Hondsvijze in de voedselketen is tevens aandachtspunt in project IV (fauna).

Evenals bij project I is het mogelijk vraagstukken die betrekking op de *interactie tussen vegetatie-ontwikkeling en bodemchemie* in project II te integreren. Dit geldt zeker ook voor onderzoek naar de *kiemings- en vestigingsoecologie van Berk en Pijpenstrootje*

Hoewel nog weinig bekend is over de invloed van stikstofdepositie op de fauna door veranderingen in bodemcondities, vegetatiesamenstelling, structuur van de vegetatie en bladsamenstelling maakt dit geen deel uit van het onderhavige project. Wel zal onderzoek naar de invloed van beheerexperimenten op de fauna in dit project worden geïntegreerd.

### PROJECT III     HERSTEL NATTE VEENBODEMS

In dit project wordt aandacht besteed aan de vragen die samenhangen met het verschijnsel van te lage grondwaterstanden in de zomerperiode. Centraal staat de vraag met welke maatregelen een betere vernatting van de veenbodem in de zomerperiode bereikt kan worden. Van de eerder geformuleerde vragen dienen hier de volgende aan bod te komen:

- Het gaat hierbij met name om het herstel van eigenschappen behorend bij een goed ontwikkelde acrotelm, zijnde een grote waterberging, een kenmerkend afvoergedrag en beperking van verdamping in droge perioden. Bij het ontbreken van een levend, jong veenmosdek dienen hiertoe kunstmatig voorzieningen getroffen te worden. *Het vergroten van de mogelijkheden tot watervoorraadvorming nabij het maaiveld* draagt in belangrijke mate bij aan het beperken van grondwaterstandsschommelingen. De technische mogelijkheden hiervoor zijn in veel terreinen nog onvoldoende benut en gebiedsgerichte experimenten zijn nodig.
- Met name *de vormgeving en onderlinge rangschikking van afvoervoorzieningen* heeft naar verwachting grote invloed op de afvoerkenmerken van een gebied. De momenteel in uitvoering zijnde en de onlangs afgeronde hydrologische modelstudies geven mogelijkheden voor verdere *verkenning van de sturingsmogelijkheden voor een optimale inrichting* van de gebieden.
- De meermaals gestelde noodzaak van permanent hoge *stijghoogten in de ondergrond (minimaal tot in de veenbasis)* behoeft nader onderzoek en onderbouwing.
- Ook dienen andere dan tot nu toe gebruikte *technieken van dam-aanleg* verkend te worden.
- Vanwege het belang voor de waterhuishouding van het herstel van een aantal aan het voorkomen van een jong veenmosdek gerelateerde eigenschappen dient een gerichte *monitoring van herstel van acrotelmeigenschappen* bij herstelprojecten plaats te vinden.
- In dit project past tevens aandacht voor de *invloed van berken op verdamping en microklimaat*. Het daarmee verbonden vraagstuk van beheer gericht op handhaving van een bepaalde dichtheid van berkenopslag dient ook op de gevolgen voor de fauna bestudeerd te worden.
- Verschillende vernattingsmethodieken en inrichtingsalternatieven (ruimtelijke rangschikking) beïnvloeden met name herstellpotenties van de watermacrofauna. Daarnaast kunnen ongewenste neveneffecten optreden. Daarom wordt onderzoek naar *de invloed van deze maatregelen op de fauna* in dit project geïntegreerd.
- Bij het onderzoek naar de *invloed van berken op de verdamping* wordt geëxperimenteerd met verschillende dichtheden van berken. Een bepaalde mate van berkenopslag vergroot de structuurrijkdom (luwte-effect), foerageer- en broedmogelijkheden, *et cetera*. Onderzoek naar de invloed van berken op de faunadiversiteit wordt daarom geïntegreerd met het onderzoek naar verdamping door berken.

## PROJECT IV OPTIMALISERING FAUNISTISCHE DIVERSITEIT IN HOOGVEENRESTANTEN

Dit onderzoek richt zich op behoud en ontwikkelingsmogelijkheden van soorten van hoogveenkern, laggs en overgangsvennen en randgebieden in de huidige hoogveenrestanten. Belangrijk is dat soorten op korte termijn in het huidige landschap kunnen overleven, totdat op langere termijn deze soorten zich weer kunnen verdelen over het herstelde systeem. Dit vraagt om een goed doordachte planning van zoneringsmaatregelen gedurende de tientallen jaren van herstelbeheer. Er dient een *lijst van uitgestorven soorten* te worden opgesteld.

Vooraf *vergelijkend onderzoek* naar de faunasamenstelling in verschillende hoogveenrestanten moet inzicht geven in hoe inrichtingsmaatregelen en beheer de faunistische diversiteit kunnen optimaliseren. Een belangrijk aspect hierbij is hoe maatregelen gericht op herstel van hoogvenen op lange termijn gecombineerd kunnen worden met deze faunistische doelstelling. *Referentieonderzoek* in het buitenland naar soortensamenstelling en oecologische relaties in intacte systemen levert de ontbrekende kennis en wordt gebruikt voor het opstellen van streefbeelden. Onderzoek naar *mineralengebrek en voedselketens* komt ook aan de orde. Hierbij wordt ook het *broedsucces van watervogels* bestudeerd.

Onderzoek naar het *ontwikkelen en toepasbaar maken van een begrippenkader* kan het beste geïntegreerd worden met het onderzoek in het kader van OBN Fauna.

## PROJECT V SYSTEEMVERKENNINGEN

In dit project wordt in daartoe nader te selecteren gebieden getracht te komen tot een *operationele methode voor een systeemanalytische beschrijving* van hoogveenrestanten. Bij het beschrijven van de problemen bij hoogveenherstel is getracht de verschillende problemen te ordenen naar verschillende ruimtelijke *schaalniveaus*. Dat leverde diverse moeilijkheden op. Vanwege het belang dat gehecht wordt aan een systeembenadering bij de Nederlandse hoogveenrestanten en kleinere hoogveentjes is er behoefte aan een nadere methodische verkenning van de eisen ten aanzien van een dergelijke systeemanalyse. Daarbij staat het verband tussen hydrologische en ecologische patronen en processen op systeemniveau centraal. Deze verkenning dient een *methodiek* op te leveren, waarmee de perspectieven voor het herstel van gebieden kan worden beoordeeld.

Deze studie gaat gepaard met de modellering van de waterhuishouding door middel van een kwantitatief hydrologisch model. Veel meer dan tot nu toe gebruikelijk zal daarbij getracht worden de hydrologische omstandigheden voor de aantasting te beschrijven. Dit gebeurt door een modelmatige reconstructie van de (geo-) hydrologische omstandigheden ten tijde van de veenvorming. Mogelijke invloeden van kleinschalige voorkomens van watervoerende pakketten (zandruggen) en weerstandslagen (leemlagen/breuken) worden ermee verkend. Randvoorwaarden voor hoogveenvorming worden daarmee in kaart gebracht, waardoor de hydrologische problemen op macro- en mesoschaal beter zichtbaar gemaakt kunnen worden.

Uit een analyse van reeds uitgevoerde systeemverkenningen in buitenlandse venen (voornamelijk Ierland) wordt getracht een voor de Nederlandse situatie bruikbare benadering af te leiden.

### 7.2.5 Verloop van het onderzoek

De hierboven geschetste onderzoeksprojecten zijn inmiddels ver gevorderd en er zijn al vele nieuwe resultaten. De opzet van het onderzoek en de resultaten staan beschreven in het werkplan en in de voortgangsrapporten:

Smolders, F. (red.) (1998a). Onderzoek ten behoeve van herstel en beheer van Nederlandse hoogvenen, werkplan. Katholieke Universiteit Nijmegen, Landbouwwuniversiteit Wageningen, Stichting Bargerveen & Staatsbosbeheer, 27 pp.

- Smolders, F. (red.) (1998b). Onderzoek ten behoeve van herstel en beheer van Nederlandse hoogvenen, Tussentijdse rapportage 1998. Katholieke Universiteit Nijmegen, Landbouwniversiteit Wageningen, Stichting Bargerveen & Staatsbosbeheer, 33 pp.
- Tomassen, H., F. Smolders, J. Limpens, G.A. van Duinen & S. van der Schaaf (1999). Onderzoek ten behoeve van herstel en beheer van Nederlandse hoogvenen, Tussentijdse rapportage 1999. Katholieke Universiteit Nijmegen, Landbouwniversiteit Wageningen, Stichting Bargerveen & Staatsbosbeheer, 65 pp.
- Tomassen, H., F. Smolders, J. Limpens, G.A. van Duinen, S. van der Schaaf & G. van Wirdum (2001). Onderzoek ten behoeve van herstel en beheer van Nederlandse hoogvenen. Tussentijdse rapportage 2000. Katholieke Universiteit Nijmegen, Landbouwniversiteit Wageningen, Stichting Bargerveen & Staatsbosbeheer, 83 pp.

# Literatuur

- Aaby, B. (1994). Monitoring Danish raised bogs. In A. Grünig (ed.): Mires and Man. Mire conservation in a densely populated country - The Swiss experience. Flück-Wirth, Teufen Switzerland. pp. 284-300.
- Aaviksoo, K., H. Kadarik & V. Masing (1997). Kaug- ja lähivõtteid 30 Eesti soost. Eesti vabariigi Keskkonnaministeerium, info- ja tehnokeskus. (Aerial views and close-up pictures of 30 Estonian mires, Ministry of the environment, environment information centre)
- Aber, J.D., K.J. Nadelhoffer, P. Steudler & J.M. Melillo (1989). Nitrogen saturation in northern forest ecosystems. *Bioscience* 39: 378-386.
- Aerts, R., B. Wallén & N. Malmer (1992). Growth-limiting nutrients in *Sphagnum*-dominated bogs subject to low and high atmospheric nitrogen supply. *Journal of Ecology* 80: 131-140.
- Aggenbach, C.J.S. & M.H. Jalink (1996). Indicatorsoorten voor waterstandsregime en voedselrijkdom in hoogveengebieden. KIWA. SWE 94.045. 238 pp. + bijlagen.
- Aggenbach, C.J.S. & M.H. Jalink (1998). Indicatorsoorten voor verdroging en eutrofiëring van plantengemeenschappen in hoogvenen. Staatsbosbeheer Driebergen. 138 pp.
- Aletsee, L. (1967). Begriffliche und floristische Grundlagen zu einer pflanzensociologischen Analyse der europäischen Regenwassermoorstandorte. Teil I und II. *Beiträge zur Biologie der Pflanzen* 43: 117 - 283.
- Altenburg, W., H. Jansen & W.S. van der Veen (1993). Vegetatie-ontwikkeling in het Fochteloërveen van de jaren '60 tot 1992. A&W-rapport 52, Veenwouden.
- Andrus, R.E. (1986). Some aspects of *Sphagnum* ecology. *Canadian Journal of Botany* 64: 416-426.
- Andrus, R.E., D.J. Wagner & J.E. Titus (1983). Vertical zonation of *Sphagnum* mosses along hummock-hollow gradients. *Canadian Journal of Botany* 61: 3128-39.
- Armstrong, W. (1964). Oxygen diffusion from the roots of some British bog plants. *Nature* 204: 801-802.
- Armstrong, W. (1979). Aeration in higher plants. *Advances in Botanical Research* 7: 225 -332.
- Arts, G.H.P. (1990). Deterioration of atlantic soft-water systems and their flora, a historical account. Proefschrift Katholieke Universiteit Nijmegen. 62 pp.
- Baaijens, G.J. (1982). Nota betreffende het Merrevliet (Voorne). RIN, ongepubliceerd. 25 pp.
- Baaijens, G.J. (1992). Aantekeningen over de oecologie van veenmosvegetaties. Concept-rapport IKC-NBLF, Utrecht. 33 pp. + bijlagen.
- Baaijens, G.J. (1993). Nieuwe kansen voor brakwatervenen. Concept-rapport IKC-NBLF afd. N/LE, Wageningen. 16 pp.
- Baarspul, T. & J.P. de Krijger (1996). Broedecologie van de Zwarte Stern (*Chlidonias niger*) in het Bargerveen (Drente). Stageverslag IBN-DLO, Arnhem. 49 pp. + bijlagen.
- Baarspul, T., J.P. de Krijger & A.J. Beintema (1996). Disaster in paradise: lethal rachitis in Black Terns in an acid fen. *Wader Study Group Bulletin* 79: 41.
- Bakker, M. & D.G. Van Smeerdijk (1982). A palaeo-ecological study of a Late Holocene section from 'Het IJperveld', western Netherlands. *Review of Palaeobotany and Palynology* 36: 95-163.
- Bakker, T., H. Everts, P. Jungerius, R. Ketner – Oostra, C. van Turnhout & H. Esselink (2001). Preadvies stuifzanden. I.o.v. Expertisecentrum LNV, Wageningen.

- Bal, D., H.M. Beije, Y.R. Hoogeveen, S.R.J. Jansen & P.J. Van der Reest (1995). Handboek natuurdoeltypen in Nederland. IKC-Natuurbeheer Wageningen. 407 pp.
- Barendregt, A. (1991). Zweefvliegengabel achtste druk. J.B.U., Utrecht. 92 pp.
- Barkman, J.J. (1992). Plant communities and synecology of bogs and heath pools in the Netherlands. In: J.T.A. Verhoeven (ed.) Fens and Bogs in the Netherlands: Vegetation, History, Nutrient Dynamics and Conservation. Kluwer Academic Publishers. pp. 173-235.
- Bartlett, M.S., L.C. Brown, N.B. Hanes & N.H. Nickerson (1979). Denitrification in freshwater wetland soil. *Journal of Environmental Quality* 8: 460-464.
- Beintema, A.J., T. Baarspul & J.P. de Krijger (1997). Calcium deficiency in Black Terns (*Chlidonias niger*) nesting on acid bogs. *Ibis* 139 : 396-397.
- Bennema, J. & K. Van der Meer m.m.v. C. Dorsman & P.J. van der Feen (1952). De bodemkartering van Walcheren. Verslag van het landbouwkundig onderzoek in Nederland 58,4. Den Haag.
- Bergers, P.J.M. (1991). Voedseleecologie van vissen in de Nederlandse Rijntakken. Rapport nr. 28-1991 van het project "Ecologisch Herstel Rijn". RIZA, Lelystad.
- Bink, F.A. & H. Siepel (1986). Life history tactics and strategies in butterflies. In: H.H.W. Velthuis (ed.): Proceedings of the 3rd European Congress of Entomology part 3: pp. 409-412.
- Bink, F.A. (1992). Ecologische Atlas van de Dagvlinders van Noordwest-Europa. Schuyt & Co Uitgevers en Importeurs, Haarlem. 512 pp.
- Bink, F.A., A.J. Beintema, H. Esselink, J. Graveland, H. Siepel & A.H.P. Stumpel (1998). Fauna-aspecten van effectgerichte maatregelen. Preadvies Fauna. IBN-DLO rapport 341, Wageningen.
- Biologisch Station Zwillbrock e.V. (1995). Beheersvisie Korenburgerveen.
- Blankenburg, J & H. Kuntze (1987). Moorkundlich-hydrologische voraussetzungen der Wiedervernässung von Hochmooren. *Telma* 17: 51-58.
- Bobbink, R. & J.G.M. Roelofs (1995). Nitrogen critical loads for natural and semi-natural ecosystems: the empirical approach. *Water, Air & Soil Pollution* 85: 2413-2418.
- Bobbink, R., A.W. Boxman, E. Fremstad, G. Heil, A.L.F.M. Houdijk & J.G.M. Roelofs (1992a). Critical loads for nitrogen eutrophication of terrestrial and wetland ecosystems based upon changes in vegetation and fauna. In P. Grennfelt & E. Thörnelöf (eds.): Critical loads for nitrogen. Nordic Council of Ministers, Copenhagen. pp. 111-159.
- Bobbink, R., G.W. Heil & M.B.A. Raessen (1992b). Atmospheric deposition and canopy exchange processes in heathland ecosystems. *Environmental Pollution* 75: 29-37.
- Bos, F. & M. Wasscher. (1997). Veldgids Libellen. KNNV, Utrecht. 256 pp.
- Bosman, W., C. van Turnhout & H. Esselink (1999). Effecten van herstelmaatregelen op diersoorten: "Eerste versie van Standaard Meetprotocol Fauna (SMPF) en Richtlijnenprogramma Uitvoering Herstelmaatregelen Fauna (RUHF) ". Rapport Stichting Bargerveen, Nijmegen. 81 pp.
- Boudreau S & L. Rochefort (1996); The effects of nitrogen and phosphorus supply on *Sphagnum* regeneration and recolonisation: a peatland restoration perspective. In: Fourth annual Canadian peatland restoration wordkshop, schedule and abstracts, Université Laval.
- Bragg, O.M. (1982). The acrotelm of Dun Moss: plants, water and their relationships. Ph.D. Thesis. University of Dundee. 308 pp + bijlagen.
- Bragg, O.M. (1995). Towards an ecohydrological basis for raised mire restoration. In: B.D. Wheeler, S.C. Shaw, W.J. Fojt & R.A. Robertson (eds.) Restoration of temperate wetlands. Wiley & Sons, Chichester.
- Brock, Th.C.M., J.J. Boon & B.G.P. Paffen (1985). The effects of the season and of water chemistry on the decomposition of *Nymphaea alba* L.; weight loss and pyrolysis mass spectrometry of the particulate matter. *Aquatic Botany* 22: 197-229.
- Bruijnzeels, T. (1998). Calcium in het dieet van opgroeiende nestjongen van de vogelsoorten Zwarte Stern (*Chlidonias niger*) subsp. (*niger*) en Grauwe Klauwier (*Lanius collurio*) in het hoogveenreservaat 'Het Bargerveen'. Rapport KUN, Aquatische Oecologie en Milieubiologie, Nijmegen. 27 pp.
- Calis, J.N.M. & J.C.J. van Wetten (1983). Onderzoek van successie en hydrologie in het trilveencomplex De Wobberibben. UvA, Amsterdam. 91 pp.
- Chapman, R.R. & H.F. Hemond (1982). Dinitrogen fixation by surface peat and *Sphagnum* in an ombrotrophic bog. *Canadian Journal of Botany* 60: 538-543.

- Claessens, S. (1989). 25 jaar libellenonderzoek in hoogveengebied de Peel. Rapport SBB. 196 pp.
- Clymo R.S. & J.G. Duckett (1986). Regeneration of *Sphagnum*. *New Phytologist*, 102, 589-614.
- Clymo, R.S. (1963). Ion exchange in *Sphagnum* and its relation to bog ecology. *Annals of Botany* 27(106): 309-324.
- Clymo, R.S. (1978). A model of peat bog growth. In: O.W. Heal & D.F. Perkins (eds.) *Production ecology of British montane moors and grasslands*. Springer: Ecol. Stud. 27. pp. 187-223.
- Clymo, R.S. (1983). Peat. In: A.J.P. Gore (ed.) *Ecosystems of the world*. 4A. Mires: Swamp, bog, fen and moor. Elsevier, Amsterdam. pp. 159-224.
- Clymo, R.S. (1984). Limits to peat bog growth. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* B303, 605-54.
- Clymo, R.S. (1987). The ecology of peatlands. *Scientific Progress, Oxford* 71: 593-614.
- Clymo, R.S. & P.M. Hayward (1982). The ecology of *Sphagnum*. In: A.J.E. Smith (ed.) *Bryophyte ecology*. London: Chapman and Hall. pp. 229-89.
- Crawford, R.M.M. (1983). Root survival in flooded soils. In: A.J.P. Gore (ed.) *Ecosystems of the world*. 4A. Mires: Swamp, bog, fen and moor. Elsevier, Amsterdam. pp. 257-284.
- Cross, J.R. (1987). Unusual stands of Birch on bogs. *Irish Naturalists' Journal* 22(7): 305-310.
- Cummins, K.W. (1973). Trophic relations of aquatic insects. *Annual Review of Entomology* 18: 183-206
- Damman, A.W.H. (1986). Hydrology, development, and biogeochemistry of ombrogenous peat bogs with special reference to nutrient reallocation in western Newfoundland bog. *Canadian Journal of Botany* 64: 384-394.
- De Goeij, A.A.M. (1987). Een onderzoek naar het voorkomen en de verspreiding van aquatische macro- en microfauna in de ierse hoogvenen. Deel 2. Microfauna. Katholieke Universiteit Nijmegen. 45 pp.
- De Leeuw, J.P.M. (1986). Een onderzoek naar het voorkomen en de verspreiding van aquatische macro- en microfauna in de ierse hoogvenen. Deel 1. Macrofauna. Doctoraalverslag 206, Katholieke Universiteit Nijmegen. 65 pp. + bijlagen.
- De Lyon, M.J.H. & J.G.M. Roelofs (1986). Waterplanten in relatie tot waterkwaliteit en bodemgesteldheid. Katholieke Universiteit Nijmegen. 2 delen, 106 en 126 pp.
- De Nie, H.W. (1996). Atlas van de Nederlandse zoetwatervissen. Stichting AVNZ, Doetinchem. 151 pp.
- De Vries, H.H. & P.J. den Boer (1990). Survival of populations of *Agonum ericeti* Panz (col., carabidae) in relation to fragmentation of habitats. *Netherlands Journal of Zoology* 40(3): 484-494.
- De Vries, H.H. (1994). Size of habitat and presence of ground beetle species. In: K. Desender, M. Dufrene & M. Loreau (eds.). *Carabid Beetles: Ecology and Evolution*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. pp. 253-259.
- De Vries, H.H. (1996a). Viability of ground beetle populations in fragmented heathlands. Proefschrift Landbouw Universiteit Wageningen/Biologisch Station Wijster. 133 pp.
- De Vries, J.A. (1996b). Kans op droogte; een studie naar droogtekansen in hoogveengebieden. Scriptie vakgroep Fysische Geografie, RUG, 42 pp.
- Dederen, L.H.T., R.S.E.W. Leuven, S.E. Wendelaar Bonga & F.G.F. Oyen (1986). Biology of the acid-tolerant fish species *Umbra pygmaea* (De Kay, 1842). *Journal of Fish Biology* 28: 307-326.
- Den Boer, P.J., T.H.P. van Huizen, W. Den Boer-Daanje, B. Aukema & C.F.M. den Bieman (1980). Wing polymorphism and dimorphism in ground beetles as stages in an evolutionary process (Coleoptera, Carabidae). *Entomologia Generalis* 6:107-134

- Den Held, A.J., M. Schmitz, en G. Van Wirdum (1992). Types of terrestrializing fen vegetation in The Netherlands. In: J.T.A. Verhoeven (ed.) Fens and Bogs in the Netherlands: Vegetation, History, Nutrient Dynamics and Conservation. Kluwer Academic Publishers. pp. 237-321.
- Dierßen, K. (1982). Die Wichtigsten Pflanzengesellschaften der Moore N.W. Europa's. Geneve: Conservatoire et Jardin Botanique. 404 pp. + bijlagen.
- Dreyer, W. (1988). Zur Oekologie der Hochmoorlibellen. Bonner Zoologische Beiträge 39: 147-152.
- Drost, M.B.P., H.P.J.J. Cuppen, E.J. van Nieukerken & M. Schreijer (1992). De waterkevers van Nederland. KNNV, Utrecht. 280 pp.
- Dupont, L.M. (1987). Paleoecological reconstruction of the successive stands of vegetation leading to a raised bog in the Meerstalbok area (The Netherlands). Review of Palaeobotany and Palynology 51: 271-287.
- Dupont, L.M. (1985). Temperature and rainfall variation in a raised bog ecosystem. A palaeoecological and isotope-geological study. Thesis, University of Amsterdam. 62 pp. + bijlagen.
- Dutmer, G. & A. Dutmer (1995). Verslag libelleninventarisatie Engbertsdijkswenen 1995. 3 pp.
- Edfast, A.B., T. Näsholm & A. Ericsson (1990). Free amino acid concentrations in needles of Norway spruce and Scots pine trees on different sites in areas with two levels of nitrogen deposition. Canadian Journal of Forest Research 20: 1132-1136.
- Eigner, J. (1982). Pflegenahmen für Hochmoore im Regenerationsstadium. Informationen zu Naturschutz und Landschaftspflege in Nordwestdeutschland 3: 227-237.
- Eigner, J. (1995). Renaturierung von Hochmooren - Möglichkeiten und Grenzen nach 20-jähriger Erfahrung und wissenschaftlicher Begleitung. Berichte der Reinhold-Tüxen-Gesellschaft 7: 189-217.
- Engelhardt, W. (1989). Venen, plassen en poelen. B.V. Uitgeversmaatschappij Tirion, Baarn. 267 pp.
- Erisman, J.W. (1992). Atmospheric deposition of acidifying compounds in The Netherlands. Proefschrift Rijksuniversiteit Utrecht. 155 pp.
- Erisman, J.W. (1995). Atmospheric input. Thematic report no. VI, Dutch Priority Programme on Acidification, phase 3. RIVM, Bilthoven. 99 pp.
- Esselink, H., M. Geertsma & J. Kuper (1994). Red-backed Shrike: an indicator for integrity of ecosystems? Journal für Ornithologie 135: 290.
- Esselink, H., M. Geertsma, J. Kuper, F. Hustings & H. van Berkel (1995). Can peat-moor regeneration rescue the Red-backed Shrike in the Netherlands? In: R. Yosef & F.E. Lohrer (eds.): Shrikes (Laniidae) of the World: Biology and Conservation. Proceedings of the Western Foundation of Vertebrate Zoology 6(1): 287-292.
- Esselink, H., M. Nijssen, G.J. van Duinen, J. van Jansen, M. Geertsma, J. Kuper & A. Bravenboer (1998). Verkennende studie naar gevolgen van vermeting, verzuring, verdroging en effectgerichte maatregelen op fauna, vegetatie en abiotiek in duinen op Ameland en Terschelling. De 'voorlopige' teloorgang van de Grauwe Klauwier als graadmeter voor insektenrijkdom in de duinen? (Concept). Stichting Bargerveen, Nijmegen.
- Ferguson, P. & J.A. Lee (1978). Effects of sulfur pollutants on the growth of *Sphagnum* species. Environmental Pollution 16: 151-162.
- Ferguson, P. & J.A. Lee (1983). The growth of *Sphagnum* species in the southern Pennines. Journal of Bryology 12: 579-586.
- Främbis, H. (1990). Changes in carabid beetle populations on a regenerating, excavated peat bog in Northwest Germany. In: The role of ground beetles in ecological and environmental studies: 157-169. Intercept Ltd, Hampshire, UK.
- Frenzel, B. (1983). Repositories of climatic information or self-perpetuating ecosystems? In: A.J.P. Gore (ed.) Ecosystems of the world. 4A. Mires: Swamp, bog, fen and moor. Elsevier, Amsterdam. pp. 35-65.
- Frey, D.G. (1986). Cladocera analysis. In: B.E. Berglund (ed.), Handbook of Holocene Palaeoecology and Paleohydrology.
- Ganzevles, P.H.J. & H.W. van Ziel (1994). Beheersvisie Brunssummerheide 1994. Buro Hemmen. 112 pp. + bijlagen.
- Ganzevles, P.H.J. (1991). Beheersplan Haaksbergerveen voor de periode 1991-2001. Buro Hemmen. 128 pp. + bijlagen.

- Ganzevles, P.H.J. (1992). Beheersplan Bargerveen 1992-2002. Buro Hemmen. 138 pp. + bijlagen.
- Gee, J.J. (1981). Coordination of respiratory and hydrostatic functions of the swimbladder in the central mudminnow, *Umbra limi*. Journal of Experimental Biology 92: 37-52.
- Geertsma, M., J. Kuper & H. Esselink (1995). Hommels als prooi van de Grauwe Klauwier. Natura 92(9): 228-229/Amoeba 69(4): 160-161.
- Geijskes, D.C. & J. van Tol (1983). De libellen van Nederland (Odonata). KNNV, Hoogwoud. 368 pp.
- Godwin, H. en Conway, V.M. (1939). The ecology of a raised bog near Tregaron, Cardiganshire. Journal of Ecology 27: 313-363.
- Gore, A.J.P. (1983). Introduction. In: A.J.P. Gore (ed.) Ecosystems of the world. 4A. Mires: Swamp, bog, fen and moor. Elsevier, Amsterdam. pp. 1-34.
- Gould, D.J. (1977). Gull droppings and their effect on water quality. Technical report Water Research Centre, Medmenham-Stevenhage. 24 pp.
- Granhall, U. & H. Selander (1973). Nitrogen fixation in a subarctic mire. Oikos 24: 8-15.
- Graveland, J. (1995). The quest for calcium. Calcium limitations in the reproduction of forest passerines in relation to snail abundance and soil acidification. Proefschrift Rijksuniversiteit Groningen. 171 pp.
- Griede, J.W. (1978). Het onstaan van Frieslands Noordhoek. Dissertatie. VU Amsterdam.
- Grime, J.P. (1979). Plant strategies and vegetation processes. Wiley, New York.
- Grontmij (1993). Ecologisch beheersprogramma voor vennen in Friesland. Grontmij, Drachten. 145 pp.
- Harnisch, O. (1929). Die Biologie der Moore. Die Binnengewässer, Band VII. In: A. Thienemann (ed.). E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung. 146 pp.
- Heckenroth, H. (1994). Zur Fauna der Hochmoore (Kurzfassung). NNA Berichte 7(2): 48.
- Heil, G.W., M.J.A. Werger, W. De Mol, D. Van Dam & B. Heijne (1988). Capture of atmospheric ammonium by grassland canopies. Science 239: 764-765.
- Hemond, H.F. (1980). Biogeochemistry of Thoreau's bog, Concord, Massachusetts. Ecological Monographs 50(4): 507-526.
- Horion, A. & K. Hoch. (1954). Beitrag zur Kenntnis der Koleopteren Fauna der rheinischen Moorgebiete. Dechenia Bd. 102 B: 9-39.
- Hornman, M. (1996). De effecten van verzuring en eutrofiëring door atmosferische stikstof en zwavelverbindingen op terrestrische fauna. Scriptie nr. 193, Aquatische Oecologie en Milieubiologie, Vakgroep Oecologie, Katholieke Universiteit Nijmegen. 29 pp.
- Houdijk, A.L.F.M. & J.G.M. Roelofs (1991). Deposition of acidifying and eutrophating substances in Dutch forests. Acta Botanica Neerlandica 40(4): 245-255.
- Ingram, H.A.P. & O.M. Bragg (1984). The diplotelmic mire: some hydrological consequences reviewed. Proceedings of the 7th International Peat Congress Dublin. Vol. I: 220-34.
- Ingram, H.A.P. (1978). Soil layers in mires: function and terminology. Journal of Soil Science 29: 224-7.
- Ingram, H.A.P. (1983). Hydrology. In: A.J.P. Gore (ed.) Ecosystems of the world. 4A. Mires: Swamp, bog, fen and moor. Elsevier, Amsterdam. pp. 67-158.
- Ingram, H.A.P. (1987). Ecohydrology of Scottish peatlands. Tr. R. Soc. Edinburgh: Earth Science 78: 287-96.
- Ivanov, K.E. (1981). Water movement in mirelands. 276 pp. Academic Press, London. (English translation of "Vodoobmen v bolotnykh landshaftakh", Gidrometeoizdat, Leningrad, 1975).
- Janmaat (1990). een modelonderzoek naar de waterhuishouding van de Engbertdijksvenen en omgeving. Landinrichting 30(1):25-30.
- Joosten, J.H.J. (1992). Bog regeneration in the Netherlands: a review. In O.M. Bragg, P.D. Hulme, H.A.P. Ingram & R.A. Robertson (eds.): Peatland ecosystems and man: an impact assessment. University of Dundee, Dundee.
- Joosten, J.H.J. (1985a). A 130 year micro- and macrofossilrecord from regeneration peat in former peasant peat pits in the Peel, The Netherlands: A paleo-ecological study with agricultural and climatological implications. Paleogeogr. Paleoclim. & Paleoecol. 49: 277-312.
- Joosten, J.H.J. (1985b). De betekenis van boerenkuilen in de Peel. I Historische en natuurhistorische kwaliteiten. Natuurhistorisch maandblad 74(2): 19-26.

- Joosten, J.H.J. (1985c). De betekenis van boerenkuilen in de Peel. II Paleo-oecologische kwaliteiten en toekomstperspectieven. *Natuurhistorisch maandblad* 74(3): 45-50.
- Jurzitza, G. (1962). Die Libellen zweier Hochmoore des nordlichen Schwarzwaldes. *Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland. SW-Deutschl.* 21(1): 45-47.
- Kelly, M.L. (1993). Hydrology, hydrochemistry and vegetation of two raised bogs in County Offaly. Ph. D. Thesis, University of Dublin, Dublin.
- Kenkel, N.C. (1988). Spectral analysis of hummock-hollow pattern in a weakly minerotrophic mire. *Vegetatio* 78:45-52.
- Ketelaar, R. & C. Plate (1999). Handleiding Libellenmonitoring. De Vlinderstichting, Wageningen.
- Kiauta, B. (1964). Over de libellenfauna van het hoogveen in het Peelgebied (Odonata). *De Levende Natuur* 67(1): 12-17.
- Kilham, P. (1982). The biogeochemistry of bog ecosystems and the chemical ecology of *Sphagnum*. *The Michigan Botanist* 21: 159-168.
- Koerselman, W. & J.T.A. Verhoeven (1992). Nutrient dynamics in mires of various trophic status: nutrient inputs and outputs and the internal nutrient cycle. In: J.T.A. Verhoeven (ed.) *Fens and Bogs in the Netherlands: Vegetation, History, Nutrient Dynamics and Conservation*. Kluwer Academic Publishers. pp. 397-432.
- Koerselman, W. & J.T.A. Verhoeven (1995). Eutrophication of fen ecosystems: external and internal nutrient sources and restoration strategies. In: B.D. Wheeler, S.C. Shaw, W.J. Fojt & R.A. Robertson (eds.) *Restoration of temperate wetlands*. Wiley & Sons, Chichester. pp. 91-112.
- Koerselman, W., M.B. Van Kerkhoven & J.T.A. Verhoeven (1993). Release of inorganic N, P and K in peat soils; effect of temperature, water chemistry and water level. *Biogeochemistry* 20: 63-81.
- Kok, C.J. & B.J. van de Laar (1991). Influence of pH and buffering capacity on the decomposition of *Nymphaea alba* L. detritus in laboratory experiments: a possible explanation for the inhibition of decomposition at low alkalinity. *Verhandlungen der Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie* 24: 2689-2692.
- Kratz, T.K. & C.B. DeWitt (1986). Internal factors controlling peatland-lake ecosystem development. *Ecology* 67(1): 100-107.
- Kuhry, P. (1985). Transgression of a raised bog across a coversand ridge, originally covered with an oak-lime forest. Palaeoecological study of a Middle Holocene local vegetation succession in the Amtsvon (North West Germany). *Review of palaeobotany and palynology* 44: 303-353.
- Lamers, L.P.M., M. Klinge & J. Verhoeven (2001). OBN Preadvies Laagveenwateren – op weg naar systeemherstel. Katholieke Universiteit Nijmegen, Witteveen + Bos, Universiteit van Utrecht.
- Lamers, L.P.M. (1995). Hydrologie, vegetatie en beheer van het Pikmeeuwenwater (De Hamert). Katholieke Universiteit Nijmegen.
- Lamers, L.P.M., A.J.P. Smolders, E. Brouwer & J.G.M. Roelofs (1996). Sulfaatverrijkt water als inlaatwater? - De rol van de waterkwaliteit bij maatregelen tegen verdroging. *Landschap* 13(3): 169-180.
- Lamers, L.P.M., R. Bobbink & J.G.M. Roelofs (2000). Natural nitrogen filter fails in polluted raised bogs. *Global Change Biology* 6: 583-586.
- 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: 639-648.
- Leentvaar, P. (1967). Observations in guanotrophic environments. *Hydrobiologia* 39: 441-489.
- LeQuéré D. (1996). Effect of fertilization on plant establishment during peat bog restoration. In: Lavoie C. (1996) (ed.) *Fourth annual Canadian peatland restoration workshop* (1996), Université Laval.
- Leuven, R.S.E.W. & J.A.A.R. Schuurkes (1985). Effecten van zure neerslag op zwak gebufferde en voedselarme wateren. Publicatiereeks lucht no. 47. Ministerie van V.R.O.M., Den Haag. 131 pp.
- Leuven, R.S.E.W., C. den Hartog, M.M.C. Christiaans & W.H.C. Heijligers (1986). Effects of water acidification on the distribution pattern and the reproductive success of amphibians. *Experientia* 42: 495-503.

- Leuven, R.S.E.W., F.G.F. Oyen & J.F.M. Geelen (1984). De Oost-Amerikaanse hondsviss. *Natura* 81(9): 271-275.
- Lindroth, C.H. (1974). Coleoptera – Carabidae. Handbooks for the identification of British insects 4(2).
- Lindroth, C.H. (1986). The Carabidae (Coleoptera) of Fennoscandia and Denmark II. *Fauna entomologica Scandinavica* 15(2): 227-497.
- Luken, J.O. (1985). Zonation of *Sphagnum* mosses: interactions among shoot growth, growth form and matter balance. *Bryologist* 88(4), 374-9.
- Lütke Twenhöven, F. (1992a). Competition between two *Sphagnum* species under different deposition levels. *Journal of Bryology* 17: 71-80.
- Lütke Twenhöven, F. (1992b). Untersuchungen zur Wirkung stickstoffhaltiger Niederschläge auf die Vegetation von Hochmooren. Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg, Kiel.
- Maawara, V. (1957). Endla Rabade entomofauna. Eest NSV Teaduste Akadeemia Juures Asuva Loodusuurijate Seltsi Aastaraamat 1957. 50. Köide.
- MacArthur, R.H. & E.O. Wilson (1967). The theory of island biogeography. Princeton University Press, Princeton. 203 pp.
- Malmer, N. (1962a). Studies on mire vegetation in the Archean area of Southwestern Götaland (South Sweden). I Vegetation and habitat conditions on the Åkhult mire. *Opera Botanica* Vol. 7:1, 322 pp.
- Malmer, N. (1962b) Studies on mire vegetation in the Archean area of Southwestern Götaland (South Sweden). II Distribution and seasonal variation in elementary constituents on some mire sites. *Opera Botanica* Vol. 7:2, 67 pp.
- Malmer, N. & B. Wallen (1993). Accumulation and release of organic matter in ombrotrophic bog hummocks- processes and regional variation. *Ecography* 16: 193-211.
- Malmer, N., B.M. Svensson, & B. Wallen (1994). Interactions between *Sphagnum* mosses and field layer vascular plants in the development of peat-forming Systems. *Folia Geobotanica Phytotaxonomica* 29: 483-496.
- McKinley, V.L. & J.R. Vestal (1982). Effects of acid on plant litter decomposition in an arctic lake. *Applied and Environmental Microbiology* 43: 1188-1195.
- Middelorp, A.A. (1986). Functional palaeoecology of the Hahnenmoor raised bog ecosystem. A study of vegetation history, production and decomposition by means of pollen density dating. *Review of palaeobotany and palynology* 1986. 49:1-73
- Ministerie van LNV (1995). Ecosystemen in Nederland. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, directie Natuurbeheer, Den Haag. 112 pp.
- Money, R.P. (1994). Restoration of lowland raised bogs damaged by peat extraction - with particular emphasis on *Sphagnum* regeneration. PhD Thesis, University of Sheffield.
- Money, R.P. (1995). Re-establishment of a *Sphagnum*-dominated flora on cut-over lowland raised mires. In: B.D. Wheeler, S.C. Shaw, W.J. Fojt & R.A. Robertson (eds.) *Restoration of temperate wetlands*. Wiley & Sons, Chichester. pp. 405-422.
- Moore, B.C., J.E. Lafer & W.H. Funk (1994). Influence of aquatic macrophytes on phosphorus and sediment porewater chemistry in a freshwater wetland. *Aquatic Botany* 49: 137-148.
- Moore, P.D. & D.J. Bellamy (1974). *Peatlands*. London: Elek. 221 pp.
- Mossakowski, D. (1970). Das Hochmoor-ökoareal von *Agonum ericeti* Panz. (Coleoptera, Carabidae) und die Frage der Hochmoorbindung. *Faunistisch Ökologische Mitteilungen* 3: 378-392.
- Natuurmonumenten (1994). Het Merrevliet, Beheersplan 1994.
- Natuurmonumenten. 1996. Overzicht van de verdrogingstoestand in de terreinen van Natuurmonumenten. Oorzaken en oplossingen.
- Nieuwerkerken, E.J. van & A.J. van Loon (1995). Biodiversiteit in Nederland. Nationaal Natuurhistorisch Museum, Leiden.
- Niewold, F.J.J. (1993). Raamplan voor behoud en herstel van de leefgebieden van korhoenders (*Tetrao tetrix*) in Midden-Brabant. IBN-rapport 011, Wageningen. 150 pp.
- Niewold, F.J.J. (1996). Das Birkhuhn in den Niederlanden und die Problematik des Wiederaufbaus der Population. *NNA-Berichte* 1: 11-20.
- Nijssen, M. & M. Hornman (1996). Relaties tussen prooiaanbod en dieetsamenstelling van nestjonge Grauwe Klauwieren (*Lanius collurio*) in het Bargerveen.

- Doctoraalverslag Katholieke Universiteit Nijmegen/Stichting Bargerveen. 64 pp. + bijlagen.
- Oranjewoud (1993). Ecohydrologisch onderzoek Mariapeel-Deurnse Peel.
- Osvald, H. (1949). Notes on the vegetation of British and Irish mosses. *Acta Phytogeographica Suecica*. 26: 1-62
- Paffen, B.G.P. & J.G.M. Roelofs (1991). Impact of carbon dioxide and ammonium on the growth of submerged *Sphagnum cuspidatum*. *Aquatic Botany* 40: 61-71.
- Paffen, B.G.P. (1990). Onderzoek naar de mogelijkheden van hoogveenregeneratie in De Groote Peel, met speciale aandacht voor de effecten van atmosferische depositie. Katholieke Universiteit Nijmegen. 117 pp.
- Pals, J.P., B. Van Geel & A. Delfos (1980). Palaeoecological studies in the Klokkeweel Bog near Hoogkarspel (Prov. of Noord-Holland, The Netherlands). Review of palaeobotany and palynology 30, 371-418.
- Paul, E.A. & F.E. Clark (1989). Soil microbiology and biochemistry. Academic Press, San Diego. 273 pp.
- Peus, F. (1932). Die Tierwelt der Moore. Handbuch der Moorkunde III. Verlag Gebrüder Bornträger, Berlin. 277 pp.
- Polak, B. (1929). Een onderzoek naar de botanische samenstelling van het Hollandsche Veen. Dissertatie Universiteit van Amsterdam, Amsterdam.
- Ponnamperuma, F.N. (1984). Effects of flooding on soils. In: T.T. Kozlowski (ed.) Flooding and plant growth. Academic Press, Orlando. pp. 9-45.
- Pons, L.V. (1992). Holocene peat formation in the lower parts of the Netherlands. In: J.T.A. Verhoeven (ed.) Fens and Bogs in the Netherlands: Vegetation, History, Nutrient Dynamics and Conservation. Kluwer Academic Publishers. pp. 7-80.
- Poschlod P. (1989). Untersuchungen zur Diasporenbank der Bunkerde am Beispiel der Kollerfilze (Rosenheimer Becken; Alpentorfwerke Raubling). *Telma* 2: 295-311.
- Poschlod P. (1995). Diaspore rain and diaspore bank in raised bogs and implications for the restoration of peat-mined sites. In: B.D. Wheeler, S.C. Shaw, W.J. Fojt & R.A. Robertson (eds.) Restoration of temperate wetlands. Wiley & Sons, Chichester. pp. 471-494.
- Poschlod P., J. Pfadenhauer (1989). Regeneration vegetativer Sprosssteilchen von Torfmoosen-Eine vergleichende Studie an neun *Sphagnum*-Arten. *Telma* 19: 77-88.
- Press, M.C., S.J. Woodin & J.A. Lee (1986). The potential importance of an increased atmospheric nitrogen supply to the growth of ombrotrophic *Sphagnum* species. *New Phytologist* 103: 45-55.
- Prins, A.H., T. Reijnders, E. Schouwenberg, G. van Wirdum & A. Zwikker (1992). Meetrapport 1991-1992 verzuringsbestrijding De Weerribben. Intern document IBN, Wageningen.
- Proctor, M.C.F. (1992). Regional and local variation in the chemical composition of ombrogenous mire waters in Britain and Ireland. *Journal of Ecology* 80: 719-736.
- Proctor, M.C.F. (1995). The ombrogenous bog environment. In: B.D. Wheeler, S.C. Shaw, W.J. Fojt & R.A. Robertson (eds.) Restoration of temperate wetlands. Wiley & Sons, Chichester. pp. 287-303.
- Quinty, F. and L. Rochefort (1997). Plant re-introduction on a harvested peatbog. In: Trettin *et al.* (Eds.) Ecology and Management: Forested Wetlands. Lewis Publishers, New York. pp. 137-150
- Raemakers, I.P. & J.G. van der Made (1991). Het Spiegeldikkopje, habitat en beheer. *De Levende Natuur* 92(4): 117-122.
- RIVM (1992). Milieudiagnose 1991-II. Luchtkwaliteit. RIVM, Bilthoven. 107 pp.
- Rochefort L., R. Gauthier en D. Lequ  r   (1995). *Sphagnum* regeneration - toward an optimisation of bog restoration. In: B.D. Wheeler, S.C. Shaw, W.J. Fojt & R.A. Robertson (eds.) Restoration of temperate wetlands. Wiley & Sons, Chichester. pp. 423-434.
- Roelofs, J.G.M. & F.H.J.L. Bloemendaal (1988). Trofie. In: F.H.J.L. Bloemendaal & J.G.M. Roelofs: Waterplanten en waterkwaliteit. KNNV, Utrecht. pp 113-125.
- Roelofs, J.G.M. & M.J.R. Cals (1989). Effecten van de inlaat van gebiedsvreemd water op de waterkwaliteit en vegetatie-ontwikkeling in laag- en hoogveenplassen. In: Roelofs, J.G.M. (ed.) Aanvoer van gebiedsvreemd water: omvang en effecten op oecosystemen. Proceedings van symposium gehouden op 21-12-1988, Katholieke Universiteit Nijmegen.

- Roelofs, J.G.M. (1986). The effect of airborne sulphur and nitrogen deposition on aquatic and terrestrial heathland vegetation. *Experientia* 42: 372-377.
- Roelofs, J.G.M., R. Bobbink, E. Brouwer & M.C.C. De Graaf (1996). Restoration ecology of aquatic and terrestrial vegetation on non-calcareous sandy soils in The Netherlands. *Acta Botanica Neerlandica*, 45(4), 517-541.
- Romanov, V.V. (1968). Hydrophysics of bogs. In: N. Kaner (transl.) Heimann (ed.) Israel. Progr. Sci. Transl. Jerusalem, 299 pp.
- Roswall, T. & U. Granhall (1980). Nitrogen cycling in a subarctic ombrotrophic mire. *Ecological Bulletins* 30: 209-234.
- Rydin, H. (1987). Microdistribution of *Sphagnum* species in relation to physical environment and competition. *Symp. Biol. Hungarica* 35, 295-304.
- Rydin, H. (1993). Interspecific competition between *Sphagnum* mosses on a raised bog. *Oikos* 66: 413-423.
- Samways, M.J. (1994). Insect conservation biology. Conservation biology series 2. Chapman & Hall, London. 358 pp.
- Schaminée, J.H.J., E.J. Weeda & V. Westhoff (1995). De vegetatie van Nederland. Deel 2: Plantengemeenschappen van wateren, moerassen en natte heiden. Opulus Press, Uppsala. 360 pp.
- Schelvis, J. & A. Eryvynck (1992). Mijten (Acari) als ecologische indicatoren in de archeologie. Onderzoek op de Romeinse vindplaats Oudenburg (prov. West-Vlaanderen). *Archeologie in Vlaanderen II*: 175-189.
- Schipper, P.C. (1994). Vrijheid in gebondenheid. Beschrijving van de doelen ten behoeve van de planning van het beheer bij Staatsbosbeheer. 30 pp. + bijlagen.
- Schmidt, G. & J.C.M. van Haren (1988). Achtergronden van een steekmuggenplaag; steekmuggen in de Engbertsdijkswen 2. RIN-rapport 88/67. Leersum. 162 pp.
- Schouten, M.G.C. (1984). Some aspects of the ecogeographical gradient in the Irish ombrotrophic bogs. *Proceedings of the 7th International Peat Congress Dublin*. Vol. I: 414-432.
- Schouten, M.G.C., J.G. Streefkerk & P.C. Van der Molen (1989). Impact of climatic change on bog ecosystems, with special reference to suboceanic raised bogs. In: *Landscape Ecological Impact of Climatic Change*. Symposium Report, Wageningen.
- Schouwenaars, J.M. (1992). Waterbeheer voor hoogveenherstel; couveuse of plastische chirurgie? *Landinrichting* 32(1): 10-14.
- Schouwenaars, J.M. (1993). Hydrological differences between bogs and bog-relicts and consequences for bog restoration. *Hydrobiologia* 265:217-224.
- Schouwenaars, J.M. (1995). The selection of internal and external water management options for bog restoration. In: B.D. Wheeler, S.C. Shaw, W.J. Fojt & R.A. Robertson (eds.) *Restoration of temperate wetlands*. Wiley & Sons, Chichester. pp. 331-346
- Schouwenaars, J.M. & J.P.M. Vink (1992). Hydrophysical properties of peat relicts in a former bog and perspectives for *Sphagnum* regrowth. *International Peat Journal* 4: 15-28.
- Schouwenaars, J.M., F. Van Amerongen & M. Bootink (1992). Hydraulic resistance of peat layers and downward seepage in bog relicts. *International Peat Journal* 4: 65-76.
- Schouwenaars, J.M., H. Esselink, L.P.M. Lamers, L.P.M. & Van der Molen, P.C. (1997). Hoogveenherstel in Nederland, Pre-advies Hoogvenen. I.K.C., Wageningen.
- Siepel, H. (1994). Structure and function of soil microarthropod communities. Proefschrift Landbouwni-versiteit Wageningen. 136 pp.
- Siepel, H. (1996). Biodiversity of soil microarthropods: the filtering of species. *Biodiversity and Conservation* 5: 251-260.
- Sierdsema, H. (1995). Broedvogels en beheer. Het gebruik van broedvogelgegevens in het beheer van bos- en natuurterreinen. SOVON-onderzoeksrapport 1995/04. SBB/SOVON, Driebergen/Beek-Ubbergen. 54 pp. + bijlagen.
- Sikora, L.J. & D.R. Keeney (1983). Further aspects of soil chemistry under anaerobic conditions. In: A.J.P. Gore (ed.) *Ecosystems of the world*. 4A. Mires: Swamp, bog, fen and moor. Elsevier, Amsterdam. pp. 247-256.
- Smolders, F. (ed.) (1998a). Onderzoek ten behoeve van herstel en beheer van Nederlandse hoogvenen, werkplan. Katholieke Universiteit Nijmegen, Landbouwni-versiteit Wageningen, Stichting Bargerveen & Staatsbosbeheer. 27 pp.

- Smolders, F. (ed.) (1998b). Onderzoek ten behoeve van herstel en beheer van Nederlandse hoogvenen, Tussentijdse rapportage 1998. Katholieke Universiteit Nijmegen, Landbouwniversiteit Wageningen, Stichting Bargerveen & Staatsbosbeheer. 33 pp.
- Spearing, A.M. (1972). Cation-exchange capacity and galacturonic acid content of several species of *Sphagnum* in Sandy Ridge Bog, Central New York State. *The Bryologist* 75: 154-158.
- Spijksma, J.F.M., A.J. Dolman & J.M. Schouwenaars (1996). De parameterisatie van de verdamping van natuurterreinen in hydrologische modellen. NOV rapport 4-2.
- Stiboka (1965). De bodem van Nederland. Stichting voor bodemkartering, Wageningen. 292 pp.
- Streefkerk & W.A. Casparie (1989). The hydrology of bog ecosystems. Staatsbosbeheer, Utrecht. 125 pp.
- Streefkerk, J.G. & W.A. Casparie (1987). De hydrologie van hoogveensystemen; uitgangspunten voor het beheer. Staatsbosbeheer, Utrecht. 119 pp.
- Streefkerk, J.G., G.T. Van Alst, R. Van Leeuwen, R.R. Dear & T. Klomphaar (1997). Haaksbergerveen: Evaluatie waterbeheer. Staatsbosbeheer, Driebergen.
- Svensson, G. (1986). Recognition of peat-forming plant communities from their peat deposits in two south Swedish bog complexes. *Vegetatio* 66: 95-108.
- Svensson, G. (1988). Bog development and environmental conditions as shown by the stratigraphy of Store Mosse mire in southern Sweden. *Boreas* 17: 89-111.
- Tallis, J.H. (1983). Changes in wetland communities. In: A.J.P. Gore (ed.) *Ecosystems of the world*. 4A. Mires: Swamp, bog, fen and moor. Elsevier, Amsterdam. pp. 311-347.
- Thiele, H.U. (1977). Carabid beetles in their environments. A study on habitat selection by adaptations in physiology and behaviour. Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg/New York. 369 pp.
- Titus, J.E. & D.J. Wagner (1984). Carbon balance for two *Sphagnum* mosses; water balance resolves a physiological paradox. *Ecology* 65(6): 1765-1774.
- Titus, J.E., D.J. Wagner & M.D. Stephens (1983). Contrasting water relations of photosynthesis for two *Sphagnum* mosses. *Ecology* 64(5): 1109-1115.
- Tolonen, K. (1986). Rhizopod analysis. In: B.E. Berglund (ed.) *Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology*.
- Tomassen, H. & F. Smolders (eds.) (1999). Onderzoek ten behoeve van herstel en beheer van Nederlandse hoogvenen, Tussentijdse rapportage 1999. Katholieke Universiteit Nijmegen, Landbouwniversiteit Wageningen, Stichting Bargerveen & Staatsbosbeheer, 65 pp.
- Väisänen, R. (1992). Distribution and abundance of diurnal Lepidoptera on a raised bog in southern Finland. *Annales Zoologici Fennici* 92(29): 75-92.
- Van 't Veer, R. (1995). Verspreiding, hydrologie en beheer van de Nederlandse moerasheiden. *Stratiotes* 10: 3-23.
- Van Breemen, N. (1995). How *Sphagnum* bogs down other plants. *Trends in Ecology & Evolution* 10: 270-275.
- Van den Berg, M.C. (1996). Het verleden en de toekomst van enkele West-Nederlandse veengebieden. Doctoraalscriptie Vakgroep Systematiek, Evolutie en Paleobiologie. Faculteit Biologie, Universiteit van Amsterdam. 49 pp.
- Van der Burgh, Y. & E. Brouwer (1994a). De praktijk van een overlevingsstrategie. Evaluatie van het project 'Effectgerichte Maatregelen in Natuurterreinen'. Research voor beleid bv, Leiden. 97 pp.
- Van der Burgh, Y. & E. Brouwer (1994b). Evaluatie van het project 'Effectgerichte maatregelen in natuurterreinen'. Bijlagen 1 t/m 6. Research voor beleid bv, Leiden. 69 pp.
- Van der Mast, G. (1983). Tien jaar actief natuurbeheer in Brunssumerheide en Schinveldse bossen. *Natuurhistorisch Genootschap Limburg*. 174 pp.
- Van der Molen, P.C. & S.P. Hoekstra, S.P. (1988). A palaeoecological study of a hummock-hollow complex from Engbertsdijkveen, in The Netherlands. *Review of Palaeobotany and Palynology* 56: 213-274.
- Van der Molen, P.C. (1992). Hummock-hollow complexes on Irish raised bogs - A palaeo/actuo-ecological approach of environmental and climatic change. Proefschrift Universiteit van Amsterdam. 213 pp.
- Van der Molen, P.C., M. Schalkoort & R. Smit (1994). Vegetation and ecology of hummock-hollow complexes on Irish raised bogs. *Biology and Environment. Proceedings of the Royal Irish Academy*. 94B(2): 145-175.

- Van der Schaaf (1996). Acrotelm conditions in two Irish Midland raised bogs as affected by surface slope and superficial drainage. Proceedings of the 10th International Peat Congress Bremen. pp. 121-125.
- Van Deursen, M., W. Houben & P. Van Lieshout. (1989). Avifauna van de Groote Peel 1988. Asten.
- Van Geel, B. & A.A. Dallmeijer (1986). Eine *Molinia* Torflage als effect eines Moorbrandes aus dem Frühen Subboreal im Hochmoor Engbertsdijksveen (Niederlande). Abhandlungen aus dem Landesmuseum für Naturkunde zu Münster in Westfalen 48 (H2/3): 471-479.
- Van Geel, B. (1978). A palaeoecological study of Holocene bog sections in Germany and the Netherlands, based on the analysis of pollen, spores and macro- and microscopic remains of fungi, algae, cormophytes and animals. Review of palaeobotany and palynology 25:1-120.
- Van Geel, B., Bohncke, S.P.J. & Dee, H. (1981). A palaeoecological study of an Upper Late Glacial and Holocene sequence from 'De Borchert', The Netherlands. Review of palaeobotany and palynology 31, 367-488.
- Van Geel, B., D.P. Hallewas & J.P. Pals (1983). A Late Holocene deposit under the Westfriese Zeedijk near Enkhuizen (Prov. of Noord-Holland, The Netherlands): palaeoecological and archeological aspects. Review of palaeobotany and palynology 38, 269-335.
- Van Kleef, H.H. & R.P.W.H. Felix (1996). De macrofaunasamenstelling voor en na uitvoering van effectgerichte maatregelen. Stageverslag nr.415 Katholieke Universiteit Nijmegen. 46 pp. + bijlagen.
- Van Leerdam, A. & J.G. Vermeer (1992). Natuur uit het moeras! Naar een duurzame ecologische ontwikkeling in laagveenmoerassen. Rijksuniversiteit Utrecht / Staatsbosbeheer, Utrecht / Driebergen. 217 pp.
- Van Leeuwen, R. (1996). Vegetatiekartering Bargerveen 1995, van delen van Meerstalblok en Amsterdamse Veld. SBB Regio Zuid. 13 pp + bijlagen.
- Van Seggelen, C. & P. van Tilburg (1994). Overzicht van de broedvogels van de Groote Peel in 1992/1993. VWG 'De Peel', Someren. 5 pp.
- Van 't Veer, R. (1995). Verspreiding, hydrologie en beheer van de Nederlandse moerasheiden. Stratiotes 10: 3-23.
- Van Walsum, P.E.V. (1990). Waterbeheer rondom de Groote Peel; verkenning en evaluatie van scenario's. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 106.
- Van Walsum, P.E.V. en A.A. Veldhuizen (1996). Modelstudie waterhuishouding Fochteloërveen en omgeving; simulatie van scenario's voor het waterbeheer met SIMGRO. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 399. 179 pp.
- Van Wirdum, G. (1991). Vegetation and hydrology of floating rich fens. Ph.D thesis University of Amsterdam. 310 pp.
- Van Wirdum, G. (1993a). Ecosysteemvisie hoogvenen. IBN-DLO rapport 035. Wageningen. 148 pp.
- Van Wirdum, G. (1993b). Basenverzadiging in soortenrijke trilvenen. In: M. Cals, M. de Graaf en J. Roelofs (eds.) Effectgerichte maatregelen tegen verzuring en eutrofiëring in natuurterreinen. Vakgroep Oecologie KUN, Nijmegen. pp. 97-126.
- Van Wirdum, G. (1993c). An ecosystems approach to base-rich freshwater wetlands, with special reference to fenlands. Hydrobiologia 265: 129-153.
- Van Wirdum, G. (1994a). The atmotrophiation of floating rich fens. In: Institute for land reclamation and grassland farming, Conservation and management of fens. pp. 457-466.
- Van Wirdum, G. (1994b). Veen, venen en moerassen. In: H.M.Beije, L.W.G. Higler, P.F.M. Opdam, T.A.W. van Rossum & H.J.P.A. Verkaar (eds.) Levensgemeenschappen. Backhuys, Leiden. pp. 169-190.
- Van Wirdum, G. (1995). The regeneration of fens in abandoned peat pits below sea level in the Netherlands. In: B.D. Wheeler, S.C. Shaw, W.J. Fojt & R.A. Robertson (eds.) Restoration of temperate wetlands. Wiley & Sons, Chichester.
- Van Wirdum, G., A.J. Den Held & M.Schmitz (1992). Terrestrializing fen vegetation in former turbaries in The Netherlands. In: J.T.A. Verhoeven (ed.) Fens and Bogs in the Netherlands: Vegetation, History, Nutrient Dynamics and Conservation. Kluwer Academic Publishers. pp. 323-360.
- Van Ziel, H.W. (1988). Beheersplan Mariapeel 1989-1999. Buro Hemmen. 134 pp. + bijlagen.

- Velthuis, H.H.W. (1986). Proceedings of the 3rd European Congress of Entomology. Part 3. Nederlandse Entomologische Vereniging, Amsterdam. 545 pp.
- Verboom, B. (1996). Echolocation range as a constraint on the spatial distribution of bats. Submitted.
- Verdonschot, P.F.M. (1990). Ecologische karakterisering van oppervlaktewateren in Overijssel. Overijssel, Zwolle; Rijksinstituut voor natuurbeheer, Leersum. 301 pp.
- Verdonschot, P.F.M., G. Schmidt, P.H.J. van Leeuwen & J.A. Schot (1988). Steekmuggen (Culicidae) in de Engbertsdijkswateren. RIN-rapport 88/31, Leersum. 109 pp.
- Verhoeven, J.T.A. & Liefveld (1997). The ecological significance of organochemical compounds in *Sphagnum*. Acta Botanica Neerlandica 46: 117-130.
- Vitt, D.H., H. Crumm & J.A. Snider (1975). The vertical zonation of *Sphagnum* species in hummock-hollow complexes in Northern Michigan. Michigan Botanist 14: 190-200.
- Vollenweider, R.A. (1968). Scientific fundamentals of the eutrophication of lakes and flowing waters, with particular reference to nitrogen and phosphorus as factors in eutrophication. OECD Report, Paris.
- Von der Heide, A. (1991). Zum Auftreten von Stechimmen in stillgelegten Abtorfungsflächen eines Hochmoores bei Oldenburg i.o. (Hymenoptera: Aculeata). Drosera 91: 57-84.
- Wagner, D.J. & J.E. Titus (1984). Comparative desiccation tolerance of two *Sphagnum* mosses. Oecologia 62: 182-187.
- Wallén, B. (1986). Above and below ground dry mass of the three main vascular plants on hummocks on a subarctic peat bog. Oikos 46: 51-56.
- Wallén, B. (1987). Growth pattern and distribution of biomass of *Calluna vulgaris* (L.) Hull on an ombrotrophic peat bog. Holartic Ecology 10: 73-79.
- Waughman, G.J. & D.J. Bellamy (1980). Nitrogen fixation and the nitrogen balance in peatland ecosystems. Ecology 61(5): 1185-1198.
- Waughman, G.J. (1980). Chemical aspects of the ecology of some south German peatlands. Journal of Ecology 68: 1025-1046.
- Wheeler, B.D. & S.C. Shaw (1995). Restoration of damaged peatlands. Department of the Environment. HMSO. 211 pp.
- Wheeler, B.D. (1995). Introduction: Restoration and Wetlands. In: B.D. Wheeler, S.C. Shaw, W.J. Fojt & R.A. Robertson (eds.) Restoration of temperate wetlands. Wiley & Sons, Chichester.
- Wiegiers, J. (1992). Carr vegetation: plant communities and succession of the dominant tree species. In: J.T.A. Verhoeven (ed.) Fens and Bogs in the Netherlands: Vegetation, History, Nutrient Dynamics and Conservation. Kluwer Academic Publishers. pp. 361-395.
- Wilson, J.B. (1999) Guilds, functional types and ecological groups. Oikos 86: 507-522
- Witte, H.J.L. & B. Van Geel (1985). Vegetational and environmental succession and net organic production between 4500 and 800 BP. reconstructed from a peat deposit in the western dutch coastal area (Assendelver Polder). Review of palaeobotany and palynology 45: 239-300.
- Woodin, S.J. & J.A. Lee (1987). The fate of some components of acidic deposition in ombrotrophic mires. Environmental Pollution 45: 61-72.
- Woodin, S.J., C.U. Studholme & J.A. Lee (1987). Effects of acid deposition on peatlands. In R. Perry, R.M. Harrison, G.N.B. Bell & J.N. Lester (eds.): Acid rain: scientific and technical advances. Selper Ltd, London. pp. 554-561.
- Woodland, W.A., D.A. Charman & P.C. Sims (1998). Quantitative estimates of watertables and soil moisture in Holocene peatlands from testate amoebae. The Holocene 8(3): 261-273.
- Zagwijn, W.H. (1986). Nederland in het holoceen. Tien jaar palaeografische kaarten. Rijks Geologische Dienst, Staatsuitgeverij, Den Haag.

# BIJLAGE 1

## Gebiedsbeschrijvingen

In deze bijlage zijn beschrijvingen opgenomen van (hoog)veengebieden die bezocht zijn in het kader van de veldinventarisaties ten bate van dit boek. De beschreven gebieden en beherende instanties zijn:

1. Fochteloërveen (1738 hectare) - Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten in Nederland
2. Witterveld (465 hectare) - Militair oefenterrein
3. Bargerveen (2100 hectare) - Staatsbosbeheer
4. Dwingelderveld - Lange Veen (3500 hectare) - Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten in Nederland en Staatsbosbeheer
5. Weerribben (3115 hectare) - Staatsbosbeheer
6. Haaksbergerveen (507 hectare) - Staatsbosbeheer
7. De Hamert Pikmeeuwenwater (799 hectare) - Limburgs Landschap
8. Peelvenen
  - Groote Peel (985 hectare) - Staatsbosbeheer
  - Deurnsche Peel (1090 hectare) - Staatsbosbeheer
  - Mariapeel (1143 hectare) - Staatsbosbeheer
9. Brunssumerheide (2104 hectare) - Gemeente Brunssum, Heerlen, Landgraaf en Onderbanken
10. Merrevliet (10 hectare) - Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten in Nederland

De behandeling is per gebied opgedeeld in drie schaalniveaus:

1. het macroniveau, waarbij aandacht gegeven wordt aan de relaties tussen het veengebied en de omgeving;
2. het mesoniveau, ofwel het veensysteem waarbij aandacht gegeven wordt aan eigenschappen van het veengebied zelf, zoveel mogelijk als systeem beschouwd;
3. het microniveau, waarbij aandacht gegeven wordt aan standplaats eigenschappen.

Eerst wordt per gebied een beschrijving gegeven op (achtereenvolgens) macro-, meso- en microschaal. Vervolgens worden per schaalniveau conclusies getrokken, die in omgekeerde volgorde gepresenteerd zijn: dus eerst micro-, dan meso- en tenslotte macroschaal. De reden hiervoor is ingegeven door de praktijk. In de meeste terreinen zijn de voornaamste beheerinspanningen gericht op het stimuleren/bestrijden van effecten op standplaatsniveau. Daarbij is ook vaak een bepaalde visie aanwezig over het veen in het landschap, maar veelal niet over het veensysteem zelf. Door de conclusies van microschaal naar macroschaal op te bouwen wordt duidelijk hoe de huidige beheerinspanningen een rol kunnen spelen op zowel meso- als macroniveau.

De aspecten die betrekking hebben op de fauna zijn niet opgenomen in dit boek, maar zijn opvraagbaar bij Stichting Bargerveen:

Stichting Bargerveen  
P/a Afdeling Milieukunde  
Universiteit Nijmegen (KUN)  
Postbus 9010  
6500 GL Nijmegen

## 1. Fochteloërveen

### BESCHRIJVING MACRONIVEAU: Het veen in het landschap

In het Drents/Fries/Groningse grensgebied lag vroeger een uitgestrekt veengebied met verschillende hoogveenkernen. Deze venen waren tot ontwikkeling gekomen in een waterscheidingsgebied, afwaterend naar de beekstelsels van Peizerdiep, Kuinder-Linde, Steenwijker Aa, Eelderdiep, Drentsche Aa en de Beilerstroom. De ondergrond bestaat grotendeels, maar niet overal, uit keileem en vertoont een duidelijk reliëf, waardoor er binnen het veen lokale verschillen bestaan in hydrologie en mineralenhuishouding. Het veen is aangetast door verschillende gebruiksinvloeden in het verleden en door ontwatering en brand in recente tijd. Plaatselijk vond tot circa 20 jaar geleden nog machinale verving plaats. Delen van het gebied zijn echter nat gebleven en gespaard voor de gevolgen van ontwatering, zoals stagnatie van de veengroei. Recente waterhuishoudkundige maatregelen hebben de veengroei op een aantal plaatsen verder kunnen stimuleren.

### BESCHRIJVING MESONIVEAU: Het veensysteem

#### Vervening Noord

- Algemeen: Vergraven witveenrestant met afwisselend hoge ruggen en laagten met daarin greppels. Vervening begin jaren '80 beëindigd. Voeding door neerslag en afvoer door lekkage aangrenzende kaden. Wegzijging gering.
- Uitgevoerd beheer: In 1985 aanleg kaden en vorming compartimenten. Stuwpeil onder maaiveld; hogere delen blijven altijd droog/plas-dras.
- Monitoring / kwaliteit van gegevens: Goed waterstandsmeetnet (NM, RUG). Geen waterkwaliteitsgegevens. Waterbalansstudies en hydrologische modelstudies (RUG, SC-DLO). Gegevens fysische kenmerken van de toplaag (RUG). Vegetatiekartering in 1978 en 1992 (Altenburg *et al.* 1993); enkele locaties met permanente kwadraten sinds 1983.

#### Middengedeelte

- Algemeen: Onvergraven witveenrestant waar gestreefd wordt naar vernatting van het maaiveld. Alleen voeding door neerslag. Wegzijging is gering. Laterale waterverliezen door de kaden. Boekweitbrandcultuur met nog karakteristiek patroon van akkers en greppels.
- Uitgevoerd beheer: In jaren '60 en '70 afdammen van boekweitgreppels aan uiteinden. In 1985 aanleg kaden (witveen, leemhoudend zand met plastic) en opstuwing tot ca. 20 cm boven maaiveld.
- Monitoring / kwaliteit van gegevens: Goed waterstandsmeetnet (NM, RUG). Weinig waterkwaliteitsgegevens. Waterbalansstudies en hydrologische modelstudies (RUG, SC-DLO). Gegevens fysische kenmerken van de toplaag (RUG). Vegetatiekartering in 1978 en 1992 (Altenburg *et al.* 1993), enkele locaties met permanente kwadraten sinds 1983.

### BESCHRIJVING MICRONIVEAU: Standplaats/vegetatie

#### Vervening Noord - Ontwikkelingen op de beschouwde lokatie.

- Hydrologie: Door groot aandeel open water in laagten is waterstandsfluctuatie redelijk gering (gemiddeld 30 cm, maximaal 40 cm.). Grondwaterstand in ruggen gelijk aan die in laagten.
- Waterkwaliteit: Incidentele monsternamen (KUN); bodemvocht en water in greppels ongebufferd (pH 4.5/3.8); verder te weinig gegevens beschikbaar.
- Vegetatie: Grote verschillen tussen hoge ruggen (*Molinia caerulea*, *Erica tetralix*) en waterhoudende laagten met *Sphagnum cuspidatum*, *Sphagnum recurvum*, *Sphagnum papillosum*, *Eriophorum angustifolium*. Soms ook *Juncus effusus*.

#### middengedeelte - Ontwikkelingen op de beschouwde lokatie.

- Hydrologie: Duur en frequentie van inundatie aan randen van de compartimenten sterk toegenomen door waterstagnatie op de laagste plaatsen.

Daarnaast in centrale delen ook in droge zomers een beperkte daling grondwaterstand (niet dieper dan 30-40 cm onder maaiveld).

- **Waterkwaliteit:** Incidentele monstername (KUN); bodemvocht ongebufferd (pH 4.4-4.5), verder te weinig gegevens beschikbaar.
- **Vegetatie:** Oppervlakte slenk'-vegetaties met veel *Eriophorum angustifolium* en *Sphagnum cuspidatum* is sterk toegenomen. *Eriophorum vaginatum* is sterk toegenomen en *Andromeda polifolia* en *Sphagnum capillifolium* hebben zich uitgebreid. Er komt een groot aantal veenmossoorten voor o.a.: *Sphagnum cuspidatum*, *Sphagnum recurvum*, *Sphagnum capillifolium*, *Sphagnum magellanicum*, *Sphagnum papillosum*, *Sphagnum compactum*, *Sphagnum molle* en *Sphagnum subnitens*. Het is niet goed bekend in hoeverre er nieuwe groeiplaatsen bijkomen en of de totale veenmosbedekking in de periode 1980-1992 is toegenomen.

#### **CONCLUSIES MICRONIVEAU: De standplaats**

##### **Vervening Noord**

- **Effectiviteit van het beheer:** In laagten zowel drijftilvorming als veenmosgroei direct op restveenlagen. Verdere verhoging stuwwaterpeil gewenst.
- **Onderzoek en monitoring:** Waterkwaliteit: Effecten van relatief droge ruggen met *Molinia caerulea* op waterkwaliteit in laagten onderzoeken.

##### **Middengedeelte**

- **Effectiviteit van het beheer:** Ontwikkelingen gaan langzaam. Pijpenstrootje blijft op veel plaatsen dominant aanwezig

#### **CONCLUSIES MESONIVEAU: Veensysteem**

- **Effectiviteit van het beheer:** Dammen vertonen lekkage.
- **Onderzoek en monitoring:**
- **Hydrologie:** Lekkage door dammen kwantificeren. Relatie afvoergedrag en waterstandsfluctuaties bestuderen. Zwellende maaiveld achter kaden monitoren.
- **Waterkwaliteit:** Gegevens over bodemchemische veranderingen na omkaden en opzwellen veen gewenst.
- **Vegetatie:** Karteringen in geselecteerde terreingedeelten blijven herhalen.

#### **CONCLUSIES MACRONIVEAU: Het veen in het landschap**

De inrichting van randzones met een verhoogd waterpeil heeft een vernatting van de randen tot gevolg. Er is geen invloed van deze randzones in het middengedeelte. Dit is een gevolg van slecht doorlatende veenlagen in combinatie met het voorkomen van slecht doorlatende keileem direct onder de veenbasis.

## 2. Witterveld

### BESCHRIJVING MACRONIVEAU: Het veen in het Landschap

In het Drents/Fries/Groningse grensgebied lag vroeger een uitgestrekt veengebied met verschillende hoogveenkernen. Deze venen waren tot ontwikkeling gekomen in een waterscheidingsgebied, afwaterend naar de beekstelsels van Peizerdiep, Kuinder-Linde, Steenwijker Aa, Eelderdiep, Drentsche Aa en de Beilerstroom. De ondergrond bestaat grotendeels, maar niet overal, uit keileem.

Regionaal gezien is het gebied een wegzijgingsgebied. Locaal gezien vindt boven de keileem watertoevoer plaats vanuit de hogere dekzandruggen naar het lager gelegen veengebied. Waarschijnlijk verhindert de aanvoer van ondiep grondwater het diep wegzakken van de grondwaterstanden in het veengebied in droge perioden. Het Witterveld vertegenwoordigt de oorspronkelijke randzone van het Drents/Fries/Groningse veengebied. Hoewel het terrein momenteel als militair oefenterrein in gebruik is en de bovenste veenlagen grotendeels verwijderd zijn, zijn grote delen nooit ver uitgedroogd. Er is een vegetatie van levend hoogveen aanwezig en het gebied kan worden beschouwd als een van de **minst verstoorde** hoogveenresten in ons land.

### BESCHRIJVING MESONIVEAU: Het veensysteem

#### Berkenbroekbos

- **Algemeen:** In de hoogveenrandzone berkenbroekbos met ijle en laagblijvende structuur van de bomen. De ondergroei bestaat uit hoogveensoorten. De dikte van het restant van de **veenlaag** is 2 tot 3 m.
- **Uitgevoerd beheer:** In de periode 1984-1988 is de nabijgelegen tankgracht op een aantal plaatsen afgedamd en een groot aantal kleinere ontwateringsgreppels afgedamd of gedempt.
- **Monitoring / kwaliteit van gegevens:** In 1978 en in 1993 zijn vegetatiekarteringen uitgevoerd, die een vergelijking goed mogelijk maken. Er is een zeer beperkt grondwatermeetnet met slechts korte meetreeks (enkele jaren). Waterkwaliteitsgegevens ontbreken.

### BESCHRIJVING MICRONIVEAU: Standplaats/vegetatie

#### Berkenbroekbos - Ontwikkelingen op de beschouwde lokatie.

- **Hydrologie:** In het in de nabijheid gelegen Meeuwenmeer is de waterstand 60-70 cm verhoogd na het dempen van de tankgracht. Het berkenbroek is hierna doorstroomgebied geworden.
- **Waterkwaliteit:** Geen gegevens voorhanden.
- **Vegetatie:** *Betula pubescens* dominant in de ijle boomlaag. In de moslaag *Sphagnum cuspidatum*, *Sphagnum recurvum*, *Sphagnum fimbriatum* en *Sphagnum magellanicum*. In de kruidlaag *Erica tetralix*, *Eriophorum angustifolium*, *E. vaginatum* en *Oxycoccus palustris*. Doordat het berkenbroek een doorstroomgebied is geworden is *Sphagnum magellanicum* verdwenen en vervangen door *Sphagnum recurvum*. Ook *Sphagnum capillifolium* en *Oxycoccus palustris* zijn achteruitgegaan.

### CONCLUSIES MICRONIVEAU: Standplaats/vegetatie

#### Witterveld

- **Effectiviteit van het beheer:** De vernatting heeft een negatief effect gehad op het berkenbroek, waarbij vooral de hoogveenbultsoorten in de mos- en kruidlaag zijn achteruitgegaan en rheotrafente soorten (bijvoorbeeld *Sphagnum recurvum*) zich in de moslaag hebben uitgebreid.

- **Onderzoek en monitoring:**

- *Hydrologie:* Een uitgebreider meetnet is gewenst, inclusief enkele waterbalansstudies. Het gebied leent zich bij uitstek voor een meer gedetailleerde beschrijving van hydrologische condities in de gradiënt van hoger dekzandgebied naar laag gelegen hoogveengebied.
- *Waterkwaliteit:* Mogelijk is er via aanvoer van water uit de pingo enige voedselverrijking. De vraag is of er verschil is in bodem- en waterkwaliteit in verband met minder goed ontwikkelde berkenbroekbossen.
- *Vegetatie:* In samenhang met bovenstaande abiotische monitoring is een systematische herhaling van karteringen gewenst.

**CONCLUSIES MESONIVEAU: Het veensysteem.**

Het lijkt erop dat veranderd peilbeheer in het Meeuwenmeer de waterhuishouding van het berkenbroekbos beïnvloed heeft. Het is interessant kwantitatieve en kwalitatieve effecten van deze beïnvloeding te onderzoeken, omdat ze relevante processen kunnen beschrijven die via inrichting en peilbeheer gestuurd kunnen worden.

**CONCLUSIES MACRONIVEAU: Het veen in het landschap.**

Vanuit de direct aan het veengebied grenzende hogere zandruggen vindt in de laag boven de keileem toevoer van daar geïnfiltreerde neerslag plaats. Het gebied leent zich om kwantitatieve betekenis van deze toevoer voor de waterhuishouding van het veengebied te bestuderen. Ook de invloed van deze aanvoer op de waterkwaliteit verdient nadere aandacht.

### 3. Bargerveen

#### BESCHRIJVING MACRONIVEAU: Het veen in het landschap

In het zeer brede Hunzedal lag ooit het grootste aaneengesloten hoogveengebied van de Noordwest-Europese laagvlakte, ontstaan uit meerdere aaneengegroeide hoogveenkernen. Aan de hoogveenontwikkeling ging voornamelijk laagveen- en kwelvennvorming vooraf.

Zowel in Nederland als Duitsland is het meeste veen door de turfindustrie afgegraven en het achtergebleven terrein is omgevormd tot landbouwgrond. In het Bargerveen, met 2100 ha veruit het grootste restant, liggen onder meer het deels vergraven Meerstalblok met een oude kern en een puttencomplex en het Amsterdamse Veld met resten van de zwartveenontginning. Tijdens de totstandkoming van het reservaat was de vervening nog in gang.

Nu de vervening is beëindigd zijn diverse maatregelen genomen voor herinrichting met als doel grootschalige hoogveenregeneratie. Gunstig hierbij is dat nog substantiële zwartveenafzettingen voorkomen, die de wegzijging beperken en tevens gebruikt kunnen worden bij de aanleg van veendammen.

#### BESCHRIJVING MESONIVEAU: Het veensysteem

##### Meerstalblok

- **Algemeen:** Een gedeelte is een onvergraven witveenrestant waar gestreefd wordt naar vernatting van het maaiveld. Alleen voeding door neerslag. Wegzijging waarschijnlijk gering. Hier voormalige boekweitbrandcultuur met nog herkenbaar patroon van akkers en greppels. Een ander deel is vergraven met zowel witveen (westzijde) als zwartveen (oostzijde) op de bodem van de putten. Stijghoogte van het diepere grondwater ligt meters onder freatisch niveau. Wegzijging waarschijnlijk gering.
- **Uitgevoerd beheer in oude kern:** In 1970 afdammen boekweitgreppels aan uiteinden. In 1984 en 1986 aanleg zwartveendam op witveen (deels op zwartveen) voor waterconservering. Regelmatige kap van berken (herhaling elke 5-10 jaar). De putten zijn begin jaren '70 ontstaan door kadeaanleg. In de oudere (witveen-) putten is de veenlaag gaan drijven. In de oudere (zwartveen-) putten is teruggestorte bolster gaan drijven.
- **Monitoring / kwaliteit van gegevens:** Redelijk waterstandsmmeetnet (SBB), recent uitgebreid. Recent gestart met monitoring waterkwaliteit. Waterbalansstudies en hydrologische modelstudies in uitvoering (SC-DLO). Vegetatiekartering in 1989 (SBB) en 1995 (deelgebied).

##### Amsterdamse Veld

- **Algemeen:** Vervening begin jaren '80 gestopt. Zwartveenrestant in wegzijgingsgebied.
- **Uitgevoerd beheer:** Grootschalige inundatie na compartimentering in 1983-1985 en verhoging afvoerdrempel.
- **Monitoring kwaliteit van de gegevens:** Redelijk waterstandsmmeetnet (SBB), recent uitgebreid (nog niet beschikbaar). Recent is een start gemaakt met monitoring waterkwaliteit. Waterbalansstudies en hydrologische modelstudies in uitvoering (SC-DLO). Vegetatiekartering in 1989 (SBB).

#### BESCHRIJVING MICRONIVEAU: Standplaats/vegetatie

##### Meerstalblok: oude kern - Ontwikkelingen op de beschouwde lokatie

- **Hydrologie:** Grondwaterstandfluctuaties langs de rand (bij de nieuwe dam) minder dan 0.5 m. Stijghoogteverschil tussen freatisch niveau in het veen en stijghoogte ondergrond circa 4 m.
- **Waterkwaliteit:** Meerstal ongebufferd (pH 3.8-4.3). Ammoniumgehalte bovenste bodemwater erg hoog (50-200  $\mu\text{mol.l}^{-1}$ ), ortho-fosfaat matig hoog (0.3-5  $\mu\text{mol.l}^{-1}$ ), kooldioxide hoog (>1  $\text{mmol.l}^{-1}$ ). Onduidelijk of er veranderingen in de kwaliteit bodemvocht optreden t.g.v. mineralisatie door verdroging.

- **Vegetatie:** In de centrale meerstal is een ontwikkeling geweest van open water (jaren '30) naar vegetaties van slenken, gecombineerd met reliëfrijke delen door bulten van *Sphagnum magellanicum* en *Sphagnum papillosum* (eind jaren '80). De recente inventarisatie laat zien dat veranderingen optreden en dat in de reliëfrijke delen vegetaties met *Erica tetralix* en *Sphagnum recurvum* zijn toegenomen ten koste van vegetaties met *Sphagnum papillosum* en *Sphagnum magellanicum* en slenkvegetaties met *Sphagnum pulchrum*; slenkvegetaties met *Sphagnum pulchrum* zijn afgenomen ten gunste van vegetaties met *Sphagnum papillosum* en *Sphagnum magellanicum*. De overige delen van de onvergraven kern bestaan uit Dopheide-vegetaties waar enige decennia geleden Veenmossen en *Rhynchospora alba* bijzonder zijn toegenomen. Deze vegetaties blijken in de recente inventarisaties nauwelijks veranderd.

#### **Meerstalblok: puttencomplex - Ontwikkelingen op de beschouwde locatie**

- **Hydrologie:** Stabiele waterhuishouding. Gegevens fluctuaties nog niet beschikbaar. Stijghoogteverschil tussen freatisch niveau in veen en ondergrond varieert van 2 m (oostkant) tot 3.5 m (bij meerstal).
- **Waterkwaliteit:** (monsters uit peilbuizen in bovenste bodemwater) putten zwartveen: ongebufferd (pH 3.7-4.2), ammonium matig hoog (30-60  $\mu\text{mol.l}^{-1}$ ), ortho-fosfaat hoog (3-6  $\mu\text{mol.l}^{-1}$ ), kooldioxide hoog (> 2 mmol.l<sup>-1</sup>); putten witveen: ongebufferd (pH 3.2-4.8), ammonium hoog (40-100  $\mu\text{mol.l}^{-1}$ ), ortho-fosfaat hoog (0.6-4  $\mu\text{mol.l}^{-1}$ ), kooldioxide hoog (> 2 mmol.l<sup>-1</sup>). Onduidelijk is wat de invloed is van de verveningsgeschiedenis op de waterkwaliteit.
- **Vegetatie:** Drijftilvorming met vegetaties uit *Scheuchzerietea* op gang gekomen met *Sphagnum cuspidatum* en *Eriophorum angustifolium*. Ook *Sphagnum recurvum* is massaal doorgedrongen. In de oudere putten is de ontwikkeling het verst gevorderd met soorten als *Rhynchospora alba*, *Oxycoccus palustris* en incidenteel *Sphagnum papillosum*. Het aandeel *Sphagnum recurvum* is hier hoger, terwijl het aandeel *Molinia caerulea* lager is dan in de jongere putten.

#### **Amsterdamse Veld - Ontwikkelingen op de beschouwde locatie**

- **Hydrologie:** Jaarlijkse peilfluctuaties ca. 0.5 m. Over een reeks van jaren zijn verschillen van meer dan 1 m mogelijk. Peilfluctuaties gaan gepaard met grote zones oeverstrook die afwisselend nat en droog zijn.
- **Waterkwaliteit:** Ongebufferd water (pH 3.7-4.1), ammonium matig hoog (30-40  $\mu\text{mol.l}^{-1}$ ), ortho-fosfaat matig tot hoog (0.3-1.5  $\mu\text{mol.l}^{-1}$ ).
- **Vegetatie:** In de nog niet geïnundeerde compartimenten sloeg eerst *Molinia caerulea* op. Nadat ze geleidelijk volgelopen zijn met water hebben zich *Sphagnum cuspidatum*-vegetaties uit de *Scheuchzerietea* ontwikkeld. Langs de randen zijn deze emers, in het centrum van de plassen vaak submers. Naast *Carex curta* zijn geen andere soorten aangetroffen. De pollen *Molinia caerulea* langs de randen worden geleidelijk overwoekerd door *Sphagnum cuspidatum* en sterven af.

### **CONCLUSIES MICRONIVEAU: Standplaats/vegetatie**

#### **Meerstalblok: oude kern.**

- **Effectiviteit van het beheer:** De geschetste ontwikkeling in de meerstal duidt op toenemende afstand tussen vegetatie en waterspiegel. Daardoor tendeert de vegetatie naar natte heide (het is niet duidelijk of dit een natuurlijk (verlandings)proces is). Aan de randen van de onvergraven oude kern is deze afstand juist afgenomen en is er toename van veenmos.
- **Onderzoek en monitoring:**
  - **Hydrologie:** Nader onderzoek hydrologische standplaatscondities van soorten en vegetaties vereist.
  - **Waterkwaliteit:** Metingen kwaliteit bodemvocht in relatie tot verdroging en tot de ontwikkelingen in de vegetatie gewenst.
  - **Vegetatie:** veranderingen ten gevolge van verdroging meerstal monitoren. Nader onderzoek standplaatscondities van soorten en vegetaties.

### **Meerstalblok: puttencomplex.**

- **Effectiviteit van het beheer:** Drijftillen vertonen al meer dan 20 jaar vegetatietypen uit de Scheuchzerietea en ze ontwikkelen zich trager dan in b.v. Haaksbergerveen en de veentjes in het Dwingelderveld, waar zich ook gemeenschappen uit de Oxycocco-Sphagnetea hebben gevestigd. De oorzaak hiervan is niet bekend. Er is sprake van begin van opslag van Berk en *Molinia caerulea*.
- **Onderzoek en monitoring:**
  - *Hydrologie:* Nader onderzoek hydrologische standplaatscondities van soorten en vegetaties.
  - *Waterkwaliteit:* Relatie tussen bodemtype (onder andere de verveningsgeschiedenis) en waterkwaliteit in de verschillende putten in de tijd; koppeling met vegetatie-ontwikkelingen.
  - *Vegetatie:* Monitoring gewenst van relatie tussen dikte van drijvende veenlaag en opslag Berk en *Molinia caerulea*. Bestaande monitoring voortzetten. Nader onderzoek standplaatscondities van bultsoorten en bultvegetaties.

### **Amsterdamse Veld.**

- Effectiviteit van het beheer: Ondanks de grootte van de compartimenten komt de drijftilvorming op gang, zij het trager dan in de kleinere putten in Meerstalblok. De noodzaak voor kleine compartimenten is hierdoor niet aantoonbaar. Pollen van *Molinia caerulea* hebben bijgedragen aan luwte in de oeverzone waardoor vestiging van *Sphagnum cuspidatum* mogelijk was.
- Onderzoek en monitoring.
  - *Hydrologie:* Monitoring snelheid van verlanding bij verschillende plas-grootte en verschillende peilfluctuaties. Nader onderzoek hydrologische standplaatscondities van soorten en vegetaties.
  - *Waterkwaliteit:* Relatie waterkwaliteit en voorkomen teruggestorte bonkaarde.
  - *Vegetatie:* Toepassing luchtfoto's voor volgen verlandingsproces. Nader onderzoek standplaatscondities van soorten en vegetaties.

## **CONCLUSIES MESONIVEAU: Het veensysteem**

### **Meerstalblok: oude kern en puttencomplex**

In het Meerstalblok zijn twee verschillende systemen aanwezig: de oude kern met heide en meerstal en het veenputtencomplex. In de meerstal tendeert de vegetatieontwikkeling naar een natte heide, waarin slenkvegetaties hoe langer hoe minder een rol spelen. In het omringende deel is in de afgelopen decennia juist een toename van Veenmos geconstateerd. In dit gedeelte van het Bargerveen ontstaat dus een groter gebied met een meer uniforme vegetatie die zich bevindt tussen hoogveen en natte heide.

De ontwikkelingen in het puttencomplex sluiten hier niet op aan. Hoewel in de putten open water aan het verdwijnen is, vindt op de ontstane drijftillen nauwelijks kolonisatie door bultvormende Veenmossen of door hogere planten van relatief drogere standplaatsen plaats. Onduidelijk is of deze ontwikkeling van nature traag verloopt of dat zij juist stagneert.

Concluderend kan worden gezegd dat, op grond van de vegetatie (er zijn onvoldoende gegevens voor hydrologie en waterkwaliteit) er nog geen aanwijzingen zijn dat de oude kern en het puttencomplex in het Meerstalblok gezamenlijk één veengebied gaan vormen.

- **Onderzoek en monitoring:** Lekkage door dammen dient te worden gekwantificeerd. De relatie tussen afvoergedrag en de waterstandsfluctuaties en noodzaak voor betere hydrologische buffering nader bekijken. Zwelling maaiveld achter kaden monitoren. Relatie tussen **water-, ionen- en nutriëntenbalans** (hiervoor is reeds een eerste aanzet).

### **Amsterdamse Veld**

De ontwikkelingen in het Amsterdamse Veld zijn nog te jong om zich te lenen voor uitspraken op de langere termijn.

**CONCLUSIES MACRONIVEAU: Het veen in het landschap**

In het Bargerveen wordt geprobeerd via het herstel van afzonderlijke kernen die op de lange termijn moeten gaan fuseren uiteindelijk één aaneengesloten veengebied te doen ontstaan. Daartoe zijn de diverse regeneratieprojecten, zoals in het Meerstalblok en Amsterdamse Veld, op gang gebracht en worden nu ook andere delen van het gebied hieraan gekoppeld door het verwijderen van wegen en afwateringssystemen. Momenteel wordt een aantal maatregelen verkend door middel van een regionale hydrologische modelstudie.

Voor evaluatie van de kansrijkheid van deze maatregelen is het nog te vroeg, wel kan worden opgemerkt dat de inpassing van het uiteindelijke hoogveen in het landbouwgebied hier en daar vragen oproept. Deels kan zo'n toekomstig veengebied weer -als van oudsher- uitwijken tegen de Hondsrug, maar deels steekt het veen hoog boven het landbouwgebied uit, met scherpe grenzen.

## 4. Dwingelderveld - Lange Veen

### BESCHRIJVING MACRONIVEAU: Het veen in het landschap

Het Nationaal Park het Dwingelderveld kent een zeer grote ruimtelijke afwisseling van de bodemgesteldheid, waardoor een mozaïek van begroeiing is ontstaan. Droge naaldbossen en Jeneverbesstruwelen komen voor op voormalig stuifzand, naast natte en droge heiden. Plaatselijk bevinden zich op plaatsen met waterkerende lagen in de bodem, kleinere vennen waarin zich in het verleden hoogveenvegetaties hebben ontwikkeld.

De meeste van deze hoogveentjes zijn als gevolg van lokale turfwinning door boeren verdwenen, waardoor de huidige vennen zijn ontstaan. In deze, geïsoleerd liggende, vennen vindt nu opnieuw veenvorming plaats.

### BESCHRIJVING MESONIVEAU: Het veensysteem

#### Lange Veen

- **Algemeen:** Hoogveentje in ven in stuifzandgebied. Waarschijnlijk enige oppervlakkige watertoevoer in natte perioden. Er is geen indicatie van grondwatertoevoer.
- **Uitgevoerd beheer:** Dempen van sloten in directe omgeving en het kappen van bosopstanden dicht aan de randen.
- **Monitoring / kwaliteit van gegevens:** De vegetatieontwikkeling en waterkwaliteit zijn beschreven door Baaijens (niet gepubliceerd) over langere perioden.

### BESCHRIJVING MICRONIVEAU: Standplaats/vegetatie

#### Lange Veen - Ontwikkelingen op de beschouwde lokatie

- **Hydrologie:** Verhoging van gemiddeld waterpeil in ven met circa 0.5 m.
- **Waterkwaliteit:** Oppervlaktewater ongebufferd tot zwak gebufferd (pH 3.4-4.5), ammonium matig tot hoog (4-60  $\mu\text{mol.l}^{-1}$ ), ortho-fosfaat hoog (0.9-9.5  $\mu\text{mol.l}^{-1}$ ). Mogelijk (zeer) lichte aanrijking met ionen via contact freatisch water met keileempakket. Vanwege de hoge ligging en de keileemlaag is het gebied grotendeels beschermd tegen de negatieve invloed van landbouwwater; een aantal locaties in de randzone van het Dwingelderveld is hierdoor mogelijk wel verontreinigd. In een aantal vennen is sprake van guanotrofiëring (geldt niet voor het Lange Veen), wat tot uitdrukking komt in de vegetatie. Effecten van waterstandverhoging na hydrologische ingrepen niet gemeten.
- **Vegetatie:** De veentjes in het Dwingelderveld (bijvoorbeeld Lange Veen, Poort 2, Grootte veen) kenmerken zich door zeer fraai ontwikkelde gezelschappen uit de Scheuchzerietea en Oxycocco-Sphagnetea. Tevens komen soorten van het Caricion lasiocarpae voor, zoals *Menyanthes trifoliata* en *Carex lasiocarpa*.

### CONCLUSIE MICRONIVEAU: Standplaats/vegetatie

#### Lange Veen.

- **Effectiviteit van het beheer:** In vergelijking met de kartering uit 1988 hebben zich weinig veranderingen voorgedaan. Wel zijn de oligotrafente bultvegetaties verder uitgebreid ten koste van de slenkvegetaties. Ook is een aantal minerotrafente soorten (*Viola palustris*, *Scirpus fluitans*, *Sparganium angustifolium* en *Luronium natans*) niet meer gezien. Deze ontwikkelingen lijken autogeen en niet veroorzaakt door de waterbeheersingsmaatregelen.
- **Vegetatie:** De indruk bestaat dat langs de randen van het Lange Veen (alsmede een aantal andere veentjes in de Boswachterij) een achteruitgang van Oxycocco-Sphagnetea vegetaties heeft plaatsgevonden. Het betreft dan plekken waar de vegetatie rechtstreeks op de "vaste" veenbodem groeit.

#### **CONCLUSIES MESONIVEAU: Het veensysteem**

- **Effectiviteit van het beheer:** Het valt te verwachten dat de trend van voortschrijdende veenvorming zich zal voortzetten ten koste van minerotrafente vegetaties en oevervegetaties. Vooralsnog lijken er geen duidelijke bedreigingen van deze ontwikkelingen te bestaan.
- **Onderzoek en monitoring:**
  - *Hydrologie:* Behoeftte aan kwantificering grondwaterfluxen en gevolgen opzetten waterpeil op evt. grondwatertoevoer.
  - *Waterkwaliteit:* Achterhalen waardoor de vegetatie van een aantal van de veentjes in Dwingelderveld vergeleken met de meeste hoogveenrestanten zo goed ontwikkeld zijn. Mogelijk heeft de bosrand belangrijke effecten op de stikstofdepositie. Mogelijk is er sprake van basenaanrijking.
  - *Vegetatie:* Behoeftte aan meer gegevens omtrent veranderingen in vegetatiesamenstelling. Achterhalen welke factoren (waterkwaliteit, bosrand, stikstofdepositie) belangrijk zijn en hoe effecten van herstelbeheer hierop ingrijpen.

#### **CONCLUSIES MACRONIVEAU: Het veen in het Landschap**

Er is geen duidelijk inzicht in de hydrologische relatie tussen veen en directe omgeving en in de gevolgen van beheersmaatregelen in de omgeving. In ieder geval zullen (een aantal van) de vennen geleidelijk dichtgroeien met hoogveenvegetaties. Voor eventueel op te zetten onderzoek hierna is het van belang dat er vergelijkbare ontwikkelingen in de vegetatie bestaan in het Dwingelderveld in de vennen Poort 2 en het Grootte veen. Het Echtenerzand is een in dezelfde regio gelegen gebied met een vergelijkbaar veen waar ook de effecten van plaggen gevolgd kunnen worden.

## 5. Weerribben - Wobberribben / Wiedegat

### BESCHRIJVING MACRONIVEAU: Het veen in het landschap

In de afgelopen 75-250 jaar hebben in Noordwest Overijssel verveningen plaatsgevonden die hebben geleid tot de vorming van petgaten. In deze putten is opnieuw een verlanding tot stand gekomen, die heeft geleid tot de vorming van kraggen. Op deze kraggen treedt na verloop van tijd broekbosvorming op, maar deze wordt vaak voorkomen door een maaibeheer ten behoeve van de rietteelt. Wanneer de dikte van de kragge toeneemt en de invloed van het regenwater die van het grondwater overtreft vindt kolonisatie door Veenmossen plaats.

### BESCHRIJVING MESONIVEAU: Het veensysteem

#### Wobberribben

- **Algemeen:** Trilveencomplex in laagveengebied Weerribben met aanvoer van basenrijk water via een slotenstelsel (Van Wirdum 1991, 1993b). Voeding via neerslag en oppervlaktewater, wegzijging gering. Zonering van bulten en slenken.
- **Uitgevoerd beheer:** Tot nu toe met name gericht op instandhouden laagveenvegetaties en het voorkomen van hoogveenvorming en van bosvorming. Struweelvorming door *Myrica gale* wordt bestreden door plaggen, maaien en hooien, graven en onderhouden van toevoersloten.
- **Monitoring / kwaliteit van gegevens:** Voor bepaalde terreinen over beperkte periode gedetailleerde hydrologische monitoring, inclusief waterkwaliteit. Monitoring waterkwaliteit sinds 1992 van nabijgelegen Stobbenribben. Beschrijving van hydrologische en vegetatiekundige ontwikkelingen door Calis & Van Wetten (1974), Van Wirdum (1990, 1993) en Prins *et al.* (1992). Geen recente kartering voorhanden, wel monitoring van permanente kwadraten.

### BESCHRIJVING MICRONIVEAU: Standplaats/vegetatie

#### Wobberribben - Ontwikkelingen op de beschouwde lokatie.

- **Hydrologie:** Door het dikker worden van de kraggen treedt (met name op grotere afstand van het open water) een basenverarming in de bulten op, waarin regenwater een grotere invloed krijgt. Deze ontwikkelingen zijn binnen 15-20 jaar mogelijk.
- **Waterkwaliteit:** Ondiep bodemvocht (-10 cm) in kragge in bultvegetaties in Stobbenribben matig gebufferd (bicarbonaat 1 mmol.l<sup>-1</sup>, pH 6.5, Ca 500-800 µmol.l<sup>-1</sup>; Van Wirdum 1991, 1994).
- **Vegetatie:** Ontwikkeling naar hoogveenvegetaties (veenheide): vanuit Scorpidio-Caricetum diandrae naar veenmos(soorten)rijke Sphagno palustris- Ericetum. Zonder maaibeheer gaat deze vegetatie waarschijnlijk over in berkenbroekbos en struweel van *Myrica gale* (Wiegers 1992, Van Wirdum *et al.* 1992, 1995). Na vergelijking van in de 60'er jaren gemaakte karteringen van hoogveenachtige begroeiingen met de situatie in 1985, concludeert van Leeuwen (mond. meded.) dat op plekken waar in de tussenliggende tijd het beheer gestaakt was zonder uitzondering veel houtige opslag aanwezig is en de gekarteerde hoogveensoorten (o.a. *Oxycoccus palustris*, *Eriophorum vaginatum*, *Empetrum nigrum*, *Vaccinium vitis idaea*) veelal verdwenen zijn. *Molinia caerulea* en *Polytrichum* spp. hebben zich hier uitgebreid.

### CONCLUSIES MICRONIVEAU: Standplaats/vegetatie.

#### Wobberribben

- **Effectiviteit van het beheer:** Ontwikkelingen naar hoogveenvegetaties treden veelvuldig op. Als deze ontwikkelingen gewenst zijn, is echter intern beheer waarschijnlijk nodig. Veel betreding en het gebruik van machines leidt evenwel tot dominantie van *Polytrichum* spp. Het is onduidelijk of beheer gericht op verminderde oppervlaktewateraanvoer tot gewenste resultaten zal leiden.

- **Onderzoek en monitoring:**

- *Waterkwaliteit:* Verzamelen kwaliteitsgegevens van bodemwater en vergelijken met bodemwater van andere hoogveentypen.
- *Vegetatie:* Kartering gewenst, successie volgen in permanente kwadraten.

**CONCLUSIES MESONIVEAU: Het veensysteem.**

Ontwikkelingen naar hoogveenvegetaties treden in meerdere terreinen op door de toenemende afstand tussen het vegetatieoppervlak en het grondwater. Uiteindelijk kunnen zich zo aaneengesloten veenmostapijten vormen, maar de vraag is of deze zich kunnen ontwikkelen zonder een voortdurend maaibeheer. Overal waar maaibeheer achterwege blijft treedt verbossing op, pas na één à twee eeuwen maakt dit bos plaats voor een hoogveenvegetatie.

**CONCLUSIE MACRONIVEAU: Het veen in het Landschap**

De controverse over de wenselijkheid van hoogveenvorming, de nog prille successie in deze terreinen en de rol van het maaibeheer, maken het moeilijk uitspraken te doen over de landschappelijke inpassing. Als gekozen wordt voor het laten doorgaan van de hoogveenontwikkeling en als het maaibeheer wellicht gradueel kan worden afgebouwd, dan zijn hier zeker kansen voor de ontwikkeling van kleinere hoogveensystemen.

## 6. Haaksbergerveen

### BESCHRIJVING MACRONIVEAU: Het veen in het landschap

Het Haaksbergerveen is een van de typische venen die in Oost Twente en de Achterhoek voorkomen. Het is gelegen in een ondiepe depressie. Daardoor is het ook tamelijk klein en kent verhoudingsgewijs veel invloed vanuit de rand van het veen. In de ondergrond bevinden zich op geringe diepte kleiafzettingen.

### BESCHRIJVING MESONIVEAU: Het veensysteem

- **Algemeen:** Hoogveenrestant met lokaal wellicht enige grondwatertoevoer (niet aangetoond). Geringe verschillen freatisch niveau en stijghoogte diepere grondwater. Afgegraven tot het zwartveen, geen bonkaarde teruggestort.
- **Uitgevoerd beheer:** Al in 1976 eerste compartimentering, door extra kadeaanleg en compartimentering in 1985 verder vernat. Vanuit bestaande kleine putten zijn na de inundatie drijftillen gaan drijven, evenals veenresten.
- **Monitoring / kwaliteit van gegevens:** Grondwatermeetnet recent en nog niet alles beschikbaar. Slechts incidentele kwaliteitsbemonstering (KUN). Vegetatiekartering voor het eerst in 1996.

### BESCHRIJVING MICRONIVEAU: Standplaats/vegetatie

#### puttencomplex - Ontwikkelingen op de beschouwde lokatie.

- **Hydrologie:** Peilfluctuaties in de putten geringer dan 0.5 m. Uit stijghoogtegegevens is grondwateraanvoer in zomer niet duidelijk aantoonbaar.
- **Waterkwaliteit:** In het open water zijn ongebufferde en zwakgebufferde locaties aanwezig (pH 3.7-5.2; alkaliniteit 0-300  $\mu\text{mol.l}^{-1}$ ), hetgeen ook blijkt uit calciumconcentraties. Ammonium hoog (60-80  $\mu\text{mol.l}^{-1}$ ), ortho-fosfaat vrij hoog (1-2  $\mu\text{mol.l}^{-1}$ ), kooldioxide verhoogd (500  $\mu\text{mol.l}^{-1}$ ). In de drijftil is de top laag nauwelijks gebufferd (pH 4.3 - 4.5), er is een steile gradiënt naar matig gebufferd op grotere diepte (op 0.5 m: alkaliniteit 250  $\mu\text{eq.l}^{-1}$  en op 2 m: 1  $\text{meq.l}^{-1}$ ). Ammonium hoog (20-70  $\mu\text{mol.l}^{-1}$ ), ortho-fosfaat hoog (2-4  $\mu\text{mol.l}^{-1}$ ) en kooldioxide verhoogd (500  $\mu\text{mol.l}^{-1}$ ).
- **Vegetatie:** Het oorspronkelijke bos met *Betula* sp, *Molinia caerulea*, *Sphagnum cuspidatum* en *Sphagnum recurvum* is nu geheel vervangen door drijftillen met daarin een groot aantal soorten uit de *Scheuchzerietea* en *Oxycocco-Sphagnetea*. Soorten als *Eriophorum angustifolium*, *Sphagnum recurvum*, *Sphagnum cuspidatum* komen voor in de nattere delen met daarnaast *Erica tetralix*, *Sphagnum magellanicum*, *Sphagnum papillosum* en *Drosera rotundifolia* op de relatief drogere delen.

### CONCLUSIES MICRONIVEAU: Standplaats/vegetatie.

#### Puttencomplex.

- **Effectiviteit van het beheer:** Succesvolle drijftilontwikkeling. Dit is zeker bevorderd door het reeds aanwezig zijn van drijftillen in kleine putten voor de uitvoering van de grootschalige vernatting met inundatie. De reeds gevormde drijftillen konden zich handhaven en hier vond na de waterstandsverhoging uitbreiding van de *Oxycocco-Sphagnetea* plaats. Toch komt ook hier beginnende opslag van *Betula* sp. en *Molinia caerulea* voor. Het is onduidelijk waarom verschillende putten zich zo verschillend ontwikkelen. In bepaalde compartimenten **domineert bijvoorbeeld** Riet.
- **Onderzoek en monitoring:**
  - **Waterkwaliteit:** Zuurbuffering lijkt drijftilvorming via opdrijven restveen te stimuleren. De rol van de afbraak in het restveen (door type veen of grondwaterinvloed bepaald) dient verder bestudeerd te worden. Huidige monitoring onvoldoende.
  - **Vegetatie:** Huidige kartering komende jaren vervolgen.

**CONCLUSIES MESONIVEAU: Het veensysteem.**

Het Haaksbergerveen kent een grote diversiteit aan vegetatietypen, variërend van broekbossen, tot Rietvelden en hoogveenvegetaties op drijftillen. De samenhang tussen deze elementen is veelal onduidelijk, evenals de redenen voor de verschillen in ontwikkeling. Dit maakt conclusies over het beheer lastig.

- Onderzoek en monitoring:
  - *Hydrologie*: Detailstudies waterbalans gewenst om relaties tussen deelgebieden te onderzoeken.

**CONCLUSIE MACRONIVEAU: Het veen in het Landschap**

Er is momenteel geen goed inzicht in de regionale waterhuishouding van het Haaksbergerveen. Daarnaast zijn de redenen voor de verschillen in vegetatieontwikkeling tussen de verschillende compartimenten nog niet zijn opgehelderd.

- Onderzoek en monitoring:
  - *Hydrologie*: Kwantificering grondwatertoevoer gewenst.
  - *Waterkwaliteit*: relatie stikstofdepositie en berkenopslag onderzoeken.

## 7. De Hamert Pikmeeuwenwater

### BESCHRIJVING MACRONIVEAU: Het veen in het landschap

In de Hamert bevindt zich het Pikmeeuwenwater, een zuur en ongebufferd heideveen, gelegen in een komvormige laagte in een stuifduinenlandschap te oosten van de Maas. Het Pikmeeuwenwater ligt op het pleistocene laagterras van de Maas. Meer naar het oosten ligt het oorspronkelijke middenteras dat zich nu op gelijke hoogte bevindt. In het laagterras ligt een waterkerende venige leemlaag. Het Pikmeeuwenwater is waarschijnlijk pas in de IJzertijd ontstaan als gevolg van secundaire verstuiving van de aanwezige vroeg-Holocene paraboolduinen.

### BESCHRIJVING MESONIVEAU: Het veensysteem

- Algemeen: Hoogveendrijftil (ruim 4 ha) in rivierstuifzandgebied. Geïsoleerd lokaal grondwaterlichaam boven venige bodem en laatglaciale veenleemlaag.
- Uitgevoerd beheer: Berken verwijderd in '85 en '90. Vanaf juni 1994 beheersexperimenten (in triplo, 4x4m): vervening, plaggen, eenmalig maaien en afvoeren (KUN).
- Monitoring / kwaliteit van gegevens: Waterstandsmeetnet sinds '93. Raai peilbuizen duin-drijftil 1994 (KUN). Kwaliteit van oppervlaktewater en bodemvocht wordt momenteel gevolgd (KUN). Vegetatiekartering in 1969 en 1995; vegetatie in proef- en controle-permanente kwadraten wordt jaarlijks opgenomen (KUN).

### BESCHRIJVING MICRONIVEAU: Standplaats/vegetatie

- *Hydrologie*: Geen invloed regionaal grondwater, geen aanwijzingen voor verlaging waterpeil in de laatste decennia. Fluctuatie waterpeil maximaal 40 cm; drijftil fluctueert mee waardoor de vochtthuishouding in de bodem stabiel is (waterpeil -5 tot -10 cm). Drijftil raakt de bodem niet.
- *Waterkwaliteit*: Oppervlaktewater in vennen en putten ongebufferd (pH 4.3-4.4), ammonium hoog (20-40  $\mu\text{mol.l}^{-1}$ ), ortho-fosfaat matig tot hoog (0.5-2.2  $\mu\text{mol.l}^{-1}$ )  $\text{CO}_2$  matig tot hoog (250-1000  $\mu\text{mol.l}^{-1}$ ); fluctuaties door het jaar heen. Kwaliteit bodemvocht stabiel, ammonium hoog (70-90  $\mu\text{mol.l}^{-1}$ ), ortho-fosfaat matig tot hoog (0.6-1.5  $\mu\text{mol.l}^{-1}$ ). Plaggen leidt het eerste jaar tot een verdubbeling van de ammoniumconcentratie (bekend van plaggen in vochtige heiden); uitvenen leidt niet tot extra eutrofiëring.
- *Vegetatie*: Een groot deel van het gebied wordt gekenmerkt door associaties uit het *Rhynchosporion albae* en het *Oxycocco-Ericion*. Op de grote drijftil komen recent verlande putten voor. In de laatste decennia is het oppervlak dat ingenomen wordt door slenkvegetaties en open water, sterk afgenomen door successie naar gemeenschappen uit de *Oxycocco-Sphagnetum*. De vegetatie wordt tegenwoordig vrijwel geheel gedomineerd door *Molinia caerulea*, *Calluna vulgaris*, *Erica tetralix* en *Betula* sp., wat ten koste is gegaan van *Sphagnum*-bulten. De vergrassing met *Molinia caerulea* is aanzienlijk en er is sprake van een uitgebreide berkenopslag. Na verwijdering van berken blijven voldoende kleine berken over om opnieuw te gaan domineren. De eerste resultaten van de beheersproeven lijken erop te duiden dat maaien *Molinia caerulea* bevoordeelt. De geplagde delen zijn na 2 jaar nog voor minder dan 5% bedekt, met name door *Eriophorum angustifolium* en *Molinia caerulea*. De bedekking met *Sphagnum*-soorten is nog zeer laag. In de uitgeveende gaten is de helft van het water gevuld met submers *Sphagnum cuspidatum*. In een van de drie groeit bovendien *Eriophorum angustifolium* naar binnen, waarop het *Sphagnum* steunt. Het Veenmos dat het jaar hiervoor een vergelijkbare bedekking haalde, zonk in de winter en stierf af. Dat dit gebeurde ondanks de hoge kooldioxideconcentratie in de waterlaag, was waarschijnlijk te wijten aan de lage fotosynthesesnelheid in dit seizoen. Het Waterveenmos dat het jaar hiervoor een vergelijkbare bedekking haalde, zonk in de winter en stierf af. Dit gebeurde ondanks de hoge kooldioxideconcentratie in de waterlaag, die in de zomer zorgt voor drijfvermogen via hoge zuurstofproductie. In de winter lijkt de fotosynthesesnelheid te laag, waardoor weinig  $\text{O}_2$  gevormd kan worden. Er treedt

dan geen oververzadiging met zuurstof op (belletjes tussen de takjes) en bij gebrek aan substraat zinkt het Waterveenmos.

#### **CONCLUSIES MICRONIVEAU: Standplaats/vegetatie.**

- **Effectiviteit van het beheer:** Het verwijderen van berken blijft nodig. Om de oorspronkelijke diversiteit van het gebied te blijven behouden, lijkt voorslagnog het opnieuw laten starten van de verlandingssuccessie in kleine putten de beste optie. De effecten van de verschillende beheersmaatregelen dienen verder gevolgd te worden, voordat een voldoende gefundeerd advies ten aanzien van het beheer gegeven kan worden.
- **Onderzoek en monitoring:**
  - *Hydrologie:* Achterhalen van de rol berken en *Molinia caerulea* bij vochtvoorziening bodem.
  - *Waterkwaliteit:* Effect uitbreiding berken en *Molinia caerulea* op kwaliteit bodemvocht. Volgen water- en bodemkwaliteit bij verschillende beheersvormen.
  - *Vegetatie:* Volgen vegetatie-ontwikkelingen bij beheersproeven.

#### **CONCLUSIES MESONIVEAU EN MACRONIVEAU**

De oorspronkelijke positieve ontwikkeling van hoogveenvegetaties lijkt teniet te worden gedaan door de uitbreiding van *Molinia* en opslag van *Betula*. De oorzaak van deze ontwikkeling is niet duidelijk.

- **Onderzoek en monitoring:**
  - *Waterkwaliteit:* Rol atmosferische depositie van stikstof op groei Berk en *Molinia caerulea* onder stabiele natte omstandigheden.

## 8. Peelvenen

### BESCHRIJVING MACRONIVEAU: Het veen in het landschap

De Peelvenen hebben zich ontwikkeld in een bijzondere geologische situatie, namelijk op de regionale waterscheiding tussen Maas en Aa. Een deel van de venen ligt op de Peelhorst, een ander deel in de Centrale Slenk. De venen op de Zuidelijke Peelhorst, zoals de Mariapeel en de Liesselse Peel, zijn ontstaan op de flanken van de waterscheiding. In de Centrale Slenk bevindt zich o.a. de Groote Peel. De Peelvenen variëren van sterk afgetakelde venen (van nat tot verdroogd) tot complexen met kleinschalige veengroei in veenputten.

### BESCHRIJVING MESONIVEAU: Het veensysteem

#### Groote Peel; plassen Meerbaansblaak / Aan 't Elfde

- **Algemeen:** Verveend gebied met gedeeltelijk zand (met leemvoorkomens) en gedeeltelijk minder dan 25 cm dikke restlaag van zwartveen. Permanent geïnundeerd. Wegzijgingsgebied met ca. 1 m stijghoogteverschil tussen plaspeil en diepere grondwater.
- **Uitgevoerd beheer:** De plas Aan 't Elfde is 30 ha groot en eind jaren '50 ontstaan door aanleg van een dijk. Meerbaansblaak is ruim 1 ha groot en ontstaan na het afdammen van waterlopen.
- **Monitoring / kwaliteit van gegevens:** In 1995 vegetatie geïnventariseerd. Vergelijking mogelijk met enkele opnamen en kartering uit 1986. Registratie van peilfluctuaties Aan 't Elfde vanaf begin jaren '60. Meerbaansblaak vanaf 1985. Kwaliteitsgegevens incidenteel (1985, 1989).

#### Liesselse peel en MariaPeel; boerenkuilen

- **Algemeen:** Door de boerenvervening in het zwartveenrestant zijn zogenaamde 'boerenkuilen' ontstaan die nu als kleine natte putten in het gebied liggen, geheel omgeven door uitgestrekte *Molinia*-vegetaties. Er wordt geen beheer toegepast. Het wegzijgingsgebied heeft een geringe wegzijging, maar er is wel een groot stijghoogteverschil met de ondergrond (enkele meters).
- **Uitgevoerd beheer:** Geen beheer.
- **Monitoring / kwaliteit van gegevens:** Waterstanden en kwaliteitsgegevens van een aantal putten aanwezig. Vegetatie-ontwikkeling in aantal putten meer dan 20 jaar intensief gevolgd.

### BESCHRIJVING MICRONIVEAU: Standplaats/vegetatie

#### Groote peel; plassen Meerbaansblaak / Aan 't Elfde - Ontwikkelingen op de beschouwde lokatie

- **Hydrologie:** Jaarlijkse peilfluctuaties 30-40 cm. Over langere reeks van jaren zijn verschillen van bijna 1 meter mogelijk.
- **Waterkwaliteit:** Meerbaansblaak: pH 4.1, ammonium en nitraat hoog (beide 50  $\mu\text{mol.l}^{-1}$ ) ortho-fosfaat erg hoog (10  $\mu\text{mol.l}^{-1}$ ) Aan 't Elfde: pH 4.3, ammonium 280  $\mu\text{mol.l}^{-1}$ , ortho-fosfaat 5  $\mu\text{mol.l}^{-1}$ . ) Er is nauwelijks toevoer van  $\text{CO}_2$  of van zwak gebufferd water om het drijfvermogen van *Sphagna* te ondersteunen. Kwel treedt niet of nauwelijks op, toevoer van water door de peelbanen (waarin onder andere Rietveen) speelt hier nauwelijks een rol doordat het water in het ven hoger ligt.
- **Vegetatie:** Aan 't Elfde: Plaatselijk komen efemere vegetaties van *Sphagnum cuspidatum* voor tussen pollen van *Molinia caerulea* en *Juncus effusus*. Er zijn geen drijftillen tot ontwikkeling gekomen.

#### Liesselse peel en MariaPeel - Ontwikkelingen op de beschouwde lokatie.

- **Hydrologie:** Jaarlijkse peilfluctuaties 30-50 cm, tussen afzonderlijke jaren zijn verschillen van meer dan 0.5 m mogelijk. In droge perioden vallen enkele putten droog.

- **Waterkwaliteit:** Ongebufferd, wisselende pH (pH 4.4-4.5). Ammonium hoog, wisselend (30-215  $\mu\text{mol.l}^{-1}$ ), ortho-fosfaat laag (0.2-0.3  $\mu\text{mol.l}^{-1}$ ), kooldioxide hoog (2  $\text{mmol.l}^{-1}$ ).
- **Vegetatie:** Vergelijking van een serie opnamen uit 1977 en uit 1996 laat zien dat soorten van zeer natte standplaatsen vrijwel geheel zijn verdwenen (bijvoorbeeld Sikkelmos) of achteruit zijn gegaan (*Eriophorum angustifolium*). Soorten van wat drogere standplaatsen als *Erica tetralix*, *Calluna vulgaris* en *Molinia caerulea* zijn over het algemeen óf gelijk gebleven óf toegenomen. In incidentele gevallen zijn de abundanties gedaald. Hoewel *Andromeda polifolia* uit een aantal putten is verdwenen wordt de plant momenteel in meer putten gevonden dan voorheen. De totale veenmosbedekking (*Sphagnum cuspidatum* en *Sphagnum recurvum*) is over het algemeen sterk tot zeer sterk toegenomen. Incidenteel is de veenmosbedekking achteruit gegaan.

## CONCLUSIES MICRONIVEAU: Standplaats/vegetatie.

### Groote Peel; plassen Meerbaansblaak / Aan 't Elfde

- **Effectiviteit van het beheer:** In Meerbaansblaak remt guanotrofiëring de hoogveenontwikkeling zowel direct (groeiremming *Sphagnum*) als indirect (draadalgenontwikkeling). In Aan 't Elfde vindt guanotrofiëring beperkt plaats door trekkende en hier rustende ganzen. Andere en wellicht belangrijkere oorzaken van geringe drijftilvorming zijn:
  - Grote peilfluctuaties, waarbij het ven gemiddeld eenmaal per 10 jaar geheel droog valt. *Sphagnum cuspidatum* hecht zich aan de (drooggevalle) bodem van het ven en verdrinkt wanneer het water weer stijgt.
  - Op de drooggevalle plekken is een agressieve kolonisatie door *Juncus effusus*.
  - Grote golfslag door grootte en diepte van de plas (in centrale deel 1,5 m).
- **Onderzoek en monitoring:**
  - **Hydrologie:** Invloed peilfluctuaties op frequentie van droogvallen van oeverzone verdient nadere aandacht. Relatie plasgrootte, windwerking en golfwerking bestuderen. Monitoring snelheid van verlanding bij verschillende plasgrootte en peilfluctuaties.
  - **Waterkwaliteit:** Relatie waterkwaliteit en aard ondergrond.
  - **Vegetatie:** Toepassing luchtfoto's voor volgen verlandingsproces. Meer gerichte aandacht voor ontwikkelingen in de oeverzone.

### Liesselse peel en MariaPeel; boerenkuilen

- **Effectiviteit van het beheer:** Er is geen beheer toegepast.
- **Onderzoek en monitoring:**
  - **Vegetatie:** De ontwikkelingen over de afgelopen twee decennia laten zien dat de veenputten verder zijn dichtgegroeid met Veenmossen en Heideachtigen en ook met *Molinia caerulea*. (Open) water is sterk afgenomen en de soorten van natte plaatsen zijn eveneens verminderd. Dit alles heeft zich voltrokken zonder enige vorm van actief beheer. Geconcludeerd kan worden dat in deze kuilen gunstige omstandigheden voor veenvorming aanwezig zijn, die geen sterke beheersinspanningen vergen.

## CONCLUSIES MESONIVEAU: Het veensysteem.

### Liesselse peel en MariaPeel; boerenkuilen

In de veenputten is al enige decennia, zonder enige vorm van beheer, een hoogveenvegetatie aanwezig die toe- noch afneemt. Het is daarom niet te verwachten dat deze putten de kiemen zullen zijn van een toekomstig aaneengesloten hoogveen. Momenteel zijn er geen ontwikkelingen naar het samenvoegen van drijftillen tot grotere veentjes. De relatief geringe waterstandsfluctuaties in de puttencomplexen, in vergelijking met andere gebiedsdelen, hangen samen met het relatief grote aandeel open water, wat leidt tot een vergroting van de watervoorraad en waterberging.

- **Onderzoek en monitoring:**
  - **hydrologie:** De effecten van het uitgraven van de randen tussen de putten, zoals recent op kleine schaal uitgevoerd, dient verder bestudeerd te worden.

### **CONCLUSIE MACRONIVEAU: Het veen in het Landschap**

De klimatologische omstandigheden in de Peelvenen leiden mogelijk tot meer en langere droogteperioden. Onder dergelijke omstandigheden zijn waterverliezen via wegzijging en verdamping eerder problematisch dan in de meer noordelijk gelegen hoogveenrestanten.

- Onderzoek en monitoring:
  - *hydrologie*: vergelijkende studie frequentie en duur droge perioden (in vergelijking met noordelijke regio).
  - *waterkwaliteit*: invloed atmosferische depositie

## 9. Brunssumerheide

### BESCHRIJVING MACRONIVEAU: Het veen in het landschap

De Brunssumerheide ligt in een gebied met in de bodem Tertiaire afzettingen (Oligoceen en Mioceen) en Pleistocene afzettingen (lössen). De gelaagdheid wordt echter gecompliceerd door de aanwezigheid van actieve breuken. In dit landschap komt oligotroof kwelwater voor, wat op hellingen aanleiding geeft tot de vorming van oligotrofe kwelvegetaties. Het arme kwelwater verzamelt zich in beekjes, waarlangs ook veenvorming optreedt.

### BESCHRIJVING MESONIVEAU: Het veensysteem

- **Algemeen:** De Brunssumerheide kent een zeer complexe geologische opbouw met vele breuken, waaronder de Feldebiss-storing met arm Mioceen zilverzand, Pleistocene zanden, grinden en löss-afzettingen. Op de hellingen staat bos met Grove Den en in de vochtige laagten en het stroomdal van de Rode Beek staan Berken-Wilgen- en Elzen-Wilgenbroekbossen. In het stroomgebied van de Rode Beek waar oligotroof water uit het hoogterras opwelt vanuit de arme zilverzandbodem van de helling zijn een aantal oligotrofe kwelvenen aanwezig. Bij komvormige kwelplaatsen langs de helling kan het veen 4 tot 5 m dik worden. Op de hellingdelen die alleen regenwater ontvangen, is de veenvorming minimaal of afwezig.
- **Uitgevoerd beheer:** In bestaande hellingveentjes zijn oude sloten gedempt en soms opgeslagen storingsvegetaties verwijderd door kappen of plaggen. Op een aantal plaatsen in het stroomdal zijn afrosteringen geplaatst om betreding te voorkomen. Combinatie van deze maatregelen leidt in de meeste gevallen tot snelle (soms spectaculaire) veenvorming en vegetatieregeneratie.
- **Monitoring / kwaliteit van gegevens:** Start met monitoring waterstanden en -kwaliteit in kwelvegetaties, t.b.v. waterbalans- en hydrologische modelstudies (Natuurmonumenten i.s.m. RUU). Vegetatiekartering in 1996 (Natuurmonumenten).

### BESCHRIJVING MICRONIVEAU: Standplaats/vegetatie

#### Ontwikkelingen op de beschouwde lokatie

- **Hydrologie:** Grondwatertoevoer doorgaans constant en hoog. Over het grondwaterstandgedrag zijn nog geen gegevens beschikbaar.
- **Waterkwaliteit:** Over de waterkwaliteit zijn nog geen gegevens beschikbaar.
- **Vegetatie:** De veenvegetaties bestaan grotendeels uit *Andromeda polifolia*, *Eriophorum angustifolium*, *Erica tetralix*, *Sphagnum cuspidatum*, *Sphagnum recurvum*, *Sphagnum papillosum* en *Sphagnum capillifolium*. *Narthecium ossifragum* komt frequent voor wat duidt op oppervlakkige toestroom van (grond)water. Op de overgang van natte naar droge systemen komen o.a. *Erica tetralix*, *Gentiana pneumonanthe* en *Carex rostrata* voor, maar ook *Molinia caerulea*. Daarnaast op overgangen van hoogveen of bronnen naar drogere plaatsen komen ijle Berkenbroekbossen voor, met een dik dek van Veenmos. Op enigszins rijkere standplaatsen ook *Salix cinerea* en *S. aurita*. Op de arme zandbodems vegetatie met *Lycopodium inundatum*, *Pedicularis sylvatica*, *Rhynchospora fusca* en verschillende Veenmossoorten.

#### **CONCLUSIES MICRONIVEAU: Standplaats/vegetatie.**

- **Effectiviteit van het beheer:** Beheer op standplaats is in dit gebied relatief eenvoudig: in bestaande hellingveentjes oude sloten dempen en soms opgeslagen storingsvegetaties verwijderen (kappen of plaggen). Door afrasteringen betreding van deze terreinen voorkomen. Eenmaal in gang gezette veenvorming is zeer succesvol, met lokaal een gemiddelde aanwas van 2.5 cm per jaar! Deze accumulatiesnelheden zullen met het voortschrijden van de successie verminderen.
- **Onderzoek en monitoring:**
  - *Hydrologie:* Rol lokale waterstromen bij vegetatie-ontwikkelingen: wordt uitgevoerd.
  - *Waterkwaliteit:* Rol lokale waterstromen bij vegetatie-ontwikkelingen: wordt uitgevoerd.
  - *Vegetatie:* Wordt uitgevoerd.

#### **CONCLUSIES MESONIVEAU: Het veensysteem.**

Afsluiting van bestaande ontwateringssystemen als sloten etc. heeft direct positief resultaat. Eenmaal op gang verloopt de regeneratie (zeer) snel. Systemen ontwikkelen duidelijk oligotrafente en rheotrafente vegetaties.

#### **CONCLUSIES MACRONIVEAU: Het veen in het Landschap**

De oligotrofe kwelventjes zijn gebonden aan een kwelplaats. Van daaruit kan de veenvorming zich wellicht uitbreiden naar delen die minder van grond- en meer van regenwater afhankelijk zijn. Waar alleen voeding plaatsvindt door regenwater treedt geen tot nauwelijks veenvorming op; een zekere mate van oligotrofe kwel is dus vereist.

## 10. Merrevliet

### BESCHRIJVING MACRONIVEAU: Het veen in het landschap

#### Type gebied.

Het Merrevliet is een verlande zijgeul van de voormalige Strype. Naast de eigenlijke kreekrest bestaat het reservaat uit schraalland, een vuilstort en overige graslanden. De kreekrest staat onder invloed van zoute kwel door een relatief lage ligging.

### BESCHRIJVING MESONIVEAU: Het veensysteem

- **Algemeen:** Onder invloed van verschillen in voedselrijkdom en zoutgehalte hebben zich in de vegetatie van het schraalland gradiënten ontwikkeld met zure vegetaties met onder andere veel Veenmos in het centrum, via zones met Kleine Zeggegemeenschappen, naar relatief voedselrijke Dotterbloemhooilanden aan de rand.
- **Uitgevoerd beheer:** Het schraalland wordt jaarlijks gemaaid in de nazomer. Door de afsluiting van de Brielse Maas alsmede door peilverlagingen in de omgeving is de toevoer van brakke kwel naar het Merrevliet sterk afgenomen. Om dit te compenseren wordt sinds 1990 met behulp van een toevoerbuis brak grondwater omhoog gehaald en vervolgens gemengd met aangevoerd zoet water. Dit mengsel wordt door een circuit rond het schraalland geleid van waaruit het infiltreert in het gebied. Een deel van de kreekrest is in het verleden gebruikt als vuilstort door de Gemeente Rockanje. Dit gebruik is in 1970 gestopt, waarna de stort is afgedekt met een ca. 20 cm dikke kleilaag die deels is ingeplant met Populieren. Sinds 1987 zijn ook andere graslanden rond de kreekrest in beheer bij Natuurmonumenten. Onder invloed van een verschralend beheer ontstaan hier geleidelijk soortenrijkere vegetaties met inmiddels onder andere Rietorchis (*Dactylorhiza majalis praetermissa*). Deze weilanden hebben tevens een refugiumfunctie voor weidevogels.
- **Monitoring / kwaliteit van gegevens:** Door verschillende auteurs zijn beschrijvingen gegeven van de vegetatie van het Merrevliet, alsook van de hydrologie. Deze zijn gearchiveerd bij Natuurmonumenten, de eigenaar van het terrein.

### BESCHRIJVING MICRONIVEAU: Standplaats/vegetatie

#### Ontwikkelingen op de beschouwde lokatie

- **Hydrologie:** De polder Strype, waar het Merrevliet ligt is van oudsher een van de laagste delen van het gebied en heeft daardoor altijd een nat karakter gehad. In het Merrevliet varieert het waterpeil tussen de 0 en 30 cm beneden het maaiveld.
- **Waterkwaliteit:** Door de lage ligging treedt in het Merrevliet van oudsher brakke kwel op. Van oorsprong heeft het terrein een stabiele gradiënt van oligotroof regenwater in het midden van het gebied (de 'regenwaterlens') naar brak water aan de randen. Door de vorming van de regenwaterlens, met name 's winters, komt de brakke kwel in die tijd vooral aan de randen van de kreekrest en langs de sloten tot expressie. Gedurende de zomer, als de regenwaterlens in omvang afneemt of zelfs verdwijnt, is er juist meer sprake van brakke kwel in het centrum. De regionale verlaging van het waterpeil met 20 cm heeft aan de toevoer van brakke kwel een einde gemaakt. Zoals boven beschreven levert aangevoerd water van 25 m diepte nu de benodigde hoeveelheid water.
- **Vegetatie:** De vegetatie van het schraalland in het Merrevliet is zeer waardevol. De aanwezige zonering verloopt parallel aan de lengteas van het gebied en dankt zijn bestaan aan de boven beschreven stabiele gradiënt. In het gebied komen Rode-lijst soorten voor als Bevertjes (*Briza media*), Moeraskartelblad (*Pedicularis palustris*), Rietorchis (*Dactylorhiza majalis praetermissa*) en Brede orchis (*Dactylorhiza majalis majalis*). Verder komen voor: Kleine valeriaan (*Valeriana dioica*), Grote ratelaar (*Rhinanthus angustifolius*) en Moeraszoutgras (*Triglochin palustris*).

#### **CONCLUSIES MICRONIVEAU: Standplaats/vegetatie.**

- **Effectiviteit van het beheer:** De huidige vegetatiezonering in het schraalland is aan verandering onderhevig door de toegenomen verzoeting. Stabilisering van de uitbreiding van de regenwaterlens moet de Veenmosgroei tot staan brengen. De achteruitgang van het Dotterbloemhooiland en de Kleine Zeggegemeenschappen hoopt men tot stilstand te brengen door gebruik van ruwe mest of eventueel door bekalking. Interessant zijn de potenties van de overige weilanden waar momenteel een verschrallingbeheer wordt toegepast.
- **Onderzoek en monitoring:**
  - *Vegetatie:* Behoeft aan zorgvuldige kartering van vegetatie ten behoeve van monitoring (ook in relatie tot abiotische factoren). Onderzocht dient te worden of cyclische successie als gevolg van beheersmaatregelen leidt tot waardevolle vegetaties.

#### **CONCLUSIES MESONIVEAU: Het veensysteem.**

- **Effectiviteit van het beheer:** Naar verwachting zullen zich geen veranderingen in de regionale waterhuishouding voordoen. Wel dienen de gevolgen van de huidige situatie van het waterpeil (toenemende verdroging) tot staan gebracht te worden. Door deze verdroging is tevens de bodem vaster geworden.
- **Onderzoek en monitoring:**
  - *Hydrologie:* Behoeft aan monitoring van grondwaterfluxen.
  - *Waterkwaliteit:* Behoeft aan inzicht in de uitbreiding, dikte en gedrag van de regenwaterlens.

#### **CONCLUSIES MACRONIVEAU: Het veen in het Landschap**

De regionale peilverlaging is structureel van aard zodat er geen kans bestaat dat de brakke kwel weer op natuurlijke wijze op gang komt of zich zou kunnen uitbreiden. Afgraven van de vuilstort en het verwijderen van de populieren zijn wel geopperd als mogelijkheden om het open karakter van de kreekrest beter te realiseren en tevens kans te geven aan nieuwe verlandingsvegetaties.

## BIJLAGE 2

### Natuurdoeltypen

Tabel 1 Doeltypenindeling van hoogveen uit 'Ecosysteemvisie Hoogvenen' (IBN-DLO, Van Wirdum 1993). In de ecosysteemvisie staan uitgebreide toelichtingen over locatie, haalbaarheid en beheer bij elk type. Voor deze toelichtingen wordt verwezen naar de ecosysteemvisie.

| Hoofd groep | Doeltype en toelichting                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.1         | Grote eenheid veenmosheide in fysisch-geografische regio Hogere Zandgronden.<br><i>Ecologische typen:</i> Veenmosheide, Pijpenstrootje-Wollegrasmoeras, zure broekbossen, heide- en bostypen op verdrogend hoogveen.<br><i>Locatie:</i> Bestaande hoogveengebieden in fysisch-geografische regio Hogere Zandgronden (Hz).<br><i>Toelichting:</i> Maatregelen nodig om waterafvoer te beperken en vermorsing te versterken.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 1.2         | Locale hoogveenontwikkeling, veenmosheide en kleine hoogveentjes in oerboslandschap op gevarieerde gronden, eveneens in fysisch-geografische regio Hogere Zandgronden.<br><i>Ecologische typen:</i> Veenheide in kleine overgangsveentjes, in vermorsingsvlakte Pijpenstrootje-Wollegrasmoeras, overgangsveen en zure broekbossen.<br><i>Locatie:</i> Regionale waterscheidingsgebieden met enig reliëf, bovenlopen van beekdalen, op flauwe hellingen met afvoerdrempels. In oerboslandschap op gevarieerde gronden, zowel in de regio Hogere Zandgronden als in het Heuvelland.<br><i>Toelichting:</i> Grote eenheden vormen uit te verwerven landbouw- en bosgebied, samen met bestaand natuurgebied. Maatregelen nodig om waterafvoer te beperken en vermorsing te versterken. Hoewel gebieden worden aangewezen met duidelijke kansen zal de benodigde vermorsing stapsgewijs dienen plaats te vinden. Dit vergt een langdurige inrichting en brengt veel onzekerheid met zich mee. |
| 1.3         | (Laag)veen moeras met overgangsveen en veenheide in fysisch-geografische regio's van de Laagveengronden en het Zeekleigebied.<br><i>Ecologische typen:</i> Overgangsveen, veenheide en zure broekbossen en struwelen.<br><i>Locatie:</i> Bestaande of te ontwikkelen laagveenmoerassen en kleimoerassen in de regio's van de Laagveengronden en het Zeekleigebied.<br><i>Toelichting:</i> Te verwerven in (brak)laagveengebied buiten invloed van vervuild oppervlaktewater. Maatregelen nodig voor vermorsing, verlanding waar opdrijven van oude zode mogelijk is of als gevolg van het ontstaan van Riet- en biezenmoeras in ondiep water. Bestaande sloten lokaal verwaarlozen of afdichten.                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 2           | Niet van toepassing                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

| Hoofd groep | Doeltype en toelichting                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3.1         | <p>Kleine hoogveentjes op de hogere zandgronden.</p> <p><i>Ecologische typen:</i> Veenmosheide.</p> <p><i>Locatie:</i> Waar hoogveentjes nu aanwezig zijn (voornamelijk op de Hogere Zandgronden), eventueel met zanddek, dekzandlandschap en vastgelegde stuifzanden. Ook te onderscheiden in het Heuvelland.</p> <p><i>Toelichting:</i> Eventueel landbouwgebied met overstoven/geëgaliseerde veentjes verwerven en vrijmaken. Ontwatering tegengaan en vrijhouden van opslag en vee.</p>                                                                                                                                                                 |
| 3.2         | <p>Veenmosheide in oude hoogveenkernen.</p> <p><i>Ecologische typen:</i> Veenmosheide.</p> <p><i>Locatie:</i> Waar nu aanwezig of door regeneratie binnen ca. 30 jaar te realiseren (voornamelijk op de Hogere Zandgronden).</p> <p><i>Toelichting:</i> Vaststellen per complex waar de beste regeneratiekansen liggen. Locale aanpassingen aan de waterhuishouding en vrijhouden van bosopslag.</p>                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 3.3         | <p>Bovenveengrasland en voedselarm moerashooiland.</p> <p><i>Ecologische typen:</i> Moerashooiland.</p> <p><i>Locatie:</i> Waar nu aanwezig in de regio's van de Hogere Zandgronden, het Heuvelland en eventueel ook in Zeekleigebieden.</p> <p><i>Toelichting:</i> Voor deze eenheid wordt verwezen naar de Grasland-doeltypen daar beheer en type hier het best op aansluiten.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 3.4         | <p>Voedselarm moerasbos.</p> <p><i>Ecologische typen:</i> Overgangsveen.</p> <p><i>Locatie:</i> Als in 1.2 en 1.3. Waar nu aanwezig in de regio's van de Laagveengebieden, Hogere Zandgronden, eventueel ook in het Heuvelland en terzijner tijd in Zeekleigebieden.</p> <p><i>Toelichting:</i> Hierin passen de struwelen in sterk vergraven hoogveengebieden, vochtige heidelandschappen en laagveengebieden. Soms is in broekbossen een aanzet tot hoogveenontwikkeling aanwezig.</p>                                                                                                                                                                    |
| 3.5         | <p>Veenheide.</p> <p><i>Ecologische typen:</i></p> <p><i>Locatie:</i> Waar nu aanwezig in de regio van de Laagveengebieden</p> <p><i>Toelichting:</i> Voor dit type wordt verwezen naar de Laagveenvisie (Van Leerdam en Vermeer 1992) en naar 1.3.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 3.6         | <p>Gedegradeerd hoogveen met Pijpenstrootje-Wollegrasmoeras, struweel en bos op vernat hoogveen en heide en bos op verdroogd hoogveen.</p> <p><i>Ecologische typen:</i></p> <p><i>Locatie:</i> Waar nu aanwezig in de regio's van de Hogere Zandgronden en in het Heuvelland</p> <p><i>Toelichting:</i> In dit type vallen de oude hoogveencomplexen die de komende decennia nog regelmatige controle en bijstelling van interne gebiedsinrichting vergen (met name met betrekking tot waterhuishouding en vermorsing). Ook vallen gebieden die, i.v.m. spreiding van beheerinspanning, voorlopig in de huidige toestand worden gelaten onder dit type.</p> |
| 4           | <p>Bestaande hoogveengebieden met belangrijk recreatief/educatief en militair medegebruik.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

Tabel 2 Doeltypenindeling van hoogveen uit 'Handboek Natuurdoeltypen in Nederland' (IKC-Natuurbeheer; Bal et al. 1995).

| Hoofd groep                             | Doeltype en toelichting                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Gebied van de Hogere Zandgronden</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Hz 1.2                                  | <p>Hoogveenlandschap.</p> <p><i>Kenmerken:</i> Een hoogveen is een horizontaal en vertikaal begrensde eenheid, waarin een veenwaterlichaam aanwezig is dat boven de regionale grondwaterspiegels is verheven. De plantaardige productie berust voornamelijk op nutriëntenaanvoer uit de atmosfeer en de natte condities remmen de afbraak zodanig dat veen wordt gevormd.</p> <p><i>Beheer:</i> In het eindstadium is beheer niet noodzakelijk. Als aanloopbeheer kan stimulering van vermorsing en verwijderen van opslag en voedselrijke bodemlagen nuttig zijn.</p> <p><i>Kansrijkdom:</i> Hoewel een kwestie van lange adem, zijn er wel kansen voor grootschalige hoogveenontwikkeling in afvoerloze kommen van de hogere zandgronden, verdroogde voormalige hoogvenen, kleine hoogveentjes in verlande vennen en diepe polders in Holoceen Nederland.</p>                                                                                 |
| Hz 3.10                                 | <p>Vochtige heide en levend hoogveen.</p> <p><i>Kenmerken:</i> Levend hoogveen is te vinden in verlandende vennen en regenererend hoogveen.</p> <p><i>Beheer:</i> Beheer van hoogveen bestaat voornamelijk uit niets doen. Er mag geen bemesting of onnatuurlijke ontwatering zijn. Soms dient opslag te worden verwijderd.</p> <p><i>Kansrijkdom:</i> Daar de meeste doelsoorten hoge eisen stellen aan luchtkwaliteit en waterhuishouding bestaan de beste kansen in gebieden met een lage stikstofdepositie die tevens hydrologisch gebufferd zijn.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Hz 3.16                                 | <p>Bosgemeenschappen van hoogveen.</p> <p><i>Kenmerken:</i> Dit doeltype omvat verschillende soorten Berken- en Elzenbroekbos met een Veenmosdek op de bodem, die kenmerkend zijn voor afvoerloze kommen van zandgronden waar in een vroeger stadium veenvorming heeft plaatsgevonden.</p> <p><i>Beheer:</i> Geen beheer noodzakelijk, wel bescherming tegen vermesting en verdroging.</p> <p><i>Kansrijkdom:</i> Te realiseren in niet ontwaterde beekdalen en voormalige hoogveengebieden.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Laagveengebied</b>                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Lv 1.1                                  | <p>Veenmoeras-natuurboslandschap.</p> <p><i>Kenmerken:</i> Dit is een complex van plassen, moerasvegetaties, graslanden en bossen. Door de minimale waterafvoer ontstaat een wateroverschot en treedt veenvorming op. Systemen kunnen naast regenwater ook voeding krijgen van oppervlaktewater, grondwater of zeewater. Uiteindelijk is er relatief veel bos en hoogveen aanwezig ten opzichte van successiegemeenschappen.</p> <p><i>Beheer:</i> Beheer is niet noodzakelijk, wel bescherming tegen waterwinning en uitdroging. Overgangsbeheer is wellicht noodzakelijk voor het afvoeren van nutriënten, het opheffen van ontwatering en het verbeteren van de waterkwaliteit.</p> <p><i>Kansrijkdom:</i> In die gebieden waar een wateroverschot optreedt van water met een goede kwaliteit, zijn goede kansen. Dit zijn voornamelijk gebieden grenzend aan de hogere zandgronden, met schoon kwelwater of in gebieden met brak water.</p> |

| Hoofd groep          | Doeltype en toelichting                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lv 2.3               | <p>Laagveenmoeras.</p> <p><i>Kenmerken:</i> Dit type onderscheidt zich van het Veenmoeraslandschap (Lv 2.1) doordat stroming, sedimentatie- en erosieprocessen geen belangrijke rol spelen en de waterfluctuatie gering is, waardoor veenvorming kan optreden. Op plaatsen met een dun veendek ontstaan Elzen- en Berkenbroekbossen. Watertoevoer vindt plaats door lithoclien of brak grond- of oppervlaktewater. In brakke situaties ontstaan regenwaterlenzen die aanleiding geven tot hoogveenvorming.</p> <p><i>Beheer:</i> Sturing van de waterhuishouding en optimale benutting van al of niet brakke kwel is noodzakelijk. Overgangsbeheer kan nodig zijn voor nutriëntenafvoer.</p> <p><i>Kansrijkdom:</i> Daar dit type afhankelijk is van een voldoende aanvoer van schoon lithoclien of brak water zijn de kansen niet erg groot en liggen voornamelijk op de overgang van Pleistoceen naar Holoceen Nederland.</p> |
| Lv 3.6               | <p>Veenheide.</p> <p><i>Kenmerken:</i> Gemeenschap van uitsluitend door regenwater gevoede dwergstruiken onder voedselarme omstandigheden. Brak water vormt een goede ondergrond voor het vormen van regenwaterlenzen die het voorkomen van dit type stimuleren.</p> <p><i>Beheer:</i> Zomermaaïen tot hoogveen is ontwikkeld.</p> <p><i>Kansrijkdom:</i> Dit type komt slechts voor bij stabiele natte, zure en voedselarme omstandigheden, of in laagvenen op plaatsen met regenwaterlenzen.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Lv 3.10              | <p>Bosgemeenschappen van voedselarm (hoog)veen.</p> <p><i>Kenmerken:</i> Berkenbroek- en Berken-Elzenbroekbos als onbeheerde climaxvegetatie van de verlandingsreeks in laagveenmoerassen. Het contact met het oppervlakte of grondwater gaat verloren.</p> <p><i>Beheer:</i> Geen.</p> <p><i>Kansrijkdom:</i> Als eindstadium van een verlandingsreeks gaat het contact met het oppervlakte of grondwater verloren en treedt permanente verzadiging op met regenwater. Op deze plaatsen zijn deze gemeenschappen goed te realiseren.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Zeekleigebied</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Zk 2.3               | <p>Laagveenmoeras.</p> <p><i>Kenmerken:</i> zie Lv 2.3</p> <p><i>Beheer:</i> zie Lv 2.3</p> <p><i>Kansrijkdom:</i> zie Lv 2.3</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Zk 3.7               | <p>Veenheide.</p> <p><i>Kenmerken:</i> zie Lv 3.6</p> <p><i>Beheer:</i> zie Lv 3.6</p> <p><i>Kansrijkdom:</i> zie Lv 3.6</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

In het Natuurdoeltypenoverzicht zijn tevens enkele typen vermeld die ook een relatie hebben met veenvormende systemen of van belang zijn voor hoogveenontwikkeling en daarom voor de volledigheid hier worden vermeld:

- Het Veenmoeraslandschap (Lv 2.1) is een situatie waarin stroming, sedimentatie- en erosieprocessen een belangrijke rol spelen en waarin geen over langere periode doorgaande veenvorming tot stand komt. Dit type is dus niet geschikt voor hoogveenontwikkeling.
- Het Veenboslandschap (Lv 2.2) met Elzen en Berkenbroekbos is aanwezig in laagvenen door natuurlijke oorzaken of als gevolg van menselijke verstoring. Het wordt beheerd d.m.v. begrazing en kan makkelijk gerealiseerd worden in veenweidegebieden en droogmakerijen.
- Natte schraalgraslanden (Lv 3.4 en Zk 3.5) bevatten naast blauwgraslanden en andere hooilanden ook trilvenen. Dit laatste type gebied is met name van belang voor mogelijkheden voor hoogveenontwikkeling. Een petgatenverlanding met een constante toevoer van schoon mesotroof water is vereist. Het beheer bestaat voornamelijk uit zomermaaïen.
- De Bosgemeenschappen van voedselrijk laagveen (Lv 3.9) met Elzen-Eikenbos, Droog Essen-Iepenbos, Elzenrijk Essen-Iepenbos, Ruigt Elzenbos, Gewoon Elzenbroek en Moerasvaren Elzenbroek vormen de onbeheerde climaxvegetaties

in laagveenmoerassen waarbij het contact met het oppervlakte of grondwater niet verloren is gegaan. Beheer is niet noodzakelijk en de realisatiekans is groot bij toevoer van schoon mineraalrijk water. In dit type kan een veenmosdek ontstaan dat aanleiding kan geven tot verdere veenvorming.

- De Bosgemeenschappen van veen-op-klei (Zk 3.11) zijn Ruigt Elzenbos, Essen-Eikenbos en Moerasvaren-Elzenbroek, op zeekleigronden met een veencomponent. Beheer is niet noodzakelijk. Dit type vormt het eindstadium van een verlandingsreeks, waarbij het contact met het oppervlakte of grondwater blijft bestaan, waardoor deze gemeenschap ook makkelijk realiseerbaar is. Ook in dit type kan een veenmosdek aanleiding geven tot verdere veenvorming.

Tabel 3 Doeltypenindeling van hoogveen uit 'Vrijheid in gebondenheid' (Schipper 1994).

| Hoofd Groep                                                     | Doeltype en toelichting                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Doeltype 5: Natte heide, hoogveen en natte duinvalleien.</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>3 Sub Doel type 3.2</b>                                      | <b>Broekbossen op zure venen.</b><br><i>Vegetatie:</i> Moerasvaren-Elzenbroek, Koningsvaren-Elzenbroek, Elzen-Berkenbroek, Gagelstruweel en Berkenbos.<br><i>Landschap:</i> Open tot half gesloten landschap met bossen en struwelen. Door instabiele bodem vaak permanente pioniervegetaties ontstaan uit primaire verlandingsvegetaties.<br><i>Toelichting:</i> Beheer in de vorm van stabiele waterstanden, ongedaan maken van ingrepen en alleen natuurlijke afwatering, verder geen beheer.                                          |
| <b>3 Sub Doel Type 3.10</b>                                     | <b>Bossen van het laagveen.</b><br><i>Vegetatie:</i> Gewoon Elzenbroek, Ruigt Elzenbroek, Elzen-Eikenbos.<br><i>Landschap:</i> Gesloten tot half bossen op veenbodems, vaak ontstaan uit primaire verlandingsvegetaties of uit graslanden, dan vaak op uitgedroogd veen.<br><i>Toelichting:</i> Beheer in de vorm van stabiele waterstanden, ongedaan maken van ingrepen, verder geen intern beheer.                                                                                                                                      |
| <b>3 Sub doel type 5.2</b>                                      | <b>Hoogveen.</b><br><i>Vegetatie:</i> Erico-Sphagnetum magellanicum, Empetro-Sphagnetum rubellum en Rhynchosporion albae.<br><i>Landschap:</i> Open terreinen op vergraven hoogveen, extreem voedselarm, permanent watervoerend, inclusief slenken en meerstallen.<br><i>Toelichting:</i> Verwijderen van interne drainagemiddelen, reguleren waterhuishouding, herstel acrotelm. Op de lange termijn is het beheer niets doen, extern beheer t.b.v. waterhuishouding blijft noodzakelijk.                                                |
| <b>3 Sub doel type 5.3</b>                                      | <b>Veenheide en verlande vennen.</b><br><i>Vegetatie:</i> Erico-Sphagnetum magellanicum, Sphagnetum palustri-papillosum, Pallavicinio-Sphagnetum en Rhynchosporion albae.<br><i>Landschap:</i> Verlande vennen met een veenmosdek in dekzandgebieden en oude trilvenen met veenmossen in laagveengebieden. Het landschap heeft een duidelijk waarneembaar cultureel aspect.<br><i>Toelichting:</i> Afvoeren over de oppervlakte en door slenken, sloten en greppels afdammen. Struweel en bomen verwijderen in aangrenzende zandige zone. |
| <b>3 Sub doel type 5.4</b>                                      | <b>Natte heide met kleine vennen.</b><br><i>Vegetatie:</i> Erico-Sphagnion, Rhynchosporion albae, Myricetum gale, Hydrocotylo-Baldellion, Caricion curto-nigrae en Caricion lasiocarpae.<br><i>Landschap:</i> Open terreinen in dekzandgebieden en duinen, voedselarm, nat inclusief slenken en kleine vennen of hoogveentjes.<br><i>Toelichting:</i> Verwijderen van interne drainagemiddelen, afvoer via natuurlijke laagtes. Hoge infiltratie op aangrenzende droge delen vereist. Struweel en bomen verwijderen in randzone.          |

| Hoofd Groep                                                         | Doeltype en toelichting                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Doeltype 8: Moerashooiland.</b>                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>3</b><br><b>Sub</b><br><b>doel</b><br><b>type 8.1</b>            | <p><b>Veenmosrietlanden en trilvenen.</b></p> <p><i>Vegetatie:</i> Pallavicinio-Sphagnetum, Caricetum trinervi-nigrae, Sphagno-Caricetum lasiocarpae, Caricetum diandrae.</p> <p><i>Landschap:</i> Laagveen en beekdalen, verlandingsvegetaties, vaak drijvend in matig voedselrijk water, zoet of brak. Het landschap heeft een duidelijk waarneembaar cultureel aspect.</p> <p><i>Toelichting:</i> Niet in infiltratiegebieden, kwel is niet altijd noodzakelijk in laagveen, wel is een grote invloed van regenwater nodig. Aanvoer van gebiedsvreemd of vervuild water vermijden, hoge grondwaterstanden en inundaties zijn noodzakelijk. Daarnaast is maaibeheer noodzakelijk.</p> |
| <b>3</b><br><b>Sub</b><br><b>doel</b><br><b>type</b><br><b>12.3</b> | <p><b>Complex van bos, ruigten, gras en water op hoogveen.</b></p> <p><i>Vegetatie:</i> Mozaïek van Berkenbossen, Wilgestruwelen, Pijpenstrootje graslanden, heiden, Pitrus-ruigten en Veenmosvegetaties.</p> <p><i>Landschap:</i> Natte gebieden op de hogere zandgronden met een vergraven veenlaag.</p> <p><i>Toelichting:</i> Geen interne drainage, vasthouden van gebied-eigen water, afvoer via natuurlijke slenken. Daarnaast kan extensieve begrazing worden toegepast.</p>                                                                                                                                                                                                    |

-

## BIJLAGE 3 - Begrippenlijst

- Acrotelm** dunne (maximaal 0,4 - 0,5 m) bovenste veenlaag, grotendeels bestaand uit levend en afgestorven maar weinig vergaand veenmos en zeer doorlatend voor water, periodiek lokaal aëroob. De acrotelm heeft een krimp- en zwelvermogen (inkrimping bij droogte en zwelling bij watertoevoer) en draagt sterk bij aan de stabiliteit van de waterhuishouding.
- Aëroob** (voorkomend in een) omgeving waarin de zuurstofconcentratie gelijk is aan die in de atmosfeer.
- Afvoer regime** geheel van verschillende waterafvoerwegen
- Alkaliniteit** zuurbufferend vermogen van oppervlakte-, bodem- of grondwater, voornamelijk geleverd door (bi)carbonaat.
- Anaërobe omstandigheden** (voorkomend in een) omgeving waarin de zuurstofconcentratie beduidend lager is dan in de atmosfeer
- Autonome maatregelen** zie reguliere maatregelen.
- Bergingscapaciteit** watervasthoudend vermogen
- Boekweitbrandcultuur** oude verveningspraktijk waarbij de bovenste laag van het veen wordt afgebrand waarna er boekweit wordt verbouwd
- Bolster** bovenste oorspronkelijke veenlaag, die na vervening is teruggestort. Wordt ook wel bonkveen genoemd.
- Bult** opwelving in hoogveen, enkele centimeters tot meer dan een meter hoog. Inundatie treedt niet op. Bulten bestaan meestal uit Veenmos.
- Broekbos** moerasbos, veenvegetatie die gedomineerd wordt door bomen.
- Catotelm** relatief compacte veenlaag die een geringe doorlatendheid voor water bezit en zich bevindt tussen acrotelm en minerale ondergrond. De catotelm is in meer of mindere mate gehumificeerd en heeft minder krimp- en zwelvermogen dan de acrotelm.
- Decompositie** metabolische afbraak van organisch materiaal naar eenvoudige organische en anorganische bestanddelen, waarbij energie vrijkomt.
- Denitrificatie** afbraak van stikstofverbindingen waarbij stikstofgas vrijkomt of waarbij nitraat wordt gereduceerd naar nitriet en ammoniak.
- Diasporen** elk deel van een organisme, geslachtelijk of ongeslachtelijk geproduceerd, dat in staat is om een nieuw individu te vormen (bijv. zaden, sporen, tubers, fragmenten van planten, etc.).
- Drijftil** drijvende plantenmassa waarop zich andere vegetatie kan vestigen.
- Droge depositie** depositie (van bijvoorbeeld stikstofverbindingen) die niet gepaard gaat met neerslag.
- Dystrofie** rijk aan organisch materiaal in de vorm van opgelost organisch plantenmateriaal alsmede grotere plantendelen, doch met een lage nutriëntconcentratie
- Dystroof** oppervlaktewater dat sterk gekleurd is door opgeloste humuszuren en doorgaans ook voedselarm is.
- Ecosysteemvisie** visie op een ecosysteem waaraan de ecologische criteria kunnen worden ontleend voor de beleidsbeslissingen die nodig zijn om het Natuurbeleidsplan uit te kunnen voeren.
- EGM** Effectgerichte Maatregelen; beheers- en inrichtingsmaatregelen genomen binnen het kader van het OBN, gericht op de bestrijding van verzuring, vermessing (eutrofiëring) en verdroging in natuurterreinen. Geformuleerd als aanvulling op het Brongerichte Beleid van het Ministerie van LNV.
- Eigenschapsprofiel** een profiel van een soort welke wordt gebaseerd op een aantal eigenschappen die kwantitatief te meten zijn, zoals bijvoorbeeld groeisnelheid van de juvenielen, levensduur van de adulten, trekgedrag, reproductie, gevoeligheid voor extreme (klimatologische) omstandigheden en variatie of aanpassing in de ontwikkeling.

**Emers** verwijzend naar een plant die, of een plantendeel dat, boven de waterspiegel uitgroeit.

**Endofytische eiafzetting** eieren worden afgezet in macrofyten

**Eutrofiëring** verrijking met nutriënten (niet noodzakelijk ook met basen).

**Eutroof** voedselrijk (niet noodzakelijk basenrijk).

**Evapotranspiratie** waterverlies als gevolg van verdamping via bodem, water en planten per eenheid tijd.

**Exofytische eiafzetting** eieren worden afgezet op macrofyten

**Experimentele maatregelen** Effectgerichte maatregelen binnen het OBN, waarvan nog niet eerder op praktijkschaal getest is of ze enerzijds effectief zijn in de bestrijding van een of meerdere VER-thema's, en anderzijds of er geen ongewenste neveneffecten optreden. Vroeger onderzoeksmaatregelen genoemd.

**Externe factoren** factoren die werkzaam zijn van buitenaf tijdens de eerste fasen van veenvorming; met name abiotische factoren

**Freatisch vlak** waterspiegel van een (veen)waterlichaam dat zich boven de regionale grondwaterspiegel heeft gevormd

**Functionele groepen** verwijst naar een indeling van organismen op basis van ecologische kenmerken (bijvoorbeeld trofisch niveau, voedingswijze en levenscyclus)

**Gemeenschap** functioneel relatiestelsel van verschillende soorten organismen die tezamen voorkomen in een bepaald milieu

**Gezelschap** verschillende soorten organismen die tezamen voorkomen in een bepaald milieu

**Guanotrofiëring** eutrofiëring door mest geproduceerd door een vogel-, vleermuis- of zeehondenkolonie.

**Holoceen** geologische periode binnen het Kwartair, van circa 10.000 jaar tot het heden.

**Hoogveen** ombrotroof veen (Bog, Hochmoor); veen waarvan het oppervlak slechts door neerslag gevoed wordt; in dit rapport in verband met de brede doelstelling van OBN-hoogvenen ook gebruikt voor kleine hoogveenkernen in stuifzanden en dekzanden en op laagveenkraggen.

**Hoogveendoelstelling** herstel van een functionerend hoogveensysteem op alle schaalniveau's. Hierbij wordt een korte termijn-strategie en een lange termijn-strategie onderscheiden. De korte termijn-strategie is erop gericht om aan de levensvoorwaarden te voldoen van planten en dieren die in het veen voorkomen. Zodoende kunnen deze overleven totdat de lange termijn strategie, een functioneel hoogveensysteem, inclusief de overgangen naar het omringende landschap, is gerealiseerd.

**Hydrologische buffering** het tegengaan van waterverliezen uit een gebied door het creëren van voldoende hoge stijghoogten in de omgeving.

**Interne eutrofiëring** eutrofiëring door het versneld vrijkomen van nutriënten binnen het systeem

**Interne factoren** factoren die werkzaam zijn tijdens de gehele veenvorming. Het gaat met name om specifieke processen zoals hoge waterspiegel, zuurstof-armoede en lage pH

**Keileem** ongesorteerd grondmorene-materiaal dat na een ijsbedekking achterblijft

**Kwel** het uittreden van grondwater onder invloed van grotere stijghoogten buiten het beschouwde gebied.

**Laagveen** minerotroof veen (fen, Niedermoor); veen waarvan de toplaag gebufferd is tegen zuur, door de infiltratie van kalkrijk grond- en/of oppervlaktewater (tellurisch water). Laagvenen kunnen mesotroof, eutroof of hypertroof zijn.

**Laggzone** natuurlijke buitenste zone van een hoogveen waar naast de uittreding van veenwater ook een invloed van mineralenhoudend water (oppervlaktewater of opkwellend van grondwater) is. De vegetatie die typerend is voor de lagg verschilt sterk van de eigenlijke hoogveenvegetatie.

**Limnofiel** zoetwaterminnend (organisme).

**Lithotroof** term om water aan te duiden dat intensief in contact is geweest met kalkrijk(e) bodem of gesteente

**Maaiveld** het bodemoppervlak

**Meerstal** natuurlijke plas op hoogveen. Het meer heeft meestal een opvallend ronde vorm en een diameter van minder dan tien tot enkele honderden meters.

**Mesotroof** matig voedselrijk

**Minerale bodem** bodem die hoofdzakelijk bestaat uit zand, leem, löss, klei, kalk en dergelijke en hoogstens voor een klein deel uit organisch materiaal.

**Mineralisatie** omzetting van organisch materiaal in anorganische componenten (zoals ammonium, nitraat, fosfaat, kooldioxide), waarbij nutriënten beschikbaar komen.

**Minerotrafente vegetatietypen** vegetatie die vooral voorkomt onder minerotrofe omstandigheden

**Minerotroof** naast regenwater ook (in belangrijke mate) door mineraalrijk grond- en/of oppervlaktewater gevoed, waardoor zuurbuffering plaatsvindt. De term zegt niets over het aanbod aan voedingsstoffen, maar refereert alleen aan de voeding met zuurbufferstoffen (bicarbonaat, calcium, magnesium).

**Mioceen** geologische periode binnen het Tertiair, van circa 26 miljoen jaar geleden tot 5 miljoen jaar geleden.

**Monofage herbivoren** verwijst naar organismen die voor wat betreft hun voedsel beperkt zijn tot een zeer klein bereik van plantensoorten.

**Mulchen** aanbrengen van een bescherm laag (bijvoorbeeld stro) om uitdroging, bevriezing en dergelijke te voorkomen

**Natuurdoeltypensysteem** systeem waarin de Nederlandse natuur is opgedeeld in een aantal natuurdoeltypen en dat dient als hulpmiddel voor het natuurbeleid

**Natuurdoeltypen** beschrijving van een toetsbare natuurkwaliteit voor een bepaald terreintype

**Nitrificatie** de oxidatie van ammonia naar nitriet en de oxidatie van nitriet naar nitraat.

**OBN** Overlevingsplan Bos en Natuur; Plan van het Ministerie van LNV naar aanleiding van het NMP2, waarbinnen de EGM verder uitgewerkt zijn. Het OBN biedt beheerders van natuurgebieden ondersteuning bij de uitvoering van EGM.

**Oecologische groepen** zie functionele groepen

**Oligofage herbivoren** verwijst naar organismen die voor wat betreft hun voedsel beperkt zijn tot één genus, familie of orde van voedselplanten

**Oligotroof** nutriëntenarm (niet noodzakelijk basenarm).

**Ombrogeen** onder ombrotrofe omstandigheden gevormd.

**Ombrotrroof** (ook wel meteorisch) de nutriënten voor het belangrijkste deel via atmosferische depositie krijgend.

**Onderzoeksmaatregelen** zie experimentele maatregelen.

**pH** maat voor de zuurgraad. Het negatieve logaritme (p) van de concentratie aan zuur-ionen (H<sup>+</sup>) in water of in een waterige oplossing; hierdoor correspondeert een lagere zuurgraad met een hogere pH.

**Pleistoceen** geologische periode in het Kwartair, circa 1,6 miljoen jaar geleden tot 10.000 jaar geleden.

**Proefmaatregelen** effectgerichte maatregelen binnen het OBN, waarvan nog niet zeker is dat ze een of meerdere VER-thema's effectief bestrijden, en/of maatregelen waarvan de risico's nog onvoldoende duidelijk zijn. Er zijn echter wel sterke aanwijzingen dat deze maatregelen een positief effect zullen hebben.

**Protonemata** het eerste ontwikkelingsstadium van de gametofyt van mossen en enige levermossen.

**Rand** hellende randzone van een hoogveen die (oorspronkelijk) tussen het vlakke, centrale gedeelte en de lagg ligt.

**Redoxpotentiaal** reductie-oxidatiepotentiaal. Een maat voor de neiging van een bepaald systeem om elektronen af te staan (electrondonor of reductor) of juist op te nemen (electronacceptor of oxidator). In een bodem kan de gemiddelde redoxpotentiaal van alle optredende redoxreacties gemeten worden, die als een (grote) indicatie voor het belangrijkste optredende redoxproces gebruikt kan worden. De redoxpotentiaal wordt dus bepaald door biogeochemische processen, maar heeft zelf ook weer een grote invloed op (bodem)processen, zoals de oplosbaarheid van metalen en macronutriënten. De gemeten potentiaal wordt over het algemeen omgerekend naar de normaal-waterstofpotentiaal (Eh), waardoor de waarde onafhankelijk wordt van de gebruikte referentie-electrode.

**Redoxreactie** reductie-oxidatiereactie. Chemische reactie waarbij overdracht plaatsvindt van elektronen van een electrondonor (vaak een organisch molecuul) naar een electronacceptor (vaak anorganisch). De afgifte van elektronen heet oxidatie, de opname reductie. Verschillende groepen micro-organismen maken gebruik van redoxreacties om energie te winnen. Voorbeelden van ecologisch belangrijke redoxreacties zijn ijzeroxidatie (vooral chemisch), nitrificatie (microbieel), sulfaatreductie (microbieel), methaanproductie (microbieel).

**Reguliere maatregelen** effectgerichte maatregelen binnen het OBN, waarvan uit onderzoek is gebleken dat ze effectief zijn in de bestrijding van een of meerdere VER-thema's en daarnaast nauwelijks of geen ongewenste neveneffecten hebben. Vroeger autonome maatregelen genoemd.

**Rheotrofie** grotere beschikbaarheid van nutriënten als gevolg van (constante) aanvoer door stromend water.

**Rompgemeenschap** plantengemeenschap die is opgebouwd uit ken- en differentiërende soorten van eenheden boven het niveau van associatie en uit begeleidende soorten, waarbij eventuele aanwezige dominante soorten klasse-eigen soorten zijn

**Sink** een reservoir waarvan de output erg laag of klein is ten opzichte van de input.

**Slenk** ondiepe laagte waarin het grondwater het maaiveld net bereikt of waarin het net daarboven staat: vaak langdurige inundatie

**Stijghoogte** waterstand

**Stijghoogte ondergrond** regionale grondwaterspiegel

**Submers** verwijzend naar een plant die of een plantendeel dat onder water groeit.

**Veen** bodemtype, bestaande uit plantenresten die slechts gedeeltelijk zijn afgebroken; landschapstype met vegetatie op veenbodem.

**Veenput** een door de mens gegraven kuil (meestal ten behoeve van turfwinning). Veenputten zijn vaak duidelijk rechthoekig en ontbreken in een ongestoord veen.

**Veenwaterlichaam** waterlichaam boven de regionale grondwaterspiegel, ontstaan door veengroei, en voornamelijk door regenwater gevoed.

**Vermesting** zie eutrofiëring.

**Vermorsing** overgang van een terrestrische fase (bijv. van een veen) naar een aquatische, door verhoging van het waterpeil (bijv. overstroming).

**VER-thema's** verzuring, veresting (eutrofiëring) en verdroging, thema's die binnen het OBN aangepakt worden. Verder wordt ook versnippering steeds vaker bij de VER-thema's genoemd.

**Vervenerspraktijk** geheel aan methoden waarbij veen wordt gewonnen.

**Versnippering** (habitatfragmentatie) verkleining en isolatie van de leefgebieden van organismen, waardoor (rest)populaties geïsoleerd raken. Hierdoor wordt dispersie, (re)kolonisatie en uitwisseling van genetisch materiaal zeer moeilijk of onmogelijk.

**Verving** winning van veen ten behoeve van brandstofvoorziening, horticultuur, actief koolstofproductie en/of kuurdoeleinden.

**Verzuring** afname van het zuurbufferende (zuurneutraliserend) vermogen van water of bodem; dit hoeft niet per se gepaard te gaan met een pH-daling. Verzuring kan zowel natuurlijke (bijvoorbeeld de successie naar hoogveen) als antropogene oorzaken hebben.

**Witveen** lichtgekleurde, in geringe mate gehumificeerde veenbodem

**Zuurbuffering** buffermechanismen, waardoor de zuurgraad van een (water)bodem of water constant blijft over een bepaald traject. Van hoge naar lage pH vindt achtereenvolgens zuurbuffering plaats door (bi)carbonaatalkaliniteit (pH 9-6), kationuitwisseling (pH 6-4), en het oplossen van aluminium- en ijzerverbindingen

**Zwartveen** donkergekleurde, sterk gehumificeerde veenbodem