

Hoogveen en klimaatverandering in Nederland

Alterra-rapport 2225
ISSN 1566-7197

R.J. Bijlsma, A.J.M. Jansen, J. Limpens, M.F. Wallis de Vries en J.P.M. Witte

Hoogveen en klimaatverandering in Nederland

Dit onderzoek is uitgevoerd als Helpdeskvraag in het Beleidsondersteunend onderzoek van het Ministerie van EL&I, domein NLP. Projectcode BO-11-011.01-000-ALT-9.

Hoogveen en klimaatverandering in Nederland

R.J. Bijlsma¹
A.J.M. Jansen²
J. Limpens³
M.F. Wallis de Vries⁴
J.P.M. Witte⁵

- 1 Alterra, onderdeel van Wageningen UR
- 2 Unie van Bosgroepen
- 3 Wageningen Universiteit
- 4 De Vlinderstichting
- 5 KWR Watercycle Research Institute

Alterra-rapport 2225

Alterra, onderdeel van Wageningen UR
Wageningen, 2011



Referaat

Bijlsma, R.J., A.J.M. Jansen, J. Limpens, M.F. Wallis de Vries en J.P.M. Witte, 2011. *Hoogveen en klimaatverandering in Nederland*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 2225. 42 blz.; 9 fig.; 3 tab.; 80 ref.

Door het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) is geconstateerd dat hoogveenontwikkeling in ons land waarschijnlijk kritiek wordt onder het extreme KNMI-klimaatscenario W+. Dat heeft geleid tot vragen over nut en noodzaak van continuering van maatregelen gericht op hoogveenherstel, waaronder het terugdringen van de stikstofdepositie. Dit rapport bespreekt de achtergronden van de constatering en geeft antwoord op vragen over de huidige ontwikkeling van en het toekomstperspectief voor hoogveen in Nederland in een veranderend klimaat. Voor de instandhouding en ontwikkeling van hoogveen zijn het neerslagoverschot, de temperatuur en de positie in het landschap belangrijk. Gunstige ontwikkelingen doen zich voor in gebieden waar het (actieve) hoogveen water uit zijn omgeving ontvangt. De landelijke instandhoudingsdoelen voor Natura 2000-habitatype Actieve hoogvenen kunnen waarschijnlijk ook onder het klimaatscenario W+ worden gerealiseerd: behoud van kwaliteit en oppervlakte zijn kansrijk en verbetering van kwaliteit en uitbreiding van oppervlakte zijn mogelijk. Voorwaarden hierbij zijn een optimale waterhuishouding. Dat wil zeggen voldoende hoge grondwaterstanden in de zandondergrond en de veenbasis in combinatie met een waterondoorlatende (veen)laag en/of de toevoer van lokaal grondwater. Om hoogvenen op de lange termijn in Nederland te behouden onder het W+-scenario zijn waterhuishoudkundige maatregelen nodig, zoals de aanleg en inrichting van bufferzones en compartimenten en/of door het bevorderen van kwel. Bij een suboptimale waterhuishouding en een hoog(blijvend) stikstofdepositieniveau is de kans op behoud van kwaliteit en oppervlakte zeer klein bij een W+-scenario. Het waterbergend vermogen van hoogveen draagt bij aan de ecologische veerkracht van de hoogveen- en heidelandschappen waarvan het deel uitmaakt: vochtminnende soorten, zowel fauna als flora, kunnen in droge perioden uitwijken naar of overleven in en rond het hoogveen. Een strategie die maatregelen neemt om de condities te verbeteren en inzet op het beheren van hoogveen, natte heide en droge heide als mozaïekgebieden met geleidelijke overgangen biedt toekomstperspectief voor hoogveen in een veranderend klimaat.

Trefwoorden: Natura 2000, Actieve hoogvenen, H7110, Herstellende hoogvenen, H7120, waterhuishouding, waterberging, lokaal grondwater, stikstofdepositie, kritische depositiewaarde, KNMI-klimaatscenario, W+

De inhoud van dit rapport wordt onderschreven door het Planbureau voor de Leefomgeving.

ISSN 1566-7197

Dit rapport is gratis te downloaden van www.alterra.wur.nl (ga naar 'Alterra-rapporten'). Alterra Wageningen UR verstrekt geen gedrukte exemplaren van rapporten. Gedrukte exemplaren zijn verkrijgbaar via een externe leverancier. Kijk hiervoor op www.rapportbestellen.nl.

© 2011 Alterra (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek)
Postbus 47; 6700 AA Wageningen; info.alterra@wur.nl

- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking van deze uitgave is toegestaan mits met duidelijke bronvermelding.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor commerciële doeleinden en/of geldelijk gewin.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor die gedeelten van deze uitgave waarvan duidelijk is dat de auteursrechten liggen bij derden en/of zijn voorbehouden.

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

Alterra-rapport 2225

Wageningen, september 2011

Inhoud

Samenvatting	7
1 Inleiding	9
1.1 Probleem en achtergronden	9
1.2 Hoogveentypen	9
1.3 Werkwijze	10
2 Vragen en antwoorden over hoogveen	11
2.1 Waarom zouden we hoogveen in Nederland willen behouden?	11
2.2 Hoe gaat het met hoogveenontwikkeling in Nederland?	12
2.3 Verliezen we momenteel karakteristieke hoogveensoorten?	13
2.4 In welke mate zijn de landelijke instandhoudingsdoelstellingen voor hoogveen haalbaar onder het W+-klimaatscenario?	14
2.5 Hoe gevoelig is Nederlands hoogveen voor periodieke droogte?	16
2.6 Zal habitatype Actieve hoogvenen de komende 50-100 jaar uit Nederland verdwijnen?	17
3 Toelichting en onderbouwing	19
3.1 KNMI-klimaatscenario's	19
3.2 Inzichten in relatie tot het PBL-rapport	19
3.2.1 Hoogveenontwikkeling wordt kritiek	19
3.2.2 Hoogveensoorten verdwijnen	20
3.2.3 Adaptatiestrategie	21
3.3 Onderbouwing van de antwoorden	22
3.3.1 Waarom zouden we hoogveen in Nederland willen behouden?	22
3.3.2 Hoe gaat het momenteel met hoogveenontwikkeling in Nederland?	24
3.3.3 Verliezen we momenteel karakteristieke hoogveensoorten?	24
3.3.4 In welke mate zijn landelijke instandhoudingsdoelstellingen voor hoogveen haalbaar onder het W+-klimaatscenario?	26
3.3.5 Hoe gevoelig is Nederlands hoogveen voor periodieke droogte?	30
3.3.6 Zal habitatype Actieve hoogvenen de komende 50-100 jaar uit Nederland verdwijnen?	31
Dankwoord	35
Literatuurlijst	37

Samenvatting

Door het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) is geconstateerd dat hoogveenontwikkeling in ons land waarschijnlijk kritiek wordt onder het extreme KNMI-klimaatsscenario W+. Dat heeft geleid tot kamervragen over nut en noodzaak van continuering van maatregelen gericht op hoogveenherstel en –ontwikkeling, waaronder het terugdringen van de stikstofdepositie. Dit rapport bespreekt de achtergronden van de constatering en geeft antwoord op vragen over de huidige ontwikkeling en het toekomstperspectief voor hoogveen in Nederland in een veranderend klimaat. Onder hoogveen worden de Natura 2000-habitattypen Actieve hoogvenen (7110) en Herstellende hoogvenen (7120) verstaan.

De ontwikkeling van en het perspectief voor hoogveen worden in hoofdstuk 2 verduidelijkt aan de hand van zes vragen en beknopte antwoorden over het belang van hoogveen, de stand van zaken rond hoogveenontwikkeling, het verdwijnen van hoogveensoorten, de verwachte effecten van het W+-scenario, de gevoeligheid van hoogveen voor periodieke droogte en de kans op het verdwijnen van hoogveen. In hoofdstuk 3 worden de antwoorden toegelicht en onderbouwd met literatuurgegevens.

De stand van zaken is dat ook in gebieden waar geen hydrologische herstelmaatregelen zijn uitgevoerd, een kwaliteitsverbetering wordt geconstateerd, waarschijnlijk door de afgenomen zwavel- en stikstofdepositie en door de toegenomen hoeveelheid neerslag. Overal waar het gelukt is om gunstige hydrologische condities te realiseren, verloopt het herstel van veenvormende processen goed. De benodigde stabiele hoge waterstanden worden veelal bereikt door hydrologische compartimentering en maatregelen in de omgeving. Verder is de laatste 10-15 jaar sprake van stabilisatie of zelfs een overwegend positieve trend in de populaties van de kenmerkende hoogveenflora en –fauna. Voor de instandhouding en ontwikkeling van hoogveen zijn het neerslagoverschot, de temperatuur en de positie in het landschap belangrijk. Gunstige ontwikkelingen doen zich voor in gebieden waar het (actieve) hoogveen water uit zijn omgeving ontvangt. Hier kan een vermindering van het neerslagoverschot worden gecompenseerd door toevoer van lokaal grondwater.

De landelijke instandhoudingsdoelen voor Actieve hoogvenen kunnen waarschijnlijk ook onder het klimaatsscenario W+ worden gerealiseerd: behoud van kwaliteit en oppervlakte zijn kansrijk en verbetering van kwaliteit en uitbreiding van oppervlakte zijn mogelijk. Voorwaarden hierbij zijn een optimale waterhuishouding, dus voldoende hoge grondwaterstanden in de zandondergrond en de veenbasis in combinatie met een water ondoorlatende (veen)laag en/of de toevoer van (enig) lokaal grondwater. Om hoogvenen op de lange termijn in Nederland te behouden onder het W+-scenario zijn waterhuishoudkundige maatregelen nodig, zoals het aanleggen en inrichten van bufferzones en compartimenten waarin water wordt vastgehouden en/of het verhogen van de drainagebasis in de omgeving. Bij een suboptimale waterhuishouding en een hoog(blijvend) stikstofdepositioniveau is de kans op behoud van kwaliteit en oppervlakte zeer klein bij een W+-scenario.

Het waterbergend vermogen van hoogveen draagt bij aan de ecologische veerkracht van de hoogveen- en heidelandschappen waarvan het hoogveen deel uitmaakt: vochtminnende soorten, zowel fauna als flora, kunnen in droogteperioden uitwijken naar of overleven in en rond het hoogveen. Daarnaast biedt het beheren van hoogveen, natte heide en droge heide als mozaïekgebieden met geleidelijke overgangen toekomstperspectief voor hoogveen in een veranderend klimaat. Deze aanbevelingen sluiten aan bij de door PBL ontwikkelde adaptatiestrategie voor een klimaatbestendige natuur.

1 Inleiding

1.1 Probleem en achtergronden

Levend (actief) hoogveen kwam ooit voor in grote delen van Atlantisch Europa (Succow en Joosten, 2001) maar is nu een Natura 2000-habitatype dat alleen nog fragmentarisch in een klein aantal natuurgebieden is te vinden. Het vereist een continue beschikbaarheid van water en voedselarme omstandigheden. Het type heeft dan ook een zeer lage kritische depositiewaarde voor stikstof.

In 2006 verschenen de klimaatscenario's van het KNMI. Het extreemste scenario is W+, waarbij in de zomer de neerslag in 2050 (ten opzichte van 1990) met 19% afneemt en de potentiële verdamping met 15% toeneemt (Van den Hurk et al., 2006). Het wordt volgens dit scenario 's zomers dus aanzienlijk droger. De KWR-studie *Ecohydrologische effecten van klimaatverandering op de vegetatie van Nederland* (Witte et al., 2009a) concludeert dat voor dit W+-scenario hoogveenontwikkeling in ons land waarschijnlijk kritiek wordt. Deze conclusie is overgenomen door de studie *Adaptatiestrategie voor een klimaatbestendige natuur* van het Planbureau voor de Leefomgeving (Vonk et al., 2010).

De verwachting van het PBL dat hoogveenontwikkeling in ons land waarschijnlijk kritiek wordt onder het klimaatscenario W+ heeft geleid tot kamervragen over nut en noodzaak van continuering van maatregelen gericht op hoogveenherstel en –ontwikkeling, waaronder het terugdringen van de stikstofdepositie (kamerstuk 30825-75, 18 april 2011). Voorliggend rapport bespreekt de achtergronden van deze verwachting, geeft antwoord op vragen over de huidige ontwikkeling en kijkt opnieuw naar het toekomstperspectief voor hoogveen in Nederland in een veranderend klimaat.

1.2 Hoogveentypen

Onder hoogveen worden in dit rapport de Natura 2000-habitattypen Actieve hoogvenen (7110) en Herstellende hoogvenen (7120) verstaan. In het profielendocument worden deze typen gedefinieerd en uitvoerig toegelicht (www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/documenten/profielen/habitattypen). Kenmerkend voor Actieve hoogvenen zijn permanent hoge waterstanden en een actief veenvormende toplaag (acrotelm) met een dominantie van veenmossen en een reliëf met bulten en slenken. Het subtype A omvat de levende hoogvenen in hoogveenlandschappen, subtype B de heideveentjes in verlandende vennen en de hellinghoogveentjes, beide in heidelandschappen. Habitatype Herstellende hoogvenen omvat hoogveenrestanten waar nog een veenpakket aanwezig is en hoogveenherstel gaande of naar verwachting mogelijk is.

De landelijke instandhoudingsdoelstellingen van beide habitattypen staan in tabel 1.1. De beoogde uitbreiding van oppervlakte en verbetering van verspreiding voor Actieve hoogvenen (H7110) wordt gerealiseerd door ontwikkeling vanuit Herstellende hoogvenen (H7120).

Tabel 1.1

Landelijke instandhoudingsdoelstellingen van hoogveen (profielendocument 24 maart 2009).

Doelstelling	Actieve hoogvenen (H7110)		Herstellende hoogvenen (H7120)
	A (hoogveenlandschap)	B (heideveentjes)	
Verspreiding	verbetering	behoud	behoud
Oppervlakte	uitbreiding	uitbreiding	behoud
Kwaliteit	verbetering	verbetering	verbetering

Voor een gunstige staat van instandhouding is gewenst dat H7110A voorkomt in tenminste acht Natura 2000-gebieden, waaronder minimaal in één gebied in Zuid-Nederland (Peel). Voor de totale oppervlakte aan Actieve hoogvenen wordt gestreefd naar tenminste 2000 ha. Heideveentjes van subtype B zouden in minimaal 50 uurhokken (5 x 5 km) moeten voorkomen om behoud van het habitatype te verzekeren. Daarbij is het streven dat 85% van de typische soorten in een gunstige staat van instandhouding verkeert en 85% van de oppervlakte een goede structuur en functie heeft (profielendocument 24 maart 2009).

1.3 Werkwijze

Dit rapport bestaat uit twee delen. Hoofdstuk 2 geeft beknopte antwoorden op vragen rond de huidige ontwikkelingen van en het perspectief voor hoogvenen in Nederland. In hoofdstuk 3 worden deze antwoorden nader toegelicht en onderbouwd met literatuurgegevens.

Het PBL heeft het rapport becommentarieerd. Het commentaar op de conceptversie is verwerkt. Het PBL onderschrijft hiermee de inhoud van dit rapport.

Deze studie werd vanuit het Ministerie van EL&I begeleid door W. van Vliet (Programmadirectie Natura 2000).

2 Vragen en antwoorden over hoogveen

2.1 Waarom zouden we hoogveen in Nederland willen behouden?

Het belang van de Nederlandse hoogvenen in Europa is zeer groot.

Actieve hoogvenen zijn een prioritair habitatype: de Europese Unie heeft voor de instandhouding ervan een bijzondere verantwoordelijkheid omdat een belangrijk deel van hun natuurlijke verspreidingsgebied binnen de Europese Unie ligt.

De hoogvenen van de West-Europese laagvlakte langs de Atlantische kust (Nederland, Noord-Duitsland, Denemarken) vormen binnen Europa een apart type. Van dit type dat in het verleden grote delen van ons land bedekte, zijn slechts kleine fragmenten in min of meer ongerepte staat behouden gebleven. Het belang van de Nederlandse hoogvenen binnen Europa is beoordeeld als zeer groot. Deze restanten vormen nu de basis voor het herstel van hoogvenen (fig.2.1).



Figuur 2.1

Haaksbergerveen. Een gunstige ontwikkeling van herstellend hoogveen met eenarig wollegras (foto: J. Limpens).

De hoogvenen liggen voor een belangrijk deel in Natura 2000-gebieden met andere natuur van zeer voedselarme milieus (stuifzandheide, droge heide, vochtige heide, zure vennen). Het waterbergend vermogen van hoogveen draagt bij aan de ecologische veerkracht van de hoogveen- en heidelandschappen waarvan het deel uitmaakt: vochtminnende soorten, zowel fauna als flora, kunnen in droge perioden uitwijken naar of overleven in en rond het hoogveen en zich in langdurig natte perioden van hieruit uitbreiden in voorheen relatief droog terrein.

Ook voor de natuurbeleving zijn de landschappen met hoogveen bijzonder waardevol. De publieke belangstelling voor de recente terugkeer van de kraanvogel onderstreept dit.

2.2 Hoe gaat het met hoogveenontwikkeling in Nederland?

Er is een trend naar herstel als gevolg van actief beheer in en rond hoogvenen en door een toename in jaarlijkse neerslag. Dit is opmerkelijk omdat het herstel optreedt ondanks de forse temperatuurstijging van de laatste twee decennia.

Hoogveen (H7110A en H7120) komt actueel in Nederland voor in 13 Natura 2000-gebieden en heeft een totale oppervlakte van circa 5000 ha. De huidige toestand van de Nederlandse hoogvenen wordt in een recente evaluatie beoordeeld als matig, vooral doordat goed ontwikkelde landschapsecologische overgangen van het hoogveen naar beekdalen, vochtige heide e.d. veelal ontbreken.

De laatste decennia is veel geïnvesteerd in hoogveenherstel, met name in door veenmossen gedomineerde hoogveenbegroeiingen. Tegelijkertijd is veel kennis beschikbaar gekomen over succes- en faalfactoren bij het herstel van hoogveenrestanten. In verschillende gebieden is een uitbreiding van kenmerkende soorten veenmossen opgetreden, zelfs veel sneller dan verwacht. Ook in gebieden waar geen directe herstelmaatregelen zijn uitgevoerd, wordt een kwaliteitsverbetering geconstateerd, waarschijnlijk door de afgenomen zwavel- en stikstofdepositie en door de stijging van de jaarlijkse neerslaghoeveelheid. Overal waar het gelukt is om de waterhuishouding te optimaliseren, verloopt het herstel van veenvormende processen goed. De benodigde stabiele hoge waterstanden worden veelal bereikt door hydrologische compartimentering (fig. 2.2), antiverdrogingsmaatregelen in de aangetaste hoogvenen en hun omgeving (zoals dempen van watergangen en verwijderen van bos) en de aanleg en inrichting van hydrologische bufferzones rond natuureservaten met hoogvenen.

Opvallend is verder dat met name de hoogveenvennen in Drenthe en op de Veluwe hun hoge kwaliteit grotendeels hebben behouden. Het gaat hierbij om zeer kleine hoogveentjes die al diverse langdurige droogteperiodes zonder problemen hebben doorstaan. In en rond aangetaste hoogveenvennen is door antiverdrogingsmaatregelen of maatregelen die de instroming van voedselrijk oppervlaktewater tegengingen een aanzienlijke verbetering van de kwaliteit opgetreden: er zijn goed ontwikkelde hoogveenbegroeiingen ontstaan.



Figuur 2.2

Vragenderveen bij Winterswijk. Habitatype Herstellende hoogveenen (foto: R.J. Bijlsma).

2.3 Verliezen we momenteel karakteristieke hoogveensoorten?

Nee, de laatste 10-15 jaar is er sprake van stabilisatie of zelfs een overwegend positieve trend in de populaties van de kenmerkende hoogveenflora en –fauna. Ook dit is opmerkelijk in het licht van de recente reeks van bijzonder warme jaren. De achteruitgang dateert van vóór die tijd. Herkolonisatie van lokaal verdwenen soorten wordt wel bemoeilijkt door isolatie.

De huidige ontwikkelingen in hoogveengebieden laten een overwegend herstel of stabilisatie van populaties zien voor verschillende soortgroepen:

- Reptielen: adder, gladde slang; alleen bij de levendbarende hagedis is even vaak sprake van achteruitgang als van een stabiele populatie
- Amfibieën: poelkikker, heikikker
- Dagvlinders: veenhooibeestje, veenbesparelmoervlinder, veenbesblauwtje
- Libellen: hoogveenglanslibel, Noordse glazenmaker, speerwaterjuffer
- Vaatplanten: lavendelhei (fig. 2.3), eenarig wollegras, witte snavelbies, kleine veenbes, beenbreek
- Mossen: de slenksoorten waterveenmos en fraai veenmos breiden zich sterk uit na herstelmaatregelen. Ook is sprake van uitbreiding van karakteristieke veenmossen van de actief veenvormende toplaag van Actieve hoogveenen (hoogveenveenmos, fig. 2.3, wrattig veenmos) en dus ook van functioneel herstel.

Het PBL-rapport *Adaptatiestrategie voor een klimaatbestendige natuur* stelt dat een groot deel van de kenmerkende hoogveensoorten op de lange termijn uit Nederland dreigt te verdwijnen. De huidige ontwikkelingen wijzen niet in die richting en laten zien dat hoogvenen veerkrachtige systemen zijn.



Figuur 2.3

Lavendelhei en het roodkleurende hoogveeneenmos zijn karakteristieke soorten van levend hoogveen (foto: R.J. Bijlsma).

2.4 In welke mate zijn de landelijke instandhoudingsdoelstellingen voor hoogveen haalbaar onder het W+-klimaatscenario?

Voor Actieve hoogvenen lijkt behoud van kwaliteit en oppervlakte kansrijk en verbetering van kwaliteit en uitbreiding van oppervlakte mogelijk onder bepaalde abiotische voorwaarden. De uitbreiding van oppervlakte is afhankelijk van verbetering van kwaliteit van Herstellende hoogvenen.

Het habitatype Actieve hoogvenen in veengebieden met optimale waterhuishouding is waarschijnlijk veerkrachtig genoeg om te kunnen overleven (behoud van oppervlakte) en kan mogelijk zelfs in kwaliteit en oppervlakte toenemen onder het W+-scenario. Om een optimale waterhuishouding onder W+ te waarborgen, zijn afhankelijk van het veengebied aanvullende maatregelen nodig, zoals compartimentering en het inrichten van bufferzones. Daarentegen zal de oppervlakte Actieve hoogvenen in veengebieden met suboptimale waterhuishouding met moeite in stand kunnen worden gehouden bij W+, en waarschijnlijk in karakteristieke soorten en functioneren achteruit gaan, zeker wanneer de stikstofdepositie het kritische niveau overschrijdt (tabel 2.1). Voor Herstellende hoogvenen is verbetering van kwaliteit alleen mogelijk bij een hydrologisch

herstel dat leidt tot een 'optimale waterhuishouding'. De uitbreiding van de oppervlakte van Actieve hoogvenen is afhankelijk van de kwaliteitsverbetering van Herstellende hoogvenen (tabel 2.1). In alle gevallen zal, net als nu, aanvullend beheer nodig blijven om uitbreiding van bomen op het veen te beperken.



Figuur 2.4

Het Mosterdveen bij Vierhouten op de Veluwe, voorbeeld van een mozaïek van goed ontwikkelde habitattypen van het heidelandschap: Zwak gebufferde vennen (H3130) met duizendknoopfonteinkruid, Zure vennen (H3160) met de zeldzaamheden veenbloembies en dof veenmos, Vochtige heiden (H4010A) met zacht veenmos, beenbreek en het bijzondere goudklauwtjesmos, Droge heiden (H4030), Actieve hoogvenen (heideveentjes; H7110B) met lavendelhei, kleine veenbes, eenarig wollegras, hoogveenveenmos, wrattig veenmos en rood veenmos en Pioniervegetaties met snavelbiezen (H7150). Het plaatselijk voorkomen van een 'kwelvlies' (foto linksonder) wijst op de toestroom van lokaal ijzerhoudend water (foto's: R.J. Bijlsma).

We definiëren een 'optimale waterhuishouding' als hydrologische condities die de vorming en uitbreiding van een acrotelm mogelijk maken en een 'suboptimale waterhuishouding' als condities waarbij een acrotelm niet kan worden gevormd (maar waarbij een bestaande acrotelm wel behouden blijft).

Een functionerende acrotelm is kenmerkend voor habitatype Actieve hoogvenen. De acrotelm kan worden beschouwd als een levende huid die het hoogveen tegen droogte beschermt. Het is een door veenmos

gedomineerde hoogveenvegetatie die in staat is in volume te krimpen of toe te nemen in reactie op veranderingen in waterstand ten opzichte van NAP gedurende de seizoenen.

Door de luchtige opbouw van het veenmospakket heeft de acrotelm een hoge bergingscoëfficiënt, zodat schommelingen in de waterstand beperkt worden. Onder heel droge omstandigheden kunnen de veenmossen oppervlakkig uitdrogen waarbij de capillaire nalevering vanuit het veengrondwater tijdelijk wegvalt.

Tabel 2.1

Kansenrijkdom onder KNMI scenario W+ voor landelijke instandhoudingsdoelstellingen voor habitattypen hoogveen in relatie tot waterhuishouding en stikstofdepositie.

Waterhuishouding	N-depositie	Actieve hoogvenen		Herstellende hoogvenen	
		Behoud van kwaliteit en oppervlakte	Verbetering van kwaliteit en uitbreiding van oppervlakte	Behoud van kwaliteit en oppervlakte	Verbetering van kwaliteit
Optimaal	laag	kansrijk	mogelijk	mogelijk	mogelijk
	hoog	mogelijk	mogelijk	mogelijk	mogelijk
Suboptimaal	laag	mogelijk	kansarm	mogelijk	kansarm
	hoog	kansarm	kansarm	kansarm	kansarm

Toelichting: N-depositie Laag = stikstofdepositie onder de kritische grens van 5 kg per hectare per jaar.

N-depositie Hoog = sterke overschrijding van het kritische depositieniveau, vanaf 20 kg per hectare per jaar.

Kansrijk = doel haalbaar op de meeste locaties met regulier beheer zonder aanvullende beheersmaatregelen.

Mogelijk = doel haalbaar op de meeste locaties met aanvullende beheermaatregelen.

Kansarm = doel haalbaar op sommige locaties met intensieve aanvullende beheermaatregelen.

Voor de instandhouding en ontwikkeling van hoogvenen is de positie in het landschap belangrijk. Gunstige ontwikkelingen doen zich voor in gebieden waar het (actieve) hoogveen water uit zijn omgeving ontvangt (fig. 2.4). Hierbij wordt een vermindering van het neerslagoverschot gecompenseerd door toevoer van lokaal grondwater. Ook zijdelings toestromend lokaal grondwater maakt dus deel uit van de 'optimale waterhuishouding'. Om die optimale waterhuishouding te bereiken en/of te waarborgen zijn, zoals eerder aangegeven, waterhuishoudkundige maatregelen nodig.

Waterhuishouding en stikstofdepositie zijn de meest bepalende factoren voor de instandhouding van hoogvenen. Zolang deze factoren de instandhoudingsdoelstellingen kansrijk of mogelijk maken, geldt dit ook voor het behoud van kenmerkende hoogveensoorten.

2.5 Hoe gevoelig is Nederlands hoogveen voor periodieke droogte?

De gevoeligheid is niet bijzonder groot. Indien ingebed in een gebied met optimale waterhuishouding, zowel in de omringende zandgronden als binnen grotere hoogveencomplexen, beschikken hoogvenen over voldoende veerkracht om zich na periodieke droogte te herstellen. Actieve hoogvenen ontlenen hun veerkracht aan de veenvormende toplaag (acrotelm), Herstellende hoogvenen aan een drijvende veenmoslaag en het overheersende aandeel van minder-droogtegevoelige veenmossoorten.

De gevoeligheid voor periodieke droogte wordt bepaald door de intactheid van de hoogveenvegetatie, de intensiteit van beheer (verwijderen van boomopslag), de intensiteit van kwel uit lokale grondwatersystemen, het

stikstofdepositieniveau en de intensiteit van de droogte. Het habitatype Actieve hoogvenen in veengebieden met een optimale waterhuishouding kan waarschijnlijk goed tegen periodieke droogte. Maar het habitatype Actieve hoogvenen in veengebieden met een suboptimale waterhuishouding (zie 2.2 voor definitie) zal met veel meer moeite kunnen herstellen van periodieke droogte. De kans op herstel van dit habitatype neemt waarschijnlijk af naarmate de frequentie van droge perioden en de overschrijding van de kritische depositiewaarde voor stikstof toenemen.

De begroeiing van Herstellende hoogvenen is veelal een drijvende veenmoslaag die meebeweegt met het wateroppervlak (fig. 2.3) en vooral bestaat uit veenmossen die veel beter tegen periodieke droogte kunnen dan de karakteristieke veenmossoorten van Actieve hoogvenen. Deze minder-droogtegevoelige soorten komen ook voor in en langs zure vennen die periodiek droogvallen.

2.6 Zal habitatype Actieve hoogvenen de komende 50-100 jaar uit Nederland verdwijnen?

Nee, het is zeer onwaarschijnlijk dat actief hoogveen op deze termijn uit Nederland verdwijnt, al zal het areaal en de kwaliteit vermoedelijk wel afnemen wanneer de klimaatverandering het W+-scenario volgt, er geen hydrologische herstelmaatregelen worden getroffen (TOP-beleid) én de stikstoflast niet verder wordt teruggedrongen.

Het meest gevoelig zijn kleine oppervlaktes Actief hoogveen, ingebed in veengebieden met suboptimale waterhuishouding, hoog in het landschap die volledig door regenwater gevoed worden: onder W+ en bij een overschrijding van het kritische stikstofdepositieniveau gaan deze delen waarschijnlijk in oppervlakte, soortenrijkdom en functioneren achteruit. Het minst gevoelig zijn hoogveenkernen en hoogveenvennen die ingebed liggen in grotere natuurgebieden waar het grondwater zich in de veenbasis bevindt en/of die aan de randen gevoed worden door toestromend grondwater (zie ook paragraaf 2.4) en waar ook het stikstofdepositieniveau onder de kritische waarde ligt. Hier zou het habitatype Actieve hoogvenen zelfs in kwaliteit kunnen toenemen bij W+.

Om hoogvenen op de lange termijn in Nederland en Europa te behouden, is het nodig maatregelen te nemen om de abiotische condities te verbeteren. Daarnaast biedt het beheer van hoogveen, vochtige heide en droge heide als mozaïekgebieden met geleidelijke overgangen toekomstperspectief voor hoogveen in een veranderend klimaat. Maatregelen die worden genomen voor hoogvenen komen ook ten goede aan andere typen natuur. Deze aanbevelingen sluiten aan bij de door PBL ontwikkelde adaptatiestrategie voor een klimaatbestendige natuur.

3 Toelichting en onderbouwing

3.1 KNMI-klimaatscenario's

Van de vier door het KNMI opgestelde klimaatscenario's (Van den Hurk et al., 2006) richten we ons vooral op het meest extreme W+-scenario omdat het PBL specifiek hiervoor aangeeft dat hoogveenontwikkeling kritiek wordt. Voor alle klimaatscenario's geldt op middellange termijn een aanzienlijke onzekerheid (Klein Tank en Lenderink, 2009).

Hoogveen vereist een continue beschikbaarheid van water. Landelijk gezien neemt de jaarlijkse hoeveelheid neerslag al vanaf de jaren 1930 trendmatig toe, vooral in de winter (+21%) en lente (+14%); 's zomers is de hoeveelheid neerslag ongeveer gelijk gebleven (2%) (Witte et al. 2009a,b). Voor het W+-scenario geldt dat de gemiddelde neerslaghoeveelheid in winter en lente met 14% resp. 3% zal toenemen en in zomer en herfst met 19% resp. 6% zal afnemen ten opzichte van 1990. Onder het W-scenario neemt de gemiddelde neerslaghoeveelheid toe met 6% in lente, zomer en herfst en met 7% in de winter (Klein Tank en Lenderink, 2009). De verwachte nog sterkere toename van de neerslag in winter en lente onder W+ kan echter niet zonder meer worden gezien als een compensatie van het verwachte tekort in zomer en herfst. De lengte en intensiteit van droogteperiodes is beperkend voor het functioneren van hoogvenen en de zomervoorspellingen zijn daarmee het meest relevante klimatologische gegeven.

3.2 Inzichten in relatie tot het PBL-rapport

3.2.1 Hoogveenontwikkeling wordt kritiek

De aanleiding voor deze notitie is dat het PBL-rapport *Adaptatiestrategie voor een klimaatbestendige natuur* (Vonk et al. 2010) stelt:

“Volgens de huidige wetenschappelijke inzichten is de ontwikkeling van levend hoogveen in Nederland onder het warmste en droogste scenario (W+-scenario, Van den Hurk et al., 2006) waarschijnlijk niet mogelijk (Witte et al. 2009a,b). Onduidelijk is echter met welke snelheid en in welke richting de klimaatverandering zich zal voltrekken en hoe het hoogveen zich zal ontwikkelen. In de adaptatiestrategie adviseren wij vooralsnog niet te stoppen met maatregelen die zijn bedoeld om de condities voor hoogveen te verbeteren. Wel is het raadzaam om droge heide, natte heide en hoogveensystemen meer dan nu als aaneengesloten eenheden te beheren, zodat geleidelijke overgangen kunnen ontstaan. De verwachting is dan dat bij een geleidelijke verdroging van hoogveen en natte heide, droge heidesoorten vanuit het ene systeem het andere systeem gemakkelijker kunnen koloniseren.”

In de studie van Witte et al. (2009a) staat hierover het volgende:

“In natte regenwatergevoede infiltratiegebieden is een sterke toename van de dynamiek te verwachten, waarbij het in de winter natter en in de zomer droger zal worden. Dit zal vooral voor hoogvenen [...] nadelige consequenties kunnen hebben. Levend hoogveen is zeer verdrogingsgevoelig en komt alleen voor op standplaatsen waar het grondwater niet meer dan enkele decimeters beneden maaiveld wegzakt. Door toename van de verdamping en vermindering van de neerslag in de zomer is het de vraag of dit type zich in Nederland kan handhaven, vooral onder scenario W+. Volgens Casparie & Streefkerk (1992) is de huidige verspreiding van levend hoogveen als landschap beperkt tot gebieden met een neerslag van minimaal 700 mm/jr, een gemiddelde jaartemperatuur van minder dan 9,5 °C, en een gemiddelde julitemperatuur van 16-

17 °C. Pons (1992) gaat uit van een gemiddelde jaartemperatuur van 11 °C en een neerslagoverschot van meer dan 150 mm/jr.

De gemiddelde jaarlijkse neerslag en referentieverdamping in Nederland is nu respectievelijk 771 en 563 mm, zodat het neerslagoverschot 208 mm/jr bedraagt (gegevens ontleend aan website KNMI, periode 1971-2000). Onder scenario W+ krijgen we een neerslagoverschot dat tientallen procenten lager ligt, afhankelijk van de locatie. Voor De Bilt komen Hermans et al. (2009) uit op een reductie van 30 %, wat toegepast om het cijfer van 208 mm/jr een neerslagoverschot van 146 mm/jr zou betekenen, minder dan de drempelwaarde van Pons (1992). [...] De temperatuur in Nederland bedraagt nu 9,7 °C gemiddeld per jaar en 17.1 °C in de maand juli. Dat wordt straks 2 á 3 °C warmer, waarmee zowel de door zowel Pons (1992) als de door Casparie & Streefkerk (1992) gegeven drempelwaarden worden overschreden. Als klimaatverandering zal verlopen zoals in scenario W+, is het dus aannemelijk dat hoogveenvorming volledig zal stoppen. Als eerste zal de Peel het moeilijk krijgen, omdat het met een overschot van ca. 140 mm/jr (gegevens KNMI) nu al onder de drempelwaarde van Pons (1992) ligt.”

De constatering dat hoogveenontwikkeling onder W+ kritiek wordt, is dus ontleend aan de gegeven klimatologische randvoorwaarden voor hoogveengroei. Het gaat hierbij om een inschatting van jaarlijkse gemiddelden die de huidige hoogveenrestanten in West-Europa in klimatologisch opzicht begrenzen. Deze grove benadering is voldoende om duidelijk te maken dat onze hoogvenen het onder W+ lastig kunnen krijgen, maar onvoldoende voor specifiekere constatering (hebben Witte et al. (2009a) in hun ‘voorlopige schetskaart’ dan ook niet gedaan). Het huidige gemiddelde jaarlijkse neerslagoverschot geeft alleen al binnen Nederland veel variatie te zien, waarbij zowel de Peel als het Bargerveen in de relatief lage range 160-240 mm vallen (Sluijter, 2011).

In hoeverre deze jaarlijkse gemiddelden voor hoogvenen ecologisch relevant zijn, is nog maar de vraag. Zie ook de discussie in Schouwenars et al. (2002, paragraaf 4.1). Deze auteurs schrijven o.m.

“Klimaatomstandigheden bepalen in eerste instantie de beschikbaarheid van neerslagwater. De precieze voorwaarden voor hoogveenontwikkeling zijn niet bekend. De drempelwaarden van circa 700 mm j⁻¹ 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 droogteperiodes 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 periodes tussen het zuiden en noorden van Nederland.”

Vanwege de onzekerheden rond klimaatscenario's (Klein Tank en Lenderink, 2009) en de beperkte kennis van klimaateffecten vragen zowel Witte et al. (2009a,b) als het PBL-rapport nadrukkelijk om niet te stoppen met maatregelen gericht op hoogveenherstel.

3.2.2 Hoogveensoorten verdwijnen

Het PBL-rapport stelt dat een groot deel van de kenmerkende hoogveensoorten op de lange termijn uit Nederland dreigt te verdwijnen. Voor 17% van de huidige doelsoorten van vochtige heide en hoogveen zal

volgens de modelvoorspellingen het klimaat in Nederland op termijn ongeschikt worden. In 2100 is dit deel toegenomen tot 37%. Dit betekent dat nog steeds de meerderheid van de kenmerkende soorten in Nederland behouden kan blijven.

Belangrijker is echter dat de verwachting dat hoogveensoorten verdwijnen is gebaseerd op verkenningen met een statistisch model en niet op werkelijke populatieontwikkelingen van soorten. De voorspellingen zijn gebaseerd op modellen waarin het huidige areaal van de soorten statistisch is gecorreleerd aan klimatologische grootheden als de zomertemperatuur en de jaarlijkse hoeveelheid neerslag. Het verwachte areaal in de toekomst wordt met deze correlatieve verbanden ('klimaatveloppen') dan afgeleid uit de klimaatscenario's, soms zelfs door met die verbanden te extrapoleren buiten het waarnemingsbereik (zie Settele et al., 2008). Het is nog onzeker hoe realistisch deze benadering is en de waarde ervan staat in wetenschappelijke kring in toenemende mate ter discussie (Guisan en Zimmermann, 2000; Pearson en Dawson, 2003; Guisan en Thuiller, 2005; Heikkinen et al., 2006; Austin, 2007; Botkin et al., 2007; Beale et al., 2008; Schweiger et al., 2008; Nogués-Bravo, 2009; Buckley et al., 2010). De onnauwkeurigheid van de modellen is juist aan de randen van de arealen groot. Zo valt Nederland onder het huidige klimaat buiten het gemodelleerde areaal voor de veenbesparelmoervlinder en het veenbesblauwtje (Settele et al., 2008), hoewel beide soorten hier wel voorkomen. De verwachting dat beide soorten hier zullen verdwijnen, is dan niet verrassend: het is voor een belangrijk deel een zwakte in het model. Ook uit veldonderzoek komen resultaten die de modelverwachtingen voor sommige soorten weerleggen: recente veranderingen in het voorkomen van het veenhooibeestje in het Verenigd Koninkrijk konden geheel op grond van veranderingen in beheer worden verklaard en in het geheel *niet* door klimaatverandering (Franco et al., 2006). Zo houden de modelverkenningen ook geen rekening met de effecten van herstelbeheer, terwijl dit, zoals hierboven aangegeven, aantoonbare resultaten oplevert.

Omdat de modelverkenningen de nodige onzekerheden bevatten en geen rekening houden met de effecten van herstelbeheer, zijn in deze rapportage voor beantwoording van de huidige ontwikkelingen alleen de feitelijke populatieontwikkelingen betrokken. Anderzijds geven de modellen wel een beste schatting hoe groepen van soorten zich op de lange termijn kunnen ontwikkelen.

3.2.3 Adaptatiestrategie

Het PBL-rapport stelt een nationale adaptatiestrategie voor, uitgaande van clusters van heidegebieden, inclusief hoogvenen. De centrale doelstelling van de strategie is het versterken van het adaptief vermogen (of veerkracht) in clusters met een hoge dichtheid aan grote heidegebieden. Onder adaptief vermogen wordt het vermogen van een ecosysteem verstaan om ondanks verstoringen te blijven functioneren. De belangrijkste pijler van de strategie voor heide is het ontwikkelen van een grotere heterogeniteit, door natte heide, hoogveen en droge heide te beheren als mozaïeken met geleidelijke overgangen (pijler 2; fig. 3.1). Een ander aandachtspunt is het verbeteren van de ruimtelijke samenhang binnen de clusters, door gebieden te vergroten en met elkaar te verbinden (pijler 1). Ook worden maatregelen voorgesteld om de standplaatscondities te verbeteren (pijler 3) (Vonk et al., 2010).

De natste habitats, zoals hoogvenen en zure vennen, zijn binnen dergelijke clusters essentieel onder het W+-scenario. In en rond deze habitats kunnen in langdurig droge periodes soorten van vochtige milieus overleven. Verberk et al. (2006) beschrijven het belang van landschappelijke heterogeniteit in het Korenburgerveen voor de diversiteit van aquatische macro-evertebraten. De in randzones van hoogvenen en op voormalige boekweitbrandcultures voorkomende veenmosrijke vochtige heide is zeer rijk aan hoogveensoorten, soms zelfs rijker dan het levend hoogveen zelf (Janssen en Bijlsma, 2011) en draagt daardoor sterk bij aan risicospreiding. Omgekeerd is ook de soortdiversiteit van oude droge heide gebaat bij de aanwezigheid van vochtige heide of hoogveen in de directe omgeving (Bijlsma et al., 2009a,b).



Figuur 3.1

De kern levend hoogveen in het Witterveld bij Assen is onderdeel van een mozaïek van habitattypen in het hoogveenlandschap (foto: R.J. Bijlsma).

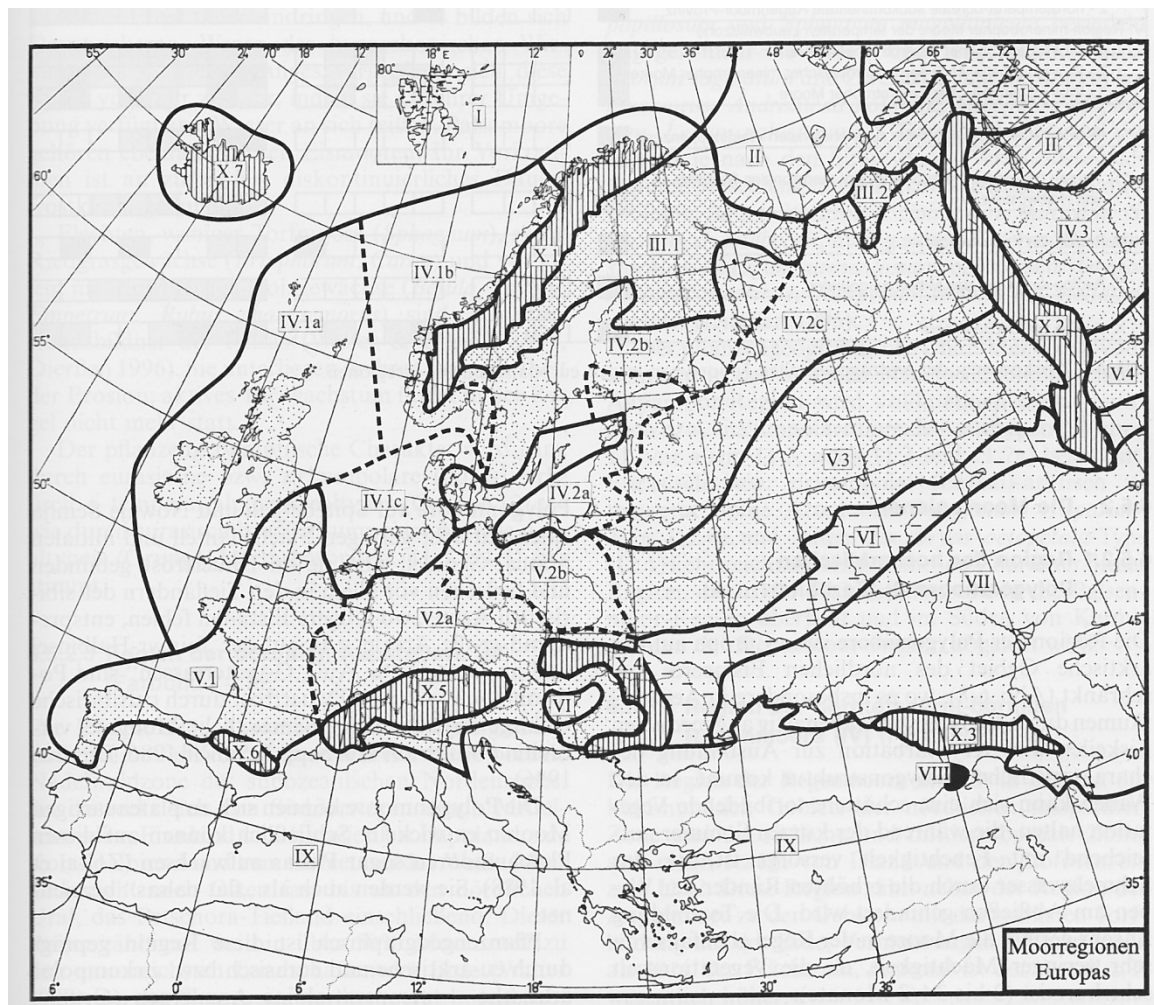
3.3 Onderbouwing van de antwoorden

3.3.1 Waarom zouden we hoogveen in Nederland willen behouden?

Het belang van Nederland voor de hoogveenhabitattypen binnen Europa wordt in het profielendocument aangeduid als 'zeer groot', wat betekent dat de Nederlandse bijdrage aan het totale oppervlak van het habitatype binnen de Europese Unie meer dan 4% bedraagt. Een range rond een belang van 1% wordt bestempeld als een groot belang (leeswijzer Natura 2000 profielendocument, versie 1 september 2008).

De zin in het profielendocument (kopje Relatief belang binnen Europa) over een apart type hoogvenen van de West-Europese laagvlakte moet gelezen worden als¹ 'de lenshoogvenen van Nederland behoren tot een type dat verder alleen in Noordwest-Duitsland en West-Denemarken voorkomt (Succow en Joosten, 2001)'. Dit subtype (IV.1c; fig. 3.2) valt onder de 'vlakke hoogvenen' (=lenshoogvenen; 'Planregenmoore', 'raised bogs') die vooral in het vlakke kustlandschap voorkomen, voornamelijk door regenwater worden gevoed en vaak meerstallen (kolken) bevatten. Het subtype IV.1c wordt gekenmerkt door de Associatie van Gewone dophei en Veenmos (Succow en Joosten, 2001), kerngemeenschap van habitatype 7110.

¹ Mail D. Bal (Programmadirectie Natura 2000) 22 juni 2011



Figuur 3.2

Veenregio's in Europa. De Nederlandse, Noordwest-Duitse en West-Deense hoogveenen worden tot een apart subtype C gerekend binnen de 'Atlantisch-(subatlantische) Regenmoorprovincz' IV.1 (uit: Succow en Joosten, 2001).

Niet alleen de internationale betekenis is groot. De belangrijkste pijler van de adaptatiestrategie voor een klimaatbestendig nat zandlandschap is het ontwikkelen van een grotere heterogeniteit, door natte heide, hoogveen en droge heide te beheren als mozaïeken met geleidelijke overgangen (Vonk et al., 2011; zie ook 3.2.3). De visie van Natuurmonumenten et al. (2011) waarbij bufferzones rond hoogveengebieden de spil vormen in verder herstel, sluit aan op de door het PBL voorgestelde adaptatiestrategie. De eenvoudigste benadering is buffers te zien als hydrologische zones, zonder specifieke biodiversiteit.

Een meer ambitieuze benadering omvat (ook) het herstel van gradiënten in voedselrijkdom rond hoogveenen, dus met moeras en struwelen, of van landschapselementen voor soorten die zowel het hoogveen om te broeden als akkertjes om te foerageren nodig hebben, zoals korhoen en kraanvogel (Natuurmonumenten et al., 2011).

Tabel 3.1

De in de Natura 2000-gebieden met hoogveen (H7110A, H7120) voorkomende habitattypen.

Natura 2000-gebied	H3130 Zwakgebufferde vennen	H3160 Zure vennen	H4010 Vochtige heiden	H4030 Droge heiden	H6230 Heischrale graslanden	H6410 Blauwgraslanden	H7110 Actieve hoogvenen	H7120 Herstellende hoogvenen	H7150 Pioniervegetaties met snavelbiezen	H91D0 Hoogveenbossen	H91E0 Vochtige alluviale bossen
Fochteloërveen (FR)											
Witterveld (DR)											
Bargerveen (DR)											
Engbertsdijkvenen (OV)											
Aamsveen (OV)											
Witte Veen (OV)											
Wierdense Veld (OV)											
Haaksbergerveen (OV)											
Korenburgerveen (GLD)											
Wooldse Veen (GLD)											
Deurnsche Peel en Mariapeel (NBr/LM)											
Groote Peel (NBr/LM)											

Tabel 3.1 geeft de in de 12 Natura 2000-gebieden met Actieve hoogvenen (hoogveenlandschap) en/of Herstellende hoogvenen (H7110A, H7120) voorkomende habitattypen (Schaminée en Janssen, 2009). Droge en Vochtige heiden en Hoogveenbossen zijn de meest voorkomende habitattypen naast hoogveen. Heideveentjes (H7110B) liggen vaak in of langs stuifzandgebieden waarin buiten de in tabel 3.1 genoemde habitattypen ook Stuifzandheiden met Struikhei (H3210) en Binnenlandse kraaiheibegroeiingen (H2320) voorkomen.

3.3.2 Hoe gaat het momenteel met hoogveenontwikkeling in Nederland?

De gegevens zijn ontleend aan de recent verschenen *Evaluatie Hoogveengebieden in Nederland* (Natuurmonumenten et al., 2011), waarin de huidige toestand (op grond van 10 criteria), de uitgevoerde maatregelen, de resultaten en het perspectief op verder herstel zowel op hoofdlijnen als voor de afzonderlijke gebieden worden besproken.

3.3.3 Verliezen we momenteel karakteristieke hoogveensoorten?

De populatieontwikkelingen van hoogveensoorten zijn afkomstig uit Natuurmonumenten et al. (2011, tabellen 4.2 en 4.3). Deze tabellen geven indicaties van de veranderingen in karakteristieke hoogveenfauna en -flora over de laatste 10-15 jaar voor de belangrijkste hoogveengebieden in Nederland. Voor de beoordeling van de

algehele populatietrends is gekeken naar de verhouding tussen toename of stabilisatie en achteruitgang; gebieden waar de soorten niet (meer) voorkomen zijn in dit verband niet relevant omdat het eventueel verdwijnen dateert van voor de periode met actieve herstelmaatregelen.

De voor hoogvenen eveneens karakteristieke dagvlinders veenbesparelmoervlinder en veenbesblauwtje komen tegenwoordig alleen in hoogveenvennen voor. De trend in de aantallen van beide soorten is over de laatste 10 jaar significant toenemend (Van Swaay et al., 2011); dit geldt eveneens voor het veenhooibeestje (Fochteloërveen en Boswachterij Grolloo-Schoonloo). In tegenstelling tot deze recente toename staat de afname van deze soorten in de periode 1990-2000. Herkolonisatie van plekken waar de soorten tot nu toe zijn verdwenen, blijkt nog niet te zijn opgetreden. Versnippering komt ook als een belangrijk probleem naar voren uit een modelstudie voor de veenbesparelmoervlinder (Schtickzelle et al., 2005).

Dat karakteristieke (bultvormende) veenmossen van hoogveen zich nog steeds kunnen vestigen over grote afstanden blijkt uit een natuurontwikkelingsproject (Veluwemeerkust; Natuurmonumenten) waar zich na plaggen van voormalig cultuurgrasland na circa 15 jaar moerasheide met wrattig veenmos, hoogveenveenmos en rood veenmos heeft ontwikkeld (R.J. Bijlsma in BLWG-database). Deze soorten zijn tweehuizig; de laatste twee vormen in Nederland zelden sporenkapsels (Bouman, 2002) en worden geacht grote moeite te hebben zich te verspreiden over grote afstanden. Het Blankwater bij Boukoul (Midden-Limburg; Staatsbosbeheer) is een voorbeeld van uitgebreide hoogveenontwikkeling op voormalige landbouwgrond na natuurontwikkeling in 1997 (Smulders en Van Tooren, 2008; R.J. Bijlsma in BLWG-database; fig. 3.3). In Drenthe vestigden zich bultvormende veenmossen na plaggen en uitbaggeren van een sterk vermest hoogveenven (Eysink en Jansen, 2011).



Figuur 3.3

Hoogveenontwikkeling op voormalige landbouwgrond: kussens wrattig veenmos groeien aaneen in het Blankwater bij Boukoul (Midden-Limburg). Inzet: hoogveenveenmos (foto's: R.J. Bijlsma).

3.3.4 In welke mate zijn landelijke instandhoudingsdoelstellingen voor hoogveen haalbaar onder het W+-klimaatscenario?

Het W+-scenario gaat uit van minder neerslag en een hogere temperatuur in de zomer. Een hogere temperatuur leidt tot een hogere potentiële verdamping. De combinatie van minder neerslag en meer verdamping betekent een groter neerslagtekort. Aangezien hoogvenen voornamelijk afhankelijk zijn van neerslag, zal een toenemend neerslagtekort leiden tot dieper wegzakkende waterstanden in het veen. Afhankelijk van de positie in het landschap, krijgt een hoogveenecosysteem, naast direct neerslagwater, ook nog enig lokaal grondwater uit het omringende hoogveenlandschap (Rydin en Jeglum, 2006). De mate waarin dit gebeurt, bepaalt mede hoe diep het water wegzakt in de zomer.

Voor het inschatten van de haalbaarheid van instandhoudingsdoelstellingen is inzicht nodig in

- de waterhuishouding op landschapsschaal en lokale schaal
- het effect van diepere waterstanden op de hoogveenvegetatie
- stikstofdepositie als extra stressfactor
- het verhoogde risico op branden
- de noodzaak van beheeringrepen

Waterhuishouding op landschapsschaal

Hoogvenen zijn geen bakjes die alleen regenwater opvangen. De positie in het landschap van een hoogveen doet er wel degelijk toe. Zie ook de concept herstelstrategieën voor H7110A: Actieve hoogvenen (Jansen et al., 2011) en het Nat zandlandschap (Everts et al., 2011).

Er hebben zich vooral gunstige ontwikkelingen voorgedaan in gebieden en op plekken waar het (actieve) hoogveen water uit zijn omgeving ontvangt: dat kan water uit het bovenstrooms liggende hoogveen zijn - meestal via doorvoer uit compartimenten - of via het grondwater (hoogveenvennen, hellingvenen, randen van hoogvenen als het Haaksbergerveen). Hierbij wordt een vermindering van het gemiddelde neerslagoverschot gecompenseerd door toevoer van lokaal grondwater. De succesfactoren zijn voorraadvorming van gebiedseigen water en juiste ligging in het (hoogveen)landschap, zoals de aanwezigheid van lokale kwelzones.

Verschoor et al. (2003) en Everts et al. (2005) presenteren een landschappelijke analyse van hoogveenontwikkeling in het Dwingelderveld. Uit het onderzoek komt naar voren dat snelle hoogveenontwikkeling in een groot aantal veentjes die gelegen zijn binnen bepaalde erosiegeulen in het gebied, samen lijkt te hangen met het voorkomen van oude gliedelagen en inspoelingshorizonten. Deze liggen in een schotel om de veentjes heen en zijn onderling met elkaar verbonden. Waterstroming over deze oude organische lagen lijkt van belang te zijn voor de veenmosgroei in de regeneratieprojecten. Het (grond)water dat over de organische lagen de veentjes binnenstroomt is rijk aan CO₂ en lijkt de veenmosgroei sterk te stimuleren.

Venen met toevoer van lokaal grondwater zijn behoorlijk robuust. Het meest extreme voorbeeld zijn hellingvenen, die zich bijvoorbeeld in het Wisselse Veen (Epe, Gelderland) momenteel herstellen. Herstel van de waterhuishouding op zulke plaatsen waarborgt ook onder veel drogere klimatologische omstandigheden nog het voortbestaan van soorten van hoogvenen. Naast het Wisselse Veen zijn er binnen de EHS meer mogelijkheden, bijvoorbeeld aan de oostflank van de Sallandse Heuvelrug ten noorden van Rijssen, aan de flanken van de Hondsrug en in de westelijke mijnstreek (o.a. op de Brunsummerheide, Schutterspark en Breukberg). Op zulke plekken zijn op de lange termijn goede mogelijkheden voor hoogveenherstel. Een voorwaarde is wel dat de aanvoer van water uit de omgeving blijft plaatsvinden. Of dat gebeurt hangt af van de positie van het hoogveen in het landschap en de reactie van de vegetatie in het infiltratiegebied op klimaatverandering. Wanneer het waterverlies in het infiltratiegebied sterk stijgt, bijvoorbeeld door verhoogde verdamping, dan zal minder water overblijven voor de voeding van het hoogveen. Over de werking van dit proces bestaat nog veel onzekerheid (Bartholomeus et al., 2010; Witte et al., 2007).

Lokale waterhuishouding

De bodem van onverstoorde hoogvenen wordt vaak ingedeeld in twee functionele lagen (Ingram, 1978). De relatief dunne acrotelm van circa 0,05 tot 0,5 m bedekt als een huid de dikke catotelm van enkele meters. De acrotelm is los van structuur, bestaat hoofdzakelijk uit levende veenmossen en weinig vergaan veen en zorgt ervoor dat waterstandsfluctuaties gedempt worden. De catotelm daarentegen is dicht van structuur, bestaat uit sterk vergaan veen en zorgt ervoor dat de verticale wegzijging van water beperkt blijft. De hydrologische eigenschappen van deze twee bodemlagen, met name die van de acrotelm zorgen ervoor dat de waterstand in venen niet zo diep wegzakt als op basis van de potentiële verdamping verwacht zou mogen worden. Bij geringe droogte krimpt de acrotelm in reactie op de zakkende waterstanden ten opzichte van NAP (max. 10 cm; Baden en Eggelsmann, 1964; Kellner, 2001), waardoor de waterstand ten opzichte van het mosoppervlak gelijk blijft. Bij sterke droogte droogt het mostapijt oppervlakkig uit en stopt de capillaire nalevering vanuit de diepere veenlagen (Schouwenaars, 1990). Het mos stopt tijdelijk met groeien, maar het waterverlies wordt beperkt en de waterstand zakt niet veel dieper weg dan circa 25-30 cm onder het mosoppervlak (Balyasova, 1974; Rydin en Jeglum, 2006). Wanneer door regenval de waterstand weer stijgt, keert het proces zich om, zwelt de acrotelm, stroomt het overtollige water naar de randen van het veenecosysteem af en groeit het mos weer verder. Een goed ontwikkelde acrotelm zorgt ervoor dat een hoogveenecosysteem bijzonder goed bestand is tegen periodieke droogte (Belyea en Baird, 2006). Extreme (langdurige) droogte in een acrotelm kan voor klink zorgen, waardoor deze laag niet meer goed functioneert en op langere termijn zelfs kan verdwijnen. Komt de catotelm langdurig droog te staan, dan kunnen scheuren ontstaan waardoor het veen aan de onderkant lek wordt: de verticale wegzijging wordt dan groter dan 40 mm/jaar (Van der Schaaf, 1999). Een incidentele extreme droogte is omkeerbaar, mits deze wordt gevolgd door jaren van hogere waterstanden (Belyea en Baird, 2006). Is de acrotelm eenmaal verdwenen, dan kan het hoogveen alleen weer worden hersteld met aanzienlijke maatregelen, zoals het aanleggen van compartimenten waarin drijfzanden met een acrotelm ontstaan. Voorwaarde voor een duurzaam herstel is dat de wegzijging naar de ondergrond beperkt is (minder dan 40 mm/jaar).

Het habitatype Actieve hoogvenen omvat veenvegetatie met een functionerende acrotelm: vegetatie waar het bovenste veenmospakket dusdanig goed ontwikkeld is, dat waterstandsfluctuaties in dit pakket gedempt worden. Het habitatype Herstellende hoogvenen omvat veenvegetatie waar acrotelmherstel mogelijk is. Vaak zijn beide habitatypes in één veengebied aanwezig. Om acrotelmvorming opnieuw in gang te zetten, en dus Actieve hoogvenen te ontwikkelen uit Herstellende hoogvenen, wordt (regen)water in ondiepe compartimenten op de overgebleven veenlagen (voormalige catotelm) vastgehouden. Wanneer de compartimentering op de juiste manier is uitgevoerd, ontstaat in de compartimenten een drijvende veenmoslaag die op termijn uitgroeit tot een acrotelm. Droogte in Herstellende hoogvenen heeft vooral effect op de stukken veen buiten de compartimenten: in de compartimenten zelf beweegt de drijvende veenmoslaag mee met de waterstand en blijven waterstandfluctuaties in het drijvende pakket beperkt. Om aangroei en uitbreiding van een acrotelm mogelijk te maken moeten waterstandsfluctuaties beperkt blijven. Dit kan in veengebieden waar de oppervlakte met functionerende acrotelm (habitatype Actieve hoogvenen) relatief groot is ten opzichte van de oppervlakte zonder acrotelm (bijvoorbeeld in een aantal heideventjes), óf in gebieden waar waterverliezen worden bijgevoerd uit de omgeving door toestromend lokaal grondwater of door (in waterreservoirs of compartimenten) vastgehouden regenwater (fig. 3.4).

Om de leesbaarheid te bevorderen hebben we ervoor gekozen om een 'optimale waterhuishouding' te definiëren als hydrologische condities die de vorming en uitbreiding van een acrotelm mogelijk maken en een 'suboptimale waterhuishouding' als condities waarbij een functionerende acrotelm niet gevormd kan worden (maar indien aanwezig, wel behouden blijft). Zijdellings toestromend lokaal grondwater is onderdeel van de 'optimale waterhuishouding'.



Figuur 3.4

Water reservoir in het Bargerveen (foto: R.J. Bijlsma).

Effecten van wegzakkende waterstanden op de hoogveenvegetatie

Of instandhoudingsdoelen van Nederlands hoogveen in gevaar komen, hangt af van hoe diep en hoe lang de waterstand wegzakt in de zomer. Diepere waterstanden in combinatie met een hogere temperatuur leiden tot een toename in de beschikbaarheid van voedingsstoffen (Tomassen et al., 2004a; Breeuwer et al., 2008) en een afname in waterbeschikbaarheid (Tomassen et al., 2004a; Robroek et al., 2007). Langdurige droogte kan leiden tot inklinking van de veenbodem. De verdichte bodem kan minder water bergen (heeft een lagere bergingscoëfficiënt) waardoor waterschommelingen toenemen en de intensiteit van de droogte versterkt wordt (Van der Schaaf, 1999). Blijft de waterstand elke zomer te diep of lang wegzakken, dan worden een aantal zichzelf versterkende processen in gang gezet waardoor de hoogveenvegetatie verandert in vochtige heide, vlakten met pijpenstrootje of bos. Bij welke frequentie en intensiteit van periodieke droogte dat gebeurt, is onbekend.

Een toename in de beschikbaarheid van voedingsstoffen en afname van beschikbaarheid van water voor het veenmos stimuleert de groei van vaatplanten (dwergstruiken, grassen, bomen), maar belemmert de groei van veenmos, het hart van de hoogveenvegetatie (Limpens et al., 2003a; Weltzin et al., 2003; Tomassen et al., 2004b; Breeuwer et al., 2009). Hoe snel dit proces gaat en of het mos zijn verloren positie weer kan heroveren, hangt af van de bergingscoëfficiënt van de bodem, de temperatuur in het winterhalfjaar en van hoeveel en voor hoe lang de voedingsstoffen, met name stikstof en fosfaat, beschikbaar komen. In het winterhalfjaar ligt de groei van vaatplanten grotendeels stil, maar mossen kunnen doorgroeien zolang de temperatuur boven het vriespunt blijft (Rydin en Jeglum, 2006). Zolang de vaatplanten het veenmos niet te veel beschaduen, kan het mos stand houden en blijft het hoogveen groeien. Breiden vaatplanten zich teveel uit, dan wordt het te donker voor veenmos (Heijmans et al., 2002; Limpens et al., 2003a; Tomassen et al., 2004a) en stopt actieve veenvorming (Malmer et al., 2003). Daarnaast wordt bij warme (vochtige) zomers en

hoge stikstofdepositie het veenmos gevoelig voor de veenmosgrauwkop (*Tephrocybe palustris*), een parasitaire schimmel (Limpens et al., 2003b).

Stikstofdepositie als extra stressfactor

De centrale rol van voedingsstoffen in de groei van vaatplanten maakt dat de kansen van hoogveen onder W+ niet los kunnen worden gezien van stikstofdepositie. Bij stabiele hoge waterstanden kan hoogveenvegetatie beter tegen (matige) overschrijding van het kritische depositieniveau tot 20 kg stikstof per hectare per jaar. Bij een lage stikstofdepositie onder het kritische depositieniveau van 5 kg stikstof per hectare per jaar kan het hoogveen beter tegen drogere zomers (Tomassen et al., 2004a). Een combinatie van beide stressfactoren (hoog stikstof, ongunstiger klimaat) geeft een negatiever effect dan op basis van de individuele stressfactoren zou worden verwacht (Heijmans et al., 2008; Limpens et al., in press).

Risico's op branden

In (randen van) hoogvenen met suboptimale waterhuishouding komt Pijpenstrootje in hoge dichtheid voor. Dit gras sterft in de winter af en loopt pas vrij laat in het voorjaar weer uit. De dode bladeren zijn erg brandbaar wanneer ze droog zijn. Hierdoor is de kans op veenbrand in droge voorjaren het hoogste in zich herstellende hoogvenen waar veel pijpenstrootje groeit. Effecten van brand op door veenmos gedomineerde vegetaties zijn onderzocht in enkele onverstoorde hoogvenen in Noord Amerika en Canada (Kuhry, 1994; Benschoter en Vitt, 2008). Uit dit onderzoek blijkt dat het effect van brand sterk afhangt van de intensiteit en duur van de brand: bij langdurig grote hitte gaat het mos dood, bij beperkte hitte kan het weer uitlopen en zich binnen enkele jaren herstellen. In hoeverre dit gunstig uitpakt voor de veenvegetatie hangt af van de wijze waarop pijpenstrootje reageert: branden kan bijvoorbeeld in droge heiden groei en uitbreiding van pijpenstrootje stimuleren (Jacquemyn et al., 2005).

Noodzaak van beheeringrepen

Door dieper wegzakkende waterstanden in de zomer zullen struiken, bomen en grassen zich sneller uitbreiden in het Nederlandse hoogveen (Breeuwer et al., 2009; Heijmans et al., 2010). Hoe sterk deze uitbreiding is, verschilt per veengebied en hangt af van de oppervlakte van het habitatype Actieve hoogvenen binnen het veengebied, de waterhuishouding, de mate waarin het kritisch depositieniveau wordt overschreden én van de intensiteit van aanvullend beheer. Beheer gericht op het voorkomen van diep wegzakkende waterstanden en terugdringen van vaatplanten (bijvoorbeeld verwijderen van opslag van bomen) helpt om veenmos dominant te houden, ondanks snellere groei van vaatplanten (Tomassen et al., 2004a; Limpens, 2009, 2011; Jansen et al., 2011).

Instandhouding van kenmerkende hoogveensoorten

Het PBL-rapport stelt dat een groot deel van de kenmerkende hoogveensoorten op de lange termijn uit Nederland dreigt te verdwijnen (zie 3.2.2). Op grond van de gevonden reacties van kenmerkende hoogveensoorten op herstelmaatregelen (zie 3.3.3), gaan wij ervan uit dat klimaatverandering weinig effect heeft op de instandhouding van deze soorten zolang waterhuishouding, stikstofdepositie en beheer gunstig samenwerken.

Conclusie

Op basis van het voorgaande verwachten we dat het habitatype Actieve hoogvenen in veengebieden met optimale waterhuishouding waarschijnlijk veerkrachtig genoeg is om te kunnen overleven (behoud van oppervlakte) en mogelijk zelfs in kwaliteit en oppervlakte zal toenemen onder het W+-scenario. Om een optimale waterhuishouding onder W+ te waarborgen, zijn afhankelijk van het veengebied aanvullende maatregelen nodig, zoals compartimentering en het inrichten van bufferzones. Daarentegen zal de oppervlakte Actieve hoogvenen in veengebieden met suboptimale waterhuishouding met moeite in stand kunnen worden gehouden bij W+, en waarschijnlijk in karakteristieke soorten en functioneren achteruit gaan, zeker wanneer de stikstofdepositie het kritische niveau overschrijdt. Voor Herstellende hoogvenen is verbetering van kwaliteit alleen mogelijk bij voldoende hydrologisch herstel. In alle gevallen zal aanvullend beheer nodig blijven om uitbreiding van bomen op het veen te beperken (Moore, 2002; Limpens, 2011; Jansen et al., 2011). Waterhuishouding, stikstofdepositie en beheer zijn de meest bepalende factoren voor de instandhouding van hoogvenen. Zolang deze factoren de instandhoudingsdoelstellingen kansrijk of mogelijk maken, geldt dit ook voor het behoud van kenmerkende hoogveensoorten.

3.3.5 Hoe gevoelig is Nederlands hoogveen voor periodieke droogte?

Hydrologisch intacte hoogveenvegetaties zijn goed bestand tegen weersfluctuaties (Bragazza, 2006; Gunnarsson et al., 2002) door hun groot zelfregulerend vermogen (Belyea en Baird, 2006). Op korte termijn zijn de effecten van periodieke droogte vergelijkbaar met die van drainage (Breeuwer et al., 2009), al zijn de gevolgen (uitbreiding grassen, dwergstruiken, bomen) sneller omkeerbaar. Wanneer de intensiteit en duur van de droogte beperkt blijft, treedt geen inklinking op, overleeft het veenmos de droge periode, en kan het mos in een nattere periode (bijvoorbeeld de herfst) zijn achterstand weer goed maken (Limpens, 2011). Het grote zelfregulerend vermogen van intacte veenvegetatie in Nederland wordt geïllustreerd door de hoogveenvennen in Drenthe en op de Veluwe. Deze zeer kleine hoogveenvegetaties met goed ontwikkelde acrotelm hebben ondanks de langdurige droogteperiodes van de afgelopen jaren hun hoge kwaliteit behouden (Deelense Veld op de Hoge Veluwe, Kootwijkerveen, Mosterdveen bij Vierhouten: R.J. Bijlsma in BLWG-database; Groeneweg et al., 2007; Dwingelderveld: med. M. Perdeck, SBB, mei 2011; zie ook Bijlsma et al., 2009c).

Onderzoek aan veentjes in de Italiaanse Alpen laat zien dat extreem droge zomers in combinatie met hoge stralingsintensiteit kunnen leiden tot afsterven van veenmos (Bragazza, 2008). Herstel is mogelijk, maar duurt enkele jaren. Krijgt het veen te maken met een hogere frequentie van droge zomers, dan zal de samenstelling van de vegetatie langzaam veranderen: het oppervlak open veenmos zal afnemen en de bedekking van bomen, struiken en grassen zal toenemen. Hiermee verandert het karakter van het veen en is het niet langer open, zoals kenmerkend voor Atlantische venen, maar gaat qua structuur meer lijken op de continentale bosvenen in bijvoorbeeld Estland en Wit Rusland, die een hogere bedekking met bomen kennen. In deze venen wordt de boomgroei echter binnen de perken gehouden door de lage beschikbaarheid van voedingsstoffen (Pensa et al., 2004) en het korte groeiseizoen, waardoor de veenmossen dominant blijven.

Op basis van het voorgaande verwachten we dat het habitatype Actieve hoogvenen in veengebieden met een optimale waterhuishouding waarschijnlijk goed tegen periodieke droogte kan. Daarentegen zal het habitatype Actieve hoogvenen in veengebieden met een suboptimale waterhuishouding zonder zijdelingse toestroming van lokaal grondwater met veel meer moeite kunnen herstellen van periodieke uitdroging. De kans op herstel van dit habitatype neemt waarschijnlijk af naarmate de frequentie van droge perioden en de overschrijding van de kritische depositie grens voor stikstof toenemen. In het relatief voedselrijke Nederlandse hoogveen zal aanvullend beheer nodig blijven om uitbreiding van bomen op het veen te beperken (Moore, 2002; Bragazza, 2008; Limpens, 2011).

In Herstellende hoogvenen is na vernattingsmaatregelen vaak sprake van een drijvende veenmoslaag (zoals in de Mariapeel en Deurnse Peel; Van den Boom et al., 2007) die meebeweegt met het wateroppervlak.

De belangrijkste veenmossen in deze situatie zijn de slenksoorten waterveenmos en fraai veenmos. Beide komen ook algemeen voor langs zure vennen en kunnen perioden van droogval goed overleven. Periodiek droogvallend waterveenmosveen is opgebouwd uit dunne laagjes en wordt aangeduid als spalter(veen) (fig. 3.5). Fraai veenmos is de algemeenste veenmossoort in stuifzandveentjes in beschutte noordhellingen in stuifzandbebossingen; hier speelt hooguit hangwater een rol in de waterhuishouding (Bijlsma, 2010). Herstellende hoogvenen zijn dus weinig gevoelig voor periodieke droogte.



Figuur 3.5

Laagte met drooggevallen spalterveen (waterveenmosveen) (Denemarken, W-Jutland; foto: R.J. Bijlsma).

3.3.6 Zal habitatype Actieve hoogvenen de komende 50-100 jaar uit Nederland verdwijnen?

Hoogvenen zijn een van de oudste ecosystemen op aarde, ze hebben een enorme capaciteit voor herstel en veranderingen verlopen langzaam. (Rydin en Jeglum, 2006). Onderzoek laat echter zien dat wanneer de beschikbaarheid van voedingsstoffen te sterk toeneemt door stijgende temperatuur of stikstofdepositie, of wanneer waterstanden te diep dalen door drainage, actief hoogveen verandert in (veen)heide, vlakten van Pijpenstrootje of bos (Verhoeven, 1992). Hoe snel dit gebeurt, is moeilijk voorspelbaar door het sterk regulerend vermogen van de hoogveenvegetatie (Belyea en Baird, 2006). Wel neemt het bewijs toe dat een combinatie van stressfactoren (hoog stikstof, ongunstiger klimaat) negatiever uitpakt dan op basis van de individuele stressfactoren verwacht zou mogen worden (Dise, 2009; Limpens et al., in press).

De vraag is of binnen 50-100 jaar de omstandigheden zo sterk verslechteren dat het resterende actieve hoogveen in ons land verdwijnt. Dit hangt af van

- de snelheid en richting van klimaatverandering
- hoe de klimaatveranderingen zich op gebiedsniveau zullen uiten in dalende waterstanden

- de hoogte van stikstofdepositie
- de intensiteit van het beheer, niet alleen binnen de hoogveengebieden, maar ook in hun omgeving (antiverdrogingsmaatregelen, bufferzones)
- de uitwerking van adaptatiestrategieën

Klimaatscenario

Allereerst is er de onzekerheid van een toekomstig klimaat. Het slechtst denkbare scenario is het W+-scenario waarin wordt aangenomen dat het neerslagtekort in het groeiseizoen toeneemt door een daling van de neerslag en een stijgende temperatuur (zie ook 1.3). De warme zomers en droge lentes van de afgelopen jaren passen weliswaar in dit scenario, maar wanneer we in detail naar de weersgegevens kijken, dan is de werkelijkheid complexer. Op landelijke schaal zijn de afgelopen 20 jaar (1990-2010) aanzienlijk warmer dan in de twee voorafgaande decennia (1970-1989); voor het zomerhalfjaar bedroeg de temperatuurstijging 1,2 °C (klimaatgegevens www.knmi.nl). Desondanks is het neerslagtekort (neerslag minus verdamping) over het groeiseizoen (nog) niet groter geworden. Daarnaast bestaat aanzienlijke onzekerheid over de landelijke verschillen in regionaal klimaat. Zo is NO-Nederland, waar een groot deel van het Actieve hoogveen ligt, koeler en vochtiger dan het landelijk gemiddelde.

Waterstandsaling

De waterstandsaling op gebiedsniveau hangt af van de uitgangssituatie van de hoogveenvegetatie op gebiedsschaal (zich herstellend of goed ontwikkeld) en de waterhuishouding van de omgeving. Bij hetzelfde neerslagtekort zal de waterstand in een veengebied met een groot bergingsvermogen, geringe wegzijging en toevoer van lokaal grondwater uit de omgeving minder diep wegzakken dan in een veengebied met een klein bergingsvermogen, grote wegzijging en zonder toevoer van water uit de omgeving (zie ook 3.3.4). De grootte van het bergingsvermogen hangt op zijn beurt af van het oppervlakte aan functionerende acrotelm en/of het aandeel open water in het veen.

Stikstofdepositie

De hoogte van de stikstofdepositie bepaalt hoe snel vaatplanten kunnen profiteren van de dalende grondwaterstanden. Dit betekent dat voor dezelfde vegetatie bij dezelfde daling in waterstand de vaatplanten zich sneller uitbreiden naarmate de kritische waarde voor stikstofdepositie meer wordt overschreden. Een indirect gevolg van een daling in grondwaterstand is een afname van de veenmosgroei, waardoor ook de opname van stikstof door veenmossen en de vastlegging van stikstof in het veen afneemt (Aldous, 2000). De beschikbaarheid van stikstof voor vaatplanten neemt hierdoor toe en daarmee ook de bedekking door pijpenstrootje en berken. Deze verrijking van de vegetatie vergroot het waterverlies via interceptie en verdamping, waardoor de waterstanden in droge zomers dieper wegzakken (Schouvenaars, 1993; Limpens, 2011). Omgekeerd geldt dat onder gunstige omstandigheden -hoge stabiele waterstanden - de negatieve effecten van stikstof gemitigeerd kunnen worden (Jansen et al., 2011). Veenmossen kunnen onder optimale groeicondities veel stikstof vastleggen waardoor de beschikbaarheid van stikstof voor vaatplanten laag gehouden kan worden. Dit effect treedt op bij een stikstofdepositie tot maximaal 15-20 kg stikstof per hectare per jaar (Tomassen et al., 2003) en zorgt ervoor dat verlaging van stikstofdepositie snel meetbaar is in de vegetatie (Limpens en Heijmans, 2008).

Beheer

Optimaliseren van de hydrologische situatie door maatregelen in het veen en zijn omgeving maakt hoogveen minder gevoelig voor verstoringen zoals drogere zomers en voor overschrijding van de kritische depositiewaarde voor stikstof. In de meeste hoogveenreservaten zijn inmiddels verregaande interne maatregelen genomen gericht op het vasthouden van regenwater, het terugbrengen van het grondwater in de veenbasis en het herstellen van een goed functionerende acrotelm, met veelal gunstige gevolgen (Natuurmonumenten et al., 2011). Daarnaast helpen het verwijderen van boomopslag en het begrazen van pijpenstrootjevlakten om de bijkomende negatieve effecten op de hoogveenvegetatie te minimaliseren (Tomassen et al., 2004a; Jansen et al., 2011).

Adaptatiestrategie

Vonk et al. (2010) doen aanbevelingen voor het vergroten van het adaptief vermogen van clusters van heidegebieden incl. hoogvenen in een veranderend klimaat. Hierbij wordt een landschappelijke invalshoek gevolgd die goed aansluit bij onze beschrijving van een optimale waterhuishouding op landschapsschaal (zie paragraaf 3.3.4). Het gaat hierbij om maatregelen als het vergroten van de heterogeniteit en het verbeteren van de standplaatscondities.

Conclusie

Het is zeer onwaarschijnlijk dat Actieve hoogvenen op deze termijn uit Nederland zal verdwijnen, al zal het areaal en de kwaliteit vermoedelijk afnemen wanneer de klimaatverandering het W+ scenario volgt, geen hydrologische herstelmaatregelen worden getroffen én de stikstoflast niet verder wordt teruggedrongen.

Dankwoord

Wij danken D.C.J. van der Hoek (PBL) en D. Bal en H.M. Beije (EL&I PDN2000) voor hun commentaar op de conceptversie van dit rapport.

Literatuurlijst

Aldous, A.R., 2000. Nitrogen retention by Sphagnum mosses: responses to atmospheric nitrogen deposition and drought. *Canadian Journal of Botany* 80: 721-731.

Austin, M., 2007. Species distribution models and ecological theory: A critical assessment and some possible new approaches. *Ecological Modelling* 200: 1-19.

Baden, W en R. Eggelsmann, 1964. Der Wasserkreislauf eines nordwestdeutschen Hochmoores. Eine hydrologische Studie über den Einfluß von Entwässerung und Kultivierung auf den Wasserhaushalt des Königsmoores b. Tostedt/Han. Schriftenreihe des Kuratoriums für Kulturbauwesen, Heft 12. Verlag Wasser und Boden, Hamburg.

Balyasova, Ye.L., 1974. Variations in the level regime of highmoor bogs in the European USSR. *Soviet Hydrology: selected papers* 13(5): 281-285 (English translation of an article in: *Transactions of the State Hydrologic Institute* (Trudy GGI), 22:3-20, 1074).

Bartholomeus, R.P., B. Voortman en J.P.M. Witte, 2010. De toekomstige grondwateraanvulling. *H2O* 17: 35-37.

Beale, C.M., J.J. Lennon en A. Gimona, 2008. Opening the climate envelope reveals no macroscale associations with climate in European birds. *Proc Nat Acad Sci* 105: 14908-14912.

Belyea, L.R. en A.J. Baird, 2006. Beyond the "limits to peat bog growth": cross-scale feedback in peatland development. *Ecological Monographs* 76: 299-322.

Benscoter, B.W. en D.H. Vitt, 2008. Spatial patterns and temporal trajectories of the bog ground layer along a post-fire chronosequence. *Ecosystems* 11: 1054-1064.

Bijlsma, R.J., 2010. *Bryophyte hot-spots in drift sand forests*. In J. Fanta & H. Siepel (eds.), *Inland drift sand landscapes*. KNNV Publishing, Zeist; 218-233.

Bijlsma, R.J., R.W. de Waal en E. Verkaik, 2009a. *Natuurkwaliteit dankzij extensief beheer. Nieuwe mogelijkheden voor beheer gericht op een veerkrachtig bos- en heidelandschap*. Alterra-rapport 1902, Wageningen.

Bijlsma, R.J., R. de Waal, P. Hommel en H. Diemont, 2009b. Heide met een dikke H: een miskend onderdeel van een veerkrachtig heidelandschap. *Vakblad Natuur Bos Landschap* 6(2): 2-5.

Bijlsma, R.J., A. Aptroot, K.W. van Dort, R. Haveman, C.M. van Herk, A.M. Kooijman, L.B. Sparrius en E.J. Weeda, 2009c. *Preadvies mossen en korstmossen*. Directie Kennis, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. Rapport DK nr. 2009/dk104-O, Ede.

Botkin, D.B., H. Saxe, M.B. Araújo et al., 2007. Forecasting the effects of global warming on biodiversity. *Bioscience*, 57, 227-236.

Bouman, A.C., 2002. *De Nederlandse veenmossen*. BLWG/KNNV Uitgeverij, Zeist.

- Breeuwer, A.J.G., M.M.P.D. Heijmans, B.J.M. Robroek, J. Limpens en F. Berendse, 2008. The effect of increased temperature and nitrogen deposition on decomposition in bogs. *Oikos* 117: 1258-1268.
- Breeuwer, A.J.G., B.J.M. Robroek, J. Limpens, M.M.P.D. Heijmans, M.G.C. Schouten en F. Berendse, 2009. Decreased summer water table depth affects peatland vegetation. *Basic and Applied Ecology* 10: 330-339.
- Bragazza, L., 2006. A decade of plant species changes on a mire in the Italian alps: vegetation-controlled or climate-driven mechanisms? *Climatic Change* 77: 415-429.
- Bragazza, L., 2008. A climatic threshold triggers the die-off of peat mosses during an extreme heat wave. *Global Change Biology* 14: 2688-2695.
- Buckley, L.B., M.C. Urban, M.J. Angilletta, L.G. Crozier, L.J. Rissler en M.W. Sears, 2010. Can mechanism inform species' distribution models? *Ecology Letters* 13: 1041-1054.
- Dise, N.B., 2009. Peatland response to global change. *Science*, 326, 810–811.
- Everts, F.H., G.J. Baaijens, A.P. Grootjans, N.P.J. de Vries en A. Verschoor, 2005. Grootschalige landschappen en heidebeheer: Dwingelderveld. *De Levende Natuur* 106(5): 193-199.
- Everts, F.H., E. Brouwer, A.T.W. Eysink, R. van der Burg en H. van Kleef, 2011. Herstelstrategie Nat zandlandschap (pas.natura2000.nl/files/nat_zandlandschap.pdf).
- Eysink, A.T.W. en A.J.M. Jansen, 2011. *Hoorns Veentje op Landgoed Ooster- en Westertzand, veentje op eenzame hoogte*. In M.I. Kamphuis, A.J.M. Jansen en J. Bouwman (red.), *Werken aan natuur, 20 jaar effectgerichte maatregelen*. KNNV Uitgeverij/Unie van Bosgroepen, Zeist/Ede; 45-52.
- Franco, A.M.A., J.K. Hill, C. Kitschke, Y.C. Collingham, D.B. Roy, R. Fox, B. Huntley en C.D. Thomas, 2006. Impacts of climate warming and habitat loss on extinctions at species' low-latitude range boundaries. *Global Change Biol* 12:1545-1553.
- Groeneweg, M., K. van der Veen en J. Schut, 2007. *Monitoring Mosterdveen in 2005*. Altenburg & Wymenga, Veenwouden.
- Guisan, A. en W. Thuiller, 2005. Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. *Ecology Letters* 8: 993-1009.
- Guisan, A. en N.E. Zimmermann, 2000. Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling* 135: 147-186.
- Gunnarsson, U., N. Malmer en H. Rydin, 2002. Dynamics or constancy in Sphagnum dominated mire ecosystems? A 40-year study. *Ecography* 25: 685-704.
- Heijmans, M.M.P.D., H. Klees en F. Berendse, 2002. Competition between *Sphagnum magellanicum* and *Eriophorum angustifolium* as affected by raised CO₂ and increased N deposition. *Oikos* 97: 415–425.
- Heijmans, M.M.P.D., D. Mauquoy, B. van Geel en F. Berendse, 2008. Long-term effects of climate change on vegetation and carbon dynamics in peat bogs. *Journal of Vegetation Science* 19: 307-320.

- Heijmans, M.M.P.D., B.J.M. Robroek en F. Berendse, 2010. Field Simulation of Global Change: Transplanting Northern Bog Mesocosms Southward. *Ecosystems* 13: 712-726.
- Heikkinen, R.K., M. Luoto, M.B. Araújo, R. Virkkala, W. Thuiller en M.T. Sykes, 2006. Methods and uncertainties in bioclimatic envelope modelling under climate change. *Progress Physical Geogr* 30: 751–777.
- Ingram, H.A.P., 1978. Soil layers in mires: function and terminology. *Journal of Soil Science* 29(2): 224-227.
- Jacquemyn, H., R. Brys en M.G. Neubert, 2005. Fire increases invasive spread of *Molinia caerulea* mainly through changes in demographic parameters. *Ecological Applications* 15: 2097–2108.
- Jansen, A.J.M., G.A. van Duinen en H.B.M. Tomassen, 2011. Herstelstrategie H7120: Herstellende hoogvenen & Herstelstrategie H7110A: Actieve hoogvenen (pas.natura2000.nl/pages/documenten_herstelstrategieen.aspx).
- Janssen, J.A.M. en R.J. Bijlsma, 2011. *Vegetatie- en habitatkartering Witterveld 2010*. Alterra-rapport 2178, Wageningen.
- Kellner, E., 2001. *Surface energy exchange and hydrology of a poor Sphagnum mire*. Comprehensive summaries of Uppsala dissertations from the faculty of Science and Technology 657. Acta Universitatis Upsaliensis, Uppsala.
- Klein Tank, A.M.G. en G. Lenderink (red.), 2009. *Klimaatverandering in Nederland; Aanvullingen op de KNMI'06 scenario's*. KNMI, De Bilt.
- Kuhry, P., 1994. The role of fire in the development of Sphagnum-dominated peatlands in western boreal Canada. *Journal of Ecology* 82: 899-910.
- Limpens, J., 2009. *De rol van de berk bij herstel en beheer van hoogveen: gecombineerde resultaten van Vervolg OBN hoogveenonderzoek en Effecten van berkenopslag op hoogveenvegetaties behorende tot het natte zandlandschap*. Rapport DK nr 2009/dk119-0, Ede.
- Limpens, J., 2011. *Onderzoek ten behoeve van herstel en beheer van Nederlandse hoogvenen. Eindrapportage OBN Hoogveenonderzoek 2009-2010. Verlenging onderzoek naar effecten van berkenopslag en dichtheid op hoogveenvegetaties behorende tot het natte zandlandschap*. Directie Kennis (in druk).
- Limpens, J., F. Berendse en H. Klees, 2003a. N deposition affects N availability in interstitial water, growth of Sphagnum and invasion of vascular plants in bog vegetation. *New Phytologist* 157: 339-347.
- Limpens, J., T.A.G. Jeffrey, J. Baar, F. Berendse en J.D. Zijlstra, 2003b. The interactions between epiphytic algae, a parasitic fungus and Sphagnum as affected by N and P. *Oikos* 103: 59-68.
- Limpens, J. en M.M.P.D. Heijmans, 2008. Swift recovery of Sphagnum nutrient concentrations after excess supply. *Oecologia* 157: 153-161.
- Limpens, J., G. Granath, U. Gunnarsson, R. Aerts, S. Bayley, L. Bragazza, J. Bubier, A. Buttler, L.J.L. van den Berg, A-J. Francez, R. Gerdol, P. Grosvernier, M.M.P.D. Heijmans, M.R. Hoosbeek, S. Hotes, M. Ilomets, I. Leith, Mitchell, E.A.D., T. Moore, M.B. Nilsson, J.F. Nordbakken, L. Rochefort, H. Rydin, L.J. Sheppard, M. Thormann, M.M. Wiedermann, B.L. Williams en B. Xu, in press. Climatic modifiers of the response to N deposition in peat-forming Sphagnum mosses: a meta-analysis. *New Phytologist*.

- Malmer, N., C. Albinsson, B.M. Svensson en B. Wallén, 2003. Interferences between Sphagnum and vascular plants: effects on plant community structure and peat formation. *Oikos* 100: 469–482.
- Moore, P.D., 2002. The future of cool temperate bogs. *Environmental Conservation* 29: 3-20.
- Natuurmonumenten, Staatsbosbeheer, Landschap Overijssel en Ministerie van Defensie, 2011. *Evaluatie hoogveengebieden in Nederland*. 's-Graveland.
- Nogués-Bravo, D., 2009. Predicting the past distribution of species' climatic niches. *Global Ecology & Biogeography* 18: 521.
- Pearson, R.G. en T.P. Dawson, 2003. Predicting the impacts of climate change on the distribution of species: are bioclimate envelope models useful? *Global Ecology & Biogeography* 12: 361-371.
- Pensa, M., V. Liblik en R. Jalkanen, 2004. Temporal changes in the state of a pine stand in a bog affected by air pollution in northeast Estonia. *Water, Air, and Soil Pollution* 159: 87–99.
- Robroek, B.J.M., J. Limpens, A. Breeuwer en M.G.C. Schouten, 2007. Effects of water level and temperature on performance of four Sphagnum mosses. *Plant Ecology* 190: 97-107.
- Rydin, H. en J.K. Jeglum, 2006. *The biology of peatlands*. Oxford University Press New York.
- Schaminée, J.H.J. en J.A.M. Janssen (red.), 2009. *Europese natuur in Nederland. Hoog Nederland. Natura 2000-gebieden*. KNNV Uitgeverij, Zeist.
- Schweiger, O., J. Settele, O. Kudrna, S. Klotz en I. Kühn, 2008. Climate change can cause spatial mismatch of trophically interacting species. *Ecology* 89: 3472-3479.
- Settele, J., O.Kudrna, A.Harpke, I. Kühn, C. Van Swaay, R. Verovnik, M. Warren, M. Wiemers, J. Hanspach, T. Hickler, E. Kühn, I. Van Halder, K. Veling, A. Vliegthart, I. Wynhoff en O. Schweige, 2008. *Climatic Risk Atlas of European Butterflies*. Pensoft, Sofia, Moscow.
- Schouwenaars, J.M., 1990. *Problem-oriented studies on plant-soil-water relations*. PhD thesis, Wageningen Agricultural University.
- Schouwenaars, J.M., 1993. De verdamping van Pijpestrootje (*Molinia caerulea*) en veenmos (*Sphagnum papillosum*) in hoogveengebieden en haar betekenis voor het waterbeheer. *H2O* 26(14): 376-382.
- Schouwenaars, J.M., H. Esselink, L.P.M. Lamers en P.C. van der Molen, 2002. Ontwikkelingen en herstel van hoogveensystemen. Bestaande kennis en benodigd onderzoek. Rapport EC-LNV nr. 2002/084 O, Ede/Wageningen.
- Schtickzelle, N., M.F. WallisDeVries en M. Bague, 2005. Using surrogate data in population viability analysis: the case of the critically endangered cranberry fritillary butterfly. *Oikos* 109 (1): 89-100.
- Sluijter, R. (red.), 2011. *De Bosatlas van het klimaat*. Noordhoff Uitgevers, Groningen/KNMI, De Bilt.
- Smulders, M. en B.F. van Tooren, 2008. Mossen langs de A73 tijdens het najaarsweekend 2007. *Buxbaumiella* 80: 26-29.
- Succow, M. en H. Joosten, 2001. *Landschaftsökologische Moorkunde*. Schweizerbart, Stuttgart.

Tomassen, H.B.M., A.J.P. Smolders, L.P.M. Lamers en J.G.M. Roelofs, 2003. Stimulated growth of *Betula pubescens* and *Molinia caerulea* on ombrotrophic bogs: role of high levels of atmospheric nitrogen deposition. *Journal of Ecology* 91: 357-370.

Tomassen, H.B.M., A.J.P. Smolders, J. Limpens, G.A. van Duinen, S. van der Schaaf en J.G.M. Roelofs, 2004a. *Perspectieven voor hoogveenherstel in Nederland*. In: G.A. van Duinen et al. (eds). *Duurzaam herstel voor behoud van biodiversiteit – 15 jaar herstelmaatregelen in het kader van het overlevingsplan bos en natuur*. Rapport EC-LNV nr 2004/305, Ede.

Tomassen, H.B.M., A.J.P. Smolders, J. Limpens, L.P.M. Lamers en J.G.M. Roelofs, 2004b. Expansion of invasive species on ombrotrophic bogs: desiccation or high N deposition levels? *Journal of Applied Ecology* 41:139-150.

Van den Boom, B.W.A.F.H., Ph. Bossenbroek en J. Holtland, 2007. 10 jaar hoogveenregeneratie in de Peel. *De Levende Natuur* 108(4): 155-161.

Van den Hurk, B., A. Klein Tank, G. Lenderink, A. van Ulden, G.J. van Oldenborgh, C. Katsman, H. van den Brink, F. Keller, J. Bessembinder, G. Burgers, G. Komen, W. Hazeleger en S. Drijfhout, 2006. *KNMI Climate Change Scenarios 2006 for the Netherlands*. KNMI Scientific Report WR 2006-01, De Bilt.

Van der Schaaf, S., 1999. *Analysis of the hydrology of raised bogs in the Irish Midlands: a case of Raheenmore bog and Clara bog*. PhD thesis. Wageningen Agricultural University.

Van Swaay, C.A.M., T. Termaat en C.L. Plate, 2011. *Vlinders en libellen geteld: jaarverslag 2010*. Rapport VS2011.04, De Vlinderstichting, Wageningen.

Verberk, W.C.E.P., G.A. van Duinen, A.M.T. Brock, R.S.E.W. Leuven, H. Sipel, P.F.M. Verdonschot, G. van der Velde en H. Esselink, 2006. Importance of landscape heterogeneity for the conservation of aquatic macroinvertebrate diversity in bog landscapes. *Journal for Nature Conservation* 14(2): 78-90.

Verhoeven, J.T.A. (ed.), 1992. *Fens and bogs in the Netherlands: vegetation, history, nutrient dynamics and conservation*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

Verschoor, A.J., G.J. Baaijens, F.H. Everts, A.P. Grootjans, W. Rooke, S. van der Schaaf en N.P.J. de Vries, 2003. *Hoogveenontwikkeling in veentjes en kleinschalige hoogveencomplexen op het Dwingelerveld; een landschapsbenadering*. Deel 2: Landschapsontwikkeling en hydrologie. Rapport EC-LNV nr. 2003/227 O, Ede.

Vonk, M., C.C. Vos en D.C.J. van der Hoek, 2010. *Adaptatiestrategie voor een klimaatbestendige natuur*. PBL-publicatie 500078002, Den Haag/Bilthoven.

Weltzin, J.F., S.D. Bridgham, J. Pastor, J. Chen en C. Harth, 2003. Potential effects of warming and drying on peatland plant community composition. *Global Change Biology*, 9: 141–151.

Witte, J.P.M., C.J.S. Aggenbach en J. Runhaar, 2007. *Grondwater voor Natuur*. In: R. Lieste, J.P.M. Witte, A.C.M. de Nijs, C.J.S. Aggenbach, B.J. Pieters, J. Runhaar & W. Verweij, *Beoordeling van de grondwatertoestand op basis van de Kaderrichtlijn Water*. RIVM, Bilthoven; 43-102.

Witte, J.P.M., J. Runhaar en R. van Ek, 2009a. *Ecohydrologische effecten van klimaatverandering op de vegetatie van Nederland*. KWR 2009.032, Nieuwegein.

Witte, J.P.M., J. Runhaar, R. van Ek en D.C.J. van der Hoek, 2009b. Eerste landelijke schets van de ecohydrologische effecten van een warmer en grilliger klimaat. *H2O* 16/17: 37-40.



Alterra is onderdeel van de internationale kennisorganisatie Wageningen UR (University & Research centre). De missie is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen negen gespecialiseerde en meer toegepaste onderzoeksinstituten, Wageningen University en hogeschool Van Hall Larenstein hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 40 vestigingen (in Nederland, Brazilië en China), 6.500 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de vooraanstaande kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen natuurwetenschappelijke, technologische en maatschappijwetenschappelijke disciplines vormen het hart van de Wageningen Aanpak.

Alterra Wageningen UR is het kennisinstituut voor de groene leefomgeving en bundelt een grote hoeveelheid expertise op het gebied van de groene ruimte en het duurzaam maatschappelijk gebruik ervan: kennis van water, natuur, bos, milieu, bodem, landschap, klimaat, landgebruik, recreatie etc.

Meer informatie: www.alterra.wur.nl