

Herstelstrategie H7110B: Actieve hoogvenen (heideveentjes)

Jansen, A.J.M., G.A. van Duinen, H.B.M. Tomassen & N.A.C. Smits

Leeswijzer

Dit document start met de kenschets uit het profieldocument (paragraaf 1) en geeft daarna een overzicht van de ecologische randvoorwaarden van het habitatype (paragraaf 2). Vervolgens wordt ingegaan op de effecten van atmosferische stikstofdepositie op het habitatype (paragraaf 3) en op andere processen die de kwaliteit beïnvloeden (paragraaf 4). Vervolgens komen in paragraaf 5 en 6 maatregelen aan bod om de achteruitgang te stoppen, dan wel de kwaliteit te verbeteren. Deze maatregelen dienen in aanvulling op het reguliere beheer (paragraaf 2) te worden uitgevoerd. In paragraaf 7 worden maatregelen voor uitbreiding besproken en in paragraaf 8 komt de effectiviteit en duurzaamheid van de maatregelen aan bod. In paragraaf 9 worden de maatregelen in een overzichtstabel samengevat en het document wordt afgesloten met literatuurreferenties in paragraaf 10.

1. Kenschets

De tekst in onderstaand kader betreft de kenschets van het profielendocument van het hele habitatype. Weggelaten zijn alinea's die specifiek over andere subtypen gaan dan het subtype van deze herstelstrategie.

Het habitatype betreft hoogveensystemen waar sprake is van een goed functionerende toplaag (acrotelm)¹ met actieve hoogveenvorming. Actieve hoogveenvorming houdt in dat de door veenmossen gedomineerde vegetatie meer organisch materiaal vormt dan er wordt afgebroken. Het levende hoogveen houdt veel regenwater vast en in het natte, zure hoogveenmilieu verteren afgestorven plantendelen heel erg langzaam, waardoor deze ophopen. Het systeem groeit dus omhoog en houdt als een spons water vast. Kenmerkend zijn dominantie van veenmossen, een microreliëf met tot circa 50 cm hoge bulten en slenken en permanent hoge waterstanden. De veenmossen domineren zowel in de slenken als op de bulten. De bulten vallen extra op doordat ze meestal zijn getooid met een begroeiing van dwergstruiken zoals Gewone dophei (*Erica tetralix*) of Struikhei (*Calluna vulgaris*). De begroeiingen van de bulten maken deel uit van het verbond Oxycocco-Ericion, die van de slenken worden tot het Rhynchosporion gerekend. De ecologische omstandigheden veranderen langs de laag-hoog gradiënt van het open water, via de natte slenken en veenmostapijten naar de hoge bulten².

¹ Wanneer een functionerende acrotelm aanwezig is, wordt meestal aangehouden dat de waterstanden niet meer dan 30 cm fluctueren.

² Daarom behoren de hoge bulten plantensociologisch gezien tot een ander verbond (*Oxycocco-Ericion*) en een andere klasse (*Oxycocco-Sphagnetea*) dan de slenken (verbond *Rhynchosporion albae*, klasse *Scheuchzerieta*).

In sommige hoogvenen is het onderscheid tussen slenken en bulten minder uitgesproken. Van de bultbewonende dwergstruiken kan vooral Kleine veenbes (*Oxycoccus palustris*) ver omlaag doordringen tot in de slenken, terwijl een in beginsel slenkbewonende plant als de Witte snavelbies (*Rhynchospora alba*) tot hoog in de bulten weet stand te houden.

Een actief hoogveen onderscheidt zich van een aangetast hoogveen (habitatype H7120), doordat er een goed functionerende veenmoslaag aanwezig is (de acrotelm) die ervoor zorgt dat het hoogveensysteem functioneert. De veenmoslaag draagt sterk bij aan de stabiliteit van de waterhuishouding. Zie verder bij H7120.

De actieve hoogvenen van het habitatype kunnen voorkomen op landschapsschaal of op kleinere schaal. Een compleet levend hoogveen is een groot systeem met een stabiele waterhuishouding in een hoogveenlandschap. Hoogvenen hebben een markante lensvorm met aan de randen vaak een zogenoemde lagg-zone met open water, die de overgang vormt met het omringende minerale landschap. Op overgangen naar laagveen, meren of rivieren kunnen van nature broekbossen of tril- of overgangsvennen (H7140) voorkomen, of natte schraallanden wanneer de zone als hooiland wordt gebruikt. Naast het patroon van bulten en slenken kan het hoogveensysteem gekenmerkt worden door dystrofe, d.w.z. door humuszuren gekleurde poelen (meerstallen) en complexe patronen van geulen en laagten die water vanuit de hoogveenkern afvoeren naar de rand van het systeem. In de lagg-zone en het overgangsvveen domineren schijngrassen en de begroeiing bevat kenmerkende bijzondere soorten zoals Veenbloembies (*Scheuchzeria palustris*). Op kleinere schaal komt actief hoogveen voor in laagten in het heidelandschap, als heideveentjes en hellingveentjes. Bij veen langs hellingen spreekt men ook van 'rheotroof hoogveen'. Beide soorten van veentjes vertonen doorgaans de structuur van bulten en slenken. Een lensvorm en lagg-zones ontbreken echter. Ten slotte komt hoogveenontwikkeling voor in het laagveenlandschap, maar voorlopig alleen in de vorm van vochtige heide (H4010B). Mogelijk vormt zich hieruit op lange termijn actief hoogveen (H7110).

H7110_B Actieve hoogvenen (heideveentjes)

Heideveentjes (inclusief hellingveentjes) met levend hoogveen.

Heideveentjes komen voor als hoogveenkernen in verlande vennen en als hellinghoogveen. De eerste verlandingsstadia in vennen, bestaande uit drijvende of ondergedoken veenmospakketten (behorende tot de Associaties van Waterveenmos en de Associatie van veenmos en Witte snavelbies) worden nog tot de zure vennen (H3160) gerekend. Bij voortgaande successie kunnen hoogveenvegetaties ontstaan die behoren tot de Associatie van Gewone dophei en veenmos en die samen met de Associatie van veenmos en Witte snavelbies gerekend worden tot actief hoogveen (H7110B).

In de Actieve hoogvenen (heideveentjes) komen zes soorten voor van de Vogel- en Habitatrictlijn waarvoor de stikstofgevoeligheid van het type een probleem kan vormen voor de kwaliteit van het leefgebied. Daarnaast zijn er zes typische soorten, waarvoor in dit habitatype mogelijke problemen als gevolg van stikstofdepositie worden verwacht. De specifieke effecten voor fauna worden beschreven in Deel I (paragraaf 2.4). Afhankelijk van het belang en de functie van dit habitatype voor de soorten, kunnen ook andere habitats noodzakelijke onderdelen van

Binnen dit habitatype worden twee subtypen onderscheiden. De indeling is gebaseerd op de verschillende schaalniveaus van het actief hoogveen.

het leefgebied vormen. Voor een volledig overzicht van de deelhabitats, zie bijlage 1 en 2 van Deel II.

Soortgroep	VHR-soort	belang en functie	N-gevoeligheid van leefgebied	Effecten van stikstofdepositie
Vogels	Grauwe klauwier	Klein: foerageergebied	Ja, maar KDW hoger dan 400	Afname prooibeschikbaarheid (6)
Vogels	Korhoen	Klein: voortplantings- en foerageergebied	Ja, maar KDW hoger dan 400	Afname kwantiteit voedselplanten (3) + afname prooibeschikbaarheid (6)
Vogels	Nachtzwaluw	Klein: foerageergebied	Ja, maar KDW hoger dan 400	Afname prooibeschikbaarheid (6)
Vogels	Paapje	Groot: voortplantings- en foerageergebied	Ja, maar KDW hoger dan 400	Afname prooibeschikbaarheid (6)
Vogels	Velduil	Klein: voortplantings- en foerageergebied	Ja, maar KDW hoger dan 400	Afname prooibeschikbaarheid (6)
Vogels	Watersnip	Klein: voortplantings- en foerageergebied	Ja, maar KDW hoger dan 400	Afname prooibeschikbaarheid (6)

Soortgroep	Typische soort	belang en functie	N-gevoeligheid van leefgebied	Effecten van stikstofdepositie
Dagvlinders	Veenbesblauwtje	Groot: voortplantings- en foerageergebied	Ja	Afname kwaliteit voedselplanten (4)
Dagvlinders	Veenbesparelmoervlinder	Groot: voortplantings- en foerageergebied	Ja	Afname kwantiteit + kwaliteit voedselplanten (3+4)
Dagvlinders	Veenhooibeestje	Groot: voortplantings- en foerageergebied	Ja	Afname kwaliteit voedselplanten (4)
Libellen	Hoogveenglanslibel	Groot: voortplantings- en foerageergebied	Ja	Afname voortplantingsgelegenheid (2)
Reptielen	Levendbarende hagedis	Groot: voortplantings- en foerageergebied	Ja	Koeler en vochtiger microklimaat (1)
Vogels	Watersnip	Groot: voortplantings- en foerageergebied	Ja	Afname prooibeschikbaarheid (6)

Voor een goed begrip van de onderstaande paragrafen, is het essentieel om uit te gaan van de definitie van het habitatype en zijn kwaliteitseisen (abiotische randvoorwaarden, samenstellende vegetatietypen, typische soorten en overige kenmerken van goede structuur en functie). Zie daarvoor het profielendocument (http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/documenten/profielen/habitattypen/profiel_habitatype_7110.pdf).

2. Ecologische randvoorwaarden

Voor de abiotische randvoorwaarden (Runhaar et al. 2009) wordt voor subtype H7110B gebruik gemaakt van de Associatie van Gewone dophei en Veenmos (typische subassociatie, en die met Kraaihei: 11Ba01AB; Schaminée et al. 1995), samen met een Staatsbosbeheertype (SBB-11B1b:

[SBB] Associatie van Gewone dophei en Veenmos, subassociatie van Witte snavelbies), aangevuld met een groot aantal minder kenmerkende gemeenschappen.

2.1 Zuurgraad

Het kernbereik is zuur tot matig zuur (pH tot 4,5), maar waarden tot pH 5 kunnen voorkomen. Dit geldt zowel voor de meest kenmerkende gemeenschappen (SBB-11Bb, 11Ba01AB), als ook voor de overige kenmerkende gemeenschappen (Runhaar et al. 2009).

2.2 Voedselrijkdom

Het bereik van subtype H7110B is zeer voedselarm. Dit geldt voor alle kenmerkende gemeenschappen (Runhaar et al. 2009).

2.3 Vochttoestand

Het bereik van subtype H7110B is zeer nat tot nat; geïnundeerde omstandigheden kunnen optreden (Runhaar et al. 2009).

Er is van een actief hoogveen sprake wanneer er een zogenoemde acrotelm aanwezig is. De acrotelm reguleert het grondwaterstandsverloop binnen het hoogveen, en bestaat uit een 0,1 tot 0,5 m dikke laag levend en weinig vergaan afgestorven veenmos die door opname of afgifte van water kan zwellen of krimpen (Mooratmung). Hierdoor beweegt de oppervlakte van levend veenmos met het waterniveau mee en blijft de afstand van de waterstand tot het veenkopje stabiel dan zonder de werking van dit fenomeen. Zwelt het veen, dan neemt de horizontale doorlatendheid toe, waardoor ook de zijdelingse afstroom van veenwater toeneemt. Krimpt het veen, dan neemt de doorlatendheid en de zijdelingse afstroom af, waardoor meer water geconserveerd wordt. Het veenoppervlak van goed ontwikkeld hoogveen bestaat uit een kleinschalig patroon van bulten en netvormig verbonden poelen en slenken. Als het waterpeil sterk stijgt, gaan deze slenken oppervlakkig afvoeren. Door deze mechanismen zijn de seizoensmatige fluctuaties beperkt (1–3 dm t.o.v. veenoppervlak). Zonder de aanwezigheid van een goed werkende acrotelm is er daarom geen sprake van een actief hoogveen.

2.4 Landschapsecologische processen

Zie de informatie uit de landschapsdoorsneden van “Nat zandlandschap” (Deel III).

2.5 Regulier beheer

Voor de instandhouding van het habitatype actief hoogveen is in principe geen regulier beheer nodig. Actief hoogveen wordt gekarakteriseerd door een functionerende acrotelm, waardoor geringe fluctuaties in de waterstanden door het systeem c.q. de vegetatie opgevangen kunnen worden. Ontoereikend regulier beheer wordt niet apart onder paragraaf 4, 5 of 6 behandeld.

3. Effecten van stikstofdepositie

Het habitatype actief hoogveen is zeer gevoelig voor de effecten van stikstofdepositie. Op Europees niveau is de empirische kritische stikstofdepositiewaarde gesteld op 10–15 kg N/ha/jr EUNIS D2: Valley mires, poor fens and transition mires; Bobbink & Hettelingh 2011). Van Dobben et al. (2012) geven voor Nederland een kritische stikstofdepositiewaarde van 11 kg N/ha/jr (786

mol N/ha/jr), waarbij is uitgegaan van het gemiddelde van de empirische deelrange (10–12 kg N/ha/jr; [Bobbink & Hettelingh 2011](#)).

Als gevolg van te hoge stikstofdepositie kan in heideveentjes vermisting optreden, wat nadelig zal zijn voor de instandhoudingsdoelstellingen. In heideveentjes is lokaal sprake van (zwak) gebufferde omstandigheden door aanvoer van grondwater. Op deze locaties vormt verzuring als gevolg van verhoogde stikstofdepositie een probleem.

Dorland et al. ([2012](#)) hebben de relatie tussen soortenrijkdom en stikstofdepositie nader uitgewerkt voor een aantal habitattypen. Dit habitatype behoort tot de EUNIS klasse D1 'Raised and Blanket bogs'. Dorland et al. ([2012](#)) achten het zeer aannemelijk dat de kwaliteit van het type achteruit gaat in het traject van 500–1000 mol N/ha/jr, maar er is gebleken dat er nog (veel) te weinig data beschikbaar zijn om een goede dosis-effect relatie op te stellen tussen het soortenaantal en stikstofdepositie in hoogvenen.

3.1 Verzuring

Op locaties in heideveentjes waar sprake is (of zou moeten zijn) van voeding met (zwak) gebufferd grondwater kan verzuring de standplaatscondities en het voorkomen van planten- en diersoorten negatief beïnvloeden. Door afname van de beschikbaarheid van mineralen onder invloed van versterkte uitspoeling door zure neerslag, gecombineerd met toename van de hoeveelheid stikstof, kan de plantensoortensamenstelling en de kwaliteit van plantenmateriaal veranderen. Voor plantenetende insecten heeft dit grote gevolgen (zie paragraaf 3.3). In de zure delen van heideveentjes (optimale pH tot 4,5) heeft alleen verzuring voor zover bekend weinig gevolgen. Wel is van ongewervelde waterdieren bekend dat een aantal fysiologische processen door de zuurgraad wordt beïnvloed. Bij een pH van 4 wordt het zuurstoftransport in het bloed beperkt en bij nog lagere pH dringen waterstofionen snel naar binnen ([Higler 2005](#)).

3.2 Vermesting

In heideveentjes zijn de effecten van vermisting met stikstof groot, waarbij een waar sneeuwbaaleffect optreedt. Onder natuurlijke omstandigheden d.w.z. bij een stikstofdepositie onder de kritische depositiewaarde blijft de stikstofbeschikbaarheid in het systeem laag door de efficiënte opname van stikstof door de veenmosvegetatie. Bij een toename van de stikstofdepositie boven de kritische depositiewaarde kan de veenmosvegetatie uiteindelijk niet al het stikstof meer vastleggen, het 'veenmosfilter' is dan verzadigd geraakt met stikstof ([Lamers et al. 2000](#)). Stikstof komt dan in het bodemvocht beschikbaar voor vaatplanten, zoals Pijpenstrootje (*Molinia caerulea*) en berken ([Tomassen et al. 2003a](#); [Limpens et al. 2003a](#)). Deze soorten reageren daarop door meer biomassa aan te maken en sneller te gaan groeien. Daardoor zal er minder licht doordringen tot op het veenmosoppervlak. De groei van veenmossen wordt positief beïnvloed door een lichte mate van beschaduwning, maar heeft sterk te lijden van een te sterke beschaduwning ([Limpens & Berendse 2004](#)). Afname van de veenmosgroei leidt tot een lagere stikstofopname, waardoor de stikstofbeschikbaarheid voor vaatplanten verder toeneemt. Zo treedt een zichzelf versterkend proces op. Het strooisel van vaatplanten breekt bovendien gemakkelijker af dan dat van veenmossen, waardoor de hierin vastgelegde nutriënten weer sneller beschikbaar komen ([Limpens & Berendse 2003](#)). Op deze manier ontstaat een terugkoppeling, die leidt tot een nog grotere dominantie van ongewenste vaatplanten. Verder neemt de gevoeligheid van veenmossen, vooral Waterveenmos (*Sphagnum cuspidatum*), voor de

parasitaire Veenmosgrauwkopschimmel (*Tephrocybe palustris*), die tot ontkleuring en sterfte van veenmossen leidt, toe bij een hoge stikstofconcentratie in het weefsel (Limpens et al. 2003b). Ook het verdwijnen van korstmossen (*Cladonia* soorten) in Nederlandse hoogvenen kan mede worden toegeschreven aan de hoge depositie van stikstof- en zwavelverbindingen (Tomassen et al. 2004; Smolders et al. 2004).

3.3 Fauna

Voor het leefgebied van VHR en/of typische diersoorten geldt dat de effecten van stikstofdepositie via de volgende factoren doorwerken: koeler en vochtiger microclimaat, afname voortplantingsgelegenheid, afname kwantiteit voedselplanten, afname kwaliteit voedselplanten, fysiologische problemen en afname prooibeschikbaarheid. Een uitsplitsing van deze factoren naar de onderscheiden soorten is terug te vinden in de kenschets en een beschrijving van de specifieke factoren is terug te vinden in paragraaf 2.4 van Deel I.

In de veentjes met invloed van (zwak) gebufferd grondwater kan verzuring de standplaatscondities en het voorkomen van planten- en diersoorten wel negatief beïnvloeden. Door afname van de beschikbaarheid van mineralen onder invloed van versterkte uitspoeling door zure neerslag, gecombineerd met toename van de hoeveelheid stikstof, kan de plantensoortensamenstelling en de kwaliteit van plantenmateriaal veranderen. Voor plantenetende insecten heeft dit grote gevolgen (zie hoofdstuk 2 van het Koepeldocument en verder Siepel et al. 2009 (voor heide/bossen); Nijssen & Siepel 2010 (voor stuifzanden); Van Duinen et al. 2011 voor veenvlinders; Vogels et al. 2011 voor heidelandschap).

De gevolgen van de verhoogde voedingsstoffenbeschikbaarheid zijn ook in de samenstelling van de fauna zichtbaar. In de fauna van de Nederlandse hoogveenwateren overheersen een aantal soorten die in intacte hoogveenlandschappen juist in overgangsvenen en lagg-zones voorkomen, waar de beschikbaarheid van nutriënten van nature hoger is dan in intacte hoogveenkernen (Van Duinen et al. 2004ab, 2006a). De veranderingen in de kwaliteit van het organisch materiaal en daardoor in het verloop van afbraakprocessen hebben grote gevolgen voor ongewervelde waterdieren die zich voeden met afbrekend organisch materiaal, zoals kleine kreeftachtigen en dansmuggen. Veranderingen in de soortensamenstelling, biomassa en nutriëntengehaltes van de detritivore fauna werken door in hogere trofische niveaus (Elser et al. 2000). Bij de afbraak van organisch materiaal wordt zuurstof geconsumeerd. Een sterkere afbraak kan daardoor leiden tot het vaker en langduriger optreden van periodieke zuurstoftekorten. Dit levert problemen op voor dieren die leven in natte omstandigheden en zuurstof uit het water moeten opnemen, zoals larven van dansmuggen, libellen en kokerjuffers. Dit geldt ook voor bijvoorbeeld de kokerjuffer *Rhadicleptus alpestris*, waarvan bekend is dat deze geen organische vervuiling (met als gevolg sterke zuurstoftekorten) verdraagt (Higler 2005). Verder raakt de veenmoslaag sterker beschadwd door de toegenomen dichtheid van de kruidlaag en wordt het microklimaat meer getemperd. Met andere woorden: er is een minder sterke instraling van de zon en er zijn kleinere temperatuurschommelingen. Dit heeft gevolgen voor de dieren die op de bodem of net onder het veenmosoppervlak leven, zoals spinnen, loopkevers en kortschildkevers (Van Duinen et al. 2008). Door de 'deken' van stikstofdepositie kan ook een afname van de oorspronkelijke ruimtelijke variatie optreden. Vergrassing zorgt voor een meer homogene vegetatiestructuur. Diersoorten die ruimtelijke variatie (terreinheterogeniteit) nodig hebben om in hun levensbehoeften te voorzien, komen daardoor in de problemen. Door de vermessing neemt de concentratie van opgeslagen voedingsstoffen (met name stikstof) toe in de planten. De beschikbaarheid van mineralen blijft echter gelijk; mogelijk is deze zelfs verminderd vanwege een versterkte uitspoeling door zure

neerslag. Voor plantenetende insecten kan dit grote gevolgen hebben. Doordat voedselrijker plantenmateriaal gemakkelijker wordt afgebroken dan voedselarmer materiaal, is ook de kwaliteit en afbraaksnelheid van het afgestorven plantenmateriaal veranderd. Dit heeft weer gevolgen voor de dieren die van dood plantenmateriaal leven. De veranderingen in vegetatiedichtheid, microklimaat en/of kwaliteit van het plantaardig materiaal hebben waarschijnlijk geleid tot de afname dan wel het verdwijnen van karakteristieke soorten, zoals Veenhooibeestje, Veenbesparelmoervlinder en Veenbesblauwtje (Van Swaay & Wallis de Vries 2001; Van Duinen et al. 2006b; 2011). Het areaal van het Veenhooibeestje is sterker gekrompen in gebieden met hogere stikstofdepositie (Wallis de Vries 2010).

4. Andere omstandigheden die de effecten van stikstofdepositie beïnvloeden

De groei van veenmossen en de beperkte afbraak van het gevormde dode organisch materiaal (plantenresten) zijn essentieel voor veenvorming en de noodzakelijke voortdurende nieuwvorming van de acrotelm, waarbij de wezenlijke acrotelmeigenschappen door een beperkt aantal veenmossoorten gerealiseerd kunnen worden. Tot deze zogenaamde sleutelsoorten behoren Wrattig veenmos (*S. papillosum*), Hoogveenveenmos (*S. magellanicum*) en Rood veenmos (*S. rubellum*) (Joosten 1995). Dat gebeurt alleen bij permanent hoge, slechts weinig schommelende grondwaterstanden. De groei van veenmossen is tevens bepalend voor de opname en vastlegging van stikstof door veenmossen. De groei van veenmossen wordt hoofdzakelijk gestuurd door de beschikbaarheid van water, licht en koolstof. De afbraak van organisch materiaal wordt hoofdzakelijk gestuurd door de beschikbaarheid van zuurstof (of alternatieve oxidatoren zoals nitraat en sulfaat onder zuurstofloze omstandigheden), de zuurgraad, de aard van het organisch materiaal en de nutriëntenconcentratie in de plantenresten. Verdroging en directe vermessing grijpen in op deze sturende processen. Ze leiden in hoofdlijnen tot veranderingen in de vegetatiesamenstelling en tot het verdwijnen van kenmerkende plantensoorten. Ook verandert de vegetatiestructuur. Deze wordt eenvormiger wat tot een vergroving in heterogeniteit leidt. Dat laatste heeft negatieve gevolgen voor diersoorten die afhankelijk zijn van fjnscalige heterogeniteit (Verberk et al. 2009). Hieronder zal dit verder worden uitgewerkt.

4.1 Verdroging

Ontwatering in de omgeving resulteert in een verlaging van het grondwaterpeil onder heideveentjes en onderbreking of vermindering van de toevoer van grondwater uit de (nabije) omgeving. Hoe geringer de dikte van het veenpakket (meer wegzijging) en hoe sterker de mate van humificatie van het veen (geringere bergingscapaciteit), des te groter bij identieke neerslag- en verdampingshoeveelheden de fluctuatie van de waterstand in het veen zal zijn en daardoor ook de fluctuatie in de vochtvoorziening van de veenmossen. Afname van de stabiliteit van de vochthuishouding leidt tot een verandering in de soortensamenstelling van de fauna die in en op de veenmostapilten leeft (o.a. kortschildkevers, loopkevers, spinnen en langpootmuggen) en kan tot afname of verdwijnen van kenmerkende soorten leiden (Schikora 2002; Van Duinen et al. 2008). Door lagere waterstanden en/of een sterkere fluctuatie van waterstanden kunnen (afhankelijk van de doorlatendheid van het veenpakket onder veenpoelen) permanente wateren veranderen in tijdelijke wateren en vallen tijdelijke wateren in droge perioden eerder droog. Voor

de ongewervelde waterfauna is het droogvalregime uiteraard een belangrijke sturende factor (Van Duinen et al. 2004b, 2008). Door verdroging kunnen meer tijdelijke poelen ontstaan, waarvan de waterhoudende periode te kort is voor de ontwikkeling van carnivore ongewervelden en alleen nog geschikt is voor ongewervelden met een snelle ontwikkeling, zoals steekmuggen. Voor vogels die foerageren in natte situaties in hoogvenen, zoals Watersnip (*Gallinago gallinago*), betekent afname van de oppervlakte van natte plekken een afname van de oppervlakte geschikt foerageergebied (Oosterveld 2006).

Verhoging van de pH of van het aandeel basen via het (lokale) grondwater in de veenbasis leidt via een lichte stimulatie van de veenafbraak tot een verhoogde beschikbaarheid van kooldioxide en methaan. Dat stimuleert de groei van de acrotelmvormende veenmossen boven het (rest)veenpakket. Door verlaging van het grondwaterpeil en onderbreking of vermindering van wateraanvoer en/of kwelstromen kan de buffering van de veenbasis afnemen. Dit kan grote gevolgen hebben voor de koolstofbeschikbaarheid in heideveentjes. Vooral de initiële fase van hoogveenvorming kan afhankelijk zijn van de toestroom van CO₂-rijk of gebufferd grondwater (Verschoor et al. 2003, Tomassen et al. 2003b; Tomassen et al. 2011). In deze initiële fasen zorgt het verminderen of wegvallen van lokale grondwaterstromen als gevolg van verdroging voor belemmeringen dan wel het stoppen van de hoogveenontwikkeling.

Verdroging zorgt ook voor een toename van de afbraak- en mineralisatiesnelheid van het veen, waardoor de beschikbaarheid van nutriënten toeneemt (Tomassen et al. 2003b; Van Duinen et al. 2006a). Onder deze droge(re) omstandigheden vinden allerlei oxidatieprocessen plaats, waarbij zuur wordt geproduceerd. In ons land gaat het onder andere om de oxidatie van gereduceerde zwavelverbindingen die als gevolg van de jarenlange hoge zwaveldepositie zijn geaccumuleerd in het veen. Onder zeer zure omstandigheden neemt uiteindelijk de afbraak en mineralisatie van het veen weer af (Tomassen et al. 2004).

De gevolgen voor de fauna van toename van afbraak en mineralisatie van de bovenste laag van het veenpakket en recenter gevormd plantenmateriaal door verdroging zijn gelijk aan de gevolgen van vermessing die zijn beschreven in paragraaf 3.2: verandering van de waardplantenkwaliteit voor herbivoren, zuurstoftekorten en verruiging van de vegetatie. Een indirect gevolg van verdroging is een afname van de veenmosgroei, waardoor ook de opname en vastlegging van stikstof afneemt. De beschikbaarheid van stikstof voor vaatplanten neemt hierdoor toe en daarmee ook de bedekking door ongewenste soorten als Pijpenstrootje (*Molinia caerulea*) en Berk (*Betula*). Deze verruiging van de vegetatie leidt tot een toename van de interceptie van regenwater en daarmee tot een verdere verlaging van de waterstand. Daarnaast neemt de verdamping door de vegetatie toe bij een toename van de berkendichtheid (Limpens 2011).

Omgekeerd geldt dat onder gunstige omstandigheden – hoge stabiele waterstanden en een hoge koolstofbeschikbaarheid – de negatieve effecten van stikstof gemitigeerd kunnen worden. Veenmossen kunnen onder optimale groeicondities veel stikstof vastleggen waardoor de beschikbaarheid van stikstof voor vaatplanten laag gehouden kan worden (Tomassen et al. 2003a). Dit effect treedt op bij een stikstofdepositie tot maximaal 15–20 kg N ha⁻¹ jaar⁻¹, waar verdroging leidt tot het verminderen of wegvallen van de invloed van gebufferd grondwater, heeft dit directe gevolgen voor de soorten die afhankelijk zijn van terreincondities die bepaald worden door het gebufferde grondwater. Daarbij gaat het om de terreincondities en planten- en diersoorten die in intacte hoogveenlandschappen voorkomen in de gradiënt van de zure, mineraalarme hoogveenkern naar de meer gebufferde, mineraalrijkere omgeving. Voorbeelden van deze soorten zijn: Gevlekte glanslibel (*Somatochlora flavomaculata*), Hoogveenglanslibel

(*Somatoclora arctica*), Speerwaterjuffer (*Coenagrion hastulatum*) en de kokerjuffer *Hagenella clathrata* (Van Kleef 2010, Van Duinen et al. 2011).

4.2. Directe vermessing

Directe vermessing kan optreden als gevolg van toestroming van grondwater dat belast is met meststoffen (voornamelijk nitraat) uit aangrenzende landbouwgronden.

Door de kleinschaligheid van heideveentjes en de intensieve relatie met de omgeving (lokale grondwaterstroming) kan vermessing door geëutrofiëerd grondwater een grote rol spelen. Naast de direct bemestende effecten van nitraat, kan het onder zuurstofloze omstandigheden de rol van zuurstof overnemen. Daarmee wordt de afbraak van het veen gestimuleerd, waarbij nutriënten versneld worden gemobiliseerd (Smolders & Brouwer 2005; Lamers et al. 2010). De uitspoeling van fosfaat vanuit landbouwgronden is over het algemeen zeer laag (Smolders et al. 2006), maar kan lokaal zorgen voor vermessing met fosfaat (voornamelijk via het oppervlaktewater).

4.3 (Ver)bos(sing) rond heideveentjes

Bos(opslag) rond heideveentjes zorgt voor extra invang van stikstof vanwege de grotere ruwheid en heterogeniteit van het oppervlak (Houdijk 1990; Van Dobben et al. 2012). Het gaat hierbij niet alleen om de grotere directe invang van stikstof door bos(opslag), ook kan stikstof (vnl. nitraat) indirect via het grondwater uit de omringende hogere zandruggen naar een heideveentje stromen. Afhankelijk van de bodemsamenstelling kan vanuit een inziggebied van vele honderden meters breed met nitraat verrijkt grondwater naar een heideveentje stromen (Brouwer et al. 2009). Dat kan resulteren in een verhoogde beschikbaarheid van stikstof voor berken en Pijpenstrootje (Limpens 2009). Het nitraatrijke grondwater kan daarnaast in de bodem zorgen voor de oxidatie van gereduceerde zwavelverbindingen (o.a. pyriet) waardoor het grondwater verrijkt wordt met sulfaat. Voor drijvende hoogveentjes is de toestroming van sulfaatrijk grondwater schadelijk doordat er dan geen of minder methaangas wordt geproduceerd in het veen (Smolders et al. 2002; Tomassen et al. 2003b). Dit methaangas zorgt voor het drijfvermogen van deze drijftillen (Tomassen et al. 2003b).

Ten slotte komt via de jaarlijkse bladval evenveel tot dubbel zo veel fosfor op het veenoppervlak terecht als via de neerslag (Limpens 2009). Ook stuifmeel – hier meestal afkomstig van naaldbomen en berken – is rijk aan fosfaat en draagt bij aan een grotere beschikbaarheid van fosfaat. Ten slotte zorgt be- en verbossing – vooral met donker naaldbout – van de omgeving van veentjes voor een hogere gewasverdamping (evapotranspiratie en interceptie; Buishands & Velds 1980) waardoor de opbolling van de grondwaterstanden in de omringende ruggen kan verminderen. Daardoor kan minder (met koolzuur aangerijkt) jong grondwater richting het heideveentje stromen, wat zorgt voor een minder stabiele grondwaterstand en minder gunstige omstandigheden voor het op gang brengen van de veenmosgroei (Verschoor et al. 2003; Tomassen et al. 2011).

4.4 Versnippering en achteruitgang van gradiënten

Door ontginning, bebossing, ontwatering en lokale turfwinning zijn de oorspronkelijk uitgestrekte heidelandschappen met heideveentjes vaak sterk versnipperd geraakt en verkleind. Er resteren slechts enkele uitgestrekte en samenhangende heidelandschappen met heideveentjes, vooral in Drenthe. In veel andere Natura 2000-gebieden gaat het om kleinere reservaten met verspreide heideveentjes. Hierdoor zijn in veel gebieden de natuurlijke gradiënten in zuurgraad en beschikbaarheid van nutriënten en mineralen en de daarvan afhankelijke planten- en

diersoorten verdwenen. De menselijke ingrepen hebben in verschillende gebieden geleid tot secundaire ontwikkeling van gradiënten of mozaïeken met milieucondities die ten dele overeenkomen met de condities in natuurlijke gradiënten (Van Kleef 2010; Van Duinen et al. 2011). Hierdoor konden een aantal soorten van natuurlijke gradiënten in het heidelandschap in sommige van de overgebleven hoogveenvennen overleven (Van Duinen et al. 2009). Verder betekent verkleining van gebieden en afname van de variatie in milieucondities binnen de gebieden (terreinheterogeniteit) een afname van mogelijkheden voor risicospreiding. Terreinheterogeniteit zorgt ervoor dat binnen een gebied bedreigingen zoals droogte, ziekte en predatiedruk niet tegelijkertijd of overal een even sterke druk uitoefenen en soorten binnen een gebied refugia hebben van waaruit de populatie zich kan herstellen (Verberk 2008). Populaties van zowel “gradiëntsoorten” als soorten van zure hoogvenen zijn door de verkleining van de heidelandschappen meestal afgenomen in aantallen individuen. Door het als leefgebied ongeschikt raken van de tussen de heiden met hoogveenvennen gelegen gebieden (landbouw, bos, bebouwing), zijn (deel)populaties van elkaar geïsoleerd geraakt. De overlevingskansen van kleinere en geïsoleerde populaties van soorten – zeker wanneer deze bedreigd worden door aantasting van hun leefgebied door N-depositie en/of verdroging– nemen door versnippering verder af (Schtickzelle et al. 2005 over populaties van Veenbesparelmoervlinder). Veel diersoorten hebben een beperkt verspreidingsvermogen en de afstand tot de dichtstbijzijnde populatie kan onoverbrugbaar groot zijn. Daarom is het behoud van bestaande populaties van deze soorten van groot belang; de kans op herkolonisatie is zeer gering (Van Duinen et al. 2007).

4.5 Voormalige zwaveldepositie en andere sulfaatbelasting

De effecten van voormalige zwaveldepositie en andere sulfaatbelasting in dit habitatype worden verder toegelicht in Intermezzo II van Deel I.

5. Maatregelen tegen de effecten van stikstofdepositie

5.1 Verwijderen berken

Voor het habitatype actief hoogveen is alleen het verwijderen van berken een geschikte maatregel tegen de effecten van stikstofdepositie. Door een hoge stikstofdepositie kunnen berken tot een ongewenste dominantie komen. In vergelijking tot veen zonder berken, neemt de verdamping toe bij berkenopslag (Limpens 2009; 2011). Alleen bij een hoge berkendichtheid neemt de verdamping af, maar dan is er sprake van een hoogveenbos (H91D0) en niet meer van actief hoogveen. Het verwijderen van berk in actieve hoogvenen leidt tot positieve effecten op de waterbalans door een netto afname van de evapotranspiratie (Limpens 2011). Of de effecten van berkendichtheid op de waterbalans leiden tot verschillen in grondwaterregime m.a.w. het meer of minder diep wegzakken van de waterstand in de zomer, hangt af van de positie in het watersysteem. Zo zal voor berken op drijftillen of op plekken met grote zijdelingse toestroming van water, het effect op de waterbalans niet weerspiegeld worden in lokale waterstandverschillen. Ook de invang van stikstofdepositie wordt beïnvloed door de opslag van berken. Door een toename van de structuur van de vegetatie neemt de totale ingevangen stikstofdepositie (nat + droog) toe, wat kan resulteren in een verhoogde beschikbaarheid van stikstof voor berken en Pijpenstrootje.

Ten slotte komt via de jaarlijkse bladval evenveel tot dubbel zo veel fosfor op het veenoppervlak terecht als via de neerslag (Limpens 2009). De relatief hoge nutriëntenbeschikbaarheid heeft in

combinatie met beschutting die de berken bieden tot gevolg dat mesotrafente veenmossoorten zoals Fraai veenmos (*Sphagnum fallax*) en Gewimperd veenmos (*S. fimbriatum*) ook bij lagere zomerwaterstanden (lager dan -20 cm) harder kunnen groeien dan bultvormende veenmossen zoals Hoogveenveenmos (*S. magellanicum*) en Wrattig veenmos (*S. papillosum*). Dit betekent dat plekken met bultvormende veenmossoorten in een terrein zoveel mogelijk vrij van berk gehouden dienen te worden. Dit geldt vooral voor de vestigingsfase: wanneer Hoogveenveenmos zich eenmaal gevestigd heeft, kan hij vrij lang stand houden (Limpens 2009).

Wanneer tot berkenverwijdering wordt besloten, kan dit het beste gebeuren in combinatie met extra hydrologische maatregelen zoals dempen van slootjes (voor zover nog aanwezig) en/of het kappen van grote oppervlakten tegelijk om (her)groeisnelheid te beperken (Limpens 2009).

Het afzagen, hakken of knippen (mits de boompjes niet te dik zijn) van berken lijkt de meest praktische methode, al is trekken van berk en beschadiging van wortels in het groeiseizoen efficiënter (wel risico op beschadiging veenmosondergroei). Bij afzagen is het beter de stam op wat grotere hoogte door te zagen: afzagen ter hoogte van de stobbe lijkt de vorming van nieuwe spruiten te bevorderen. Het is beter de berken niet te dik te laten worden; berken kunnen het best worden verwijderd bij een hoogte van ongeveer 2 m en/of een diameter van 3 cm (Limpens 2009). Praktijkervaring (mond. med. H. Joosten) leert dat na de eerste keer kappen van berken, het kappen het best kan worden herhaald volgens het tijdschema van 1, 2, 4 en 7 jaar. Na de eerste kap de lopen de meeste jonge berken opnieuw uit. Na een verwijdering van deze nieuwe opslag in het tweede jaar loopt slechts 10% opnieuw uit, die weer grotendeels in jaar 4 omgelegd kunnen worden. Eventueel resterende boomopslag kan in jaar 7 worden verwijderd. Dan is de populatie dood en moet zich nieuw uit zaad genereren, wat niet zo makkelijk is. Het verdient sterk de aanbeveling om de gekapte berken uit het gebied af te voeren om negatieve effecten op de veenmosvegetatie te voorkomen. De berken kunnen het best met de hand worden afgevoerd om insporing te voorkomen. Afvoer vanaf een verzamelpunt met zwaardere motorvoertuigen kan het best geschieden over rijplaten.

De nota Open Bos staat toe dat in een zone van circa 25 à 30 meter rondom een heideveentje bos verwijderd wordt als dat bijdraagt aan behoud dan wel herstel van een heideveentje (of een (zuur) ven). Het verwijderen van grotere oppervlakten (naald)bos kan wenselijk zijn, maar is vanwege de bepalingen in de Boswet niet altijd even eenvoudig. Het verwijderen van het bos geschiedt door zagen en het vervolgens afvoeren van al het hout; naaldbomen en oudere berken lopen na zagen niet of amper meer uit. Het uittrekken van de stobben na het zagen is eveneens een mogelijkheid, maar kan gepaard gaan met bodembeschadiging en in de nabijheid van het veentje met beschadiging van slecht doorlatende lagen. Om diezelfde reden wordt plagen in de nabijheid van veentjes dan ook ontraden, ook al bestaat de vegetatie vrijwel geheel uit (bultenvormende) Pijpenstrootje.

6. Maatregelen gericht op functioneel herstel

In verdroogde situaties draagt herstel van de waterhuishouding vrijwel altijd bij aan het behouden of verbeteren van de kwaliteit van actieve hoogvenen (Van Tooren et al. 2010). Onder de huidige veel te hoge stikstofdepositieniveaus draagt het tevens bij tot het beperken van de negatieve effecten hiervan. Tot de maatregelen die gericht zijn op functioneel herstel van actieve

hoogvenen behoren antiverdrogingsmaatregelen ten behoeve van herstel en uitbreiding van de acrotelm en maatregelen gericht op het herstel van variatie en gradiënten in heideveentjes.

Om variatie en gradiënten in het hoogveenlandschap en aangrenzende natte zandlandschap te herstellen zijn hydrologische maatregelen nodig in aangrenzende terreindelen (lokaal niveau) en op grotere afstand binnen het grotere hydrologische systeem (landschapsniveau). De te nemen maatregelen zijn meestal tevens noodzakelijk om verdroging binnen actieve hoogvenen te bestrijden (zie 6.1 Herstel van verdroging). Doordat de sturende processen in hoogvenen in de eerste plaats hydrologisch van aard zijn (zowel wat betreft kwantiteit als kwaliteit van het grondwater), komen de maatregelen voor herstel van de gevolgen van verdroging (zie 6.1) overeen met de maatregelen voor herstel van variatie in landschap en gradiënten. Voor de ontwikkeling van een bij het betreffende systeem passend pakket aan maatregelen is het raadzaam een landschapsecologische systeemanalyse (LESA; [Van der Molen et al. 2010](#)) uit te voeren.

Voor herstel van de hydrologie van heideveentjes kunnen zowel in de nabije omgeving als op grotere afstand hydrologische herstelmaatregelen worden genomen. In de nabije omgeving gaat het om maatregelen in heiden en bossen. Maatregelen op grotere afstand richten zich op herstel van het bovenlokale hydrologische systeem en dan vooral op het verhogen van de drainagebasis daarvan om de wegzijging uit het veenlichaam te verminderen en om de veenbasis langer contact te laten maken met het grondwater. Deze maatregelen leiden tot stabielere en hogere waterstanden die – indien voldoende hoog en stabiel – leiden tot de ontwikkeling van veenmossen, veenvorming en op termijn tot de uitbreiding van een functionele acrotelm, die het systeem minder kwetsbaar maakt voor droge weersomstandigheden. Herstel van grondwaterinvloed in de randen van heideveentjes zorgt voor het herstel van gradiënten (of mozaïeken) in het hoogveen- en nat zandlandschap, waarvan kenmerkende diersoorten van hoogvenen zoals Hoogveenglanslibel, Veenbesparelmoervlinder, Veenbesblauwtje afhankelijk zijn. Tot de maatregelen die genomen kunnen worden, behoren het kappen van bos, het dempen van sloten, het verhogen van beekpeilen en de inrichting van bufferzones. Bij vernatting moet gewaakt worden voor een te plotselinge stijging van het waterpeil, zodat plantensoorten en in het bijzonder diersoorten de kans krijgen te verplaatsen naar een hoger gelegen locatie. Bij een te plotselinge stijging bestaat het risico dat bijvoorbeeld rupsen verdrinken. Dit is voor het Veenhooibeestje reeds aangetoond ([Joy & Pullin 1997; 1999](#)) en er zijn aanwijzingen dat dit ook in Nederland tot het verdwijnen van populaties heeft geleid ([Van Swaay & Wallis de Vries 2001](#)).

6.1 Verwijderen van berken in de nabijheid van actief hoogveen

Het kappen van bos in aangrenzende terreindelen resulteert in een verlaging van de interceptie en verdamping van regenwater en daarmee tot een herstel of versterking van lokale grondwaterstromen. Voor heideveentjes zijn deze grondwaterstromen niet alleen van belang voor voldoende hoge waterstanden (lokale drainagebasis), maar ook voor de aanvoer van meer gebufferd en of kooldioxide rijkere grondwater, wat (indirect) de groei van veenmossen bevordert (zie o.a. [Tomassen et al. 2003b](#)). Voor een uitgebreide beschrijving zie paragraaf 5.

6.2 Dempen, stuwen, verleggen van watergangen

Via een verhoging van de regionale drainagebasis kan de wegzijging uit het veenpakket worden gereduceerd, zeker wanneer de veenpakketten een beperkte veendikte kennen (zie [Schouten et](#)

al. 2002). Wanneer het gebufferde grondwater tot in de veenbasis reikt, wordt niet alleen de wegzijging gereduceerd, maar kan het basenrijkere grondwater ook zorgen voor enige stimulering van de afbraak van het restveenpakket. Dat leidt tot een verhoogde beschikbaarheid van kooldioxide en methaan wat de groei van de acrotelmvormende veenmossen boven het (rest)veenpakket stimuleert.

6.3 Afdammen of dempen van sloten rond veencomplex

Op enige afstand van actief hoogveen kunnen nog sloten en greppels aanwezig zijn. Om het areaal actief hoogveen uit te breiden kunnen deze sloten of greppels worden afgedamd, maar beter is het ze te dempen. Binnen het actieve hoogveen zelf is het niet wenselijk maatregelen te nemen. De aanwezigheid van dit habitatype geeft aan dat de hydrologische condities ter plekke in orde zijn.

7. Maatregelen voor uitbreiding

Uitbreiding van heideveentjes (habitatype actief hoogveen, subtype B) is vrijwel alleen mogelijk in bossen. In veel zogenaamde heideontginningsbossen liggen ontwaterde hoogveentjes. Om deze veentjes te kunnen bebossen zijn ze tijdens de ontginning ontwaterd of op rabatten gezet. Het herstel van zulke ontwaterde, slechte bosgroeiplaatsen tot actieve groeiende veentjes is goed mogelijk wanneer de ontwateringsmiddelen en/of rabatstelsels worden gedempt nadat het bos is verwijderd. De effecten van combinaties van de genoemde maatregelen in paragraaf 5 en 6 zijn vaak positief voor uitbreiding van het areaal actief hoogveen in de nabijheid van al aanwezig actief hoogveen (zie o.a. [Everts et al. 2005](#); [Eysink & Jansen 2011](#)).

Ontwikkeling tot actieve heideveentjes vindt verder plaats door natuurlijke successie vanuit zure vennen (H3160) of vanuit vergraste venranden door plaggen of tijdelijke (druk)begrazing. Voorbeelden van geslaagd herstel na het verwijderen van bos bevinden zich op het Dwingelerveld ([Verschoor et al. 2003](#)). Na het nemen van antiverdrogingsmaatregelen en/of het terugdringen van bos ontwikkelden sterk gedegradeerde veentjes zich binnen tien jaar tot zure vennen met de eerste bultvormende soorten in de randen (landgoed Twickel (Overijssel, [Jansen et al. 2001](#); landgoed Ooster- en Westersand bij Uffelte (Drenthe; [Eysink & Jansen 2011](#))).

Er zijn nog geen actieve hoogvenen (heideveentjes) hersteld na het nemen van maatregelen op voormalige landbouwgronden. Desondanks zijn er enkele terreinen waar binnen 5–15 jaar na uitvoering van de herstelmaatregelen op voormalige landbouwgronden op aanzienlijke schaal herstel van veenmosgroei optreedt. Het gaat dan meestal om soorten van slenken (Waterveenmos, Geoord veenmos) of om meer minerotrafente soorten (Gewoon veenmos, Slank veenmos) die lage bultjes vormen. Hier is weliswaar nog geen sprake van actieve hoogvenen, maar de waargenomen ontwikkelingen geven aan dat er op langere termijn goede perspectieven zijn voor vestiging van bultvormende oligotrafente veenmossen (Wrattig veenmos; Hoogveenveenmos). Voorbeelden van zulke gebieden met dit habitatsubtype bevinden zich op landgoed Appel (Gelderse Vallei; pers. obs. A.J.M. Jansen).

8. Effectiviteit en duurzaamheid

De terreinbeheerders concluderen in hun evaluatie van hoogveenherstelmaatregelen dat de waterhuishouding en de stikstofdepositie de belangrijkste bepalende factoren zijn voor de toekomstige kwaliteit van onze hoogvenen (Van Tooren et al. 2010). Hoewel deze studie betrekking heeft op de grotere hoogveenrestanten, is er geen reden aan te nemen dat dit voor heideveentjes anders is. Dit wordt wat betreft de waterhuishouding ondersteund door de (goed gedocumenteerde) resultaten van herstelbeheer op het Dwingelerveld (Everts et al. 2005). Zonder het opheffen van verdroging en het benutten van de kansen van lokale of regionale kwelstromen is een herstel van complete heideveentjes niet mogelijk. Zulke antiverdrogingsmaatregelen leiden tot een duurzame verbetering van de waterhuishouding als sturende factor, zowel op landschaps- als op standplaatschaal (Eysink & Jansen 2011; Everts et al. 2005). Daarbij handelt het zowel om de vermindering van de oppervlakkige waterafstroom uit gebieden waar de waterstanden ten gevolge van oppervlaktedrainage te laag zijn, als ook – en uiteindelijk doorslaggevend – om de verhoging van de regionale grondwaterstand, zodat de wegzijging uit het doelgebied beperkt wordt. Verder blijkt hoogveenherstel gedeeltelijk op te treden bij hoge stikstofdepositie, maar bij hoge nutriëntenbeschikbaarheid blijkt herstel van het complete soortenspectrum van het hoogveenlandschap te zijn uitgesloten. Een hoge stikstofdepositie morrelt aan de pijlers van het hoogveensysteem: de extreem lage beschikbaarheid van stikstof (N), waaraan alle organismen uit hoogvenen zijn aangepast.

Desalniettemin is er nog een aanzienlijke verbetering van de kwaliteit van de hoogveensystemen mogelijk onder de huidige stikstofniveaus door het nemen van hydrologische herstelmaatregelen. Het verwijderen van boomopslag (zagen, hakken of knippen van berken en dennen) is een maatregel die tijdelijk tot betere hydrologische omstandigheden leidt. Omdat het verwijderen van opslag beschadiging van de veenmosvegetatie met zich meebrengt, is het van groot belang dat de stikstofdepositie wordt beperkt, zodat het verwijderen van opslag in de toekomst niet of bij uitzondering nodig zal zijn. Voor het realiseren van een compleet hoogveensysteem is uiteindelijk een niveau van stikstofdepositie rond de kritische depositiewaarde noodzakelijk.

Als het voortbestaan van specifieke locaties met het voorkomen van de zeldzame typische (zogenaamde “urgente”) soorten Lange zonnedauw (*Drosera anglica*), Veengaffeltandmos (*Dicranum bergeri*), Vijfrijig veenmos (*Sphagnum pulchrum*) en Veenbesparelmoervlinder (*Boloria aquilionaris*) in hun voortbestaan bedreigd worden, kan het noodzakelijk zijn om aanvullend op de hierboven genoemde maatregelen specifieke maatregelen te treffen (Klimkowska et al. 2011).

9. Overzichtstabel

Deze overzichtstabel is bedoeld als ondersteuning bij de te nemen maatregelen uit paragraaf 5 en 6 en dient slechts samen met de tekst te worden toegepast.

maatregel	type	doel	potentiële effectiviteit	randvoorwaarden / succesfactoren	vooronderzoek	herhaalbaarheid	responstijd	mate van bewijs
Berken en andere boomopslag verwijderen	H/U	Verbetering hydrologie	Matig	Berkenopslag niet te dicht laten worden; afvoeren alle hout; na kappen; hergroei kappen in de jaren 1, 2, 4, en 7.	Niet noodzakelijk	Zo lang als nodig	Even geduld	B
Kappen bos in nabijheid actief hoogveen	H/U	Verbetering hydrologie	Groot	CO ₂ -rijk grondwater	Niet noodzakelijk	Zo lang als nodig	Even geduld	V
Dempen, stuwen, verleggen van watergangen	H/U	Verhogen regionale drainagebasis	Groot	Niet in actief hoogveen zelf	Op standplaats	Nee	Direct	B
Afdammen rond veencomplex	H/U	Verbetering hydrologie	Groot*	Regionaal grondwater tot in de veenbasis	LESA	Nee	Even geduld	V/H

* Wanneer herstel van het grotere hydrologische systeem slechts in beperkte mate mogelijk is, is de potentiële effectiviteit ook matig.

Verklaring kolommen:

Maatregel: soort maatregel, corresponderend met informatie uit paragraaf 5 en 6

Type: H = herstelmaatregel, U = uitbreidingsmaatregel

Doel: beoogde effect van de maatregel (ten behoeve van behoud, herstel en/of uitbreiding)

Potentiële effectiviteit: klein/matig/groot. Effectiviteit van de maatregel (als regime) ten opzichte van andere maatregelen en gerelateerd aan het beoogde effect

Randvoorwaarden / succesfactoren: de belangrijkste randvoorwaarden en succesfactoren van de maatregel

Vooronderzoek: niet noodzakelijk, op standplaats (in het HT zelf of in de directe omgeving), LESA (LandschapsEcologische SysteemAnalyse: Van der Molen 2010).

Herhaalbaarheid: eenmalig (kan maar eenmalig worden uitgevoerd, bijv. dempen sloten); beperkte duur (bij intensivering gaan nadelen opwegen tegen voordelen) of zo lang als nodig (geen negatieve trade-off tussen intensiteit en effectiviteit. Kun je altijd mee doorgaan, geen negatieve gevolgen).

Responstijd: dit betreft het effect van de maatregel (regime): Direct (< 1 jr); Even geduld (1 tot 5 jr); Vertraagd (5 tot 10 jr); Lang (meer dan 10 jr).

Mate van bewijs:

B – Bewezen: de maatregel heeft onder de in de tekst gegeven voorwaarden (gebiedssituatie + manier van uitvoeren) met zekerheid het in de tekst beschreven positieve effect als hij in de praktijk wordt uitgevoerd. In de regel zal dat onderbouwd moeten zijn met (OBN-)literatuur, maar het kan eventueel ook met (nog niet eerder gepubliceerde) goed gedocumenteerde waarnemingen en o.a. OBN handleidingen.

V – Vuistregel: de maatregel kan onder de in de tekst gegeven voorwaarden (gebiedssituatie + manier van uitvoeren) in veel gevallen het in de tekst beschreven positieve effect hebben als hij in de praktijk wordt uitgevoerd, maar dat is niet zeker. Redenen voor de onzekerheid kunnen zijn dat uit monitoring is gebleken dat er ook (onverklaarde) mislukkingen zijn of dat de voorwaarden voor succesvol herstel nog niet goed bekend zijn.

H – Hypothese: door logisch nadenken is een maatregel geformuleerd die in de praktijk nog niet of nauwelijks is uitgetoetst, maar die in theorie effectief zou kunnen zijn. De aanleiding van de hypothese kan gelegen zijn in analogieën (de maatregel is een vuistregel of bewezen maatregel in een sterk verwant habitatype) of in processen waarvan we denken dat we ze goed begrijpen, maar die echter nog niet op praktijkschaal zijn getoetst.

10. Literatuur

- Buishand, T. A. & C. A. Velds 1980. Klimaat van Nederland 1: Neerslag en verdamping. Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut, De Bilt, pp. 66–67.
- Brouwer, E., H. van Kleef, H. van Dam, J. Loermans, G. Arts & D. Belgers 2009. Effectiviteit van herstelbeheer in vennen en duinplassen op de middellange termijn. Rapport 2009/dki 126–O, Directie Kennis en Innovatie, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Ede
- Bobbink, R. & J.P. Hettelingh (eds) 2011. Review and revision of empirical critical loads and dose–response relationships. Proceedings of an expert workshop, Noordwijkerhout, 23–25 June 2010. RIVM rapport 680359002, 244p.
- Dorland, E., A. van Loon, Y. Fujita, M. Jalink & G. Cirkel 2012. Kwantificering processen ten behoeve van herstelstrategieën Programmatische Aanpak Stikstof – Deel II. KWR 2012.020.
- Elser, J.J., W.F. Fagan, R.F. Denno, D.R. Dobberfuhl, A. Folarin, A. Huberty, S. Interlandi, S.S. Kilham, E. McCauley, K.L. Schulz, E.H. Sieman & R.W. Sterner 2000. Nutritional constraints in terrestrial and freshwater food webs. *Nature* 408: 578–580.
- Everts, F.H., G.J. Baaijens, A.P. Crootjans, N.P.J. de Vries & A. Verschoor 2005. Grootschalige landschappen en heidebeheer: Dwingelerveld. *De Levende Natuur* 106: 193–199.
- Eysink, A.T.W. & A.J.M. Jansen, 2011. Hoorns Veentje landgoed Ooster- en Westersand, veentje op eenzame hoogte. In: M.I. Kamphuis, A.J.M. Jansen & J. Bouwman; Natuurherstel, 20 jaar effectgerichte maatregelen, p. 45–52. KNNV Uitgeverij/Unie van Bosgroepen, Zeist.
- Higler, L.W.G. 2005. De Nederlandse kokerjufferlarven. KNNV-Uitgeverij, Utrecht.
- Houdijk, A.L.F.M. 1990. Effecten van zwavel- en stikstofdepositie op bos- en heidevegetaties. Rapport Katholieke Universiteit Nijmegen, 124 pp.
- Jansen, A.J.M., Von Asmuth, J., Bunnik, J & A.C. Zuidhoff, 2001. Vijf NB-wet-terreinen op het landgoed Twickel. Report KOA 01.049. Kiwa N.V., Nieuwegein.
- Joosten, J.H.J. 1995. Time to regenerate: long-term perspectives of raised bog regeneration with special emphasis on palaeoecological studies. In: Wheeler, B.D., Shaw, S.C., Fojt, W.J. and Robertson, R.A. (eds.), *Restoration of Temperate Wetlands*. pp. 379–404. J. Wiley and Sons, Chichester, UK.
- Joy, J & A.S. Pullin 1997. The effects of flooding on the survival and behaviour of overwintering large heath butterfly *Coenonympha tullia* larvae. *Biological Conservation* 82: 61–66.
- Joy, J & A.S. Pullin 1999. Field studies on flooding and survival of overwintering large heath butterfly *Coenonympha tullia* larvae on Fenn's and Whixall Mosses in Shropshire and Wrexham, U.K. *Ecol. Entomol.* 24: 426–431.
- Klimkowska, A., H. Keizer-Vlek, M. Wallis de Vries, R.J. Bijlsma, A. Schotman & H. van Dobben 2011, in prep.. Urgente maatregelen tot behoud van bedreigde typische soorten en vegetatietypen van de Habitatrichtlijn. Alterra-rapport.
- Lamers, L.P.M., R. Bobbink & J.G.M. Roelofs 2000. Natural nitrogen filter fails in raised bogs. *Global Change Biology* 6: 583–586.
- Lamers, L. (red.), J. Sarneel, J. Geurts, M. Dionisio Pires, E. Remke, H. van Kleef, M. Christianen, L. Bakker, G. Mulderij, J. Schouwenaars, M. Klinge, N. Jaarsma, S. van der Wielen, M. Soons, J. Verhoeven, B. Ibelings, E. van Donk, W. Verberk, H. Esselink & J. Roelofs 2010. Onderzoek ten behoeve van het herstel en beheer van Nederlandse laagveenwateren. Eindrapportage 2006–2009 (Fase 2). Rapport DKI nr. 2010/dk134–O, Ministerie van LNV, Ede, 250 pp.
- Limpens, J. & F. Berendse 2003. How litter quality affects mass loss and N loss from decomposing Sphagnum. *Oikos* 103: 537–547.

- Limpens, J., F. Berendse & 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., J.T.A.G. Raymakers, J. Baar, F. Berendse & 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 & F. Berendse 2004. How P affects the impact of N deposition on Sphagnum and vascular plants in bogs. *Ecosystems* 7: 793–804.
- Limpens, J. 2009. De rol van de berk bij herstel en beheer van hoogveen. Gecombineerde resultaten van 'Vervolg OBN Hoogveenonderzoek' & 'Effecten van berkenopslag en dichtheid op hoogveenvegetaties behorende tot het natte zandlandschap'. Rapport DK nr. 2009/dk119–O, Ministerie van LNV, Ede, 40 pp.
- Limpens, J. 2011. Onderzoek ten behoeve van herstel en beheer van Nederlandse hoogvenen. Concept eindrapportage OBN Hoogveenonderzoek 2009–2010; –Verlenging onderzoek naar effecten van berkenopslag en dichtheid op hoogveenvegetaties behorende tot het natte zandlandschap–. Rapport Wageningen Universiteit in opdracht van het ministerie van LNV, 37 pp.
- Nijssen, M. & H. Siepel 2010. The characteristic fauna of drift sands. In: Fanta, J. & H. Siepel. *Inland drift sand landscapes*. KNNV–Uitgeverij, Driebergen, 255–278.
- Oosterveld, E.B. 2006. Betekenis van waterpeil en bemesting voor weidevogels. *De Levende Natuur* 107: 134–137.
- Runhaar, H., M.H. Jalink, H. Hunneman, J.P.M. Witte & S.M. Hennekens 2009. Ecologische vereisten habitattypen. KWR 09–018, 45 pp.
- Schikora, H.–B. 2002. Spinnen (Arachnida, Araneae) nord– und mitteleuropäischer Regenwassermoore entlang ökologischer und geographischer Gradienten. Proefschrift Universität Bremen.
- Schaminée, J.H.J., E.J. Weeda & V. Westhoff 1995. De Vegetatie van Nederland deel 2. Wateren, moerassen en natte heiden. Opulus press, Uppsala/Leiden.
- Schouten, M.G.C., J.G. Streefkerk, S. van der Schaaf & J.B. Ryan 2002. Chapter 8: General conclusions: Implications for management and restoration. In: Schouten, M.G.C. (Ed.): *Conservation and restoration of raised bogs – Geological, hydrological and ecological studies*, p. 210–217. Dúchas – The Heritage Service of the Department of the Environment and Local Government, Ireland; Staatsbosbeheer, the Netherlands; Geological Survey of Ireland; Dublin.
- Schtickzelle N., M.F. Wallis de Vries & M. Baguette 2005. Using surrogate data in population viability analysis: the case of the critically endangered cranberry fritillary butterfly. *Oikos* 109: 89–100.
- Siepel, H., H. Siebel, T. Verstrael, A. van den Burg & J. Vogels 2009. Herstel van lange termijn effecten van verzuring en vermesting in het droog zandlandschap. *De Levende Natuur* 110: 124–129.
- Smolders, A.J.P., H.B.M. Tomassen, L.P.M. Lamers, B.P. Lomans & J.G.M. Roelofs 2002. Peat bog formation by floating raft formation: the effects of groundwater and peat quality. *Journal of Applied Ecology* 39: 391–401.
- Smolders A.J.P., H.B.M. Tomassen, J. Limpens, G.A. van Duinen, S. van der Schaaf & J.G.M. Roelofs 2004. Perspectieven voor hoogveenherstel in Nederland. In: G.J. van Duinen, R. Bobbink, Ch. van Dam, H. Esselink, R. Hendriks, M. Klein, A. Kooijman, J. Roelofs & H. Siebel (red.). *Duurzaam natuurherstel voor behoud van biodiversiteit; 15 jaar herstelmaatregelen in het*

- kader van het Overlevingsplan Bos en Natuur. Rapport Expertisecentrum LNV nr. 2004/305, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Ede, pag. 71–108.
- Smolders, F. & E. Brouwer 2005. Baggerproblematiek Wormer- en Jisperveld: notitie naar aanleiding van aanvullend onderzoek naar de water- en poriewaterkwaliteit. Onderzoekcentrum B-WARE, Nijmegen.
- Smolders, A., E. Lucassen, H. Tomassen, L. Lamers & J. Roelofs 2006. De problematiek van fosfaat voor natuurbeheer. Vakblad Natuur Bos Landschap 3: 5–11.
- Tomassen, H.B.M., A.J.P. Smolders, L.P.M. Lamers & J.G.M. Roelofs 2003a. 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.J. van Duinen, S. van der Schaaf, J.G.M. Roelofs, F. Berendse, H. Esselink & G. van Wirdum 2003b. Onderzoek ten behoeve van herstel en beheer van Nederlandse hoogvenen. Eindrapportage 1998–2001. (Rapport EC-LNV nr. 2003/139). Expertisecentrum LNV, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij. Ede/Wageningen, 186 pp.
- Tomassen, H.B.M., A.J.P. Smolders, J. Limpens, L.P.M. Lamers & J.G.M. Roelofs 2004. Expansion of invasive species on ombrotrophic bogs: desiccation or high N deposition? *Journal of Applied Ecology* 41: 139–150.
- Tomassen, H.B.M., A.B. Grootjans & A.J.P. Smolders 2011. Herstel van biodiversiteit en landschapsecologische relaties in het natte zandlandschap – Herkomst van CO₂ voor hoogveengroei en basenverzadiging in hoogveentjes. Eindrapport deel 3. Rapport nr. 2011/OBN147-3-NZ, Directie Kennis en Innovatie, Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie, Den Haag.
- Van der Molen, P.C., G. Baaijens, A.P. Grootjans & A.J.M. Jansen 2010. Landschapsecologische Systemanalyse. Online rapport Regiebureau Natura 2000.
- Van Dobben, H.F., R. Bobbink, A. van Hinsberg & D. Bal 2012. Overzicht van kritische depositiewaarden voor stikstof, toegepast op habitattypen en leefgebieden van Natura 2000. Alterra-rapport, Wageningen.
- Van Duinen, G.A., A.M.T. Brock, J.T. Kuper, T.M.J. Peeters & H. Esselink 2004a. Do raised bog restoration measures rehabilitate aquatic fauna diversity? A comparative study between pristine, degraded, and rewetted raised bogs. In: Päivänen, J. (Ed.) *Wise use of peatlands. Proceedings of the 12th International Peat Congress, 6–11 June 2004 Tampere, Finland*. Pp. 399–405.
- Van Duinen, G.A., A.J. Dees & H. Esselink 2004b. Importance of permanent and temporary water bodies for aquatic beetles in the raised bog remnant Wierdense Veld. *Proceedings Experimental and Applied Entomology (NEV)* 15: 15–20.
- Van Duinen, G.A., T. Timm, A.J.P. Smolders, A.M.T. Brock, W.C.E.P. Verberk & H. Esselink 2006a. Differential response of aquatic oligochaete species to increased nutrient availability – a comparative study between Estonian and Dutch raised bogs. *Hydrobiologia* 564: 143–155.
- Van Duinen, G.A., F. Bink, H. Esselink, B. Roelevink & M. Wallis de Vries 2006b. Verslag Veenvlinderexcursie Denemarken en Duitsland, 4–8 juli 2005. Rapport Staatsbosbeheer, De Vlinderstichting, Stichting Bargerveen & Radboud Universiteit Nijmegen.
- Van Duinen, G.A., W.C.E.P. Verberk & H. Esselink 2007. Persistence and recolonisation determine success of bog restoration for aquatic invertebrates: a comment on Mazerolle et al. (2006). *Freshwater Biology* 52: 381–382.

- Van Duinen, G.A., A.J. Dees & H. Esselink 2008. Engbertsdijkerven: Effecten van hervernatting hoogveenkern op ongewervelde fauna, 2006–2008. Eindrapportage. Rapport Stichting Bargerveen, Nijmegen. 33 pp.
- Van Duinen, G.A., E. Brouwer, A.J.M. Jansen, J.G.M. Roelofs & M.G.C. Schouten 2009. Van hoogveen- en venherstel naar herstel van een 'compleet' nat zandlandschap. *De Levende Natuur* 110: 118–123.
- Van Duinen, G.A., H.H. van Kleef, M.F. Wallis de Vries & A.B. van den Burg 2011. Herstel van biodiversiteit en landschapsecologische relaties in het natte zandlandschap. Betekenis van milieugradiënten en waardplantenkwaliteit voor herstel van de fauna van het natte zandlandschap. Deelrapport 4. Rapport nr. 2011/OBN147-4-NZ, Directie Kennis en Innovatie, Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie, Den Haag.
- Van Kleef, H.H. 2010. Managing moorland pool macroinvertebrates. Proefschrift Radboud Universiteit Nijmegen.
- Van Strien, A., A. Zuiderwijk, B. Daemen, I. Janssen & M. Straver 2007. Adder en Levendbarende hagedis hebben last van versnippering en verdroging. *De Levende Natuur* 108: 44–48.
- Van Swaay, C.A.M. & M.F. Wallis de Vries 2001. Beschermingsplan Veenvlinders 2001–2005. Rapport Directie Natuurbeheer nr. 52, Ministerie van LNV, 's Gravenhage.
- Van Tooren, B., de Hoop, E., van den Boom, B. Holtland, J., Nooren, M. van Tweel, L., van den Berg, A. & de Ronde, I. 2010. Evaluatie van het beheer van de hoogvenen van Natuurmonumenten, Staatsbosbeheer, Landschap Overijssel en Ministerie van Defensie. 's-Graveland.
- Verberk, W.C.E.P. 2008. Matching species to a changing landscape. Proefschrift Radboud Universiteit Nijmegen.
- Verberk, W.C.E.P., A.P. Grootjans & A.J.M. Jansen 2009. Natuurherstel: van standplaats naar landschap. *De Levende Natuur* 110: 105–110.
- Verschoor, A.J., G.J. Baaijens, F.H. Everts, A.P. Grootjans, W. Rooke, S. van der Schaaf & N.P.J. de Vries 2003. Hoogveenontwikkeling in veentjes en kleinschalige hoogveencomplexen op het Dwingelerveld; een landschapsbenadering. Deel 2: landschapontwikkeling en hydrologie. Rapport EC-LNV nr. 2003/227 O, Ede.
- Vogels, J., A.B. van den Burg, E.S. Remke & H. Siepel 2011. Effectgerichte maatregelen voor het herstel en beheer van faunagemeenschappen van heideterreinen – Evaluatie en ontwerp van bestaande en nieuwe herstelmaatregelen. Rapport Directie Kennis en Innovatie, Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie, Den Haag. (in druk).
- Wallis de Vries, M.F. 2010. Trends van dagvlinders in relatie tot stikstofdepositie. Rapport VS2010.16, De Vlinderstichting, Wageningen.