

6 Samenvatting en synthese: perspectieven voor hoogveenherstel in Nederland

Fons Smolders, Hilde Tomassen, Juul Limpens, Sake van der Schaaf & Gert-Jan van Duinen

6.1 Algemeen

De gebrekkige kennis over hoe in Nederland hoogvenen hersteld moeten worden waren voor de Directie Natuurbeheer van het ministerie van LNV en het EC-LNV aanleiding om in het kader van de regeling Overlevingsplan Bos & Natuur een subsidie beschikbaar te stellen voor onderzoek naar hoogveenherstel in Nederland. In eerste instantie is het preadvies samengesteld waarin de bestaande kennis bijeengebracht is en benodigd onderzoek geformuleerd is (Schouwenaars *et al.* 1997). Op basis van het preadvies zijn keuzes gemaakt waarbij uiteindelijk de meeste knellende kennislacunes geprioriteerd werden voor de eerste onderzoeksfase. Dit betekent dat niet alle vragen die voor het beheer en herstel van hoogvenen van belang kunnen zijn aan bod zijn gekomen. In deze eerste fase heeft nog erg de nadruk gelegen op het beheren en herstellen van de typische hoogveenvegetaties, omdat deze, zoals hierna zal worden uitgelegd, de basis vormen voor een goed functionerend hoogveensysteem.

We moeten ons echter wel realiseren dat de natuurwaarde van een intact hoogveensysteem meer behelst dan fraaie veenmostapijten. In een hoogveensysteem komen ook struwelen en bosjes voor en open wateren, vaak met invloed van enig gebufferd grondwater ('soaks'). Verder worden de randzones gekenmerkt door fraaie gradiëntsituaties ('lagg zones'). Vaak bevatten deze elementen van het hoogveensysteem zeer karakteristieke en zeldzame soorten. Met name voor de hoogveenfauna blijken deze elementen van groot belang te zijn. Bij het herstel van hoogveensystemen moet dit zeer nadrukkelijk in het oog worden gehouden.

Het is van groot belang om voorafgaand aan de herstelmaatregelen een goede diagnose te stellen op basis waarvan wordt bepaald waar hoogveenontwikkeling moet worden nagestreefd en waar het zinvoller is om juist een ander doeltype na te streven (bijvoorbeeld veenheide of berkenbroek). De OBN-regeling heeft tenslotte als doel om de biodiversiteit in Nederland te behouden en te herstellen. Wanneer in delen van het terrein zeldzame faunasoorten aanwezig zijn, zou vernatting kunnen leiden tot het verlies van deze soorten waardoor, hoewel met goede bedoelingen, de doelstellingen van OBN geweld worden aangedaan. Een verantwoorde diagnosestelling zal moeten leiden tot een beter gefundeerde keuze voor bepaalde beheers- of herstelstrategieën waarbij het herstel van hoogveenvormende vegetaties dus geen vanzelfsprekende keuze hoeft te zijn.

6.2 Herstel van acrotelmcondities

Een absolute voorwaarde voor het op gang komen van hoogveenvorming is het herstel van de juiste acrotelmcondities. De acrotelm bestaat uit de bovenste deels levende laag veen die doorgaans maximaal 0,5 m dik is. De acrotelm heeft de zelfregulerende hydrologische eigenschappen die een hoogveen tot een hoogveen maken. Het doorlaatvermogen van de acrotelm varieert met de grondwaterspiegel en neemt sterk af met een dalende grondwaterspiegel. Hierdoor neemt ook de laterale afvoer sterk af. Ook heeft een acrotelm in vergelijking met het sterker gehumificeerde veen dat eronder ligt (de catotelm) een hogere bergingscoëfficiënt, waardoor verdamping en afvoer minder effect hebben op de grondwaterspiegel. Daarnaast heeft een levend veenmosdek een regulerende invloed op de verdamping omdat de capillaire nalevering van water aanzienlijk vermindert wanneer het waterniveau in de acrotelm daalt. Niet alle veenmossoorten beschikken over de juiste eigenschappen om een dergelijk acrotelm te vormen. Joosten (1995) noemt met name *Sphagnum papillosum*, *S. magellanicum*, *S. imbricatum*, *S. fuscum* en *S. rubellum* als zogenaamde sleutelsoorten, wier dominantie als een 'conditio sine qua non' voor hoogveenherstel moet worden beschouwd. Een hoogveenherstelproject kan dus pas geslaagd worden genoemd als één of meer van deze soorten over grote oppervlakte tot dominantie zijn gekomen en acrotelmvormend groeit.

In het preadvies werden steeds het micro-, meso- en macroschaalniveau onderscheiden. Ingrepen kunnen op een verschillend schaalniveau effect hebben. Zo wordt het herstel van standplaatscondities voor hoogveensoorten of hoogveengemeenschappen gezien als een effect op microniveau. Uiteindelijk moet de ontwikkeling van een acrotelm over grotere oppervlakte leiden tot het ontstaan van de hydrologische zelfregulering die voor het functioneren van het hoogveensysteem zo van belang is. Hier hebben we het al duidelijk over het mesoniveau. Het onderzoek in de eerste fase was vooral gericht op het zoeken naar sturende factoren voor het creëren van de juiste standplaatscondities van de sleutelsoorten. Deze microschaalbenadering straalt automatisch uit naar de mesoschaal, op het moment dat de sleutelsoorten een acrotelm gaan vormen. Wanneer het hoogveensysteem eenmaal begint te functioneren gaat dit automatisch ook de omgeving van het hoogveen beïnvloeden. Zo kunnen aan de randen van het veen waar het zure voedselarme water uit het veen zich vermengt met voedselrijker, gebufferd water uit de omgeving gradiënten ontstaan (zogenaamde lagg-zones). Hier hebben we het al over het karakteristieke hoogveenlandschap en dus over het macroschaalniveau.

We hebben hierboven de schaalniveaus waarop de effecten van de maatregelen optreden beschouwd. We zien dat het bevorderen van effecten op microschaal uiteindelijk leidt tot effecten op macroschaal. Voor het bereiken van deze effecten op microschaal zullen wel vaak maatregelen op macroschaal nodig zijn. Daar in de meeste vergraven en verdroogde hoogveenrestanten nauwelijks veenmosgroei optreedt, zullen eerst de juiste voorwaarden voor de groei van veenmossen moeten worden geschapen. Dit betekent in de praktijk dat er vernattingsmaatregelen genomen moeten worden. Hierbij kan het wenselijk zijn maatregelen op regionale schaal (macroschaalniveau) te nemen, bijvoorbeeld om het regionale grondwater in de veenbasis te krijgen en zo de wegzijging te verminderden. Dit punt is onderwerp van onderzoek in de tweede fase.

6.3 Bergingseigenschappen

Stabiele waterstanden op of net onder maaiveld en met een zo gering mogelijke fluctuatie zijn optimaal voor de groei van veenmossen (zie hoofdstuk 3). Het verticale verloop van de substraateigenschappen blijkt van grote invloed te zijn op de relatie tussen het niveau en de fluctuatie van de grondwaterstand. Bij een diepere grondwaterstand staat het water in relatief sterk gehumificeerd veen. Dit veen heeft een lage bergingscoëfficiënt waardoor waterstandsfluctuaties relatief groot zijn. Als

bij een hoger waterpeil het water in het minder gehumificeerde veen aan het veenoppervlak staat (dit kan in een intact hoogveen de acrotelm zijn) worden de waterstandsfluctuaties klein doordat weinig gehumificeerd materiaal een hoge bergingscoëfficiënt heeft. Wanneer het water in het maaiveld staat en open water begint te ontstaan heeft de bergingscoëfficiënt de neiging steil toe te nemen bij een verder stijgend waterpeil (open water heeft een bergingscoëfficiënt van 1). De waterstand waarbij dit optreedt, zou het gewenste overloopeil zijn waarbij een plasdras situatie optreedt. Voor een doelmatige vernatting is het dus belangrijk om de relatie tussen de verandering van de bergingscoëfficiënt en het waterpeil goed te kennen. Men moet zich hierbij realiseren dat na vernatten de bergingseigenschappen van de toplaag van het veen of zelfs de hoogteligging van het maaiveld geleidelijk kunnen veranderen waardoor het wenselijk kan zijn het waterpeil na verloop van tijd aan te passen.

Uit het hydrologische onderzoek is gebleken dat dit verband goed kan worden afgeleid uit synchrone waarnemingsreeksen van grondwaterstanden en neerslag, mits het maximale waarnemingsinterval niet meer dan enkele uren bedraagt. Op grond van dit soort metingen kunnen gewenste overloopeilen beter worden vastgesteld dan tot nu toe het geval is met de gebruikelijke 14-daagse metingen. Dit betekent in de praktijk echter wel dat er geheel of gedeeltelijk moet worden overgestapt op geautomatiseerd waarnemen. Het verdient aanbeveling de haalbaarheid hiervan nader te onderzoeken.

6.4 Bepaling wegzijging of aanvoer van grondwater: de overloopmethode

Het is voor een doelmatige vernatting van een systeem belangrijk te weten of wegzijging en/of (oppervlakkige) aanvoer van water optreedt en zo ja, hoeveel. Bij het nemen van de vernattingsmaatregelen kan dan met deze posten op de waterbalans rekening worden gehouden. Vaak is het echter lastig om deze posten uit de hydrologische data af te leiden. De overloopmethode is ontwikkeld om deze met een geringere foutenmarge te kunnen bepalen. Door uit te gaan van de afvoerloze periode van een geïsoleerd compartiment of hoogveentje kan worden nagegaan of er netto waterverlies of aanvoer van grondwater optreedt. Wanneer de waterbalans sluitend is moet in deze afvoerloze periode de totale hoeveelheid neerslag die valt worden gecompenseerd door de verdamping. Uit de temporele variatie van de stijghoogte van het grondwater kan het overlooppniveau en vervolgens de lengte van de afvoerloze periode worden bepaald. De neerslag voor deze periode kan worden bepaald uit neerslagmetingen ter plekke terwijl voor de verdamping de referentieverdamping van het dichtstbijgelegen KNMI station kan worden gebruikt. Uiteindelijk kan zo een eenvoudige balans (Neerslag - Verdamping) voor de afvoerloze periode worden gemaakt waarbij een positieve balans duidt op een netto verlies van water (wegzijging) en een negatieve balans op netto aanvoer van water. Toepassing van deze methode laat bijvoorbeeld een netto aanvoer van water zien in de Reigerplas (een heideveentje in het Dwingelerveld) en een netto wegzijging voor het Harkeveen, die als een enclave in een diep ontwaterd landbouwgebied ligt.

6.5 Vernatten van witveen

In niet of nauwelijks vergraven hoogveenrestanten, waar in feite sprake is van een verdroging van de toplaag van het veen (Fochteloërveen, Meerstalblok, Tuspeel), vindt nauwelijks nog veenmosgroei plaats door te droge omstandigheden. Verder worden deze terreinen, door een combinatie van droogte en een hoge stikstofdepositie, vaak gedomineerd door Pijpenstrootje (*Molinia caerulea*), Berk (*Betula*) en heidesoorten (*Calluna vulgaris* en *Erica tetralix*). De resultaten van het onderzoek (hoofdstuk 3) laten zien dat vernatten tot een niveau waarbij het water in ieder geval gedurende grote delen van het jaar in of net boven het maaiveld staat,

leidt tot een zeer positieve ontwikkeling van de vegetatie. De bedekking door de heidesoorten en *Molinia* nemen sterk af terwijl de veenmossen en *Eriophorum* soorten zich sterk uitbreiden. *Eriophorum* pollen geven een goede beschutting van de veenmossen in de drogere zomerperiode en bovendien een structuur waar de veenmossen bij wat hogere waterstanden tegenop kunnen groeien (zogenaamde pollenbuffering). De mate waarin *Eriophorum* zich uitbreidt na vernatten blijkt onder andere af te hangen van de nutriëntenrijkdom van het systeem.

6.6 Drijftilvorming

Wanneer voornamelijk zwartveen aanwezig is ligt de situatie moeilijker dan bij witveen. Vaak worden grote delen van zwartveenrestanten geïnundeerd omdat de waterbergingscoëfficiënt van zwartveen erg laag is waardoor al snel te grote waterstandsfluctuaties optreden. Inundatie van zwartveenrestanten blijkt alleen tot een hoogveenverlanding te leiden wanneer er drijftillen ontstaan of wanneer er een sterke onderwatergroei optreedt van veenmossen. Drijftillen ontstaan met name wanneer er nog een toplaagje van weinig gehumificeerd veen aanwezig is (dit kan bijvoorbeeld de in het verleden teruggestorte bolster zijn). Dit weinig gehumificeerd veen kan loskomen van het zwartveen en een drijvende laag vormen waarop zich vervolgens veenmossen kunnen vestigen. Methaangas blijkt bij het ontstaan van deze drijftillen een belangrijke rol te spelen. Methaan wordt door methanogenen gevormd uit afbraakproducten die vrijkomen bij de anaërobe afbraak van organisch materiaal door fermenterende bacteriën (die met name acetaat en kooldioxide vormen). Dit betekent dat het veen nog voldoende "afbreekbaar" moet zijn. Dit impliceert dat er voldoende relatief jong, weinig gehumificeerd organisch materiaal aanwezig moet zijn.

Drijvend veen blijkt in tegenstelling tot niet drijvend (geïnundeerd) veen een hoge potentiële methaanproductie en een laag volume gewicht (soortelijke massa) te hebben. Verder is het over het algemeen rijker aan P en N en armer aan lignine en fenolen. Het hogere volume gewicht en de hogere lignine gehalten van het niet drijvende substraat duiden op een sterkere mate van humificatie. Ook de pH van het veenvocht blijkt de potentiële methaanproductie in belangrijke mate te beïnvloeden. Zure omstandigheden remmen de microbiële activiteit en daardoor hebben substraten met een hogere pH ook een hogere methaanproductie. De ratio tussen de pH van het uitknijpvocht en het volume gewicht van het veen blijkt goed te correleren met de potentiële methaanproductie. Beide eigenschappen zijn relatief eenvoudig te bepalen, zonder ingewikkelde chemische analyses. Een hoge ratio betekent een relatief hoge methaanproductie en een goede kans dat het veen komt opdrijven na inundatie. De pH van het veen kan sterk worden beïnvloed door de nabijheid van gebufferd grondwater. In veel veenrestanten is de resterende veenlaag nog maar erg dun en bevindt de veenbasis zich dus dicht aan het oppervlak. Indien gebufferd grondwater tot in de veenbasis reikt kan er zo een buffering van het veen optreden waardoor afbraakprocessen en dus de methaanproductie worden gestimuleerd. Dit is bijvoorbeeld het geval in het Korenburgerveen en het Haaksbergerveen. In het Haaksbergerveen heeft de bufferende invloed van het grondwater op een aantal plaatsen geleid tot een snelle ontwikkeling van drijftillen door het opdrijven van restveen na inundatie. Indien gebufferd grondwater in de veenbasis staat maar er geen geschikt (weinig gehumificeerd) veen meer aanwezig is zal, ondanks de gebufferde condities, er toch geen methaanproductie plaatsvinden.

Wanneer er zich drijftillen ontwikkelen bepaalt de structuur van het veen of de drijftillen permanent blijven drijven of dat ze in de winter zinken. De methaanproductie is een microbiële proces en dus sterk afhankelijk van de temperatuur. De methaanproductie zal in de zomer dan ook veel hoger zijn dan in de winter. Omdat methaan slecht in water oplosbaar is blijft het methaan in de vorm van methaanbelletjes hangen in het veen. Wanneer het substraat los van structuur is zal methaan relatief gemakkelijk ontsnappen. Daardoor daalt met name in de winter, de methaanconcentratie te sterk en verliest het substraat zijn drijfvermogen. Zodra er in

de loop van het voorjaar voldoende methaan is geaccumuleerd komt de drijftil weer omhoog.

6.7 Groei van submers (ondergedoken) *Sphagnum cuspidatum*

Wanneer de kans dat zich drijftillen ontwikkelen niet groot is, bijvoorbeeld omdat er geen geschikt substraat meer aanwezig is dat zou kunnen opdrijven, kan verlanding slechts plaatsvinden wanneer de waterlaag dichtgroeit met in het water groeiende veenmossen. Over het algemeen beperkt de groei van waterveenmossen zich in een dergelijk geval tot de (zeer) ondiep geïndeerde delen van het terrein. Dit komt omdat het water in veenrestanten bijna altijd dystroof is, dat wil zeggen gekleurd door humuszuren. Deze humuszuurkleuring verhindert dat voldoende licht diep in het water doordringt. In het gunstigste geval bedraagt de diepte waarop nog 5 % van het daglicht doordringt ruim een halve meter. Deze 5 % is bij benadering de minimale hoeveelheid licht die *Sphagnum* nodig heeft om te kunnen groeien. Dit betekent dat in water dat dieper is dan een halve meter veenmosgroei over het algemeen slecht verloopt. Daarnaast is onderwater groeiend veenmos voor zijn kooldioxidevoorziening volledig afhankelijk van bentisch kooldioxide. Dit betekent dat er voldoende CO₂ moet worden nageleverd uit de bodem, en er dus voldoende afbraak moet plaatsvinden. In geïndeerd sterk gehumificeerd zwartveen is ook de afbraak vaak zo gering dat de nalevering van CO₂ te laag is om een sterke *Sphagnum* groei mogelijk te maken.

We kunnen concluderen dat op geïndeerd zwartveen de omstandigheden vaak niet goed genoeg zijn om onderwatergroei van veenmossen mogelijk te maken. In verzurende of van nature zure vennen met een minerale bodem zien we vaak wel een zeer snelle groei van veenmossen, waardoor in korte tijd het ven compleet dicht kan groeien. Op de minerale bodem wordt het water nauwelijks gekleurd door humuszuren, waardoor licht niet beperkend is voor de veenmosgroei. Daarnaast worden vele vennen vanuit hun naaste omgeving (infiltratiegebied) gevoed met CO₂-rijk water, zodat in die gevallen CO₂ niet beperkend is. Veenmosgroei in dit soort vennen kan zelfs nog worden gestimuleerd door de omgeving van waaruit het water wordt toegevoerd licht te bekalken waardoor er meer kooldioxide oplost in het infiltrerende water. Soms vindt er zelfs veenmosontwikkeling plaats op minerale substraten waar kooldioxiderijk water uittreedt. Dit is bijvoorbeeld het geval in het Verbrande Bos bij Staverden. Ook ondiepe poelen in intacte hoogvenen hebben de neiging snel dicht te groeien met *Sphagnum cuspidatum*. Dit komt omdat hier veel kooldioxide uit het omringende veen wordt aangevoerd. Aanvoer van kooldioxide kan ook verantwoordelijk zijn voor de ontwikkeling van veenmossen in terreindelen binnen een groter hoogveenrestant. Door microreliëf in het terrein kan het voorkomen dat er oppervlakkige stroming van water plaatsvindt waardoor in bepaalde delen van het terrein aanrijking met kooldioxide plaatsvindt. Het is belangrijk bij eventueel te nemen maatregelen hier rekening mee te houden zodat deze in een dergelijk geval niet leiden tot het wegvallen van de oppervlakkige waterstroming.

6.8 Plas-dras vernatting van zwartveen

Wanneer inundatie van restanten met voornamelijk zwartveen weinig perspectieven biedt voor het ontstaan van drijftillen en ook niet voor een uitbundige groei van ondergedoken veenmossen, dan blijkt plas-dras vernatting de beste optie te zijn. Om dit te kunnen bereiken zal een compartimentering van het terrein moeten plaatsvinden. In een deel van het terrein zal water moeten worden vastgehouden zodat van hieruit water kan worden ingelaten in de compartimenten waar een permanente plas-dras situatie wordt nagestreefd. Het hele systeem zal zo moeten worden ingericht dat niet alleen optimaal water kan worden vastgehouden maar ook

dat water snel kan worden afgevoerd wanneer het waterpeil te sterk stijgt. Het is belangrijk om snel met dergelijke systemen te experimenteren in het veld. Wellicht is het zinvol om voor plas-dras vernatting het terrein machinaal voor te bewerken met als doel de aanwezige vegetatie te verwijderen en het terrein enigszins te egaliseren.

Bij de plas-dras vernatting van zwartveen blijken veenmossoorten zich over het algemeen goed te kunnen uitbreiden. Met name sleutelsoorten als *Sphagnum magellanicum*, *Sphagnum papillosum* en *Sphagnum rubellum* blijken het erg goed te doen. Dit komt omdat bij plas-dras vernatting de veenmossen kooldioxide uit de atmosfeer kunnen opnemen. Weliswaar bereiken de veenmossen hierbij aanvankelijk niet zo'n sterke groei als het geval is wanneer ze ook bentisch CO₂ (kooldioxide dat wordt nageleverd uit de waterbodem) kunnen opnemen. De resultaten van een laboratoriumexperiment laten echter zien dat de veenmossen zich goed kunnen uitbreiden en dat er na verloop van tijd zelfs een begin van bultvorming optreedt. Het is ook gebleken dat tijdelijke droogte en/of tijdelijke inundatie door alle veenmossoorten wordt doorstaan en de ontwikkeling van de veenmosvegetatie op de langere termijn niet hoeft te schaden.

6.9 Introductie van "sleutelsoorten"?

In restanten waar zwartveen dominant is zullen de sleutelsoorten (*S. magellanicum*, *S. papillosum* en *S. rubellum*) doorgaans nog maar zeer sporadisch aanwezig zijn. Uit de experimenten is duidelijk gebleken dat de gebrekkige vestiging en uitbreiding binnen de terreinen vaak de belangrijkste reden is voor de afwezigheid van deze soorten. Uit de literatuur is bekend dat een hoge N-depositie de vestiging van *S. magellanicum* negatief kan beïnvloeden. Uit introductie-experimenten is verder gebleken dat de gebrekkige vestiging en uitbreiding binnen de terreinen de belangrijkste redenen zijn voor de lage abundantie van sleutelsoorten. Introductie of verspreiding van sleutelsoorten zal dan ook vaak gewenst zijn om een hoogveenherstelproject te kunnen laten slagen. Het doel is tenslotte om juist deze sleutelsoorten tot dominantie te laten komen. De experimenten laten zien dat introductie van de soorten (als plukjes of als grotere plaggen) in nagenoeg alle gevallen leidt tot een goede vestiging en sterke uitbreiding van de soorten. Uit paleobiologisch onderzoek is gebleken dat spontane vestiging van deze soorten honderden jaren kan duren (Joosten 1995). Het is gezien de grote kosten en inspanningen die met hoogveenherstelprojecten gemoeid zijn uiteraard niet verdedigbaar om zo lang te wachten.

Er zijn vele locaties waar hoogveenherstel heeft geresulteerd in de ontwikkeling van veenmostapigten die gedomineerd worden door *Sphagnum cuspidatum* en/of *S. recurvum*. Een van de onderzoeksvragen was of de stagnatie van deze vegetaties te wijten was aan de hoge atmosferische stikstofdepositie. *Sphagnum recurvum* blijkt het bij een combinatie van hoge N en P concentraties beter te doen dan de overige *Sphagnum* soorten. Daar de Nederlandse hoogvenen relatief rijk zijn aan N en P doet *S. recurvum* het hier dan ook relatief goed. Doordat *S. recurvum* ook nog eens snel afbreekt houdt de soort bovendien zijn eigen voedselrijke sub-milieu in stand, en zullen de sleutelsoorten het relatief moeilijk hebben zich in een uitbreidende *S. recurvum* vegetatie te vestigen. Toch kunnen we uit de experimenten concluderen dat het gebrek aan vestiging van sleutelsoorten uiteindelijk de voornaamste oorzaak is voor de stagnatie van vele hoogvenen in het *S. cuspidatum* en/of *S. recurvum* stadium. Introductie van de sleutelsoorten in deze vegetaties kan de successie van deze soorten richting hoogveen dan ook aanzienlijk versnellen. Introductie-experimenten op grotere schaal in het veld met deze soorten zijn dringend gewenst en zullen in de tweede fase van het onderzoek worden uitgevoerd.

6.10 Introductie van substraat

Op zwartveenlocaties die ten gevolge van de topografie van het terrein permanent geïnundeerd blijven en waar (dientengevolge) de perspectieven voor hoogveenontwikkeling niet erg goed zijn kan worden overwogen om organisch materiaal uit de toplaag van hoogveen- of uit veenheidegebieden te introduceren. Experimenten laten zien dat in combinatie met een lichte bekalking dit materiaal gemakkelijk komt opdrijven. Deze bekalking is slechts eenmalig nodig om de pH op te krikken naar ongeveer pH 5 en zo de methaanproductie op gang te brengen. Omdat methaanproductie een zuurconsumerend proces is zal de pH wanneer de methaanproductie eenmaal op gang is gekomen niet meer dalen. Op deze manier zouden twee vliegen in één klap kunnen worden geslagen omdat plagsel dat bij het plaggen van terreinen vrijkomt meteen een goede bestemming vindt. Het zal wel van belang zijn om zo snel mogelijk nadat het substraat komt opdrijven veenmossen op de drijftillen te introduceren. Drijftillen blijven drijven bij de gratie van de aanwezigheid van organisch materiaal dat nog afbreekbaar is en zo methaangas kan opleveren. Op de langere termijn zal dit afbreekbare organische materiaal moeten worden geleverd door afgestorven resten van *Sphagnum* of eventueel andere plantensoorten die op de drijftil gaan groeien. Het verdient aanbeveling het materiaal te screenen voor introductie. Wanneer het materiaal te rijk is aan voedingsstoffen bestaat de kans dat de drijftil snel dichtgroeit met soorten als Pijpenstrootje (*Molinia caerulea*) en Pitrus (*Juncus effusus*).

6.11 Effecten van hoge stikstofdepositie

De hoge stikstofdepositieniveaus in het verleden hebben geleid tot een sterke toename van vaatplanten in de Nederlandse hoogveenrestanten. De experimenten laten ook duidelijk zien dat de groei van de veenmossen niet meer door stikstof maar vaak door fosfor gelimiteerd wordt. Dit is in de veenmossen goed te meten aan de ophoping van vrije stikstofrijke aminozuren. Deze worden in planten gevormd wanneer meer stikstof binnenkomt dan er kan worden gemetaboliseerd. Als gevolg hiervan worden de veenmossen ook gevoelig voor infectie door de Veenmosgrauwkop schimmel (*Tephrocybe palustris*). Deze leidt tot een ontkleuring van het veenmos (witte vlekken) die goed in de vegetatie te herkennen zijn. Extra bemesting met P heft de P limitatie op en maakt de veenmossen ook minder gevoelig voor de schimmelinfectie.

Als gevolg van de hoge stikstofdepositie zijn de veenmossen niet meer in staat om alle stikstof op te nemen. Het zogenaamde veenmosfilter is verzadigd waardoor stikstof ophoopt in het veenvocht en beschikbaar komt voor hogere planten, die hier dan ook van profiteren. Met name de sterke dominantie van Pijpenstrootje (*Molinia caerulea*) en Berk (*Betula*) vormen voor de beheerders een belangrijk probleem. Deze soorten lijken het met name goed te doen bij minder stabiele waterstanden waarbij de grondwaterspiegel regelmatig dieper wegzakt. De hoge stikstofdepositie heeft niet alleen gevolgen voor verdroogde hoogveenrestanten maar ook voor natte systemen. In permanent natte systemen (stabiel hoge grondwaterspiegel) nemen soorten als Kleine veenbes (*Oxycoccus palustris*) en *Rhynchospora* (Snavelbies) zeer sterk toe bij een verhoogde stikstofdepositie. Veenmossen blijken positief beïnvloed te worden door een lichte mate van beschaduwning maar hebben sterk te lijden van een te sterke beschaduwning door hogere planten. Een sterke beschaduwning blijkt bij een hoge stikstofbelasting ook te leiden tot een toename van de groei van algen door de verminderde opname van stikstof door *Sphagnum*. Daarnaast hebben hogere planten door de interceptie van neerslag en een hogere verdamping ook een negatief effect op de waterhuishouding. Veenmosgroei wordt geremd wanneer de beschaduwning hoger wordt dan 50 %, hetgeen overeenkomt met een kruidlaagbedekking van ongeveer 70 %. Ook de afwezigheid van *Cladonia* soorten in Nederland kan worden toegeschreven aan de hoge stikstofdepositie. Uit experimenten in Ierland is gebleken

dat *Cladonia* zeer sterk achteruitgaat bij stikstofdepositieniveaus hoger dan 20 kg ha⁻¹ jaar⁻¹.

6.12 Aanvullend beheer

Ondertussen zijn de stikstofdepositie niveaus in Nederland sterk gedaald en deze zullen naar verwachting in de toekomst verder blijven afnemen. Dit betekent dat de kansen voor een succesvol herstel van hoogveenvegetaties in Nederland in de toekomst verder zullen verbeteren. Het kritische stikstofdepositieniveau ligt voor hoogveenvegetaties tussen de 5 en 10 kg ha⁻¹ jaar⁻¹. Voorlopig zitten we hier nog boven (40 kg ha⁻¹ jaar⁻¹ in Nederland) en hebben we bovendien nog te maken met de erfenis uit het verleden. Daarom zal zeker in de nabije toekomst, aanvullend beheer nodig blijven of op zijn minst wenselijk zijn, om de overmatige groei van vaatplanten te beperken. Dit zal zeker gelden voor de wat drogere terreinen. Het beheer zou erop gericht moeten zijn om de bedekking van de kruidlaag niet hoger te laten worden dan 70 %. Beheersexperimenten bij het Pikmeeuwenwater (De Hamert) laten zien dat éénmalig maaien of plaggen van de vegetatie reeds tot een sterke verbetering van de veenmosgroei kan leiden. Ook met begrazing zijn in veenheideterreinen (bijvoorbeeld 'de Witte') positieve resultaten bereikt. Het verdient wel aanbeveling deze werkzaamheden (met name plaggen) gefaseerd uit te voeren teneinde de negatieve effecten op de fauna zoveel mogelijk te beperken. Daarnaast heeft, zoals we reeds hebben gezien, ook een permanent hoge waterstand een gunstige invloed op hoogveenvegetaties, waarschijnlijk omdat hierdoor de mineralisatie relatief laag blijft.

6.13 Herstel en behoud van faunadiversiteit

Uit het onderzoek is gebleken dat de meeste wateren die door vernattingsmaatregelen zijn ontstaan, gekoloniseerd zijn door een aantal karakteristieke en zeldzame watermacrofaunasoorten. Met name wanneer de uitgangssituatie een grootschalige vervening betreft, zoals het Amsterdamseveld en Schoonebeekerveld, is de vestiging van deze soorten 100 % winst. Wateren die al lange tijd bestaan en niet aan (grootschalige) veranderingen onderhevig zijn geweest, blijken nog relatief veel karakteristieke hoogveensoorten en zeldzame soorten te herbergen. Een aanzienlijk aantal van de karakteristieke en zeldzame soorten is zelfs alleen aangetroffen in dit soort 'relict-wateren', zoals veenputjes in het Korenburgerveen, greppels van de boekweitbrandcultuur in het Meerstalblok en hoogveentjes in Dwingeloo en niet in (grootschalig) vernatte situaties. Ook 'relict-wateren' die wat vegetatie betreft niet erg waardevol lijken, blijken vaak relatief veel karakteristieke en (zeer) zeldzame soorten te kunnen herbergen.

De vernattingsmaatregelen hebben tot nu toe op de verschillende locaties in de verschillende terreinen een sterk overeenkomende faunasamenstelling opgeleverd. In de loop van jaren vindt vaak een lichte toename van het aantal zeldzame en karakteristieke soorten plaats, maar dit betreft toch een beperkt aantal soorten. Tot nu toe hebben de maatregelen in ieder geval nog niet geleid tot herstel van een compleet soortenspectrum van de hoogveenfauna. Met name grootschalige ingrepen hebben een nivellerende werking en kunnen ervoor zorgen dat populaties van zeldzame en karakteristieke soorten uit een terrein verdwijnen, doordat het habitat van deze soorten ongunstig wordt beïnvloed. Voor veel soorten verloopt (her-)kolonisatie moeizaam, zeker in de huidige situatie, waarin eventuele bronpopulaties vaak op relatief grote afstand liggen. In het herstelbeheer is het dus erg belangrijk dat maatregelen worden genomen, die ervoor zorgen dat populaties van de aanwezige karakteristieke en zeldzame soorten binnen de terreinen behouden blijven en mogelijk versterkt worden.

De verschillende hoogveensoorten stellen verschillende eisen aan hun habitat. Het onderzoek in meer intacte hoogvenen in Ierland en Estland laat zien dat zowel de

overgangszones tussen de hoogveenkern en andere landschapstypen, als de verschillende watertypen binnen de hoogveenkern van belang zijn. In het herstelbeheer is het dus van belang dat habitatvariatie op landschapsschaal behouden en hersteld wordt. Momenteel is in de hoogveenrestanten de variatie in standplaatstypen in een (onnatuurlijk) mozaïekpatroon gerangschikt als gevolg van het vroegere gebruik van hoogvenen. Het huidige voorkomen van faunasoorten is afhankelijk van deze variatie en dit mozaïekpatroon. Door de veranderingen in de hoogveenrestanten kunnen nu ook soorten voorkomen, die oorspronkelijk niet tot de karakteristieke hoogveenfauna behoren. Het oorspronkelijke habitat van een aantal van deze soorten is nu aangetast, waardoor zij momenteel van hoogveenrestanten afhankelijk zijn voor hun voortbestaan in Nederland. Ook vanwege deze situatie vraagt het behoud en herstel van karakteristieke en zeldzame faunasoorten een goed vooronderzoek en een goed doordachte fasering van herstelmaatregelen.

Zowel voor de aquatische als voor de terrestrische fauna geldt dat het vastleggen van de uitgangssituatie voorafgaand aan de uitvoering van maatregelen erg belangrijk is. Alleen dan kan bij maatregelen werkelijk rekening gehouden worden met het voorkomen van populaties van karakteristieke en zeldzame faunasoorten. Fasering van maatregelen en de schaal waarop ingrepen plaatsvinden, kan dan mede afgestemd worden op het voorkomen van faunasoorten en faunaontwikkelingen binnen het terrein. Nadat is vastgesteld dat belangrijke soorten zich in andere terreindelen gevestigd hebben als effect van herstelmaatregelen, kan overwogen worden ook maatregelen te nemen in een deel van het terrein waar nog relictpopulaties voorkomen. Naast het creëren van optimale condities voor bultvormende vegetaties, is het voor het behoud en herstel van faunadiversiteit dus essentieel dat ook andere elementen van een compleet hoogveensysteem aanwezig blijven en gecreëerd worden.

6.14 Aanbevelingen voor beheer/herstel

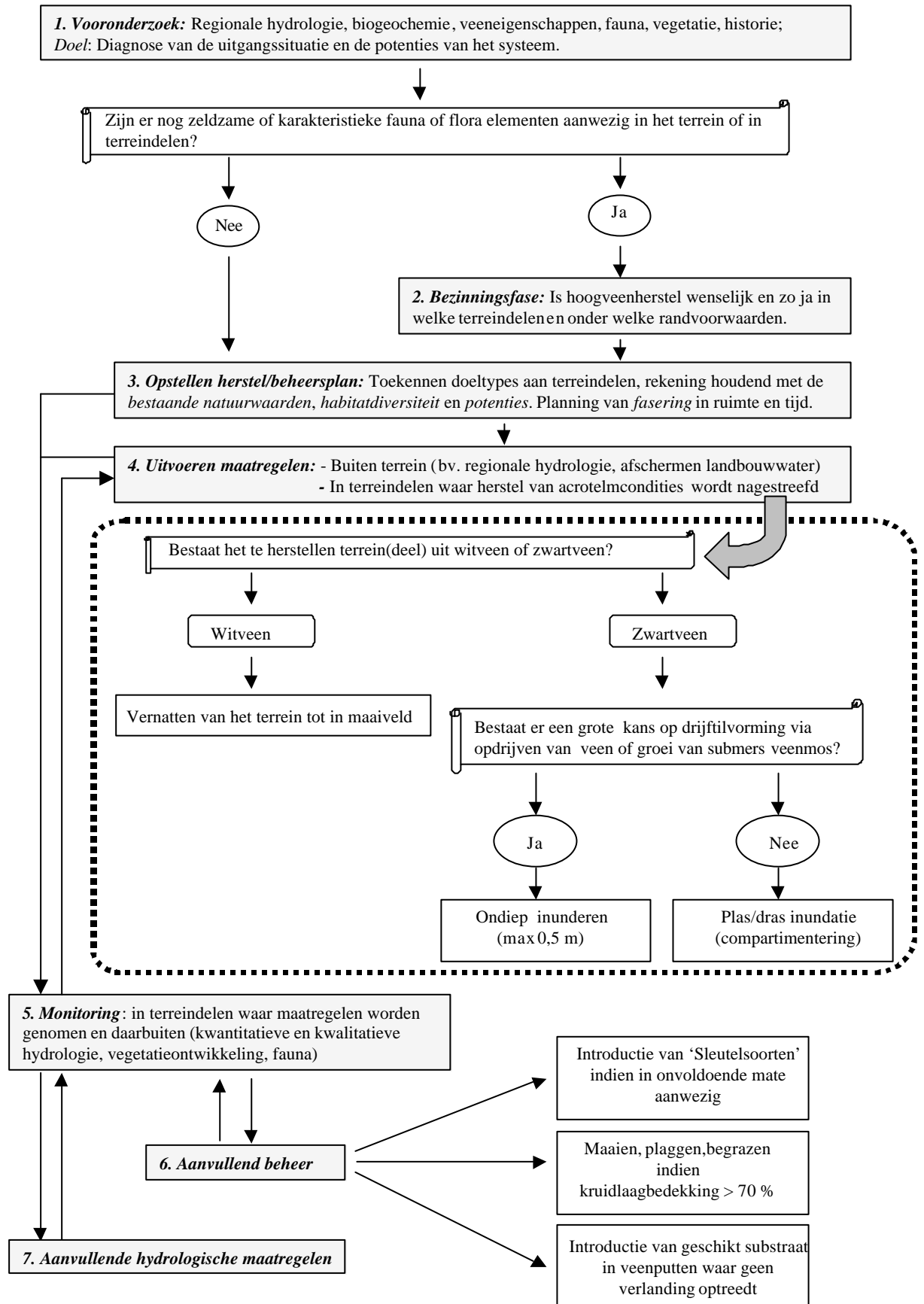
Op basis van de kennis die is opgedaan in de eerste fase van het onderzoek hebben we een soort van stappenplan opgesteld (Figuur 6.1). Het belangrijkste onderdeel van het herstelprogramma behelst het vooronderzoek. Dit vooronderzoek moet resulteren in een diagnose van de uitgangssituatie. Hierbij moet een uitgebreide en zo accuraat mogelijke beschrijving van de aanwezige vegetatietypen en faunaelementen worden gegeven. Daarnaast moet een nauwkeurige beschrijving van de hydrologie en met name de eventuele relatie tussen de regionale hydrologie en de hydrologie van het systeem worden gegeven. Vragen zoals: speelt wegzijging een belangrijke rol of is er aanvoer van (oppervlakkig afstromend) grondwater? en wat zijn de bergingseigenschappen van de nog aanwezige veenlagen? zijn belangrijk. Daarnaast zijn met name ook de eigenschappen van het nog aanwezige veen van belang om bijvoorbeeld te kunnen beoordelen of na eventuele inundatie drijftilvorming te verwachten valt. Daarnaast kan de nutriëntenrijkdom van de toplaag een indicatie geven van de te verwachten vegetatieontwikkeling, gegeven de huidige stikstofdepositieniveaus.

Op basis van het vooronderzoek kan een herstel/beheersplan worden opgesteld waarbij voor de verschillende terreindelen doeltypes worden toegekend rekening houdend met de potenties van deze terreindelen. Voor de terreindelen waar vervolgens de ontwikkeling van een acrotelm wordt nagestreefd zullen hier de adequate vernattingstrategieën worden uitgewerkt. Wanneer in het veld nog zeldzame of karakteristieke soorten voorkomen is het belangrijk om na het vooronderzoek een bezinningsfase in te lassen, waarin moet worden heroverwogen of hoogveenontwikkeling in het gebied wel wenselijk is in verband met de generale doelstelling om zeldzame soorten te beschermen. In deze bezinningsfase moet worden onderzocht in hoeverre eventuele maatregelen in het terrein het voortbestaan van deze soorten in gevaar zouden brengen en moeten randvoorwaarden worden geformuleerd die bij het opstellen van het herstel/beheersplan in acht moeten worden genomen om dit te voorkomen.

Nadat de vernattingsmaatregelen genomen zijn moet een monitoring worden uitgevoerd. De resultaten van de monitoring moeten regelmatig worden getoetst aan de doelstellingen zoals deze zijn geformuleerd in het herstel/beheersplan. Op basis van deze terugkoppeling kunnen nieuwe maatregelen worden genomen of aanvullend beheer plaatsvinden en aanvullende hydrologische maatregelen worden genomen. Ook de effecten van deze maatregelen worden vervolgens weer vastgelegd. Monitoring moet dus de basis vormen voor het vervolgbeheer na het treffen van de vernattingsmaatregelen. Bij de monitoring moeten niet alleen de terreindelen worden gevolgd waar herstel van acrotelmcondities wordt nagestreefd maar ook de overige terreindelen, om na te gaan in hoeverre de vernattingsmaatregelen overige terreindelen beïnvloeden.

6.15 Concrete aanbevelingen

1. In het verleden is vaak gekozen voor zeer grootschalige vernattingsmaatregelen, vaak zonder voldoende voorkennis over de mogelijke gevolgen voor de aanwezige fauna. In een aantal gevallen is hierdoor wellicht meer aan natuurwaarde verloren gegaan dan er gewonnen is. Bij het ontwerpen en formuleren van vernattingsmaatregelen moet dan ook veel meer rekening gehouden worden met faunacomponenten. Indien de kennis over de aanwezige fauna ontbreekt, zal deze eerst moeten worden vergaard door een grondige inventarisatie (vooronderzoek). Pas dan kan een gefaseerd plan van aanpak worden opgezet waarbij rekening kan worden gehouden met de aanwezige faunacomponenten.
2. Voor zwartveenrestanten zouden middels compartimentering delen van het terrein zo moeten worden ingericht dat over delen van het terrein permanente plas-dras situaties kunnen worden gecreëerd. Dit betekent dat delen van het terrein een waterbergingsfunctie moeten krijgen van waaruit in droge perioden water in het doelcompartiment kan worden ingelaten. Middels veldexperimenten moet de haalbaarheid van een dergelijke plas-dras vernatting worden vastgesteld.
3. Voor witveenrestanten kan worden volstaan met hervernatting tot in het maaiveld. Dit blijkt zeer positieve effecten te hebben op de vegetatieontwikkeling.
4. In de delen van het terrein waar acrotelm vorming wordt nagestreefd, maar waar de sleutelsoorten (*S. magellanicum*, *S. papillosum* en *S. rubellum*) niet aanwezig zijn, zou introductie van deze soorten overwogen moeten worden. De afwezigheid van deze soorten in de vegetaties staat een ontwikkeling richting hoogveen in de weg. Het gebrek aan natuurlijke verspreiding en vestiging van deze soorten is hiervan de reden en niet het abiotische milieu.
5. Bij een kruidlaagbedekking van meer dan 70 % is aanvullend beheer noodzakelijk om overmatige beschaduwning van veenmossen tegen te gaan. Maaien blijkt net als plagen zeer effectief te zijn en de uitbreiding van veenmossen te bevorderen. Dit aanvullende beheer zal waarschijnlijk nodig blijven zolang de stikstofdepositie nog boven de $10 \text{ kg ha}^{-1} \text{ jaar}^{-1}$ ligt.
6. Voor de hydrologische monitoring verdient het aanbeveling deels over te stappen op geautomatiseerde waarneming. Dit maakt het mogelijk om belangrijke hydrologische eigenschappen van het veen, zoals de bergingscapaciteit in afhankelijkheid van de diepte en waterverliezen naar de omgeving, in kaart te brengen.



Figuur 6.1: Stappenplan voor uitvoering van herstel- of beheersmaatregelen op basis van de resultaten verkregen in de eerste fase van het hoogveenonderzoek.