

In hoogveenrestanten wordt geprobeerd actieve veenvorming weer op gang te krijgen. Noodzakelijke randvoorwaarden daarbij zijn stabiele hoge waterstanden en een nieuwe veenmosrijke toplaag met een groot waterbergend vermogen, een zogenaamde acrotelm, boven op het oude verdroogde en compacte veen. Alleen bultvormende veenmossoorten kunnen een acrotelm vormen. In veel hoogveenrestanten zijn inmiddels de hydrologische omstandigheden verbeterd en hebben vooral slenkbewonende veenmossoorten zich sterk uitgebreid. Het herstel van de bultvormende veenmossen, en daarmee de vorming van een nieuwe acrotelm, treedt veelal niet op. Is met herintroductie de vestiging en uitbreiding van bultvormende veenmossen te stimuleren?



Het stimuleren van actieve veenvorming in hoogveenrestanten

— Hilde Tomassen (Onderzoekcentrum B-WARE), Juul Limpens (Wageningen University & Research), Jelmer Nijp (KWR Water B.V.) & Gert-Jan van Duinen (Stichting Bargerveen)

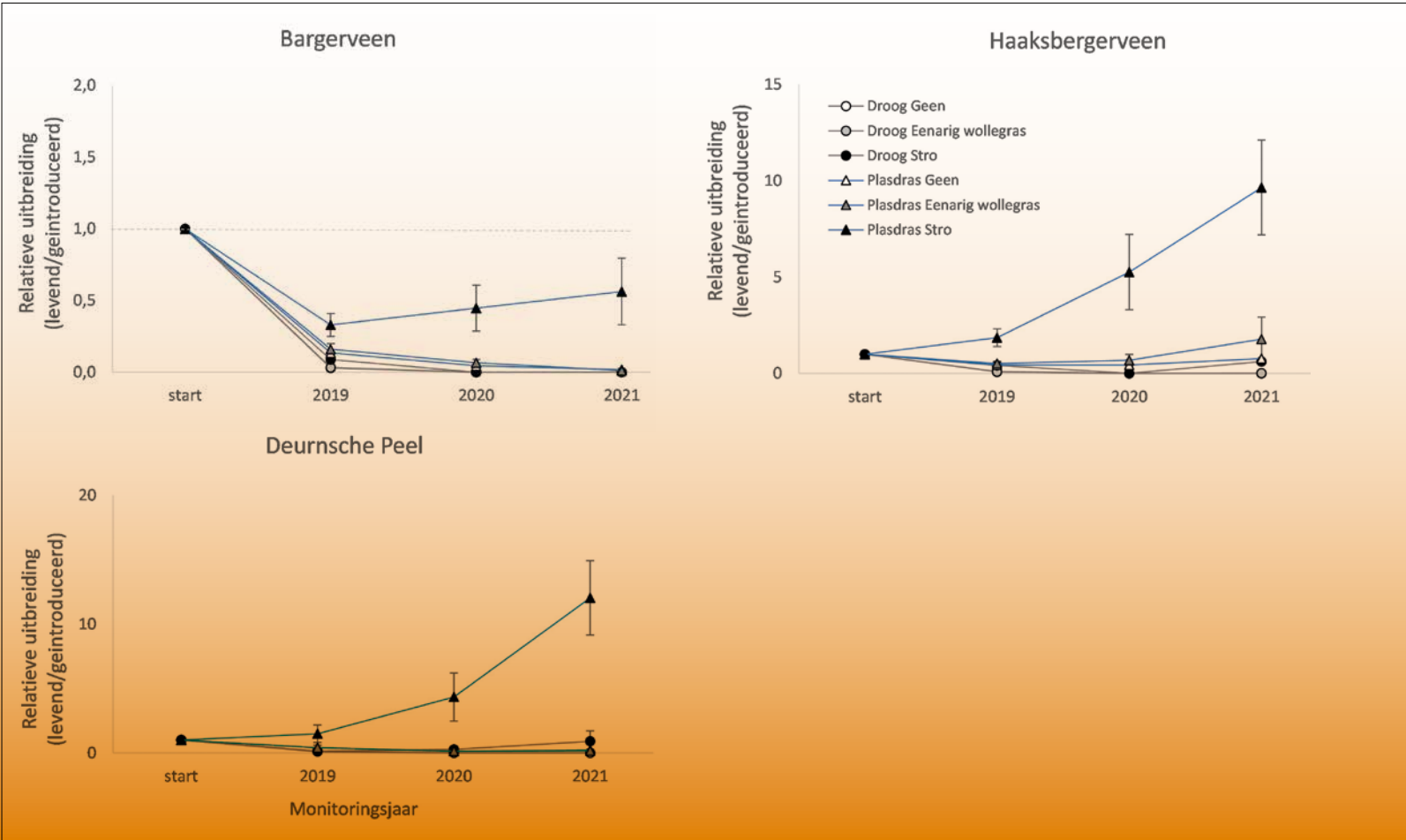
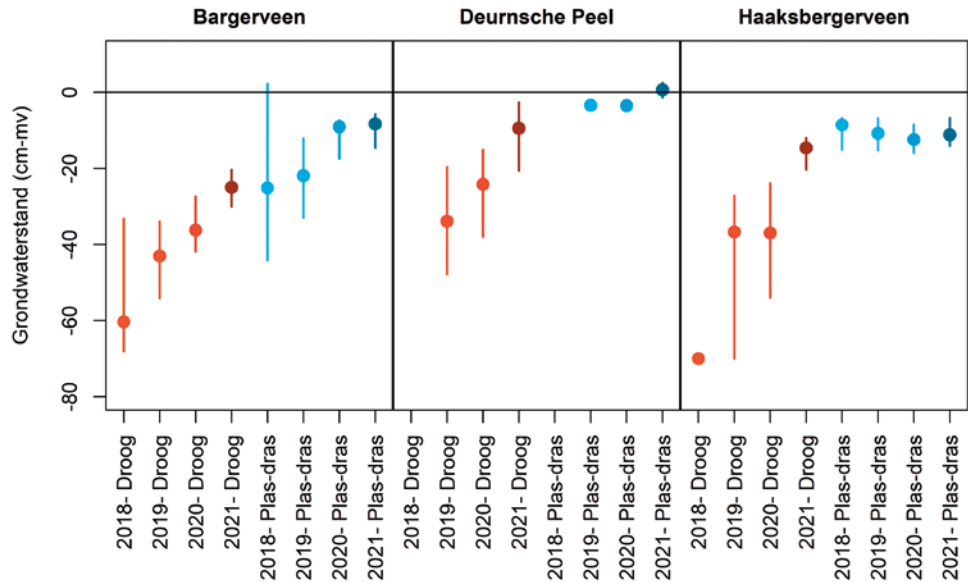
Het prioritaire habitattype Actieve hoogvenen (H7110) wordt gekenmerkt door actieve hoogveenvorming. Hoogvenen kennen een microreliëf van bulten en slenken. De bulten worden gevormd door bultvormende veenmossoorten, zoals wrattig veenmos en hoogveenveenmos. Zij zijn in staat om water vast te houden en boven de (grond)waterstand uit te groeien. Van bultvormers wordt het organisch materiaal langzaam afgebroken. In de slenken groeien soorten als waterveenmos, en in mindere mate fraai veenmos, die beperkt boven

de waterstand in het veen kunnen uitgroeien en in vergelijking met bultvormers beter worden afgebroken. Het herstel van een min of meer zelfregulerend hoogveenvormend systeem kan pas op gang komen als bultvormende veenmossen over grotere oppervlakten tot dominantie zijn gekomen en een nieuw veenpakket vormen met een grote bergingscapaciteit voor water. Deze ‘sponzige’ laag van levend en recent afgestorven veenmos (5-50 cm dik) met een stabiele waterhuishouding vormt de acrotelm. Een actief hoogveen onderscheidt zich van een aangetast

Foto 1. Impressie van het plas-dras experiment in het Haaksbergerveen in oktober 2019. In een deel van het experiment werd de waterstand hoog gehouden door de aanvoer van zuur oppervlaktewater via een pomp op zonne-energie. Wrattig veenmos werd in drie verschillende dichtheden (36, 72 en 156 planten per m²; opgebracht als fragmenten van 1 cm) geherintroduceerd zonder beschutting (controle, foto onder) en met beschutting via pollen van eenarig wollegras of afgedekt met stro.

→ **Figuur 1.** Grondwaterstanden (cm ten opzichte van maaiveld) voor controle zonder wateraanvoer (rood) en de plas-dras behandeling met wateraanvoer (blauw) voor de verschillende jaren (2018 t/m 2021) voor Bargerveen, Deurnsche Peel en Haaksbergerveen. De cirkels en lijnen geven de gemiddelde stand en de spreiding weer (25^{ste} en 75^{ste} percentiel, waarbinnen 50 procent van de standen varieert). Stabiele ondiepe grondwaterstanden rond het maaiveld zijn belangrijk voor de uitbreiding van veenmossen.

↓ **Figuur 2.** Relatieve uitbreiding (ten opzichte van de uitgangssituatie) van bultvormende veenmossen op zwartveen bij natuurlijke waterstanden (droog) en gecontroleerde waterstanden (plas-dras). De uitbreiding is het hoogst in proefvlakken met beschutting door stro en aanvoer van water (blauwe lijn: zwarte driehoeken). Een waarde groter dan één geeft aan dat er uitbreiding is opgetreden.



hoogveen (habitattype Herstellende hoogvenen; H7120) door de aanwezigheid van een acrotelm.

Experimenteel veldonderzoek

Om te onderzoeken of via herintroductie van bultvormende veenmossoorten de ontwikkeling van een nieuwe acrotelm gestimuleerd kan worden, werden tussen 2017 en 2021 twee onderzoeksprojecten gefinancierd vanuit Kennisnetwerk Ontwikkeling en Beheer Natuurkwaliteit (OBN) en de provincie Noord-Brabant, uitgevoerd in het Bargerveen, Haaksbergerveen en de Deurnsche

Peel en Mariapeel. Bij het veldonderzoek werden twee uitgangssituaties onderscheiden: 1) een kale (zwart)veenbodem en 2) een veenmosvegetatie met slenksoorten. Bij een kale veenbodem vormen te diep wegzakkende grondwaterstanden doorgaans een knelpunt voor de vestiging en groei van veenmos. De vochthuishouding kan in zulke situaties worden verbeterd en gestuurd door 's zomers een plas-dras situatie in stand te houden en/of het microklimaat te 'bufferen' door beschutting van grasachtigen of het afdekken van geïntrodu-

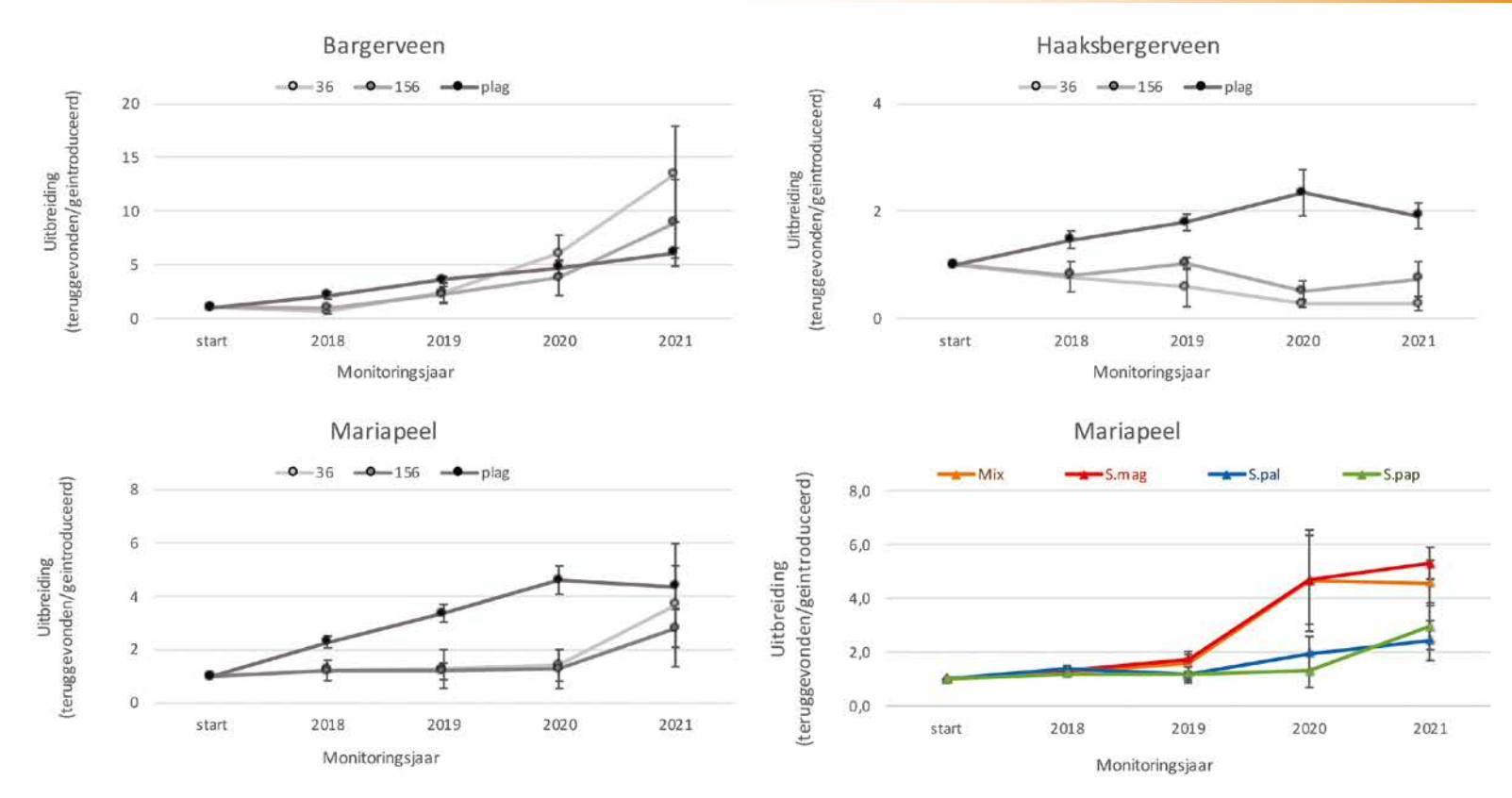
ceerde veenmossen met een laagje stro. Met deze buffering worden waterverliezen via verdamping beperkt. Wanneer de bultvormende veenmossen eenmaal een aaneengesloten tapijt hebben gevormd die in dikte toeneemt, kunnen de mossen hun eigen waterhuishouding steeds beter reguleren. Hierdoor wordt de externe buffering van de waterhuishouding en het microklimaat geleidelijk minder belangrijk. Bij herintroductie van bultvormers in een slenkvegetatie speelt de mate van competitie met de al aanwezige slenksoorten een sleutelrol. Onder



Foto 2. Uitbreiding van bultvormende veenmossen is het hoogst in proefvlakken met beschutting door stro en aanvoer van water (links: Haaksbergerveen en rechts: Deurnsche Peel; situatie oktober 2021).



Foto 3. Impressie van een herintroductie van wrattig veenmos in een door fraai veenmos gedomineerde vegetatie in het Bargerveen (links) en uitbreiding van hoogveenveenmos bij de hoogste dichtheid (plaggen van 20 bij 20 centimeter) in de Mariapeel.



Figuur 3. Relatieve uitbreiding van bultvormende veenmossen in een slenkvegetatie met fraai veenmos bij verschillende introductiedichtheden (36 of 256 mossen/m² of plag van 20 x 20 cm) in het Bargerveen, Haaksbergerveen en Mariapeel. In de Mariapeel werd naast wrattig veenmos (*S. pal*), ook hoogveenveenmos (*S. mag*) en gewoon veenmos (*S. pal*) en een mix van de drie soorten geherintroduceerd.

stabiel vochtige/natte omstandigheden kunnen slenksoorten harder groeien dan bultsoorten. Over het algemeen heeft herintroductie van bultvormers daarom pas zin wanneer de slenksoorten niet harder dan ongeveer 4 cm per jaar groeien en kenmerkende heidesoorten zoals kleine veenbes, lavendelhei en gewone dophei zich hebben gevestigd. In het veldonderzoek werd onder andere gekeken naar het effect van de dichtheid van herintroductie, de wijze van introductie (intacte planten van 10 cm of veenmosfragmenten van 1 cm), de soort bultvormer, het microklimaat en het type slenkvegetatie (waterveenmos of fraai veenmos).

Herintroducties op kaal (zwart)veen

Uit experimenten op laboratoriumschaal weten we dat bultvormende veenmossen zich goed kunnen uitbreiden op plas-dras (waterstand rond maaiveld) vernet zwartveen. Om te onderzoeken of bultvormers ook in de veldsituatie kunnen uitbreiden op plas-dras zwartveen, werd in een deel van het experiment de waterstand kunstmatig plas-dras gehouden door bevoeiing met zuur, voedselarm oppervlaktewater via een pomp op zonne-energie (foto 1). In het andere deel van het experiment werden de waterstanden niet gecontroleerd, waardoor deze in de zomer diep konden uitzakken. In hoeverre buffering van het microklimaat de vestiging en uitbreiding van de bultvormers versnelt, werd onderzocht met drie beschuttingsbehandelingen: controle, beschutting via pollen eenarig wollegras en afdekking met stro. Veenmos werd geherintroduceerd als fragmenten (alle drie gebieden) of als intacte mossen (alleen Deurnsche Peel). In de Deurnsche Peel werden verschillende veenmossoorten (wrattig veenmos, hoogveenveenmos en waterveenmos) onderzocht. In het Bargerveen en het Haaksbergerveen werd alleen wrattig veenmos geherintroduceerd, maar

wel in drie verschillende dichtheden (foto 1). Als gevolg van de extreme droogte in 2018 zakten de waterstanden in het veen en de aanvoerplas diep uit en ontstonden er problemen met de aanvoer van water (figuur 1). De sterfte onder de bultvormers was hoog en daarom werden de experimenten in 2019 opnieuw ingezet. De jaren 2019 en 2020 waren ook relatief droog, het jaar 2021 was vrij nat. In perioden zonder aanvoer van water zakten de grondwaterstand in droge jaren in alle gebieden diep beneden maaiveld. Met aanvoer van water werd de waterstand beter op peil gehouden. Vanwege problemen met de wateraanvoer zijn de grondwaterstanden in het plas-dras compartiment in het Bargerveen het minst stabiel geweest, gevolgd door het Haaksbergerveen. In de Deurnsche Peel waren de grondwaterstanden met wateraanvoer het meest stabiel en ook dichtbij maaiveld (figuur 1).

Als gevolg van droogte en diep wegzakkende waterstanden is de overleving van de bultvormende veenmossen zonder wateraanvoer laag op alle locaties (figuur 2). De overleving en uitbreiding is veruit het hoogst bij de combinatie van wateraanvoer (plas-dras) en beschutting van een laagje stro (figuur 2 en foto 2). Uit onderzoek naar het microklimaat, uitgevoerd in de droge jaren 2018 en 2019, bleek dat het afdekken met stro ervoor zorgde dat het veen droger was tijdens natte periodes en vochtiger bleef tijdens droge periodes. Toepassing van stro zorgt voor demping van de fluctuaties in vochtgehalte, wat gunstig is voor de ontwikkeling van veenmossen. De vestiging en ontwikkeling van hogere planten wordt echter ook gestimuleerd door het aanbrengen van stro. Bij een optimale waterhuishouding lijken de bultvormende veenmossen de concurrentie met hogere planten nog aan te kunnen. Bij een suboptimale waterhuishouding staat de versnelde successie

van hogere planten mogelijk de ontwikkeling van bultvormende veenmossen in de weg.

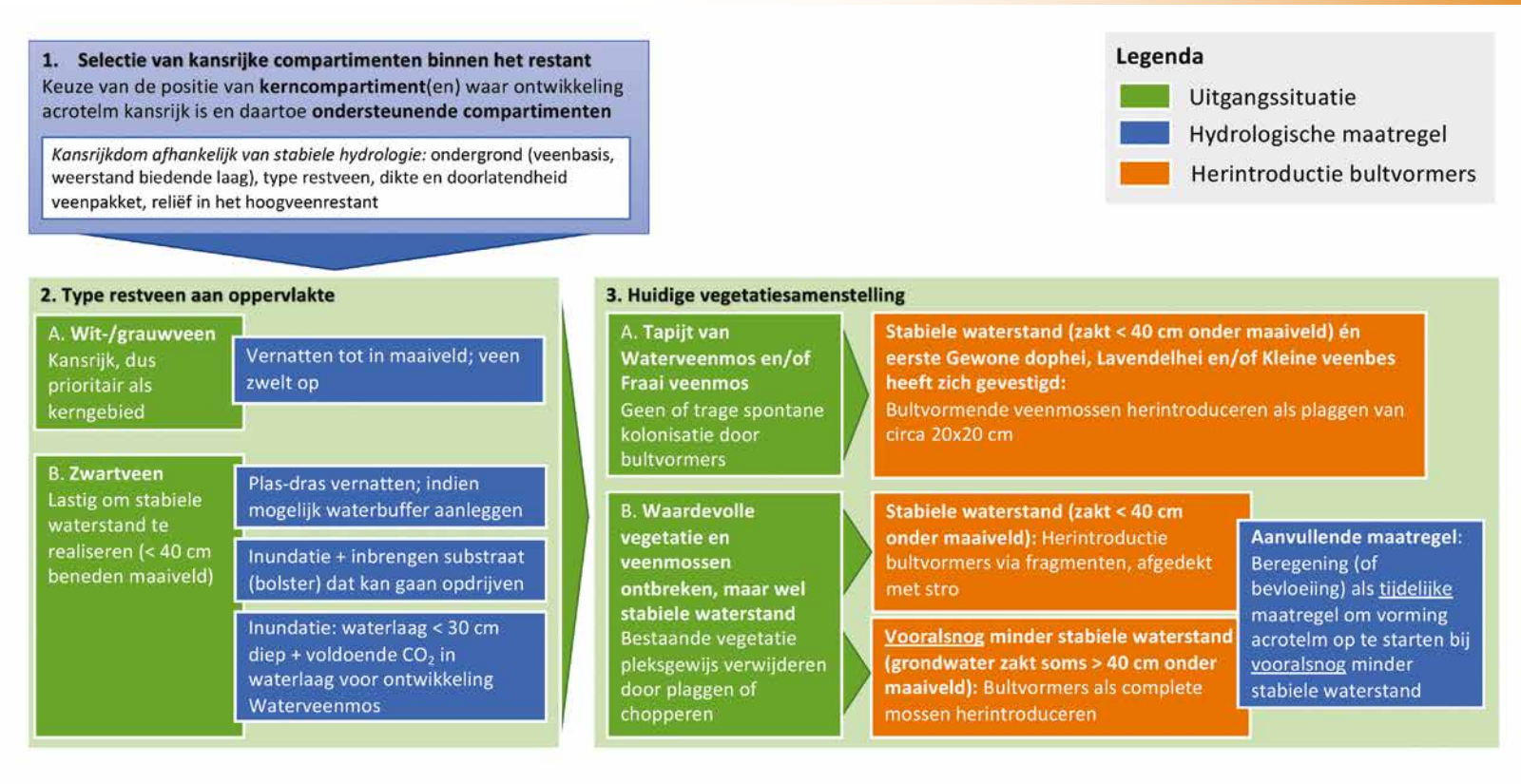
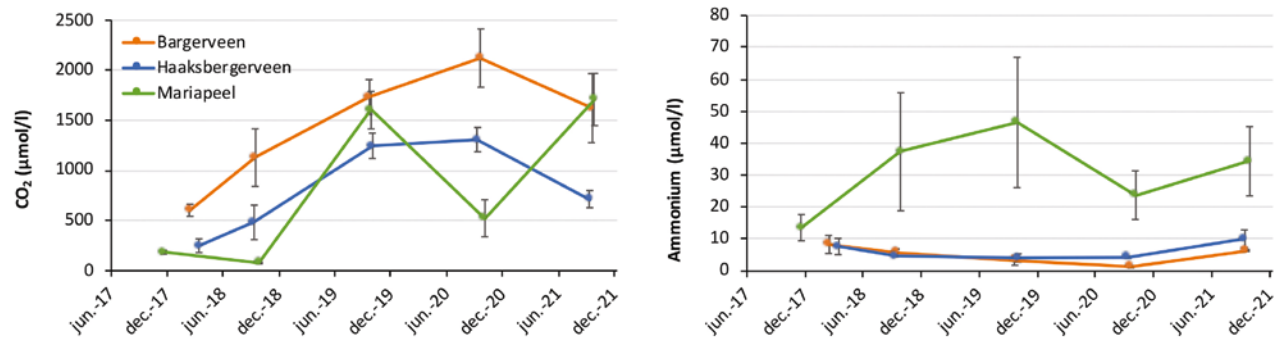
Uit het experiment blijkt verder dat de beste methode van herintroductie afhangt van de mate van droogtestress die de veenmossen ervaren. Herintroductie met fragmenten werkt beter bij weinig droogtestress, terwijl herintroductie met intacte veenmosplanten beter werkt bij veel droogtestress. De veenmossoort heeft weinig effect op het herintroductiesucces, zodat de keuze voor de veenmossoort een pragmatische beslissing wordt: de best beschikbare bultvormende veenmossoort kan gebruikt worden voor herintroductie. De overleving van bultvormende veenmossen is in het eerste jaar sterk afhankelijk van de introductiedichtheid, met name bij herintroductie van fragmenten: hoe hoger de introductiedichtheid hoe hoger de overleving. In de daaropvolgende jaren verdwijnt het dichtheidseffect. Herintroductie met een gemiddelde dichtheid van circa 72 veenmosplanten per m², een hand vol veenmos, lijkt daarom een goede middenweg.

Herintroductie in slenkvegetaties

Om te onderzoeken op welke wijze en in welke dichtheden bultvormers het beste ingebracht kunnen worden in slenkvegetaties, werden in het Bargerveen, het Haaksbergerveen en de Mariapeel locaties geselecteerd waar de vegetatie van drijftillen gedomineerd wordt door fraai veenmos (foto 3). Op alle locaties werd wrattig veenmos geïntroduceerd en in de Mariapeel ook hoogveenveenmos en gewoon veenmos. De bultvormers werden in drie dichtheden ingebracht: een intacte plag (20 bij 20 cm) en twee dichtheden van intacte veenmosplanten (36 en 156 planten/m²).

Aangezien de bultvormers werden geherintroduceerd in drijvende slenkvegetaties, die meebewo-

Figuur 4. Kooldioxide- en ammoniumconcentratie van het bodemvocht in de experimenten in fraai veenmos in het Bargerveen, Haaksbergerveen en Mariapeel tussen 2018 en 2021.



Figuur 5. Samenvatting van verschillende strategieën voor hoogveenherstel bij verschillende uitgangssituaties.

gen met de waterstand, hebben ze minder last gehad van de droogte in de periode 2018-2020. De grootste kans op een succesvolle herintroductie van bultvormende veenmossen in slenkvegetaties wordt bereikt met de introductie van intacte plaggen (figuur 3). In de Mariapeel lijkt hoogveenveenmos zich de eerste jaren wat beter uit te breiden dan de andere veenmossoorten (figuur 3). De verschillen zijn echter gering, zodat de meest beschikbare soort bultvormend veenmos gebruikt kan worden voor herintroductie. De sterkste uitbreiding vond plaats met wrattig veenmos in het Bargerveen, mogelijk vanwege de stabiel hoge CO₂-concentraties in het bodemvocht, waarvan we uit eerder onderzoek weten dat dit de veen-

mosgroei stimuleert (figuur 4). De hoge ammoniumconcentraties in de Mariapeel (figuur 4) zijn waarschijnlijk het gevolg van de decennialange hoge stikstofdepositie. De hoge beschikbaarheid van ammonium heeft nog geen duidelijke invloed op de uitbreiding van bultvormende veenmossen, maar mogelijk worden snelgroeiende hogere planten, zoals pijpenstrootje, bevoordeeld. Een kanttekening bij de resultaten is dat het onderzoek grotendeels is uitgevoerd in droge jaren en dat in natte jaren slenksoorten in het voordeel kunnen zijn. Daarentegen zijn de droge jaren waarschijnlijk representatiever voor de toekomst, waar door klimaatverandering de kans op droge zomers toeneemt.



Foto 4. Opschaling van de introductie van bultvormers op kaal veen in het Bargerveen in het najaar van 2021. Over een oppervlakte van 0,6 hectare kaal veen werden veenmosfragmenten (voornamelijk wrattig veenmos met een klein deel hoogveenveenmos) uitgestrooid en afgedekt met stro.

Aanbevelingen voor herstelbeheer
Bultvormers blijken zich te kunnen handhaven en uitbreiden op zwartveen, zelfs in jaren met een fors neerslagtekort. Het is dan wel noodzakelijk om de waterhuishouding te verbeteren door het aanvoeren van water in perioden met een neerslagtekort. Beschutting met stro verhoogt de kans op succes sterk. Onder een suboptimale waterhuishouding is de kans op overleving groter wanneer bultvormers als complete mossen worden geherintroduceerd. Onder optimale waterhuishouding kan herintroductie plaatsvinden via veenmosfragmenten afgedekt met stro. Een groot voordeel van de introductie van fragmenten is dat deze methode eenvoudiger op te schalen is en er minder donormateriaal nodig is per oppervlakte. Als richtlijn is een flinke hand vol veenmos (circa 72 individuen per m²) afgedekt met circa 330 g stro per m² een goede combinatie. Een hand vol veenmos komt neer op een donor-introductieratio van circa 1:140 m², waarbij 1 m² veenmos van de donorlocatie wordt verspreid over circa 140 m² op de introductielocatie. Het oogsten van de in Nederland vooralsnog beperkt aanwezige bultvormende veenmossen dient voorzichtig te geschieden (zie opschaling herintroductie). Vanwege de beperkte bergingscapaciteit van zwartveen blijkt het bevoelen van zwartveen in de praktijk lastig. Door geringe maaiveldverschillen worden de lageregelegen delen al snel te nat voor uitbreiding van bultvormers. Een lichte variatie in terreinhoogte is op grotere schaal gunstig, omdat dan bij variërende weerscondities altijd wel ergens de waterhuishouding optimaal is. Beregenen via een sproei-installatie is waarschijnlijk eenvoudiger te realiseren dan bevoeiing en

bootst het effect van neerslag na. Een bijkomend voordeel van sproeien is dat het aangevoerde water gelijkmatig wordt verspreid zonder de noodzaak van aanvoergreppels. Uit onderzoek blijkt dat een hoge neerslagfrequentie kan compenseren voor diep uitzakkende waterstanden, wat wordt bevestigd door de veenmosoverleving zonder extra wateraanvoer in 2019. In vergelijking tot 2018 waren er in de zomer meer buien in 2019 en was de overleving van bultvormers hoger, ondanks de opnieuw diepe waterstanden (tot 60-80 cm onder maaiveld). Sproeien is alleen nodig wanneer het gedurende lange tijd niet heeft geregend of op momenten dat de verdamping erg hoog is. Wanneer zich eenmaal een dichte veenmosvegetatie (acrotelm) heeft ontwikkeld, is de vegetatie minder gevoelig voor tijdelijke droogte. Aanvoer van water is dus vooral tijdens de initiële fase van belang en in een latere fase vooral om droge perioden te overbruggen. Hoelang het duurt voordat de gevormde jonge acrotelm zelfregulerend wordt, is nog onbekend en daar is meer onderzoek voor nodig. De snelle ontwikkeling in ons experiment laat zien dat een acrotelm zich in elk geval binnen tien jaar kan ontwikkelen mits de waterhuishouding op orde is. Het lijkt niet veel uit te maken of bultvormers worden geïntroduceerd in vegetaties met fraai veenmos of waterveenmos. Introductie via intacte plaggen verdient hierbij voorkeur boven het introduceren van (bundels) losse planten. Uit eerder onderzoek blijkt dat de resultaten na twee à drie jaar goed te vertalen zijn naar de langere termijn. Dit zou betekenen dat, zeker bij de hoogste introductiedichtheid, de bultvormers zich kunnen handhaven en uitbreiden in slenkvegetaties.

Opschaling herintroductie
De kleinschalige herintroducties van bultvormers zijn in het najaar van 2021 door Staatsbosbeheer in het Bargerveen al opgeschaald. Voor deze opschaling werden op kaal veen fragmenten uitgestrooid en afgedekt met stro (foto 4) en in slenkvegetaties werden intacte veenmosplaggen van 20 bij 20 cm ingebracht. Deze opschaling biedt de mogelijkheid om te verkennen hoe herintroductie van bultvormers in de praktijk verder vormgegeven kan worden. Een knelpunt voor opschaling is het gebrek aan bultvormers. Een mogelijke oplossing voor dit probleem is het kweken van bultvormers (veenmosteelt) in bijvoorbeeld de bufferzones die rondom veel hoogveengebieden liggen of worden gerealiseerd ter ondersteuning van de hydrologische stabiliteit van het veen.

Herstelstrategie afhankelijk van uitgangssituatie
Op basis van eerder uitgevoerd OBN-onderzoek naar het herstel van hoogvenen werden herstelstrategieën opgesteld voor verschillende uitgangssituaties (onder andere positie in het gebied, type restveen en CO₂-beschikbaarheid). De bevindingen van dit beschreven acrotelmsonderzoek zijn verwerkt in deze herstelstrategieën (figuur 5). Het volledige rapport van het onderzoek is te downloaden via de website Natuurkennis: www.natuurkennis.nl/Uploaded_files/Publicaties/obn-2017-37-nz-acrotelmontwikkeling-def.pdf.

h.tomassen@b-ware.eu