

Beheeradvies Dannemeer Groningen

OBN-Deskundigenteam Laagveen- en Zeekleilandschap



ontwikkeling+beheer natuurkwaliteit

o+bn

© 2015 VBNE, Vereniging van Bos- en Natuurterreineigenaren

Advies OBN-10-LZ
Driebergen, 2015

Deze publicatie is tot stand gekomen met een financiële bijdrage van het Ministerie van Economische Zaken en Staatsbosbeheer

Teksten mogen alleen worden overgenomen met bronvermelding.

Oplage Online gepubliceerd op www.natuurkennis.nl

Samenstelling Dr. A.M. Kooijman
 Prof. Dr. L.P.M. Lamers
 Ir. N. Straathof
 Prof. Dr. R. van Diggelen

Allen lid van het OBN Deskundigenteam Laagveen- en Zeekleilandschap

Met bijdrage van Prof. Dr. A.J.P. Smolders (lid van OBN Deskundigenteam Beekdallandschap)

Opdrachtgever Staatsbosbeheer

Productie Vereniging van Bos- en Natuurterreineigenaren (VBNE)
Adres : Princenhof Park 9, 3972 NG Driebergen
Telefoon : 0343-745250
E-mail : info@vbne.nl

Inhoudsopgave

1	Leeswijzer	8
2	Algemene informatie Dannemeer	9
2.1	Gebiedsbeschrijving Dannemeer	10
3	Beheeradvies voor de verschillende terreindelen	13
3.1	Inleiding beheeradvies	13
3.2	Geadviseerde maatregelen	19
3.3	Monitoring	21
3.4	Eindconclusies	22
4	Literatuurverwijzingen	23

1 Leeswijzer

In februari 2015 heeft Staatsbosbeheer district Noord aan het OBN-Deskundigenteam Laagveen- en Zeekleilandschap gevraagd om advies uit te brengen over het vervolfbeheer van het Dannemeer, een gebied in Noordoost-Groningen waar voormalige landbouwgronden zijn heringericht voor de natuur, als onderdeel van de Ecologische Hoofdstructuur.

De vraag was met name gericht op de mogelijke invloed van hoge concentraties van ijzerzavelverbindingen ('pyriet') in de bodem op de mogelijkheden voor natuurontwikkeling. Het advies van het OBN-Deskundigenteam is verwoord in dit rapport.

Dit adviesrapport bestaat uit twee delen.

In het eerste deel is algemene informatie opgenomen over het Dannemeer, voor zover relevant als achtergrond bij het beheeradvies. In aanvulling zijn, in opdracht van Staatsbosbeheer, extra metingen gedaan aan in het gebied verzamelde bodemonsters. De uitkomsten van dit onderzoek zijn in dit advies meegenomen. Ook wordt in het eerste deel de aanleiding voor de adviesaanvraag besproken en wordt het advies afgebakend.

Het tweede deel betreft het advies van het OBN-Deskundigenteam aan Staatsbosbeheer. Er wordt zowel advies gegeven over specifieke maatregelen als over de prioritering. Ook komt kort aan bod hoe herinrichting van voormalige landbouwgronden vanuit verschillende perspectieven bekeken kunnen worden.

2 Algemene informatie Dannemeer

Aanleiding

In Midden Groningen worden al 25 jaar gronden uit landbouwproductie genomen om omgezet te worden tot 'natuurgrond'. Inmiddels is het laatste deel van 580 ha tussen de stad Groningen en het Schildmeer opgeleverd, waardoor er een aaneengesloten eenheid vernet gebied is ontstaan: Dannemeer. Dit deelgebied zal na inrichting de verbinding vormen tussen de reeds ingerichte natuurontwikkelingsgebieden Woudbloem, Kolham en Tetjehorn. De natuurdoelstelling in het bestemmingsplan voor dit gebied is ontwikkeling naar een klei-oermoeras. Het betreft een vlak en laaggelegen gebied dat in de winter grotendeels onder water zal komen te staan. Er is in het bestemmingsplan, na het plaggen (afgraven van de toplaag) van delen van het gebied als inrichtingsmaatregel, een belangrijke rol weggelegd voor natuurlijke sturende processen (peildynamiek, overstroming, en begrazing) en het achterwege blijven van terugkerende beheersmaatregelen (zoals maaien).

Zowel door de landbouwkundige inrichting van voorheen als de gaswinning van Slochteren is het gebied sterk gedaald door ontwatering, mineralisatie en inklinking. Nu worden delen opnieuw vernet, sommige delen zelfs (periodiek) geïnundeerd. Door de mariene invloeden in het geologische verleden zijn hier kattekleilagen afgezet met lokaal vrij hoge concentraties van ijzerzwavelverbindingen (FeS_x ; dit is zowel FeS als FeS_2 ; verder aangeduid als 'pyriet'). Uit eerder vegetatiekundig onderzoek weten we dat op dergelijke locaties zeer moeilijke begroeiing op gang komt mede omdat de pH_{KCl} waarden onder de 3,0 en de $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ waarden onder 4,0 kunnen zakken (Van Diggelen et al. 2008). Er is nu 1100 ha in beheer en de laatste 600 ha (laagste, meest venige deel met katteklei) wordt momenteel ingericht.

Adviesvraag

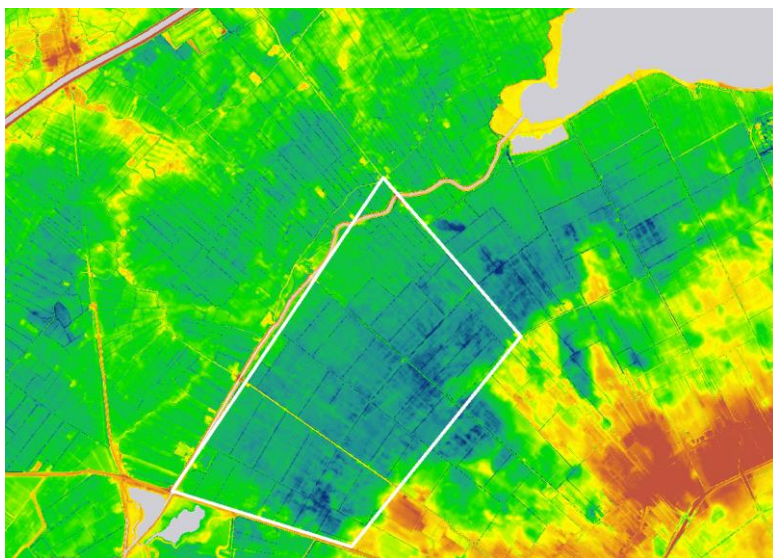
In februari 2015 heeft Staatsbosbeheer aan het OBN-deskundigenteam Laagveen- en Zeekleilandschap gevraagd om beheeradviezen te geven hoe dergelijke gebieden met hoge 'pyriet'-gehaltes het best tot grootschalige moerassen te ontwikkelen zijn. Op 9 juni en 6 augustus 2015 hebben in Groningen bijeenkomsten plaatsgevonden waarbij medewerkers van Staatsbosbeheer en de betrokken leden van het Deskundigenteam aanwezig waren. Daarbij zijn de verschillende terreindelen bezocht. In de tussentijd zijn door de beheerders aanvullende bodemonsters genomen en geanalyseerd bij Onderzoekcentrum B-WARE.

Afbakening

Dit advies richt zich alleen op het vervolgbeheer na de inrichting van de voormalige landbouwgronden. Het advies kan echter niet los worden gezien van de visie op het gebied als geheel. In deze zin moet het vervolgbeheer bijdragen aan het langetermijnperspectief. Het Deskundigenteam geeft geen advies over hoe om te gaan met herinrichting van voormalige landbouwgronden in het algemeen. Hiervoor is momenteel zowel op lokaal als op landelijk niveau veel aandacht.

2.1 Gebiedsbeschrijving Dannemeer

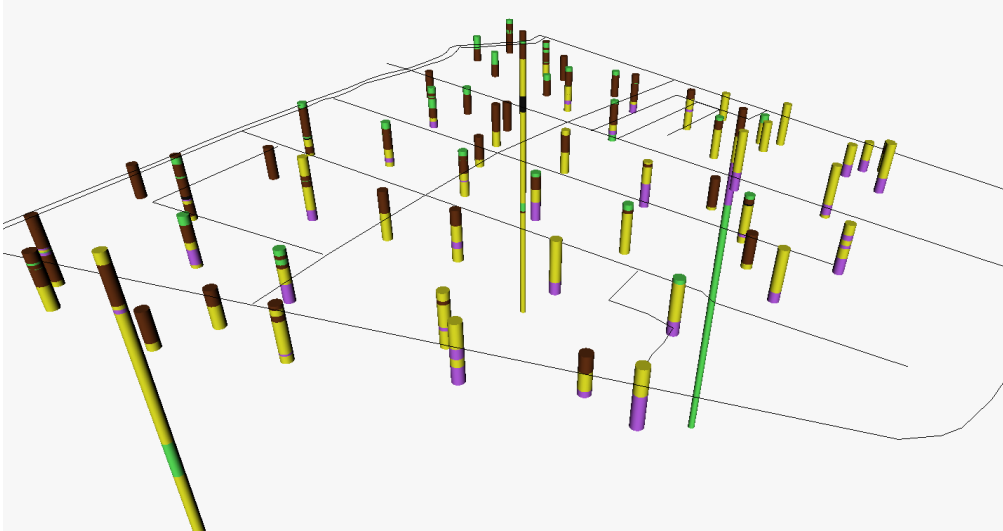
Op de maaiveldhoogtekaart (Fig. 1) is de globale omgrenzing van het Dannemeer aangegeven. Voor de inrichting was er al sprake van een laag gelegen gebied dat in hoogteligging varieert tussen -2.00 tot -2.50 m+NAP. In de zuidoosthoek van het kaartbeeld is de dekzand/keileemrug van Schildwolde zichtbaar en loopt het maaiveld op naar 0.0 m+NAP. Bij inrichting is over een grote oppervlakte de bouwvoor verwijderd. Het huidige maaiveld ligt decimeters tot lokaal een meter lager dan hetgeen op de kaart zichtbaar is.



Figuur 1. Hoogtekaart van het maaiveld voordat er geplagd is. De witte lijn geeft globaal de begrenzing van het Dannemeer aan, dat voor de inrichting voor natuur een hoogte had van -2.00 tot -2.50 m+NAP. Bron AHN Viewer.

Het gebied ligt in de overgangszone van het Drents Plateau naar Groninger Zeekleigebied. In de loop van het Holoceen, na het Weichselien, steeg de zeespiegel en nam het neerslagoverschot toe en stagneerde geleidelijk de afvoer van overtollige neerslag uit het achterland. Door de vernatting is in deze zone veengroei tot ontwikkeling gekomen. Van een sindsdien ongestoord voortgaande veengroei is echter geen sprake geweest, getuige het veelvuldig voorkomen van afwisselend klei en veenlagen in de ondiepe ondergrond.

In de boringen (veelal tot ca. 3 meter diepte) was ten tijde van de opname in 1975 nog een oppervlakkig kleidek op het veen aanwezig. Bij inrichting is dit dek lokaal geheel afgegraven en ligt het veen weer aan het oppervlak. Het veen bestaat voornamelijk uit broek- of rietzegeveen. Het is gevormd onder minerotrofe omstandigheden onder aanvoer van grond- en oppervlaktewater. Bij binnendringing van de zee via waterlopen in het veen stopte door het zoute water de veengroei, werd veen wegeslagen en werd klei afgezet (noordelijk kweldergebied). Als de invloed van de zee weer afnam kon door verzoeting opnieuw veenvorming plaatsvinden, eerst door brakwater- en daarna door zoetwatervegetaties.



*Figuur 2. Kaart met boringen in het Dannemeer in 1975. De gemiddelde boringsdiepte is ca. 3 meter
Verklaring van de kleuren: groen: klei; bruin: veen; geel: zand; paars: keileem. Bron: DINOloket.*

Sinds de ontginning van het gebied is het maaiveld gedaald door inklinking, indringing van zuurstof en snelle oxidatie van het veende als gevolg van de landbouwkundige ontwatering. Het nu resterende veenpakket is grotendeels veraard en compact; slechts op enkele plekken is in dieper veen nog iets van plantenresten terug te vinden. Veen in deze toestand heeft een lage doorlatendheid en laag waterbergend vermogen. Dit betekent dat lateraal transport van water in de bodem, bijvoorbeeld vanuit oppervlaktewater, nauwelijks optreedt en dat de grondwaterstand in het veen door de afwisseling van neerslag en verdamping relatief grote schommelingen zal vertonen. Alleen door de duur en diepte van inundatie is fluctuatie van de waterstand in het veen direct te beïnvloeden. Bij de voorgestelde waterpeilen (Fig. 3) zal volledige inundatie alleen in de winter optreden. In de zomer valt circa twee derde van het terrein droog.

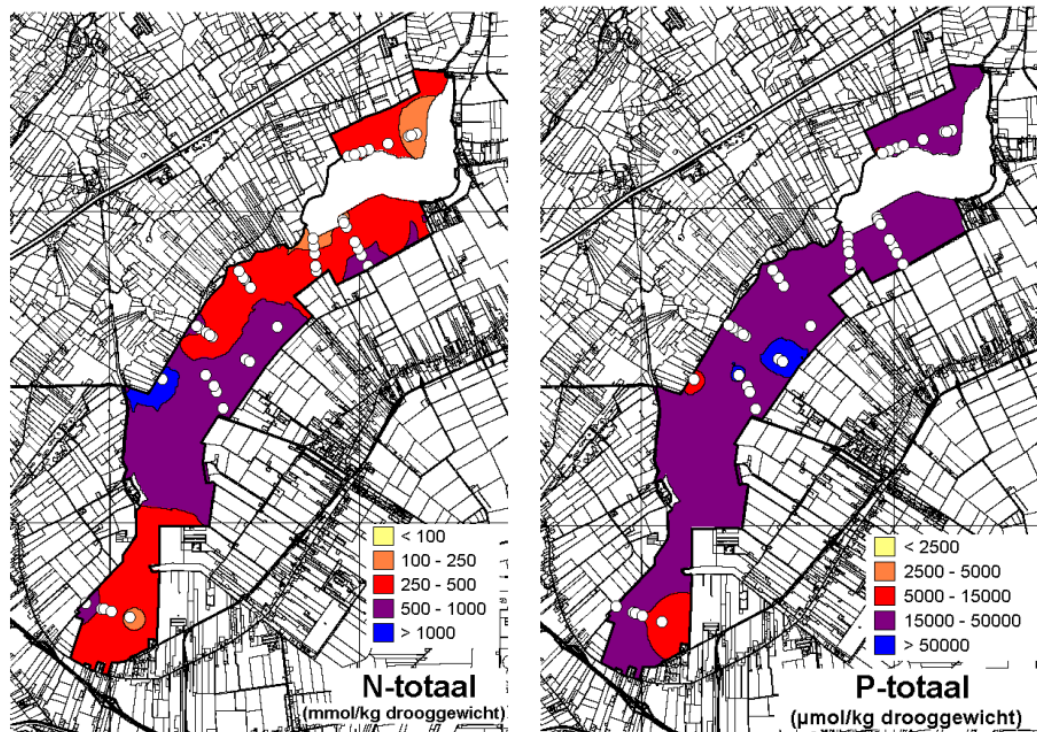
3 Beheeradvies voor de verschillende terreindelen

3.1 Inleiding beheeradvies

Voor het advies zijn de drie gebiedsdelen van Dannemeer in beschouwing genomen: het sinds een paar jaar opgeleverde zuidelijke deel dat nu onder het zomerpeil valt en grotendeels droog ligt, het nog niet opgeleverde middendeel dat twee jaar geleden geplagd is (2013), en het eveneens nog niet opgeleverde noordelijk deel dat in 2014 geplagd is. Doordat het middendeel en het noordelijke deel nog niet zijn opgeleverd, is een peilbeheer nog niet mogelijk, en liggen de gebieden - behalve na hevige regenval - grotendeels droog. Daarnaast zijn de gebieden Woudbloem/Hooilandspolder en Tetjehorn, die respectievelijk 8 en 12 jaar geleden zijn omgevormd, in de onderbouwing van het advies betrokken.

Voedselrijkdom

Het is vrijwel onmogelijk om voedselarme condities in het heringerichte gebied te realiseren (Klooker et al, 1995; 1999; Verhagen et al. 2001, 2003; Lamers et al., 2005; Smolders et al., 2006a; 2008). Door het voormalige gebruik als landbouwgrond is de bodem sterk verrijkt met stikstof (N) en vooral ook fosfor (P): op alle locaties is de totaal P gehalte hoger dan $4\,500\ \mu\text{mol kg}^{-1}$ droge stof (Fig. 4).



Figuur 4. Gemeten waarden voor totaal N en P in de toplaag voor afgraving (uit: Van Diggelen et al. 2008).

Dit is ook zichtbaar aan de momenteel aanwezige vegetatie (Tabel 1).

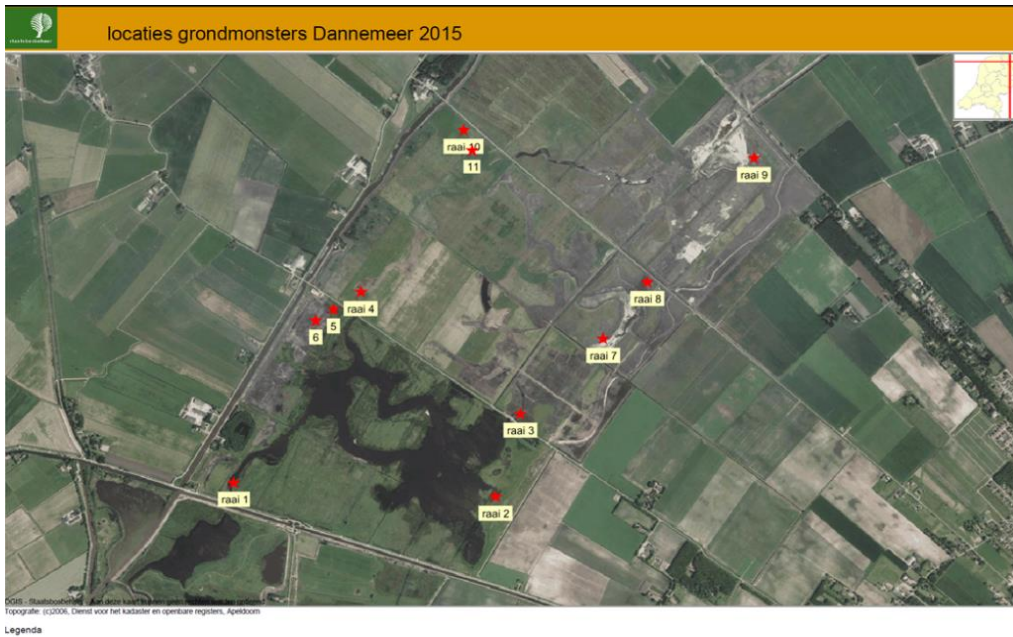
Tabel 1. Coördinaten van de aanvullende monsters, met beschrijving van locatie en dominante plantensoorten (SBB).

raai	x-coör	y-coör	datum	biotoop	beschrijving	opmerkingen
1A	248064	583819	19-8-2015	geplagd	kale bodem, met vern katteklei	
1B	248067	583818	19-8-2015	geplagd	begroeid	
1C	248105	583814	19-8-2015	niks gedaan	begroeid, orginele bouwvoor	org. Bouwvoor
2O	247395	583778	19-8-2015	gegraven slenk	plas dras, waterdiepte ca 2 cm	
2A	247400	583782	19-8-2015	gegraven slenk	kale bodem, net opgedroogd, wit uitgeslagen	
2B	247404	583767	19-8-2015	geplagd	begroeid	
2C	247416	583777	19-8-2015	opgebrachte grond	begroeid, erg grazig	
3A	247512	584218	22-8-2015	gegraven slenk	kaal, plas dras	
3B	247522	584209	22-8-2015	geplagd	schaars begroeid	op 15-18 cm een zandlaagje
3C	247597	584211	22-8-2015	niks gedaan	begroeid met eenjarige	orginele bouwvoor, veraard veen
4A	248707	584899	22-8-2015	gegraven slenk	kale bodem, droog	op ca 10 cm een kleilaagje
4B	248699	584906	22-8-2015	geplagd	schaars begroeid	
4C	248795	584862	22-8-2015	geplagd	schaars begroeid	
5	248575	584774	22-8-2015	geplagd in 2013	100% bedekking van pitrus	geheel veraard veen
6	248484	584715	22-8-2015	opgebrachte grond	geheel onbegroeide bodem, zuur	afdeklaag van zuurveendepot
7A	248311	585009	23-8-2015	gegraven slenk	kaal, net opgedroogd	
7B	248346	584935	23-8-2015	geplagd	schaars begroeid	
8A	248173	584894	23-8-2015	geplagd	schaars begroeid, net opgedroogd	90% kaal
8B	248198	584895	23-8-2015	niks gedaan	begroeid	orginele bouwvoor
9A	248712	585541	23-8-2015	geplagd, meeroever	plas dras, waterdiepte ca 2 cm	
9B	248763	585497	23-8-2015	geplagd	schaars begroeid	
10A	247358	585596	23-8-2015	geplagd	schaars begroeid	
10B	247217	585760	23-8-2015	niks gedaan	100% grasbedekking	orginele bouwvoor maar >10 jaar natuurdoelstelling, grassen >150 cm hoog
11	247355	585596	23-8-2015	slenk	aangegraven, kleilaag in slenk	beetje pure klei verzameld, beetje geel uitgeslagen
raai	dominante plantensoorten					
1A	geen					
1B	foringras, pitrus gestreepte witbol					
1C	kweek, ruw beemdgras, brandnetel, pitrus, foringras					
2O	sterrekroos, knolrus, foringras en 'netvormig alg'					
2A	pitrus, zompnus, foringras, waterpostelein, knolrus, blaartrekkende boterbloem					
2B	foringras, engels raaigras, blaartrekkende boterbloem, greppelrus, pitrus, biezenknoppen					
2C	engels raaigras, akkerdistel, beemdiangbloem, ridderzuring					
3A	geen					
3B	straatgras, bastaardwederik, wilg, brede weegbree, foringras, greppelrus					
3C	bastaardwederik					
4A	geen					
4B	straatgras, akkerdistel, akkerviooltje, gewone hennepnetel, foringras, zwaluwtong					
4C	straatgras, foringras, grote windhalm					
5	pitrus >150 cm hoog					
6	geen, vlakbij perzikkruid					
7A	enkele kiemplanten grote waterweegbree					
7B	straatgras, greppelrus, pitrus, foringras, waterpeper					
8A	blaartrekkende boterbloem, greppelrus, mannagras, knolrus, moeraszuring					
8B	gestreepte witbol, akkerdistel, veldzuring, gewone hoornblome, kruipende boterbloem					
9A	pitrus, sterrekroos, grote lisdodde, zompnus, penningkruid, watermunt, bastaardwederik					
9B	pitrus, ridderzuring, straatgras, kruipende boterbloem, gestr. witbol, bastaardwederik, greppelrus					
10A	kamille, foringras, paarse downnetel, geknikte vossenstaart, blaartrekkende boterbloem, ruw beemdgras, moeraskers, moerasdroogbloem					
10B	glanshaver, gestr. Witbol, kropjaar, zachte dravik					
11	geen					

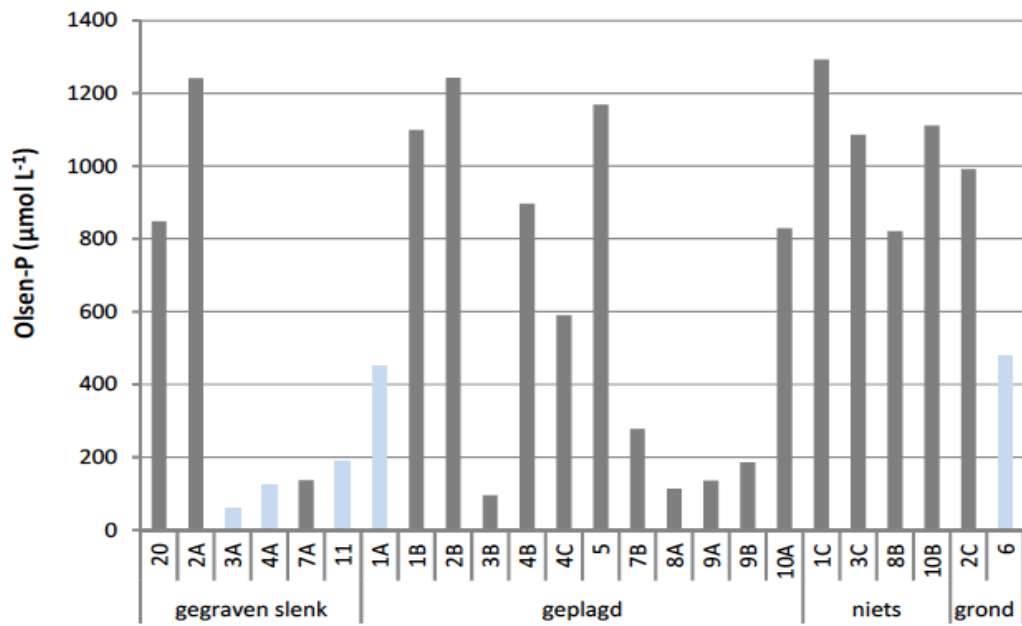
Bij de herinrichting zijn verschillende delen van het gebied geplagd, waarbij de bouwvoor verwijderd is. In kleibodems en ijzerrijke bodems is een aanzienlijk deel van het fosfor gebonden en niet volledig beschikbaar voor planten. Om een uitspraak te doen over de plantbeschikbare fractie, wordt daarom gekeken naar de Olsen-P concentratie (Olsen et al., 1954). Voor goed ontwikkelde natte schraallanden geldt een waarde van 300 μmol (=9,3 mg) Olsen-P L^{-1} veldverse bodem als maximumwaarde (Smolders et al., 2006b, 2008). Voor minder schrale hooilanden, zoals dotterbloemhooilanden, mag de waarde tussen 500 en 800 μmol L^{-1} liggen (Van Mullekom et al., 2013, 2014).

Uit de aanvullende metingen in 2015 (Fig. 5 en 6) blijkt dat de fosfaatbeschikbaarheid op veel plaatsen nog steeds erg hoog is. Op alle locaties waar niet geplagd is heeft de toplaag (20 cm) waarden boven de maximale Olsen-P waarde van 800 μmol L^{-1} (Smolders & Lamers, 2015). Ook in 60% van de geplagde locaties ligt Olsen-P boven de grenswaarde van 300 μmol Olsen-P L^{-1} en bij 40-50% van de locaties ligt de waarde nog steeds boven de hoogste waarde. Dit betekent dat met de huidige toestand van het gebied op alle locaties waar niet geplagd is, en bij een groot deel van de wel geplagde locaties, zich een ruigtevegetatie zal ontwikkelen, wat past binnen de doelstelling 'oermeeras'. Voor verschrallingsbeheer via maaien en afvoeren, zal voor de P-rijke locaties een zeer lange periode van enkele decennia tot enkele eeuwen nodig zijn, afhankelijk van de aanwezige voorraad. Dit kan wel versneld worden via actief uitmijnen (Smolders & Lamers, 2015), maar in bijvoorbeeld het Staatsbosbeheergebied de Maashorst was de P-beschikbaarheid na 25

jaar herstelbeheer nog steeds erg hoog. Bovendien bestaat de bodem voor een groot deel uit fosfaat- en zwavelrijke katteklei.



Figuur 5. Locaties van de door SBB in 2015 aanvullend bemonsterde locaties.



Figuur 6. Olsen-P concentraties op de bemonsterde locaties (uit: Smolders & Lamers, 2015).

Uit het OBN-rapport over flexibel peilbeheer in Natura 2000-laagveengebieden (Mettrop et al., 2015) blijkt dat hoge waterstanden in gebieden met bodems die rijk zijn aan zowel 'pyriet' (FeS_x) als aan (door desorptie) mobiliseerbaar fosfor, kunnen leiden tot hoge fosfaatconcentraties in het poriewater van de bodem. Daarbij was de totale hoeveelheid P in de bodem van zwavelrijke ('pyriet'-rijke) gebieden slechts 1.3-2 keer hoger dan in andere gebieden. Dit betekent dat in situaties zoals in Dannemeer bij vernatting de P-beschikbaarheid zeer hoog zal zijn en er ook risico is op P-mobilisatie naar de waterlaag. Met name op locaties met een lage waterstand bestaat op warme dagen (als zowel de mobilisatie- als de groeisnelheid het hoogst is) risico op bloei van algen of cyanobacteriën ('blauwalgen') (Lamers et al., 2006). Van vergelijkbare voedselrijke moeraslocaties (bijvoorbeeld de Groene Jonker) is bekend dat ook het risico op botulisme toeneemt.

Onder droge omstandigheden (bij het voorgestelde zomerpeil) wordt fosfaat gebonden aan geoxideerd ijzer in de bodem, waardoor nalevering naar de waterlaag bij de volgende vernatting lager is (Smolders et al., 2006c). De fosfaatconcentraties in het poriewater van de bodem worden daardoor veel lager. Het probleem is echter dat ijzergebonden P nog steeds relatief gemakkelijk beschikbaar is voor plantenwortels (Smolders et al., 2008; Mettrop et al. 2015). Bovendien neemt bij lage waterstanden de N-mineralisatie toe, waarvan eutrofe soorten als pitrus en rietgras kunnen profiteren. Dit is bijvoorbeeld goed te zien in de gebieden Kolham (Van Diggelen et al. 2008), Woudbloem (circa 8 jaar geleden omgezet is van landbouwgrond naar natuur) en speelt op dit moment in het sinds een paar jaar opgeleverde deel van het Dannemeer dat onder het zomerpeilbeheer valt en grotendeels droogligt. De vegetatie daar bestaat vooral uit eutrofe en hoogproductieve soorten als pitrus en rietgras (Tabel 1; Fig. 7).



Figuur 7 Pitrusontwikkeling in Dannemeer. Foto L. Lamers.



Figuur 8. Locaties in Dannemeer met hoge concentraties aan ijzerzwavelverbindingen ('pyriet'), met onder droge (en zure) omstandigheden (links) neerslag van zwavel (geel), jarosiet (grijs) en gips (wit), en onder natte omstandigheden (rechts) zwarte ijzerzwavelverbindingen (waaronder pyriet, FeS_2) en laagjes ijzeroxiderende bacteriën (glimmend). Foto's L. Lamers.

Verzuringspotentie

Onder droge omstandigheden, zoals onder het voorgestelde zomerpeil, zal op FeS_x -rijke locaties oxidatie van 'pyriet' optreden (Fig. 8). Dit leidt tot de vorming van zwavelzuur (zwavelzure bodems, *acid sulfate soils*), waarbij een extreem lage pH kan optreden.

IJzer kan vervolgens nog verder oxideren, waarbij roest gevormd wordt en nog meer zuur geproduceerd wordt (volledige oxidatie, voor reactievergelijkingen zie Smolders & Lamers, 2015). Hierbij kan ook metallisch zwavel neerslaan. Op zeer zure bodems wil niets meer wil groeien, wat ook zichtbaar was op een aantal locaties in het veld waar bij plaggen katteklei aan de oppervlakte is gekomen.

Het al dan niet optreden van sterke verzuring wordt echter niet alleen bepaald door de mate van zuurproductie, maar ook door de mate van zuurbuffering (door carbonaat, bicarbonaat en uitwisseling van kationen van het bodemadsorptiecomplex; zie Smolders & Lamers 2015 voor een schematisch overzicht).

Een eenvoudige maat voor de uiteindelijke balans is de verhouding totaal S / totaal (Ca+Mg) (Lucassen et al. 2002). Voor Dannemeer geldt dat er verzuring optreedt wanneer deze hoger is dan 1 mol mol^{-1} , en sterke verzuring bij een verhouding hoger dan 2 (Smolders & Lamers, 2015). Dit geldt voor 6-10 van de 24 onderzochte locaties. Bovendien komt een aanzienlijk deel van deze verzuringsgevoelige monsters van grotere diepte in de slenken, die niet zo snel droog zullen vallen.

Bij hoge waterstanden, zoals bij het voorgestelde winterpeil, treedt verzuring niet op omdat anaerobe, bufferende processen dan de overhand hebben. Een hoge waterstand kan in de zomer wel leiden tot ophoping van giftig sulfide in de bodem, afhankelijk van de hoeveelheid vrij ijzer.

Op plas-dras plaatsen met regenwaterstagnatie, maar zonder directe overstrooming met oppervlaktewater, is het misschien mogelijk om veenmosontwikkeling op gang te brengen. Een aantal snelgroeiende soorten als *Sphagnum squarrosum*, en in mindere mate *S. fallax* en *S. palustre*, kan onder relatief voedselrijke condities goed gedijen en zelfs boven basenrijk (grond)water uitgroeien (Kooijman en Paulissen 2006, Mettrop et al. 2015). Veenmossen kunnen, mits ze voldoende boven de invloed van het gebufferde water groeien, hun omgeving zelf verzuren en zo de aanzet geven tot de ontwikkeling van veenmosrietland. In het sulfaat- en voedselrijke IJperveld worden op dit moment succesvolle proeven gedaan met het inbrengen van veenmos. Ook in de Harense Wildernis is veenmos succesvol tot ontwikkeling gebracht. Met ontwikkeling

van veenmos is verder binnen het deskundigenteam ervaring opgedaan in het Staphorsterveld. Op afgegraven veengrond (voorheen Witbolgrasland) ontwikkelde zich binnen 20 jaar veenmosrietland met geheel spontane vestiging van meerdere soorten veenmos, maar ook *Drosera*, Kamvaren, Koningsvaren en Melkeppe. Op een ander perceel bij Hasselt ging de ontwikkeling nog sneller nadat slecht op een plek veenmos was uitgelegd. Ook hier trad er ontwikkeling tot veenmosrietland op (zonder riet!) met voornoemde soorten en was binnen 15 jaar de helft van het perceel met veenmos bedekt.

Conclusies

Dit betekent dus dat de verzuringspotentie alleen op een aantal deellocaties hoog is, waar bij droogval verzuring zal plaatsvinden. Op dieper gelegen locaties, die niet droogvallen, treedt dit niet op. De hoge voedselrijkdom, met name in voormalige landbouwgebieden waarin niet geplagd is, of waar de beschikbaarheid van P na plaggen door te ondiep plaggen of door P-rijke mariene afzettingen hoog is. De beschikbaarheid van nutriënten is onder zowel natte als droge condities hoog, waardoor zich een voedselrijke vegetatieontwikkeling zal ontwikkelen. Wanneer extra plaggen of langdurig maaien en afvoeren niet wenselijk of haalbaar is, zal het grootste deel van het gebied bij vematting zich ontwikkelen naar een voedselrijk moeras, zoals de doelstelling is. Daarom kan in Dannemeer inderdaad het best worden ingezet op eutrofe ecosystemen, waarbij het peilbeheer bepalend zal zijn voor de verdere ontwikkeling.

Bij het huidige zomerpeil (-2.40 m NAP) ligt het waterpeil in grofweg tweederde van het gebied 0-40 cm onder maaiveld. Omdat er door de kleiige bodem nauwelijks zijwaartse indringing van water optreedt, is de bodem al snel erg droog en niet geschikt voor rietgroei. Voor rietgroei en uitbreiding van rietvegetaties is echter wel tijdelijk lager waterpeil (peilfluctuatie) gunstig (Coops et al. 2004). Uit een studie in moerasgebieden in de Chinese delta van de Gele rivier blijkt dat rietbedekking en hoogte optimaal zijn bij een waterlaag van 5 cm in het voorjaar, en 10 cm in de zomer en het najaar (Hua et al. 2012). De rietontwikkeling is ook nog goed bij 0-10 cm water in het voorjaar, en 5-20 cm in zomer en najaar. In droogvallende gebieden zijn rietbedekking en hoogte echter sterk geremd, en worden de hoogste waarden gemeten bij een waterstand van 0 cm. In Dannemeer zal het onder de huidige, droge omstandigheden in de zomer moeilijk zijn om hoge natuurwaarden te ontwikkelen, omdat de ontwikkeling kan blijven steken in dichte vegetaties met pitrus en rietgras. Deze vegetaties kunnen nog iets betekenen voor de muizenstand, als prooi voor o.a. de grauwe kiekendief, maar dan moeten ze jaarlijks worden gemaaid. Pitruslocaties met wisselend peil vormen een geschikt habitat voor de noordse woelmuis.

Het lijkt echter beter om vooral voor grootschalige ontwikkeling van rietmoeras te kiezen, door de gemiddelde waterstand permanent omhoog te brengen tot het voorgestelde winterpeil van -2.10 m NAP. Hierdoor zal het gebied nog steeds relatief drogere delen kennen, maar met name meer natte delen, waaronder plas-dras (0-15 cm). Door het mozaïek aan bodemomstandigheden, zowel qua verzuring als qua nutriënten, kan er ook een mozaïek aan vegetatietypen verwacht worden, wat leidt tot structuurvariatie die voor veel fauna gunstig is doordat er zowel open fourageergebied als beschermende vegetatie beschikbaar is. Onder relatief natte condities kunnen grootschalige rietmoerassen tot ontwikkeling komen, wat goed is voor moerasvogels als roerdomp, grote karekiet, kleine karekiet, en baardmannetje. Hiervoor zijn echter wel extra beheerinspanningen nodig, met name om de rietgroei goed op gang te krijgen.

Om de rietgroei goed op gang te krijgen zijn voldoende bronpopulaties nodig. Deze zijn lokaal te vinden in voormalige sloten, waarvandaan geleidelijke uitbreiding plaats zal vinden zoals bijvoorbeeld gebeurd is in delen van Tetjehorn en Hooilandspolder, waar de waterstand hoog genoeg was voor rietgroei. In Dannemeer zijn echter maar een beperkt aantal bronpopulaties. Ook liggen een aantal delen van het gebied al enige tijd droog, omdat door het uitblijven van de oplevering het waterpeil niet geregeld kan worden. In het middendeel van het Dannemeer, dat nu twee jaar droog ligt, zijn door de droogval vooral wilgenplanten opgeschoten, waardoor het gebied in een wilgenstruweel in plaats van een rietmoeras verandert als daar niets aan wordt

gedaan. Teneinde de rietgroei te versnellen wordt aanbevolen om op open locaties riestekken actief in te zetten, zoals in andere projecten (o.a. Radboud Universiteit projecten Volgermeer, Waterrijk; 2003 RU Groningen project Tussenwater). Hierbij is het waterpeil belangrijk. Riet kan wel kiemen onder water, maar jonge spruiten zijn erg gevoelig voor hoge waterstanden. Het voordeel van actief uitzetten is dat voorkomen wordt dat andere, sneller groeiende soorten (rietgras, liesgras, grote lisdodde) dominant kunnen worden voordat het riet voldoende kan uitbreiden. In het gebied zijn maar enkele locaties waar een rietpopulatie aanwezig is, en uitbreiding vanuit deze kernen zal zeer langzaam gaan. Aan de andere kant laten de ervaringen uit Tetjehorn en Hooilandspolder zien dat ontwikkeling van uitgebreide rietvelden bij hoge waterstand na verloop van tijd wel degelijk spontaan op kan treden, mits er voldoende restpopulatie aanwezig is.

3.2 Geadviseerde maatregelen

Omhoog brengen van het waterpeil in het gebied

Op dit moment kan in de nog niet opgeleverde midden- en noordelijke delen van het terrein geen waterpeilbeheer worden toegepast en liggen grote delen relatief droog. In het wel opgeleverde zuidelijke deel van het terrein wordt op dit moment het zomerpeil gehanteerd, waardoor ook hier grote delen van het terrein droog liggen. Dit wordt versterkt doordat de zijdelingse indringing van water vanuit de krekken minimaal is door de dichtheid van de bodem (venige klei). Het lage waterpeil bevordert niet de rietgroei, maar wel de opslag en groei van pitrus en rietgras en, in de recent geplagde delen, een massale opslag van wilg.

Ons advies is in de nog op te leveren delen het waterpeil zo snel mogelijk omhoog te brengen én in alle delen van het gebied het hele jaar door het 30 cm hogere winterpeil te hanteren, ook in de zomer. Voor snelle uitbreiding van riet is de plas-dras situatie die dan in veel gevallen ontstaat gunstig, in ieder geval in de vestigingsfase. Als in een groter gebied riet ingebracht wordt, moet er tijdens de vestigingsfase voor gezorgd worden dat de stekken niet onder water verdwijnen. Hierbij zou het eerste jaar een wat lagere waterstand nodig kunnen zijn, zonder dat er droogval ontstaat. In de delen met hogere waterstand zal het langer duren voor het open water dichtgroeit.

Het is mogelijk dat op de langere termijn, als de rietgroei wel voldoende tot ontwikkeling is gekomen, af en toe een droogteperiode ingelast kan worden, met name als de regeneratie van riet door ganzenvraat geremd wordt, zoals in delen van Friesland en de Oostvaardersplassen (Beemster et al., 2012). Maar op dit moment is sterke droogval een grotere bedreiging, omdat riet zich nog moet vestigen en dat niet goed lukt in dichte vegetaties van pitrus en rietgras. Ook kan riet op korte termijn worden overgroeid door een wilgenstruweel als er massale kieming van wilg optreedt onder relatief droge condities, zoals nu het geval is in het middeldeel van het gebied.

Stimulering rietgroei

Als het waterpeil hoog genoeg is, blijkt riet in een paar jaar tijd sterk uit te kunnen groeien vanuit bestaande bronpopulaties. Dit is gebeurd in zowel het kleiige Tetjehorn in het noorden als in de venige Hooilandspolder ten zuiden van het huidige gebied. In het huidige plangebied is het aantal bronpopulaties echter zeer beperkt, waardoor het risico aanwezig is dat andere soorten als pitrus, rietgras, grote lisdodde en wilg zich sterk uitbreiden voordat riet een kans krijgt om dominant te worden.

Wij adviseren daarom om lokaal het gebied van (vooraf op kiemkracht geteste) zaden en/of stukjes wortelstok van riet te voorzien, om de vestigingskans te vergroten. Uit onderzoek uit de jaren 60 in Flevoland bleek dat er bij een dichtheid van meer dan 3 planten per m² voldoende onderdrukking van concurrenten was (Brandsma, 1969). Een bijkomend probleem bij het aanplanten van riet in het huidige Nederland is het zeer grote risico op vraat van jong riet door met name ganzen (Bakker, 2015; in press; Loeb et al., 2015), en met name in het eerste jaar. Dit betekent dat er ofwel grote hoeveelheden rietmateriaal in een keer aangebracht moeten worden (zoals in de Oostvaardersplassen), of extra maatregelen genomen moeten worden om vraat tegen te gaan. In de winter 2015/2016 komt bij plagmaatregelen door Natuurmonumenten

een grote partij rietstекken vrij, die hiervoor gebruikt zou kunnen worden (contactpersoon: Nicko Straathof).

Uitzaaien of planten van wortelstokken is echter alleen zinvol als de bedekking van de vegetatie nog niet compleet is en er nog voldoende kale bodem aanwezig is die niet te zuur is. In het in 2014 geplagde noordelijke deel van het gebied is dit waarschijnlijk nog mogelijk als deze maatregel op korte termijn wordt uitgevoerd.

In het in 2013 geplagde gebied is de vegetatie nog relatief open en is kale bodem nog aanwezig, maar is er al wel veel wilgenopslag. Dit zijn planten van circa twee jaar oud, die nu nog gemakkelijk uit de grond te trekken zijn, maar niet meer verdwijnen bij hogere waterstanden. Deze wilgenopslag zou moeten worden verwijderd voordat uitzaaien van rietzaden en/of planten van wortelstokken zinvol is (zie blz. 20).

In de niet-geplagde delen van het gebied, en in de delen in het zuidelijke gebied die enige jaren geleden geplagd zijn en nu grotendeels droog liggen, is de vegetatie al veel te dicht en zal de bestaande vegetatie van pitrus en liesgras niet direct verdwijnen door een hoger peil, alleen als de planten volledig onder water verdwijnen. Deze delen worden voor een deel gemaaid.

Als het uitzaaien van zaden en/of wortelstokken relatief snel na het maaien plaats vindt, en de waterstand dan ook voldoende omhoog gaat, is er een kans dat riet zich kan vestigen. De vraag is of het waterpeil meteen omhoog moet. Voor vestiging van riet is in ieder geval tijdelijk een lagere waterstand nodig, plasdras of enkele centimeters. Op het Eemmeeriland werd met vliegtuigjes in 1966/'67 rietzaad gezaaid: "Op het moment van zaaien was de bodemgesteldheid zeer gunstig voor de kieming van rietzaad. Behalve enkele grote plassen, stond er geen oppervlaktewater op het eiland. Niettemin was de bodem tot bovenin met water verzadigd." (Brandsma, 1969).



Fig. 6. Eenmaal gevestigde pitrus verdwijnt niet direct door een hoger peil. Foto Dannemeer, L. Lamers.

Als het riet zich voldoende heeft ontwikkeld, kan de waterstand verhoogd worden. Het huidige zomerpeil is echter te laag en de kans op succesvolle vestiging van riet is daarmee zeer klein. Bij peilverhoging tot het voorgestelde winterpeil (-2.10 m NAP) komt er daarentegen veel plas-drasgebied beschikbaar, waar riet zich kan vestigen, en later uit kan breiden naar nattere, diepere delen. Dit is gebeurd in de gebieden Tetjehorn en Hooilandspolder.

Verwijderen van jonge wilgenopslag

Zoals boven aangegeven, is met name in het twee jaar geleden geplagde middendeel veel wilg opgeslagen. Als hier niet wordt ingegrepen wordt het gebied een

wilgenstruweel in plaats van een rietmoeras. De planten zullen bij een verhoging van het waterpeil niet verdwijnen, maar uitgroeien tot kleine en later grote wilgen. Het is nu nog mogelijk om de planten relatief gemakkelijk uit de grond te trekken. Dit is natuurlijk een hele klus, maar kan wellicht met behulp van vrijwilligers uitgevoerd worden. Dit wordt vaker gedaan om na de inrichting de opslag van wilgen voor te zijn. Ook is het gebied nu nog relatief gemakkelijk te belopen, omdat het waterpeil nog laag is. Als deze maatregel gecombineerd wordt met het uitzaaien van rietzaden en/of wortelstokken, en daarna het waterpeil omhoog gaat (eerst plas-dras voor vestiging), is er een goede kans dat riet zich snel gaat vestigen. Het alternatief is om zich in een aantal delen wilgenbos te laten ontwikkelen, hoewel dat niet strookt met het oorspronkelijke inrichtingsplan.

Maaien van verruigde terreindelen

In de niet-geplagde delen van het gebied, en in de geplagde delen in het zuidelijke gebied die enige jaren geleden geplagd zijn en nu grotendeels droog liggen, is de vegetatie nu al veel te dicht voor de vestiging van riet. Deze delen worden nu voor een deel gemaaid. Als relatief snel na het maaien riet wordt uitgezaaid via zaden en/of wortelstokken, en de waterstand daarna omhoog gaat, is er een kans dat riet zich kan vestigen. Onderzoek van de Rijksuniversiteit Groningen in het gebied (Van Diggelen et al. 2008) laat echter zien dat de verwachtingen hieromtrent niet al te hoog gespannen moeten zijn; slechts zeer weinig soorten weten zich na een maaibeurt te vestigen. De kans op succesvolle vestiging ligt duidelijk hoger nadat de bestaande vegetatie is gefreesd. Hier zijn echter ook duidelijk hogere kosten aan verbonden.

Lokaal introduceren van veenmos

Stimuleren van de ontwikkeling van veenmosrietlanden lijkt een goede optie. In het sulfaatrijke IJperveld komen veel veenmosrietlanden en zelfs veenheide voor, en in het Staphorsterveld en bij Hasselt trad op afgegraven veengrond spontane ontwikkeling van veenmosrietlanden op. Een aantal veenmossen groeit onder relatief voedselrijke condities, zoals *Sphagnum squarrosum*, *S. fallax* en *S. palustre* (Kooijman en Paulissen 2006; Mettrop et al. 2015). Deze veenmossen kunnen zich vanuit relatief basenrijke condities ontwikkelen, met name *Sphagnum squarrosum*. Het waterpeil voor veenmosvegetaties zal ongeveer plas-dras moeten zijn, maar het veenmos mag niet overstroomd worden met gebufferd water omdat het dan afsterft. Het is niet te verwachten dat veenmosgroei op korte termijn massaal zal gebeuren, omdat daarvoor de alkaliniteit van het oppervlaktewater te hoog is, met name bij overstroming vanuit de watergangen. Lokaal kan stagnatie van regenwater met oxidatie van de zwavel- en ijzerrijke bodem echter zorgen voor een lage pH, maar directe vestiging op kleigrond is niet erg aannemelijk. Ook is er op dit moment geen bronmateriaal aanwezig, hoewel veenmossen wel een goede eindverspreider zijn. Het is wel mogelijk om te toetsen of ontwikkeling van veenmos een reële optie is door lokaal, maar alleen op locaties boven oppervlaktewaterpeil, materiaal in te brengen. Dit zou ook op termijn kunnen, als de rietvegetatie zich voldoende heeft kunnen ontwikkelen en een strooisellaag heeft gevormd. Daarnaast kunnen veenmossen zich ook vestigen in pitruspollen.

3.3 Monitoring

Om de effectiviteit van uitgevoerde maatregelen te kunnen bepalen en bij te kunnen sturen, is een goede monitoring essentieel. De ontwikkeling van vegetatie kan op grote schaal efficiënt en kosteneffectief met een *drone* met hoge-resolutiefotografie jaarlijks of tweejaarlijks vastgelegd worden en op kleinere schaal met pq's in relevante gebieden. Omdat het waterpeil sturend is, zal het peil op een aantal locaties (tweewekelijks of continu) gemeten en gerelateerd moeten worden aan de huidige terreinhoogte. Op deze wijze zijn peilverloop, hoogteligging, bodemconditie en vegetatieontwikkeling met elkaar te koppelen. Door het vasthouden van sliben de vorming van veen zal het maaiveld langzaam stijgen. Daarnaast zal de oppervlaktewaterkwaliteit op een aantal vaste locaties in het moeras gemeten moeten worden, liefst in combinatie met analyse van het poriewater in de bodem. Omdat ook fauna, m.n. moerasvogels, een belangrijk doel vormt, dient het aantal verblijvende en broedende moerasvogels ook gemonitord te worden. Voor de doelsoort roerdomp is het een aandachtspunt dat deze meestal alleen aan de hand van roepen gemonitord

kan worden, waarbij de mannetjes continu van locatie veranderen. De verschillen in peil binnen het gebied zijn ook belangrijk voor broedvogels in moerassen aangezien deze sterk verschillen in hun afhankelijkheid van waterdiepte. Dodaars, fuut en meerkoet houden van zeer natte moerasvegetaties (>40 cm waterdiepte), kleine karekiet, roerdomp, waterral, porseleinhoen, baardman en snor van natte moerasvegetaties (waterdiepte 10-40 cm) en rietgors, blauwborst en rietzanger komen vooral voor in droge tot vochtige moerasvegetaties (waterdiepte <10 cm) (Beemster et al., 2012). Bij de introductie van riet zal de ontwikkeling gevolgd moeten worden, waarbij het peil in de vestigingsfase in de gaten gehouden moeten worden om afsterven van jonge spruiten te voorkomen. V raat door met name ganzen blijft echter een groot risico en kan vragen om extra maatregelen (uitrasteren of verstoren).

3.4 Eindconclusies

1. De hoge nutriëntenbeschikbaarheid maakt voor het grootste deel van het Dannemeer alleen de ontwikkeling van een voedselrijk moeras mogelijk. Sommige delen van het terrein zullen continu nat zijn, andere delen plas-dras of droger. Door het mozaïek aan peilen en bodemomstandigheden, ook met betrekking tot verzuringspotentiaal, zal de vegetatie ook een mozaïek laten zien. Op droge 'pyriet'-rijke locaties met wisselend peil zal de bodem grotendeels onbegroeid blijven, door sterke verzuring en daarmee samenhangende factoren. Op locaties met hoog peil zal giftig waterstofsulfide op kunnen hopen in de bodem. Riet kan dit door zuursstofverlies via de wortels voor een deel ontgiften, maar is gevoelig voor hoge sulfidegehalten.
2. Wanneer het huidige zomerpeil gehandhaafd blijft, zullen pitrus, rietgras en wilg dominant worden op de vochtige delen van het terrein, en productieve grassen en soorten als veldzuring op de drogere delen.
3. Bij het instellen van een continu hoog peil zal het bestaande riet zich zonder hulp vanuit het kleine aantal bestaande kernen langzamerhand uitbreiden en zullen er eerst grotere oppervlakten open water ontstaan. Riet zal zich op luwere plaatsen langzaam uitbreiden, waarbij vraat door met name ganzen potentieel een probleem kan zijn omdat er weinig riet is. Door de hoge nalevering van fosfaat uit de bodem naar de waterlaag bestaat er echter wel risico op bloei van algen of cyanobacteriën, en ziekten als botulisme, met name in warme perioden. Naarmate er zich meer waterplanten ontwikkelen (bijvoorbeeld gedoond hoornblad, waterpest), wordt het risico op algen kleiner. De ontwikkeling van pitrus zal opschuiven naar de hogere vochtige delen, maar op locaties met sterk ontwikkelde pitruspollen zullen deze bij peilverhoging als horsten aanwezig blijven.
4. Om de ontwikkeling van een rietmoeras versneld in gang te zetten, kunnen rietstekken en/of -zaden aangebracht worden. Dit werkt echter alleen op voldoende open locaties waar soorten als wilg, pitrus en rietgras nog niet dominant zijn. Als niet in het hele gebied riet ingebracht wordt, werkt het beter om een aantal robuuste stroken of eilanden aan te leggen dan om minder in te brengen over een grotere oppervlakte. Waar wilgenbos ongewenst is, zullen wilgen verwijderd moeten worden. In de initiële fase moet het 'verdrinken' van jonge rietstruiken voorkomen worden.
5. Bij voldoende rietontwikkeling kan veenmosgroei spontaan optreden met name op de 'pyriet'-rijkere locaties. De veenmossen kunnen echter alleen gedijen op plaatsen die niet direct door oppervlaktewater overstroomd worden en voldoende vochtig blijven. Op geschikte locaties kan de ontwikkeling van veenmossen extra geholpen worden door het actief inbrengen van ent-materiaal.
6. Voldoende ontwikkeling van rietmoeras, en eventueel later veenmosrietland, zal niet alleen leiden tot een geschikt habitat voor moerasvogels, maar naar alle waarschijnlijkheid ook tot nieuwe veenvorming.

4 Literatuurverwijzingen

- Bakker, E. S., Pagès, J. F., Arthur, R. & Alcoverro, T. (2015). Assessing the role of large herbivores in the structuring and functioning of freshwater and marine angiosperm ecosystems. *Ecography*, in press. doi:10.1111/ecog.01651.
- Bakker, E. S., Gill, J. L., Johnson, C. N., Vera, F. W. M., Sandom, C. J., Auner, G. P. A. & Svenning, J. C. (2015). Combining paleo-data and modern exclosure experiments to assess the impact of megafauna extinctions on woody vegetation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, in press. doi:10.1073/pnas.1502545112.
- Beemster, N., De Roder, F.E., Hoekema, F. & van der Hut, R.M.G. (2012). Broedvogels in de moeraszone van de Oostvaardersplassen in 2005-2011 met een overzicht van langjarige ontwikkelingen. A&W-rapport 1702, Altenburg en Wyminga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.
- Brandsma, M. (1969). Ervaringen met het zaaien van riet en andere planten en met het onderdrukken van onkruiden door deze gewassen op het Eemmeer-eiland, in 1966 en 1967. Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders, Hoofdafdeling Cultuur en Recreatie, Zwolle.
- Calvete, C., R. Villafuerte & J. Lucientes et al. (1997). Effectiveness of traditional wild rabbit restocking in Spain. *Journal of Zoology* 241: 271-277.
- Coops, H., Vullink, J.T. & Van Nes, E.H. (2004). Managed water levels and the expansion of emergent vegetation along a lakeshore. *Limnologica* 34: 57-64.
- Cusell, C. (2014). Preventing acidification and eutrophication in rich fens: Water level management as a solution? Proefschrift Universiteit van Amsterdam.
- Dienst Landelijk Gebied en Staatsbosbeheer (2010). Beheerplan voor Natura 2000-gebied: NL1000010; Schoorlse Duinen (concept november 2010).
- Hua, Y.Y., Cui, B.S., He, W.J. & Liu, Y.L. (2012). Optimum water depth thresholds in reed marsh areas of the Yellow River Delta, China. *Procedia Environmental Sciences* 13: 1820-1826.
- Klooker, J., Bakker, J.P. & Van Diggelen, R. (1995). Ontgronden: nieuwe kansen voor bedreigde plantensoorten? *De Levende Natuur* 5: 174-180.
- Klooker, J., Van Diggelen, R. & Bakker, J.P. (1999). Natuurontwikkeling op minerale gronden. Ontgronden: nieuwe kansen voor bedreigde plantensoorten. Laboratorium voor Plantenoecologie, Rijksuniversiteit Groningen, 155 pp., 6 Bijl.
- Lamers L.P.M., Lucassen E.C.H.E.T., Smolders A.J.P. & Roelofs, J.G.M. (2005). Fosfaat als adder onder het gras bij 'nieuwe natte natuur'. *H2O* 38 (17): 28-30.
- Lamers, L.P.M., Geurts, J., Bontes, B., Sarneel, J., Pijnappel, H., Boonstra, H., Schouwenaars, J., Klinge, M., Verhoeven, J., Ibelings, B., Donk, E. van, Verberk, W., Kuijper, B., Esselink, H. & Roelofs, J. (2006). Onderzoek ten behoeve van herstel en beheer van Nederlandse laagveenwateren. Eindrapportage 2003-2006. Ministerie van LNV, Directie Kennis. Rapport DK nr. 2006/057-O.
- Lamers, L.P.M., Smolders, A.J.P., Van Diggelen, J.M.H., Lucassen, E.C.H.E.T., Kleijn, D. & Roelofs, J.G.M. (2008). Pityrus, l'enfant terrible van het natte natuurbeheer. Lastige beheersvragen in de Nederlandse veenweiden. *Tussen Duin en Dijk* 7: 30-36.
- Loeb, R., Geurts, J., Bakker, L., Van Leeuwen, R., Van Belle, J., Faber, A.-H., Kooijman, A., Brinkkemper, O., Van Geel, B., Weijs, W., Smolders, F., Roelofs, J., Van Dijk, G., Loermans, J., Cusell, C., Lamers, L. (2015). Verlanding in laagveenpetgaten – Speerpunt voor herstel. Eindrapportage OBN.
- Lucassen E.C.H.E.T., Smolders A.J.P. & Roelofs J.G.M. (2002). Potential sensitivity of mires to drought, acidification and mobilisation of heavy metals: the sediment S/(Ca+Mg) ratio as diagnostic tool. *Environmental Pollution* 120: 635-646.

- Mettrop, I.S. (2015). Water level fluctuations in rich fens: an assessment of ecological benefits and drawbacks. Proefschrift Universiteit van Amsterdam.
- Olsen S.R., Cole C.W., Watanabe R. & Dean L.A. (1954). Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. US Dept. of Agriculture circular 939.
- Smolders A.J.P., Lucassen E.C.H.E.T., Tomassen H.B.M., Lamers L.P.M. & Roelofs J.G.M. (2006a). De problematiek van fosfaat voor natuurbeheer. Vakblad voor Natuur, Bos en Landschap 3 (4): 5-11.
- Smolders A.J.P., Moonen M., Zwaga K., Lucassen E.C.H.E.T., Lamers L.P.M. & Roelofs J.G.M. (2006b). Changes in pore water chemistry of desiccating freshwater sediments with different sulphur contents. *Geoderma* 132: 372-383.
- Smolders, A.J.P., L.P.M. Lamers, E.C.H.E.T. Lucassen, G. van der Velde & J.G.M. Roelofs (2006c) Internal eutrophication: how it works and what to do about it - a review. *Chem. Ecol.* 22(2): 93-111.
- Smolders A.J.P., Lucassen E.C.H.E.T., Van der Aalst M., Lamers L.P.M. & Roelofs J.G.M. (2008). Decreasing the abundance of *Juncus effusus* on former agricultural lands with noncalcareous sandy soils: possible effects of liming and soil removal. *Restoration Ecology* 16: 240-248.
- Van Diggelen, R., van den Burg, J., Dijkstra, J.P., Verheijen, B. & Slot, B. (2008). Experimentele monitoring Midden Groningen. Eindrapportage. Rapport Stichting Willem Beijerinck Biologisch Station, Loon & Basiseenheid COCON, Rijks universiteit Groningen.
- Van Mullekom M., Lucassen E., Weijters M., Tomassen H., Bobbink R. & Smolders A. (2013). Van landbouw naar natuur: gericht op zoek naar kansen!. *De Levende Natuur* 114(4): 120-126.
- Van Mullekom M, Smolders A. & Timmermans B. (2014). Van landbouw naar natuur: Een efficiënte en effectieve aanpak. Brochure van Onderzoekcentrum B-WARE en het Louis Bolk Instituut.
- Verhagen, R., Klooker, J., Bakker, J.P. & Van Diggelen, R. (2001). Restoration success of low-production plant communities on former agricultural soils after top-soil removal. *Applied Vegetation Science* 4: 75-82.
- Verhagen, R., Van Diggelen, R. & Bakker, J.P. (2003). Natuurontwikkeling op minerale gronden. Verandering in de vegetatie en abiotische omstandigheden gedurende de eerste tien jaar na ontgronden. Rapport Rijksuniversiteit Groningen, Laboratorium voor Plantenecologie/It Fryske Gea.



**Kennisnetwerk OBN wordt gecoördineerd door de VBNE en
gefinancierd door het ministerie van Economische Zaken en BIJ12**

Vereniging van Bos- en Natuurterreineigenaren (VBNE)

Princenhof Park 9
3972 NG Driebergen
0343-745250

W.A. (Wim) Wiersinga
Adviseur Plein van de kennis/
Programmaleider Kennisnetwerk OBN
0343-745255 / 06-38825303
w.wiersinga@vbne.nl

M. (Mark) Brunsveld MSc
Programma-medewerker OBN
0343-745256 / 06-31978590
m.brunsveld@vbne.nl