

Ab Grootjans, Rolf Kemmers, Henk Everts & Erwin Adema

Restauratie van schraallanden op veengronden door afgraven en vernatten



Verdroging van veengronden is een veel voorkomend verschijnsel in beekdalen.

In veel natuurreservaten zijn wel percelen te vinden waar ondanks jarenlange inspanningen van de beheerders het herstel van bloemrijke hooilanden stagneert, omdat de veenbodem sterk veraard en verzuurd is door ontwatering in de omgeving. Herstel van de hydrologische situatie is een eerste vereiste voor dit ecosysteem, maar vaak is hydrologisch herstel maar ten dele mogelijk.

In een dergelijke situatie kan verlaging van het maaiveld door plaggen of verwijderen van de aangetaste veenlaag een optie zijn. In deze bijdrage wordt verslag gedaan van ervaringen met het plaggen van veengronden.

Veel van onze beste natuurreservaten liggen in veengebieden die vroeger intensief door boeren zijn gebruikt. Ze zijn bij de grote ruilverkavelingen in de jaren zestig en zeventig van de vorige eeuw gespaard gebleven, vanwege hun toen nog hoge biodiversiteit, of omdat ze zo nat waren dat het niet loonde om ze 'in cultuur' te brengen. Maar bijna allemaal hebben ze te lijden van ontwatering in de omgeving. Soms is de verdroging tijdelijk. Vergunningen voor grondwateronttrekkingen in de directe omgeving van natte natuurgebieden zijn op verschillende plaatsen niet verlengd of zelfs ingetrokken. Het staken van de winning leidt tot herstel van grondwatervoeding naar de reservaten. Maar omdat de bovenste veenlaag intussen irreversibel is veranderd,

hoeft dat niet tot herstel van het ecosysteem te leiden. In andere gevallen is het hydrologische systeem zodanig veranderd, bijvoorbeeld door het graven van een kanaal, dat herstel van de oorspronkelijke situatie alleen tegen zeer hoge kosten mogelijk is. Soms zijn de veranderingen onherroepelijk, bijvoorbeeld in veenweidegebieden waar in de loop van decennia door drainage het maaiveld in de omgeving zo diep is gezakt dat de reservaten nu meters hoger in het landschap zijn komen te liggen. In die omliggende landbouwpolen is een groot deel van het veen domweg verdwenen. Vroegere kwelgebieden (nu vaak reservaat) zijn daardoor veranderd in infiltratiegebieden en dit is bijna altijd onomkeerbaar. In zulke gevallen moeten eventuele herstelmaatregelen dus binnen de begrenzing van het reservaat worden opgelost. Het verlagen van het maaiveld door plaggen of ondiep afgraven is dan een optie. Met plaggen van heidevelden en schraallanden op minerale grond is inmiddels veel ervaring opgedaan en de resultaten van deze kostbare maatregel zijn in veel natuurreservaten gunstig (Roelofs et al., 1996; Grootjans et al., 2002; Jansen et al., dit nummer). Met het plaggen van verzuurde veengronden is veel minder ervaring. In deze bijdrage bespreken we ervaringen met verlagen van het maaiveld in verdroogde veengronden gecombineerd met lokale vernatting in drie verschillende gebieden. In deze gebieden waren problemen met verdroogde Dotterbloemhooilanden op veengronden (Drentse Aa en Linde Vallei) of er was een sterk verzuurd blauwgrasland aan-

Foto 1. Na het afgraven van de toplaag in de De Lage Maden in het najaar van 1995 bleef de bodem in 1996 vrijwel onbegroeid, het veen mineraliseerde heel sterk en het plagexperiment leek op een misluking af te stevenen.

Foto 2. Na het dichtgooien van veel sloten en na het optreden van een aantal zeer natte zomers, verschenen een kleine tien jaar later honderden orchideeën, koekoeksbloemen en andere doelsoorten van het Dotterbloemhooiland.

Foto 3. De voormalige sloten groeien dicht met Holpijp (*Equisetum fluviatile*) en Puntmos (*Calliergonella cuspidata*). Dit zeer natte perceel wordt gemaaid met speciale maaiapparatuur met zeer brede banden.

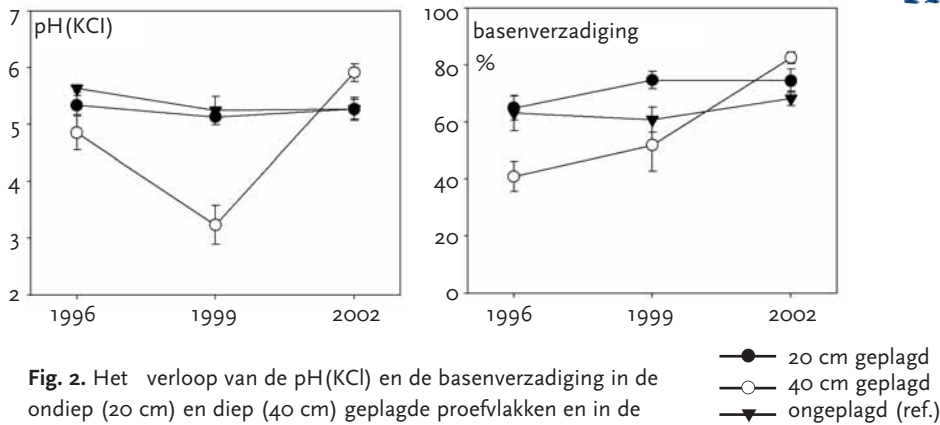


Fig. 2. Het verloop van de pH(KCl) en de basenverzadiging in de ondiep (20 cm) en diep (40 cm) geplagde proefvlakken en in de niet-geplagde referentie in De Lage Maden tussen 1996 en 2002.

wezig in het Lage Midden van Friesland (De Wyldlannen bij Earnewoude), dat ondanks het beheer steeds verder achteruitging. De twee beekdalreservaten liggen op het Drents Plateau en kunnen in principe nog in ruime mate beschikken over schoon grondwater (zie kaart, p. 74). Het blauwgrasland is voor vernatting afhankelijk van voedselrijk oppervlaktewater dat eerst gezuiverd moet worden. In deze drie gebieden gaan we na of plaggen dan wel afgraven onder uiteenlopende hydrologische omstandigheden geschikte maatregelen voor herstel zijn.

De Lage Maden (Drentse Aa)

Het gebied De Lage Maden ligt in de middenloop van de Drentse Aa nabij Loon. Het Staatsbosbeheer poogt al meer dan 30 jaar Dotterbloemhooilanden (*Ranunculo-Senecioni aquaticae*) te ontwikkelen door maaien en afvoeren (Everts & de Vries, 1991). In een groot gedeelte van het Drentse Aa-gebied lukt dat heel goed, maar in De Lage Maden blijven de meeste percelen steken in een soortenarme ontwikkelingsfase zonder Dotterbloemen, orchideeën en andere doel-

soorten (Jongman, 1996). Ruim de helft van het gebied bestond in 1995 nog uit verdroogde rompgemeenschappen, gedomineerd door Gestreepte witbol (*Holcus lanatus*) en Rood zwenkgras (*Festuca rubra*). Deze verdroging werd veroorzaakt door een combinatie van hydrologische ingrepen in het landschap. De waterstanden in de beek waren veel te laag, de waterwinning bij Assen onttrekt veel grondwater uit dit gebied en verder liggen er overal in het gebied nog diepe sloten die de landbouwgebieden op de beekdalflanken ontwateren. Bij het herstel van De Lage Maden is het accent gelegd op de interne ontwatering door sloten te dempen. Wijziging van de waterwinningssituatie is nog niet aan de orde. Het beekpeil is intussen wel iets verhoogd. Als proef werd in het najaar van 1995 één perceel geplagd om de verdroogde (en bezande) toplaag te verwijderen. Er werd naar gestreefd ongeveer 20 cm te verwijderen, maar in één strook van ca 20 meter werd de gehele veraarde laag van 40 cm afgegraven, waar een speciale ontgrondvergunning voor moest worden aangevraagd. Hierdoor kwam een weinig ver-

aarde veenlaag aan het oppervlak te liggen en de verwachting was dat zich hier een soort kalkmoeras zou kunnen ontwikkelen. Het eerste jaar na plaggen is altijd spannend. Dan wordt duidelijk welke soorten zich uit de zaadbank vestigen, welke uit wortelstokken uitlopen en welke soorten uit de omgeving zich vestigen. Groot was de verbazing toen honderden kiemplanten van de Grote ratelaar (*Rhinantus angustifolius*) meteen het eerste jaar over het hele geplagde veld (40 cm) aangetroffen werden, hoewel ze hun grootste dichtheid hadden waar vóór het plaggen een goed ontwikkeld Dotterbloemhooiland stond (fig. 1). Hieruit blijkt dat de machines die de toplaag afgevoerd hebben ook het zaad van de Grote ratelaar op efficiënte wijze verspreid hebben. Zelfs enkele volwassen planten van Dotterbloem (*Caltha palustris*) en Echte koekoeksbloem (*Lychnis flos-cuculi*) werden op deze wijze verplaatst en liepen het volgende voorjaar weer uit. In de daarop volgende jaren kwam de vegetatieontwikkeling traag op gang. Grote delen bleven lang kaal en droogden oppervlakkig uit, ondanks de vernattingsmaatregelen. Algemene grassen en kruiden, zoals Gestreepte witbol en Kruipende boterbloem (*Ranunculus repens*) gingen het aspect bepalen en het experiment leek op een mislukking af te stevenen. Maar na een aantal natte zomers en na het verder dichtgooien en laten verlanden van sloten werd het terrein steeds natter en verschenen de eerste zeldzame soorten, zoals Geelgroene zegge (*Carex oederi* subsp. *oedocarpa*) en Moeraszoutgras (*Trichoglin palustre*). Een deel van het afgegraven veen kon niet meer gemaaid worden, omdat het te nat was geworden en er ontwikkelde zich sinds 2002 een soortenrijk elzenbosje dat binnen drie jaar uitgroeide tot een flink bos van ongeveer 5 meter hoog. In de loop van de tijd werd de zode veel steviger en kon bijna het gehele perceel met een aangepaste maaimachine gemaaid worden; het bosje is gebleven. De mosbedekking nam ook snel toe, met name in de afgegraven (40 cm) strook, waar uiteindelijk echte veenvormende vegetaties ontstonden met Puntmos (*Calliergonella cuspidata*) en Snavelzegge (*Carex rostrata*). In de rest van het geplagde gebied ontstond na een jaar of tien een mooi ontwikkeld Dotterbloemhooiland met honderden bloeiende orchideeën. Het plagexperiment bleek ineens een doorslaand succes, met een zeer hoge diversiteit en variatie.

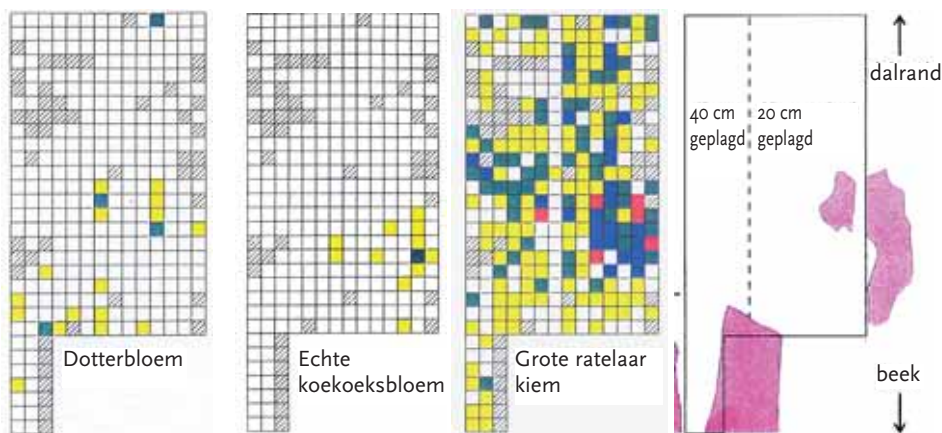


Fig. 1. Het voorkomen van volwassen planten van Dotterbloem, Echte koekoeksbloem en kiemplanten van Grote ratelaar in een grid van 5 x 5 meter, gelegen over de plagproef De Lage Maden in 1996. Het jaar daarvoor was de toplaag 20 cm resp. 40 cm diep verwijderd. In paars staat aangegeven waar het gebied met een goed ontwikkeld Dotterbloemhooiland heeft gestaan in 1995 (uit: Spoelstra, 1997).

De Dotterbloem heeft nog steeds moeite om zich goed te verspreiden binnen het gebied. Alleen rond enige oude planten die met het plaggen zijn verslept en zich daarna weer hebben hersteld, zijn veel jonge Dotterbloemen te vinden die zich vanuit zaad lijken te hebben gevestigd.

Het belangrijkste effect van het plaggen was het verlagen van de totale fosfaatvoorraad in de bodem. Ook is het gebied door plaggen en dichtgooien van sloten sterk vernat. De stikstofgehalten namen toe, omdat de percelen vroeger bezand zijn geweest en de onderlaag meer organische stof bevat. Die laag bevat echter lokaal ook veel pyriet. Dat gaf in het droge jaar 1996 ernstige verzuringsproblemen. Bij lage waterstanden oxideert pyriet namelijk, en daarbij verzuurt de bodem (zie kader over ijzer en zuurbuffering). We zien dit terug in een lage pH in de bodem (fig. 2) en hoge sulfaatgehalten in het bodemvocht. Ook de nitraatgehalten waren in 1996 extreem hoog in het bodemvocht (tot 100 mg/l); het resultaat van een intensieve stikstofmineralisatie. In de loop van de tijd werd het gebied door aanvullende vernattingsmaatregelen steeds natter en trad pyrietoxidatie niet meer op. De pH steeg daardoor voortdurend, onder meer door ijzer en sulfaatreductie. In de 20 cm geplagde delen bleef de pH steeds hoog. Kennelijk werd hier geen pyriet aangesneden. Aan het eind van de waarnemingsperiode trad weer een geringe daling in pH op (fig. 2). Het plaggen heeft hier wat zuurgraad betreft maar een tijdelijk effect gehad.

De Barten (Linde)

Het reservaat De Barten ligt in Friesland op de flank van het Drents Plateau langs

de Linde en wordt gevoed door basenrijk grondwater. Er komen nog fraai ontwikkelde Dotterbloemhooilanden met orchideeën voor en op kwelplekken treft men zelfs Noordse zegge (*Carex aquatilis*) en Ronde zegge (*Carex diandra*) aan. Binnen het reservaat zijn verdroogde veengronden wijd verspreid. Hier stagneert de vegetatieontwikkeling en blijft de vegetatie 'hangen' in een vrij soortenarme fase, gedomineerd door Rood zwenkgras (Jalink, 1987). Belangrijkste oorzaak van deze stagnatie is de lage waterstand in de Linde. Het oorspronkelijke riviertje de Linde is in het verleden namelijk dichtgegooid en vervangen door een diep kanaal (de huidige Linde) die het huidige reservaat doorsnijdt. Het beekpeil wordt erg laag gehouden vanwege de landbouwgebieden stroomopwaarts en stroomafwaarts.

De OBN-maatregelen bestonden zowel uit het plaggen (ca 10-20 cm) van een aantal percelen met een sterk veraarde toplaag, als het uitvoeren van vernattingsmaatregelen. In 1990/1991 werden allereerst veel sloten gedempt of op een hoger peil gebracht, er is bos gekapt en er zijn aan de rand van het reservaat kunststof schotten (zgn. kwelschermen) loodrecht in de grond geplaatst om de ontwatering door aangrenzende landbouwgronden te beperken. Al deze maatregelen leidden tot een aanzienlijke waterstandverhoging. Na het plaggen bleef de bodem vrijwel kaal. Na twee jaar vonden we veel pioniersoorten, waaronder de zeldzame Geelgroene zegge, en sloegen veel jonge wilgen en elzen op. De pioniers en de boomopslag verdwenen ook weer vrij snel vanwege de hoge grondwaterstanden. Sinds 1996 breidden mossen, zoals Puntmos, zich uit en ontwikkelde zich een kleine-zeggenvegetatie gedomineerd door Moerasstruisgras,

Snavelzegge en Ruw beemdgras. Ook typische soorten van schraallanden namen toe zoals, Waterdrieblad, Wateraardbei, Noordse zegge en Blauwe zegge (*Carex panicea*). De niet geplagde referentie wordt door de vernattingsmaatregelen ook beïnvloed. Typische soorten van het Dotterbloemhooiland, zoals Veldrus (*Juncus acutiflorus*) en Tweerijige zegge (*Carex disticha*), nemen af, maar de soortenrijkdom en het aantal doelsoorten blijft hoog (fig. 3).

Het plaggen heeft hier niet geleid tot een verlaging van de totale fosfaatvoorraad. Integendeel, in het midden van het beekdal, waar vroeger veel slib was afgezet, kwam na plaggen een laag tevoorschijn die rijker was aan fosfaat. Ook de beschikbaarheid van fosfaat nam hier toe. Kennelijk wordt de groei van de vegetatie hier beperkt door stikstof. Uit analyses van het grondwater en het bodemvocht komt naar voren dat de pH in de plagproeven doorgaans goed is gebufferd door toestroming van basenrijk grondwater of door reductie van ijzerverbindingen waardoor de pH ook stijgt (fig. 4). De basenverzadiging in het geplagde deel steeg tussen 1992 en 1996 van 60 % tot meer dan 80 %. Daarna trad weer een daling in, zodat in 2002 er geen verschillen meer waren met de niet-geplagde referenties, ook niet met de beginsituatie.

De Wyldlannen (Veenweidegebied)

De Wyldlannen is oorspronkelijk een blauwgraslandreservaat dat zich bevindt in het Lage Midden van Friesland. Het was een typisch Boezembauwgrasland; een laaggelegen plek die regelmatig met (relatief schoon) oppervlaktewater overstroomde en waar bijna geen kwel, maar ook geen infiltratie optrad. Na de Tweede Wereldoor-

aantal doelsoorten

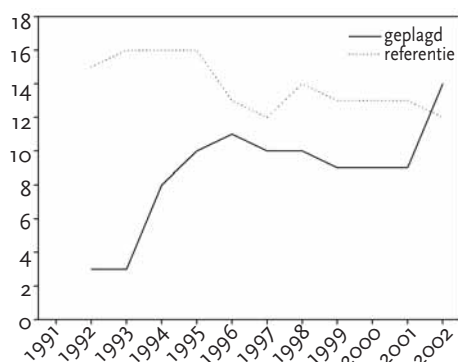


Fig. 3. Ontwikkeling van de doelsoorten in Barten-Noord in permanente kwadraten gedurende de periode 1991-2002.

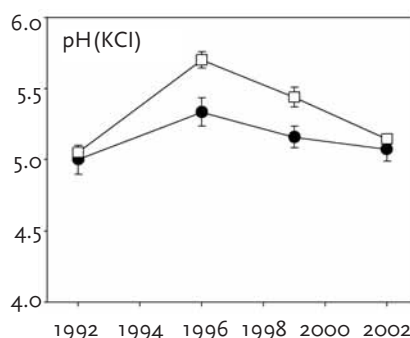
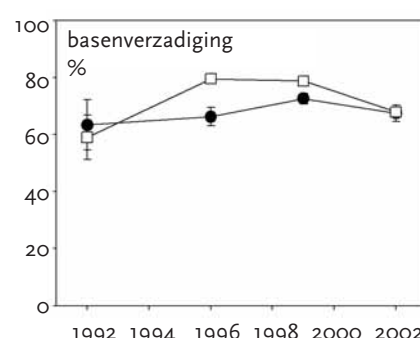


Fig. 4. Het verloop van de pH (KCl) en de basenverzadiging in de geplagde en ongeplagde proefvlakken in de Barten tussen 1992 en 2002.



—●— ongeplagd
—□— geplagd

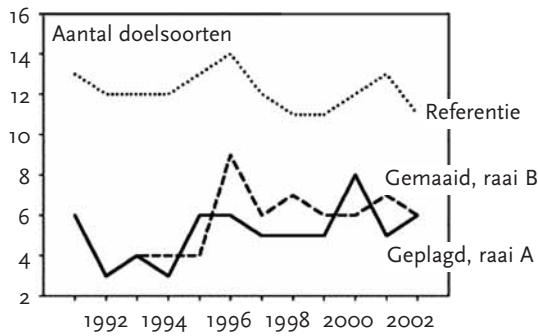


Fig. 5. Ontwikkeling van de doelsoorten in de Wydlannen, in een slecht ontwikkeld niet-geplagd blauwgrasland (Raai A) in vergelijking met een geplagd gedeelte (Raai B). Metingen zijn gedaan in permanente kwadraten gedurende de periode 1991-2002.

log veranderde de hydrologie ingrijpend. De omliggende landbouwpolders werden diep ontwaterd en als gevolg daarvan daalde de veenbodem. De Wydlannen bleef nat en zakte veel minder, tot het reservaat nu ver boven zijn omgeving uitsteekt (dit noemt men wel een 'peilhorst'). In de jaren 1970-1980 trad een sterke eutrofiëring op door het vervuilde boezemwater. Midden jaren zeventig van de vorige eeuw hadden de schraallanden vaak een aspect van Rietgras (*Phalaris arundinacea*). De jaarlijkse inundaties werden daarop gestaakt, maar als gevolg daarvan verzuurde het gebied, omdat er slechts regenwater werd vastgehouden dat diep in het profiel kon zakken. Karakteristieke soorten van het blauwgrasland, zoals Spaanse ruiter (*Cirsium dissectum*) en Blauwe zegge, namen daardoor sterk af. In de Wydlannen is een complex van voorzieningen aangebracht om inundatie van zuur regenwater te vervangen door schoon boezemwater. Daartoe werd een ondiepe begreppeling aangebracht om regenwater af te voeren en sinds 1990 wordt het voedselrijke boezemwater door een rietveld geleid dat fungeert als een helofytenfilter en veel voedingsstoffen uit het water verwijdt (van Duren et al., 1998). Om een minder zure bodem bloot te leggen werd bij wijze van experiment in 1991 in één perceel de zure toplaag afgeplagd. In het begin van het experiment kon het regenwater niet snelgenoeg worden afgevoerd, waardoor het water uit het helofytenfilter het gebied niet op tijd kon bereiken. Daarom werden in 1994 aanvullende maatregelen getroffen die ervoor zorgden dat het regenwater sneller werd afgevoerd en dat water uit het helofytenfilter de plagproef in het voorjaar kon overstroom.

In tegenstelling tot De Barten neemt de

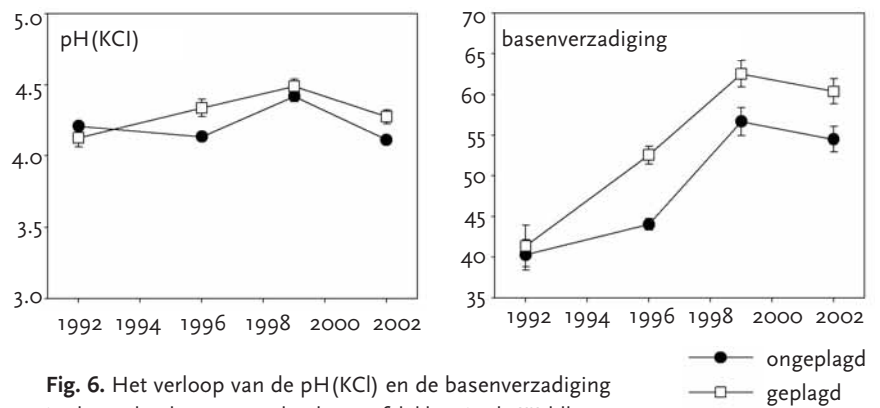


Fig. 6. Het verloop van de pH(KCl) en de basenverzadiging in de geplagde en ongeplagde proefvlakken in de Wydlannen tussen 1992 en 2002.

soortenrijkdom en het aantal doelsoorten na het plaggen nauwelijks toe. Weliswaar verschenen direct na het plaggen een paar doelsoorten, zoals Blauwe zegge en Geelgroene zegge, maar daarna stagneert het herstel. Het aantal doelsoorten van blauwgraslanden blijft achter bij de verzuurde niet-geplagde referentie. Pas op het eind van de waarnemingsperiode is het aantal doelsoorten in de geplagde en ongeplagde situatie weer gelijk (fig. 5). Maar in de plagproef zijn het vooral zeldzame soorten van zwakzure kleine-zeggenvegetaties die toenamen, zoals Stijve moerasweegbree (*Echinodorus ranunculoides*), Moeraszoutgras en Vlottende bies (*Scirpus fluitans*). In de niet-geplagde referentie vinden ook veranderingen plaats als gevolg van de hydrologische maatregelen. Aanvankelijk werd de vegetatie overheerst door algemene soorten, zoals Moerasstruisgras (*Agrostis canina*) en Pijpenstrootje (*Molinia caerulea*). Na 1995 trad een kentering op. Het aantal verruigers zoals Moerasstruisgras, Oeverzegge (*Carex riparia*) en Rietgras nam af, terwijl typische soorten van kleine-zeggenmoerassen, zoals Zwarte zegge, Waternavel (*Hydrocotyle vulgare*) en Moerasviooltje (*Viola palustris*), toenamen. Typische blauwgraslandsoorten (Geelgroene zegge, Blauwe zegge en Spaanse ruiter) namen ook weer wat toe en zelfs het zeer zeldzame Melkviooltje (*Viola persicifolia*) werd in 2000 gevonden. Het plaggen en de hydrologische maatregelen hebben in de Wydlannen dus niet tot de ontwikkeling van een goed ontwikkeld blauwgrasland, zoals de nabijgelegen Ule Krite, geleid. Het milieu is voor een blauwgrasland ondanks de maatregelen niet geschikt. De Blonde zegge en Moeraskartelblad (*Pedicularis palustris*) zijn in de plagproef en ook in de niet-geplagde referentie geïntroduceerd in 1994, maar hebben het niet overleefd, ook niet na een jaar bekalking (van Duren et al., 1998). Een complete mislukking kunnen we de experimenten in de Wydlannen

ook niet noemen. De maatregelen hebben geleid tot een verbetering van de botanische kwaliteit van het schraalland, maar het waren vooral soorten van zwakzure kleine-zeggen gemeenschappen die vooruitgingen. Plaggen heeft in de Wydlannen een ijzerarme, maar pyrietrijke (hoog)veenlaag blootgelegd, die zeer arm aan fosfaat was. Door de vernatting in de winter en het voorjaar zien we dat de basenverzadiging in de loop van de waarnemingsperiode stijgt, vooral in het geplagde deel, maar ook in het ongeplagde deel (fig. 6). De pH van de bodem stijgt echter nauwelijks en blijft ruim onder 4,5. Nader onderzoek (kader 1) wees uit dat pyrietoxidatie in de zomer verantwoordelijk was voor die lage pH. Ook uit de zeer hoge sulfaatgehalten in het bodemvocht bleek dat er hier een pyrietprobleem speelde.

Perspectieven van afgraven van veengronden

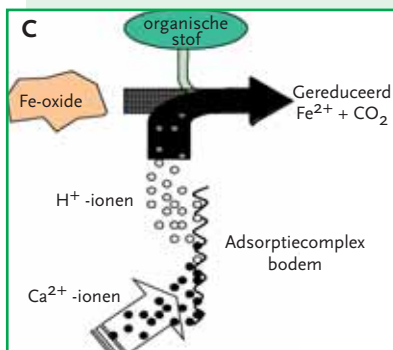
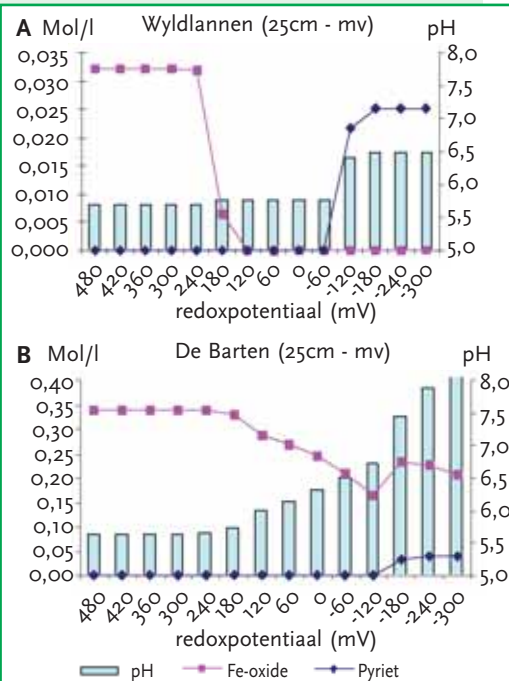
Veraarde toplaag verwijderen is gunstig bij voldoende grondwaterbeschikbaarheid

Het plaggen van veengronden om beekdalgraslanden te vernatten en te verschralen is niet zonder risico. Weliswaar wordt een sterk veraarde laag afgevoerd, maar het veen eronder is vaak ook nog veraard. Indien de weersomstandigheden of de lokale hydrologie niet gunstig zijn, kan vervolgens toch weer een sterke mineralisatie van het veen optreden. Dit laatste is inderdaad gebeurd in het plagexperiment in de Drentse Aa, in de ondiep geplagde (20 cm) delen.

In de afgegraven strook (40 cm) deed zich een ander, niet voorzien, probleem voor. Door pyrietoxidatie trad daar lokaal een sterke verzuring op, die ook de ontwikkeling van veel doelsoorten sterk belemmerde. Gelukkig bleek dit effect in De Lage Maden van tijdelijke aard. Ruim zes jaar na het plaggen, onder invloed van verdergaande vernattingsmaatregelen, ontwikkelde zich een zeer soortenrijk Dotterbloemhooiland

Kader 1. IJzer en zuurbuffering

In vrijwel alle kwelgevoede gronden wordt naast calcium en bicarbonaat ook in opgeloste vorm ijzer aangevoerd door het grondwater. In de onverzadigde zone van de bodem wordt dit ijzer blootgesteld aan zuurstof en als ijzeroxide neergeslagen. De oxidatie van ijzer heeft een zuurvormend effect, wat echter door het bicarbonaat in het grondwater wordt geneutraliseerd. Bovendien zijn ijzeroxiden in staat fosfaat te binden. Afhankelijk van de omstandigheden tijdens de bodemvorming zal het gehalte ijzeroxiden in de verschillende bodemhorizonten kunnen variëren. Bij vernatting en plaggen van verdroogde 'kwel-natuur' gaan de ijzeroxiden een belangrijke rol spelen. Uit het onderzoek in De Barten en de Wydlannen blijkt (fig. A & B) dat onder natte omstandigheden ijzeroxiden door reductie in oplossing komen als de redoxpotentiaal zakt onder 200mV.



Niet alleen gaat daardoor het fosfaatbindend vermogen verloren, maar worden ook zuurionen verbruikt, waardoor de pH stijgt. Deze zuurionen zijn in verzuurde gronden afkomstig van het adsorptiecomplex en worden vervangen door calciumionen uit het bodemvocht (fig. C). Het adsorptiecomplex wordt daardoor weer opgeladen met basen, zodat de basenverzadiging van de bodem en de zuurbuffercapaciteit toeneemt. Reductie van ijzeroxiden vergemakkelijkt dus het herstel van de basenverzadiging.

De mate waarin dit gebeurt is afhankelijk van de hoeveelheid ijzeroxiden in de bodem. De bodem van De Wydlannen (fig. A) is veel armer aan ijzeroxiden dan die van De Barten (fig. B). Als er weinig ijzeroxiden voorkomen, zijn ze ook snel door reductie verdwenen en zal het pH-effect gering zijn. Het herstel van de basenverzadiging blijft dan uit, tenzij er nog andere stoffen in de bodem beschikbaar zijn die kunnen reduceren, zoals sulfaat. De stijging van pH en het herstel van de basenverzadiging zal zich dan voortzetten totdat ook alle sulfaat is gereduceerd. Omdat er al gereduceerd ijzer voorhanden is, kan er dan ook pyrietvorming plaatsvinden, waardoor tevens fosfaatmobilisatie kan plaatsvinden. Het sulfaat in de bodem van De Wydlannen kan door waterstromen zijn aangevoerd, maar kan ook direct afkomstig zijn van atmosferische depositie. In figuur C zijn de processen weergegeven die in De Wydlannen zijn opgetreden in de horizont die na het plaggen aan het oppervlak is gekomen. Na het plaggen kwam een zeer ijzerarme, pyriethoudende horizont boven te liggen. Bij een volgende droge periode zal een deel van het pyriet weer oxideren, waarbij ijzeroxiden weer worden teruggevormd. Dit heeft weer een verzurend effect. De periodieke pyrietoxidatie wordt geïllustreerd door de sterke schommelingen van het sulfaatgehalte in het bodemvocht (fig. D). In De Wydlannen treden dus sterke fluctuaties op in zuurgraad en fosfaatbindend-vermogen, maar in De Barten niet, omdat hier een zeer ijzerrijke horizont na plaggen verscheen (fig. B). Als het zeer nat wordt (en blijft) reduceert het ijzeroxide, stijgt de pH en blijft de basenverzadiging hoog. Omdat het grondwater in De Barten weinig sulfaat bevat, vindt er relatief weinig pyrietvorming plaats.

Sulfaatconcentratie in bodemvocht (mg/l)

D	1999 diepte	Wydlannen 25	Barten 20
	januari		8,5
	februari		8,6
	april	101,1	8,5
	mei		8
	juni	73,3	11,6
	juli		9,7
	september	436	
	oktober	501	20,1

met honderden orchideeën. Bedacht moet worden dat die zich al in een vroeg stadium na het plaggen gevestigd moeten hebben, want het duurt minstens vier jaar voordat een soort als Breedbladige orchis (*Dactylorhiza majalis*) tot bloei komt. In de Barten (Lindevallei) deed zich gelukkig geen pyrietprobleem voor. Vanaf het begin was het basenrijke grondwater hoog in het profiel gestuwd, als gevolg van hydrologische maatregelen. Bij het plaggen kwam ook een zeer ijzerrijke veenlaag aan het oppervlak. Als je die vernat, dan heeft dat tot gevolg dat door ijzerreductie de pH stijgt. De plagproeven ontwikkelden zich dan ook zeer voorspoedig en na een jaar of vijf had zich in de plagproeven een vegetatie van een mesotroof laagveenmoeras ontwikkeld. Een nadeel van de sterke vernatting is dat de laatste jaren sommige delen niet gemaaid konden worden, zodat verzuuring door *Hennegras* (*Calamagrostis canescens*) inzette. Ook lijken, als gevolg van de lage waterstanden in de Linde, zich neerslaglenzen te vormen in de toplaag van de plagproeven, ook in de niet-geplagde delen. Dit zou sterk kunnen worden verminderd door het neerslagwater ondiep af te voeren via greppeltjes of via een natuurlijke afvoer. Daarvoor moet echter eerst het waterpeil in de Linde verhoogd worden, anders leidt afvoer van neerslagwater weer tot verdroging. Kort samengevat blijkt dat plaggen van (veraarde) veengronden alleen tot goede resultaten leidt, indien er heel veel grondwater kan worden aangevoerd en er een laag wordt aangesneden die rijk is aan ijzeroxiden. De veraardingsgraad van het veen is geen probleem, op voorwaarde dat het veenprofiel helemaal met grondwater verzadigd is. Het beste zou zijn om zoveel grondwater aan te voeren dat het via natuurlijke weg weer afstroomt over het oppervlak naar de beek. Op deze wijze wordt ook het neerslagwater grotendeels afgevoerd. Dat kan natuurlijk alleen in gebieden waar de kweldruk heel hoog is, zoals in het Drentse Aa-gebied. Sinds 2005 worden daar op veel plaatsen sloten helemaal dichtgegooid met veen en als gevolg daarvan vindt een hele snelle ontwikkeling naar goed ontwikkelde kleine-zeggenmoerassen plaats in de lagere delen. Plaggen versnelt de vershraling, met name door het afvoeren van fosfaat. Hierdoor kunnen moerassystemen sneller naar een situatie ontwikkelen waarbij zowel stikstof als fosfaat mede-beperkend zijn voor de productie.

Ten slotte is het de moeite waard op te merken dat in de relatief kleine plagexperimenten, de verspreiding van zaden of wortelstokken voor de meeste soorten niet beperkend lijkt te zijn geweest. Het heen en weer schuiven met de toplaag, heeft waarschijnlijk voor een goede verspreiding van zaden en volwassen planten gezorgd vanuit slootjes en andere natte plekken. Bij grootschalig plaggen in gebieden waar geen relictten van doelvegetaties meer aanwezig zijn, zal de beschikbaarheid van diasporen wel beperkend zijn, zoals duidelijk is gebleken bij plagexperimenten in Midden Groningen (van Diggelen et al., 2005). Het opbrengen van maaisel uit een donorvegetatie heeft daar geleid tot een snelle ontwikkeling van soortenrijke graslanden. Niets doen leidt in dit geval dus tot niets.

Hydrologische herstel onmogelijk: doeltypen herformuleren!

Indien de oorspronkelijke hydrologie niet hersteld kan worden en infiltratieomstandigheden blijven bestaan, zoals bijvoorbeeld in De Wyldlanden het geval is, zal plaggen niet leiden tot herstel van een vegetatietype dat daar ooit heeft bestaan. Zeker in het geval van een goed ontwikkeld blauwgrasland, dat veel basenminnende soorten heeft, is het doel dan te hoog gesteld. Bovendien hebben de hydrologische maatregelen ertoe geleid dat de waterstanden minder fluctueren en dat het boezemwater schoner wordt: een ideaal milieu voor een voedselarm (maar wel vrij zuur) kleine-zeggenmoeras. Dit is ook precies wat we de afgelopen vijf jaar hebben zien gebeuren. Het doeltipe Blauwgrasland is dus niet gehaald, het doeltipe mesotrofe kleine-zeggenmoeras wel. De enige optie om basenrijk water weer in het profiel van zo'n hoog in het landschap liggende 'peilhorst' te krijgen is het oppompen van grondwater uit een watervoerend pakket (Grootjans et al., 2000) en dit over het land te laten vloeien. Maar dat is weer moeilijk te verkopen als je als natuurbeschermingsorganisatie ook bezwaar wilt kunnen maken tegen het onttrekken van grondwater in de omgeving van een reservaat. Als alles gedaan is om een bepaald doeltipe te halen en het lukt niet, dan rest niets anders dan het doeltipe te herformuleren.

Literatuur

Diggelen, R. van, J. van den Burg, J.P. Dijkstra & J. Veninga, 2005. Natuurontwikkeling in Midden-Groningen. Tussenrapportage 2004.

Duren, I.C. van, R.J. Strykstra, A.P. Grootjans, G.J.N. ter Heerdt & D.M. Pegtel, 1998. A multidisciplinary evaluation of restoration measures in a degraded fen meadow (*Cirsio-Molinietum*). *Applied Vegetation Science* 1: 115 - 130.

Everts, F.H. & N.P.J. de Vries, 1991. De vegetatieontwikkeling van beekdalsystemen. Een landschapsoecologische studie van enkele Drentse beekdalen. Proefschrift Groningen. Historische Uitgeverij Groningen

Grootjans, A.P., A.J.M. Jansen & R.H. Kemmers, 2000. Advies Deskundigenteam natte schraallanden over de Friese Blauwgraslanden Wyldlanden en Blaugerzen (Akmarijp). KIWA. KOA-report 00.84.

Grootjans, A.P., J.P. Bakker, A.J.M. Jansen & R.H. Kemmers, 2002. Restoration of brook valley meadows. In: Nienhuis, P.H. & R. Gulati (eds.), *Ecological restoration of aquatic ecosystems in the Netherlands*.

Jalink, M.H., 1987. Veldrusvegetaties in enkele Friese beekdalen. Rapport Laaglandbekenproject nr 13. Laboratorium voor Plantenoecologie, Haren.

Jongman, M., 1996. Vegetatiekartering Drentsche Aa deel 2. Van Taarloosche Diep tot Westerholt. Rapport 96/2. Bureau Everts & De Vries e.a., Groningen.

Roelofs, J.G.M., R. Bobbink, E. Brouwer & M.C.C. de Graaf, 1996. Restoration ecology of aquatic and terrestrial vegetation on non-calcareous soils in The Netherlands. *Acta Bot. Neerlandica* 45: 517 - 541.

Spoelstra, S., 1997. Natuurontwikkeling in de Drentse Aa; de regeneratie van natte schraallanden door afplaggen. Doctoraalverslag Laboratorium voor Plantenoecologie, Haren.

Summary

Restoration of fen meadows on peat soil by top soil removal and rewetting

In The Netherlands much experience exists with restoration of fen meadows and heathland on mineral soils. Sod cutting and even top soil removal of former agricultural soils has also been applied on a large scale. Little experience exists with top soil removal of desiccated peat soils.

Yet, within nature reserves large areas exist with desiccated peat soils where the goals of nature conservation are not met. We monitored three restoration projects aimed at restoring nutrient-poor fen meadows (*Calthion palustris* and *Cirsio-Molinietum*) by applying top soil removal combined with rewetting. Two projects are situated in small river valleys on the Drenthian Plateau, while another project is situated in a low-lying polder area in the province of Friesland, which is surrounded by deeply drained agricultural fields.

In the two groundwater fed river valleys the results of the topsoil removal were quite successful. In both cases many target species established after 12 years. There were differences in the speed of recovery. In one project the recovery was retarded for at least 6 years, because the discharge of groundwater was insufficient during that period. After further closing down of drainage ditches combined with relatively wet years the target communities developed rather well. In the acidified fen meadow in the polder areas restoring the discharge of groundwater to the reserve was not possible, since the surface of the peat soils in the surrounding agricultural areas had dropped so much due to long term drainage that the nature reserve had turned into a permanent infiltration area. Flooding with purified surface water (through a helophyte filter) had a positive effect on some target species, but it was insufficient to restore the original fen meadow vegetation. It was recommended that the restoration goal should be adapted to the new conditions. An interesting observation was that in two areas topsoil removal led to the surfacing of a layer which was rich in pyrite (FeS). When conditions were too dry, in particular during summer, this led to oxidation of pyrite and subsequent strong acidification of the new top soil. When the discharge of well-buffered groundwater increased this acidification stopped.

Dr. A.P. Grootjans
Community and Ecology Conservation Group
Rijksuniversiteit Groningen
Postbus 14, 9750 AA Haren
e-mail: a.p.grootjans@rug.nl

Drs. R.H. Kemmers
Centrum Bodem
Departement omgevingswetenschappen
Wageningen Universiteit en Researchcentrum (Alterra BV)
Postbus 47, 6700 AA Wageningen
e-mail: rolf.kemmers@wur.nl

Dr. F.H. Everts
EGG consult everts & de vries
Postbus 1537, 9701 BM Groningen
e-mail: everts&devries@eggconsult.nl

Dr. E.B. Adema
Department of Innovation and Environmental Sciences
Universiteit Utrecht
Postbus 80115, 3508 TC Utrecht
e-mail: e.adema@geo.uu.nl