

Effectgerichte maatregelen tegen verdroging, verzuring en stikstofdepositie op trilvenen (Noord-Holland, Utrecht en Noordwest- Overijssel)

Aat Barendregt (Milieukunde, Universiteit Utrecht)
Boudewijn Beltman (Landschapeecologie, Universiteit Utrecht)
Eric Schouwenberg (Alterra, Wageningen)
Geert van Wirdum (TNO-NITG, Utrecht)



landbouw, natuur en
voedselkwaliteit

© 2004 Expertisecentrum LNV, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit

Rapport EC-LNV nr. 2004/281-O
Ede, 2004

Teksten mogen alleen worden overgenomen met bronvermelding.

Deze uitgave kan schriftelijk of per e-mail worden besteld bij het Expertisecentrum LNV onder vermelding van code 2004/281-O en het aantal exemplaren.

Oplage 100 exemplaren

Samenstelling Aat Barendregt (Milieukunde, Universiteit Utrecht)
Boudewijn Beltman (Landschapeecologie, Universiteit Utrecht)
Eric Schouwenberg (Alterra, Wageningen)
Geert van Wirdum (TNO-NITG, Utrecht)

Druk Ministerie van LNV, directie IFA/Bedrijfsuitgeverij

Productie Expertisecentrum LNV
Bedrijfsvoering/Vormgeving en Presentatie
Bezoekadres : Horapark, Bennekomseweg 41
Postadres : Postbus 482, 6710 BL Ede
Telefoon : 0318 822500
Fax : 0318 822550
E-mail : Balie@minlnv.nl

Voorwoord

Een van de onderzoeksvelden binnen het Overlevingsplan Bos en Natuur (OBN) van het Ministerie LNV, is "Natte Schraallanden". Binnen deze natte ecosystemen is op praktijkschaal in diverse terreinen, onderzoek gedaan naar de effecten van maatregelen tegen verzuring, vermesting en verdroging.

Het voorliggende rapport bevat de resultaten van onderzoek naar herstel van de natuur in soortenrijke trilvenen in de Weerribben, een veenmosrietland in het IJperveld en zeven terreinen in de laagveenmoerassen van de Vechtstreek.

Het onderzoek werd begeleid door het Deskundigenteam Natte Schraallanden en kwam tot stand dankzij de medewerking van het Noordhollands Landschap, Natuurmonumenten, Staatsbosbeheer, NITG-TNO, Giesen & Geurts en de veldmedewerkers: Wilma Peeters, Gerrit Rouwenhorst, Paul van der Ven, Sandra Robat en Tom van den Broek.

Dit eindrapport bevat naast de resultaten van het onderzoek ook de consequenties voor de praktijk van het terreinbeheer.

Ir. H. de Wilde
Waarnemend Directeur Expertisecentrum LNV

Inhoudsopgave

Samenvatting	7
1 Algemene inleiding	11
2 Monitoring proefproject Ilperveld, 1999-2002	13
2.1 Het Ilperveld: probleem en proefopzet	13
2.2 Het veranderingen in het Ilperveld tussen 1991 en 2002	16
2.2.1 De werking van de hydrologische ingreep	16
2.2.2 Effectiviteit verlengde aanvoer van boezemwater	17
2.2.3 Bodem in het Ilperveld.	18
2.2.4 Nutriënten beschikbaarheid in de vegetatie	22
2.2.5 De veranderingen in de vegetatie	23
3 Monitoring proefproject Weerribben 2000-2002	27
3.1 Inleiding	27
3.1.1 Achtergrond	27
3.1.2 Probleemstelling	27
3.1.3 Waarnemingen	28
3.2 Prikstokmetingen hele terrein	28
3.2.1 De prikstok	28
3.2.2 De metingen	29
3.2.3 Resultaten	29
3.3 Gedetailleerde prikstokmetingen raai Stobbenribben A	29
3.4 Waterchemie	33
3.5 Vegetatie	34
3.6 Basenverzadiging van de veenbodem	34
3.7 Samenvatting en conclusie	35
4 Monitoring proefproject Vechtstreek 1999-2002	37
4.1 Het Bekalkingsonderzoek in de Vechtstreek	37
4.1.1 Inleiding	37
4.1.2 Locatiebeschrijving	37
4.2 Effecten op de bodem na drie jaar	39
4.3 Effecten op de watersamenstelling na drie jaar	40

4.4	Effecten op vegetatie en plantensoorten-aantal	41
4.4.1	Effecten van de maatregelen op vegetatie en aantal plantensoorten	41
4.5	Conclusie over de zeven terreinen in de Vechtstreek	44
5	Lessen uit de proefprojecten en een visie op de toekomst van laagveen	47
5.1	Hoe nu verder?	47
5.1.1	Kenmerken van soortenrijke natte schraallanden in verlandingsvenen en processen die bepalend zijn voor hun ontwikkeling	47
5.1.2	De noodzaak van maatregelen op landschapsschaal voor de overleving van soortenrijke natte schraallanden in verlandingsvenen	49
5.1.3	De effectiviteit van lokale overlevingsmaatregelen voor soortenrijke natte schraallanden in verlandingsvenen	50
5.1.4	Conclusies over de toepasbaarheid van de onderzochte OBN-maatregelen in laagveengebieden	51
	Referenties	53
Bijlage 1	Doeltypebeschrijvingen Trilveen en Veenmosrietland	57
Bijlage 2	Powerpointpresentatie	59

Samenvatting

Het OBN-monitor-onderzoek is uitgevoerd in drie gebieden: het Ilperveld, De Weerribben en de Vechtstreek.

De centrale probleemstelling van het onderzoek is of het mogelijk is met lokale maatregelen de natuur, zich manifesterend in soortensamenstelling, soortenrijkdom en bedekking van plantengemeenschappen te herstellen in laagvenen?

Het monitor-object **Ilperveld** bestaat uit één perceel, en is het enige (voormalige) brakwaterveen, dat in het kader van de OBN-regeling wordt gevolgd. In de winter 1991/92 is een plagproef uitgevoerd en zijn greppels gefreesd om de afvoer van overvloedig regenwater of aanvoer van oppervlaktewater in droogteperioden te reguleren. Tevens is een verlengde aanvoersloot voor het oppervlaktewater gecreëerd, met als doel mogelijke verbetering van de waterkwaliteit voordat het terrein bereikt wordt. De eerste drie jaar na de ingreep fluctueren bodem- en watersamenstelling aanzienlijk, en verschijnen en verdwijnen regelmatig soorten (o.a. het triviale Straatgras, *Poa annua*). Daarna ontwikkelt het restauratie-project zich stabiel tot anno 2002.

De hydrologische maatregelen hebben geleid tot extra indringing van gebufferd oppervlaktewater, dat de pH van de bodem heeft doen stijgen van ca. 3,9 tot 4,7 en de pH van het grondwater aan het oppervlak van de kragge steeg van 3,3 in 1991 tot 6-6,3 in 2002. De regenwaterlens, die eerst tot aan de greppels reikte, is gekrompen tot op een afstand van 1 tot 2 meter van de greppels. Tussen de greppels zijn echter kleinere regenwater lenzen blijven bestaan. Er is geen verhoging van stikstof of fosfaatgehalten geconstateerd, noch in de totaal N of P noch in de beschikbare fracties.

Verheugend is te constateren dat het totale plantensoortenaantal in de proef is toegenomen van 10 in 1991 tot 30 langs de greppels in 2002. Tevens is een aantal reeds aanwezige soorten zoals Moerasviooltje (*Viola palustris*), Waternavel (*Potentilla x suberecta*), Moerasrolklaver (*Lotus uliginosus*) en Echte koekoeksbloem (*Lychnis flos-cuculi*) in bedekking toegenomen. Nieuw gevestigde soorten zijn o.a. Koningsvaren (*Osmunda regalis*), Rietorchis (*Dactylorhiza majalis praetermissa*) en Blaaszegge (*Carex versicaria*). Voor deze positieve ontwikkelingen zijn de open ruimte na het afplaggen en de betere buffering door het oppervlaktewater bepalend.

Moerasviooltje en Waternavel hebben zich ook gevestigd direct langs (0-50 cm) de greppels, en vandaaruit (?) ook in de vlakken waar niet geplagd is. Buiten de greppelzone van 1-2 meter breed herstelt het Veenmos (*Sphagnum fallax*/*S. flexuosum*) zich snel. De controle proefvlakken tonen over de 11 jaar van studie geen verschillen in dominantie door Veenmos en Haarmos (*Polytrichum commune*) en tonen eveneens een ongewijzigd lage zuurgraad.

Het bekalkingsonderzoek in de **Vechtstreek** is uitgevoerd in 7 percelen en is zo opgezet, dat de percelen met de vegetatietypen in een verzuringsreeks liggen. Het onderzoek is ingezet in 1997 en heeft 5 jaar gelopen. In de proef is nagegaan hoe het herstel van de vegetatie is na een bekalking. De gift is 150 g/m² kalk, al dan niet in combinatie met plaggen. De Haarmos-trilvenen in Molenpolder en Suikerpot blijven ondanks bekalken zeer zuur met pH waarden van 3,5 tot 4. De Ronde zegge en Scherpe zegge-trilvenen van Tienhoven en Suikerpot blijven licht zuur met een pH van 5 tot 5,5. Na de vijf jaar zijn significante verschillen in bodem-pH waargenomen. De gemiddelde waarden van de controles liggen lager (4,9) dan die van de bekalkte en geplagde en bekalkte-vlakken (5,7-6,0). Deze gemiddelde conclusies gelden ook op terrein-niveau voor pH en calcium-gehalten. Ook in de bodemwater-samenstelling wordt voor vrijwel elk terrein een verhoging van de bufferende calcium en

bicarbonaat gemeten na een maatregel. Het is verheugend te constateren, dat geen verschillen gevonden zijn in de nutriënten concentraties stikstof en fosfaat, zodat geen extra stimulering van de mineralisatie door de bekalking heeft plaatsgevonden.

In **De Weerribben** is in 1991-'92 een aantal dichtgeslibde en verlande sloten opgeschoond of opnieuw uitgegraven. Tevens zijn enkele smalle plagstroken aangelegd en is de watertoevoerweg naar de percelen verlengd door bestaande sloten anders met elkaar te verbinden en enkele stuwen te plaatsen. In de eerste jaren na de maatregelen was duidelijk vast te stellen dat het boezemwater vooral onder de kraggen het verzurende veen kon bereiken, en dat daar opnieuw oplading met basen ging plaatsvinden. Sinds 1996 bereikt deze oplading ook de hogere lagen van de kragge. De sterke verzuring in de vegetatie is hiermee tot staan gebracht. Zeer lokaal is een toename van basenminnende vegetatie vastgesteld, maar over de volle periode van 10 jaar valt toch nog steeds een kleine netto toename van veenmosbegroeiing te constateren. Het is mogelijk dat dit het gevolg is van de betrekkelijk natte jaren in de onderzoeksperiode, maar het kan dan toch nog een blijvend verschijnsel zijn. De kenmerkende trilveensoorten *Scorpidium scorpioides* (Rood schorpioenmos) en *Scorpidium cossonii* (Klein schorpioenmos) blijven tot nu toe in belangrijke delen van de percelen dominant aanwezig. In het proefproject is duidelijk geworden dat het ontwerp van het slootpatroon erg belangrijk is. Waar sloten dicht bij elkaar liggen, is het effect klein. De kennis die opgedaan is over het feitelijke stromingspatroon in relatie tot plaatselijke factoren laat zich nog niet gemakkelijk in algemeen geldige regels vertalen, maar heeft wel efficiënte methoden opgeleverd voor vooronderzoek en ontwerp van deze maatregelen. Waar in de diagnose kan worden vastgesteld dat verlanding of anderszins blokkering van bestaande sloten vermoedelijk de belangrijkste oorzaak is geweest waardoor ongunstige atmosferische depositie en regionaal-hydrologische factoren tot versnelde verzuring konden leiden, kan worden aanbevolen deze sloten weer te openen. Hier gaat het immers niet om een feitelijke wijziging ten opzichte van het patroon in de eerdere "gezonde" toestand. De effecten van lokaal plaggen waren ongunstig of te incidenteel om deze maatregel in algemene zin aan te bevelen. Daarentegen heeft het bewust niet plaggen een geleidelijk verdere ontwikkeling in de richting van hoogveenachtige vegetaties laten zien met een sterke toename van *Sphagnum papillosum* (wrattig veenmos) en de verschijning van *Sphagnum fuscum* (Bruin veenmos) als bijzondere soorten. Het verlengen van de toevoerweg van boezemwater heeft geleid tot lagere nutriëntenconcentraties met behoud van een voldoende basenrijkdom.

Abstract

Restoration measures have been carried out in three major peat areas in the Netherlands.

The restoration measures carried out in the brackish peatland fen-meadows of the **Ilperveld** have been monitored since 1991 till 2002. The measures included sod removal, extra drainage and the combination of both. They were carried out with 6 replicates. In this situation drainage means the excavation of trenches (circa 20 cm wide and idem deep) every 6 metre apart, discharging in ditches (circa 2 m. wide and 1 m deep). A birds-eye view shows a fork-pattern of which each alternating strip of peatland was sod-cutted.

The hydrological measures resulted in a breaking up of the formerly continuous rainwater lens, which resulted in a poorly buffered soil-water conditions. The soil-water pH increased from circa 3.3 to 5.6 but only in restricted zones of circa 1-2 m wide parallel to the trenches. Outside these zones acidification continues and the "unwanted" *Polytrichum commune* and *Sphagnum fallax*/*S. flexuosum* remain dominant or the dominant invader of sod cutted areas. No impact on nutrient availability was found. In the impacted zones target species such as *Viola palustris*, *Potentilla x suberecta*, *Lotus uliginosus* and *Lychnis flos-cuculi* increased in area size or percentage cover. New settling occurred of e.g. *Osmunda regalis*, *Dactylorhiza majalis praetermissa* and *Carex versicaria* but again restricted to the zones along the trenches. An elongated ditch as pathway for the water before it enters the fen meadow-area has proven to improve the water quality considerably.

The restoration measures sod cutting in combination with improvement of drainage have shown to be successful to conserve and reappear of target plant species indicated in the Dutch nature policy. In this highly impacted landscape a set of "gardening" measures seems to be needed for this purpose to conserve species.

The liming experiment in the seven sites in fresh water fens in the **Vechtstreek** is now only monitored for five years. These sites range from seriously acidified with a dominant moss-layer of *Polytrichum commune* to a slightly acidified *Carex*-vegetation. It showed a pH gradient from 3.4 to 5.5 over the different sites, which remains constant even if 150 g/m²/y lime was applied. The vegetation and the a-biotic conditions responded unexpectedly after 5 years. The two strongly acidified sites did not show any improvement, the slightly acidified sites were disturbed in species composition, only in the moderately acidified sites an important gain in species richness could be measured.

In De Weerribben some overgrown ditches were opened up, and a longer pathway was created for the supply of water via these ditches from the main, slightly polluted canals towards the valuable quagfens. Sod cutting was limited to some narrow zones along the ditches in order to best use the opportunities for base supply from the ditches. The measures resulted in an increased recharge of the semi-floating peat rafts with bases, especially calcium. Since 1996 the increased base loading was also observed in the upper parts of the rafts. This effectively contributed to the survival of substantial zones of base-rich vegetation, including abundant *Scorpidium cossonii* and *S. scorpioides*. In the full ten years research period, a slight net increase of sphagnaceous vegetation was still noted, which could be due to the unusually wet weather during several years. Parts of the area were left insulated from the main waterways. These parts continued to develop towards fen-bog vegetation, with a substantial spreading of *Sphagnum papillosum* and the new establishment of *Sphagnum fuscum* as main features. The investigations made clear that the design of a ditch system for base supply is very important. Where ditches run at short distance apart, the effects are small. Where the water supply to a larger area passes through the local peats, a maximum effect is observed. However, this requires a fairly transmissive fen profile. Suitable methods were developed for the local design of ditch systems.

1 Algemene inleiding

Effectgerichte maatregelen

Gedurende de afgelopen decennia heeft de zure en stikstofrijke depositie in Nederland een sterk negatief effect gehad op de soortenrijkdom van natte schraallanden. Van de verlandingsstadia brakwater-veenmosrietlanden en matig-voedselrijke trilvenen zijn bovendien nog maar enkele hectares aanwezig (Van Leerdam & Vermeer, 1991). Het behoud van areaal en kwaliteit van deze vegetatietypen is noodzakelijk. Dit kan tijdelijk worden gerealiseerd door het uitvoeren van effectgerichte maatregelen. Hoewel brongerichte maatregelen op de langere termijn worden geprefereerd, zijn effectgerichte maatregelen toch wenselijk als tijdelijke overlevingsstrategie. Door het toepassen van technische maatregelen kan weerstand worden geboden tegen de verzuring en de effecten daarvan totdat brongerichte maatregelen daadwerkelijk gerealiseerd zijn.

Het behalen van successen wat betreft de vegetatie en de soortensamenstelling, het onderdeel "biodiversiteit" uit Wegen naar Doeltypen (IKC-N 1998) is een van de doelstellingen van het OBN-beleid. Het analyseren van de stuurvariabelen in de vorm van beheer is een tweede belangrijke poot onder het natuurbeleid, immers door gerichte beheersmaatregelen zou men de gewenste doeltypen uit het beleid beter en of sneller kunnen bereiken.

Opdrachtverlening

In 1989/90 heeft het deskundigenteam 'Natte Schraallanden' onderzocht welke effectgerichte maatregelen tegen verzuring en eutrofiëring van natte schraallanden genomen zouden kunnen worden (Jansen, 1991). Daarbij zijn ook enkele gebieden aangewezen die konden fungeren als EGM-proefproject. Inmiddels worden in deze proefprojecten 12 jaar door Alterra, KIWA, NITG-TNO en de universiteiten van Groningen, Wageningen en Utrecht monitoringsprogramma's uitgevoerd, in opdracht van het Expertise Centrum van het Ministerie van LNV. Het doel van de EGM-proefprojecten is het opdoen van ervaring met effectgerichte maatregelen in verschillende systemen, gericht op het behoud van grondwaterafhankelijke, niet verzuurde systemen en herstel van de verzuurde systemen. Vanaf 1993 zijn de proefprojecten ondergebracht bij het Overlevingsplan Bos en Natuur en heten sindsdien OBN-proefprojecten. De Universiteit Utrecht heeft de uitvoering van de OBN-proefprojecten in het IJperveld (vanaf 1991) en in de polder Westbroek (vanaf 1994; de gehele Vechtstreek vanaf 1998) in handen gehad. Het onderzoek in de Weerribben heeft de eerste jaren onder verantwoordelijkheid van het toenmalige IBN-DLO (Wageningen, thans opgegaan in Alterra) plaats gevonden; de laatste jaren wordt het verricht vanuit TNO-NITG (Utrecht) met medewerking van Alterra (Wageningen).

OBN- proefprojecten in de laagvenen

Sinds het begin van monitoring in de Weerribben, het IJperveld en de Vechtstreek worden jaarlijks de water-, bodem- en vegetatiesamenstelling vastgelegd. Vergelijking van deze gegevens met de situatie vóór het uitvoeren van de maatregelen, de nul-situatie in 1991, moet leiden tot inzicht in het mogelijk herstel van (versneld) verzuurde verlandingsvegetaties in Nederland. In alle drie de proefprojecten is het probleem dat de karakteristieke soorten-diversiteit in de laagveen-verlanding terugloopt door successie en verzuring. Een structurele oplossing wordt gezocht in het opnieuw uitgraven van petgaten, waardoor alle successiestadia zich weer kunnen ontwikkelen. Op diverse plaatsen in de Vechtstreek en noordwest Overijssel wordt deze maatregel toegepast, echter wegens de successiesnelheid zal het resultaat

decennia op zich laten wachten en het is zelfs de vraag of deze methode effectief zal zijn zonder aanvullende maatregelen met betrekking tot de regionale waterhuishouding. Enkele andere wellicht toepasbare strategieën om voor dezelfde natuurdoeltypen in Nederland weer een duurzaam voortbestaan te garanderen zijn nog in de brainstorm-fase. Intussen dienen de soorten echter niet uit de gebieden te verdwijnen en zullen er oplossingen tot behoud gevonden moeten worden. Het bestrijden van de verzuring met lokale maatregelen heeft om die reden hoge prioriteit.

In het IJperveld zijn een kalkrijke bodem, schoon grondwater en lokale kwel niet aanwezig. Er stroomt geen lithoclien, regionaal grondwater naar het gebied toe en het gebied is van nature nogal verzuringsgevoelig; het is een inzijgingsgebied (Jansen & Lemaire, 1991). Op sommige locaties in de Weerribben en de Vechtstreek is minstens een bron van betrekkelijk schoon en kalkrijk water wel aanwezig, waardoor potentieel betere resultaten bereikt kunnen worden.

In alle drie de gebieden wordt geëxperimenteerd met het verhogen van de buffercapaciteit van de bodem om daarmee de vegetatie te laten overleven na de aantasting door de verzuring. Het doel van het proefproject IJperveld is om na te gaan in hoeverre herstel van verzuringsschade mogelijk is door gebufferd oppervlaktewater binnen een perceel te brengen met de aanleg van greppels in combinatie met al of niet plaggen. In het proefproject Weerribben is het slootstelsel rondom de trilvenen hersteld, opgeschoond en uitgebreid om zodoende gebufferd boezemwater bij het perceel te laten komen. In de Vechtstreek wordt onderzocht of het mogelijk is om kunstmatig de buffercapaciteit van de bodem te verhogen door middel van bekalking. Voorgaande samenvattende rapportages over deze drie proefprojecten zijn te vinden in Barendregt et al. (1997, 2000), Beltman *et al.* (2001); Bootsma *et al.* (2002), Van Wirdum (1993), Schouwenberg & van Wirdum (1997) en Schouwenberg (2000).

Opbouw rapport

In hoofdstuk 2 wordt het gebied IJperveld beschreven en hierop volgend de ontwikkelde proefopzet. De nieuwe gegevens uit de periode 1999-2002 worden geïntegreerd samengevat met eerdere resultaten, waardoor vooral de veranderingen in water, bodem en vegetatie centraal staan. In hoofdstuk 3 worden de opzet en de bereikte resultaten in de trilvenen in de Weerribben gepresenteerd en in hoofdstuk 4 worden de resultaten van de proeven met bekalking in de laagvenen van de Vechtstreek besproken.

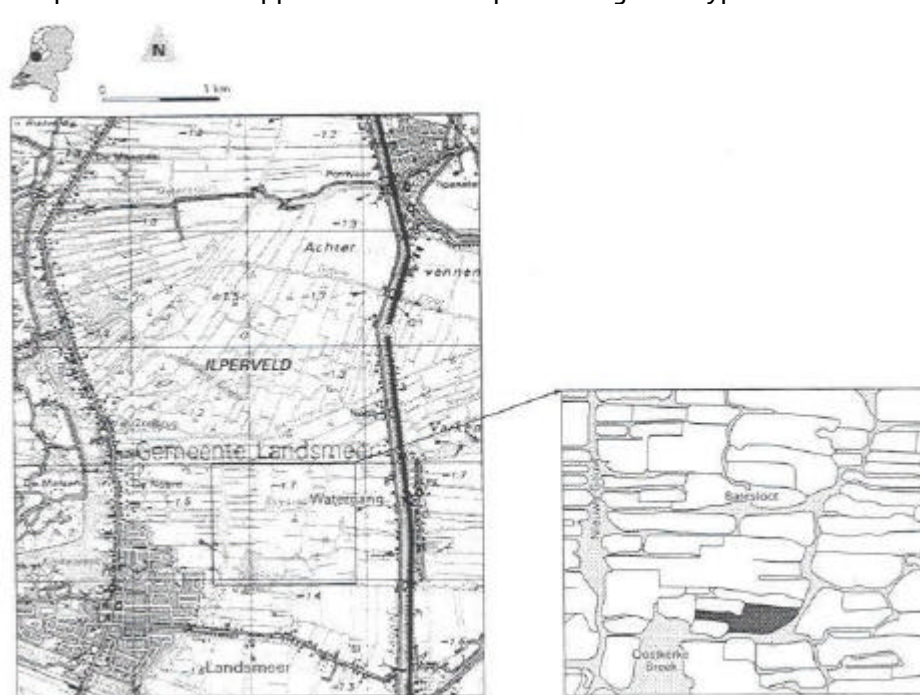
Ten slotte wordt in hoofdstuk 5 getracht de resultaten uit de drie proefgebieden zodanig te generaliseren dat er een algemene beschouwing gegeven kan worden over het gewenste beheer in de Nederlandse laagvenen.

2 Monitoring proefproject IJperveld, 1999-2002

2.1 Het IJperveld: probleem en proefopzet

Probleembeschrijving IJperveld

Enkele kilometers ten noorden van Amsterdam ligt een open laagveengebied dat slechts toegankelijk is via het water: het IJperveld (fig. 1). Het landschap heeft een zogenaamde petgat-legakker-structuur die is ontstaan met de ontginningen vanaf de 12^e eeuw. Veen is gebaggerd voor turfwinning en op lange percelen ('legakkers') te drogen neergelegd; de resterende plassen worden 'petgaten' genoemd en zijn gevuld met boezemwater. Door verlanding zijn vegetatietypen van verschillende verlandingsstadia ontwikkeld. Hedendaags worden de verlandingsvegetaties in het IJperveld zeer waardevol geacht wegens de voormalige brakke invloed van de Zuiderzee, die leidde tot karakteristieke brakwater-vegetaties. Nu treedt een uitputting van het zout in de bodem op. Naast de toenemende verzoeting treedt nog een ander belangrijk probleem op met een (inter-) nationaal karakter: verzuring. Bij verlandingsreeksen van open water naar veenmosrietland treedt van nature verzuring op, met een verandering in de soortensamenstelling, echter deze successie treedt tegenwoordig versneld op (Van den Broek & Beltman, 1993). Negatieve effecten zijn als gevolg daarvan aanwezig op de soorten diversiteit, de diversiteit op levensgemeenschapniveau en de oppervlakten van bepaalde vegetatietypen.



Figuur 2.1. De locatie en een overzicht van het IJperveld: Het gearceerde vlak geeft perceel 6e weer.

De proefopzet

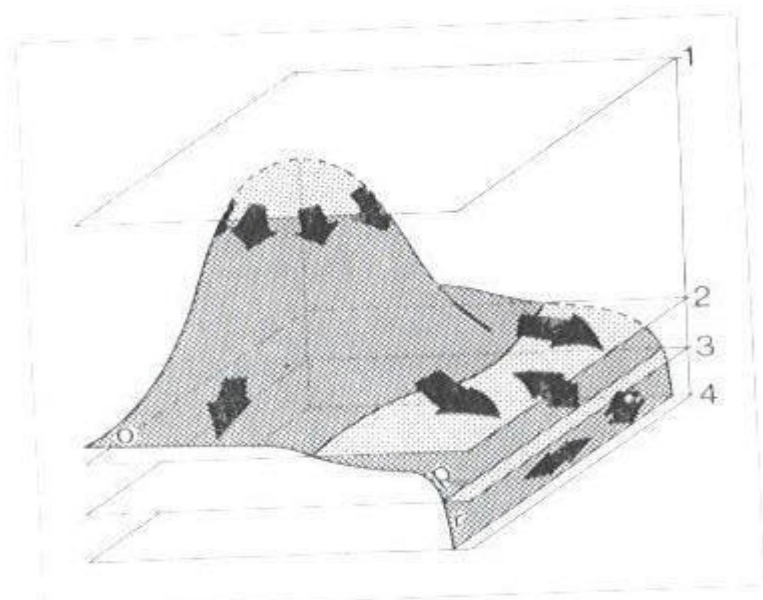
De onderzoek vindt plaats in het perceel 6e (fig. 1,2). Het ligt aan de zuidkant van het Ilperveld en heeft een oppervlakte van 1,88 hectare (Barendregt et al., 1997). Het beheer van het proefperceel is in handen van het Noordhollands Landschap en bestaat uit 'niets doen'. Wel wordt het vrijgehouden van boomopslag. In perceel 6e was in 1991 vooral het midden sterk verzuurd. De soortenrijkdom is sterk gedaald ten opzichte van enkele decennia geleden.

Rond 1960 was de vegetatie veel kruidenrijker dan nu (Barendregt et al., 1997). De 'rode lijst'-soort Veenmosorchis (*Hammarbya paludosa*) was bijv. dichtbij het perceel te vinden. Verarming van de kruidenrijkdom kwam echter snel als gevolg van het achterwege blijven van beheer en/of door verzuring (Schaminee et al., 1995). In 1991 zijn de enkele nog aanwezige soorten kenmerkend voor nutriëntenrijkere en zure omstandigheden: *Phragmites australis*, *Juncus effusus*, *Eriophorum angustifolium*, *Anthoxanthum odoratum*. Belangrijk in de ontwikkeling van de vegetatie is vooral de toename van dikke Veen- en Haarmos-pakketten (*Sphagnum fallax* resp. *Polytrichum commune*). Zij stimuleren de vorming van (zure) regenwaterlenzen en zijn een kenmerkende ontwikkeling in de geschetste situatie.

In het Ilperveld ligt het maaiveld gemiddeld op 1.05 m -NAP. Het boezemwater heeft er een gefixeerd polderpeil met standen van 1.49 m -NAP in de zomer en 1.54 m -NAP in de winter. Het grondwaterpeil fluctueert derhalve zeer weinig en dat wordt nog eens versterkt doordat de kragge (= de drijvende wortellaag tussen de legakkers) min of meer met schommelingen in het boezempeil mee beweegt. Doordat het veen veelal omsloten is met de oude hoger gelegen legakkers krijgt het veen een komvorm, met een lager liggend centrum. Het neerslagoverschot (infiltratiegebied) en de slechte afvoer van regenwater kunnen vervolgens in het midden voor een ophoping van regenwater zorgen. Deze (zure) regenwaterlenzen ontstaan ook mede doordat boezemwater niet genoeg in de kragge kan doordringen. Bovendien blijft het regenwater drijven op het zwaardere, zwak brakke grondwater. De mate waarin boezemwater overigens kan doordringen in de kragge is afhankelijk van de doorlatendheid van de kragge, van het voorkomen van vrij water onder de kragge en van de mate waarin dit in open verbinding staat met de vaarten en sloten waardoor het boezemwater wordt aangevoerd.

Twée effectgerichte maatregelen

De effectgerichte maatregelen in het monitoringsonderzoek bestaan uit het plaggen van de moslaag (sanering van opgebouwde moslaag) en het graven van greppels (ingreep in waterhuishouding) in het meest verzuurde deel van het perceel (4100 m²). Door te plaggen wordt de circa 20 cm dikke moslaag, die o.a. de kieming van kruiden belemmert, verwijderd. Tevens komt het maaiveld weer direct op het natte bodemniveau te liggen, zonder een uitdrogend mospakket, waardoor er aan het oppervlak weer een relatie met het grondwater kan ontstaan. Het greppelen van de proefvlakken en de aanleg van een verlengde verbinding naar het boezemwater zorgt voor het versneld afvoeren van het zure regenwater en het aanvoeren van boezemwater met een bufferende capaciteit ten tijde van grotere evapo-transpiratie. Overeenkomstig de beschrijvingen in Den Held et al. (1992) kunnen zich op termijn steeds meer soorten uit de Rietveenmosassociatie (*Pallavicinio-Sphagnetum typicum*) gaan vestigen.



Figuur 2.2. De proefopzet van de maatregelen in perceel 6e in het Ilperveld.

In figuur 2.2 is weergegeven hoe de proef in het veld is opgezet. Aangezien het oppervlaktewater nutriëntenrijk is en daardoor regelmatig algenbloei op treedt, vormt aanvoer van boezemwater een potentiële vervuilingsbron voor het perceel. Ter stimulering van de biologische zuivering is een 100 m lange aanvoersloot aangelegd. Deze gaat via een duiker over in de verdeelsloot van waaruit 7 greppels gegraven zijn. Deze greppels zijn ongeveer 30 meter lang, 20 cm diep, 20 cm breed en hebben een onderlinge afstand van 6 m. Op deze manier zijn 6 begreppelde proefvlakken ontstaan. Om en om zijn drie van deze proefvlakken geplagd. Om tevens het effect van alleen plagen en de autonome ontwikkeling te kunnen monitoren, zijn tevens 6 niet-begreppelde proefvlakken van 10 bij 6 meter uitgezet, waarvan de helft geplagd is. In het midden van alle proefvlakken zijn permanente kwadraten (pq=s) van 2x4 m uitgezet. Voorafgaand aan de uitvoering van de maatregelen is het gehele perceel gemaaid.

Op deze manier zijn de volgende 12 proefvlakken gevormd:

proefvlak 1, 3 en 5:	controle: eenmalig gemaaid in 1991,
proefvlak 2, 4 en 6:	plagen: eenmalig gemaaid en daarna geplagd,
proefvlak 7, 9 en 11:	begreppelen: gemaaid en daarna begreppeld,
proefvlak 8, 10 en 12:	combinatie: gemaaid en daarna geplagd en begreppeld.

Om de effecten van de genomen maatregelen vast te stellen zijn de standplaatsfactoren (water en bodem) en de vegetatie in de permanente kwadraten jaarlijks beschreven. Bovendien is aanvullende informatie verkregen door langs transecten EGV-profielen van het bodemwater te meten (Barendregt et al., 1997).

2.2 Het veranderingen in het lperveld tussen 1991 en 2002

Het behalen van successen wat betreft de vegetatie en de soorten samenstelling, immers het onderdeel “biodiversiteit” uit *Wegen naar Doeltypen* (Schaminée & Jansen (red.) 1998) is een van de doelstellingen van het OBN-beleid. Het analyseren van de stuurvariabelen in de vorm van beheer is een tweede belangrijke poot onder het natuurbeleid, immers door gerichte beheersmaatregelen zou men de gewenste doeltypen uit het beleid beter en of sneller kunnen bereiken (Schaminée & Jansen (red.) 1998).

In het veengebied het lperveld zijn plaggen en ingreep in de waterhuishouding (hoofdstuk 1) beiden afzonderlijk en in combinatie uitgevoerd. Het plaggen is, zoals reeds in een eerder hoofdstuk beschreven, een “saneringsmaatregel” om geaccumuleerde materialen uit het verleden af te voeren. In dit geval betreft het opgehoopt strooisel en dood platenmateriaal, dat door de hoge ligging boven het waterniveau ook niet tot veen zal worden omgezet. Het afplaggen van enkele stroken in het experimentele perceel is een eenmalige verandering van de standplaats. De tweede maatregel toegepast als OBN- maatregel, is de keuze van het aanleggen van de verlengde aanvoersloot en de greppels als mogelijkheid om water dieper het perceel in te krijgen respectievelijk sneller er uit. Dit is een duidelijke gebruiksmaatregel, beïnvloedbaar door het beheer. In dit door oppervlakte water gestuurde moerasgebied kan de beheerder door het openen en sluiten van duikers en het onderhoud in de vorm van “slootschoning” het in en uitstromen van oppervlakte water regelen

Elf jaar na de uitgevoerde ingrepen kan een evaluatie gemaakt worden van de effecten die ontstaan zijn. Achtereenvolgens wordt onderbouwd:

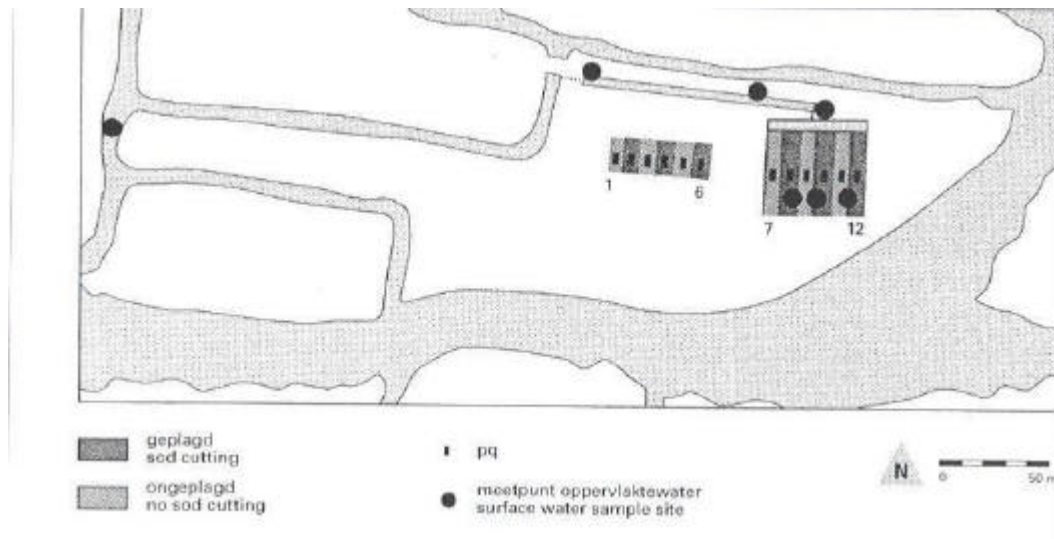
- 2.2.1 - de werking van de hydrologische ingreep,
- 2.2.2 - effectiviteit verlengde aanvoer van boezemwater,
- 2.2.3 - de bodemchemische veranderingen in 12 jaar,
- 2.2.4 - nutriënten beschikbaarheid in de vegetatie,
- 2.2.5 - de veranderingen in de vegetatie.

2.2.1 De werking van de hydrologische ingreep

Barendregt et al. (1997; 2000), Beltman et al. (2001) en Bootsma et al. (2002) vermelden reeds, dat het greppelstelsel goed functioneert. Er wordt stroming in het stelsel waargenomen en tevens kan met watermonsters / geleidbaarheidsmetingen aangetoond worden dat regenwater uitstroomt en op andere momenten boezemwater instroomt.

Ook de gewenste verandering in grondwaterchemie treedt op. In 1991 is een EGV-profiel met een zgn. prikstok voor het gehele terrein gemaakt, waaruit bleek dat over 90 meter de bovenste 40 cm van de bodem een waarde van minder dan 1000 vertoonde (Fig. 3.4 in Barendregt et al., 1997), een absolute indicatie van een grote regenwaterlens. Een herhaling na 10 jaar in augustus 2002 levert een geheel ander profiel op, waarin de invloed van de greppels (rechter helft profiel) met een hoger geleidingsvermogen duidelijk waarneembaar is (figuur 2.3). Tevens worden door de metingen de zwakheden van de hydrologische ingreep zichtbaar. De verticale inzigging blijkt sterk te zijn in het zomerseizoen, echter de gewenste laterale stroming naar het midden van de proefpercelen is nauwelijks aanwezig. In het centrum van de proefvlakken blijft een sterke regenwaterlens aanwezig, die ondanks de evapotranspiratie gedurende de zomer in stand blijft. De gewenste invloed van gebufferd oppervlaktewater beperkt zich tot een meter van de greppel en de centrale 4 meters (waar de permanente kwadraten zich bevinden!) behouden een kleine doch goed ontwikkelde zure regenwaterinvloed. Modelmatige berekeningen tonen aan dat deze hydrologische omstandigheden overeenstemmen met de theorie over waterstromingen, bodemweerstand en grondwaterchemie (Dekker et al., 2004). Een belangrijke conclusie is derhalve dat het hydrologisch netwerk met greppels goed functioneert. Een onvoorzien resultaat is dat de hydrologische invloed beperkt is tot 1 meter van de greppelrand en dat hierdoor de permanente kwadraten in feite op een

verkeerde plek neergelegd zijn want ze omvatten een stukje uit de gradiënt dat nauwelijks beïnvloed wordt.



Figuur 2.3 EGV=profielen (plot 1 = blanco ligt uiterst rechts bij 0 meter, de laatste greppel van plot 12 bij 90 meter) door het perceel in augustus 2002.

2.2.2 Effectiviteit verlengde aanvoer van boezemwater

Een van de belangrijkste bezwaren tegen het gebruik van oppervlaktewater is de hogere nutriëntconcentratie in het boezemwater, ondanks dat de pH en de buffercapaciteit van dit water als positief beschouwd diende te worden. Het verlengen van de aanvoersloot met 100 meter en het toevoegen van twee pijpen waar het water door moet stromen zorgen voor een isolatie van het boezemwater. Bovendien moet het boezemwater een lange weg afleggen; gedurende die tijd kan een biologische zuivering optreden. De dichte vegetatie met o.a. *Lemna trisulca*, *Mentha aquatica*, etc zal minstens nutriënten opnemen. Maatregel verlengde aanvoersloot.

De visuele waarneming van de toename in helderheid is opmerkelijk, deze neemt spectaculair toe van de lange aanvoersloot naar de verdeelsloot. In de laatste is bodemzicht (>1m), terwijl in het buitenwater dit nog geen 10 cm bedraagt. Dit beeld is constant gebleken over de afgelopen 10 jaar. Na de verlengde toevoersloot stroomt het water via een duiker het perceel in, in dit slootdeel is veelal een drijflaag van kroos (*Lemna minor* en *L. polyrhiza*) aanwezig, blijkbaar is deze groei mogelijk na het helder worden van het water. Dit lijkt op een soort “nutriënten-opname-vak”. De aanwezigheid van een veld Kikkerbeet (*Hydrocharis morsus-ranae*) en Krabbenscheer (*Stratiotes aloides*) in het daarna volgende onderdeel van het watersysteem: de verdeelsloot, gedurende enkele jaren, indiceert ook de waterkwaliteitsverbetering.

Ieder jaar werd een duidelijke gradiënt vanuit het boezem tot de greppels gemeten en bijna altijd bezit het water in de greppels een pH waarde van 7,0 of meer en zijn er tientallen mg Ca per liter aanwezig (zie ook paragraaf waterhuishouding en tabel 2.1).

De cruciale vraag of er extra aanvoer van nutriënten plaats vindt, kan ontkennend beantwoord worden. Vele metingen in voorgaande jaren (Tabel 3 in Barendregt et al., 2000) en ook recente gegevens (Tabel 2.1 deze rapportage) geven aan dat het aangevoerde water uiteindelijk geen nitraat en fosfaat meer bevat. De tendens is waarneembaar, dat de ammonium-concentratie stijgt als er afvoer van water uit de greppels aanwezig is. Uit de bemonsterde punten in de aanvoersloot blijkt tevens dat de knik in de chemische samenstelling gelegen is bij de laatste duiker naar de verdeelsloot van de greppels.

Samenstelling oppervlaktewater en grondwater

De chemische samenstelling van het oppervlaktewater is op verschillende punten in het watersysteem in 2002 gemeten, ook de grondwaterbuizen op verschillende

dieptes zijn weer gemonsterd. De analyses zijn uitgevoerd en weergegeven in tabel 2.1.

Maatregel greppels

Het Chloride-gehalte en de EGV in de oppervlaktewatermonsters tonen, dat er een afname plaatsvindt van de boezem via de verdeelsloot naar de greppels. Ook de nutriëntenconcentraties zijn in de greppels zeer laag; het verschil met de regenwatersamenstelling van de ondiepe (0.5 m) grondwaterbuizen (1-1, 4-1, 7-1 en 10-1) is groot.

De chemische samenstelling van het grondwater in het midden van de proefvlakken vertoont een verloop dat goed weerspiegeld wordt door de EC-profielen met de prikstok (fig. 2.x). Midden in de vlakken domineert de chemie van het regenwater tot op een diepte van 50 tot 100 cm. Dat zelfs op 1 m diepte (x-2 buizen) vrijwel geen calcium of bicarbonaat aanwezig is indiceert de totale ontkalking van dit veen-systeem. Hieronder bevindt zich wel grondwater met hogere EGV, pH en calcium-concentraties, gestimuleerd door het greppelsysteem. In het gedeelte van de proef zonder de aanwezigheid van greppels is het grondwater tot op 2 meter diepte verzuurd (buis 4-3 in Tabel 2.1).

Deze chemische samenstelling van het ondiepere grondwater op een afstand van 3 meter van de greppels is sterk afwijkend van de chemie van het oppervlaktewater in de greppels (vergelijk met greppel in Tabel 2.1), waar wel neutrale pH-waarden zijn met rond de 50 mg/l calcium. Er is nauwelijks een lateraal transport vanaf de greppels naar het centrum van de proefvlakken, waardoor de verzuring daar aanwezig blijft. Eerder uitgevoerde metingen op 35 cm afstand van de greppels (Tabel 7.2 in Barendregt et al., 1997) tonen aan dat op deze afstand wel de chemie van het greppelwater direct vergelijkbaar is met die in het grondwater; de monsters op 2 meter afstand van de greppels nemen een intermediaire positie in. De belangrijke conclusie is enerzijds dat de permanente kwadraten gelegen in het midden van de proefvlakken ter ver van de greppels (3 m!!) af liggen om na 12 jaar grote veranderingen in de chemie vast te stellen, echter anderzijds dat tot 50 cm van de greppels wel de gewenste chemische verandering optreedt. Bij de bespreking van de vegetatie zal hierop terug gekomen worden.

De verhouding EGV en chloride in de greppel t.o.v. die in de boezem geeft over de jaren heen het beeld, dat in drogere perioden ca. 66% van het greppel water uit boezemwater bestaat. Daarmee kan geconcludeerd worden, dat het aanvoeren van "buffer" via het oppervlakte water als OBN-maatregel geslaagd is. Zoals in de paragraaf Hydrologische ingreep is aangegeven, dringt het water slechts 1-2 m het veen in, maar vervult daarmee wel op kleine schaal zijn werking gezien de toename van o.a. Waternavel (*Hydrocotyle vulgaris*) en Moerasviooltje (*Viola palustris*) en Koningsvaren (*Osmunda regalis*) overal langs de greppels ongeacht het plaggen (zie paragraaf 2.2.5). Of hier de toename in vochtgehalte als anti-verdrogingsmaatregel of een toename in bufferionen als anti-verzuringsmaatregel de sleutelfactor is, is niet te ontrafelen.

2.2.3 Bodem in het IJperveld.

In dit hoofdstuk worden de standplaatsbeschrijving aan de hand van bodemsamenstelling anno 2002 gegeven. Voor het beschrijven van de humusprofielen wordt verwezen naar de Alterra-publicatie (van Delft 2001), die immers voor alle schraallanden dit heeft uitgevoerd.

De bodem als standplaats

De bodemonsters zijn genomen nabij de permanente quadraten gebruikt voor de vegetatiebeschrijving, d.w.z. midden op de proefvlakken. De analyses zijn uitgevoerd overeenkomstig die uit 1990 volgens standaard methoden (Houba *et al.* 1995, LEN, 2002). Het accent heeft ook nu weer gelegen op de makkelijk beschikbare nutriënten (demi-extractie) en de voor de plantbeschikbare fracties (KCl-extractie voor N en

lactaat voor P), omdat hier eventuele veranderingen zouden kunnen optreden en niet in de totale bulk hoeveelheden.

De bodem parameters in 2002 zijn weergegeven in tabel 2.2. De ondiep monsters, verzameld tussen 0-10 cm zijn gemiddeld per maatregel en getoetst op significante verschillen. Een effect bleek noch voor alleen plaggen vergeleken met controle, noch voor plaggen in combinatie met greppels t.o.v. alleen begreppelen waarneembaar in de nutriëntenconcentraties. Ook het vergelijken van de greppel-maatregel t.o.v. niet begreppelen leverde geen verschillen in nutriëntengehalten.

De gemiddelden van de ondiepe monsters t.o.v. de diepe (15-25 cm minus maaiveld) leverde significant hogere waarden van beschikbaar- P in de hogere lagen, terwijl ijzer en aluminium juist in de diepte in hogere concentraties aanwezig waren (tabel 2.3). Dit komt overeen met de ontijzering zoals ook uit het Alterra-onderzoek is gebleken (Kemmers & van Delft 2003). De hogere P-concentraties zijn ook in andere plag-restauratie proeven gemeten (Beltman *et al.* 2001). De gemeten pH (4,1) en calciumconcentraties verschillen niet (meer) per diepte, blijkbaar is de verzuring reeds zeer diep in het profiel doorgedrongen, hetgeen overeenkomt met de prikstok-EGV-profielen. Deze lieten immers ook in 2002 in het midden van de percelen nog regenwaterlenzen zien. De calciumconcentraties in het veen van het bekalkingsonderzoek in de Vechtstreek zijn 2-3 maal zo hoog, ook in verzuurde controle-situaties.

Tabel 2.1 Resultaten wateranalyses IJperveld, concentraties in mg/l; monsterdatum 15 augustus 2002. Voor de ligging van de buizen wordt verwezen naar figuur . gr= greppel, waarvan de monsternamen jaarlijks halverwege de greppel heeft plaatsgevonden. Buisnummers x-1 zijn ondiep (0.5 m), x-2 zijn middeldiepe buizen (- 1 m) en x-3 betreft buizen met filter op 2 m beneden maaiveld.

Locatie	PH	EGV	Fe mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	HCO ₃ mg./l.	SO ₄ mg/l	Cl mg/l	NO ₃ mg/l	NH ₄ (w) mg/l	PO ₄ (w) mg/l	Na(w) mg/l	K(w) mg/l
buis 1-1	6.34	225	0.31	8	3	94	13	28	0.00	11.1	3.22	15	3.3
buis 4-1	5.42	113	0.23	5	1	64	10	21	1.54	0.8	0.49	10	1.3
buis 4-2	4.46	110	0.25	3	1	46	9	25	0.07	0.5	0.10	11	0.6
buis4-3	4.92	209	0.37	9	4	64	15	43	0.06	0.2	0.05	21	1.3
buis 7-1	6.02	252	0.04	9	4	43	15	49	0.09	0.2	0.12	28	1.8
buis 7-2	6.52	438	0.43	1	1	201	17	36	0.11	12.8	4.43	24	11.1
buis 7-3	6.32	428	0.14	13	7	84	24	70	0.56	8.5	2.43	44	5.1
buis1 10-1	5.76	156	0.31	3	1	56	10	29	0.01	9.3	1.64	13	2.0
buis 10-2	4.51	235	0.37	7	3	33	15	53	0.00	0.3	0.08	26	0.5
buis 10-3	6.74	552	0.10	14	6	148	26	71	1.39	31.2	4.57	39	6.4
Boezem	7.38	2582	0.03	78	42	225	96	628	0	0.4	0.41	359	14.6
begin toevoer	7.0	2432	0.01	69	42	202	98	598	0.00	0.3	0.05	342	15.4
aanvoer	7.74	2602	0.01	75	42	218	103	646	0.00	0.2	0.36	362	15.2
aanvoereind	7.12	2172	0.03	60	39	181	84	521	0.00	0.5	0.07	303	13.6
Verdeel	7.13	1898	0.16	52	34	133	72	461	0.08	0.3	0.03	264	5.9
gr-7	6.81	1647	0.04	42	30	74	73	409	0.00	0.5	0.03	228	3.3
gr-8/7	6.72	1718	0.08	45	30	77	77	418	0.00	1.1	0.05	232	5.9
gr-9/8	6.61	1628	0.09	40	28	63	73	402	0.00	0.9	0.01	223	5.1
gr-10/9	6.81	1868	0.05	49	26	87	69	453	0.00	0.7	0.02	261	6.4
gr-11/10	6.85	1943	0.10	53	33	119	78	470	0.00	0.4	0.05	269	7.8
gr-12/11	6.53	1264	0.09	35	22	66	57	317	0.00	0.9	0.03	169	3.7
Gemid.	6.7	1678	0.07	44.0	28.1	81.2	70.9	411	0	0.75	0.03	2306	5.4
Stdev	0.12	238	0.02	6.4	3.9	20.5	7.5	53	0	0.27	0.01	35.4	1.7

Tabel 2.2 Bodem-extracties uit het Ilperveld anno 2002. Elk gemiddelde bestaat uit 3 replica's en voor het vergelijk droog (monsters 1-6)-greppel (monsters 7-12) is n=6. dw= drooggewicht.

Extractie	H2O	H2O	H2O	H2O	KCL	KCL	Lactaat
Monster	pH	mg/kg dw	mg/kg dw	mg/kg dw	mg/kg dw	mg/kg dw	mg/kg dw
0-10 cm		n-no3	n-nh4	p-po4	n-no3	n-nh4	p-po4
controle							
Gemid	4,04	0,48	12,70	2,05	1,08	6,44	48,81
Stdev	0,15	0,36	5,71	3,46	0,56	3,70	40,14
Plag							
gemid	4,24	5,80	29,70	1,23	8,05	27,13	63,07
stdev	0,15	7,87	13,08	0,55	9,65	24,01	22,25
t-test	0,17	0,31	0,11	0,71	0,28	0,21	0,62
Greppel							
gemid	4,03	0,14	11,05	0,08	0,68	22,75	32,33
stdev	0,25	0,24	6,62	0,06	0,36	32,68	18,85
Greppel+p lag							
gemid	4,18	0,09	10,49	0,04	0,56	6,34	45,84
stdev	0,07	0,09	7,77	0,03	0,26	8,01	6,76
t-test	0,37	0,77	0,93	0,36	0,65	0,45	0,31
0-10cm droog							
gemid	4,14	3,14	21,20	1,64	4,57	16,78	55,94
stdev	0,17	5,77	12,97	2,26	7,21	19,09	30,06
0-10cm greppel							
gemid	4,11	0,12	10,77	0,06	0,62	14,54	39,09
stdev	0,19	0,17	6,46	0,05	0,29	23,10	14,67
st-test	0,73	0,23	0,11	0,12	0,21	0,86	0,25

Tabel 2.3 Bodem gemiddelden van dieptes 0-10 cm en 15-25 cm uit het Ilperveld 2002. n=12 voor ondiep respectievelijk diep. De ** zijn significant verschillend.

extracten	H2O	H2O	H2O	H2O	KCL	KCL	Lactaat	H2O	H2O	H2O
	pH	mg/kg dw	mg/kg dw	mg/kg dw	mg/kg dw	mg/kg dw	mg/kg dw	mg/kg dw	mg/kg dw	mg/kg dw
		n-no3	n-nh4	p-po4	n-no3	n-nh4	p-po4	fe	al	Ca
avg-ondiep	4,12	1,63	15,98	0,38	2,59	15,66	47,519	8,85	2,57	53,55
stdev	0,17	4,20	11,19	0,60	5,28	20,24	24,21	2,76	0,69	11,91
avg-diep	4,14	0,61	15,35	0,21	0,97	8,68	18,31	13,12	3,68	54,88
stdev	0,17	0,94	14,26	0,34	1,55	11,29	9,02	6,46	1,14	26,36
t-test	0,80	0,42	0,90	0,4 3	0,32	0,30	0,00**	0,05**	0,01**	0,87

2.2.4 Nutriënten beschikbaarheid in de vegetatie

Naaste de directe concentraties in de bodem is het natuurlijk ook van belang wat de plant met deze nutriënten kan doen. Publicaties van Koerselman et al., Meuleman et al. En Verhoeven et al. Geven aan, dat de stikstof/fosfor concentraties in de bovengrondse plantdelen kunnen duiden op limiterende groeistoffen en Guesewell et al. (2002) en Aerts et al. (2003) discussiëren de relatie tussen nutriënt limitatie en biodiversiteit.

In het IJperveld zijn op 15 augustus 2002 in alle 12 de permanente kwadraten de bovengrondse biomassa geknipt in 2 proefvlakken van 50x50 cm voor de hogere planten en in 1 proefvlak van 50x50 cm voor de mos-biomassa. Hiervan is het droog gewicht bepaald en zijn de nutriënten concentraties in het plantenmateriaal bepaald (methode in: LEN 1998). De gevonden waarden worden in tabel 2.4 vermeld.

Tabel 2.4 Biomassa (gram drooggewicht per m²) en nutriënten concentraties (mg/g) in plantmateriaal van de proefpercelen in het IJperveld. Controle= geen behandeling; Plag is louter plaggen; Drain = alleen greppels gefreesd; Combi = plaggen en greppels. Hp- hogere planten; dry w = drooggewicht biomassa.

	Hp - dry w.	N - hp	P -hp	K-hp	Mos- dry w.	N-mos	P-mos	K-mos
CONTROL.								
Gemiddeld	223	14,2	1,2	10,9	935	9,0	0,7	4,2
St dev	65	3,3	0,4	3,3	236	1,1	0,1	0,4
PLAG								
Gemiddeld	295	13,9	1,1	11,7	1004	8,9	0,5	3,9
St dev	136	1,8	0,2	4,3	184	0,5	0,2	0,3
DRAIN								
Gemiddeld	217	14,8	1,0	12,6	1008	9,1	0,5	4,1
St dev	100	3,2	0,3	4,0	104	0,7	0,1	0,2
COMBI								
Gemiddeld	197	13,6	0,9	10,2	1234	8,6	0,4	4,5
St dev	60	1,5	0,1	1,4	200	1,2	0,1	0,3

De drooggewichten per behandeling verschillen onderling weinig, waaruit duidelijk wordt dat 11 jaar na het plaggen van de proefvlakken alle verschillen verdwenen zijn. Een tweede algemene constatering is dat de naam "veenmosrietland" ook tot uiting komt in de biomassa, aangezien het drooggewicht van de mossen 4 maal het gewicht aan hogere planten geeft.

De concentraties van N, P en K in hogere planten verschillen weinig tussen de behandelingen. In de mossen liggen de concentraties lager en tonen eveneens geen significant verschil tussen de behandelingen. Opvallend is wel dat de stikstof concentratie na het plaggen iets gedaald lijkt want voor de hogere planten zijn bij de niet-begreppelde behandeling de waarden voor niet - en wel geplagd 14,2 resp. 13,9 en bij de wel-begreppelde proefvlakken zijn de waarden voor niet - 14,8 en wel geplagd: 13,6. Ook bij de mossen zijn soortgelijke verhoudingen met 9,0 resp. 8,9 en 9,1 resp. 8,6. Het lijkt erop dat na 11 jaar de invloed van het plaggen op de stikstof concentratie in de vegetatie nog zichtbaar is. Vergelijken we op een zelfde wijze de fosfor-concentraties, dan zijn de verschillen miniem.

De N/P ratio van de hogere planten ligt voor controle en plagbehandeling (11,8 resp. 12,6) lager dan de waarden voor de twee behandelingen met een ingreep in de waterhuishouding (14,8 resp. 15,1) en duiden op een lichte stikstof-armoede (of een fosfaat-overmaat wegens de lage pH). De concentraties in de mossen-biomassa zijn lager dan in de hogere planten, maar door de enorme biomassa ligt hierin een groot aandeel van de voedingsstoffen opgeslagen. De berekening van de N/P ratio voor

planten+mossen-totaal voor de niet-begreppelde vlakken zijn voor de niet / wel geplagde vlakken 12,4 resp. 15,8 en voor de begreppelde proefvlakken niet / wel geplagd 17,2 resp. 19,8.

Volgens de N/P-ratio is er dus een oplopende reeks in waarden voor de vier behandelingen, waarbij de controle vlakken het laagste liggen en de begreppelde geplagde vlakken het hoogste. Hieruit zou kunnen volgen dat er een gecombineerd effect van plaggen en begreppen aanwezig is.

2.2.5 De veranderingen in de vegetatie

De ontwikkeling in de 12 permanente kwadraten gedurende de periode 1991-2002 kan op verschillende manieren uitgewerkt worden. De beschrijvingen in Barendregt et al. (1997,2000) geven volledige overzichten. In hoofdlijn kan er in de tijd een driedeling gemaakt worden. Voor 1992 was er een uiterst homogene vegetatie aanwezig, door Haarmos gedomineerd. Tussen de ijle rietvegetatie waren nauwelijks andere plantensoorten aanwezig. In de winter van 1991-1992 werd het greppelsysteem gegraven en de helft van de proefvlakken afgeplagd.

De periode 1992-1995 wordt in de geplagde vlakken gekenmerkt door herstel van de vegetatie echter tegelijkertijd ook door het tijdelijk aanwezig zijn van allerlei soorten zoals bijvoorbeeld *Solanum dulcamare*, *Calamagrostis canescens*, *Cirsium palustre*, *Lythrum salicaria*, *Juncus bufonius* en *Ranunculus sceleratus*. Deze soorten konden kiemen op de geplagde bodem, echter zijn bijna allemaal na vier jaar weer verdwenen. In diezelfde jaren heeft de moslaag zich weer hersteld, zodat in 1996 alle geplagde vlakken weer een aaneengesloten mosdek heeft.

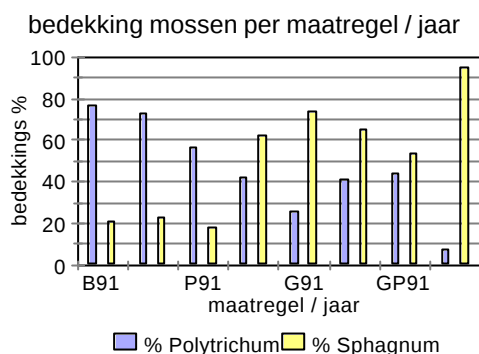
De periode 1996-2002 is een periode waarin de vegetatie zich stabiel vertoonde; slechts enkele soorten vestigden zich of verdwenen, waarbij de aantallen / bedekkingscijfers wel deels veranderden. Gedurende de gehele periode 1991-2002 zijn de drie onbewerkte pq's (nummers 1, 3 en 5) nauwelijks veranderd in bedekking of soorten, wat een indicatie is voor gelijkblijvende omstandigheden.

Moslaag

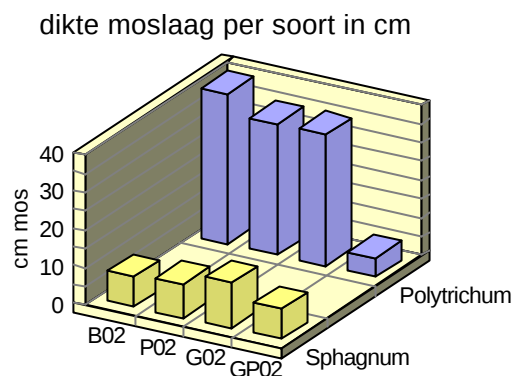
Als een belangrijke beperking in de ontwikkeling van een soortenrijk veenmosrietland werd bij de aanvang van het onderzoek het dikke pakket met Haarmos genoemd, dat kieming van soorten beperkte en juist verzuring zou stimuleren. De belangrijkste vraag is dus of de OBN-maatregelen hierop effect gehad hebben na 11 jaar. In figuur 2.3 wordt de bedekking van Haarmos en van Veenmos gemiddeld voor de drie proefvlakken per maatregel gegeven in 1991 en in 2002. De vergelijking van de blanco (B) pq's leert dat er voor beide mossoorten niets veranderd is in 12 jaar. De alleen geplagde vlakken (P) geven aan dat de bedekking van Haarmos na 11 jaar dicht bij het oude niveau is en dat het Veenmos gestimuleerd werd tot in 2002. De vergelijking in de alleen begreppelde pq's (G) leert dat de bedekking van Haarmos in 12 jaar iets toegenomen is, wat ten koste van de ruimte voor Veenmos gegaan is. De geplagde en begreppelde proefvlakken (GP) tonen een groot verschil tussen 1991 en 2002. Beide soorten mos bedekten in 1991 ongeveer de helft van de vlakken. Na het volledig afplaggen in 1992 heeft het Veenmos bijna het gehele oppervlak in beslag genomen en in 2002 bedekt Haarmos gemiddeld nog geen 10 % van de proefvlakken.

In 2002 is gemeten hoeveel cm de dikte van de moslaag per soort was. De uitwerking van deze gegevens (Figuur 2.4) toont dat de gemiddelde dikte van de Veenmoslaag bijna overal rond de 10 cm bedraagt, met de aantekening dat de alleen begreppelde proefvlakken een iets dikkere laag bezitten. Heel opvallend zijn de waarden bij het Haarmos, want de Blanco en de alleen Begreppelde vlakken tonen nog steeds de reeds in 1991 aanwezig dikke laag van ongeveer 35 cm. De alleen geplagde vlakken (P) geven aan dat in de laatste 7 jaar (in 1995 nog maar een gemiddelde bedekking van 7 %) een even dik pakket van 35 cm gegroeid is, wat iets zegt over de capaciteit van Haarmos onder voor die soort goede omstandigheden. In de begreppelde en geplagde vlakken (GP) is niet alleen de bedekking van Haarmos laag gebleven, maar ook de hoogte van het Haarmos is beperkt gebleven tot gemiddeld 5 cm.

De conclusie die getrokken kan worden is dat alleen de combinatie van greppelen en plaggen een verandering veroorzaakt heeft in de dominante aanwezigheid van Haarmos.



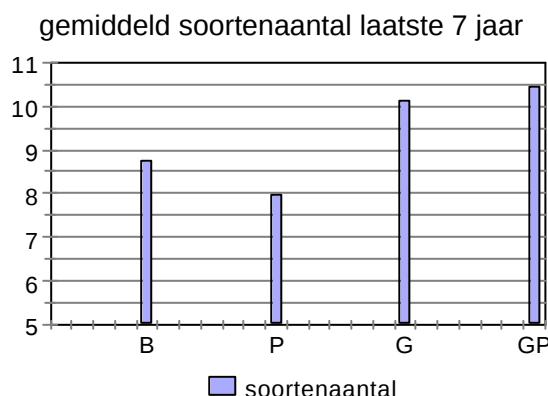
Figuur 2.3 - Bedekking mossoorten



Figuur 2.4 - Dikte van de moslaag per soort

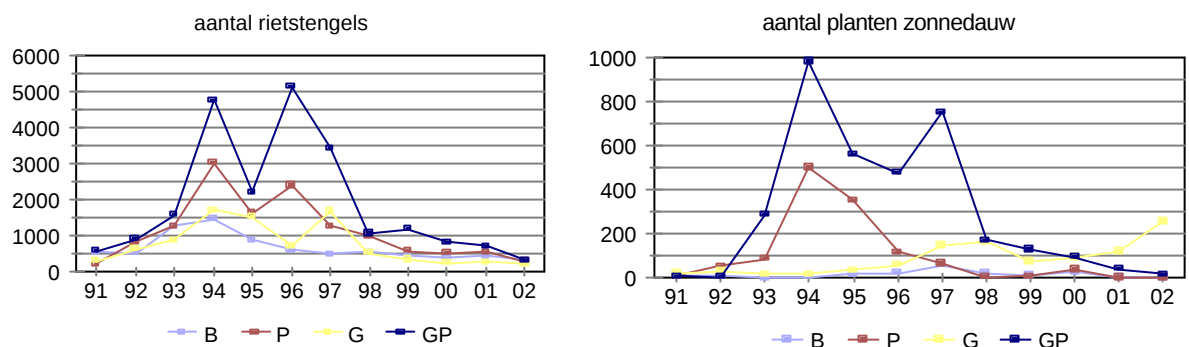
Soortenaantal

Het herstel van de veenmosrietlanden is vooral nodig om de kenmerkende soorten te behouden in Nederland. De allereerste vraag bij dit onderzoek wordt dan of de beheersmaatregelen invloed hebben op de diversiteit. Zoals hiervoor werd aangegeven, is de versturende invloed van het plaggen na 1995 verdwenen en kan voor de laatste 7 jaar een overzicht opgesteld worden (Fig. 2.6). Hieruit blijkt ten eerste dat in de niet-begreppelde delen de blanco (B) een hoger soortenaantal te bevatten dan de geplagde stukken (P). Plaggen als enige maatregel blijkt in het IJperveld geen oplossing te bieden. De beide begreppelde maatregelen (G + GP) blijken gemiddeld een iets hoger soortenaantal te bevatten dan de blanco. Ondanks de constatering dat de permanente quadraten te ver vanaf de greppels zouden liggen, is er toch een positieve invloed van de hydrologische ingreep zichtbaar. De invloed van plaggen blijkt op langere termijn geen verbetering op te leveren.



Figuur 2.5 - Gemiddeld soortenaantal in de pq's per maatregel gedurende de periode 1996-2002

Kwalitatief zien we bij de effecten van het plaggen twee typen aan verandering. Ten eerste zijn er soorten die positief reageren op het afplaggen. Direct het eerste jaar zijn het *Phragmites australis*, *Drosera rotundifolia* en *Scirpus tabernaemontani* die uitgroeien, met veel spruiten/individuen aanwezig zijn en na 6 tot 10 jaar in feite weer terug vallen op hun oude niveau (Fig. 2.7). Plaggen blijkt hier een tijdelijke invloed te geven. Dit staat tegenover een aantal soorten die pas enkele jaren na het plaggen terugkeren en zich uitbreiden. Dit zijn *Hydrocotyle vulgaris*, *Eriophorum angustifolium*, *Viola palustris*, *Agrostis stolonifera* en *Anthoxanthum odoratum*, met de aantekening dat deze soorten zich juist in de begreppelde proefvlakken vestigen. De maatregel begreppelen heeft voor deze soorten dus een positieve invloed, ondanks de constatering dat de hydrologische invloed op het centrum van de proefvlakken beperkt is. Daarnaast breiden de mossen zich uit (zie paragraaf hiervoor).



Figuur 2.6 - Het aantal rietstengels (links) en het aantal individuen zonnedaauw (voor drie pq's opgeteld) gedurende de periode 1991-2002 per beheersmaatregel. B = blanco, P = alleen plaggen, G = alleen greppels, GP = greppels + plaggen.

Vegetatie dichter bij de greppelrand

De permanente quadraten liggen centraal in de proefpercelen. Echter de laterale invloed van de greppels op de bodemchemie bleek grotendeels beperkt te zijn tot de eerste 50 cm. De invloed van de greppels op de aldaar voorkomende soorten is in eerdere verslagen behandeld (Tabel 7.3 in Barendregt et al., 1997; Tabel 9 in Barendregt et al., 2000). Na 11 jaar kan geconstateerd worden dat langs de greppels een vegetatietype aanwezig is dat gekenmerkt wordt door veel soorten hogere planten die niet of nauwelijks binnen het huidige veenmosrietland aanwezig zijn. Deze 20 extra soorten indiceren dat er een toename in diversiteit gevonden wordt (Tabel 2.3). Opvallende soorten zijn of waren in voorgaande jaren o.a. *Osmunda regalis*, *Dactylorhiza majalis praetermissa* en *Carex vesicaria*. De mossoorten staan niet in deze tabel genoemd; vooral waar de greppelrand op het oppervlaktewaterniveau ligt, is de mosflora rijk (o.a. *Drepanocladus fluitans*, *Calliergonella cuspidata*, verschillende levermossen). In feite ontstaat er een gradiënt vanuit de greppel (met kenmerkende soorten) naar het centrum van de proefvlakken (met andere abiotische omstandigheden). Daarnaast zal de beschreven toename in plantensoorten zeker van positieve invloed zijn op de fauna.

3 Monitoring proefproject Weerribben 2000-2002

3.1 Inleiding

3.1.1 Achtergrond

In 1991-92 zijn in een aantal terreinen in De Weerribben zogenaamde “effectgerichte maatregelen” tegen verzuring genomen. Veel natuurterreinen in Nederland, waaronder De Weerribben, hebben te lijden van verzuring, vermesting en verdroging als gevolg van veranderingen in de atmosfeer, de hydrosfeer en de bodem die zelf weer het gevolg zijn van intensief menselijk gebruik. Het beleid om deze schadeoorzaken terug te dringen komt niet snel genoeg van de grond om de overleving van kwetsbare soorten en levensgemeenschappen in Nederland te garanderen. Daarom worden in terreinen waar deze soorten en gemeenschappen nog voorkomen maatregelen genomen om de lokale invloed van de bedreigende factoren te verkleinen of te compenseren: de oorzaak wordt niet weggenomen, maar het lokale effect wordt verminderd. In De Weerribben was het doel: *Het verbeteren van de aanvoer van boezemwater naar de trilveren om de eerder waargenomen verzuring tegen te gaan.* Deze doelstelling volgt op diagnostisch en procesonderzoek, waarbij vastgesteld is dat het boezemwater van doorslaggevende betekenis is voor het onderhoud van de basenverzadiging die noodzakelijk is voor het voortbestaan van de bedreigde trilveengemeenschappen (Van Wirdum 1979, 1991, 1993).

De effecten van de genomen maatregelen zijn in de periode 1991-2000 intensief gevolgd. Uit de resultaten blijkt dat het opschonen en nieuw graven van sloten leidt tot een grotere aanvoer van basenrijk boezemwater. Het water wordt zodanig van de meer vervuilde boezemwateren afgeleid, dat er geen groot gevaar van vermesting bestaat. Aanvoer van basenrijk boezemwater via sloten in verzuurde terreinen leidt tot een oplading van het adsorptiecomplex met basen (Van Wirdum 1991, 1993, Schouwenberg 1994, Schouwenberg et al. 1994, Schouwenberg & Van Wirdum 1997). In de eerste twee fasen van de monitoring (1991-'96) was de oplading van het veen beperkt tot onderin de kragge. Vanaf 1996 lijkt er ook bovenin een oplading van het adsorptiecomplex van het veen plaats te vinden (Schouwenberg 2000).

De invloed van de nieuw gegraven sloten werkt tot nu toe tot slechts een beperkte afstand door in het terrein. In de vegetatie verlopen de veranderingen langzaam: er werden geen significante veranderingen in de vegetatie waargenomen in de periode na de maatregelen. De maatregelen lijken dus een verdere “verzuring” van de vegetatie wel sterk te vertragen of te stoppen, maar het is niet zeker of er ook een “ontzuring” optreedt. Om hier meer grip op te krijgen is in de periode 2000-2002 een beperkte vervolgmonitoring uitgevoerd in twee deelgebieden, namelijk De Stobbenribben en De Wobberribben.

3.1.2 Probleemstelling

Voor beide terreinen gold de volgende monitoringvraag:

Leidt de verbeterde aanvoer van boezemwater naar trilveren tot een stopzetting of zelfs terugdringing van de eerder waargenomen verzuring en wat zijn de effecten daarvan op de vegetatie?

In De Stobbenribben is hiertoe het effect van uitgraven van een bestaande sloot nagegaan, in De Wobberibben wordt aandacht besteed aan het effect van nieuwe sloten. In beide gevallen wordt het boezemwater langs een lange weg omgeleid om via natuurlijke reiniging de hoeveelheid nutriënten in het water te doen afnemen vóór het de waardevolle trilvenen bereikt. In het verloop van het onderzoek is door middel van interimrapporten (Van Wirdum & Schouwenberg 2001, Van Wirdum & Schouwenberg 2002) tussentijds inzicht gegeven. In dit rapport wordt het eindresultaat besproken.

3.1.3 Waarnemingen

Bij de monitoring is de ontwikkeling van het milieu extensief gevolgd. Het onderzoek omvatte de volgende metingen:

1. Prikstokmetingen hele terrein: Opname van diepteprofielen van de elektrische geleiding in raaien langs de wateraanvoergradiënten, jaarlijks in voorjaar en nazomer (hoofdstuk 2);
2. Gedetailleerd gradiëntonderzoek: Nauwkeuriger en vaker herhaalde diepteprofielen plus hoog-frequente monitoring van elektrische geleiding, temperatuur en waterniveau op enkele plaatsen in de gradiënt gedurende voor de watervoorziening kritieke periodes (hoofdstuk 3);
3. Waterchemie: Bemonstering en "complete" analyse van het water in en onder de kragge en in het aanvoersysteem (sloten), één bemonstering per jaar, plus één extra (hoofdstuk 4).
4. Vegetatiebeschrijving: Eenmalige opname van negentien proefvlakken en kartering van de mosbedekking aan het eind van de monitoringperiode (2002)
5. Basenverzadiging van de bodem: Voor een nadere interpretatie van de effecten van de maatregelen is naast het bovengenoemde waarnemingsprogramma aandacht besteed aan de basenverzadiging van de bodem. Als gevolg van de afspraken hierover in het deskundigenteam "Natte schraallanden" zijn deze waarnemingen door Alterra in 2002 gedaan. Een korte bespreking is in dit rapport opgenomen, waarbij een vergelijking gemaakt is met schattingen op basis van de veranderingen in de waterchemie.

In tabel 1 is het waarnemingsprogramma samengevat. De figuren 1 en 2 geven de ligging van de meetpunten weer.

3.2 Prikstokmetingen hele terrein

3.2.1 De prikstok

De "prikstok" is een T-EC-sonde: een sonde waarmee temperatuur (T) en elektrische geleiding (EGV of EC1) in zachte bodems op verschillende diepten onder maaiveld gemeten worden. De elektrische geleiding hangt af van de dichtheid, het watergehalte en de aard van het bodemmateriaal, de temperatuur, en de zoutconcentratie in het water. De temperatuur wordt zowel gemeten om de meetwaarden te kunnen herleiden tot een standaardtemperatuur (Van Wirdum & Joosten 1997) als om de waterbeweging door berekeningen af te leiden uit de warmtestroom. Deze laatste toepassing vergt echter een iets langere insteltijd om de temperatuur nauwkeuriger te meten dan voor de compensatie van de EGV-waarden nodig is. Met de gebruikte prikstokken en EGV-meters zijn de meetwaarden elektronisch gecompenseerd naar een standaardtemperatuur van 25°C (EC25). De meetcel van de prikstok werkt in tegenstelling tot meetcellen voor vrij water met een onbegrensd spanningsveld. De waarden worden op de gebruikte meter gepresenteerd als hadden ze de dimensie $L^3M^{-1}T^3I^2$ (zoals: $mS\ m^{-1}$), maar hierbij wordt gerekend met de celconstante van de dompelcel die op dezelfde meter kan worden aangesloten. De celconstante bij meting met de prikstok wordt bepaald door de eigenschappen van de

1 De afkortingen EGV (elektrisch geleidingsvermogen) en EC (electrical conductivity) staan voor de lineaire elektrische geleiding, waarvoor nog verschillende andere namen, afkortingen en symbolen in gebruik zijn. Ze kunnen gevolgd worden door een getal dat de standaardtemperatuur aangeeft waarvoor de waarden gelden.

sonde en die van het veen rondom de sonde tijdens de meting. In het kraggeveen is hiervoor ruwweg een cilinder met een middellijn en hoogte van 0,15-0,3 m bepalend. Omdat de invloed van het met water verzadigde kraggeveen klein en vrijwel constant is (Van Wirdum & Joosten 1997), kan de omrekening tot lineaire elektrische geleiding met de dimensie $L^3 M^{-1} T^3 I^2$ van het water in de matrix gedaan worden met door ijking van elke prikstok in het veld verkregen constanten. De gemeten temperatuur is een contacttemperatuur, geldig voor de exacte meetdiepte. In het project is gebruik gemaakt van vier combinaties van verschillende prikstokken en meters, de RIN-prikstok, de SBB-Centraal-prikstok en drie TNO-prikstokken. Alle stammen af van de door de voormalige Technisch-Fysische Dienst voor de Landbouw in 1969 aan de Universiteit van Amsterdam geleverde sonde (Van Wirdum 1972, 1989, 1991). De verdere ontwikkeling heeft vooral bij het voormalige Rijksinstituut voor Natuurbeheer (RIN) en thans in samenwerking tussen TNO en IMAG plaatsgehad. De gebruikte thermistors hebben dezelfde karakteristiek als de thermistor in de standaardmeetcel die bij de desbetreffende meter behoort. Bij 25°C komen 1000 prikstokeenheden van de RIN-prikstok (IBN-LF91) in vrij water overeen met 16,8 mS m⁻¹. Voor beide TNO-prikstokken met antikleefprofiel (TNO318b, TNO2-315i) is dit getal 40 resp. 39; zonder die inrichting (TNO-LF318) 22. Voor de Staatsbosbeheer-Centraal-prikstok (SBB-LF318) is de waarde 41. Het in hoofdstuk 2 besproken meetprogramma is uitgevoerd met de RIN-prikstok en een WTW-LF91 EC-meter. De in hoofdstuk 3 besproken metingen zijn uitgevoerd met de door IMAG gebouwde TNO-prikstokken in combinatie met WTW-LF318 en WTW-LF315i EC-meters. De metingen geven een goede indicatie voor de mate van beïnvloeding van de waterkwaliteit in en onder de kragge door het aangevoerde oppervlaktewater. Met de gemeten EC25 van het oppervlaktewater in de aanvoersloten en een referentiewaarde voor regenwater kan het aandeel van deze waterbronnen op elk meetpunt geschat worden.

3.2.2 De metingen

In De Wobberribben en De Stobbenribben is twee maal per jaar op dezelfde manier en in dezelfde transecten als voorheen de indringing van het slootwater in het terrein gemeten d.m.v. ca. 78 prikstokmetingen per keer (42 in de Stobbenribben en 36 in de Wobberribben), tussen 0,3 en 1,8 m diepte met een dieptestap van 0,3 m.

Deze transecten zijn in 1991-'92 uitgezet, zodanig dat van de gebieden als geheel een zo goed mogelijk overzicht wordt verkregen (zie fig. 1 en 2). Bij de hier gerapporteerde extensieve monitoring 2000-2002 zijn alleen de raaien A t/m D (onderlinge afstand metingen binnen de raai: 20 m) in de Stobbenribben en de raaien 1 t/m 3 (onderlinge afstand metingen binnen de raai: 4 m) in de Wobberribben opgenomen.

3.2.3 Resultaten

De verzamelde gegevens zijn opgenomen in de bijlagen. In figuur 2 en 3 staan voor respectievelijk de Wobberribben en De Stobbenribben isoplethen van de elektrische geleiding gegeven.

Opvallend is dat er nauwelijks verschil is tussen de voor- en najaarsmetingen. In eerdere jaren was het steeds zo dat er in het najaar hogere waarden werden gevonden dan in het voorjaar (sterke invloed regenwater). Dit komt door de nogal natte weersomstandigheden tijdens de periode 2000-2002. De gradiënt van de elektrische geleiding vanaf de boezem naar de op grotere afstand gelegen delen van het veen is wel steeds duidelijk in de metingen terug te vinden.

3.3 Gedetailleerde prikstokmetingen raai Stobbenribben A

In enkele meetpunten van raai A van De Stobbenribben, plus het hierbij in zekere zin aansluitende meetpunt B190, zijn met de TNO-prikstokken met een grotere frequentie en met een dieptestap van 0,1 m metingen gedaan tot aan de zandondergrond om meer informatie over het procesverloop te verkrijgen. Bij deze metingen is ook de

temperatuur nauwkeurig opgenomen, zodat warmtestroomberekeningen konden worden uitgevoerd. Het doorzetten van de metingen tot aan de zandondergrond vulde wat dit betreft een leemte in de kennis van de terreinsituatie in: de al eerder getrokken conclusie dat geen aanvoer van uit de minerale ondergrond uittredend grondwater plaatsvindt kan nu met waarnemingen van temperatuur en elektrische geleiding uit de grenslaag tussen het veen en het zand zelf gestaafd worden.

Reproduceerbaarheid van de metingen

Van de gelegenheid is gebruik gemaakt om steekproefsgewijs de reproduceerbaarheid van de resultaten na te gaan bij onafhankelijk werken door verschillende waarnemers en met verschillende instrumenten. De meetpunten zijn namelijk niet vast in het terrein gemarkeerd; ze worden steeds door afpassen en met behulp van terreinkenmerken teruggevonden. Hier zit voor de afstanden tussen de meetpunten van het gedetailleerde programma een variatie van 1-3 m in. De verschillen tussen de meetpunten waren steeds aanmerkelijk groter dan die tussen door verschillende personen met verschillende instrumenten op verschillende tijdstippen gedane metingen.

Verschillen voorjaar en najaar, veranderingen tijdens de waarnemingsperiode

In de natte periode waarin deze metingen werden gedaan was het eerder gevonden verschil tussen voorjaar en nazomer, zoals ook al opgemerkt in hoofdstuk 2, maar zwak. Toch bleken uit de meer gedetailleerde metingen (iedere 10 cm in plaats van iedere 30 cm) wel verschillen. Van 2000 tot 2002 nam de EC in het algemeen af, maar in 2002 werd een duidelijke toename van de EC waargenomen tussen mei en september (figuur 4). De laterale gradiënt vanaf de sloot was steeds duidelijk waarneembaar (figuur 5).

Het temperatuurpatroon en de veranderingen daarin van maand tot maand gaf, aansluitend bij de waarnemingen van de elektrische geleiding, belangrijke aanvullende aanwijzingen dat wel degelijk waterstroming optrad. Deze aanwijzingen worden hieronder besproken.

Laterale en verticale stroming afgeleid uit elektrische geleiding

Door de waarnemingen dieper door te zetten, namelijk tot aan de zandondergrond, dan in het verleden mogelijk was, kon het stromingspatroon beter gedemonstreerd worden. De meest doorlatende laag in het pakket, tussen de onderkant van de kragge (0.6-0.7 m diep) en de top van restveen en minerale ondergrond (1.5-2.0 m diep), tekent zich in de gradiëntfiguren (figuur 5) duidelijk af doordat beneden 0.7 m geen sprake meer is van een overheersend horizontaal, maar van een verticaal tot enigszins diagonaal verloop van de isoplethen. In deze laag beweegt het ionenrijkere boezemwater zich netto van de sloot naar de meer afgelegen delen van het veen. Bovenin vindt bijmenging plaats met regenwater. Aangezien door wegzijging de laterale stroom verder van de sloot af kleiner wordt, wordt de regenwatercomponent daar verhoudingsgewijs sterker. Deze gradiënt is kwantitatief beschreven en verklaard door van Wirdum (1991). Beneden 1.6 m diepte is de laterale beweging vrijwel 0, waardoor de isoplethen in de grafiek hier vrijwel verticaal lopen. Worden de gegevens per meetpunt tegen de tijd uitgezet (figuur 4; let op de zeer onregelmatige tijdstap), dan blijkt de neergaande stromingscomponent in het preferente stroomkanaal doordat water met een bepaalde EC in dit stroomkanaal op een wat grotere diepte ook steeds later aankomt.

Warmtestroomberekeningen (methode)

Met een deel van de metingen zijn warmtestroomberekeningen uitgevoerd. Zoals beredeneerd en aangetoond door Van Wirdum (1991) is de afzonderlijke schatting van de verticale stroming moeilijker naarmate het stromingspatroon ingewikkelder is en er een sterkere laterale stromingscomponent is. De berekeningen zijn daarom beperkt tot enkele dieptegradiënten op verhoudingsgewijs grote afstand van de Achtersloot. De resultaten staan in tabel 2. De werkwijze berust erop dat een gedeelte van het profiel wordt vastgesteld dat thermisch en stromingstechnisch homogeen verondersteld wordt. In dit onderzoek is hiervoor de laag genomen vanaf de onderkant van de kragge (0.8 m) tot kort boven de zandondergrond of, als geen

“diepe” prik voorhanden was, tot de grootste meetdiepte. Voor dit deel van het profiel wordt met een steekproef van drie diepte-temperatuurcombinaties de karakteristiek van de seizoensmatige temperatuurschommeling aan het bodemoppervlak berekend, onder aanname van verschillende verticale watersnelheden. De steekproef wordt uit een set van verschillende steekproeven gekozen om te voorkomen dat toevallig met een uitschieterende waarneming gewerkt wordt. In dit onderzoek is een set van 8 steekproeven gebruikt. Dit is ruim voldoende voor een verkennend onderzoek, hoewel met een grotere set de eindnauwkeurigheid verder verkleind kan worden. Zowel deze keuze als de nadere selectie van een “optimale” oplossing van de verticale stroming vindt plaats op grond van de volgende criteria:

- de temperaturen in de uitgekozen laag van het profiel mogen niet meer dan de meetnauwkeurigheid (max. 0.1 °C) afwijken van de voor dezelfde diepte volgens de oplossing berekende temperaturen;
- buiten de gekozen laag moeten de afwijkingen zo klein mogelijk zijn, of op grond van andere kennis verklaarbaar;
- de karakteristiek van de schommeling aan het oppervlak moet binnen redelijke grenzen voldoen aan wat op grond van het weer (indien geen weersgegevens gebruikt worden, wordt op het klimaat afgegaan) en de vegetatie verwacht mag worden.

Het gebruik van feitelijke weersgegevens en piekeffecten is voor een extensief onderzoek als dit te bewerkelijk. Daarom is voor alle waarnemingen uitgegaan van de veronderstelling dat de jaarlijkse schommeling aan het bodemoppervlak de volgende kenmerken heeft: gemiddelde temperatuur 9.5-11.5 °C, uitwijking 6-9 °C, naijling t.o.v. 1 januari 20-40 dagen. Hierbij is enigszins rekening gehouden met de schijnbare afwijkingen in deze karakteristiek als gevolg van extreme weersperiodes en vegetatiestructuur, en met de geleidelijke verhoging van de gemiddelde jaartemperatuur sinds de periode 1970-1979, waarvoor Van Wirdum (1991) een gemiddelde luchttemperatuur vond van 8.7-9.5 °C.

Resultaten: Temperatuurgradiënten wijzen op grote wegzijging

De besproken procedure is doorlopen met computerprogramma's die een visuele terugkoppeling geven (figuur 6). In de figuur is te zien dat de voor B-190 op 19 juni 2001 waargenomen dieptegradiënt in de laag van 0.8 tot 2.6 m goed verklaard wordt door een temperatuurschommeling rond 11.3 °C met een uitwijking van 8.2 °C en een minimum op de 32ste dag van het kalenderjaar, bij een wegzijging van 3 meter per jaar. Wanneer andere watersnelheden aangenomen worden, kunnen nog steeds goed passende oplossingen gevonden worden, maar met een duidelijk andere naijling. Alleen in het bereik van 1.5-4 m/a wegzijging wordt aan het criterium voldaan. Afhankelijk van de tijd van het jaar en specifieke kenmerken van een bepaalde gradiënt kan de oplossing ook zeer gevoelig zijn voor de gemiddelde temperatuur en de uitwijking, maar in dit voorbeeld is dat niet zo. Uit de beide grafieken in deze figuur blijkt ook dat de afwijkingen in de bovenste 0.8 m, de kragge, nogal groot zijn, maar dat ze in de gekozen laag ruimschoots binnen de meetnauwkeurigheid vallen. De resultaten van de berekeningen zijn samengevat in tabel 2. Oplossingen die ver buiten de selectienormen vielen, zijn niet opgenomen, maar enkele opgenomen oplossingen vallen evengoed hierbuiten. Het is goed mogelijk dat met een iets gedetailleerder analyse en het gebruik van een grotere set van steekproeven voor deze metingen wel acceptabele oplossingen gevonden worden. Die zullen dan ongeveer dezelfde waarden voor de stroomsnelheid in verticale richting laten zien.

De berekeningen bevestigen de door Van Wirdum (1991) al gevonden waarden voor de wegzijging in dit gebied, namelijk enkele meters per jaar. Voor A205, dat iets minder geïsoleerd ligt ten opzichte van de laterale stroming, worden minder vaak goede oplossingen gevonden dan voor B190. Dat wijst erop dat bij A205 het stromingsregime minder ongestoord is, wat ook al blijkt uit de grotere variatie van de gevonden stroomsnelheden, die eerder veroorzaakt wordt door waarnemingsruis dan door echte variatie in de wegzijging. Dit effect wordt dichter bij de boezemvaarten groter. Voor A205 en B190 werden door Van Wirdum (l.c.) met twee meer

gedetailleerde methoden wegzijgingssnelheden gevonden van respectievelijk 6-7 en 3-4 meter per jaar. De huidige waarnemingen bevestigen een verschil, hoewel dit nu minder groot lijkt. De wegzijging in dit deel van De Stobbenribben is zeer groot, namelijk, volgens deze gegevens, ruwweg 3.5 m per jaar of 10 mm per dag. De variatie over de percelen is echter blijkens de berekeningen van Van Wirdum (l.c.) groot, en de gemiddelde waarde voor het gebied iets lager dan bij A205 en B190.

EC-loggers gaven weinig aanvullende informatie; waterstandsloggers wel

Experimentele waarnemingen in 2000 met CTD-DIVER[®]s, door de firma Van Essen (Delft) op de markt gebrachte instrumenten waarmee de temperatuur, de druk, en de elektrische geleiding met een hoge frequentie (in deze opstelling werd eens per twee uur gemeten) gemeten kunnen worden, gaven weinig nieuwe informatie over het verloop van temperatuur en elektrische geleiding. Dit kwam mede door het feit dat voor deze toch vrij gedetailleerde toepassing het meten in stijgbuizen zonder bijzondere voorzieningen minder geschikt bleek. Hoewel de waarnemingen nuttig waren voor het verder ontwikkelen van monitoringmethoden die slechts een beperkte arbeidsinzet vergen, worden ze hier niet verder besproken omdat de hier toch al toegepaste meer arbeidsintensieve monitoring ruimschoots in dezelfde informatie voorzag. De gedetailleerde waterpeilgegevens die met standaard DIVER[®]s in dezelfde proefopzet werd vervolgd bleek wel belangrijke aanvullende informatie te geven. Omdat de peilveranderingen in dit gebied klein zijn, maar vaak wel binnen uren of dagen tot stand komen, is zulke informatie niet gemakkelijk met 14-daagse handpeilingen te verkrijgen. Na oriënterend werk in eerdere jaren, is daarom in 2002 een meer systematische meting opgezet die onder andere het oogstseizoen omvatte. Ten behoeve van het maaien en hooien wordt in De Stobbenribben de wateraanvoer vanuit de boezem tijdelijk geblokkeerd door een slootsegment met twee stuwen af te sluiten.

Met de DIVER[®]s is iedere 2 uur de waterstand geregistreerd, zodat hier ook eventuele dag-nachtritmes herkenbaar zijn (figuur 7). De in de figuur weergegeven som van het neerslagoverschot is steeds per dag bepaald, met een aanvangswaarde van het dan heersende boezempeil, -75 cm. In dit extensieve onderzoek is geen gebruik gemaakt van lokale weerstations. Voor neerslag en verdamping zijn de dagwaarden van Eelde en De Bilt gemiddeld, en de verdamping is benaderd als verdamping van open water (1.25 maal de Makkink-verdamping). Dit moet gezien worden als een maximumwaarde: voor relevante moerasvegetaties in De Weerribben vond Van Wirdum (1991) in 1975-'76 waarden die maar 0.5-0.7 maal zo groot waren als deze maximumwaarde, terwijl Koerselman & Beltman (1988) in het Vechtplassengebied een factor 0.75 voor vegetatie, en 0.4-0.5 voor open water vonden. Door het gebruik van dagwaarden kan de dag-nachtcyclus in de verdamping, die er natuurlijk wel is, niet gezien worden. De lokale neerslag kan natuurlijk afgeweken hebben van dit gemiddelde

Van 7 augustus tot 4 september werd de sloot waarin zich meetpunt Aa bevindt door de stuwen tijdelijk afgesloten van de sloot met het meetpunt Flodder. De trilveenpercelen staan dan nog steeds in open verbinding met het slootsegment van Aa, maar dit ontvangt nauwelijks meer water uit de open boezem. Onder invloed van de doorgaande verdamping en wegzijging ging het slootpeil vanaf de afsluiting steeds verder omlaag. In de kraggen zakte de waterstand vervolgens in vrijwel gelijke mate mee. Het peilpunt in de Floddersloot vertoonde een veel minder sterke daling. Dat komt doordat eventuele verliezen naar het verdampende moeras en naar de ondergrond hier gecompenseerd worden door aanvoer vanuit het boezemstelsel. Het netto-verloop van het peil in de Floddersloot, dat door de combinatie van deze processen bepaald moet zijn, weerspiegelde het verloop van het neerslagoverschot. Het lijkt waarschijnlijk dat de eigenlijke verdamping kleiner is dan de aangenomen maximumwaarde, want anders zou, tegen beter weten in, moeten worden vastgesteld dat wegzijging in het omgevende boezemgebied geen rol van betekenis speelt. Aan het dag-nachtritme van het Flodderpeil is te zien dat de aanvoer overdag de som van verdamping en wegzijging niet bij kan houden. Bij Aa is dat alleen zo als het segment niet van de boezem afgesloten is.

Als het verloop van het neerslagoverschot als maat wordt genomen, kan voor de periode van 11 tot 19 augustus worden vastgesteld dat de peilen in het afgesloten gebied 5-6 cm meer dalen dan het neerslagoverschot. Dit wijst op een wegzijging van minimaal 6 mm/d of 2.3 m/a. Wanneer bovendien op grond van de cijfers van Van Wirdum (1991) wordt aangenomen dat de werkelijke verdamping 35% lager is dan de aangenomen maximale verdamping, dan zou de wegzijging 7.7 mm/d of 2.8 m/a zijn, wat in goede overeenstemming is met de interpretatie van de warmtestroommetingen.

Na neerslag op 20 en 25 augustus steeg het peil in de sloot minder snel dan in de meer afgelegen delen van de kraggen. Toen op 4 september de verbinding met de boezem werd hersteld, steeg juist het slootpeil sneller en meer dan het peil in de kraggen. Ook voordat de stuwen werden dichtgezet daalden de kraggepeilen onder invloed van de verdamping, maar in deze periode had het slootpeil kennelijk nog een stabiliserend effect.

3.4 Waterchemie

De najaarsbemonstering 2000 vond in oktober plaats. In overleg werd besloten niet slechts de zeer beperkte set van variabelen die in de offerte was voorzien te bepalen, maar uitgebreide analyses uit te voeren. De eerste herhaling werd in juni 2001 uitgevoerd. De oorspronkelijk geplande najaarsbemonstering in 2001 is niet uitgevoerd. Gezien de resultaten van de prikstokmetingen konden geen grote afwijkingen ten opzichte van de eerdere bemonsteringen verwacht worden. Het leek daarom gewenst het voor deze bemonstering gereserveerde budget te bewaren voor 2002, bij voorkeur in een droge periode. Helaas deed zich zo'n periode ook in dat jaar niet voor, zodat ook de juni- en septemberbemonsteringen van 2002 de waterchemie in een verhoudingsgewijs natte periode weerspiegelen.

De analyseresultaten sluiten aan bij de prikstokmetingen, en laten globaal het vertrouwde beeld zien: onder de kraggen is de slootwaterinvloed duidelijk traceerbaar, bovenin neemt de regenwaterinvloed sterk toe. Ook het onderscheid tussen de onbehandelde standplaatsen op grote afstand van de boezem, en de die in direct bereik van boezemwater is duidelijk (figuur 8a). Op de behandelde standplaatsen komt de boezemwaterinvloed in de laatste jaren duidelijk tot uiting in de watermonsters (figuur 8b). Vooral het monsterpunt W1w blijft echter achter; dit laat als enige uit de groep na 1993 nog steeds een negatieve gelijkenis met kalkrijk grondwater zien en een gelijkenis met regenwater van meer dan 30% (bijlage #). Het verloop van de boezemwaterinvloed in de tijd is voor de drie groepen van monsterpunten weergegeven in figuur 8c. Hierin zijn ook de watermonsters opgenomen waarvan geen volledige analyses zijn uitgevoerd. Dat de inmenging van boezemwater in de grafiek soms meer dan 100% bedraagt is waarschijnlijk meestal het gevolg van de rekenmethode: het percentage wordt bepaald met gebruik van de chloridegehalte van het standaardregenwatermonster At-W80 en dat van het op dezelfde datum bemonsterde boezemwater. De periode van najaar 1996 tot en met najaar 2000 ging kennelijk gepaard met een grote boezemwaterinvloed, met een piek in 1998. Op de buiten bereik van het boezemwater gelegen monsterpunten was ook toen de boezemwaterinvloed meestal kleiner dan 50%, maar op de behandelde monsterpunten bereikt hij waarden van bijna 100%. Het punt W1w vertoont sindsdien weer een gestage afname van de boezemwaterinvloed, terwijl punt W3w, dat oorspronkelijk wat achter bleef, juist de laatste jaren weer enige verhoging vertoont. De eventuele oorzaken hiervan zijn niet in het veld nagegaan. Van de vanouds met de boezem verbonden monsterpunten is het punt Ac in de hele periode nogal wisselvallig; soms is de boezemwaterinvloed zeker zo klein als in de buiten bereik van de boezem gelegen punten, maar in de periode 1997-2000 is de invloed juist weer groot.

De wateranalyseresultaten zijn gebruikt om een schatting te maken van het verloop van de basenverzadiging volgens methoden die in detail beschreven zijn in Van

Wirdum (1991) en Schouwenberg & Van Wirdum (1998). Deze schattingen worden besproken in hoofdstuk 4.6.

3.5 Vegetatie

De vegetatie is in de loop van de jaren, als gevolg van wisselende personele bezetting en persoonlijke inzichten, niet steeds met dezelfde methoden beschreven, en de gegevens zijn ook niets steeds in dezelfde bestandstypen vastgelegd. Daardoor is een volledige vegetatiekundige analyse van veranderingen in het kader van dit beperkte onderzoek niet goed mogelijk, en dit was ook niet de opzet van de vervolgmonitoring. De belangrijkste veranderingen in het vegetatiedek kunnen echter goed worden afgelezen aan de dominante mossoorten die steeds door kartering in het veld is vastgesteld.

In figuur 9 is de verandering van de mosbedekking in De Wobberibben in beeld gebracht. In de periode van 1965 tot 1974 was een geleidelijke toename van veenmossen te constateren, vooral in die delen van de percelen, die door verlanding van sloten buiten bereik van het boezemwater waren gekomen, zoals geheel rechts in de figuren. In de periode tot 1992 zet deze ontwikkeling door, nu ook met haarmos, en strekt die zich uit tot sloten links in de figuur die inmiddels ook ondieper geworden zijn en door verlanding elders hun verbinding met de open boezem verloren. In 1992 werden enkele sloten opgeschoond of opnieuw uitgegraven, en er werd één geheel nieuwe sloot gegraven. Sindsdien is het beeld min of meer stabiel gebleven. Aan de verste uiteinden van de percelen breidt de veen- en haarmosvegetatie zich nog enigszins uit. In het lange smalle perceel links onder in de figuren is dit ook het geval. De vraag doet zich voor of de verbeterde wateraanvoer naar de verderop liggende percelen er de oorzaak van is dat hier maar heel weinig waterdoorvoer plaatsvindt, maar dit is niet specifiek onderzocht. In elk geval zijn de kleine Schorpioenmosvoorkomens nog steeds aanwezig. De verschillen in precieze vorm en oppervlakte hiervan in de periode 1992-2002 vallen binnen de jaarlijkse variatie als gevolg van beheers- en weersinvloeden, en van de waarnemingsfout.

In figuur 10 is de mosbedekking in De Stobbenribben in 2000 en 2002 afgebeeld. Hier zijn, zoals verwacht, nauwelijks verschillen. Vergelijking met de gegeneraliseerde vegetatiekaart van 1974 (Van Wirdum 1991) brengt wel een aantal patroonverschillen aan het licht. Zo is in perceel A, geheel links in de figuur, het middengedeelte van het perceel nu door veenmossen overgenomen. In dit gedeelte is na 1975 een lisdoddevegetatie verdwenen, waarna de kragge iets "hoger" in het water kwam te liggen. Dit zou de oorzaak geweest kunnen zijn van de vestiging van veenmossen, die hier in elk geval al stonden toen de Achtersloot in 1991-'92 werd opgeschoond. In hetzelfde perceel is schorpioenmos iets in de richting van de sloot opgerukt over een eerder door schorpioenmos en puntmos gedomineerde zone. Dit kan het gevolg zijn van de verminderde belasting van het water met meststoffen. In perceel C (derde van links) is de veenmosbegroeiing iets in de richting van de sloot opgerukt. Hier was in 1975 nog een uitgestrekt en nat galigaanveld aanwezig, dat door intensivering van het maaibeheer verdwenen is. Er zou een soortgelijke redenering op van toepassing kunnen zijn als op het lisdoddeveld in perceel A, en alweer gaat het om een verandering die al voor het nemen van de maatregelen zijn beslag had gekregen. In perceel D, rechts in de figuren, lijkt de situatie sinds 1975 nauwelijks of niet veranderd.

3.6 Basenverzadiging van de veenbodem

De concentraties van de verschillende stoffen in het water en de daaruit afgeleide gelijkenis met kalkrijk grondwater en regenwater geven, zoals reeds besproken, een duidelijk effect van de maatregelen te zien. Om dit te vertalen naar basenverzadiging is de methode Catex toegepast (Schouwenberg & Van Wirdum 1998). Deze berust

erop dat na ijking met bodem- en watermonsters uit de pH van het water de zogenaamde Gapon-coëfficiënt geschat kan worden, die de ongelijkheid van de verhouding van H^+ -ionen en Ca^{2+} -ionen tussen het water en het bodemcomplex beschrijft. Vervolgens kan de verhouding van de concentraties H^+ -ionen en Ca^{2+} -ionen in het water weer gebruikt worden om de verhouding op het adsorptiecomplex te schatten. In dit onderzoek is gebruik gemaakt van de door Schouwenberg & Van Wirdum (*l.c.*) gepubliceerde ijking voor het veen van De Stobbenribben en Wobberribben. De verhouding $Ca^{2+}/(Ca^{2+}+H^+)$ op het adsorptiecomplex is hier aangeduid als de basenverzadiging van het veen. Deze hele procedure is niet anders dan indicatief. De watermonsters van juist onder de kragge, waar hoegenaamd geen veensubstantie zit, worden gebruikt als indicatie voor de basenverzadiging in het onderste deel van de kragge.

Het verloop van de aldus geschatte basenverzadiging is weergegeven in figuur 11. Het verschil in bereikbaarheid voor boezemwater is duidelijk te zien. Onder de kraggen van de behandelde standplaatsen is al direct na de maatregelen enig herstel opgetreden, en geen verdere verzuring, afgezien van een zwakke trend die ook waargenomen wordt in de met de boezem verbonden standplaatsen, en nog iets sterker in de standplaatsen die steeds buiten bereik van het boezemwater zijn gebleven. De veranderingen bovenin de kragge zijn opvallender. In de voorjaarsbemonstering van 1996 werd in alle standplaatsen buiten bereik van het boezemwater een opvallende piek in de basenverzadiging waargenomen, die twee jaar later uitgedempt was. De piek zou te maken kunnen hebben met de koude winter van 1995-'96, maar we hebben onvoldoende gegevens om een eventueel verband te leggen. In de behandelde standplaatsen worden in 1996 dezelfde, of zelfs nog hogere waarden bereikt, maar in deze standplaatsen dempen die nadien niet of pas later uit. Ook in deze grafieken valt punt W1w op door de lage verzadigingswaarden aan het einde van de meetperiode. De piek van 1996 is ook op de vanouds onder invloed van boezemwater staande standplaatsen te zien, maar daar is die veel minder opvallend door het steeds hoge niveau van de basenverzadiging.

Op de meeste plaatsen is, zoals te verwachten valt, de basenverzadiging wat dieper in de kragge hoger dan bovenin. Op punt W1m is dat al sinds 1995 omgekeerd, en ook bij SDe en SAb komt dat af en toe voor. Dit heeft er vermoedelijk mee te maken dat de kraggen op deze plaatsen dikwijls onder water staan, zoals in het veld ook is waargenomen. Het basenrijke water kan dan het bovenste veen onmiddellijk bereiken.

3.7 Samenvatting en conclusie

Het onderzoek toont aan dat de drijvende kracht voor het onderhoud van de basenrijkdom van de trilvenen, namelijk het verschil in stijghoogte tussen het boezemwater en het water in de zandondergrond, en het daardoor aangedreven stromingsstelsel nog steeds bestaan, en dat op deze grond het openhouden en eventueel opnieuw uitgraven van verlande sloten een zinvolle maatregel is. De werking hangt niettemin sterk af van de grootte van de drijvende kracht, de laterale doorlatendheid van het veen, en de lengte van de gradiënten, die onder andere in de elektrische geleiding en de chemische samenstelling van het water weerspiegeld worden (figuur 12). Als het veen weinig doorlatend is, zoals in enkele niet in dit project betrokken gebiedsdelen het geval is, treedt bij een groot potentiaalverschil al op korte afstand van de boezem verdroging op, en bij een kleiner potentiaalverschil atmosferisering, het steeds regenwater-achtiger worden van het milieu. Bij een wat grotere doorlatendheid wordt in een korte gradiënt (kleine slootafstanden) soms toch maar weinig resultaat geboekt, aangezien er dan ook maar weinig boezemwater onderlangs de dichtst bij de sloot gelegen zone van de kragge stroomt. Dit is het geval in delen van De Wobberribben. Bij langere slootafstanden is er meer "achterland", waarvan de waterbehoefte door toestroming van boezemwater langs dezelfde zone moet worden gedekt. Het achterland krijgt dan wellicht genoeg water om niet te verdrogen, maar onvoldoende om een hoge basenverzadiging te

garanderen. Er is echter een brede tussenliggende zone, waar de basenverzadiging in stand gehouden wordt en zelfs na verzuring weer enige “oplading” kan optreden. Dit is het geval in andere delen van De Wobbenribben en in De Stobbenribben. Pas heel geleidelijk breidt de basenverzadiging zich na de maatregelen ook uit naar het bovenste deel van de kragge.

Op sommige plaatsen in het terrein is de toestand vegetatiekundig globaal genomen sinds 1991 gelijk gebleven of is zelfs incidenteel enige toename van de basenrijke vegetatie geconstateerd, op andere plaatsen is nog steeds enige verzuring merkbaar, hoewel aanmerkelijk trager dan voorheen. Hoewel dit laatste als resultaat wat mager lijkt, kan het toch een belangrijke bijdrage zijn aan het Overlevingsplan Bos en Natuur, aangezien het hier immers om een tussenfase gaat, in afwachting van de effecten van meer structurele maatregelen.

4 Monitoring proefproject Vechtstreek 1999-2002

4.1 Het Bekalkingsonderzoek in de Vechtstreek

4.1.1 Inleiding

Het monitor-onderzoek naar de effecten van bekalken op de verzuring van natte schraallanden heeft zich over een periode van 3 jaar uitgestrekt en is daarmee aanzienlijk korter dan van de overige twee OBN-monitor-opdrachten in het laagveen. Dit bekalkingsonderzoek is uitgevoerd in de Vechtstreek in de provincies Utrecht en Noord-Holland.



Figuur 4.1: De ligging van het Vechtplassengebied.

4.1.2 Locatiebeschrijving

In het Vechtplassengebied (zie figuur 4.1 & 4.2) liggen een zeven tal terreinen waar OBN-onderzoek in natte schraallanden is verricht. Dit gebied vormt de overgang tussen de zandgronden van de Gooi-Utrechtse Heuvelrug-stuwwal en het lager gelegen stroomgebied van de Vecht met veenafzettingen en stroomrug-gronden. De veenlaag neemt vanaf de Heuvelrug richting het westen in dikte toe, tot ca. 2 meter ter hoogte van de Vecht. Hierin zijn sloten en petgaten gegraven. Door het lokaal ontbreken van deze afsluitende laag kan er kwel optreden. In de Vechtstreek is evenwel niet overal in voldoende mate een overdruk in het grondwater aanwezig, waardoor die kwel zou kunnen ontstaan. Plaatselijk treedt ook inzijging van oppervlaktewater naar grondwater op, zeker naast dieper gelegen polders. Door het directe contact tussen oppervlaktewater en grondwater heeft beheer van het polderpeil in polders direct invloed op de verhouding kwel en inzijging. Indien er water-tekorten optreden wordt dit aangevuld uit de Vecht of het Amsterdam-Rijnkanaal. Dit water is een mengproduct van Rijnwater met effluënten van rioolwaterzuiveringen, uitslagwater uit landbouwgebieden en neerslagoverschotten. De waterstand in de natuurterreinen wordt kunstmatig op een zo constant mogelijk niveau gehouden. In natte perioden wordt water afgevoerd naar de Vecht.

Ook de schraallanden in de Vechtstreek zijn en worden beïnvloed door zure regen en verdroging, hetgeen op regionale schaal geleid heeft tot een andere opzet van de waterhuishouding in het Noorderpark en de Ster van Loosdrecht. Hierbij zijn uitgangspunten geweest: het bergen en vast houden van gebiedseigen water, een andere (gedefosfateerde) wateraanvoer in tijden van droogte via de Loosdrechtsplassen en een flexibel polderpeil. Dit laatste zou ook een middel kunnen zijn om in tijden van overlast door wateroverschot of droogte niet direct al het water af te voeren c.q. water van slechte kwaliteit uit de Vecht te moeten aanvoeren. Dit laatste heeft geleid in gezamenlijk overleg tussen Provincie, Waterschap, Natuurmonumenten, Staatsbosbeheer en Dienst Landelijk Gebied tot het laten opstellen van een monitoringsplan Noorderpark e.o. (Bakkum *et al.* 2002) als basis voor controle en beheer van de waterhuishouding. Op lokale schaal binnen polders kan evenwel niet gewacht worden op de nog in te zetten verbeteringen, maar dient qua behoud van de biodiversiteit gehandeld te worden binnen het OBN. Omdat weinig ervaring was met het direct aanbrengen van kalk binnen verzuurde terreinen als hele korte termijn maatregel t.o.v de maatregelen in waterhuishouding en plaggen zoals die o.a. in het Ilperveld zijn uitgevoerd is deze experimentele maatregel hier onderzocht. Hierbij werd onderzocht:

- Is herstel van de water- en bodemcondities op de standplaats laagveen mogelijk door direct bekalken?; met als sub-vraag: wordt dit bekalkingseffect versterkt door vooraf te plaggen (=opruimen oude verzuring & eutrofiering)?
- Is het effect van bekalken en de combinatie plaggen en bekalken afhankelijk van de verzuringsgraad in de uitgangssituatie?

Deze onderzoeksvragen zijn steeds vergeleken met een controle, waarbij niet werd ingegrepen.

Onderzoekopzet

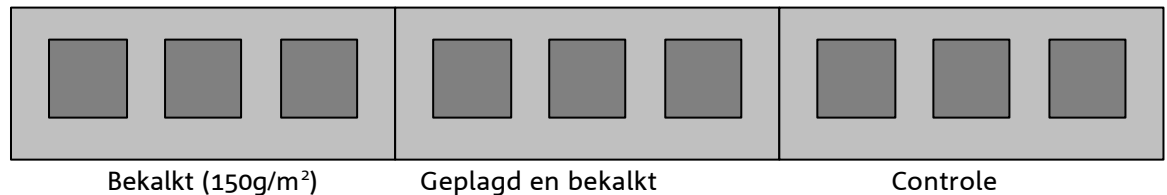
Het onderzoek vond plaats in 7 natte schraallanden, welke in verschillende mate zijn verzuurd. Deze terreinen zijn: de Suikerpot (A+B), het Hol (C), de Ster (D), de Weersloot (E), Tienhoven (F) en de Molenpolder (G) (zie figuur 4.2). Tienhoven en de Weersloot zijn het minst verzuurd (bodemwater-pH ca. 5); de “zure” Suikerpot (A) en de Molenpolder gaven in de uitgangssituatie een pH van 3,3 - 4,2. Een verdere karakterisering van de terreinen kan gegeven worden door het percentage Haarmos en/of Veenmos en het soortenaantal weer te geven (tabel 4.1) als graadmeter voor verzuringsinvloeden. Duidelijk moge zijn dat in de opzet een ruime mate van verschillen in verzuring van de terreinen aanwezig was.

Tabel 4.1 Bedekkingspercentages van Haarmos en Veenmos (Fraai & Hakig V.) en het totale soorten aantal in de uitgangssituatie (1998) en de pH van het bodemwater in de OBN-bekalkingsterreinen in de Vechtstreek. N.B. In terrein de Weersloot (E) was een 85% bedekking van Gewoon puntmos aanwezig.

Terrein	A-sui-1	B-sui-2	C-Hol	D-Ster	E-Weer	F-Tien	G-Molen
% kruid	21	20	60	25	40	85	10
% mos	100	95	100	99	100	90	100
% Haarmos	85	18	-	3	-	-	85
% Veenmos	8	60	85	85	-	85	-
soorten	7,3±0,6	16,3±0,6	8,3±0,6	15,7±1,5	11,3±1,2	22,0±3,6	6,3±2,5
PH	4,6±0,8	5,2±0,8	5,2±0,7	5,4±0,7	5,9±0,3	5,8±0,4	4,6±0,4

In elk van de zeven terreinen zijn proefvakken uitgezet. De opbouw van deze proefvakken is in principe gelijk (zie figuur 4.2) Het middelste proefvak van 4 bij 10 meter is geplagd en is daarna jaarlijks bekalkt. Links van dit vak ligt een bekalkt proefvak met bestaande vegetatie en rechts bevindt zich het controle proefvak, dat noch geplagd noch bekalkt is. Er is bekalkt met 150 g/m² fijnkorrelige mergel. Deze waarde is gekozen voortbouwend op het vooronderzoek in de polder Westbroek en vergelijkbare experimenten elders (Nijmegen en Groningen). In elk van deze drie

vakken zijn drie vakken aangegeven: de permanente meetlocaties (pq) van 2 bij 2 meter. In 2002 is door graafwerkzaamheden het controle-proefvlakken in het natte deel van de Suikerpot verdwenen. Er is het naastliggend vlak bemonsterd als nieuwe controle.



Figuur 4.2 De ligging van de proefvakken binnen een onderzoeksterrein.

4.2 Effecten op de bodem na drie jaar

In 2002 zijn in alle proefvlakken in de 7 terreinen weer bodemonsters genomen van de bovenste 15 cm. Deze zijn volgens standaard procedures bewerkt (Houba *et al.* 1995, LEN 1995,2002). Deze analyses zullen eerst per maatregel: bekalken op bestaande vegetatie, plaggen en bekalken en controle besproken worden.

De berekende gemiddelden per maatregel over de verschillende terreinen zijn opgenomen in tabel 4.1. De pH van de controle vlakken is lager dan die van bekalken of plaggen+bekalken maatregel (sign.p= 0.05 respectievelijk p=0.03). Geen van de direct beschikbare nutriënten (H₂O -extractie) noch van de voor de plant toegankelijke (extractie KCl voor N en m.b.v. lactaat voor P) stikstof en fosfor tonen significante verschillen. De calciumconcentraties verschillen ook tussen de behandelingen (C-gemid: 77,1; B-gemid: 157; PB-gemid: 151 mg/kg dw) en de controle, maar door de variatie binnen de behandelingen zijn de gemiddelden niet significant verschillend.

Tabel 4.2 Gemiddelde pH en nutriëntenconcentraties in bodems uit de OBN-bekalkingsproefvlakken ($\pm$ stdev=standaard deviatie; n=7). B= bekalken; P= plaggen en daarna bekalken en C= controle. Bodemanalyses 2002. Concentraties in mg/kg droge bodem. ** = significant verschillend van de controle; overige waarden niet.

	PH	N-NO ₃ - H ₂ O	-N-NH ₄ - H ₂ O	P- H ₂ O	N-NO ₃ - KCl	N-NH ₄ -KCl	P-lactaat
C-gemid	4,9 $\pm$ 0,6	4,6 $\pm$ 9,8	21,2 $\pm$ 22,7	1,18 $\pm$ 1,43	4,31 $\pm$ 5,09	54,5 $\pm$ 47,4	108 $\pm$ 115
B-gemid	6,0** $\pm$ 1,2	26,2 $\pm$ 39,4	22,4 $\pm$ 18,8	1,03 $\pm$ 1,25	28,3 $\pm$ 44,1	35,0 $\pm$ 29,4	75 $\pm$ 54
PB-gemid	5,7** $\pm$ 0,7	21,8 $\pm$ 28,6	30,7 $\pm$ 29,2	0,71 $\pm$ 1,15	17,4 $\pm$ 23,9	49,3 $\pm$ 57,3	43,4 $\pm$ 32,9

Indien niet naar alleen de behandeling in alle terreinen gekeken wordt, maar per terrein naar de effecten van behandeling, zijn nog enkele waarnemingen vermeldenswaard. Hiervoor wordt tabel 4.2 gebruikt, waarin bodem pH en calciumgehalte zijn opgenomen. De terreinen die bij de start van het project sterk verzuurd waren, Suikerpot 1 (A) en de Molenpolder (G) vertonen een zeer geringe stijging van de pH. Dit beeld komt ook terug bij de minst verzuurde terreinen: Tienhoven (F) en het Hol (C), ook hier blijven de pH's nagenoeg gelijk. Het grootste effect lijkt de bekalking en in combinatie met plaggen te hebben op de matig verzuurde terreinen. Dit blijkt zich ook in de vegetatiesamenstelling te weerspiegelen (zie hoofdstuk 4.4)

Tabel 4.3 Bodem pH en calcium-concentratie (mg/kg droge bodem) in de terreinen per behandeling. N.B. extracten zijn uitgevoerd op mengmonsters van drie bodemmonsters hierdoor is geen variatie(stdev) aan te geven.

	PH-C	PH-B	PH-PB	Ca-C	Ca-B	Ca-PB
A=S1zuur	4,03	4,59	4,74	60	119	167
B=S2	5,29	5,73	6,22	66	72	122
C=Hol	4,43?	7,76	5,87	26?	84	100
D=Ter	4,43	7,53	6,62	20	412	159
E=Weer	5,66	5,29	5,92	180	139	--
F=Tienh	5,54	5,89	5,56	40	161	417
G=Molen	4,73	5,23	5,01	147	112	39

4.3 Effecten op de watersamenstelling na die jaar

De watersamenstelling in de verschillende locaties is bemonsterd m.b.v. een rhizon (Eijkelkamp 2002). Hiermee is immers de concentratie in het bodemvocht te bepalen door anaerobe bemonstering ter plekke in het veld. De gemiddelde analyses zijn weergegeven in tabel 4.3. De veldwerkgebieden zijn aangeduid met hun voorletter (Suikerpot 1 & 2, , Hol, Ster, Weersloot, Tienhoven en Molenpolder), terwijl de behandeling is aangeduid met bekalken (B), controle (C) en plagen en bekalken (PB).

Tabel 4.4 Gemiddelde concentraties (mg/l +stdev; n=3) in het bodemvocht in de proefpercelen met de behandeling controle, bekalken en plagen+bekalken (PB). Monsters juni 2002, getest met t-test t.o.v. de controle; p=0,05.

	Sui-1	Sui-2	Hol	Ster	Weersl.	Tienh.	Molen.
Ca							
C	10,4±3,6	5,8±2,0	4,0±1,2	4,7±0,7	45,0±3,2	13,8±3,0	3,7±0,6
B	7,0±1,5	11,0±2,0**	72±24,2**	13,7±7,3	35,8±3,6**	13,0±5,3	6,3±2,6
PB	7,5±1,7	24,9±12,9	18,5±10,8	36,6±3,0**	47,4±1,0	25,1±3,5**	7,7±2,8
HCO ₃							
C	0±0,1	35,6±38,2	48,5±18,5	14,8±12,4	124±13,7	26,6±3,3	0,6±0,8
B	0,9±0,9	49±23	297±102**	81±29**	78±23**	20,4±10,6	0,2±0,4
PB	24,2±2,6**	131±90	97±56	170±6**	184±24**	105±12**	38,1±7,9**

In vrijwel alle gevallen geeft de controle de laagste calcium- en bicarbonaatwaarden en geeft de maatregel plagen + bekalken een (significante) verhoging van de concentraties. De calciumconcentraties van plagen+bekalken in Suikerpot-2 en de Molenpolder verschillen met een p=0.06, nagenoeg vergelijkbaar met de overige. Het effect van alleen bekalken op een bestaande vegetatiemat geeft een verhoging van calcium in het bodemvocht in het "middentraject" van verzuring, zoals genoemd in de paragraaf vegetatie (4.4); de sterk verzuurde terreinen (Suikerpot-1 en Molenpolder) en het oorspronkelijk minstverzuurde terrein in Tienhoven reageren niet. De standaard deviaties van bicarbonaat-concentraties zijn evenwel zeer groot, hetgeen een grote variatie in de monsters aanduidt. De mogelijke verschillen tussen de concentraties berekend op basis van extracties (tabel 4.2) en die gevonden met de rhizons (tabel 4.3) kunnen worden toegeschreven worden aan de analyse-techniek: een "klomp bodem" versus een rhizon-naald van 10 cm, maar ook de vrijgemaakte hoeveelheid na een half uur schudden t.o.v. de actuele in situ concentratie.

De pH van de controle-vlakken blijkt in de drie jaar niet drastisch gewijzigd te zijn. De kleine verschillen worden vermoedelijk veroorzaakt door de monsteraantallen. De zure Suikerpot (S1) en Molenpolder blijven zuur en verschillen ruim een eenheid van de bodem in Tienhoven.

4.4 Effecten op vegetatie en plantensoorten-aantal

In 2002 zijn volgens het protocol de vegetatieopnamen uitgevoerd en bodem en bodemvocht-watermonsters genomen in de vorm van een uitbestede opdracht aan het bureau Grootjans & de Rooij, ecologisch advies voor de groene ruimte (2002). De analyses en interpretatie zijn auteurs en collega's op de universiteit uitgevoerd.

4.4.1 Effecten van de maatregelen op vegetatie en aantal plantensoorten

Een Twinspan-analyse van alle vegetatieopnamen geeft een scheiding op drie niveaus. De eerste scheiding is het aantal opnames met Gewoon haarmos (*Polytrichum commune*) en zonder de soort, de tweede en derde scheiding zijn het gevolg van aan/afwezigheid van respectievelijk Zachte berk (*Betula pubescens*) en Gewone waterbies (*Eleocharis palustris*). Deze clustering wijst meer op een effect van afplaggen dan op een ander onderscheid.

Werkwijze

De vegetatieopnamen uit 2002 beschrijven voor iedere maatregel per gebied de soortensamenstelling met drie opnamen. Deze drie vergelijkbare opnamen zijn telkens samengevoegd door het gemiddelde bedekkingsgetal te berekenen (volgens de Braun-Blanquet-schaal). Hierdoor vallen zeldzame soorten zonder bedekking af en blijven de constante of bedekkende soorten aanwezig in het overzicht. De soorten met hun bedekkingswaarden zijn vervolgens gesorteerd op gelijk voorkomen per gebied, waardoor er een algemeen beeld ontstaat dat besproken kan worden. Het vermelde soortenaantal (voor alle drie de maatregelen) geeft het totale soortenaantal in de drie opnamen aan; zeldzaam voorkomende soorten ontbreken derhalve in het overzicht, dat in Tabel 4.2, 4.3 en 4.4 gegeven wordt.

Sterk verzuurd (bodem pH was 4,6; nu 4,8) in Molenpolder + Suikerpot-1

De terreinen Molenpolder + Suikerpot-1 zijn kenmerkende voorbeelden van zwaar verzuurde rietlanden, die reeds lange tijd een dicht dek met *Polytrichum* kennen. De oorspronkelijke vegetatie met dominantie van Haarmos is zowel bij het bekalken als plaggen+bekalken verdwenen. De soorten *Anthoxanthum odoratum*, *Aulacomnium palustre* en *Phragmites australis* hebben zich goed kunnen ontwikkelen. Het alleen bekalken levert behalve de genoemde verschillen in dominantie geen nieuwe soorten op. Het plaggen en hierna bekalken stimuleert vooral de aanwezigheid van een serie aan zegge-soorten, die kenmerkend zijn voor zure bodems. Hierbij is de aanwezigheid van *Carex buxbaumii* een grote bijzonderheid, zowel door het kiemen als door de zeldzaamheid in Nederland.

Het laten verdwijnen van het dikke mosdek met *Polytrichum* middels de maatregelen, heeft kansen gegeven voor andere soorten, in de Molenpolder nauwelijks en in de Suikerpot duidelijk, echter deze nieuwe soorten zijn veelal kenmerkend voor zure graslanden (*Caricion curto-nigrae*). Een evaluatie van het bereikte resultaat van de proef leert derhalve dat in een sterk infiltratie gebied zoals de Molenpolder nauwelijks verbetering te bereiken is. Op plaatsen waar mogelijk nog incidenteel kwel op treedt zoals in de Suikerpot zijn de resultaten ook niet bijzonder, echter het totale soortenaantal stijgt wel duidelijk (van 9 naar 22) en een enkele bijzonderheid zoals de *Knotssegge* (*Carex buxbaumii*) heeft zich kunnen vestigen.

Tabel 4.5 - Vegetatie in 2002 van terreinen Molenpolder en Suikerpot-1

pH = 4,6	Molenpolder			Suikerpot-1		
	C	B	PB	C	B	PB
soortenaantal =	12	14	17	9	17	22
Polytrichum commune	5	2a	+	5	+	1
Sphagnum fallax	+	r	1	+	.	.
Betula pubescens	2a	2a	r	2a	2a	+
Rubus fruticosus	.	.	.	2a	2a	+
Luzula multiflora	r	.	.	r	1	r
Anthoxanthum odoratum	+	1	r	+	2b	1
Aulacomnium palustre	+	2a	1	.	2m	3
Phragmites australis	+	2m	2m	r	.	.
Drosera rotundifolia	r	.	2a	.	.	.
Carex pseudocypariss	.	.	+	.	.	.
Carex rostrata	.	.	+	.	.	.
Sphagnum palustre	.	+	1	.	.	r
Carex curta	.	.	+	.	.	2a
Carex buxbaumii	.	.	.	.	.	+
Carex nigra	.	.	.	.	.	+
Carex paniculata	.	.	.	.	.	1
Juncus conglomeratus	.	.	.	.	.	1

Matig verzuurd (bodem pH was 4,6; nu 6,0) in Het Hol en De Ster

De rietlanden in Het Hol en De Ster zijn goede voorbeelden van terreinen waar vrij recent (laatste 20 jaar) een dichte vegetatie met Veenmos-soorten ontstaan is; Haarmos domineert duidelijk nog niet. In de controle situatie zijn het *Sphagnum fallax* en *S. palustre* die domineren en die bij het bekalken en plaggen+bekalken duidelijk achter uit gaan. Er is een zestal soorten die nauwelijks beïnvloed lijkt te worden door de maatregelen. Zowel bekalken als plaggen + bekalken stimuleert de aanwezigheid van een volgend zestal soorten, waarbij *Pedicularis palustris* en *Carex lasiocarpa* als goede doelsoorten voor restauratie genoemd kunnen worden. Het plaggen en hierna bekalken levert in beide terreinen nog enkele extra soorten op die kenmerkend zijn voor minder zure omstandigheden (*Equisetum fluviatile*, *Viola palustre*) of kenmerkend zijn voor schrale graslanden (*Carex echinata*, *Molinea caerulea*).

In deze terreinen hebben de uitgevoerde maatregelen een positieve invloed: de dominantie met Veenmossoorten verdwijnt, nog aanwezige soorten kenmerkend voor het zwak zure rietland blijven aanwezig en een serie soorten die soortenrijke rietlanden aanduiden vestigt zich weer. Hierbij lijkt het plaggen van mindere invloed, maar reageren de meeste soorten op het bekalken. Het aantreffen van doelsoorten zoals *Pedicularis palustris*, *Equisetum fluviatile* en *Carex lasiocarpa* is een uitstekend resultaat. De evaluatie van de resultaten op deze twee terreinen valt positief uit, wat waarschijnlijk te verklaren is aan de hand van drie aspecten. Ten eerste zijn het echte natte rietlanden gebleven, ten tweede is de verzuring niet doorgeschoten en is derhalve de bodem nog eenvoudig in zuurgraad te veranderen en ten derde blijken veel belangrijke soorten in de zaadbank aanwezig te zijn. Het soortenaantal stijgt eveneens duidelijk (van 9 resp. 16 naar 26) en de soorten die zich vestigen behoren tot de kenmerkende soorten van de soortenrijke natte rietlanden.

Tabel 4.6 - Vegetatie in 2002 van terreinen Het Hol en De Ster

pH = 5,0 - 5,5	Het Hol			De Ster		
	C	B	PB	C	B	PB
soortenaantal =	9	28	26	16	23	26
<i>Sphagnum fallax</i>	5	2a	2b	2a	1	+
<i>Sphagnum palustre</i>	+	+	+	5	2b	2b
<i>Juncus effusus</i>	2m	r	r	r	.	.
<i>Carex curta</i>	.	.	.	+	.	.
<i>Phragmites australis</i>	2m	1	1	2m	2m	2a
<i>Drosera rotundifolia</i>	1	+	+	+	+	+
<i>Polytrichum commune</i>	+	1	+	1	1	+
<i>Agrostis canina</i>	+	1	1	1	2m	+
<i>Carex rostrata</i>	+	r	+	+	+	+
<i>Lysimachia vulgaris</i>	.	.	.	+	1	+
<i>Pedicularis palustris</i>	.	2a	1	.	.	.
<i>Aulacomnium palustre</i>	.	r	+	+	+	+
<i>Juncus subnodulosus</i>	.	.	.	+	1	+
<i>Cirsium palustre</i>	.	1	+	.	r	1
<i>Salix cinerea</i>	.	1	+	.	.	r
<i>Carex lasiocarpa</i>	.	.	.	.	+	+
<i>Equisetum fluviatile</i>	.	.	+	.	.	r
<i>Viola palustre</i>	.	.	+	.	.	.
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	.	.	+	.	.	r
<i>Carex echinata</i>	.	.	+	.	.	.
<i>Sphagnum squarrosum</i>	.	r	1	.	.	.
<i>Molinia caerulea</i>	.	.	+	.	.	.
<i>Juncus articulatus</i>	.	.	+	r	r	+
<i>Lycopus europaeus</i>	.	.	.	.	.	+

Nauwelijks verzuurd (bodem pH was 5,3; nu 5,9): Tienhoven, Weersloot en Suikerpot-2

Deze drie terreinen met rietland / zeggevegetatie zijn onderling verschillend, maar hebben gemeen dat ze nauwelijks een dicht dek met Veenmos of Haarmos bezitten; de verzuring heeft nog geen dominante invloed. Wegens de grote verschillen in de vegetatie worden de drie terreinen apart besproken worden. Tienhoven is in uitgangspositie een verzurend trilveen met o.a. *Menyanthes trifoliata*, *Rhinanthus angustifolius*, *Potentilla palustris*, *Carex diandra* en *Pedicularis palustris*; de kenmerkende soorten van het verbond Caricion davallianae zijn redelijk vertegenwoordigd. Alleen bekalken heeft tot gevolg dat *Sphagnum fallax* en *S. squarrosum* gestimuleerd worden; plaggen+bekalken levert nauwelijks een nieuwe soort op. De tendens is overduidelijk: een redelijk trilveen wordt verstoord door deze maatregelen en het soortenaantal daalt van 40 naar 26, met verlies van belangrijke kenmerkende soorten. Het terrein in de Weersloot was in uitgangspositie een veld met veel *Carex acuta*. Het bekalken levert geen duidelijke verbetering op, aangezien *Sphagnum fallax* en *S. squarrosum* juist gestimuleerd worden en het soortenaantal niet verandert. De geplagde opnamen zijn wegens het te diep afplaggen buiten beschouwing gelaten. In het terrein Suikerpot-2 is in uitgangspositie een veld met *Carex paniculata* en *C. nigra* met een ondergroei van *Sphagnum palustre* en *S. fallax*. Ook hier heeft bekalken nauwelijks invloed op het vegetatietype, want er komen nauwelijks nieuwe soorten bij en de indruk ontstaat dat er storingsoorten gestimuleerd worden. Het plaggen en hierna bekalken heeft ook geen echte positieve invloed; hoewel de Veenmossen duidelijk achteruit gaan wordt het soortenaantal nauwelijks beïnvloed.

De evaluatie van deze drie terreinen die nog niet duidelijk verzuurd waren, is heel duidelijk. De maatregelen hebben geen enkele positieve invloed op een kenmerkende

vegetatie. In het geval van een redelijk ontwikkeld terrein (trilveen in Tienhoven) is het verlies groot te noemen en geen enkele soort wordt hier gestimuleerd. De maatregelen kunnen in dat geval als ongewenst gekenschetst worden.

Tabel 4.7 - Vegetatie in 2002 van terreinen Tienhoven, Weersloot en Suikerpot-2.

pH = 5,3 - 6,0	Tienhoven			Weersloot		Suikerpot - 2		
soortenaantal =	C 40	B 29	PB 26	C 20	B 20	C 27	B 24	PB 28
Menyanthes trifoliata	3	1	+	.	.	.	.	.
Hydrocotyle vulgaris	2a	+	+	.	.	.	.	.
Rhinanthus angustifolius	1	+	.	.	.	.	.	.
Juncus articulatus	r	.	.	.	.	.	.	.
Pedicularis palustris	+	+	.	.	.	.	.	.
Dryopteris cristata	r	+	.	.	.	.	.	.
Holcus lanatus	+	r	.	.	.	.	.	.
Sphagnum palustre	1	+	.	.	.	3	+	.
Lotus pedunculatus	+	r	.	.	.	1	3	+
Calliergonella cuspidata	3	.	.	3	+	r	2a	r
Carex nigra	r	.	.	+	.	2a	2a	+
Potentilla palustris	2a	2a	r	r	2a	.	.	.
Agrostis stolonifera	1	2m	.	.	.	+	.	.
Anthoxanthus odoratum	1	1	.	.	.	r	.	r
Aulacomnium palustre	+	+	.	.	.	1	+	1
Polytrichum commune	1	1	r	.	.	1	.	r
Agrostis canina	.	.	.	1	2m	+	.	.
Sphagnum fallax	+	3	.	+	3	2a	1	.
Sphagnum squarrosum	1	2b	r	1	2b	.	.	.
Juncus subnodulosus	.	1	+	.	+	.	.	.
Salix cinerea	.	1	.	.	.	.	.	+
Bolboschoenus maritimus	+	2m	+	.	.	.	.	.
Carex rostrata	+	.	1	.	.	.	.	+
Phragmites australis	.	r	1	r	+	r	+	+
Carex curta	+	+	1	.	+	.	.	.
Mentha aquatica	.	.	+	+	.	.	.	.
Carex diandra	+	r	+	.	.	.	.	.
Eriophorum angustifolium	+	r	1	.	.	.	.	.
Equisetum fluviatile	+	+	+	.	.	.	r	r
Carex acuta	.	.	.	3	3	.	.	r
Carex paniculata	.	.	.	.	.	2a	1	4

4.5 Conclusie over de zeven terreinen in de Vechtstreek

De belangrijkste conclusie uit dit onderzoek in de Vechtstreek is waarschijnlijk dat slechts de gedeeltelijk verzuurde gebieden te herstellen zijn. Langdurige verzuring (Molenpolder, Suikerpot) veroorzaakt een situatie die bodemchemisch en derhalve ook vegetatiekundig nauwelijks te veranderen is. Nog redelijk intacte systemen (Tienhoven, Weersloot, Suikerpot-2) zonder sterke effecten van verzuring worden bodemchemische nauwelijks gestimuleerd met bekalking en hetzelfde geldt voor de vegetatie; de maatregelen hebben hier zelfs een negatief effect op het voorkomen van soorten.

Juist de recentelijk verzuurde terreinen (Het Hol, De Ster) tonen hiermee een groot verschil: zowel de zuurgraad in de bodem als de aanwezigheid van karakteristieke soorten kunnen sterk gestimuleerd worden. De pH stijgt duidelijk en vele plantensoorten (waaronder belangrijke doelsoorten) kunnen zich hier vestigen. Het zegt tevens iets over de zaadbank en de herstelmogelijkheden in deze terreinen.

Het alleen bekalken of het plaggen+bekalken blijkt enig verschil te geven in het herstel van het buffercomplex en het herstel van de vegetatie. In de meeste gevallen blijft het afvoeren van de strooisellaag bij het plaggen positiever uit te werken voor het buffercomplex dan het direct bekalken, echter de verschillen zijn niet groot. Opvallend is tevens dat er geen echte verschillen tussen de drie klassen van proefopzet ten aanzien van de nutriëntenconcentraties gevonden zijn. Dit is een indicatie dat de nutriëntenbeschikbaarheid niet beïnvloed wordt.

5 Lessen uit de proefprojecten en een visie op de toekomst van laagveen

5.1 Hoe nu verder?

Het hier gerapporteerde onderzoek werd opgezet om de werking van enkele maatregelen voor lokaal behoud en herstel van natte schraallanden in verlandingsvenen vast te stellen. Op grond hiervan kan aangegeven worden of, onder welke omstandigheden en hoe die maatregelen dan door de terreinbeheerders zelfstandig toegepast zouden kunnen worden. De uitkomst van het onderzoek biedt inderdaad aanknopingspunten om de snelle verzuring van sommige van zulke schraallanden te voorkomen of tegen te houden en in enkele gevallen zelfs terug te dringen, terwijl dezelfde maatregelen in enkele andere gevallen niet het gewenste resultaat opleverden. In dit hoofdstuk proberen wij de resultaten van de afzonderlijke onderzoeken samen te vatten tot algemene richtlijnen voor de toepassing van de onderzochte maatregelen.

Hoewel hiermee instrumenten voor “overleving” van de laatste restanten soortenrijk, nat, maar niet zuur en niet voedselrijk kraggeschraalland beschikbaar zijn gekomen, is ook eens te meer duidelijk geworden dat deze op lange termijn pas effectief zijn als de algemene omstandigheden voor het ontstaan en voortbestaan van de levensgemeenschappen waar het om gaat sterk zullen verbeteren en wanneer het terreinbeheer hierop inspeelt door met inrichting en beheer het areaal ervan te vergroten. We proberen in dit hoofdstuk ook deze kant van de overleving kort te bespreken. We baseren ons daarbij op eerder verworven inzichten en verwijzen naar enkele ook voor terreinbeheerders toegankelijke bronnen waarin die bekend gemaakt zijn. We doen dat in aansluiting op de samenvatting van de belangrijkste processen waarop de onderzochte beheersmaatregelen ingrijpen, voorafgaand aan en als inleiding tot de samenvatting van de eigenlijke onderzoeksresultaten.

5.1.1 Kenmerken van soortenrijke natte schraallanden in verlandingsvenen en processen die bepalend zijn voor hun ontwikkeling

De doeltypen van de natte schraallanden in De Weerribben en delen van het Vechtplassengebied die hier onderzocht zijn, worden samengevat onder het halfnatuurlijke natuurdoeltype 3.27 (trilveen). In het Ilperveld en in delen van het Vechtplassengebied is het doeltype veenmosrietland (3.28) en plaatselijk moeras (3.24). In het Handboek Natuurdoeltypen (Bal *et al.* 2001) worden trilveen en veenmosrietland gekarakteriseerd als aangehaald in de hier opgenomen typebeschrijvingen (bijlage 1).

Trilveen is een begroeiing van mossen, cypergrassen, kruiden en ijl, laagblijvend Riet op zeer natte, zwak zure en zwak eutrofe, drijvende kraggen. Trilveen komt voor als verlandingsgemeenschap in en langs petgaten en andere kleine plassen zonder golfslag in het Laagveengebied (bij hoge uitzondering ook daarbuiten). De kragge bestaat uit een 20 tot 70 cm dikke, zeer slappe veenlaag die drijft op water boven een zandondergrond. Het grondwaterpeil staat gelijk met het maaiveld doordat de kragge met de waterstand op-en-neer beweegt. De vegetatie van trilveen staat onder invloed van relatief basenrijk water en wordt in de moslaag gedomineerd door slaapmossen.

Bij uitzondering komt Trilveen in Nederland voor op een min of meer vaste veenbodem die vastzit aan een legakker met Blauwgrasland (3.29) en dan fluctueert de waterstand enigszins (van 10 cm boven tot 10 cm onder maaiveld). Kenmerkend voor de vegetatie als geheel is dat er voortdurend contact is tussen zuur regenwater en basenrijk (maar niet eutroof) oppervlakte- of kwelwater. Binnen de kragge is er echter een microreliëf in de vorm van bulten en slenken. Dit leidt tot subtiele verschillen in vochtgehalte en basenrijkdom, waarop de plantengroei reageert. Vooral trilvenen die vroeger binnen het overstromingsbereik van riviertjes lagen, waardoor er kleilaagjes in de bodem zitten, zijn vaak zeer rijk aan plantensoorten. De meest kenmerkende associaties zijn die van Schorpioenmos en Ronde zegge en, in mindere mate, die van Moerasstruisgras en Zompzegge. Plat blaasjeskruid, Ronde zegge en Slank wollegras zijn kenmerkende doelsoorten, daarnaast zijn er veel bijzondere mossen aanwezig. In de loop van de tijd kan het zich ontwikkelen tot *veenmosrietland*, waarin de bodemchemie sterker door regenwater wordt beïnvloed en daardoor onder andere wat zuurder is. Zoals de naam al zegt zijn hierin veenmossen (*Sphagnum*) het belangrijkste. Daarnaast zijn enige cypergrassen (veenpluis!), levermossen, kruiden en ijl riet aanwezig, naast zeldzaam voorkomende soorten als Elzenmos (*Pallavicina luellii*) en Veenmosorchis (*Hammarbya paludosa*). Veenmosrietlanden zijn vooral in (voormalig) brakke gebieden in het westen van het land te vinden. Een hiervoor kenmerkende soort als Ruwe bies (*Scirpus tabernaemontani*) is regelmatig in dit type present. Door afwezigheid van overspoeling met boezemwater en door de atmosferische depositie kan de zuurgraad sterker dalen en wegens de hoge stikstof concentratie en het ontbreken van bufferende werking uit het boezemwater kan Gewoon haarmos samen met *Spaghnum fallax* overheersend worden en een compacte moslaag vormen, die zo dik wordt, dat de invloed van grondwater verdwijnt. Dit gaat samen met een vermindering van de soortenrijkdom en het verdwijnen van verschillende bedreigde soorten.

Trilveen, veenmosrietland en moeras zijn in Nederland, en wellicht ook daarbuiten, halfnatuurlijke typen. Wanneer riet- of hooilandbeheer achterwege blijft, gaan ze over in struweel en bos. Dit luistert des te nauwer omdat in de toch verhoudingsgewijs voedselrijke Nederlandse situatie de veengroei en de neiging tot struweel- en bosontwikkeling groot zijn. Vegetatiebeheer is dus een proces dat van levensbelang is. Hoewel een juiste uitvoering hiervan ervaring vergt en kostbaar is, is dit in principe op veel plaatsen te realiseren.

Een volgende belangrijke eis is dat het water niet te voedselrijk mag zijn. Omdat daar in het Nederlandse grond- en oppervlaktewater vaak niet aan wordt voldaan, komen de laatste decennia nauwelijks aanzetten tot soortenrijk trilveen in jonge verlandingsseries voor. De juiste natheidsgraad is op zichzelf dus niet uniek en niet voldoende, ook niet als het water voldoende voedselarm is. Vooral de zuurgraad, althans een toestand van de standplaats waarvoor de zuurgraad een goede indicator is, lijkt een sleutelfactor. De buffering van de zuurgraad wordt bewerkstelligd door met het water aangevoerde basische ionen, die aan de veenbodem gebonden kunnen worden. In perioden met overvloedige regenval worden zuurionen uit het water omgewisseld tegen basische ionen uit het veen, terwijl bij minder regenval grond- of oppervlaktewater weer voor aanvulling van de voorraad zorgen. Hierdoor is de duurzaamheid en bescherming van trilvenen iets dat in een groter landschapsecologisch verband tot stand komt, waarin ook het opnieuw ontstaan van zulke typen mogelijk is. Daarvoor is de dominantie van zoet, enigszins basenrijk en helder water (lage concentratie chloride en sulfaat, minstens een matig hoge concentratie calcium en bicarbonaat) de belangrijkste sleutel. Niet voor niets behoort de vegetatie van de trilvenen tot de klasse van de kalkmoerassen!

In de Nederlandse verlandingsvenen veranderen met de geleidelijke aangroei van de veenkraggen ook de hoogte van opdrijven en de doorlatendheid van het veen, waardoor geleidelijk de aanvoer van basische ionen verminderd. Daardoor treedt in principe altijd een doorgaande successie op, zodat trilveen niet eeuwig op dezelfde plaats kan blijven bestaan. Er zijn echter grote verschillen in de snelheid van verlanding, die bij gelijkblijvend klimaat “van nature” vooral bepaald wordt door de

invloed van grond- en oppervlaktewaterregimes. Trilveengemeenschappen kunnen soms vele honderden jaren voortbestaan. Dat blijkt op sommige plaatsen uit de Nederlandse veenondergrond en het is in het buitenland ook nog actueel waar te nemen. De oorzaak van zulk langdurig voortbestaan is vermoedelijk de overstroming met zeer schoon rivierwater of met al even schoon grondwater dat door hoge rivierpeilen wordt opgestuwd of door lage afvoermogelijkheden ophoopt of dat door de toplaag van het veen afstroomt. Zo'n afstroming kan het gevolg zijn van artesische kwel, maar veel vaker van veengroei op een helling, waar het veen het grondwater juist aan de bovenrand van het veen tot uittreden dwingt. Aan deze situatie komt pas een einde als het veen boven de grootste stijghoogte van het grondwater of rivierwater is uitgegroeid. Afhankelijk van het neerslagoverschot en van enkele andere factoren kan dan allereerst veenmosrietland en later hoogveen ontstaan, of een ander type laagveen, bij voorbeeld broekbos, met een hogere mineralisatiegraad en, daardoor, een grotere voedselrijkdom dan voor trilveen goed zijn.

In de huidige Nederlandse trilvenen stroomt het water waarmee de basen worden aangevoerd vaak uit het oppervlaktewaterstelsel toe op een niveau juist onder de kragge. In enkele andere gevallen is er sprake van opwellend grondwater in verlandende petgaten, waarbij de stijghoogte niet veel hoger is dan de oppervlaktewaterpeilen. Zulke kwelsituaties worden vaak in stand gehouden door de handhaving van relatief lage polderpeilen en hogere boezem- of kanaalpeilen. De waterstanden worden meestal kunstmatig beheerst op vrijwel vaste peilen. Er is in deze situatie in drijvende kraggen steeds al een neiging tot enige verzuring aan de top, en die neemt toe naarmate de door het water afgelegde afstand groter is en dus de basenlading van het water inmiddels kleiner. De kragge hoeft dan maar weinig dikker te worden om ervoor te zorgen dat het basenrijke water de bovenste veenlaag niet meer bereiken kan. De natuurlijke aanwas van het veen stuurt zodoende een koppel van invloeden aan: De top van het veen rijst verder uit het water op en wordt droger (1), het basenrijke water bereikt de toplaag niet meer (2), en meer van het van boven invallende regenwater kan in het veen tijdelijk geborgen worden (3). De invloeden (2) en (3) zijn zelf weer gunstig voor veenmosgroei, waardoor het koppel in een versnelling raakt. Dit is op zichzelf volkomen natuurlijk, maar het gebeurt niet zo snel als basenrijker water af en toe de kragge, die immers altijd met enige vertraging reageert op waterstandsschommelingen, kan overstromen, zoals bij meer natuurlijke waterregimes het geval is. Er kunnen ook nog andere dingen meespelen, zoals het eerder "stranden" van de kragge bij lage waterpeilen naarmate de kragge dikker is. In dat geval overheerst de eerste invloed van het genoemde koppel en komt het veen bloot te staan aan mineralisatie. De vegetatie krijgt dan meer een ruigtekarakter.

De hier onderzochte lokale herstelmaatregelen, sloten uitdiepen, greppels maken, afplaggen en bekalken hebben allemaal betrekking op dit stelsel van factoren. Omdat ze ingrijpen in een in principe natuurlijk proces van verlanding en verzuring in een voor hoogveenontwikkeling gunstig klimaat, moeten ze nadrukkelijk gezien worden als tijdelijk: overlevingshulp zo lang de algemene waterkwaliteit, oppervlaktewaterpeilen en stijghoogten van het grondwater nog niet voldoen aan de eisen die gesteld moeten worden voor aanvoer van basenrijk water over het veenoppervlak en zolang er onvoldoende ruimte gereserveerd is waar trilvenen zich in de toekomst kunnen ontwikkelen in een stabiele landschapsgradiënt.

5.1.2 De noodzaak van maatregelen op landschapsschaal voor de overleving van soortenrijke natte schraallanden in verlandingsvenen

De resultaten van de experimenten met lokale overlevingsmaatregelen leggen extra nadruk op de noodzaak op landschapsschaal meer ruimte te scheppen voor de ontwikkeling van trilveen in situaties waar dit van nature minder snel overgaat tot zuurdere of drogere en voedselrijkere typen. Zonder in dit rapport diep op deze kwestie in te kunnen gaan, kan gewezen worden op de noodzaak van een natuurlijker waterregiem en een gunstiger waterkwaliteit. De algemene opbouw van een dergelijk landschap is weergegeven in figuur # (van Wirdum 1978). Het principe is gebaseerd op de vorming van een groot hoogveenachtig centraal gebied, waarin regenwater

dominant is, dat als tegenpool het rivierstelsel heeft met meer wisselende waterstanden en schoon basenrijk water. Realisatie zou in Nederland mogelijk zijn door de gaten in de grote laagveen-kernen door natuurontwikkeling op te vullen en deze gebieden op termijn, namelijk wanneer de basiskwaliteit van het rivierwater aan redelijke eisen voldoet, met het rivierstelsel in verbinding te brengen (Natuurbeschermingsraad 1991). Een beter beheer van het grondwater, zowel in kwantitatieve zin als wat betreft de kwaliteit ervan, zou een belangrijke bijdrage kunnen leveren aan een ruimere beschikbaarheid van schoon en voldoende basenrijk water, dat plaatselijk via de ondergrond en elders via het oppervlaktewaterstelsel de veenzone tussen hoogveen en rivier kan bereiken. Het wordt dan geruime tijd in het veen vastgehouden, en daarmee ook behoed voor een snelle lozing naar zee. Gedurende de eerste periode van een dergelijke ontwikkeling kan het bestaande, gekanaliseerde oppervlaktewaterstelsel de rol van het rivierstelsel wellicht beter vervullen, omdat in die fase vermoedelijk de beheersbaarheid van het watersysteem nog belangrijk is vanwege de kwetsbaarheid van het prille veenlandschap en de onberekenbaarheid van de waterkwaliteit en waterstanden in het open, sterk door industrie en landbouw beïnvloede rivierstelsel.

5.1.3 De effectiviteit van lokale overlevingsmaatregelen voor soortenrijke natte schraallanden in verlandingsvenen

Eerder is al toegelicht dat verlanding een kernproces is waardoor de duurzaamheid van trilveen wordt bepaald. Daar werd al vastgesteld dat de lokale overlevingsexperimenten waarover hier gerapporteerd wordt allemaal in die verlanding zelf ingrijpen. Bij de verlanding kan onderscheid gemaakt worden tussen de diktegroei van het kraggeveen en de geleidelijke vermindering van het oppervlak open water, waar sloten, petgaten en meren deel van uitmaken.

Dat de rol van de sloten en meren om verschillende gebiedsdelen bereikbaar te houden voor goed water, en om een overschot aan regenwater af te voeren groot is, spreekt haast vanzelf. Voor het herstelbeheer is dit gedifferentieerd tot het open en op diepte houden, en eventueel nieuw aanleggen, van sloten en vaarten voor de aanvoer van water en het aanleggen van ondiepe greppels voor de afvoer van regenwater of voor een gecombineerde functie (aan- en afvoer).

De diktegroei van de kragge speelt zich op drie manieren tegelijkertijd af. In een trilveen met een goed ontwikkelde moslaag, is er een voortdurende aangroei van deze moslaag naar boven (1), terwijl tegelijkertijd de wortelstelsels van de moerasplanten, in het bijzonder van riet en cypergrassen (russen, biezen, zeggen, galigaan, wolleggrassen) de massa, en vaak ook het drijfvermogen aan de onderzijde van de kragge vergroten (2). Het derde proces is de ophoping van afgestorven blad en stengels bovenop de kragge, de strooiselophoping (3). Het materiaal dat hierbij betrokken is, is waarschijnlijk meer aan vertering onderworpen dan de moslaag en de wortellaag, en daardoor is onder normale omstandigheden de aangroei door strooiselophoping beperkt. Dit is anders wanneer, door welke omstandigheden dan ook, de productie groter is dan in een "goed" trilveen, of wanneer een grote hoeveelheid materiaal ineens gedeponeed wordt, zoals bij hooien, en niet onvolledig afgevoerd. In zulke omstandigheden vormen "dekentjes" van strooisel bij de daarvoor juiste natheid een voorkeursplaats voor de vestiging van veenmossen, die vervolgens de successie versneld kunnen ombuigen in de zure richting. Deze laag heeft eigenschappen die zowel in positieve als negatieve zin van betekenis zijn voor het beheer. De buffercapaciteit is groot, maar de moslaag kan daardoor bij gebrek aan verversing gemakkelijk meer basen aan het poriewater onttrekken dan er aangevoerd worden. Ook kan in deze niet helemaal van de lucht afgesloten laag door mineralisatie de voedingstoestand zich soms ongunstig ontwikkelen.

Voor de beoordeling van plaggen als herstelmaatregel is het, zoals hiervoor al besproken, belangrijk zich ervan bewust te zijn dat

1. een zekere verzuring van de toplaag in het laagveen in veel gevallen een natuurlijk proces is, en niet altijd en noodzakelijkerwijs het gevolg van ongunstige invloeden uit de "mensenmaatschappij".

2. de kraggen min of meer drijven, waardoor bij afplaggen de hoogteligging ten opzichte van de (grond)waterstand maar weinig verandert;
3. in de bodem van laagveengebieden geen langlevende zaadbank aanwezig is: 75% van de zaden is na drie jaar al niet meer kiemkrachtig, zodat vestiging van doelsoorten, als die al enige jaren verdwenen zijn, niet snel zal plaatsvinden (Van den Broek, in voorbereiding). De kans bestaat dat nog wel aanwezige veenmossen en andere soorten van het zuurdere milieu voor die tijd het braakgelegde terrein heroveren en daarmee het eerder genoemde proceskoppel van atmotrofiering opnieuw in gang zetten.

Bij het plaggen moet nog de kanttekening gemaakt worden dat er in wezen meer gedaan wordt dan alleen het blootleggen van een nieuw kolonisatie-oppervlak door het verwijderen van de bovenste laag, die door strooiselophoping en eventueel door mosgroei is gevormd. Een al eerder genoemd neveneffect is dat impliciet ook een belangrijk deel van het uitwisselingsoppervlak voor bufferstoffen wordt weggehaald. Een ander bekend neveneffect is dat de luchtkanalen in de wortelstelsels van riet en sommige cypergrassen nu gevuld raken met water, en daardoor afsterven. De kragge kan daardoor eerst extra diep inzinken, hetgeen gunstig is voor de invloed van basenrijk water. Als vervolgens methaan, koolzuur en zwavelwaterstof gevormd worden, komt hij weer omhoog, en kan dan versneld met veenmossen begroeid raken.

5.1.4 Conclusies over de toepasbaarheid van de onderzochte OBN-maatregelen in laagveengebieden

Een van de belangrijkste redenen van het Ministerie van LNV om experimenten en begeleidend onderzoek te laten uitvoeren is de vertaling van de resultaten verkregen uit de experimenten naar algemeen toepasbare oplossingen. Deze reguliere, praktijkrijpe beheersmaatregelen met een duidelijk advies over het toepassingsbereik zouden algemeen inzetbaar moeten worden, opdat de beheerders snel en doelmatig tegen de verzuring kunnen optreden.

In de laagveengebieden Ilperveld, Vechtplassen en De Weerribben zijn in de gerapporteerde studies naast een controle van “niets doen” vier verschillende maatregelen onderzocht:

1. Het verbeteren van de waterhuishouding door aanleg en het opschonen van sloten en eventueel greppels (Ilperveld en Weerribben).
2. Het plaggen en verwijderen van een dikke laag geaccumuleerd materiaal: het opruimen van uitwassen van verzuring en eutrofiëring (Ilperveld en in beperkte mate Weerribben).
3. Het plaggen in combinatie met een verbetering van de waterhuishouding middels greppels gevuld met oppervlaktewater (Ilperveld)
4. Het direct uitstrooien van kalk op de vegetatie en bodem tegen de verzuring in het systeem, uitgevoerd op een onveranderd bestaand en een geplagd veensysteem (Vechtstreek).

Na de uitvoering van het onderzoek kan nu het volgende gezegd worden over de vraag in hoeverre deze maatregelen “praktijkgereed” zijn:

Oppervlaktewater-huishouding: verlengde slootstelsels en opschonen van sloten geeft een betere kwaliteit van water, omdat op deze wijze biologische zuivering optreedt met als resultaat minder beschikbare nutriënten en helder water. Deze goede kwaliteit oppervlaktewater direct naast het perceel kan indringen in het veen gedurende droge perioden en vergroot de snelle afvoer van grote hoeveelheden neerslagwater. Deze maatregel kan zonder nader onderzoek uitgevoerd worden door de beheerders. Het is wel van belang vooraf vast te stellen wat de waterkwaliteit en de vermoedelijke ontwikkeling daarvan in het oppervlaktewaterstelsel is.

Graven van nieuwe sloten en greppels. In de Weerribben en deels in het Ilperveld zijn met nieuwe sloten redelijke resultaten geboekt, die zeker een zinvolle toepassing in de toekomst en elders mogelijk maken. Lokale omstandigheden in de bodem en

waterhuishouding zijn echter sterk bepalend voor een optimale inrichting en beoordeling van de effecten. De resultaten van begreppeling zijn beperkt. Voor het graven van nieuwe sloten en greppels zal daarom steeds vooronderzoek nodig zijn.

Plaggen: Alléén plaggen is geen zinvolle maatregel door de snelle verzuring van het geplagde perceel die weer optreedt. Onderzoeken in Ilperveld en de Vechtstreek hebben aangetoond dat de ontwikkeling niet positief uitwerkt voor de vegetatie.

Plaggen in combinatie met verbeterde waterhuishouding kan wel een positieve invloed op de vegetatie-ontwikkeling hebben. In het Ilperveld werd een beperkte strook naast het water gunstig beïnvloed. In De Weerribben werd in het algemeen een snelle herverzuring geconstateerd. Het plaggen zorgt dat de geplagde oppervlakten lichter worden, zodat het opdrijvende nieuwe oppervlak toch weer boven het omringende waterniveau terecht komt ("het plaggen van een ijsberg", Beltman & Van Noordwijk, 2003). Het gevolg is dat de kragge dunner geworden is maar hij zal even snel verzuren. Bovendien is een belangrijk deel van het veen en daarmee de matrix waaraan bufferstoffen gebonden kunnen worden, verwijderd. De smalle plagstroken worden door de aangrenzende, niet geplagde gebieden op een wat lagere hoogte vastgehouden, waardoor de mogelijkheid ontstaat van overstroming met gebiedseigen gebufferd water, hetgeen een effectieve maatregel is gebleken.

Bekalken: Het onderzoek heeft zeer verrassende en wisselende resultaten opgeleverd (zwaar verzuurd: nauwelijks effect; matig verzuurd: grote winst in soorten; licht verzuurd: extra verstoring) dat geadviseerd moet worden deze maatregel alleen experimenteel en na inwinnen van advies toe te passen. De effecten van bekalken worden nauwelijks beïnvloed door het wel of niet plaggen van het perceel. Door de negatieve resultaten t.a.v. het behoud en uitbreiding van soorten is deze maatregel niet praktijkgereed.

Niets doen: deze als controle in de experimenten opgenomen maatregel wordt als bewuste keuze geadviseerd: dus bij twijfel niet ingrijpen! In een uitgangssituatie waarin het gevaar van bosvorming afwezig is, kan het laten gaan van de successie naar zure hoogveen-vegetatietypen als een meer natuurlijke maatregel overwogen worden, ook al is nog onvoldoende bekend in hoeverre het om doorgaande ontwikkelingen gaat.

Samenvattend: alleen verbeteringen in de oppervlakte-waterhuishouding eventueel in combinatie met lokaal en op kleine schaal afplaggen van stroken vegetatie zijn maatregelen die zonder veel problemen toegepast kunnen worden.

De belangrijkste aanwijzing voor het bestaan van de huidige problematiek moet gezocht worden in het aanwezig zijn van grote oppervlakten met een laat successiestadium die tevens sterk beïnvloed worden door effecten vanuit de waterhuishouding. Hierbij is het op vele plaatsen (gedeeltelijk) wegvallen van de grondwaterinvloed van groot belang, want hierdoor ontstaan in vele gevallen regenwaterlenzen. Juist voor het beheer van (regionale) grondwaterstromen verdient het aanbeveling het waterbeheer gericht op de natuur in veel grotere gebieden te organiseren. Dit staat los van de lokale maatregelen zoals hiervoor beschreven.

Referenties

Aerts, R, H. de Caluwe & B. Beltman 2003. Is the relation between nutrient supply and biodiversity co-limited by the type of nutrient limitation?. *Oikos* 101: 489-498

Bal, D., Beijer, H., Klein, M. van Tol, G., van Ommering, G. en Holtland, J. 1999 Zicht op Overleven. Tien jaar Overlevingsplan Bos+ Natuur. EC-LNV. Wageningen.

Bakkum, R., M. Haasnoot & B. Beltman 2002 Monitoringplan Noorderpark e.o. WL Delft Hydraulics in opdracht van Provincie Utrecht

Bal, D., H.M. Beijer, M. Fellingner, R. Haveman, A.J.F.M. van Opstal & F.J. Zadelhoff. 2001 Handboek Natuurdoeltypen. EC-LNV Wageningen.

Barendregt, A., B. Beltman, M.C. Bootsma M. Amesz & T. van den Broek 1997 Herstel van verzuurde laagvenen met oppervlaktewater en mergel. Faculteit Ruimtelijke Wetenschappen, Utrecht, 154 pp. ISBN 90-6266-152-1

Barendregt, A., B. Beltman, M. Bootsma, T. van den Broek & W.B. Thörig 2000 Herstel van natte schraallanden in West-Nederland, 1997-1999. Eindrapportage over de periode 1997-1999 (fase 3) van de effectgerichte maatregelen tegen verzuring in de EGM/ OBN-proefprojecten gelegen in het IJperveld en de Vechtstreek. Rapport Milieuwetenschappen & Hydro-ecologie (FRW) en Geobiologie (Fac.Biologie) Universiteit Utrecht, in opdracht van IKC-Natuurbeheer (Ministerie LNV). 68 pp. Utrecht.

Barkman, J.J., Doing, H. and Segal, S. 1964 Kritische Bemerkungen und Vorschläge zur qualitativen Vegetationanalyse. *Acta Botanica Neerlandica* 13, 394-419.

Beltman, B., T. Van den Broek & S. Bloemen 1995 Restoration of acidified rich-fen ecosystems in the Vechtplassen area; successes and failures. In: Restoration of temperate wetlands (Eds. B.D. Wheeler, Shaw, Voight & Robertsen), pag. 273-286. Wiley, Chichester.

Beltman, B., A. Barendregt, T. van den Broek & M.C. Bootsma 1999 Effectgerichte maatregelen tegen verzuring - OBN-proefprojecten IJperveld en Vechtstreek: Tussenrapportage 1998. Rapport Milieukunde & Hydro-ecologie (FRW) en Botanische Oecologie (Fac.Biologie) Universiteit Utrecht, in opdracht van IKC-Natuurbeheer (Ministerie LNV). 21 pp. Utrecht.

Beltman, B., T. Van den Broek, A. Barendregt, M.C. Bootsma & A.P. Grootjans 2001 Rehabilitation of acidified and eutrophied fens in The Netherlands: Effects of hydrologic manipulation and liming. *Ecological Engineering* 17: 21-31.

Beltman, B. & E. Dorland 2002. The role of a buffer zone on species composition and nutrient status of fens in Ireland: a case study in Scragh Bog, Co Westmeath. *Ir. Nat. J.* Vol. 27:19-33

Broek, van den T & B. Beltman 1994 Herstelgerichte maatregelen in een verzuurd trilveen in de Westbroekse Zodden. *De Levende Natuur* 95:17-24.

Bootsma, M.C., T. van den Broek, A. Barendregt & B. Beltman 2001. Rehabilitation of acidified floating fens by addition of buffered surface water. *Restoration Ecology* 10:112-121.

Dekker, S., B.Beltman., A. Barendregt & P. Schot. 2004 Modeling hydrological manipulation in acidified floating fens. (in prep.)

Delft, van S.P.J. 2001 Ecologische typering van bodems; deel 2 Humusvormtypologie voor korte vegetaties. Wageningen, Alterra. Rapport 268.

Eijkelkamp, 2002 Catalogue and parts list. Giesbeek.

Grootjans K.H.T. & de Rooij, H.M.J. 2002. Vegetatieonderzoek in het Vechtplassengebied. OBN Laagveen. 17 pp + bijlagen. Project 2002-1 uitgevoerd voor Leerstoelgroep Landschapsecologie Universiteit Utrecht.

Guesewell, S., W. Koerselman & J.T.A. Verhoeven.2003. Biomass N:P as indicators of nutrient limitation for plant populations in wetlands. *Ecol. Applications* 13: 372-384.

Held, A.J. den, M. Schmitz & G.van Wirdum. 1992. Types of terrestrializing fen vegetation in the netherlands. In: J.T.A. Verhoeven (ed) *Fens and Bogs in the Netherlands*. Kluwer Ac. Publ. Dordrecht: 237-321.

Hill, J., 1979. TWINSpan: A FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes. *Ecology and Systematics*, Cornell University, New York.

Jansen, A.J.M. 1991 Effectgerichte maatregelen tegen verzuring van natte schraallanden. Rapport nr. SWO 90.244. KIWA, Nieuwegein.

Jansen, A.J.M. & A.J.J.L. Lemaire 1991 Effectgerichte maatregelen tegen verzuring van natte schraallanden. Pre-advies IJperveld. Rapport nr. SWO 91.263.KIWA, Nieuwegein.

Kemmers, R.H. & van Delft, S.P.J. 2003 Evaluatie van de basen- en voedingstoestand na herstelmaatregelen in enkele OBN referentieprojecten van natte schraalgraslanden. Wageningen, Alterra rapport 784.

Koerselman, W. & A.F.M. Meuleman 1996. The vegetation N:P ratio: a new tool to detect the nature of nutrient limitation. *J. of Applied Ecol.* 33:1441-1450.

Leerdam, van A. & J.G. Vermeer 1992 Natuur uit moeras. Naar een duurzame ecologische ontwikkeling in laagveenmoerassen. Miliieukunde Utrecht & Staatsbosbeheer i.o.v. Ministerie LNV.

LEN 1995,1998,2002. *Methods manual landscape ecology*. Dept. of Plant Ecology, Utrecht, the Netherlands. 50pp Compiled by H. de Caluwe *et al.*

Natuurbeschermingsraad 1991 Over moerasbossen en trilvenen. Een visie op de ontwikkeling van nieuwe laagveenmoerassen. Utrecht.

Schaminee, J & A. Jansen (red.) 1998 Wegen naar Natuurdoeltypen. Ontwikkelingsreeksen en hun indicatoren voor herstelbeheer en natuurontwikkeling (sporen A en B) Wageningen, IKC natuurbeheer rapport 26.

Schouwenberg, E.P.A.G. 1994. Basenverzadiging in trilvenen in De Weerribben. IBN-rapport 083. DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen. 48 p.

Schouwenberg E.P.A.G. 2000. Effectgerichte maatregelen tegen verzuring in De Weerribben; Monitoring van kraggenvenen in de periode 1997-2000. Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-rapport 069. Wageningen, 81 p.

Schouwenberg, E.P.A.G., T. Reijnders & G. van Wirdum 1994. Effectgerichte maatregelen tegen verzuring in De Weerribben. IBN-rapport 084. DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen. 76 p.

Schouwenberg E.P.A.G. & G. Van Wirdum 1997. Effectgerichte maatregelen tegen verzuring in De Weerribben; Monitoring van kraggenvenen in de periode 1991-1996. IBN-rapport 317. DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen. 172 p.

Verhoeven, J.T.A., W. Koerselman & A.F.M. Meuleman 1996. Nitrogen and phosphorus-limited growth in herbaceous, wet vegetation: relations with atmospheric inputs and management. TREE 11: 494-497

Wirdum, G. van 1978. Dynamische aspecten van trofiegradienten in een kraggelandschap. H2O 12(3): 46-51

Van Wirdum, G. 1991. Vegetation and hydrology of floating rich-fens. Datawyse, Maastricht. 310 p.

Wirdum, G. van 1993. Basenverzaadiging in soortenrijke trilvenen. In: Cals, M.M., M. De Graaf & J.G.M. Roelofs (eds) Effectgerichte maatregelen tegen verzuring en eutrofiering van natuurterreinen. KU.Nijmegen

Van Wirdum, G. & V. Joosten 1997. De proef 'Grondwater als waterbron' in De Weerribben; Basisrapport over de periode 1989-1995. IBN-rapport 298. DLO-instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen. 145 p.

Bijlage 1 Doeltypebeschrijvingen Trilveen en Veenmosrietland

Typebeschrijving Trilveen (met enkele weglatingen overgenomen uit Bal *et al.* 2001)

Trilveen is een begroeiing van mossen, cypergrassen, kruiden en ijl, laagblijvend Riet op zeer natte, zwak zure en zwak eutrofe, drijvende kraggen. Trilveen komt voor als verlandingsgemeenschap in en langs petgaten en andere kleine plassen zonder golfslag in het Laagveengebied (bij hoge uitzondering ook daarbuiten). De kragge bestaat uit een 20 tot 70 cm dikke, zeer slappe veenlaag die drijft op water boven een zandondergrond. Het grondwaterpeil staat gelijk met het maaiveld doordat de kragge met de waterstand op-en-neer beweegt. Kenmerkend voor de vegetatie als geheel is dat er voortdurend contact is tussen zuur regenwater en basenrijk (maar niet eutroof) oppervlakte- of kwelwater. Binnen de kragge is er echter een microreliëf in de vorm van bulten en slenken. Dit leidt tot subtiele verschillen in vochtgehalte en basenrijkdom, waarop de plantengroei reageert. Vooral trilvenen die vroeger binnen het overstromingsbereik van riviertjes lagen, waardoor er kleilaagjes in de bodem zitten, zijn vaak zeer rijk aan plantensoorten. De meest kenmerkende associaties zijn die van Schorpioenmos en Ronde zegge en, in mindere mate, die van Moerasstruisgras en Zompzegge. Plat blaasjeskruid, Ronde zegge en Slank wollegras zijn kenmerkende doelsoorten, daarnaast zijn er veel bijzondere mossen aanwezig. Ook allerlei diersoorten (zoals de Zilveren maan) maken van dit type gebruik, maar door de geringe oppervlakte zijn trilvenen niet belangrijk voor het behoud van deze soorten.

Trilveen is ernstig bedreigd omdat er maar een zeer kleine oppervlakte van aanwezig is en omdat het hoge eisen stelt aan de omgeving, met name ten aanzien van de waterkwaliteit. Daarnaast vraagt het een zorgvuldig en kostbaar beheer. Hier en daar is herstelbeheer succesvol gebleken. Door middel van het uitgraven van verdroogde en verzuurde vegetaties wordt getracht om trilvenen weer te ontwikkelen. Ook sommige andere natuurdoeltypen kunnen voorkomen op drijvende kraggen en ook dan wordt wel over 'trilveen' gesproken. Het gaat met name om de typen Moeras (3.24) en Veenmosrietland (3.28).

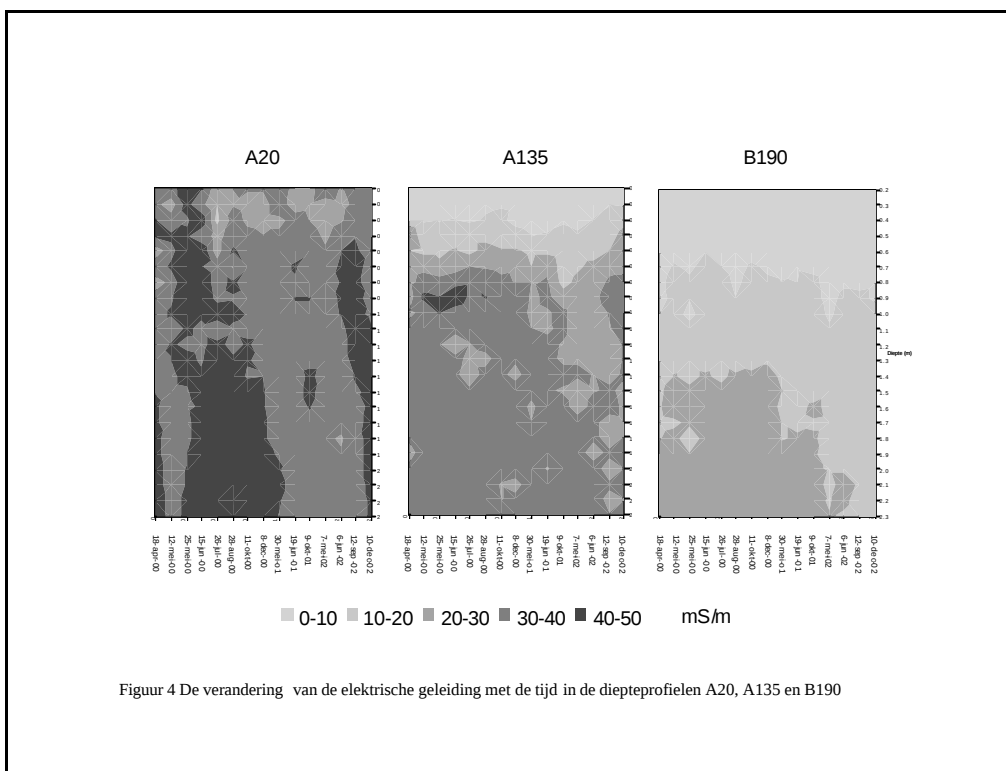
Trilveen ontstaat vaak uit Moeras (subtype b en c), vooral wanneer er in de zomer gemaaid wordt, en ontwikkelt zich op den duur tot Veenmosrietland (regenwater heeft dan de overhand gekregen als gevolg van onder andere strooiselophoping).

Typebeschrijving Veenmosrietland (met enkele weglatingen overgenomen uit Bal *et al.* 2001)

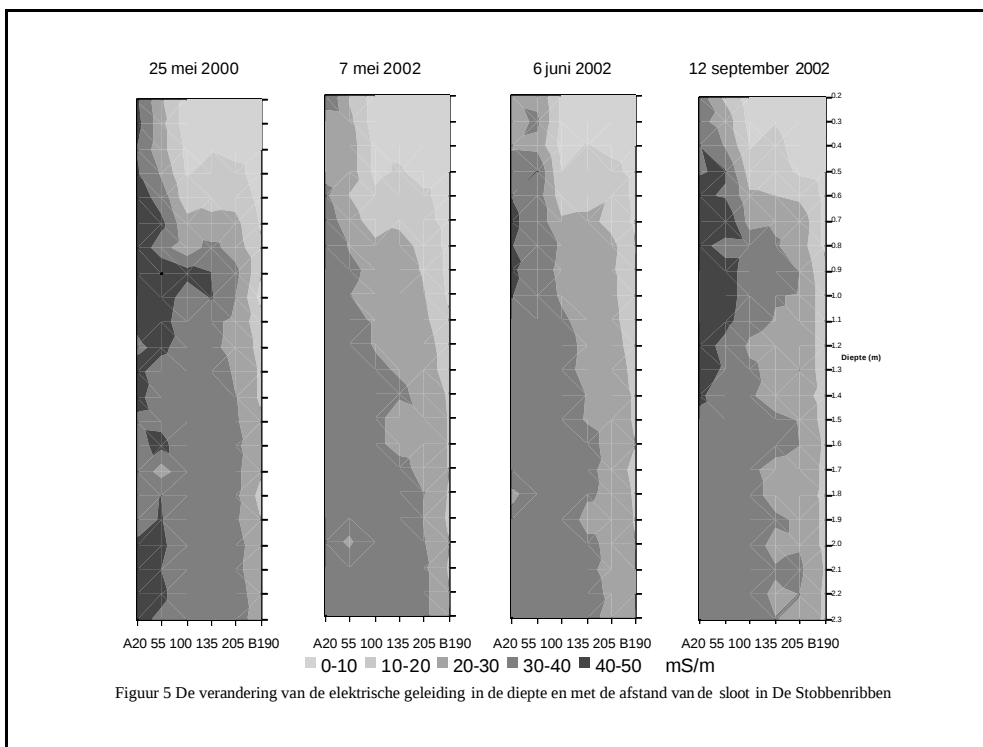
Veenmosrietland is een begroeiing van mossen (vooral veenmossen), cypergrassen, kruiden en ijl, laagblijvend Riet op zeer natte tot natte, zure tot matig zure en oligotrofe kraggen. Veenmosrietland komt voor als verlandingsgemeenschap in en langs sloten, petgaten en andere kleine plassen zonder golfslag in het Laagveengebied, het meest in gebieden met zwak brak water. De kragge bestaat uit veen met een dikte tot 2,5 meter; dit veen is onderverdeeld in een 10 - 80 cm dikke, jonge veenlaag boven een oude veenlaag. De ondergrond bestaat meestal uit zand of klei. De kragge beweegt vaak met de waterstand op-en-neer, waardoor het grondwaterpeil gelijk staat met het maaiveld. Het veen kan echter ook vastzitten aan

de ondergrond en dan fluctueert de waterstand enigszins (tot 20 cm onder maaiveld). Een belangrijk verschil met Trilveen (3.28), waar Veenmosrietland uit kan ontstaan, is dat de invloed van regenwater relatief groot is. Toch is er wel enige menging met basenrijk water nodig, om te voorkomen dat de zuurgraad te ver daalt. Bij toenemende invloed van regenwater breiden vegetaties met Veenpluis zich uit en ontstaat er uiteindelijk Moerasheide (subtype b van 3.42 Natte heide). Dit type is belangrijk voor met name een aantal (min of meer zuurminnende) plantensoorten, zoals veenmossen. Van de vaatplanten zijn met name de Veenmosorchis en de Welriekende nachtorchis voor een belangrijk deel van dit type afhankelijk. Zuurminnende ongewervelden zijn in het relatief zure water in greppeltjes te vinden. Veel doelsoorten prefereren enige structuurvariatie, die het gevolg kan zijn van voortschrijdende verlanding, begrazing vanuit graslanden of een gedifferentieerd maaibeheer. De Gouden sprinkhaan en de tot Nederland beperkte Grote vuurvlieder komen vooral in Veenmosrietland voor, terwijl dit type ook voor de Zilveren maan en de Noordse winterjuffer belangrijk is.

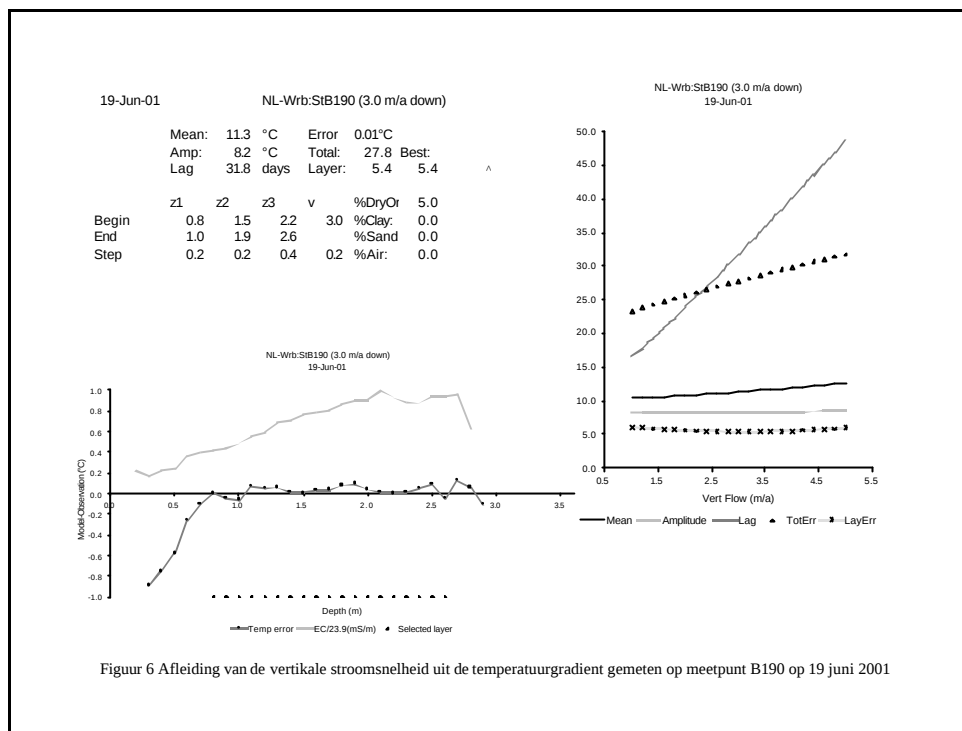
Bijlage 2 Powerpointpresentatie



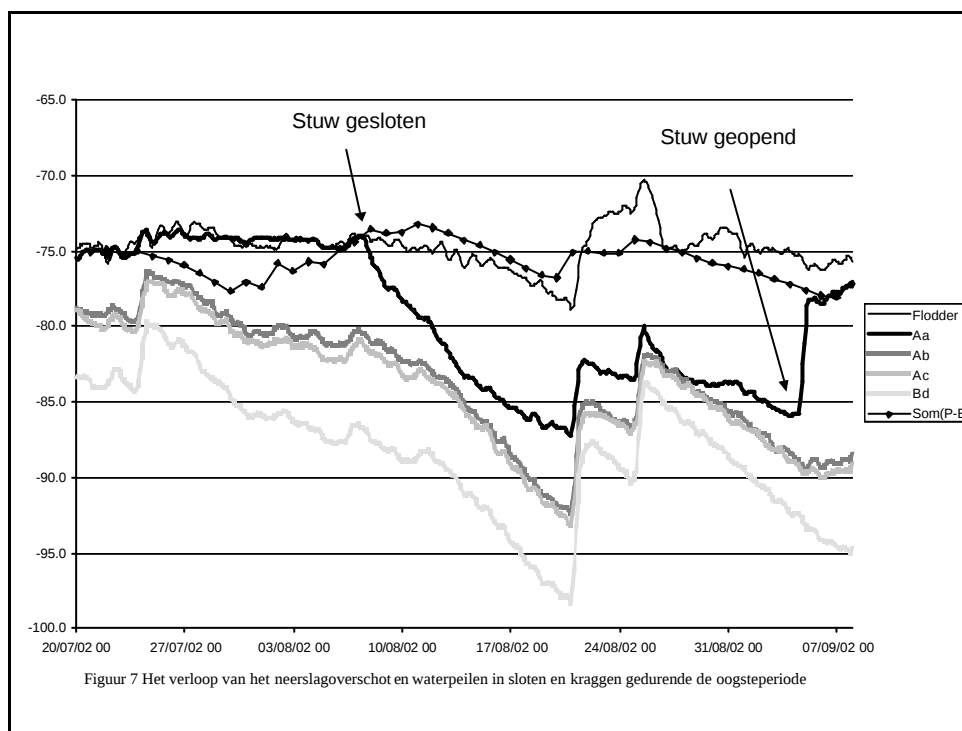
Figuur 4 De verandering van de elektrische geleiding met de tijd in de diepteprofielen A20, A135 en B190



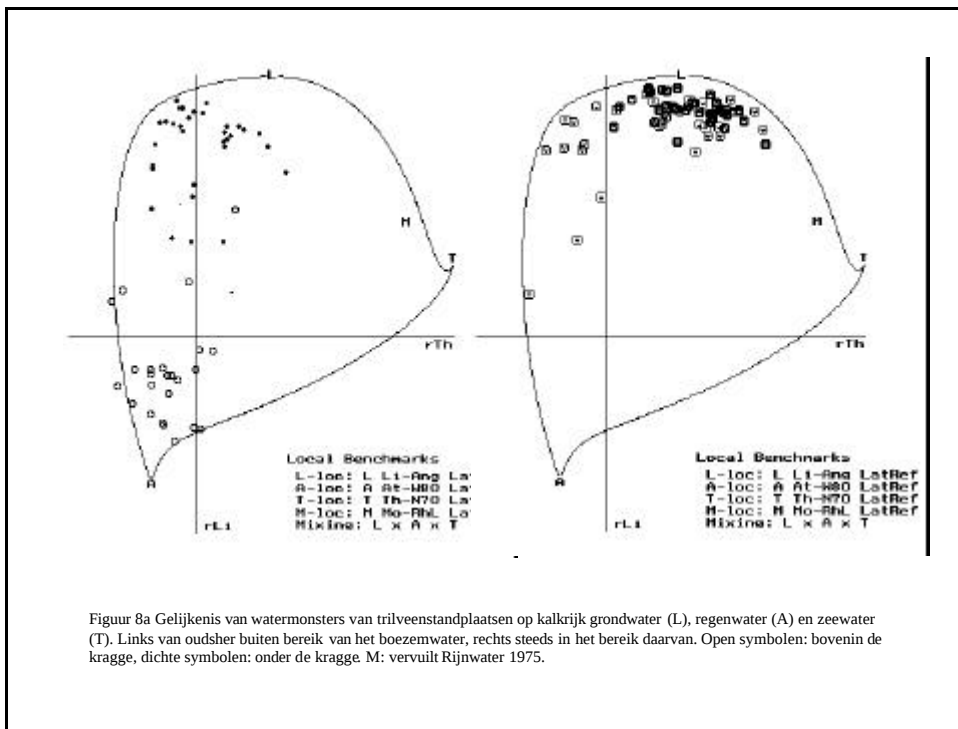
Figuur 5 De verandering van de elektrische geleiding in de diepte en met de afstand van de sloot in De Stobbenribben



Figuur 6 Afleiding van de verticale stroomsnelheid uit de temperatuurgradiënt gemeten op meetpunt B190 op 19 juni 2001

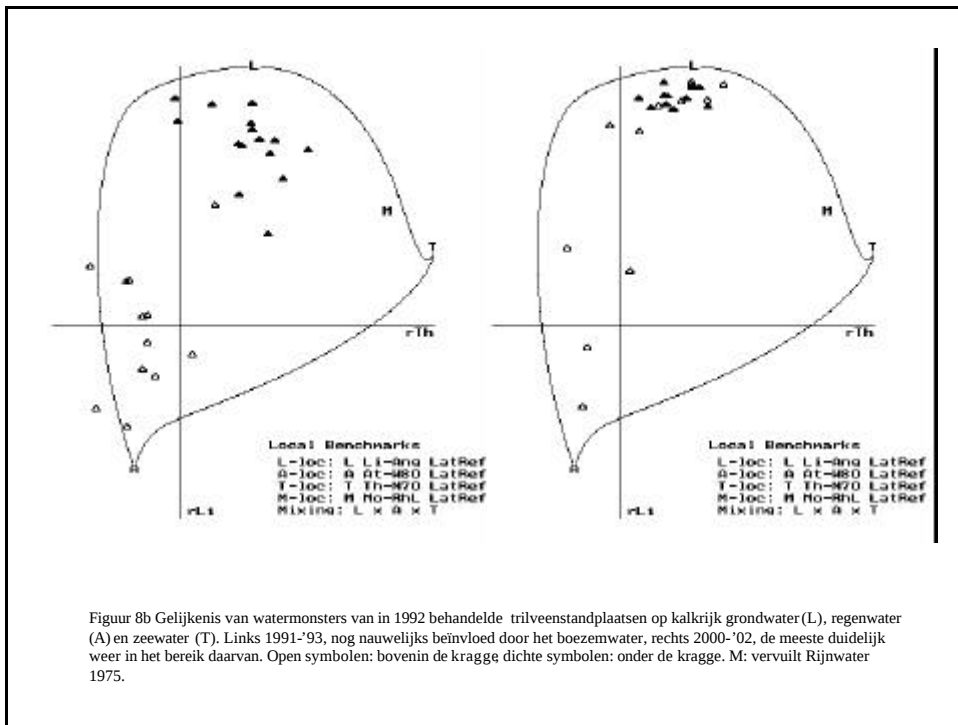


Figuur 7 Het verloop van het neerslagoverschot en waterpeilen in sloten en kraggen gedurende de oogstperiode



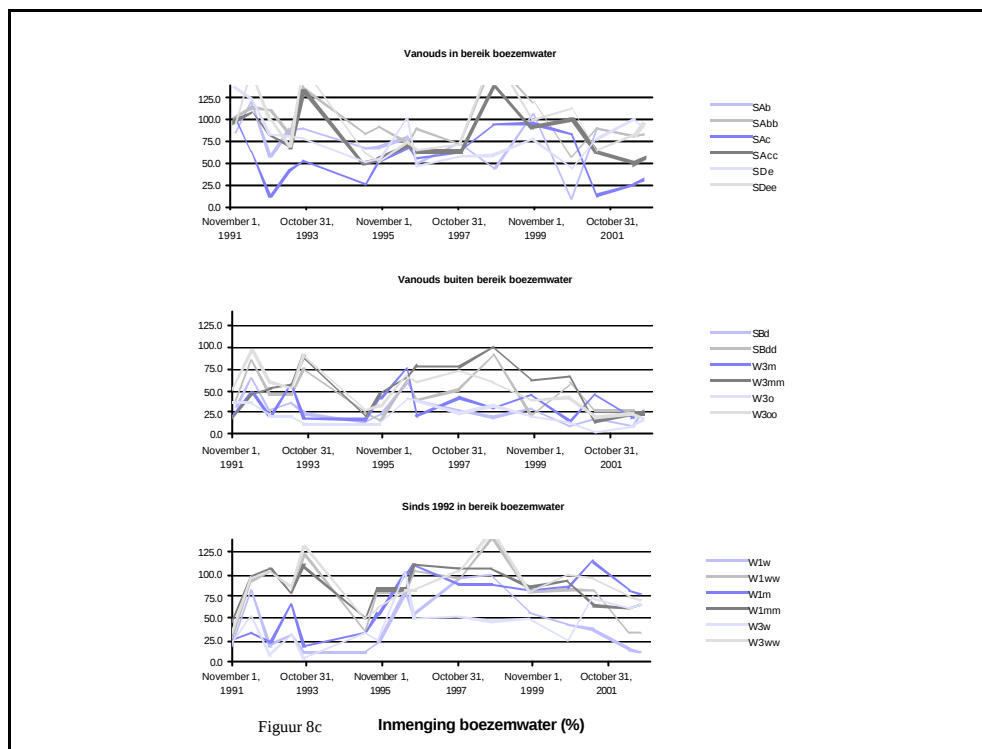
Figuur 8a Gelijkenis van watermonsters van trilveenstandplaatsen op kalkrijk grondwater (L), regenwater (A) en zeewater (T). Links van oudsher buiten bereik van het boezemwater, rechts steeds in het bereik daarvan. Open symbolen: bovenin de kragge, dichte symbolen: onder de kragge. M: vervuult Rijnwater 1975.

Figuur 8a Gelijkenis van watermonsters van trilveenstandplaatsen op kalkrijk grondwater (L), regenwater (A) en zeewater (T). Links van oudsher buiten bereik van het boezemwater, rechts steeds in het bereik daarvan. Open symbolen: bovenin de kragge, dichte symbolen: onder de kragge. M: vervuult Rijnwater 1975

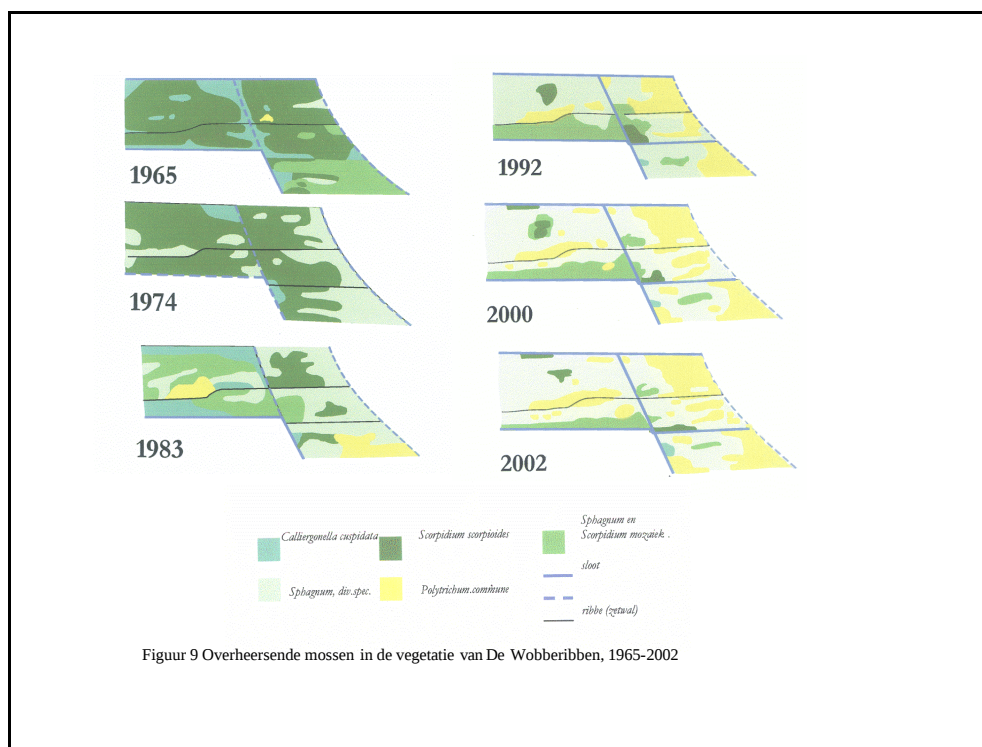


Figuur 8b Gelijkenis van watermonsters van in 1992 behandelde trilveenstandplaatsen op kalkrijk grondwater (L), regenwater (A) en zeewater (T). Links 1991-'93, nog nauwelijks beïnvloed door het boezemwater, rechts 2000-'02, de meeste duidelijk weer in het bereik daarvan. Open symbolen: bovenin de kragge, dichte symbolen: onder de kragge. M: vervuult Rijnwater 1975.

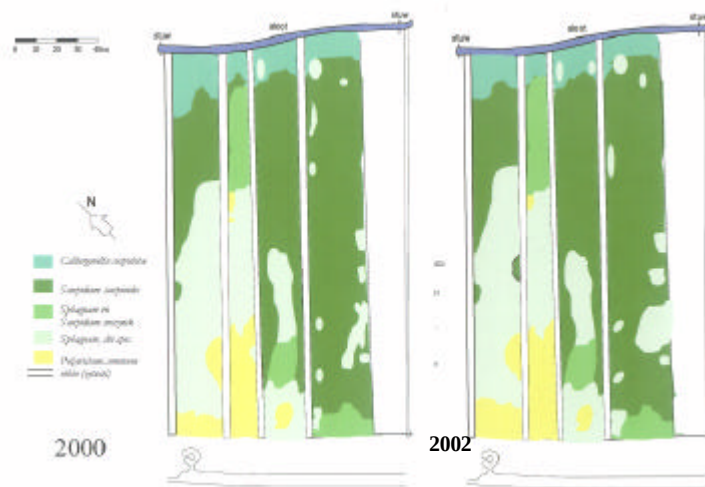
Figuur 8b Gelijkenis van watermonsters van in 1992 behandelde trilveenstandplaatsen op kalkrijk grondwater (L), regenwater (A) en zeewater (T). Links 1991-'93, nog nauwelijks beïnvloed door het boezemwater, rechts 2000-'02, de meeste duidelijk weer in het bereik daarvan. Open symbolen: bovenin de kragge, dichte symbolen: onder de kragge. M: vervuult Rijnwater



Figuur 8c

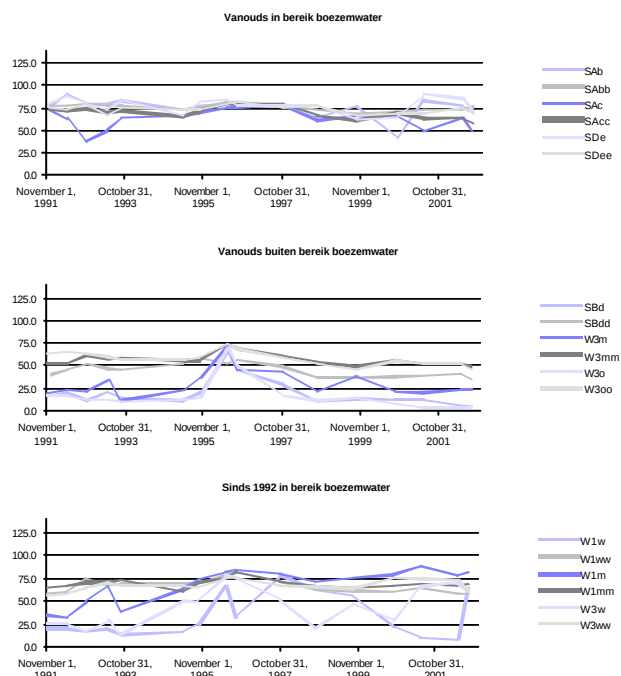


Figuur 9 Overheersende mossen in de vegetatie van De Wobberribben, 1965-2002

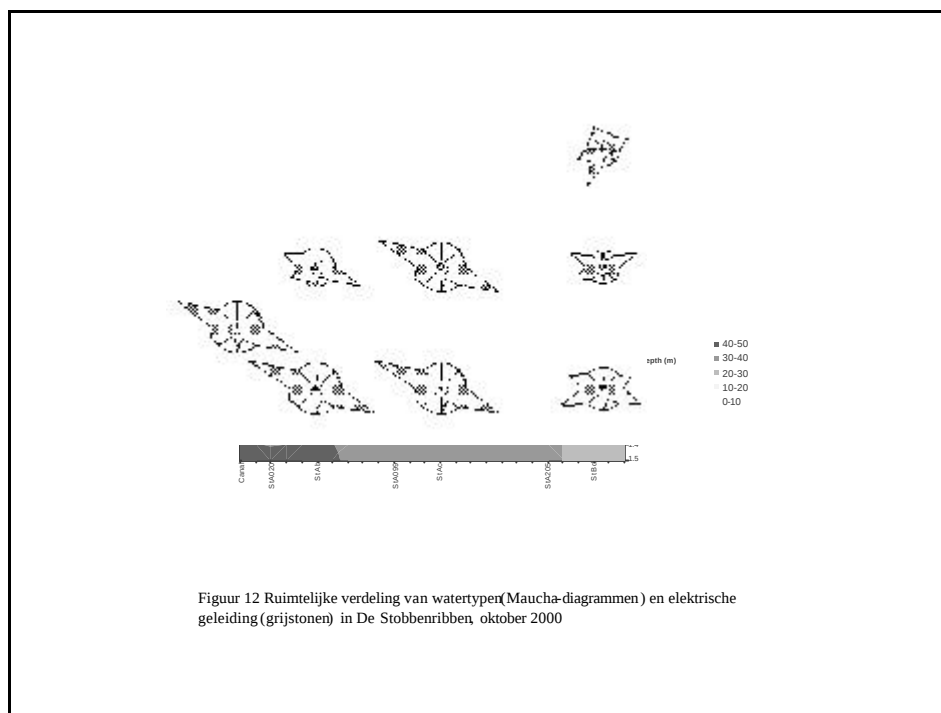


Figuur 10 Overheersende mossen in de vegetatie van De Stobbenribben, 2000 en 2002

Figuur 10 Overheersende mossen in de vegetatie van De Stobbenribben, 2000 en 2002



Figuur 11 Basenverzadiging van het veen 1991-2002



Figuur 12 Ruimtelijke verdeling van watertypen(Maucha-diagrammen) en elektrische geleiding (grijstonen) in De Stobbenribben, oktober 2000