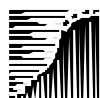


# **Effectgerichte maatregelen tegen verdroging, verzuring en stikstofdepositie in boezemlanden en beekdalen (Friesland en Drenthe)**

A.P. Grootjans  
E.B. Adema  
F.H. Everts



landbouw, natuur en  
voedselkwaliteit

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

Rapport EC-LNV nr. 2004/284-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 2004/284-O en het aantal exemplaren.

Oplage 100 exemplaren

Samenstelling A.P. Grootjans, E.B. Adema, F.H. Everts

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

In de periode 1991-2002 heeft in het kader van OBN onderzoek plaats gevonden naar het herstel van natte schraallanden in de Wyldlannen / Ule Krite bij Earnewoude, de Barten in de Lindevallei bij Oldeberkoop en De Lage Maden in de Drentse Aa bij Taarlo.

Het onderzoek werd aangestuurd door het OBN-deskundigenteam "Natte Schraallanden" en ondersteund door het Expertisecentrum LNV en werd gefinancierd in het kader van het Overleveringsplan Bos en Natuur.

Het onderzoek was gericht op herstel van verdroging, vermesting en verzuring van de ecosystemen door lokale hydrologische maatregelen en plagmaatregelen. In de Drentse Aa zijn in de loop van het onderzoek ook vernattingsmaatregelen getroffen in de ruimere omgeving van het proefgebied. De doelbiotopen waren boezemblauw-grasland, dotterbloemhooiland en basenhoudend tot basenrijk kleine zeggenmoeras. In de Wyldlannen werd voorgezuiverd oppervlaktewater ingelaten en zijn plagmaatregelen getroffen. In De Barten is de grondwaterstand opgezet en is er geplagd. In de Lage Maden is de voedselrijke bovenlaag van veengronden verwijderd en zijn sloten gedempt als vernattingsmaatregel. Ook zijn in de loop van het onderzoek in het aangrenzende infiltratiegebied sloten gedempt.

Een woord van dank gaat uit naar personen die hun medewerking aan het langlopende onderzoek hebben gegeven: het deskundigenteam Natte Schraallanden; van It Fryske Gea: Nico Minnema, Henk de Vries, Ulsje Hosper, en van Staatsbosbeheer: Henk Post en Bauke Roelevink. Bijzondere gedachten en dankbaarheid gaan uit naar Nico van der Weide (SBB Friesland), die in de onderzoeksperiode is overleden. Tenslotte moeten worden genoemd uit de directe omgeving van de auteurs: Wout Bijkerk, Nico de Vries, Johan de Jong, Marlies Tolman, Mark Jongman, Dirk Pranger (EGG consult everts & de vries), Renée Bekker, Latzi Fresco, Evert-Jan Lammerts, Francisca Sival, Iris van Duren, Roel Strykstra Nelly Eck, Bert Venema, en Willem van Hal (RUG).

Het voorliggende rapport bevat de resultaten van het onderzoek en de consequenties voor de praktijk van het terreinbeheer.

Ir. H. de Wilde  
Waarnemend Directeur Expertisecentrum LNV



# Inhoudsopgave

<b>Samenvatting</b>	<b>7</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>11</b>
1.1 Algemeen	11
1.2 Onderzoeksopzet	12
1.2.1 Onderzoeksopzet De Wyldlannen	12
1.2.2 Onderzoeksopzet Lage Maden	12
1.2.3 Onderzoeksopzet De Barten	13
1.3 Bodembemonstering	13
1.4 Vegetatie	13
<b>2 Systeembeschrijving</b>	<b>15</b>
2.1 De Wyldlannen en de Ule Krite	15
2.1.1 Algemeen	15
2.1.2 Maatregelen	17
2.1.3 Zaadbanken	17
2.2 De Barten in de Lindevallei	21
2.2.1 Algemeen	21
2.2.2 Maatregelen	21
2.2.3 Hydrologie	21
2.3 De Lage Maden	23
2.3.1 Algemeen	23
2.3.2 Maatregelen	25
2.3.3 Zaadbank	25
<b>3 Resultaten</b>	<b>29</b>
3.1 Bodem	29
3.1.1 De Wyldlannen	29
3.1.2 De Barten	30
3.1.3 De Lage Maden (Drentse Aa)	31
3.2 Vegetatie	34
3.2.1 Ule Krite en De Wyldlannen	34
3.2.2 De Barten (Lindevallei)	38
3.2.3 De Lage Maden (Drentse Aa)	41

<b>4</b>	<b>Evaluatie van de maatregelen</b>	<b>47</b>
4.1	Algemeen	47
4.2	Wydlannen en de Ule Krite	47
4.3	De Barten	48
4.4	De Lage Maden	49
4.5	Langjarige monitoring: hoe lang?	50
4.6	Perspectieven van plaggen in veengronden	51
<b>5</b>	<b>Literatuur</b>	<b>53</b>

# Samenvatting

In opdracht van het Expertisecentrum van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij (ECLNV) zijn diverse monitoronderzoeken opgezet in Noord-Nederland in het kader van het Overlevingsplan Bos en Natuur (OBN). Het onderzoek werd uitgevoerd in de periode 1991-2002, waarvan drie eerdere tussentijdse rapportages zijn verschenen in 1994, 1997, 1999. Het voorliggende rapport doet verslag van de laatste periode 2000-2002 voor de boezemblauwgrasland reservaat *Wyldlannen / Ule Krite* bij Earnewoude en de beekdal schraallanden *De Barten* in de Lindevallei bij Oldeberkoop en *De Lage Maden* in de Drentse Aa bij Taarlo.

In het verzuurde boezemblauwgrasland de *Wyldlannen* is een drastische stijging van de basenverzadiging gedurende de onderzoeksperiode opgetreden. Deze stijging deed zich vooral na 1996 in het geplagde en ook in het niet geplagde deel voor. De stijging van de basenverzadiging en dus de afname van de verzuring valt toe te schrijven aan de hydrologische maatregelen die met name na 1994 effectief werden. Voorgezuiverd oppervlaktewater werd over de lage delen van de *Wyldlannen* geleid, nadat het neerslagwater via begreppeling van het percelen werd afgevoerd. Tot 1996 werd ook een significante stijging in pH waargenomen, maar daarna nam de pH weer af. De *Wyldlannen* blijkt een prietprobleem te hebben, wat inhoudt dat in de zomer door oxidatie van pyriet de verzuring zuurgraad fors toeneemt, om in de natte periode, vooral in het warme voorjaar, weer af te nemen door reductie van het bij pyrietoxidatie vrijkomende sulfaat. De verhoogde basenverzadiging in het voorjaar wordt dus door pyrietoxidatie in de zomer weer grotendeels te niet gedaan. Het prietprobleem is waarschijnlijk ontstaan door voormalige langjarige inundaties met sulfaatrijk oppervlakte water. De daling van de pH in de zomer zou in principe kunnen worden tegengegaan door aanvoer van bicarbonaatrijk grondwater, maar deze is niet meer voorhanden door structurele veranderingen in de hydrologie in de omgeving van het reservaat. Een structureel herstel van een hoge pH met de daaraan gekoppeld soortenrijk blauwgrasland, is daardoor uitgesloten. Echter onder de huidige omstandigheden is het thans gevoerde interne hydrologische beheer waarschijnlijk vrij optimaal; sterke verdroging in de zomer wordt voorkomen door inlaat van voorgezuiverd oppervlaktewater, nadat het neerslagwater in het vroeger voorjaar wordt afgevoerd. Weliswaar heeft de lange duur van de inundatie in sommige jaren een negatief effect op de ontwikkeling van typische blauwgraslandsoorten, maar voor de ontwikkeling van voedselarme Kleine zeggenvegetaties zijn de hydrologische en bodemkundige omstandigheden gunstig te noemen. De laatste jaren hebben zich bijvoorbeeld Rode Lijstsoorten als Stijve Moerasweegbree, Vlottende bies en Duizendknoopfonteinkruid gevestigd. Plaggen heeft evenwel geleid tot slechts een gering herstel van het Blauwgrasland. De huidige omstandigheden blijven echter ongunstig voor typische Blauwgraslandsoorten, zoals ook uit een introductie-experiment in 1994 en 1995 bleek. Blonde zegge, Moeraskartelblad overleefden nog geen twee jaar en ook de Spaanse ruiter ging sterk in biomassa achteruit. Vrijwel alle geïntroduceerde planten verdwenen binnen 3 jaar. Bekalking heeft een duidelijk positief effect op de overleving en groei van basenminnende Blauwgraslandsoorten, maar het effect is niet blijvend mede door de pyrietoxidatie die alle kalk binnen een jaar consumeert. Langjarig bekalken wordt niet als optie gezien omdat er ook negatieve effecten van uitgaan. Wel wordt gedacht aan het oppompen van basenrijk en ijzerrijk grondwater dat tevens sulfataarm moet zijn. Alvorens dit in de praktijk grootschalig toe te passen wordt geadviseerd, deze maatregel eerst op experimentele basis uit te voeren.

In *De Barten* heeft plaggen en het opstuwen van de grondwaterstanden een duidelijke verhoging van de pH en van de basenverzadiging tot gevolg gehad tussen 1992 en 1996. Daarna trad weer een daling in, zodat in 2002 er geen verschillen meer waren met het niet geplagde proefvlak, ook niet met de beginsituatie. De basenverzadiging was in 1992 rond de 60%. De pH volgt het patroon van de basenverzadiging; aanvankelijk een stijging in 1996, vooral in het geplagde vlak, gevolgd door een afname. In de natte jaren 2000-2002 heeft zich kennelijk een neerslaglens in de toplaag gevormd door binnendringend regenwater, die een geringe verzuring veroorzaakt. De regenwaterlens ontstaat door de te lage waterstanden in de Linde.

Het plaggen heeft in alle raaien een positief effect gehad op de ontwikkeling van Rode Lijsoorten en andere doelsoorten. In de plagproeven trad een snelle stijging van de doelsoorten op, welke na een jaar of 5 op het zelfde niveau als de referenties liggen. In de vegetatie verschenen soorten als Ronde zegge, Moeraskartelblad, Waterdriehblad, Noordse zegge en Geelgroene zegge. In het noordelijk deel lijkt de vegetatie op dit moment redelijk stabiel. In het zuidelijk deel treden ondanks het verschijnen van de basenafhankelijke soorten duidelijke verzuringverschijnselen op. De uitbreiding van Hennegras, met name in de niet geplagde delen hier, lijkt een gevolg van het niet maaien. De plagexperimenten laten zien dat door het opzetten van de grondwaterstanden in combinatie met plaggen in de Barten in korte tijd (binnen 5 jaar!) een mesotroof zeggenmoeras kan ontstaan, met daarin nog elementen van het Dotterbloemhooiland. De ontwikkeling stagneert echter door te lage standen in de Linde die maakt dat zich in natte jaren neerslaglensen ontwikkelen. Aanbrengen van een ondiepe begreppeling om het overtollige neerslag af te vangen zou onder deze omstandigheden voor de hand liggen, maar zou onmiddellijk weer tot verdroging leiden. Hogere standen in de Linde zijn dan ook cruciaal. Indien de omstandigheden het toelaten (droge zomers), zou het maairegiem weer hervat moeten worden.

Aanvankelijk leek het ondiep plaggen van de veraarde veengrond van *De Lage Maden* geen goed idee, omdat een vernatting met basenrijk grondwater, zoals in de Barten, niet mogelijk was. In 1996, een jaar na het plaggen, vond in de hogere delen van het perceel een intensieve stikstofmineralisatie plaats. Grote delen van deze droge veenpakketten bleven in 1996 onbegroeid. Evenwel was door het plaggen de fosfaatvoorraad in de toplaag drastisch afgenomen evenals de beschikbaarheid van fosfaat. In 1996 en 1997 kon het grondwater in de zomer het maaiveld niet bereiken. Uit het bodemkundig onderzoek kwam verder naar voren dat de basenverzadiging en pH vrijwel overal hoog waren. Alleen in de lage delen van de 40 cm geplagde delen trad 's zomers een sterke verzuring op. Hier vond bij dalende grondwaterstanden vrijwel zeker pyrietoxidatie plaats, maar dit probleem leek zich in 2002 niet meer voor te doen. pH en basenverzadiging zijn nu op het niveau van de rest van het perceel. De vernattingsmaatregelen in de omgeving en de natte jaren 2000-2002 hebben de grondwaterstanden in het hele perceel doen stijgen, zodat het grondwater nu vrijwel overal in de toplaag aanwezig is. In de loop der jaar hebben zich typische soorten van de doelvegetatie (Dotterbloemhooiland), gevestigd. Lokaal heeft het pyrietprobleem als rem gewerkt maar dit probleem is na 1999 door de toenemende kwel van basenrijkgrondwater verdwenen. De ontwikkeling gaat gestaag maar langzaam. De Dotterbloem bleek zich bijvoorbeeld nog nauwelijks te vestigen. Aanvankelijke leefde bij de beheerders de verwachting dat het plaggen een nog slappere bodem zou opleveren, dan de toch al slappe bodem van de niet geplagde percelen. Deze verwachting is niet uitgekomen. De eerste 4-5 jaar was de productie in de plagproef zo gering dat maaien niet nodig was. In 2001 is de plagproef wel gemaaid en de niet geplagde percelen niet. De indruk bestaat dat de draagkracht van de geplagde bodem veel beter geworden is dan de slappe sterk veraarde veengronden van de niet geplagde percelen.

De vegetatie in het geplagde perceel is nog lang niet stabiel. Aanbevolen wordt de monitoring nog ten minste 3 jaar voort te zetten.

Het plaggen van veengronden om beekdalgraslanden te vernatten en te versralen is niet zonder risico. Er wordt na plaggen een zeer vruchtbare, veelal sterk veraarde organische laag blootgesteld aan de lucht. Indien de weersomstandigheden of de lokale hydrologie niet gunstig zijn, kan vervolgens een sterke mineralisatie van het veen

optreden. Ook kan zich het zogenaamde pyrietprobleem voordoen. Dit houdt in dat door pyrietoxidatie een sterke verzuring optreedt, die de ontwikkeling van veel doelsoorten sterk belemmerd. Zowel de mineralisatie als het pyrietprobleem kan worden voorkomen door een goed toestroming van grondwater. In de Barten (Lindevallei) deed zich geen pyrietprobleem voor. Vanaf het begin was het basenrijke grondwater hoog in het profiel gestuwd, als gevolg van hydrologische maatregelen. Hier doet zich een ander probleem voor, dat door sterke vernatting de laatste jaren sommige delen niet gemaaid konden worden en dat zich door de lage standen in de Linde neerslaglenzen vormden.

Indien de oorspronkelijke hydrologie niet hersteld kan worden, zoals bijvoorbeeld in boezemblauwgraslanden van de Wydlannen, zal plaggen niet leiden tot herstel van een oorspronkelijk vegetatietype. Het meest haalbare doel is hier een voedselarm (maar wel vrij zuur) Kleine zeggenmoeras bij een hydrologisch herstelbeheer, waarin de grondwaterstandsschommelingen zijn verminderd en overstroming met gezuiverd oppervlaktewater wordt gestimuleerd.



# 1 Inleiding

## 1.1 Algemeen

In opdracht van het Expertisecentrum van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij (ECLNV) hebben het Laboratorium voor Plantenecologie te Haren en het Ecologisch Advies- en Onderzoeksbureau EGG consult Everts & De Vries te Groningen diverse monitoronderzoeken opgezet in Noord-Nederland in het kader van de effectgerichte maatregelen tegen verzuring (EGM), later voortgezet als Overlevingsplan Bos en Natuur (OBN). Het onderzoek werd uitgevoerd in de periode 1991-2002 (Grootjans e.a. 1994, 1997, 1999). Het voorliggende rapport doet verslag over een vervolgonderzoek in de jaren 2000, 2001 en 2002. Het betreft de volgende 3 gebieden:

- WYLDLANNEN/ULE KRITE bij Earnewoude (1991-2002)
- DE BARTEN in de Lindevallei bij Oldeberkoop (1991-2002)
- DE LAGE MADEN in de Drentse Aa bij Taarlo (1995-2002)

De directe effecten van de toegenomen depositie van verzurende stoffen uit de lucht kunnen het geval van natte schraallanden niet los gezien worden van de effecten van verandering in de hydrologie. Met name hydrologische veranderingen in de omgeving van de reservaten die een verminderde grondwatervoeding tot gevolg hebben gehad, zetten een proces van verzuring in de toplaag in gang, waarvan het effect op de vegetatie groter kan zijn dan de effecten van de depositie uit de lucht. Voor het beheer van de reservaten is een onderscheid tussen verzuring en ontwatering ook weinig praktisch. Verdroging en verzuring zijn veelal dermate met elkaar verweven, dat het praktischer is een goede strategie te ontwikkelen om al deze effecten tegelijkertijd te bestrijden. In het geval van natte schraallanden betekent dit dat een goed inzicht nodig is hoe het betreffende reservaat hydrologisch functioneert en welke stressfactoren in het ecosysteem actief zijn. Maatregelen in natte schraallanden waarvan men een positief effect mag verwachten zijn het versterken van de toevoer van baserijk schoon grondwater, eventueel in combinatie met het verwijderen van de verzuurde en vaak ook onomkeerbaar veraarde toplaag. Omdat plaggen ook een maaiveldverlaging inhoudt, kan de invloed van het baserijke grondwater nog eens extra versterkt worden.

In de reservaten waarover in dit rapport verslag wordt gedaan, is deze strategie ook toegepast. Het betreft maatregelen in een verzuurd blauwgrasland (Wyldlannen), en twee verdroogde beekdalschraallanden (de Barten en Lage Maden). De effecten van de maatregelen zijn vooral ingeschat door middel van een vergelijkend onderzoek naar de effecten van hydrologische maatregelen in geplagde en ongeplagde terreingedeelten aangevuld met tijdreeksen en onderzoekingen in goed ontwikkelde referentiegebieden. Onderzochte aspecten zijn: ontwikkeling van de vegetatie, bodemchemie, het hydrologisch functioneren, in sommige gebieden ook: ontwikkeling van de zaadbank in de bodem en groeibeperkende factoren.

## 1.2 Onderzoeksopzet

De opzet van de monitoronderzoeken is conform de aanbevelingen van het deskundigenteam (Jansen, 1990). De volgende activiteiten zijn uitgevoerd:

- De uitgangssituatie is vastgelegd
- Er is een systeem van permanente kwadraten (PQ's) uitgezet waarin jaarlijks de vegetatiesamenstelling werd beschreven
- In de meeste gebieden werden om de 3 jaar herhalingskarteringen van vegetatiepatronen uitgevoerd.
- Jaarlijks werden ook karteringen van indicatorsoorten uitgevoerd
- Er werden peilbuizen bij de PQ's geïnstalleerd. De standen werden in een aantal gebieden (Barten, Koegelwieck) tot 1999 twee keer per maand gemeten rond het begin en midden van de maand (dit werd uitgevoerd door de beherende instanties);
- Tussen 1991-1999 werd in een aantal gebieden de chemische samenstelling van grond- en oppervlaktewater bepaald.
- In alle gebieden werd 3 keer bodemfactoren geanalyseerd.

Op dit algemene stramen zijn al na gelang de plaatselijke omstandigheden en in overleg met leden van het deskundigenteam, soms enkele wijzigingen aangebracht.

### 1.2.1 Onderzoeksopzet De Wyldlannen

In het reservaat zijn in 1991 binnen de aanwezige Blauwgraslanden een viertal raaien uitgezet die een ecologische gradiënt weerspiegelen van basenarme- naar basenrijkere gronden. De keuze van de raaien werd ingegeven door de wens een breder scala aan groeimogelijkheden voor Boezemblauwgraslanden te beschouwen dan in het sterk gedegradeerde referentieproject wordt geboden. Het onderzoek aan de referentie situatie A en de plagproef B is daarom uitgebreid met raai C en raai "Ule Krite", een klein reservaatje met een goed ontwikkelde Blauwgraslandvegetatie (zie bijlage 1). Achtergrond hiervan is om te bestuderen welke hydrologische randvoorwaarden het meest optimaal zijn voor de regeneratie van Blauwgraslandgemeenschappen. In 1993 is vlakbij plagproef B een nieuwe strook vegetatie geplagd (raai D), welke in het onderzoek is meegenomen.

### 1.2.2 Onderzoeksopzet Lage Maden

De variatie in grondwatersamenstelling in het hele proefgebied is in mei 1995 gemeten en EGV-profielen zijn in de veenpakketten gemeten. Voor de uitvoering van de plagmaatregelen is de uitgangssituatie van de vegetatie (voorkomen van vegetatietypen en de verspreiding van de belangrijke soorten) in alle percelen in kaart gebracht, en zijn 18 permanente kwadraten (PQ's) opgenomen. In 1996 en in 1999 is de bodemsamenstelling onderzocht.

In 1996, het eerste jaar na de plagmaatregel, zijn verschillende activiteiten uitgevoerd en gegevens verzameld. In de eerste plaats is het grondwaterbuizennet herplaatst (bij de plagwerkzaamheden was het oorspronkelijk net ernstig beschadigd) en uitgebreid. Tevens is het PQ-net uitgebreid tot een 24-tal PQ's die in de regel bij de grondwaterbuizen (2 per buis) zijn gesitueerd (bijlage 5b). Deze zijn tot op heden elk jaar opgenomen. Tevens heeft in 1996 een herkartering van de vegetatie plaatsgevonden. Herkartering van de plagproef werd niet zinvol geacht omdat ze nog nauwelijks begroeid was. Om de ontwikkelingen hierin te monitoren is in het laagste deel van de plagproef een omvangrijk raster uitgezet met vakken van 5x5 meter (zie fig. 27). Dit raster is in de zomer van 1996 geïnventariseerd op het voorkomen van indicatorsoorten waarbij onderscheid is gemaakt tussen kiemplanten en planten die zich vegetatief hebben voortgeplant (Spoelstra, 1997). In de navolgende jaren 1997 tot en met 1999 zijn verspreid over dit raster telkens op dezelfde plaatsen opnamen gemaakt ('raster-PQ's'). Bij vergelijking van de ontwikkeling van deze PQ's over de jaren is rekening gehouden met plagdiepte en locatieverschillen.

### 1.2.3 Onderzoekopzet De Barten

In 1992 werden zowel aan de noord- als zuidzijde van de beek een raai uitgezet in vegetaties die grenzen aan plagproeven. In 1994 is een tweede raai geïnstalleerd oostelijk van de eerste raai. In iedere raai stonden 3 sets grondwaterbuizen met filters op verschillende diepten (zie methoden en Grootjans e.a. 1994). Bij iedere set buizen werden steeds twee PQ's geïnstalleerd die jaarlijks werden opgenomen. Daarnaast werden om de drie jaar de plagproeven als referenties gekarteerd op vegetatietypen en soorten. De plagproeven werden tevens in de tussenliggende jaren op soorten gekarteerd. Bodemchemische veranderingen werden gemeten zowel in de geplagde als in de niet geplagde terreingedeelten.

## 1.3 Bodembemonstering

In april 1992, 1996, 1999 en 2002 werd een bodembemonstering uitgevoerd in de Wyldlannen, de Barten, en de Lage Maden. De bemonstering werd steeds op dezelfde wijze uitgevoerd; bij de PQ's en peilbuizen werden bodemonsters in drievoud gestoken met een wortelboor (0-10cm). Ieder monster is een mengmonster van 5 wortelboorinhouden. In de Wyldlannen werd in 1999 alleen raai A (de ongeplagde referentie) bemonsterd alsmede plagproef B. In de Barten werden 6 ongeplagde locaties en 6 geplagde locaties bemonsterd. In de Lage Maden werden 11 locaties bemonsterd, waarvan 6 waren geplagd. De monsters werden door het Laboratorium voor Plantenecologie geanalyseerd volgens voorschriften van het Bedrijfslaboratorium te Oosterbeek. Voor de parameters in de veenbodems van de Wyldlannen, de Barten en de Lage Maden wordt verwezen naar de aanbevelingen van het deskundigenteam (Jansen 1990). De CEC bepalingen werden in 1996 en 2002 niet herhaald. Wel werden alle uitwisselbare ionen bepaald, inclusief uitwisselbaar  $H^+$  en  $Al^{3+}$  en  $Fe^{3+}$ . Ook werd in de veenbodem het totaal Fe gehalte bepaald.

## 1.4 Vegetatie

Voor het monitoren van de vegetatie zijn in de plagproeven karteringen van de vegetatie en van indicatieve plantensoorten uitgevoerd. De gekarteerde soorten zijn indicatief voor de karakteristieke kwaliteit van een terrein, dat wil zeggen voor de milieufactoren die de kwaliteit van een terrein bepalen en voor veranderingen daarin. Daarnaast zijn in alle gebieden permanente kwadraten bij de geïnstalleerde grondwaterbuizen jaarlijks opgenomen. In 2000 konden de permanente i.v.m de late gunning van het project niet worden opgenomen. De vegetatie was inmiddels gemaaid.

Over de karteringen van vegetatie en indicatieve soorten in de periode 1991-1999 is verslag gedaan door Grootjans et al. (1999). In het onderhavige rapport wordt verslag gedaan over de ontwikkeling van vegetatie in de permanente kwadraten over de periode 1991-2002.

### Permanente kwadraten

Bij iedere locatie van een set van drie grondwaterbuizen zijn steeds twee PQ's ingericht. De locatie van de PQ's is ingemeten vanaf de diepste buis van de betreffende sets van drie grondwaterbuizen. De locatie van de grondwaterbuizen en de positie van de PQ's t.o.v. de buizen staat weergegeven op de vegetatiekaarten (Grootjans e.a. 1994). De afmetingen van de PQ's zijn steeds 2 x 2 meter. De PQ-opnamen zijn gemaakt met de decimale schaal van Londo (1975). Ze werden jaarlijks herhaald.

In de Lage Maden werd naast de permanente kwadraten ook een raster uitgezet waarin een aantal aandachtsoorten regelmatig werd opgenomen. Daarbij werden volwassen planten genoteerd alsmede of er van de betreffende soort ook kiemplanten werden aangetroffen.



## 2 Systeembeschrijving

### 2.1 De Wydlannen en de Ule Krite

#### 2.1.1 Algemeen

De Wydlannen en de Ule Krite zijn Blauwgraslandreservaten die zich bevinden in het Natuurreservaat De Alde Feanen rond Earnewoude. De terreinen zijn eigendom van It Fryske Gea. De bodem van de schraallanden bestaat uit klei-op-veen. Plaatselijk is in deze gebieden veen afgegraven waardoor bijv. in de Ule Krite kleine petgaten zijn ontstaan die thans volledige zijn verland met moerasvegetaties waarin bijv. Stijve zegge en Draadzegge aspectbepalende soorten zijn. Van oorsprong liggen de blauwgraslanden in een hydrologisch neutraal gebied, waarin de basenvoorziening wordt geregeld door een evenwicht tussen toestroom van oppervlakte water wat in het verleden vooral grondwaterachtig en schoon is geweest en tevens een geremde afvoer. De geremde afvoer hangt samen met weinig reliëf en de lage ligging ten opzichte van NAP. Dat betekent dat in deze gebieden van oorsprong de schraallanden een redelijke basenvoorziening hebben gekend. Ook thans zien we dit nog terug in het meest van ontwateringmaatregelen geïsoleerde schraallandrestanten zoals de Ule Krite. De schraallanden zullen in het verleden door een betere basenvoorziening soortenrijker zijn geweest dan thans in de Wydlannen het geval is.

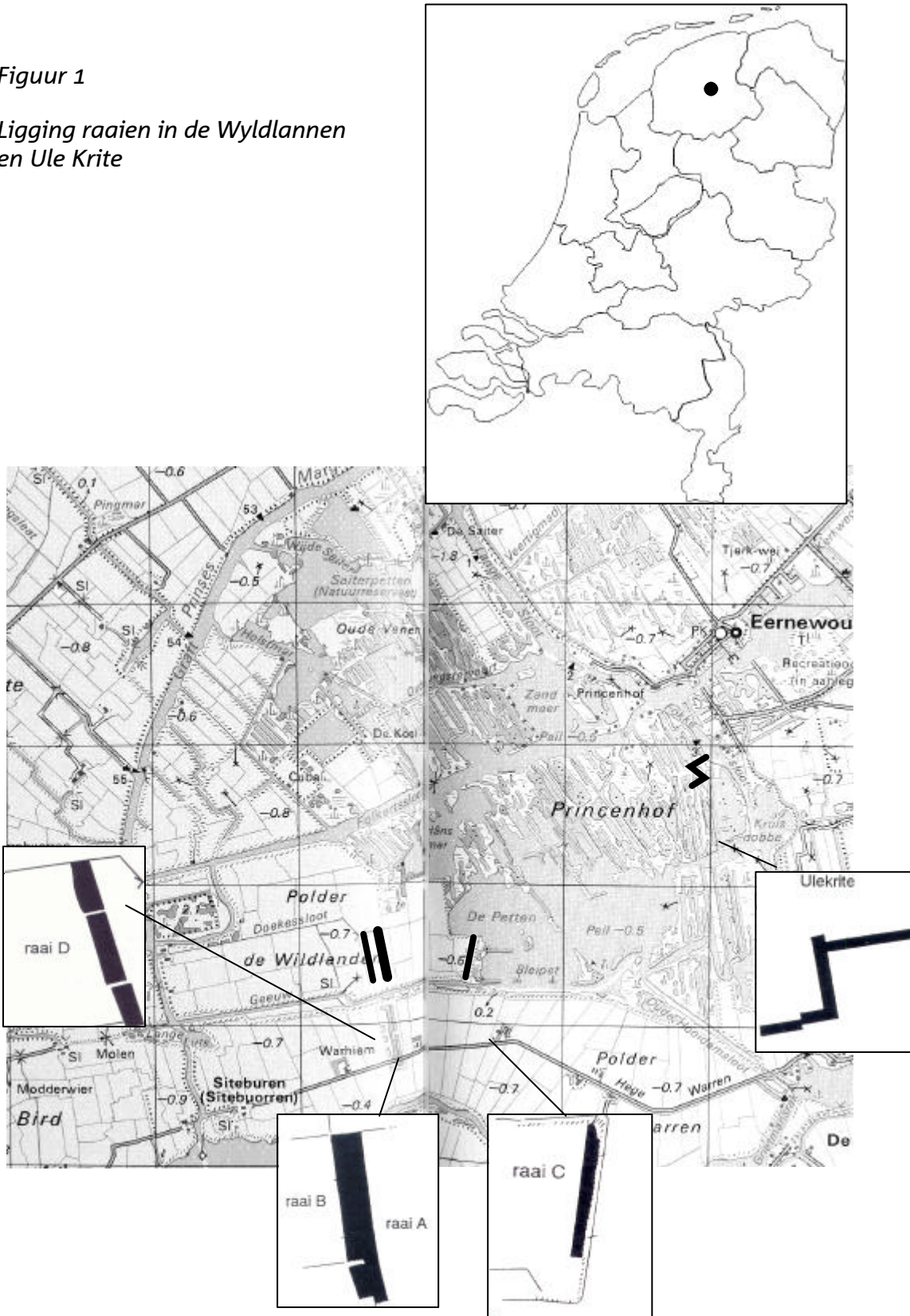
De schraallanden zijn in de tweede helft van de vorige eeuw danig verarmd. Daarin hebben een drietal factoren een belangrijke rol gespeeld:

- eutrofiëring van het oppervlakte water;
- rationalisaties en aanleg van polders met een laag peil in de omgeving;
- peilverlagingen als gevolg van maaiveldddaling door klink in polders.

De vroegere overstromingen met grondwaterachtig boezemwater in de winter werd vervangen door overstroming met neerslagwater en geëutrofiëerd boezemwater. Bovendien veranderde de waterhuishouding van het gebied door instelling van polders in de omgeving en daarmee gepaard gaande peilverlagingen, die mede werden het gevolg zijn van klink. De schraallanden kregen daardoor steeds meer het karakter van waterhorst en infiltratiegebied. De toplaag van de schraallanden is daardoor niet alleen sterk verzuurd (Grootjans e.a. 1994, 1997) maar ook vaak geëutrofiëerd. De Blauwgraslanden in de Wydlannen zijn derhalve sterk gedegradeerd. Karakteristieke soorten als Spaanse ruiter en Blonde zegge namen sterk af terwijl soorten als Rietgras en Oeverzegge toenamen. Midden jaren zeventig hadden de schraallanden vaak een aspect van Rietgras.

Figuur 1

Ligging raaien in de Wyldlannen en Ule Krite



### 2.1.2 Maatregelen

In de Wyldlannen zijn sinds 1986 de slootpeilen verhoogd om de grondwaterstanden op een peil te brengen waarbij regeneratie van de oorspronkelijke boezemblauwgraslanden weer mogelijk werd. De inzijing van zuur regenwater bleef echter hoog omdat het neerslagwater niet afgevoerd kon worden. In het kader van de EGM werd in 1991 in één perceel de zure toplaag afgeplagd. Dit zou moeten leiden tot het boven brengen van een minder basenarme bodem. Bij de maatregelen werd een aantal percelen, waaronder de plagproef, ondiep begreppeld om de afvoer van regenwater mogelijk te maken. Tevens werd een dam opgeworpen om in de winter overstrooming met boezemwater te voorkomen. Ter verdere beperking van peilfluctuaties in de zomer wordt nu via een helofyten-filter voorgezuiverd boezemwater ingelaten in de sloten tussen de percelen. In 1992 werd echter geconstateerd dat het oppervlaktewater dat het helofytenfilter passeerde duidelijk lagere concentraties aan ionen bevatte dan het ingelaten boezemwater. Het oppervlaktewater dat uiteindelijk de plagproef bereikte was zwak gebufferd en had lage calciumgehalten, waardoor de verzurende werking van het neerslagwater maar beperkt kon worden gecompenseerd. In 1993 heeft het helofytenfilter helemaal niet gewerkt. Grote delen van de Wyldlannen waren in het vegetatiesizoen nog zo nat dat geen water kon worden ingelaten. In 1994 zijn maatregelen genomen om ervoor te zorgen dat stagnerend regenwater sneller wordt afgevoerd en dat oppervlaktewater uit het helofytenfilter in het voorjaar de plagproef kan overstromen.

### 2.1.3 Zaadbanken

Zowel in de Wyldlannen als de Ule Krite komt een flink aantal soorten als zaad in de bodem voor (Tabel 2; voor meer details: zie Grootjans e.a. 1995). In de bovenlaag (0 - 10 cm) van de bodem zijn de dichtheden beduidend hoger dan in de onderlaag (10 - 20 cm). De schaarsere soorten komen vaak in het geheel niet in de onderlaag voor. Het gering voorkomen van deze soorten in de onderlaag duidt er op dat er in de onderzochte terreinen geen sprake is van een grote, langlevende, zaadvoorraad. In de Wyldlannen zijn het meest algemeen: Moerasstruisgras, Knolrus (*Juncus bulbosus*) en Biezeknoppen (*Juncus conglomeratus*). In de Ule Krite zijn het meest algemeen: Pitrus/Biezeknoppen, Sterzegge, Moeraswederik (*Lysimachia vulgaris*), Kattestaart (*Lythrum salicaria*) en Knolrus.

In beide terreinen is geen sprake van hoge dichtheden van soorten uit Blauwgraslanden of Kleine zeggengemeenschappen, zeker niet in de onderlaag die na plaggen van belang kan zijn voor de vegetatieontwikkeling. De meeste soorten die met hoge bedekkingen in de vegetatie voorkomen, zijn ook aanwezig in de zaadvoorraad. Soorten met een lage bedekking komen of niet in de zaadvoorraad voor, of in lage dichtheden. Veel soorten komen niet in de vegetatie voor, maar wel in de zaadvoorraad, doch in lage dichtheden. Alleen Knolrus is afwezig in de vegetatie, maar wordt met hoge dichtheden in de zaadvoorraad aangetroffen. Riet en Veenpluis (*Eriophorum angustifolium*) komen wel in de vegetatie voor, maar worden niet in de zaadbank aangetroffen. Het zaad van deze windverspreiders leeft relatief kort en moet elk jaar van elders worden aangevoerd. Riet kan na plaggen ook gemakkelijk via wortelstokken weer uitlopen.

Tabel 1 Zaadvoorraad (gemiddelde van 10 herhalingen) in de Ule Krite en Wyldlannen gemeten op twee diepten in relatie tot de vegetatiesamenstelling in de voorafgaande jaren

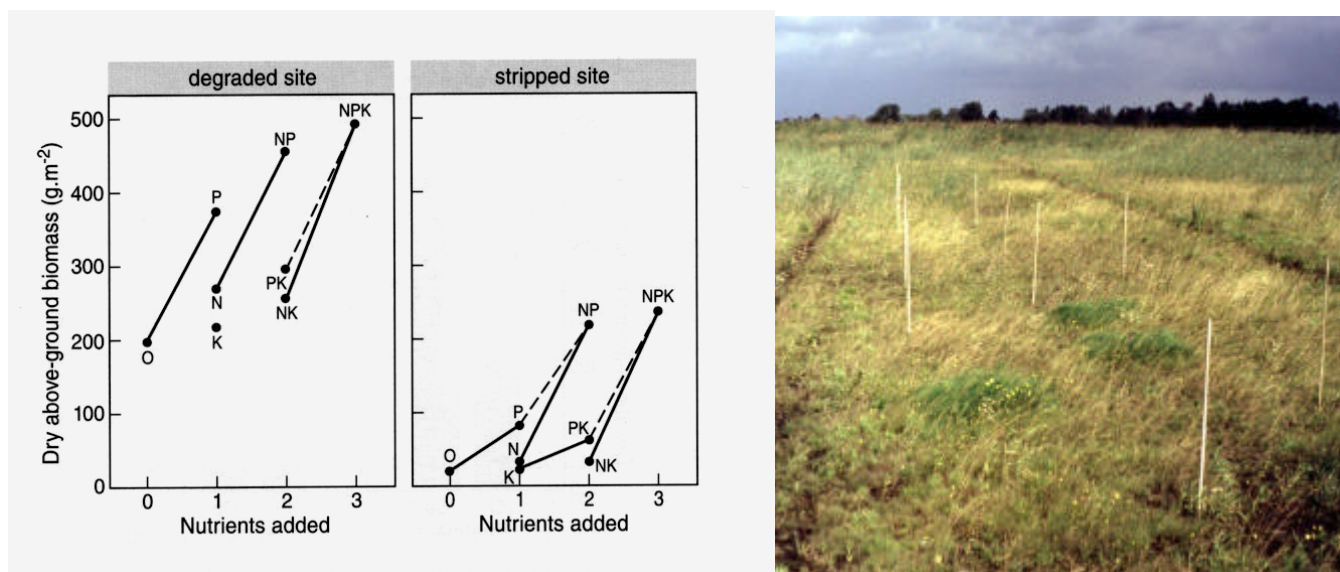
	Ule Krite (referentie)			Wyldlannen Raai A gedegenereerd			Wyldlannen Raai B (geplagd)	
	91-94	94		91-94	94		92-94	96
	vegetatie diepte (cm)	Zaadbank 0-10	10-20	Vegetatie	Zaadbank 01-10	10-20	Vegetatie	Vegetatie
	bedekking			%			%	
Spaanse ruiters	3	0,1	-	+	-	-	-	-
Blonde zegge	1	-	-	-	-	-	-	-
Blauwe zegge	19	1,6	0,2	1	3,3	0,1	2	2
Biezeknoppen/pitrus	2	1597	118	+	25	0,5	-	-
Geelgroene zegge	+	0,7	0,3	+	1,9	0,3	2	4
Draadzegge	5	-	0,1	-	0,1	-	-	-
Sterzegge	13	33	0,7	-	-	-	-	-
Moeraskartelblad	+	-	-	-	0,1	-	-	-
Zwarte zegge	1	4,3	0,6	1	0,3	-	-	3
Moerasstruisgras	3	50	1	29	209	5	12	37
Pijpestrootje	5	0,4	-	28	1,8	-	1	1
Riet	2	-	-	2	-	-	1	1
Veenmos spec.	9	-	-	-	-	-	-	-
Veenpluis	4	-	-	1	-	-	-	-

De zaadvoorraad in Wyldlannen bevat 18 soorten, tegen 36 soorten in de Ule Krite. Met name blauwgraslandsoorten en kleine zeggensoorten ontbreken in de Wyldlannen. De onderlaag komt na het plaggen aan de oppervlakte. In de Wyldlannen komen in deze laag 11 soorten voor, in de Ule Krite 21.

Door het afvoeren van de bovenlaag blijven er slechts zeer lage dichtheden zaden in de bodem achter, een aantal soorten verdwijnt door het plaggen zelfs geheel uit de zaadvoorraad. De soorten die voor het plaggen in de vegetatie voorkomen en ook in de zaadvoorraad aanwezig zijn, in de voormalige onderlaag, komen in het algemeen na het plaggen ook weer in vergelijkbare bedekkingen in de vegetatie voor (tabel 1). Een uitzondering is Biezeknoppen, die wel in de zaadvoorraad van Raai A voorkomt, maar zich niet direct in de plagproef weet te vestigen.

### Nutriëntenbeperking

In 1994 werden in de Wyldlannen twee bemestingsproeven uitgevoerd in de niet geplagde raai A en de geplagde raai B, om vast te stellen hoe de nutriëntenbeperking door het plaggen werd beïnvloed. Uit deze proeven kwam duidelijk naar voren dat het gedegradeerde Blauwgrasland in raai A in eerste instantie door fosfaat werd beperkt en in tweede instantie ook stikstof.

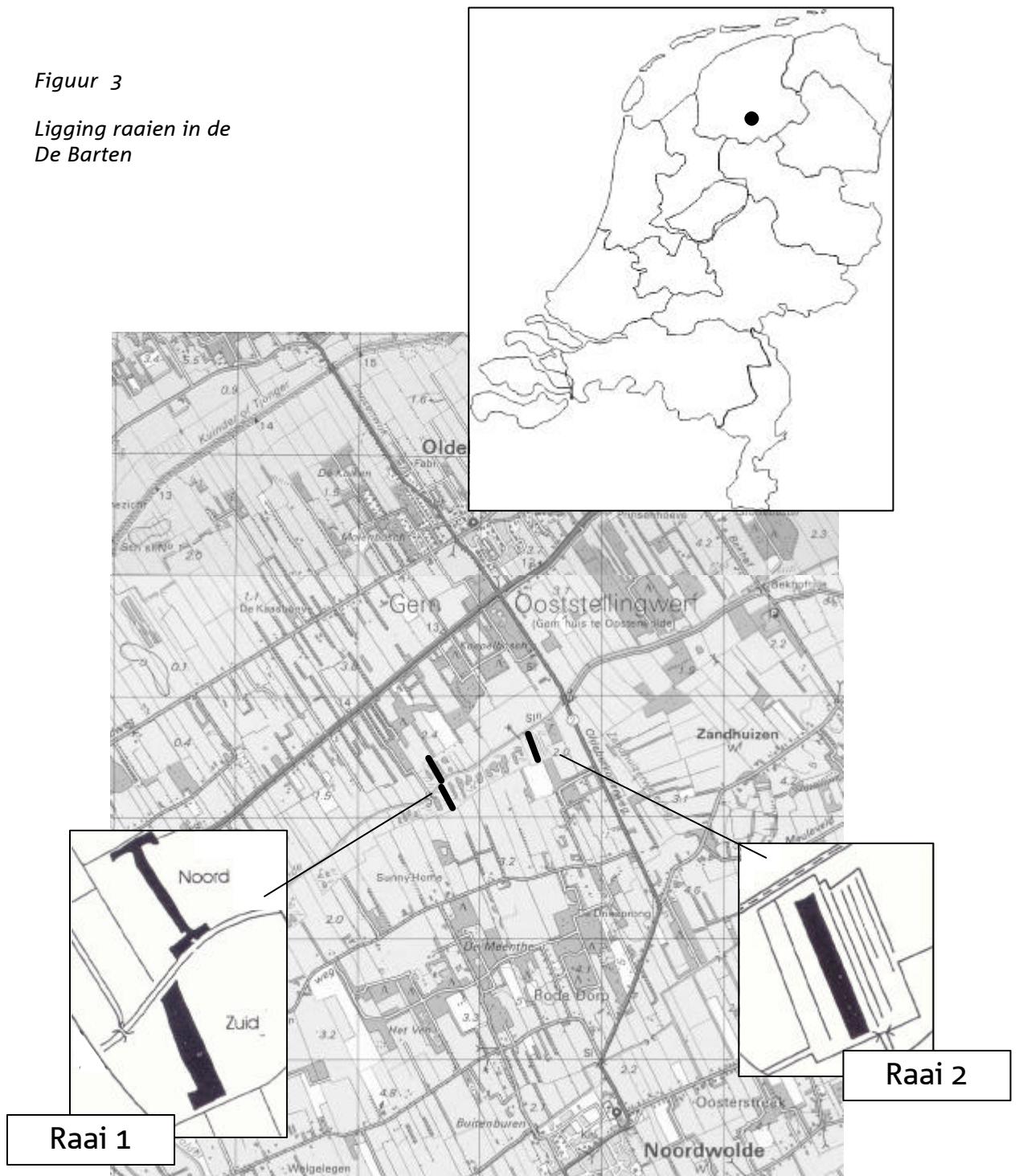


Figuur 2 Het effect van toedienen van fosfaat, stikstof en kalium en hun combinaties op de bovengrondse biomassa van de vegetatie in de niet geplagde en geplagde proefvelden in het Blauwgraslandreservaat De Wydlannen (uit: Van Duren et al. 1998). Op de foto zijn de groene vlakjes van de volledige bemesting (N,P,K) duidelijk waarneembaar.

Na plaggen nam de totale biomassa productie drastisch af, maar fosfaat was nog steeds groeibeperkend, maar in tweede instantie ook sterk stikstof beperkt (zie verder Van Duren e.a. 1998, Grootjans e.a.2000).

*Figuur 3*

*Ligging raaien in de De Barten*



## 2.2 De Barten in de Lindevallei

### 2.2.1 Algemeen

De Barten is een SBB-reservaat dat deel uitmaakt van de Lindevallei (Fig. 3). Het reservaat ligt laag in het landschap (ongeveer 1,0 tot 1,5 + NAP) en wordt gevoed door basenrijk grondwater, vooral afkomstig uit het oostelijk gelegen gebied Zandhuizen (IWACO 1991). Met de hoge basenrijkdom hangt een basenrijke plantengemeenschappen samen zoals trilveen met Ronde zegge. De bodem bestaat uit veen zonder kleidek. De invloed van de parallel aan de Linde lopende zandruggen (lokaal tot subregionale systemen) is zeer groot. Waarschijnlijk doen ook meer regionaal werkende hydrologische factoren een negatieve invloed gelden op dit beekdalreservaat. Zo zijn de stijghoogten van het regionale grondwater afgenomen door een reeks van oorzaken (landbouwontwateringen, grondwateronttrekkingen, beregening etc.), die hier niet verder zullen worden beschouwd (zie Schotsman 1988).

Als beek bestaat De Linde niet meer. Het reservaat wordt nu doorsneden door een kanaal "de Linde". Al in 1985 werden door Jalink (1987) ernstige verdrogingsverschijnselen geconstateerd in een aantal zuidelijk van de Linde gelegen percelen. Dit werd veroorzaakt door lage standen in de Linde en de ontwateringsloten in de aangrenzende landbouwgebieden.

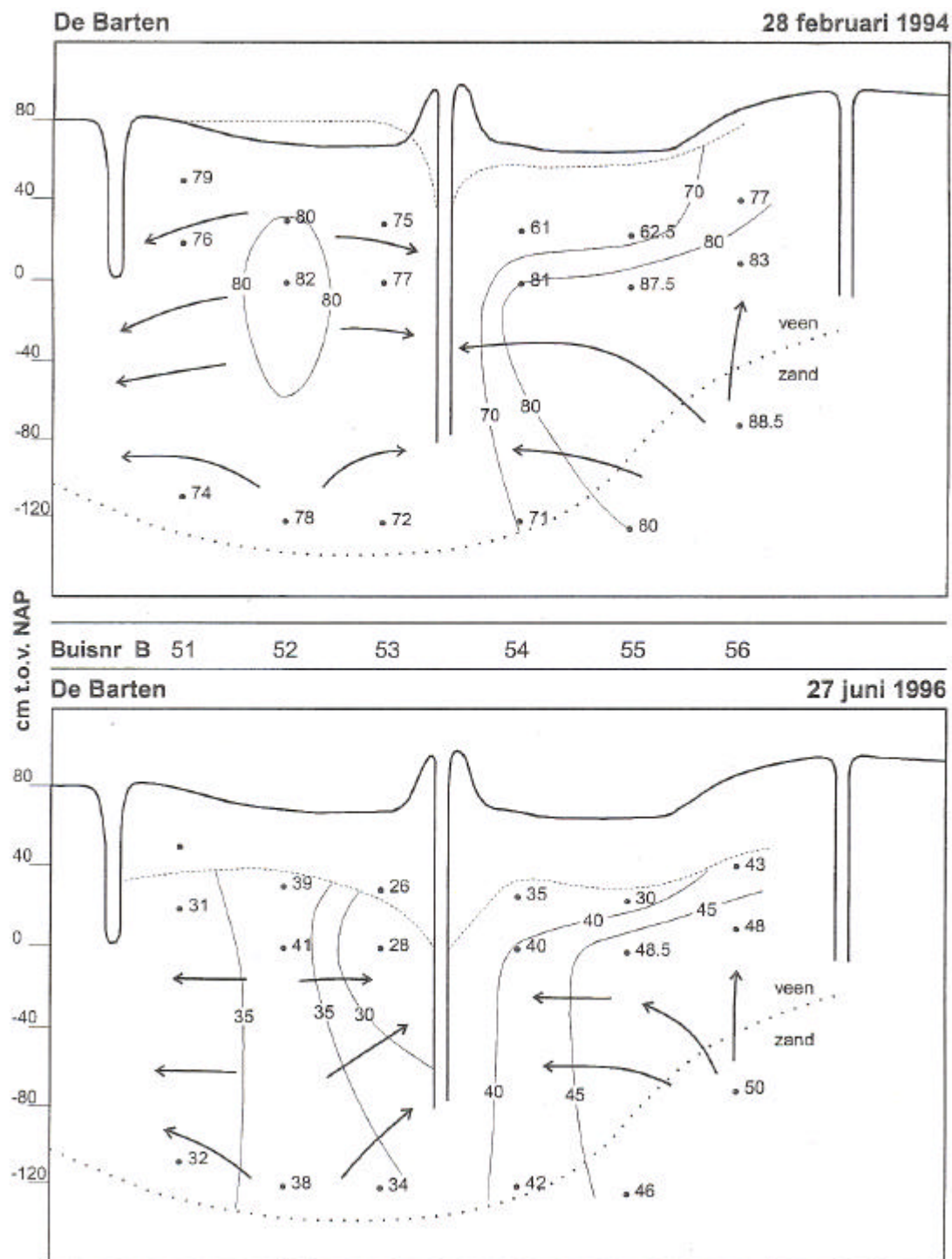
### 2.2.2 Maatregelen

Maatregelen die in het kader van EGM werden uitgevoerd bestonden uit het plaggen van eutrofe vervangingsgemeenschappen, alsmede het uitvoeren van een aantal hydrologische ingrepen. In 1990/1991 werden allereerst veel sloten gedempt of op een hoger peil gebracht. Aan de zuidzijde van het reservaat werd een weerstandsbiedend schot aangebracht om ontwatering vanuit het aangrenzende landbouwgebied tegen te gaan. Na uitvoering van de maatregelen zijn de grondwaterstanden in het reservaat met name in de winterperiode aanmerkelijk gestegen.

Het plaggen werd uitgevoerd in 1991, zowel in de noordelijke raai 1, in een zone waarin een pad bestond met een ruige vegetatie. Deels is ook een deel van het belendende bos gekapt. In het zuidelijke deel van raai 1 bestond de oorspronkelijke vegetatie voor het plaggen uit Dotterbloemvegetaties (zie Grootjans et al., 1994). In 1993 werd een nieuw perceel geplagd in het ZO-deel van het reservaat (raai 2). De veranderingen hierin werden van 1994-1999 gevolgd. Hierover is verslag gedaan door Grootjans e.a. (2000).

### 2.2.3 Hydrologie

Uit de verschillen in grondwaterpotentialen tijdens een zeer natte en een zeer droge periode kan men afleiden dat de Linde zelf vooral in de zomer sterk drainerend werkt op de naastliggende percelen (Fig. 4). Dit is vooral duidelijk in de noordelijke raai. Ook naar het noordelijk gelegen landbouwgebied vindt vermoedelijk wegzijging van grondwater plaats. Het kwelscherm aan de zuidzijde werkt kennelijk goed. Er is heel weinig invloed van de zuidelijke ontwateringssloot te bespeuren.



**Figuur 4** De Barten. Grondwaterpotentialen gemeten in grondwaterbuizen in een raai loodrecht op de Linde.

Een analyse van de grondwaterstandsmetingen liet zien dat sinds 1994 de overstromingsduur afnam. Dit was deels een gevolg van aanpassingen in de afwatering, maar waarschijnlijk grotendeels een gevolg van weersomstandigheden. Met name het jaar 1996 was relatief droog. De overstromingsduur is in ieder geval afgenomen van ca. 250 dagen naar ca. 120 dagen. In 1997 zakt deze op drie van de zes locaties nog verder weg, naar zo'n 30 dagen. Vervolgens herstelt de overstromingsduur zich in 1998 en 1999 weer naar 200-250 dagen. Daarna zijn geen waterstandsmetingen meer uitgewerkt.

Uit analyses van het grondwater in het profiel (Grootjans e.a. 1996) in de periode 1992-1996 en ook uit analyses van bodemvocht in 1998 en 1999 (Kemmers e.a. 2000) komt naar voren dat de pH in de plagproeven doorgaans goed gebufferd is, door toestroming van baserijk grondwater, maar dat in het najaar en soms in de zomer een sterke bijmenging met neerslagwater plaatsvindt.

## 2.3 De Lage Maden

### 2.3.1 Algemeen

Het proefproject in de Lage Maden is gelegen in het middenstroomse deel van het Drentse A gebied, nabij Loon (Fig. 5). Dit type middenloop wordt gevoed door een sterke kwel van relatief baserijk grondwater afkomstig uit de diepere watervoerende pakketten (Everts & De Vries 1991) en wordt gekenmerkt door Dotterbloemgemeenschappen (*Senecioni-Brometum*, *Scirpetum sylvatici*) en gemeenschappen van het *Caricion nigrae*. Deze gemeenschappen geven tevens het beeld van de ontwikkelingsmogelijkheden van de Lage Maden. Hoewel de kwel thans nog steeds intensief is, hebben er zich de afgelopen decennia onder invloed van grondwaterwinning toch veranderingen voorgedaan, waarbij de baserijke kwel, afkomstig vanaf het diepere regionale systeem, in invloed achteruit is gegaan ten gunste van de ondiepere systemen. Recente maatregelen vanaf 2000, zoals het dempen van sloten in de direct aangrenzende infiltratiegebieden dragen er tevens toe bij dat de kwel vanuit de ondiepere systemen worden versterkt.

Dankzij deze veranderingen biedt de huidige hydrologische situatie (sterke kwel) een goede uitgangssituatie voor herstel van de bloemrijke hooilanden. Begin tachtiger jaren bestond het gebied voornamelijk uit voedselrijke Witbolgraslanden (Everts e.a.1984). Dit hing enerzijds samen met de ontwateringsmaatregelen (veel diepe sloten in het reservaat) en anderzijds met het vroegere landbouwkundig gebruik. Verschrallend beheer sinds de tachtiger jaren leidde aanvankelijk tot fragmentaire vormen van Dotterbloemgemeenschappen (Jongman 1996). De uitgevoerde maatregelen (plaggen en het verondiepen van de sloten in het reservaat) hebben tot doel de verschraling en vernatting een impuls te geven waarmee de ontwikkeling van goed ontwikkelde beekdalvegetaties mogelijk wordt.

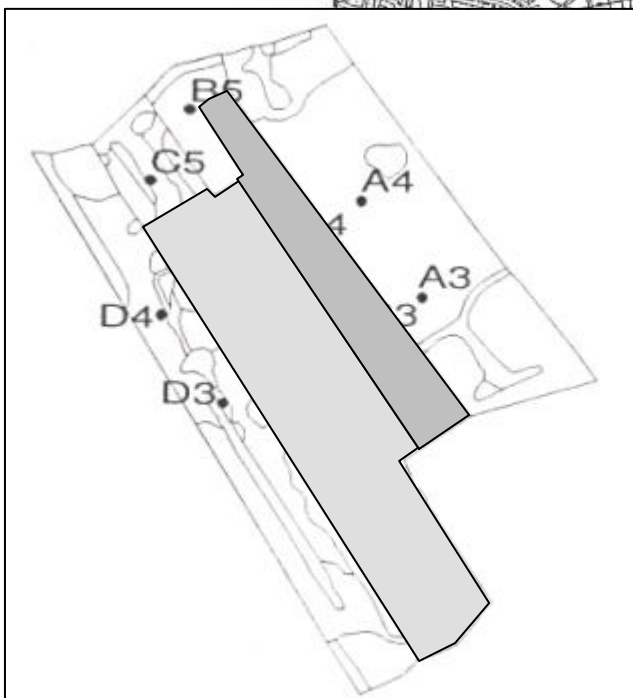
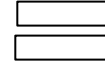


Figuur 5  
 Ligging Lage maden. In het object zijn een 12 tal locaties met steeds 2 pq's.

A3,4, B5, C5, D4,5: referenties

C1,2,3: plagproef 20 cm

B3, B4: plagproef 40 cm



De plagproef ligt geheel binnen de invloedssfeer van matig kalkrijk grondwater uit diepere watervoerende pakketten. Het is nog onduidelijk uit welk watervoerende pakket dit water afkomstig is. Ten oosten van de locatie bevindt zich een kwelzone die gevoed wordt met ondiep grondwater uit het Balloërveld systeem. Dit water is afkomstig uit het uitgestrekte heidegebied tussen de twee beekdalen van het Loonerdiep en het Rolderdiep. Tussen de beide kwelzones is een duidelijk contactzone van relatief ionenarm grondwater aanwezig waar de Veldrus (*Juncus acutiflorus*) en Kleine zeggengemeenschappen hun optimum hebben. De veengronden in het onderzoeksgebied zijn veelal sterk verdroogd. Goed ontwikkelde graslandvegetaties komen slechts voor in de onmiddellijke omgeving van de beek of rond kwelplekken. Deze verdroging wordt slechts gedeeltelijk veroorzaakt door de diepe ontwateringsloten die in het gebied zelf liggen. Er gaat een verdrogende invloed uit van de ruilverkaveling op de hogere gronden (zie Schipper en Streefkerk, 1993) en van de waterwinning bij Assen. Er is een achteruitgang van Dotterbloemgemeenschappen in reservaatgedeelten opgetreden die al meer dan 30 jaar een verschalend beheer kennen.

De beginsituatie van deze verdroogde veengronden is vastgelegd middels een vegetatiekartering, het vaststellen van de veraardingsdiepte en het inmeten van de hoogteverschillen. Het bleek dat de bodem bovenin volledig veraard was, tot op zo'n 20 cm diepte, waarna nog een laag sterk veraard veen werd aangetroffen. Deze laag was over het algemeen niet dik, maar varieerde plaatselijk sterk, van 0 tot meer dan 50 cm (zie Grootjans et al. 1997).

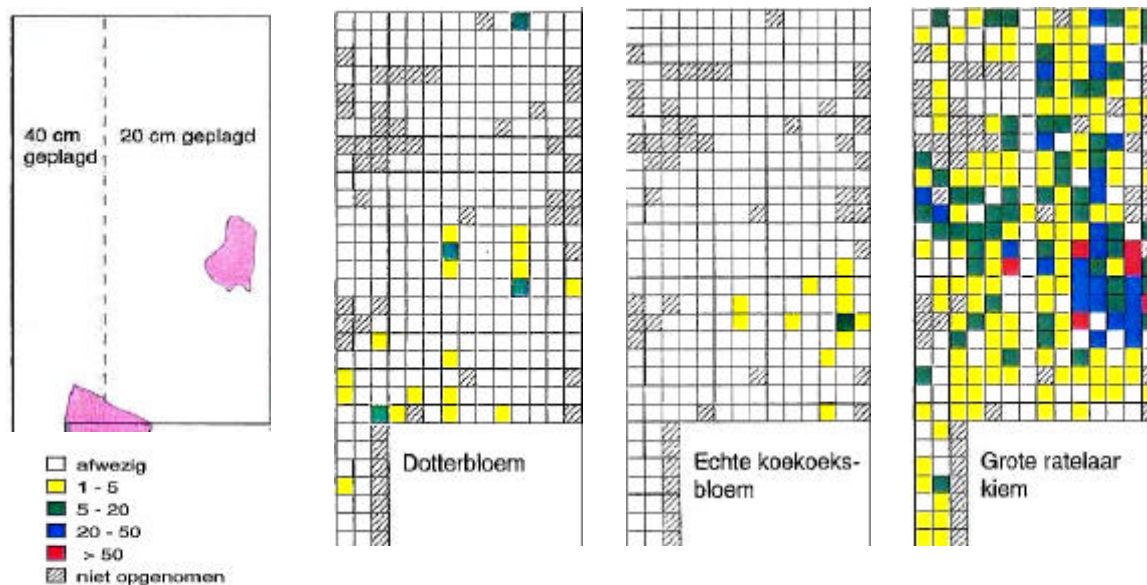
Het plaggen van de ingedroogde toplaag en het dempen van de diepe ontwateringsloten is in de herfst en winter van 1995 uitgevoerd. Het project werd nogal vertraagd vanwege allerlei administratieve obstakels (vergunningen). Vanaf 2001 is het proefgebied ieder jaar gemaaid, met uitzondering van een klein deel vlak bij de beek, dat te nat is om te maaien en waar zich inmiddels een 3 m hoog Elzenbos heeft ontwikkeld.

### **2.3.2 Maatregelen**

Op grond van de gegevens van hoogte, veraarding, waterkwaliteit en aanwezige vegetatie werd voorgesteld het grootste deel van het perceel tot 20 cm af te plaggen. Op één strook is als experiment 40 cm afgeplagd (fig. 5). Daarnaast zijn sloten gedempt om de grondwaterstand in het perceel te verhogen.

### **2.3.3 Zaadbank**

In 1996, dus het vegetatiezeizoen onmiddellijk na het plaggen in het najaar van 1995, werden door Spoelstra (1997) in het plagexperiment volwassen individuen en kiemplanten genoteerd in een grid van 5 x 5 meter over de plagproef.



*Figuur 6 Het voorkomen van volwassen planten van Dotterbloem, Echte koekoeksbloem en Grote ratelaar in een grid van 5 x 5 meter, gelegen over de plagproef de Lage Maden in 1996. In 1995 was de toplaag verwijderd (20cm resp. 40 cm diep). In paars staat aangegeven waar het gebied met een goed ontwikkeld Dotterbloemhooiland heeft gestaan in 1995 (uit Spoelstra 1997).*

De kiemplanten van de Grote ratelaar komen over het hele veld voor, hoewel ze hun grootste dichtheid hebben op de plek waar voor het plaggen een goed ontwikkelde Dotterbloemvegetatie stond (Fig. 6). Hetzelfde geldt in veel mindere mate voor de volwassen exemplaren van Dotterbloem, die overduidelijk tijdens het plaggen verplaatst zijn en weer opnieuw zijn uitgelopen. Dotterbloemen kunnen niet in 1 jaar de grootte bereiken die ze in 1996 hadden. Volwassen planten van de Echte Koekoeksbloem werden ook aangetroffen dichtbij de plaats waar voor het plaggen een Dotterbloemvegetatie stond.

#### **Watersamenstelling van het grondwater en het bodemvocht in 1996**

In het jaar na plaggen werd door Spoelstra (1997) ook de samenstelling van het grondwater en van het bodemvocht bepaald.

##### *Grondwatersamenstelling*

De grondwatersamenstelling van het grondwater in de plagproef zelf: in mei 1995 zijn in de nog ongeplagde onderzoeksgebied grondwatermonsters genomen uit filters op verschillende diepten (30,60 en 150m -mv.) Deze gegevens staan in Grootjans e.a. 1995. In 1996 zijn tweemaal grondwatermonsters geanalyseerd, zowel in geplagde gedeelten als in niet geplagde gedeelten (Spoelstra 1997). Gedurende het vegetatiesizoen 1996 was het zo droog dat, met uitzondering van een 40cm diep geplagde plek, de ondiepe filters (30cm) geen water leverden.

Tabel 2a Ionen samenstelling van het grondwater op een diepte van 90 en 150 cm beneden het maaiveld van de plagproeven en hun referenties in de Lage Maden

		B4		C3		A4		A3	
		GEPLAGD (40cm) NAT		GEPLAGD (20cm) DROOG		ONGEPLAGD NAT		ONGEPLAGD DROOG	
		FILTER		FILTER		FILTER		FILTER	
	DATUM	90	150	90	150	90	150	90	150
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> mg/l	22/7	9,6	12,1	5,0	-	-	-	12,5	-
	23/9	11,2	13,0	6,9	3,6	3,0	17,0	19,1	4,6
Ca <sup>2+</sup> mg/l	22/7	30,1	31,3	54,6	44,5	-	38,9	68,1	50,7
	23/9	34,4	36,0	52,6	47,0	29,9	43,7	65,9	49,5
Cl <sup>-</sup> mg/l	22/7	-	-	-	-	-	-	-	-
	23/9	10,6	11,4	12,5	11,5	18,4	16,1	11,4	18,4

Tabel 2a laat zien dat het grondwater in het onderzoeksgebied matig kalkrijk is; op een diepte van 150cm -mv varieert het calcium gehalte tussen ca. 30-50 mg/l. Iets hoger in het profiel kunnen de waarden in de wat drogere gebieden oplopen tot 50-70 mg/l. Het grondwater is dieper dan een meter overal vrij sterk gereduceerd; de sulfaatwaarden zijn nooit hoger dan 20mg/l. De chloride waarden variëren tussen de 10 en 20 mg/l; dit zijn waarden die kenmerkend zijn voor schoon grondwater in deze regio (Grootjans e.a. 1987)

#### Ionensamenstelling van het bodemvocht

De ionensamenstelling van het bodemvocht is in 1996 vier keer gemeten (Spoelstra 1997). Uit die metingen blijkt dat in de recent geplagde stukken een intensieve stikstofmineralisatie plaats vond (Tabel 2b). In het bodemvocht van de toplaag werden extreem hoge concentraties nitraat aangetroffen, met name in de ondiep geplagde stukken (20cm) die niet vernat werden. Ook in de vernatte en dieper (40cm) geplagde delen werden in Mei vrij hoge nitraat gehalten aangetroffen. In de natte delen van de plagproef ging een hoog nitraatgehalte samen met verhoogde sulfaat en Calciumgehalten in het bodemvocht. Ook in de niet geplagde droge delen worden hoge concentraties nitraat en sulfaat in het bodemvocht gevonden, met name gedurende de zomer. De extreem hoge nitraat-waarden die in mei in de plagproef werden gemeten hangen gedeeltelijk met de weersomstandigheden tijdens de monsterperiode samen: na een langdurig droge periode begon het de nacht voor de monsternamen intensief te regenen waardoor de nitraat die gedurende de droge tijd was gevormd ineens in het bodemvocht terecht kwam. Duidelijk is ook dat de chloride gehalten in het bodemvocht van de geplagde delen veel hoger zijn dan in de niet geplagde delen. Dit is met name in Mei en Juni het geval. Kennelijk vindt er in de plagproeven tijdens een droge periode een veel sterkere indamping plaats dan in de nog begroeide percelen.

Tabel 2b Ionen samenstelling van het bodemvocht in de Lage Maden

		A	B	C	D	E
		GEPLAGD (40cm) NAT	GEPLAGD (40cm) VOCHTIG	GEPLAGD (20cm) DROOG	ONGEPLAGD NAT	ONGEPLAGD DROOG
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	22/5	39,2 (59,3)	1,0 (0,2)	184,7 (150,6)	0,0 (0,2)	1,0 (0,2)
	24/6	0,1 (0,1)	7,9 (2,8)	49,3	0,1 (0,0)	23,4 (14,8)
	22/7	0,1 (0,1)	0,9 (0,2)	-	0,1 (0,0)	57,3 (36,2)
	23/9	0,2 (0,1)	0,9 (0,6)	107,0 (53,9)	0,3 (0,1)	5,0 (1,9)
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	22/5	0,5 (0,3)	0,3 (0,5)	0,5 (0,3)	0,1 (0,0)	0,4 (0,4)
	24/6	0,4 (0,3)	0,0 (0,0)	0,4 (0,3)	0,1 (0,0)	0,0 (0,0)
	22/7	0,1 (0,0)	0,1 (0,0)	0,1 (0,0)	0,1 (0,0)	0,1 (0,0)
	23/9	0,1 (0,0)	0,2 (0,1)	0,1 (0,0)	0,1 (0,0)	0,2 (0,0)
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> mg/l	22/5	64,0 (65,3)	14,4 (2,7)	25,1 (7,0)	17,4 (10,1)	37,7 (33,7)
	24/6	46,9 (9,4)	13,4 (2,6)	-	29,8 (16,7)	45,5
	22/7	30,3 (6,5)	17,5 (4,1)	41,2	55,7 (30,1)	66,9 (24,1)
	23/9	19,6 (9,0)	17,5 (2,9)	41,6 (22,2)	41,3 (14,5)	71,5 (7,0)
Ca <sup>2+</sup> mg/l	22/5	137,9 (93,3)	69,8 (41,7)	65,3 (42,3)	18,7 (3,1)	58,8 (2,4)
	24/6	29,7 (7,4)	20,7 (2,4)	29,2	13,4 (4,2)	24,0 (10,5)
	22/7	37,5 (7,2)	36,8 (7,1)	-	32,1 (17,2)	62,6 (13,6)
	23/9	25,6 (5,4)	46,6 (6,4)	78,5 (5,4)	64,2 (26,3)	53,6 (9,0)
Cl <sup>-</sup> mg/l	22/5	55,1 (54)	46,8 (33,2)	31,3 (5,8)	4,1 (1,6)	8,6 (0,4)
	24/6	48,7 (17,7)	22,7 (5,0)	-	7,6 (2,7)	9,4
	22/7	-	-	-	-	-
	23/9	19,1 (3,2)	29,3 (1,6)	19,6 (9,0)	10,0 (2,4)	25,2 (3,3)

In het voorjaar bevat het bodemvocht van de meest natte en diep geplagde delen (40cm) hoge sulfaat gehalten. In de loop van het seizoen nemen de sulfaatgehaltenes weer af tot ze waarden bereiken die ook in het grondwater voorkomen. Waarschijnlijk zijn door het plaggen lagen aangesneden die relatief veel sulfiden bevatten. In het droge voorjaar werden deze sulfiden meteen geoxideerd. In de drogere delen waren kennelijk in het voorjaar geen sulfiden voor oxidatie voorhanden. In de ongeplagde relatief droge graslanden nemen de sulfaatgehaltenes in het bodemvocht in de loop van het seizoen toe. Dit gaat zeker op de relatief natte plaatsen gepaard met verhoogde calcium gehalten. Deze verhoogde calciumwaarden zijn waarschijnlijk het gevolg van verzurende processen in de toplaag; nitrificatie en sulfide oxidatie. Bij beide processen komen protonen vrij die calcium van het uitwisselingscomplex kunnen verdringen (De Graaf e.a. 1994). Hierdoor stijgt de calciumconcentratie in het bodemvocht (De Graaf e.a. 1994). Deze verhoogde calcium waarden werden zowel op natte als op droge plaatsen waargenomen en ook in ongeplagde, droge graslanden. In de geplagde delen zijn de waarden vermoedelijk ook door indampingseffecten verhoogd.

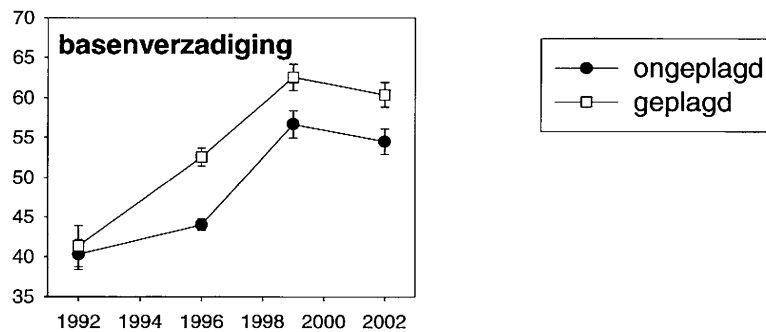
## 3 Resultaten

### 3.1 Bodem

#### 3.1.1 De Wyldlannen

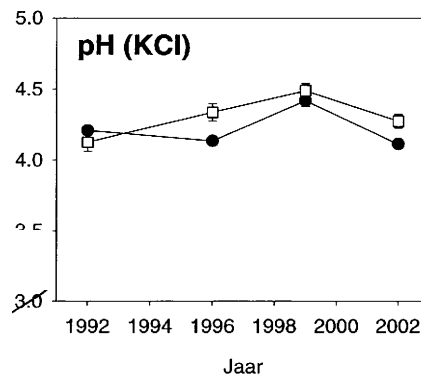
##### Basenverzadiging en pH

De basenverzadiging laat tussen 1992 en 1999 een significante stijging zien, zowel in de geplagde als in de ongeplagde stukken (fig. 7). Na 1999 daalt de basenverzadiging weer gering.



Figuur 7. Verloop van de basenverzadiging in de geplagde en ongeplagde proefvlakken in de Wyldlannen tussen 1992 en 2002.

De basenverzadiging in de geplagde stukken is na 1996 significant hoger dan in de ongeplagde stukken, maar volgt het patroon van de ongeplagde bodem vrij precies. Deze gegevens wijzen erop dat de basenverzadiging zich als gevolg van de overstromingen met schoon oppervlaktewater zich enigszins hersteld heeft en dat plagen een extra verbetering geeft.



Figuur 8 Verloop van de pH (KCl) in de geplagde en ongeplagde proefvlakken in de Wyldlannen tussen 1992 en 2002.

De pH gegevens laten echter een ander beeld zien. Aanvankelijk trad, met name in de geplagde deel een geringe stijging op (van 4.2 naar 4.4), maar in 2002 was de pH in de plagproef weer op het niveau van 1994 en in het ongeplagde deel zelfs lager dan in 1991. De pH is echter niet in het veld gemeten. De monsters hebben langere tijd aan de lucht bloot gestaan. Het is mogelijk dat in aanwezigheid van pyriet deze monsters weer verzuurd zijn, als gevolg van pyriet-oxidatie.

Tabel 3 pH en sulfaat gehalte in het bodemvocht gemeten in het seizoen van 1999 in de ongeplagde delen van de Wyldlannen, Ule Krite (Refer.) en de Barten (Kemmers & van Delft 2002).

pH in soil water							
1999	Wyld	Wyld	Refer.	Refer.	Barten	Barten	
depth	10	25	15	25	5	20	
Jan			6.6	6.3	6.7	7.1	
Febr					7.2	7	
April	6.3	6.4	6.5	6.8	7	7.1	
May					6.7	7	
June			6.3	6.6	6.6	6.9	
July			6.3	6.8	5.8	6.9	
Sept		6.2	6.3	6.7	5.7	6.6	
Oct	4.9	5.3	5.4	5.6	5.7	6.7	

SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> in soil water (mg/l)							
1999	Wyld	Wyld	Refer.	Refer.	Barten	Barten	
depth	10	25	15	25	5	20	
Jan			40.9	32.3	9.6	8.5	
Febr					7.5	8.6	
April	54.9	101.1	69.3	57.4	6.7	8.5	
May					8.5	8	
June		73.3	49.2		13.8	11.6	
July					4.5	9.7	
Sept		436			62.4		
Oct	294	501	173.5	271.1	14.3	20.1	

Uit metingen van Kemmers & van Delft (2002) in het bodemvocht in het ongeplagde proefvlak in de Wyldlannen blijkt dat de pH na de zomer sterk afneemt, zowel op 10 cm diepte als op 25 cm diepte (tabel 3). In de goed ontwikkelde Blauwgrasland referentie (Ule Krite) en in het goed ontwikkelde Dotterbloemhooiland. In de Barten is deze daling na de zomer veel minder. De daling van de pH in de Wyldlannen gaat gepaard met een sterke stijging van het sulfaatgehalte in het bodemvocht. Dit wijst op het optreden van pyriet-oxidatie in het grootste deel van de wortelzone.

### Nutriëntgehaltenes

Het plagen heeft een geringe verlaging van het totale stikstof gehalte (N-Tot) tot gevolg gehad. In de tijd gezien zijn de N-gehaltenes niet significant veranderd sinds 1991.

#### 3.1.2 De Barten

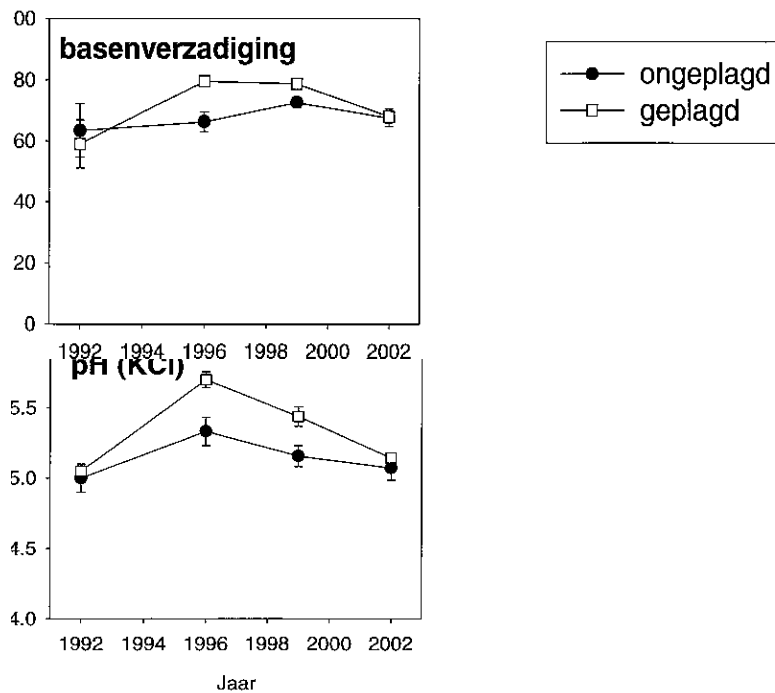
##### Basenverzadiging en pH

De basenverzadiging in het geplagde deel steeg tussen 1992 en 1996 van ca. 60% tot meer dan 80%. Daarna trad weer een daling in, zodat in 2002 er geen verschillen meer waren met het niet geplagde proefvlak, ook niet met de beginsituatie. De basenverzadiging was echter in 1992 al rond de 60%. Van verzuring is eigenlijk nooit sprake geweest.

De pH volgt het patroon van de basenverzadiging; aanvankelijk een stijging in 1996, vooral in het geplagde vlak, gevolg door een afname. In 2002 is geen significant verschil meer aanwezig met het ongeplagde proefvlak en de pH blijft op een niveau van ca. 5 hangen.

##### Nutriëntgehaltenes

Het plagen heeft een geringe verlaging van het totale stikstof gehalte (N-Tot) tot gevolg gehad. In de tijd gezien zijn de N-gehaltenes niet significant veranderd sinds 1991.



Figuur 9 Het verloop van de basenverzadiging en de pH (KCl) in de geplagde en ongeplagde proefvlakken in de Barten tussen 1992 en 2002.

### 3.1.3 De Lage Maden (Drentse Aa)

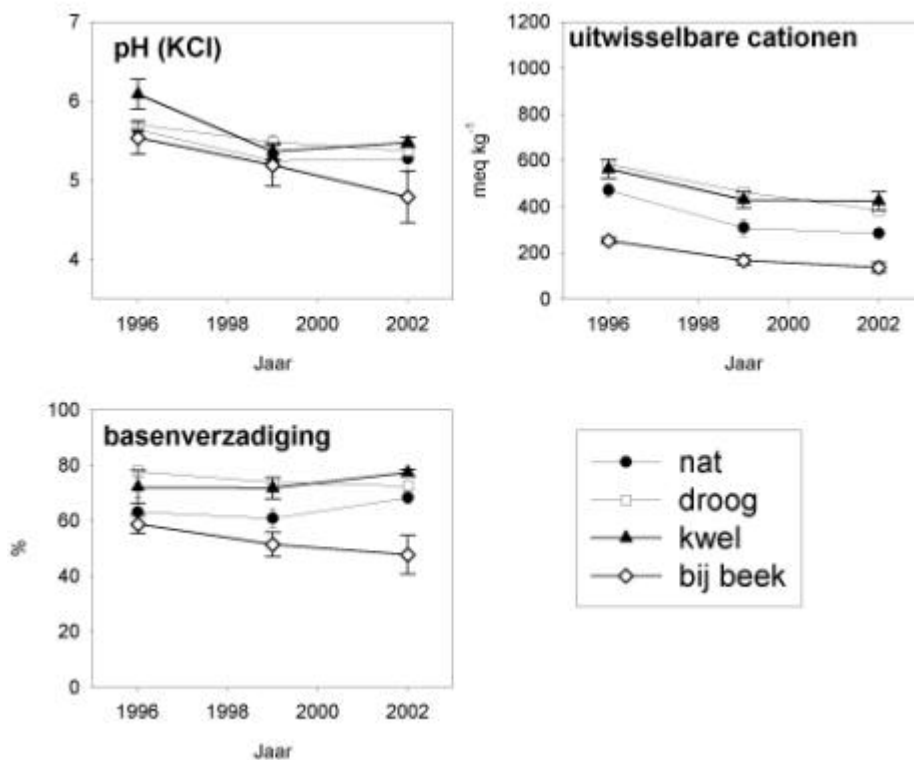
#### Basenverzadiging en pH

##### *Ongeplagde delen*

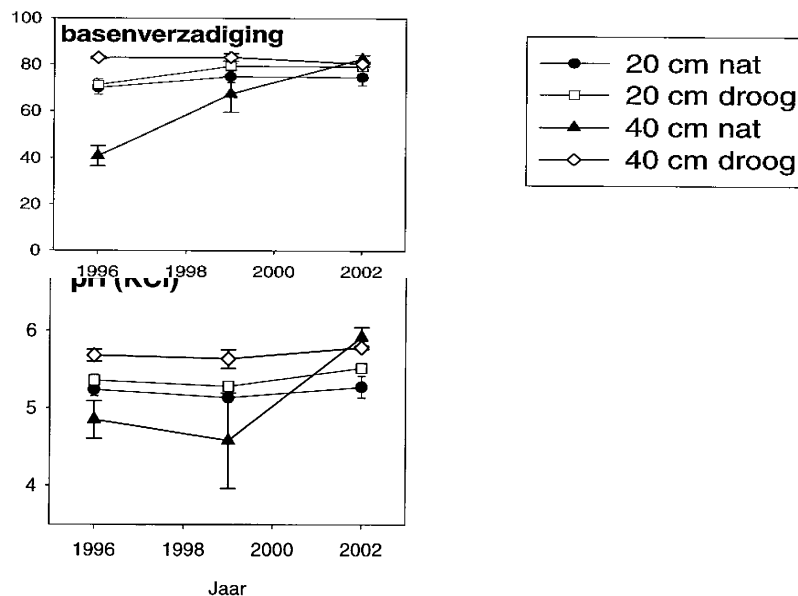
In de meetpunten in de niet geplagde delen blijft de basenverzadiging vrij constant. Er zijn geen significante verschillen aanwijsbaar. De basenverzadiging is ten opzichte van 1996 wel gedaald, evenals de pH in de kwel beïnvloede plek.

##### *Geplagde delen*

De basenverzadiging veranderde in de meeste meetlocaties niet tussen 1996 en 2002. Alleen was er een verrassend herstel te zien van de basenverzadiging in de het natte deel van de diep geplagde plagexperiment. Binnen 6 jaar tijd was de basenverzadiging hier op hetzelfde hoge niveau (> 70%) als al de andere plekken.



Figuur 10 Het verloop van de pH, uitwisselbare cationen en basenverzadiging in de niet geplagde delen in de Lage Maden tussen 1996 en 2002.



Figuur 11 Het verloop van de basenverzadiging en de pH (KCl) in de ondiep (20 cm) en diep geplagde (40cm) geplagde delen van de Lage maden tussen 1996 en 2002.

Het verloop van de pH (KCl) is goed te begrijpen uit het verloop van de basenverzadiging. In de ondiep geplagde stukken en de droge delen van de diep geplagde delen zijn geen significante verschillen in de tijd te zien. De natte delen van de ondiep geplagde delen hebben steeds een hogere pH dan de andere plekken. De natte delen van het diep geplagde stuk beginnen met een zeer lage pH van minder dan 5. In 1999 zien we een

gemiddeld nog lagere pH, maar met een zeer grote spreiding. In 2002 is de pH gestegen tot ongeveer 6, met een zeer kleine spreiding.

Deze drastische verandering is goed te begrijpen uit de verandering in basenverzadiging in relatie tot aanwezigheid van pyriet. Kennelijk werd in het natte deel van de diep geplagde delen pyriet aangesneden. Bij blootstelling aan de lucht treedt een sterke verzuring op die aanleiding gaf tot een lage basenverzadiging en een lage pH. Onder natte omstandigheden, zoals in 2002 treedt die oxidatie niet op en wordt de nog aanwezige sulfaat weer gereduceerd, hetgeen een verhoging van de pH tot gevolg heeft. Ook het aanwezige (kalkarme) grondwater zorgt voor een goede buffering. De pH wordt dan op een niveau van 6 gebufferd en de basenverzadiging is bijna 80%.

#### Pyriet-, Stikstof- en Fosfaatgehalten

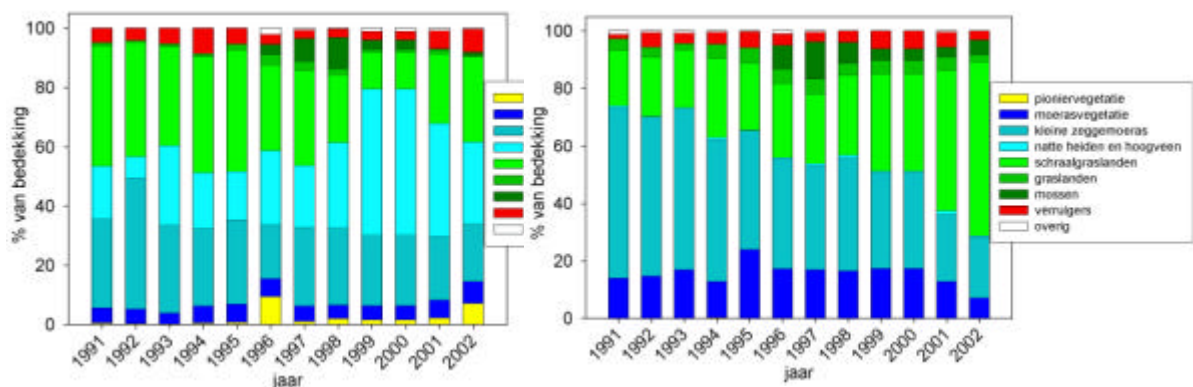
In de Lage Maden leidt plaggen tot een hoger gehalte aan stikstof in de bodem, kennelijk omdat een laag wordt aangesneden met minder minerale bestanddelen. De totaal-fosfaatgehalten nemen echter drastisch af, vooral op grotere diepten (Tabel 4). Uit de tabel komt duidelijk naar voren dat in het ondiep geplagde deel op 5-15 cm pyriet wordt aangetroffen. Dit is dus op 25-40cm van de oorspronkelijke diepte voor het plaggen. In het niet geplagde perceel wordt eveneens pyriet aangetroffen op een diepte van 9-43cm.

Tabel 4 Organische stof, Stikstof-, Fosfaat- en Pyrietgehalten in verschillende lagen van geplagde en ongeplagde stukken van de Lage Maden.

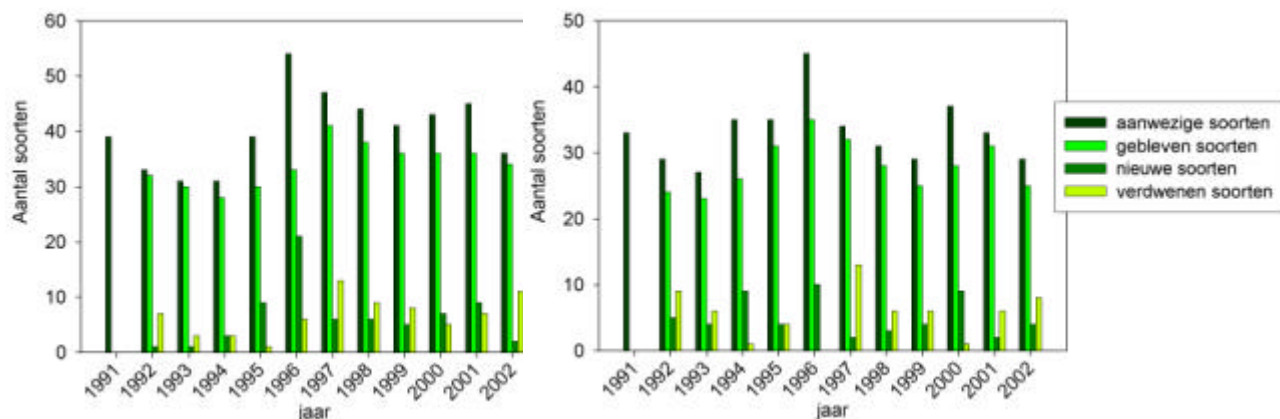
	depth cm	pH KCl	Org. stof %	Pyrite		Total	
				FeS <sub>2</sub>	as Fe	N	P
				mg/100g			
sod cut	0-5	5.1	78.1	4.8	2.2	3410.1	116.5
sod cut	5-15	4.7	83.6	50.2	23.4	3265.2	70.2
drained	0-9	6.1	54.8	2.4	1.1	2406.1	273.6
drained	9-43	5.0	50.2	61.2	28.5	2403.5	253.4

*Ule Krite*

*Wydlannen Raai C*



Figuur 12 Ontwikkeling in ecologische soortsgroepen in een goed (Ule Krite) en een matig goed ontwikkeld (Wydlannen, raai C) Blauwgrasland (1991-2002).



Figuur 13 Ontwikkeling in soortenrijkdom, nieuwe en verdwenen soorten in 6 pq's in een goed ontwikkelde (Ule Krite) en in een matig goed ontwikkeld Blauwgrasland (Wyldlannen, raai C) tussen 1991-2002.

## 3.2 Vegetatie

### 3.2.1 Ule Krite en De Wyldlannen

#### De referenties (Ule Krite en Raai C)

##### Ecologische groepen

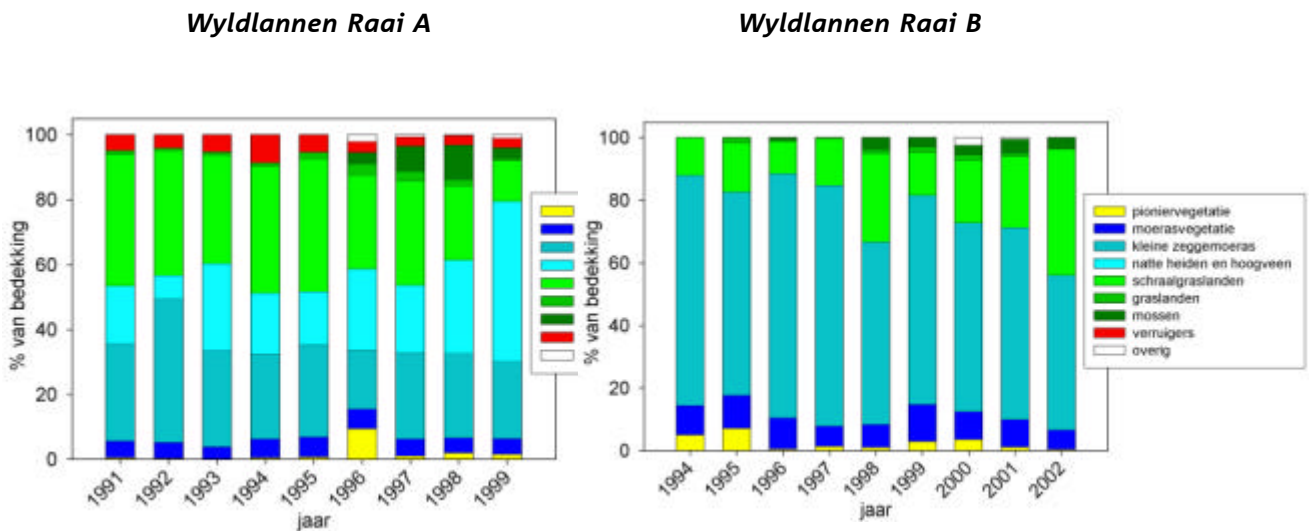
De soortensamenstelling van het goed ontwikkelde Blauwgrasland 'De Ule Krite', weerspiegelt in 1991, in 1994 en ook weer in 2002 een evenwichtige verdeling van soorten van Schraallanden, Kleine zeggen en Natte heiden (Fig. 12). De Schraalgraslandsoorten zijn in de meerderheid, maar ook soorten van Kleine zeggenmoerassen zijn goed vertegenwoordigd. Kenmerkende soorten van Blauwgraslanden zijn hier Spaanse ruiter (*Cirsium dissectum*) en Blonde zegge (*Carex hostiana*). Kenmerkende soorten van Kleine zeggen zijn Moeraskartelblad (*Pedicularis palustris*), Draadzegge (*Carex lasiocarpa*) en Sterzegge (*Carex echinata*). In de periode 1996 tot 2001 vindt een verandering plaats in de soortensamenstelling. De pioniersoort Knolrus (*Juncus bulbosus*) en soorten van zure natte heiden, zoals Veenpluis (*Eriophorum angustifolium*), alsmede mossen (waaronder Puntmos en Slank veenmos) nemen sterk in bedekking toe en er verschijnen veel soorten van voedselrijke graslanden. Oorzaak is bodembeschadiging als gevolg van maaien met zwaar materiaal onder zeer natte omstandigheden. Daardoor namen soorten van zure milieus hun kans waar. De neerslagrijke jaren 1998 en 2000-2002 hebben dit effect versterkt. Gelukkig is dit effect in 2002 weer voor een groot deel verdwenen. Alleen Veenpluis blijft met een hoger bedekking aanwezig, dit ten koste van de Blauwe zegge.

Raai C vertegenwoordigt binnen de Wyldlannen nog het best ontwikkelde deel van het Blauwgrasland en is gelegen langs de rand van de polder. Evenals de Ule Krite is de soortensamenstelling een mengsel van soorten van Blauwgraslandsoorten, Zeggenmoerassen en vochtige Graslanden. In Raai C ontbreken soorten van Natte heiden en het aandeel graslandsoorten is hoog. Sinds 1993 zien we een geleidelijke vervanging van Kleine zeggensoorten door Schraallandsoorten (vooral Pijpenstrootje, Spaanse ruiter en Blauwe zegge). Dit gaat samen met een sterke achteruitgang van Kruipend struisgras (*Agrostis canina*). Dit effect doet zich recent voor. Deze gunstige ontwikkeling is heel recent en hangt mogelijk samen met een afnemende fluctuatie in waterstanden en een toenemende lokale kwel vanuit het oppervlaktewater, vermoedelijk als gevolg van de toegenomen neerslag in de periode 2000-2002.

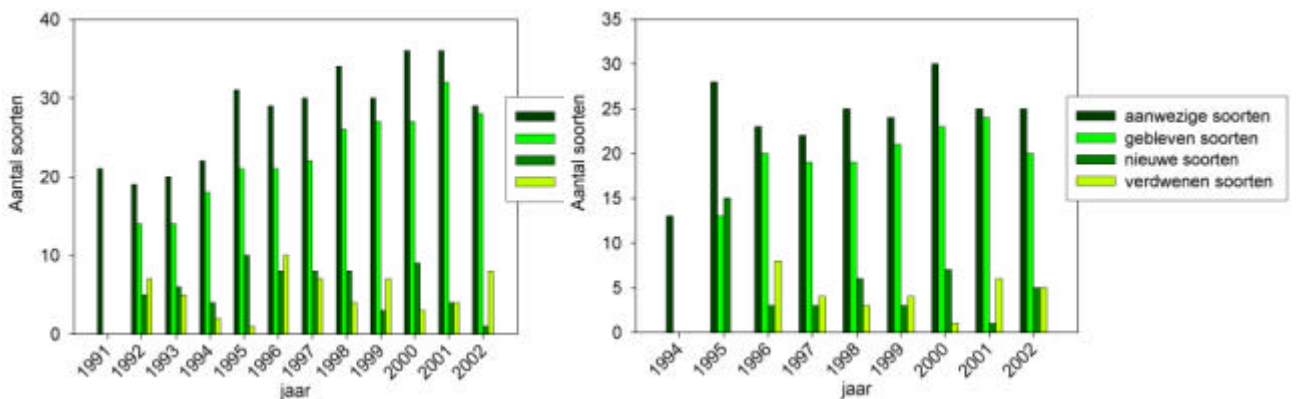
### Soortenrijkdom, Immigratie, Emigratie

Als gevolg van het kapot rijden van de zode in de nazomer van 1995, gevolgd door een droog voorjaar in 1996 kon de soortenrijkdom in de pq's van de Ule Krite sterk toenemen (Fig. 13). Er is een duidelijk piek in nieuwe soorten in 1997. Daarna neemt het aantal nieuwe soorten weer sterk af. In 2002 is de soortenrijkdom weer op het oude niveau.

In Raai C neemt de soortenrijkdom af tussen 1991 en 1994, maar neemt daarna sterk toe, evenals het aantal nieuwe soorten. Dit valt samen met de uitvoering van hydrologische maatregelen (1994) om regenwater beter af te voeren en gezuiverde oppervlaktewater beter over het land te laten stromen. Deze maatregelen hebben hier kennelijk goed gewerkt. De pieken in soortenrijkdom in 1996 en 2000 hangen samen met een droog voorjaar in die jaren. In 2002 verdwijnen weer een aantal soorten, maar de vegetatie lijkt vrij stabiel geworden.



Figuur 14 Ontwikkeling in ecologische soortsgroepen in een slecht ontwikkeld niet geplagd Blauwgrasland (Raai A in de Wyldlannen) in vergelijking met een geplagd gedeelte (Raai B)(1991-2002).



Figuur 15 Ontwikkeling in soortenrijkdom, nieuwe en verdwenen soorten in 6 permanente kwadraten in een slecht ontwikkeld Blauwgrasland De Wyldlannen (Raai A) in vergelijking met een geplagd deel (1991-2002).

## De Wyldlannen raai A (niet geplagd) en raai B (geplagd)

### *Ecologische groepen*

De soortensamenstelling in raai A is relatief constant en wordt erg overheerst door soorten van Schraalgraslanden, maar dan vooral door storingssoorten van die gemeenschap zoals Kruipend struisgras en Pijpenstrootje (Fig. 14). Na 1995 treedt een kentering op. Het aantal verruigers neemt af, terwijl typische soorten van Kleine zeggenmoerassen zoals Zwarte zegge, Waternavel en Moerasviooltje toenemen. Aan het eind van de onderzoeksperiode neemt Kruipend struisgras sterk in bedekking af, terwijl de Gewone wederik toeneemt. Ook een aantal typische Blauwgraslandsoorten nemen gering toe (Geelgroene zegge, Blauwe zegge en Spaanse ruiter). We zien hieruit dat de hydrologische maatregelen die in 1994 zijn genomen, ook hier gunstig hebben gewerkt, zij het minder goed dan in Raai C. Van een goed herstel van het Blauwgrasland in Raai A is geen sprake.

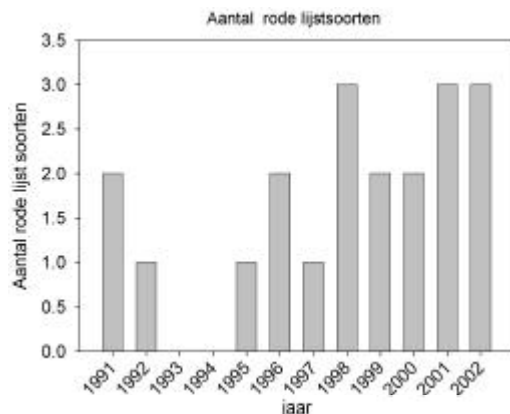
De vegetatiebedekking in de plagproef is aanvankelijk heel laag, maar het aandeel van soorten Kleine zeggen is heel groot. Het gaat voornamelijk om Kruipend struisgras, die zich meteen vestigt, en ook om Waternavel. Soorten van Blauwgraslanden, zoals Geelgroene en Blauwe zegge vestigen zich ook snel. Het hoge aandeel van de Kleine zeggen werd tot voor kort grotendeels bepaald door Kruipend struisgras (tot > 40%), maar de bedekking hiervan is aan het eind van de onderzoeksperiode sterk afgenomen (< 25%). Pijpenstrootje neemt in 2002 in bedekking toe en vooral de Blauwe zegge is met een opmars bezig en heeft al meer dan 10% bedekking. De grootste verandering in soortenrijkdom en het vestigen van nieuwe soorten vindt in 1995 plaats. Daarna handhaaft de soortenrijkdom zich op ca. 25 soorten, behoudens een piek in 2000. In dat jaar komen er ook relatief veel nieuwe soorten bij, waaronder Waterkruiskruid (*Senecio aquaticus*), Stijve moerasweegbree (*Echinodorus ranunculoides*), Moeraszoetgras (*Triglochin palustris*) en Vlottende bies (*Scirpus fluitans*). De meeste van deze soorten zijn in 2002 weer verdwenen.

### *Soortenrijkdom, Immigratie, Emigratie*

In het niet geplagde proefvlak neemt de soortenrijkdom in de permanente kwadraten duidelijk toe (Fig. 15). De toename in soortenrijkdom begint in 1995, waarbij er vooral veel nieuwe soorten bijkomen. Later verdwijnen er ook weer veel soorten, maar het aantal nieuwelingen blijft vrij hoog. Aan het eind van de onderzoeksperiode lijkt de vegetatie redelijk in evenwicht. De verandering in soortensamenstelling is gering.

### *Rode Lijstsoorten*

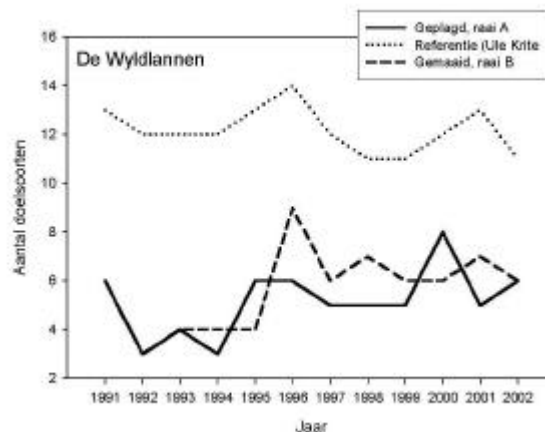
Het aantal Rode Lijstsoorten was aanvankelijk laag (Fig. 16). In 1993 en 1994 verdwijnen de enkele Rode Lijstsoorten uit de kwadraten (niet uit de omgeving). Het gaat hierbij vooral om Spaanse ruiter en Wateraardbei. Sinds 1995 neemt het aantal Rode Lijstsoorten weer (gering) toe. Het gaat daarbij, behalve de reeds genoemde soorten, om een toename van Borstelgras (*Nardus stricta*).



Figuur 16 Ontwikking in Rode Lijstsoorten in 6 permanente kwadraten in het slecht ontwikkelde Blauwgrasland De Wydlannen (raai A) (1991-2002).

### Ontwikking doelsoorten in de Wydlannen en Ule Krite

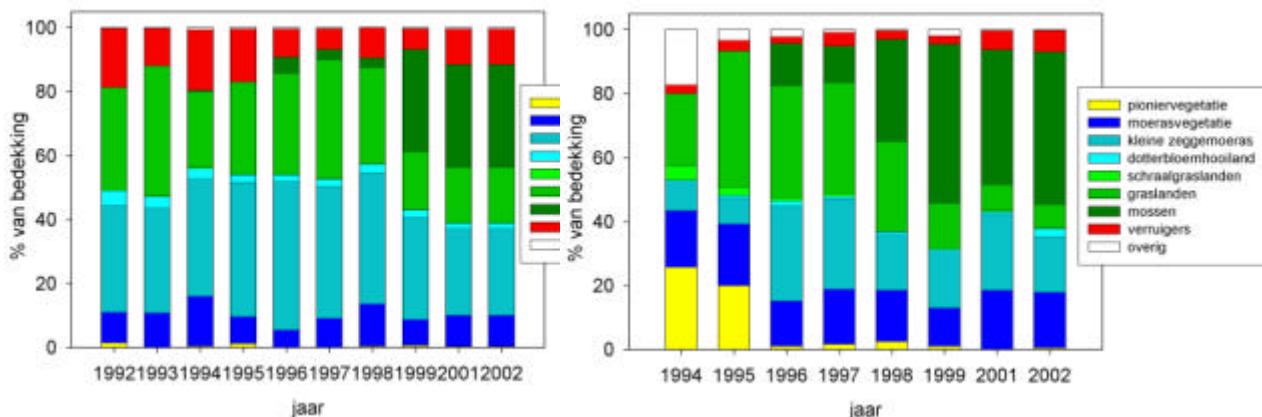
De ontwikkeling van de doelsoorten (Rode Lijstsoorten + kenmerkende soorten voor de doelgemeenschap) ligt in de referentie Ule Krite op een vrij hoog niveau gedurende de hele onderzoeksperiode (Fig. 17). Er is wel een golfbeweging te zien met hoogtepunten in 1991, 1995 en 2001. De sterke daling tussen 1995 en 1998 hangt samen met het beschadigen van de pq,s door trekkersporen. In de Wydlannen is de stijging na 1994 in zowel het geplagde deel als het ongeplagde deel, waarschijnlijk een gevolg van de hydrologische aanpassingen, waarbij schoon oppervlaktewater ook daadwerkelijk over de proefvelden werd geleid. Daarvoor bleef regenwater in dit deel van de Wydlannen stagneren. Er vindt als gevolg hiervan wel een stijging in het aantal doelsoorten plaats, maar er is geen verschil tussen geplagd en ongeplagd. Doelsoorten die er vooral op vooruit gaan zijn Rode Lijst soorten en kenmerkende soorten van Kleine zeggenvegetaties. Typische soorten van Blauwgraslanden nemen niet echt toe.



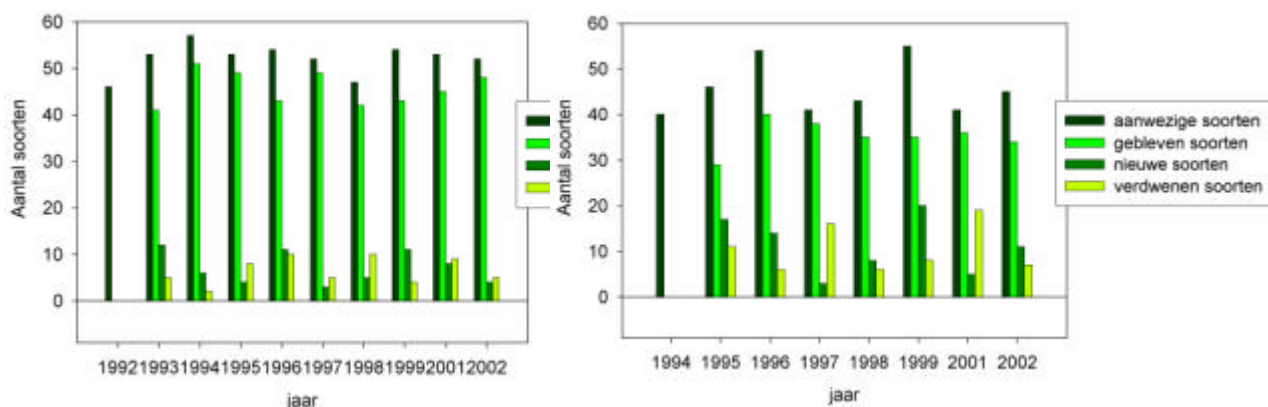
Figuur 17 Ontwikking doelsoorten in de geplagde en ongeplagde delen van de Wydlannen, alsmede in de goed ontwikkelde referentie Ule Krite (1991-2002).

### Dotterbloemhooiland

### Plagproef



Figuur 18 Ontwikkeling in ecologische groepen in 6 permanente kwadraten in het goed ontwikkelde Dotterbloemhooiland en de plagproef Barten-Noord (1991-2002).



Figuur 19 Ontwikkeling in soortenrijkdom, nieuwe en verdwenen soorten in permanente kwadraten inde referentie en de plagproef Barten-Noord (1991-2002).

### 3.2.2 De Barten (Lindevallei)

#### De Barten-Noord (Referentie en plagproef)

##### Ecologische groepen

De goed ontwikkelde referentievegetatie is nooit geplagd, maar wel vernat (Fig. 18). In de ontwikkeling van de ecologische soortsgroepen komt dit aanvankelijk niet erg duidelijk naar voren, maar sinds 1998 neemt de mosbedekking drastisch toe, tot ze in 2002 ongeveer 35 % van de bedekking uit maakt. In de periode 1994-1998 verdwijnen een aantal typische soorten van het Dotterbloemhooiland (*Lotus uliginosus*, *Juncus acutiflorus* en *Trifolium pratense*) of gaan sterk achteruit (*Carex disticha*). Ook een aantal andere graslandsoorten gaan achteruit of verdwijnen (o.a. *Festuca rubra*).

In de plagproef vestigen zich in 1994 veel pioniersoorten, zoals Zomprus (*Juncus articulatus*), Greppelrus (*Juncus bufonius*) en Geelgroene zegge (*Carex oederi*). Ook slaan er veel jonge Elzen en Wilgen op. De pioniers en de boomopslag verdwijnen vrij snel en in 1996 ontwikkelt zich een Kleine zeggevegetatie, gedomineerd door Kruipend struisgras, maar ook met veel soorten van voedselrijke graslanden (Kruipende boterbloem, Ruw beemdgras). Sinds 1996 breiden mossesoorten zoals Puntmos (*Calliergonella cuspidata*) zich sterk uit en bereiken een bedekking van meer dan 50% in 2002. Ook Snavelzegge (*Carex rostrata*) breidt zich sterk uit. Deze uitbreiding gaat vooral ten koste van de bedekking van soorten van graslanden (vooral van Kruipende boterbloem), maar deze soorten blijven in het algemeen in de vegetatie aanwezig. De uitbreiding van soorten van basenrijke en voedselarme moerassen zet door. Waterdrieblad, Noordse zegge en Blauwe zegge verschijnen buiten de permanente kwadraten.

#### Soortenrijkdom, Immigratie, Emigratie

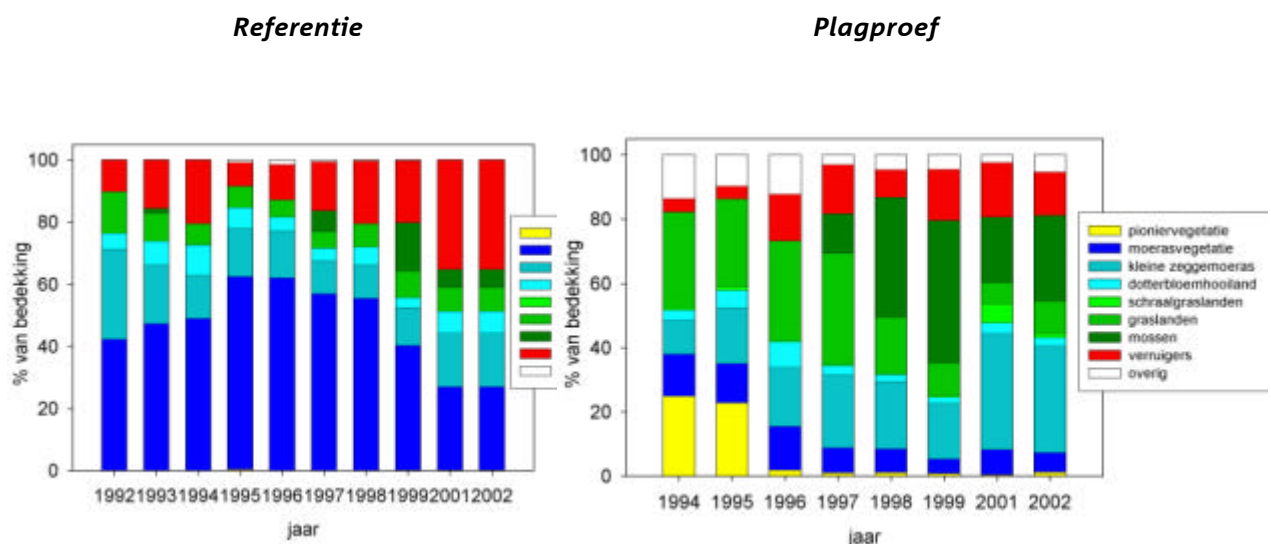
De soortenrijkdom in de referentie handhaaft zich op een hoog niveau (Fig. 19). Direct na de vernattingsmaatregelen komen er enkele nieuwe soorten bij. Maar over het geheel gezien is de soortensamenstelling zeer stabiel.

De soortenrijkdom in de plagproef maakt in de onderzoeksperiode een duidelijke golfbeweging door tussen de waarden 40 en 55. Er zijn pieken in 1996 en 1999, beide jaren hebben een droog voorjaar. In 1997 en 2001 verdwijnen er weer veel soorten. In het algemeen zijn de fluctuaties in de plagproef veel sterker dan in de referentie.

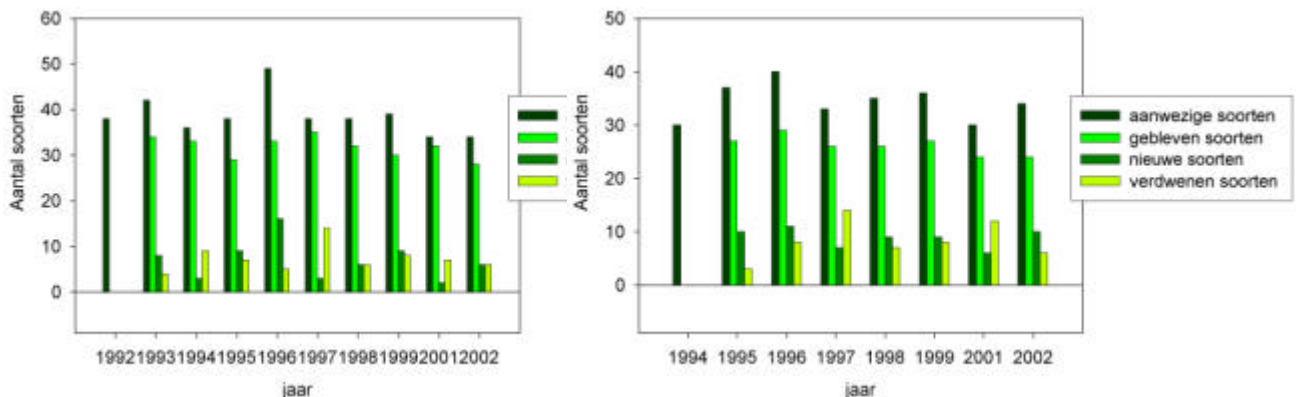
#### De Barten-Zuid (Referentie en Plagproef)

##### Ecologische groepen

De zuidelijke referentie ligt in een breder deel van het beekdal en is meer vernat (Fig. 20). De vernatting leidt er dan ook toe dat soorten van vochtige graslanden veelal verdwijnen en dat soorten van zeggemoerassen toenemen. Eerst nemen Grote zeggens, zoals Scherpe en Noordse zegge toe, maar daarna nemen soorten van voedselarme omstandigheden toe, met name Waterdrieblad en bladmossen. Sinds 1996 neemt hun aandeel weer wat af, ten gunste van soorten van natte ruigten, zoals Hennegras (*Calamagrostis canescens*). Dit is mede een gevolg van het uitblijven van maaien. Het gebied is zo nat geworden dat ieder jaar maaien niet meer mogelijk is.



Figuur 20 Ontwikkeling in ecologische groepen in de referentie en in de plagproef Barten-Zuid (1991-2002).



Figuur 21 . Ontwikkeling in soortenrijkdom, nieuwe en verawenen soorten in permanente kwadraten in de referentie en de plagproef Barten-Zuid (1991-2002).

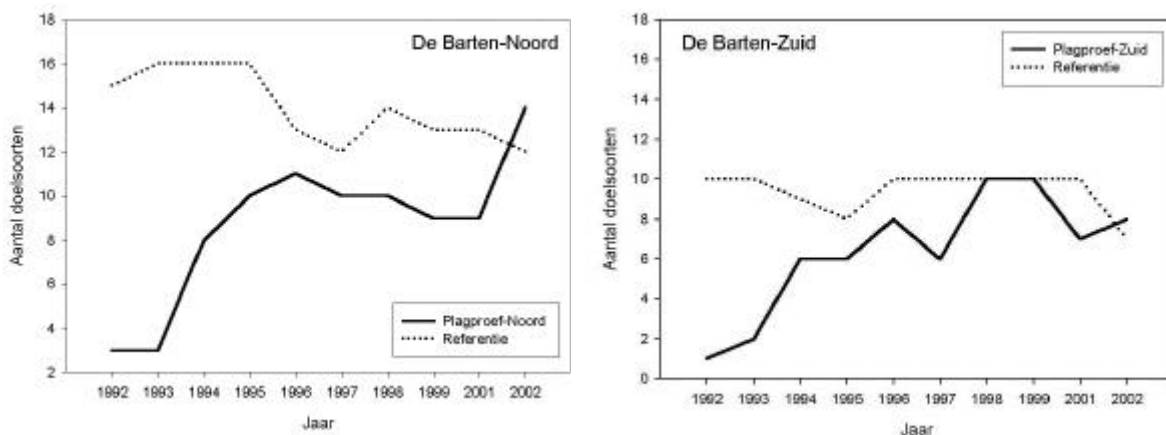
De ontwikkeling in de zuidelijke plagproef is in 1994 vergelijkbaar met de noordelijke plagproef. Er vestigt zich in het begin veel Zomprus (*Juncus articulatus*), maar geen Geelgroene zegge (*Carex oederi*). De Ronde zegge komt wel terug, maar blijft laag in bedekking en verdwijnt uiteindelijk. In tegenstelling tot de referentie blijft het aandeel van de voedselrijke Grote zeggen, gering in de plagproef, en ook de uitbreiding van Hennegrass blijft beperkt. Soorten van basenrijke en voedselarme moerassen handhaven zich goed en aan het eind van de onderzoeksperiode neemt ook het aandeel van de slaapmossen (vooral puntmos) tot 1999 sterk toe, maar hun bedekking neemt recentelijk weer wat af.

#### Soortenrijkdom, Immigratie, Emigratie

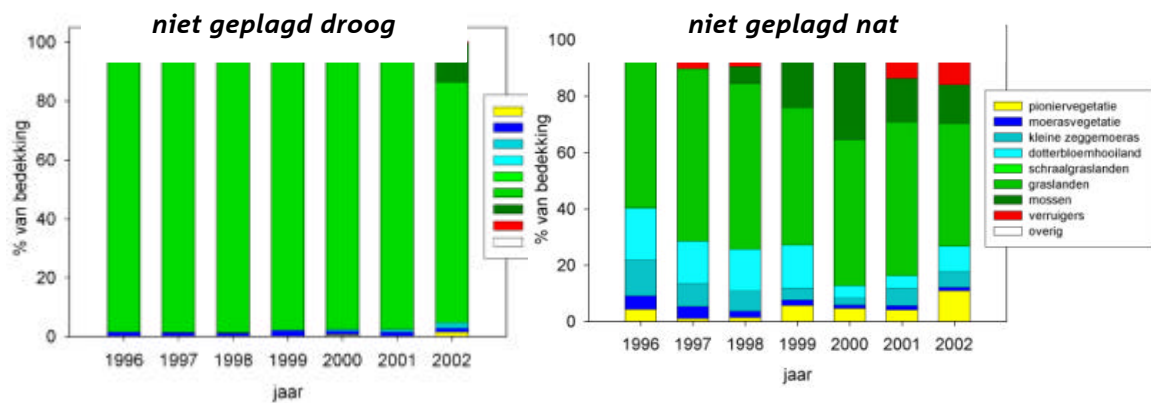
In de zuidelijke raai vertoont de soortenrijkdom slechts een duidelijke piek in het droge jaar 1996, zowel in de referentie als in de plagproef (Fig. 21). Er is een duidelijke samenhang met de omslag van een pioniervegetatie naar een zeggenmoeras. Daarna zijn de veranderingen erg geleidelijk.

#### Ontwikkeling van doelsoorten

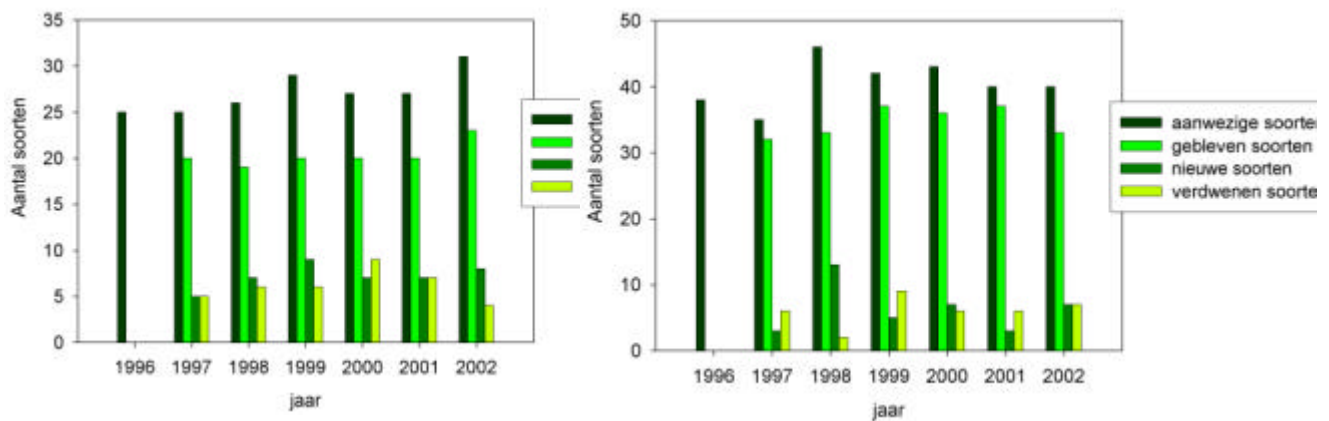
Het aantal doelsoorten in de noordelijke plagproef is hoger dan in de zuidelijke plagproef (Fig. 22). In de noordelijke referentie neemt het aantal doelsoorten gering af na de vernatting, (zo verdwijnt *Epipactis helleborine*), maar het niveau blijft hoog. In de zuidelijke referentie is het aantal doelsoorten opmerkelijk constant. Na het plaggen neemt het aantal doelsoorten in beide plagexperimenten sterk toe en benaderd die van de referenties binnen ca. 5 jaar. Daarna blijft de zuidelijke plagproef vrij constant en neemt het aantal doelsoorten in de noordelijke plagproef recent nog eens sterk toe.



Figuur 22 Ontwikkeling van de doelsoorten in Barten-Noord en Barten-Zuid gemeten in permanente kwadraten (1991-2002).



Figuur 23 Ontwikkeling in ecologische groepen in 2 PQ's in de droge referentie en 2 in de natte referentie in De Lage Maden (1996-2002).



Figuur 24 Ontwikkeling in ecologische groepen in 6 permanente kwadraten in de droge en de natte referentie in De Lage Maden (1996-2002).

### 3.2.3 De Lage Maden (Drentse Aa)

#### De ongeplagde referenties (droog en nat)

##### Ecologische groepen.

De niet geplagde referentie is in de tijd gevolgd om het effect van het maaibeheer en eventuele effecten van vernatting te traceren (Fig. 23). Het gebied wordt jaarlijks gemaaid en er zijn vernattingsmaatregelen uitgevoerd. Langs de geplagde stukken zijn in 1995 een aantal sloten opgestuwd. Daarna zijn ook nog in de hoger gelegen infiltratiegebieden vernattingsmaatregelen uitgevoerd, zodat in combinatie met de toegenomen neerslag in de periode 2001 en 2002 het hele onderzoeksgebied natter is geworden.

Het verloop van de ecologische groepen laat zien dat de effecten van vernatting in het droge deel zeer gering zijn. Er verandert heel weinig. Aan het eind van de onderzoeksperiode is er een geringe toename van Holpijp en Pitrus te zien. Ook Smalle weegbree en Rood zwenkgras nemen, als ook de bedekking van mossen (*Bryum* sp., Puntmos). Typische soorten van het Dotterbloemhooiland (Dotterbloem en Echte Koekoeksbloem) waren al zeldzaam en verdwijnen uiteindelijk uit de PQ's. De droge referentie is wellicht iets vochtiger geworden, maar het degradatieproces, waarbij doelsoorten verdwijnen, zet door.

De verandering in het lage en natte deel zijn groter; natte verruigers nemen toe (met name Moerasspirea) en het aandeel van de mossen neemt toe (met name Puntmos). De bedekking van de typische soorten van het Dotterbloemhooiland neemt daarentegen af (Dotterbloem, Echte Koekoeksbloem), hoewel gering. Moerasrolklaver weet zich goed te handhaven. De verruiging hangt samen met het achterwege blijven van maaien in de natte stukken. De jaren 1999-2001 waren zomers erg nat en de draagkracht van deze veraarde veengronden is zeer slecht.

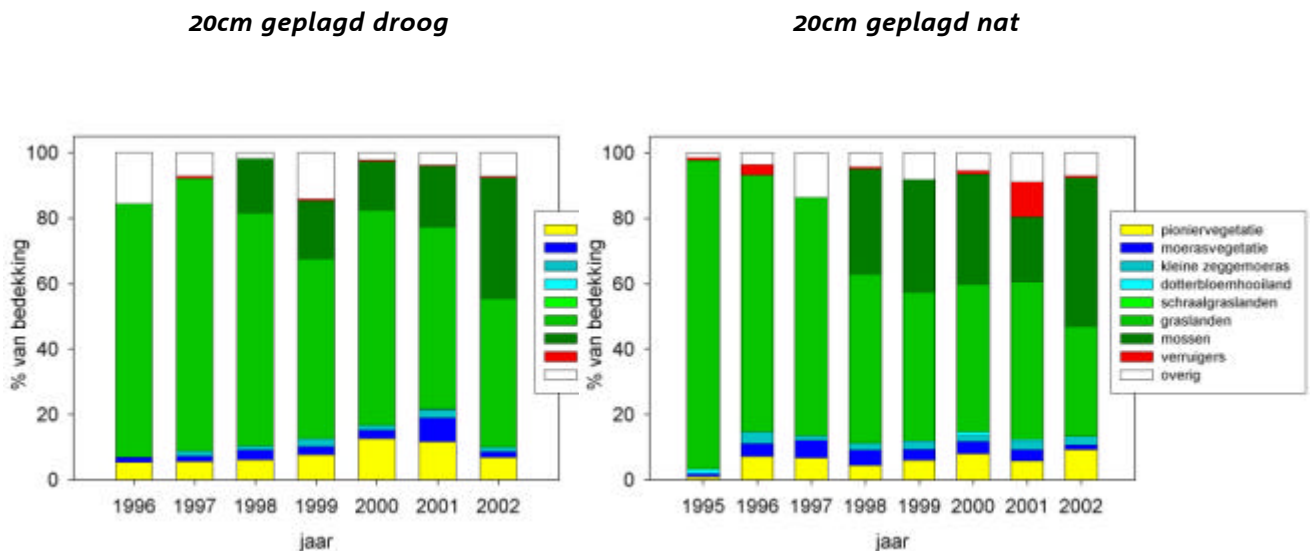
#### Soortenrijkdom, Immigratie, Emigratie

In de ongeplagde referenties neemt de soortenrijkdom sinds 1998/1999 toe, zowel in de droge delen als de natte delen (Fig. 24). Dit hangt vermoedelijk samen met de vernatting van het hele gebied gedurende de laatste 5 jaren. Vooral in het natte gebied zien we een sterke reactie, met het verschijnen van veel nieuwe soorten. De laatste jaren is de vegetatie weer in evenwicht.

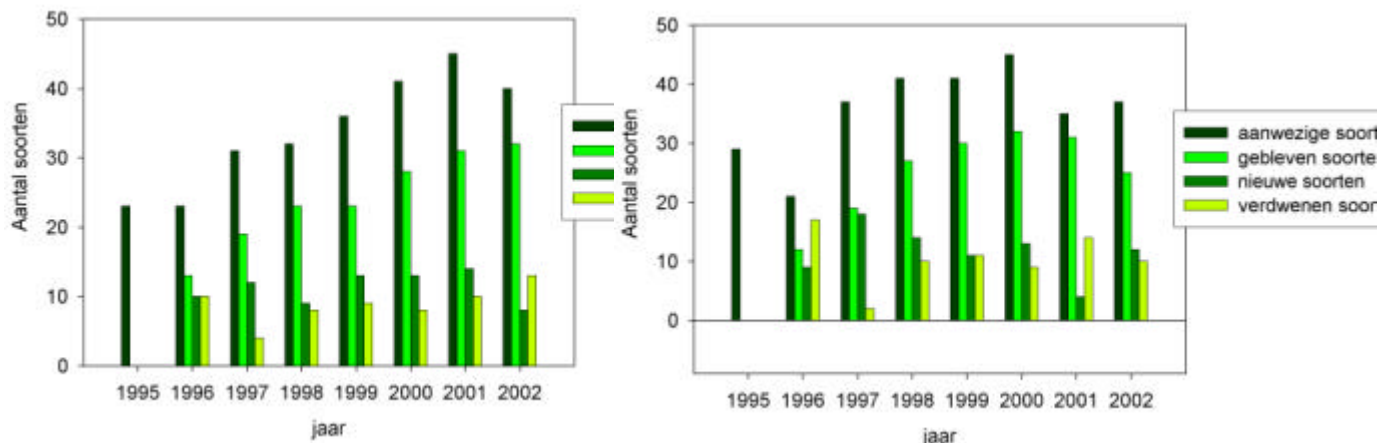
#### De 20 cm geplagde delen (droog en nat)

##### Ecologische groepen

In 1996, het eerste jaar na plaggen, bleven in het droge gedeelte van de plagproef grote delen onbegroeid vanwege de zeer droge omstandigheden (Fig 25). Soorten die zich wel vestigden behoorden grotendeels tot de groep van vochtige graslanden (Kruipende boterbloem, Gestreepte witbol), en pioniermilieu's (Zomprus). Opvallend was het grote aantal kiemplanten van de Grote ratelaar in alle delen van de plagproef. Deze soort was voor het plaggen alleen aanwezig in enkele natte stukken. Door de plagactiviteiten in het najaar van 1995 moet er tevens erg veel ratelaar zaad over het hele terrein zijn verspreid. In de loop van de onderzoeksperiode neemt het aandeel van de vochtige graslanden af, en nemen mossen en pioniersoorten toe (Holpijp, Geelgroene zegge en Moeraszoutgras). De kenmerkende soorten van het Dotterbloemhooiland neemt echter in de droge stukken pas in een vrij laat stadium toe. Aan het eind van de onderzoeksperiode komen Echte Koekoeksbloem, Moerasvergeet-mijn-nietje en Moerasrolklaver regelmatig voor, maar in kleine aantallen. In 2002 neemt Puntmos sterk in bedekking toe. Verder neemt de opslag van Zwarte els toe, maar omdat de geplagde stukken dit jaar gemaaid is, bereikt deze opslag geen hoge bedekking.



Figuur 25 Ontwikkeling in ecologische groepen in 4 pq's in het 20cm geplagde droge en 2 in het natte deel van de De Lage Maden gedurende de periode 1996-2002. In het natte deel is de soortensamenstelling voor het plaggen eveneens aangegeven.



Figuur 26 Ontwikkeling in soortenrijkdom, nieuw verschenen en verdwenen soorten in 6 permanente kwadraten in het 20cm geplagde droge deel van de De Lage Maden gedurende de periode 1996-2002.

In de natte stukken zijn Kruidende boterbloem en Witbol eveneens de meest talrijke soorten in 1996, maar ook hier is in 1996 de bedekking nog heel gering. De zwarte Els slaat in dit natte gedeelte in vrij grote aantallen op. Soorten van het Dotterbloemhooiland vestigen zich spaarzaam (Bosbies, Echte Koekoeksbloem en vooral Moerasvergeet-mijnietje). Dotterbloem verdwijnt zelfs in 2002 uit de permanente kwadraten. De mosbedekking (vooral Puntmos) in de natte stukken neemt sterk toe.

#### Soortenrijkdom, Immigratie, Emigratie

De soortenrijkdom is na het plaggen aanvankelijk vrij laag, zowel in de droge als de natte delen van deze plagproef (Fig. 26). Daarna neemt in beide gebieden het aantal soorten vrijwel lineair toe, totdat in 2000/2001 een maximum bereikt wordt. Daarna neemt de soortenrijkdom weer af en verdwijnen er meer soorten dan er nieuw bijkomen. Zij die verdwijnen zijn soorten die in kleine aantallen voorkwamen. Het betreft geen soorten die een duidelijke indicatie voor natheid of nutriëntenstatus hebben. Kennelijk is het zich sluiten van de vegetatie en de sterke mosuitbreiding aanleiding tot het verdwijnen van veel soorten die zich hier bij de gratie van weinig competitie konden handhaven.

#### 40 cm diep geplagde stukken (droog en nat)

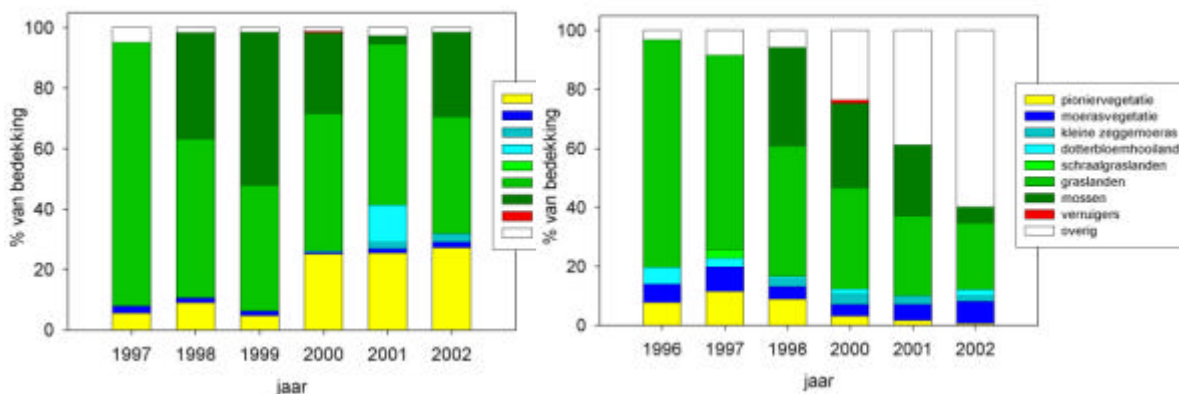
##### Ecologische groepen

In 1996, het eerste jaar na plaggen, bleven in het droge gedeelte van de plagproef grote delen onbegroeid vanwege de zeer droge omstandigheden (Fig. 27). De kenmerkende soorten van het Dotterbloem hooiland neemt echter in de droge stukken nauwelijks toe. Alleen Moerasvergeet-mijnietje (*Myosotis scorpioides*) en Moerasrolklaver weten zich te handhaven, maar in kleine aantallen. Kiemplanten van de Echte koekoeksbloem worden in 1999 spaarzaam aangetroffen. In 2001 worden Koekoeksbloem en Dotterbloem beide in de pq's aangetroffen, maar een jaar later zijn beide soorten weer verdwenen.

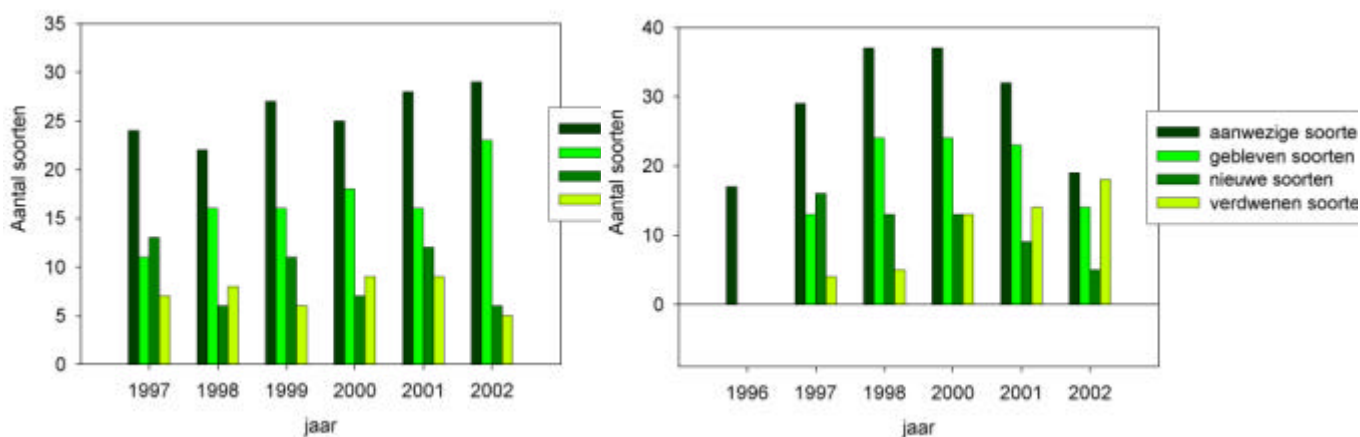
Opvallend is dat in 2002 de pioniersoorten zich weer uitbreiden (Zomprus). De successie begint na 2001 in het droge diep geplagde deel weer gedeeltelijk opnieuw. Van een evenwichtsituatie is nog geen sprake. In de natte stukken vestigt zich vrij veel Pitrus en Beekpunge en na een paar jaar ook veel Zwarte els. Daardoor verdwijnen soorten van vochtige graslanden. Pitrus heeft nog steeds een vrij groot aandeel in de vegetatie. De bedekking van Puntmos, die de laatste jaren sterk was toegenomen, neemt als gevolg van de sterke bosopslag oeg weer sterk af..

### 40cm geplagd droog

### 40cm geplagd nat



Figuur 27 Ontwikkeling in ecologische groepen in 4 pq's (2 droog en 2 nat) in het 40cm geplagde deel van de De Lage Maden (1996-2002).



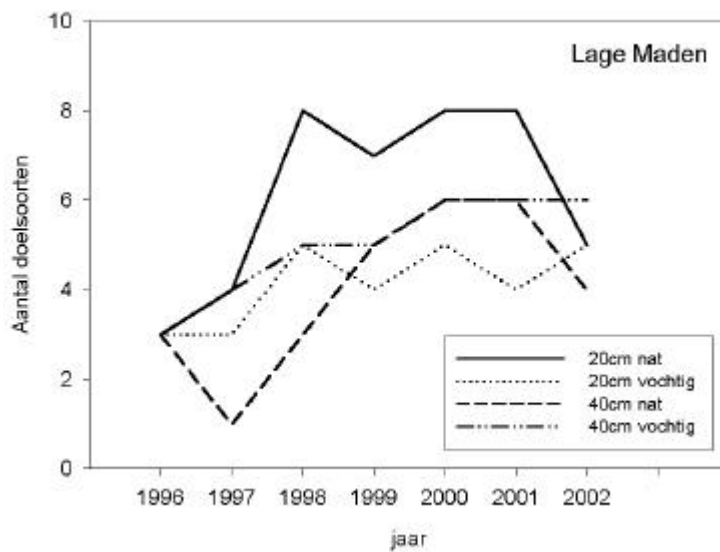
Figuur 28 Ontwikkeling in soortenrijkdom, nieuw verschenen en verdwenen soorten in 5 permanente kwadraten in de 40cm geplagde droge en natte delen van de De Lage Maden (1996-2002).

#### Soortenrijkdom, Immigratie, Emigratie

De soortenrijkdom is na het plaggen aanvankelijk vrij laag, zowel in de droge als de natte delen van deze plagproef. Daarna neemt het aantal soorten vrijwel lineair toe, totdat in 2000/2001 een maximum bereikt wordt. In het droge deel blijft de soortenrijkdom verder constant en zijn nieuwe en verdwijnende soorten min of meer in evenwicht. In het natte deel verdwijnen door de sterke Elzengroei veel meer soorten dan dat er bijkomen en neemt de soortenrijkdom drastisch af..

#### Ontwikkeling in het aantal doelsoorten

De ontwikkeling van het aantal doelsoorten werd gemeten in raster PQ's, omdat deze systematisch over de plagproef waren verdeeld.



*Figuur 27 Ontwikkeling in het aantal doelsoorten in de 20cm en de 40cm geplagde delen van het proefveld De Lage Maden (1996-2002).*

Het aantal doelsoorten neemt het meest toe in het 20cm geplagde natte deel van het proefveld. Daarna volgt de 40 cm diep geplagde deel dat hoog gelegen is (40cm vochtig). De 20 cm hoog gelegen delen (20cm vochtig) worden wel rijker in doelsoorten, maar na 1998 neemt het aantal niet meer toe. Het diepgeplagde laaggelegen stuk dat zeer nat is geworden en ook nooit gemaaid werd begint met lage aantallen, neemt dan tot 2000 rechtlijnig toe, maar neemt weer af in 2002. Deze late start in de vestiging van doelsoorten hier hangt waarschijnlijk samen met het optreden van pyrietoxidatie in dit deel van het proefveld (zie bodem), welke een sterke verzuring teweeg bracht in het groeiseizoen. In 2002 steeg het grondwater permanent hoog in het profiel en kwam het pyrietprobleem niet tot uiting. Helaas wordt de verdere ontwikkeling van doelsoorten gestopt door de sterke Elzenopslag.



## 4 Evaluatie van de maatregelen

### 4.1 Algemeen

De hier geschetste evaluatie van de herstelmaatregelen is wat de vegetatie betreft vooral gebaseerd op de ontwikkelingen in de permanente kwadraten. Dit geeft uiteraard niet een totaal beeld van de ruimtelijke veranderingen in de proefvlakken. Tot 1999 werden in de proefvlakken en referenties tevens de verspreiding van doelsoorten gekarteerd. In de periode 2000-2002 is slechts een extensieve monitoring middels PQ's uitgevoerd. Dit heeft tot gevolg gehad dat het aantal doelsoorten in de experimenten iets is onderschat. De ontwikkeling in geplagde en niet geplagde referenties bleef in de huidige opzet echter wel goed vergelijkbaar.

### 4.2 Wyldlannen en de Ule Krite

#### **Pyrietprobleem gesignaleerd**

Een opvallend resultaat van het bodem onderzoek in de Wyldlannen is de drastische stijging van de basenverzadiging gedurende de onderzoeksperiode. Deze stijging deed zich vooral na 1996 in het geplagde en ook in het niet geplagde deel van de Wyldlannen voor. Het ligt voor de hand om deze stijging van de basenverzadiging en dus de afname van de verzuring toe te schrijven aan de hydrologische maatregelen die met name na 1994 effectief werden. Daarbij werd voorgezuiverd oppervlaktewater over de lage delen van de Wyldlannen geleid, nadat het neerslagwater via begreppeling van het percelen werd afgevoerd. Tot 1996 werd ook een significante stijging in pH waargenomen, maar over de gehele onderzoeksperiode is de stijging van de pH niet significant.

Hoe is een stijging in de basenverzadiging nu te rijmen met het niet stijgen van de pH? Het is waarschijnlijk dat de verhoogde basenverzadiging samenhangt met sulfaatreductie en pyrietvorming, waarbij in de natte periode de verzuring afneemt, maar dat bij oxidatie van pyriet in de zomer de verzurende stoffen weer worden vrijgemaakt. Uit het onderzoek van Kemmers e.a. (2000) blijkt inderdaad dat in het voorjaar de sulfaatgehalten in de toplaag extreem hoog kunnen zijn en dat in de loop van de zomer en het najaar de pH inderdaad vrij sterk daalt. De sulfaatgehalten in het bodemvocht zijn dan zeer hoog, veel hoger dan in het boezemwater. Het lijkt dan ook aannemelijk dat de terugkerende verzuring uit oxidatie van pyriet uit de bodem zelf komt. De Wyldlannen heeft dus een pyrietprobleem, die waarschijnlijk is ontstaan als gevolg van jarenlange inundaties met sulfaatrijk oppervlaktewater. De daling van de pH in de zomer zou in principe kunnen worden tegengegaan door aanvoer van bicarbonaatrijk grondwater, maar deze is niet meer voorhanden door structurele veranderingen in de hydrologie.

#### **Mogelijkheden voor zwak gebufferde Kleine zeggevegetaties**

Onder deze omstandigheden is het thans gevoerde interne hydrologische beheer in de Wyldlannen waarschijnlijk vrij optimaal; sterke verdroging in de zomer wordt voorkomen door voorgezuiverd en dus ook sulfaat- en nutriëntenarm, oppervlaktewater in te laten, nadat het neerslagwater in het vroeger voorjaar wordt afgevoerd via ondiepe greppels. Weliswaar heeft de lange duur van de inundatie in sommige jaren een negatief effect op

de ontwikkeling van typische blauwgraslandsoorten, maar voor de ontwikkeling van voedselarme Kleine zeggenvegetaties zijn de hydrologische en bodemkundige omstandigheden gunstig te noemen.

Dit wordt in de vegetatieontwikkeling ook duidelijk weerspiegeld. Met name de soorten van Kleine zeggenvegetaties nemen de laatste tijd toe, met name in de plagproef, maar ook in de niet geplagde lage delen (raai A). Langs de rand (raai C) ontwikkelt zich weer een redelijk ontwikkeld Blauwgrasland. Opmerkelijk is ook dat de laatste jaren zich ook Rode Lijstsoorten van zwakgebufferde Kleine zeggenmoerassen zich in de plagproef vestigen, zoals Stijve Moeras-weegbree, Vlottende bies en Duizendknoopfonteinkruid. Plaggen heeft geleid tot slechts een gering herstel van het Blauwgrasland. De nutriëntenbeschikbaarheid blijft erg laag, zowel in de geplagde als in de ongeplagde delen. De vegetatie wordt duidelijk in eerste instantie door fosfaat beperkt, hetgeen voor de ontwikkeling van Blauwgrasland en Kleine zeggenmoerassen gunstig is. De huidige omstandigheden blijven echter ongunstig voor typische Blauwgrasland-soorten, zoals ook uit een introductie-experiment in 1994 en 1995 bleek. Blonde zegge, Moeraskartelblad overleefden nog geen twee jaar en ook de Spaanse ruiter ging sterk in biomassa achteruit en vrijwel alle geïntroduceerde planten verdwenen binnen 3 jaar (Van Duren e.a. 1998; Grootjans e.a. 2000). Bekalking heeft een duidelijk positief effect op de overleving en groei van basenminnende Blauwgraslandsoorten als Blonde zegge, maar het effect is niet blijvend; na een half jaar is het effect van de toegevoegde kalk al niet meer in de zuurgraad van de bodem te meten. De pyrietoxidatie of andere verzurende bodemprocessen consumeren alle kalk binnen een jaar. Voor een blijvend effect, zal dus ieder jaar bekalkt moeten worden. Het is daarbij zeker niet gegarandeerd dat bekalking tot herstel van het Blauwgrasland zal leiden. Bekalking kan ook leiden tot een verhoging van nutriëntenomzetting in de bodem. Dit kan behalve tot de verhoogde productie van de onderzochte (gewenste) soorten ook leiden tot verhoging van de productie van "ongewenste soorten" als Kruipend struisgras.

#### **Herstel hydrologisch systeem niet mogelijk**

Vooralsnog lijkt grootschalig plaggen of bekalken niet aan te bevelen om het oorspronkelijke boezemblaauwgrasland te regenereren. Voor een ontwikkeling van een basenarm, voedselarm Kleine zeggenmoeras is plaggen waarschijnlijk gunstig. Alvorens dit echter grootschalig uit te voeren, lijkt het goed om de ontwikkeling in de plagproef langer te volgen om te zien of de nieuw gevestigde Rode Lijstsoorten van zwakgebufferde mesotrofe moerassen zich ook handhaven.

Herstel van de oorspronkelijke hydrologie in en rond de Wyldlannen is zonder zeer grote maatschappelijke kosten niet mogelijk. De lage peilen in de omliggende landbouwpolders en de daar aan gekoppelde sterke maaiveldval, maakt dat de Wyldlannen nu relatief hoog in het landschap ligt. Zelfs indien alle omliggend landbouwpolders onder water zouden worden gezet, zou dit in de Wyldlannen nog niet tot een hernieuwde toevoer van basen- en ijzerrijk grondwater leiden. Ook het plaatsen van grondwaterschermen langs de randen van de polder zal niet tot herstel van de typische Blauwgraslandvegetatie leiden omdat immers wel de wegzijging wordt verminderd, maar geen herstel van de grondwatertoevoer via oppervlakte water wordt bewerkstelligd. Een laatste mogelijkheid om de verzuring te bestrijding ligt dan ook in het inunderen van het Blauwgrasland met basenrijk en ijzerrijk grondwater dat tevens sulfaatarm moet zijn. Dit water kan op natuurlijke wijze de Wyldlannen niet meer bereiken en zal dus opgepompt moeten worden. Alvorens dit in de praktijk grootschalig toe te passen, adviseren wij om deze maatregel eerst op experimentele basis uit te voeren (zie ook het advies van het deskundigen team Natte Schraallanden van Juni 2000).

## **4.3 De Barten**

#### **Voorspoedige ontwikkeling van mesotroof moeras**

Het plaggen heeft in alle raaien een positief effect gehad op de ontwikkeling van Rode Lijstsoorten en andere doelsoorten. In de plagproeven is een snelle stijging van de doelsoorten te zien, welke na een jaar of 5 op het zelfde niveau als de referenties liggen.

In de vegetatie verschenen soorten als Ronde zegge, Moeraskartelblad (zuid), Waterdrieblad, Noordse zegge en Geelgroene zegge. In het noordelijk deel lijkt de vegetatie op dit moment redelijk stabiel. In het zuidelijk deel treden ondanks het verschijnen van de basenafhankelijke soorten duidelijke verzuringverschijnselen op. Momenteel wordt de vegetatie gedomineerd door vegetaties met Zwarte zegge en Snavelzegge. De uitbreiding van Hennegras, met name in de niet geplagde delen hier, lijkt een gevolg van het niet maaien en daarmee samenhangende stagnatie van regenwater.

#### **Hoge basenverzadiging gehandhaafd doch wellicht toch vorming van neeslaglenzen**

Uit het bodemonderzoek komt naar voren dat het plaggen en het opstuwen van de grondwaterstanden een duidelijke verhoging van de pH en van de basenverzadiging tot gevolg hebben gehad in de periode tussen 1992 en 1996. De basenverzadiging steeg van ca. 60% tot meer dan 80%. Daarna trad weer een daling in, zodat in 2002 er geen verschillen meer waren met het niet geplagde proefvlak, ook niet met de beginsituatie. De basenverzadiging was echter in 1992 al rond de 60%. De pH volgt het patroon van de basenverzadiging; aanvankelijk een stijging in 1996, vooral in het geplagde vlak, gevolg door een afname. In 2002 is geen significant verschil meer aanwezig met het ongeplagde proefvlak en de pH blijft op een niveau van ca. 5 hangen. We hebben op dit moment geen duidelijke verklaring voor deze daling in 2002. Voor de hand ligt te veronderstellen dat er zich in de natte jaren 2000-2002 een neerslaglens heeft gevormd zowel in de referenties als in de plagproeven. We kunnen dit echter niet met metingen van de watersamenstelling in het profiel onderbouwen. De pH is echter nog steeds boven de 5 en de basenverzadiging boven de 60%, zodat van een sterke verzuring geen sprake is.

#### **Lage peilen in de Linde frustreren positieve ontwikkeling**

Het geheel overziend hebben de plagexperimenten laten zien dat door het opzetten van de grondwaterstanden in combinatie met plaggen in de Barten in korte tijd (binnen 5 jaar!) een mesotroof zeggemoeras kan ontstaan, met daarin nog elementen van het Dotterbloemhooiland. De ontwikkeling stagneert echter als gevolg van de lage waterstanden in de Linde. Eigenlijk zou een zeer ondiepe begreppeling aangebracht moeten worden om het overvloedige neerslag af te vangen. Maar met de lage standen in de Linde zou dit tot verdroging en verzuring leiden. Hogere standen in de Linde zouden tot geringere grondwaterfluctuaties aanleiding geven, waardoor ook de uitbreiding van Hennegras waarschijnlijk sterk zou verminderen. Indien de omstandigheden het toelaten (droge zomers), zou het maairegiem weer hervat moeten worden.

## **4.4 De Lage Maden**

#### **Slechte start maar veelbelovend eind**

Aanvankelijk leek het ondiep plaggen van de veraarde veengrond geen goed idee, omdat een vernatting met baserijk grondwater, zoals in de Barten niet goed mogelijk was. In 1996, een jaar na het plaggen, vond in de hogere delen van het perceel een intensieve stikstofmineralisatie plaats. Grote delen van deze droge veenpakketten bleven in 1996 onbegroeid. Een positief punt was dat door het plaggen de fosfaatvoorraad in de toplaag drastisch was afgenomen en ook de beschikbaarheid van fosfaat was in de plagstroken sterk afgenomen. Er was dus wel een voedselarm milieu ontstaan. In 1996 en 1997 kon het grondwater het maaiveld in de zomer niet bereiken. Uit het bodemkundig onderzoek kwam verder naar voren dat de basenverzadiging en pH vrijwel overal hoog waren. Alleen in de lage delen van de 40 cm geplagde delen trad 's zomers een sterke verzuring op. Hier vond bij dalende grondwaterstanden vrijwel zeker pyrietoxidatie plaats, maar dit probleem lijkt zich in 2002 niet meer voor te doen. pH en basenverzadiging zijn nu op het niveau van de rest van het perceel. De vernattingsmaatregelen in de omgeving en de natte jaren 2000-2002 hebben de grondwaterstanden in het hele perceel doen stijgen, zodat het grondwater nu vrijwel overal in de toplaag aanwezig is.

### **Trage ontwikkeling Dotterbloemhooiland**

Aanvankelijk vestigden typische soorten van het Dotterbloemhooiland, dat hier de doelvegetatie is, zich onmiddellijk na het plaggen in de lage en diepgeplagde delen van het perceel, hoewel in geringe aantallen. De ondiep geplagde lage delen van het perceel waren aanvankelijk het meest succesvol. Ook in de diepgeplagde hoger gelegen delen ging de ontwikkeling van doelsoorten aanvankelijk vrij voorspoedig. De lage delen met een pyrietprobleem en de ondiep geplagde hoge delen bleven sterk achter. Na 1999 gaat de ontwikkeling van doelsoorten ook daar beter, hoewel de ontwikkeling traag gaat en vooral Dotterbloem zich niet of nauwelijks weet te vestigen.

De verspreiding van veel kenmerkende soorten van het Dotterbloemhooiland lijkt eerst voornamelijk plaats te vinden vanuit volwassen planten die konden overleven omdat delen van de oorspronkelijke zode in het veld zijn blijven liggen, vooral daar waar greppels gedicht werden. Vestiging door kieming vindt later ook plaats, waarbij duidelijke verschillen aan het licht treden tussen soorten. Van de kenmerkende soorten is de Dotterbloem het meest kritisch. Ze wordt in de raster-PQ's slechts weinig aangetroffen en dan nog vooral in de laaggelegen natte delen. De Echte koekoeksbloem is algemeen op alle vernatte delen. Moerasvergeet-mij-nietje is ondertussen op het gehele geplagde perceel verschenen. Ook de Geelgroene zegge is als pionier op het gehele perceel terug te vinden. De recente Elzenontwikkeling op de laagste en natste delen van het perceel verhindert daar een verdere ontplooiing van doelsoorten.

### **Draagkracht is door plaggen verbeterd**

Aanvankelijke leefde bij de beheerders de verwachting dat het plaggen een nog slappere bodem zou opleveren dan de toch al slappe bodem van de niet geplagde percelen. Deze verwachting is niet uitgekomen. De eerste 4-5 jaar was de productie in de plagproef zo gering dat maaien niet nodig was. In 2001 is de plagproef wel gemaaid en de niet geplagde percelen niet. De indruk bestaat dat de draagkracht van de geplagde bodem veel beter geworden is dan de slappe sterk veraarde veengronden van de niet geplagde percelen. De vegetatie in het geplagde perceel is nog lang niet stabiel. Aanbevolen wordt de monitoring nog ten minste 3 jaar voort te zetten.

## **4.5 Langjarige monitoring: hoe lang?**

### **Langjarige Monitoring noodzaak**

Het langjarig volgen van de ontwikkelingen na het uitvoeren van relatief riskante maatregelen, zoals het verwijderen van de veraarde toplaag in veengronden is eigenlijk een voorwaarde voor een adequate evaluatie van deze projecten. In het Nederlandse duingebied met zijn nog hoge biodiversiteit leidt een korte waarnemingsperiode tot overschatting van het resultaat (Grootjans e.a. 2003). Een evaluatie na 3-5 jaar is daar eigenlijk altijd positief als we kijken naar het verschijnen van bedreigde pioniersoorten na het plaggen. Veel van deze soorten zijn niet goed aangepast aan het duinvalleimilieu, althans zullen de competitie met beter aangepaste soorten verliezen, zodat na 5-10 jaren een nieuwe meer stabiele vegetatie ontstaat, veelal ook met minder doelsoorten. Bij plaggen van veengronden gaan de ontwikkelingen veel langzamer. De eerste paar jaren gebeurt er nog heel weinig. De belangrijkste veranderingen manifesteerden zich in De Barten pas na 5 jaar en na 10 jaar had zich een redelijk evenwicht ingesteld.

Voor de Wyldlannen gold dat de hydrologische herstelmaatregelen in het begin niet goed werkten, zodat de eerste 5 jaar eigenlijk vooral een mislukking lieten zien. Na 10 jaar werd wel duidelijk dat de oorspronkelijke doelstelling niet gehaald zou worden, maar er vonden in die periode toch positieve ontwikkelingen plaats in de richting van een mesotrofe Kleine zeggen vegetatie. Dat er in de Wyldlannen een pyriet probleem speelde, die daar het herstel structureel frustreert, werd pas duidelijk na een jaar of 5, toen er een duidelijke discrepantie ontstond tussen de ontwikkeling in de vegetatie en de ontwikkeling in een aantal bodemfactoren.

Voor de Lage Maden is de Monitoringsperiode van 6 jaar veel te kort. Aanvankelijk leek het project te mislukken, maar na een jaar of 5 werd duidelijk dat er toch perspectiefrijke omstandigheden na het plaggen waren ontstaan, met name door tussentijds uitgevoerde hydrologische herstelmaatregelen.

## 4.6 Perspectieven van plaggen in veengronden

### **Veraarde toplaag verwijderen is gunstig bij voldoende grondwaterbeschikbaarheid**

Het plaggen van veengronden om beekdalgraslanden te vernatten en te verschralen is niet zonder risico. Er wordt na plaggen een zeer vruchtbare, veelal sterk veraarde organische laag blootgesteld aan de lucht. Indien de weersomstandigheden of de lokale hydrologie niet gunstig zijn, kan vervolgens een sterke mineralisatie van het veen optreden. Dit laatste is inderdaad gebeurd in het plagexperiment in de Lage Maden (Drentse Aa), waar een half jaar na plaggen (1995) de droge delen enige jaren grotendeels onbegroeid bleven, vanwege de droogte. Een deel van het perceel werd dieper geplagd (40cm in plaats van 20cm). Hier bleef de sterke verdroging van de toplaag achterwege, omdat het grondwater het maaiveld kon bereiken, ook in de droge periode. In de lage delen van het perceel deed zich een ander, niet voorzien, probleem voor. Door pyrietoxidatie trad een sterke verzuring op, die ook de ontwikkeling van veel doelsoorten sterk belemmerde. Gelukkig bleek dit effect in de Lage Maden van tijdelijke aard. Uit bodemkundig onderzoek bleek de verzuring na 6 jaar te zijn gestopt, vermoedelijk is de pyriet wel blijvend aanwezig en zal in droge jaren weer tot verzuring leiden. Door de vernattingsmaatregelen in de omgeving van de Lage Maden, het opstuwen van de sloten en ook door de toegenomen neerslaghoeveelheden van de laatste jaren, ontwikkelen ook de sterk veraarde en verdroogde hogere en ondiep geplagde delen zich veel beter, hoewel een aantal doelsoorten zoals Dotterbloem zich nauwelijks weet te (her)vestigen. In de Barten (Lindevallei) deed zich geen pyrietprobleem voor. Vanaf het begin was het basenrijke grondwater hoog in het profiel gestuwd, als gevolg van hydrologische maatregelen. De plagproeven ontwikkelden zich zeer voorspoedig en na een jaar of 5 had zich in de plagproeven een vegetatie van een mesotroof laagveenmoeras ontwikkeld. Een nadeel van de sterke vernatting is dat de laatste jaren sommige delen niet gemaaid konden worden, zodat een verruiging door Hennegrass inzet in de niet geplagde delen. Ook lijken zich neerslaglenzen te vormen in de toplaag van de plagproeven, en ook in de niet geplagde delen. Deze vorming van neerslaglenzen wordt vrijwel zeker sterk gestimuleerd door de lage waterpeilen in de Linde. De vorming van neerslaglenzen zou sterk kunnen worden verminderd door het neerslagwater ondiep af te voeren via greppeltjes of via een natuurlijke afvoer. Daarvoor moet het waterpeil in de Linde wel eerst verhoogd worden, anders leidt de afvoer van neerslagwater weer tot verdroging.

Kort samengevat blijkt plaggen van (veraarde) veengronden tot goed resultaten te leiden, indien er heel veel grondwater kan worden aangevoerd. Het is niet voldoende om grondwater gedurende een korte tijd boven in het profiel te krijgen, maar het profiel moet het liefst het hele jaar met grondwater verzadigd zijn. Het beste zou zijn om zoveel grondwater aan te voeren dat het via natuurlijke weg weer afstroomt over het oppervlak naar de beek. Op deze wijze wordt ook het neerslagwater grotendeels afgevoerd. De ontwikkeling in de Lage Maden laat tevens zien dat het herstel van een Dotterbloemhooiland de veraardingsgraad van het veen dat bloot komt te liggen na plaggen een minder belangrijke rol te speelt indien de bodem voldoende met grondwater vernat wordt. Dit opent goede perspectieven om in sterke kwelgebieden op grotere schaal de sterk veraarde toplaag af te plaggen. Het is aan ter bevelen om in het gebied van de Lage Maden op grotere schaal de sterk veraarde toplagen van de veenpakketten af te plaggen.

### **Hydrologisch herstel onmogelijk: doeltypen herformuleren!**

Indien de oorspronkelijke hydrologie niet hersteld kan worden, zoals bijvoorbeeld in de Wyldlannen, zal plaggen niet leiden tot herstel van een vegetatietype dat daar ooit heeft bestaan. Zeker in het geval van een goed ontwikkeld Blauwgrasland, dat veel

basenminnende soorten heeft, is het doel dan te hoog gesteld. Plaggen leidt in alle door ons onderzochte gebieden wel tot een verlaging van de voedingstoffen beschikbaarheid. Dit was vooral in de Lage Maden en de Wyldlannen het geval, waar de totale fosfaatvoorraad flink omlaag ging. Plaggen leidt dus wel tot een voedselarm milieu. Voor de Wyldlannen betekent dit dat bij het hydrologisch herstelbeheer, waarin de grondwaterstandsschommelingen worden verminderd en overstroming met gezuiverd oppervlaktewater wordt gestimuleerd, de ontwikkelingsmogelijkheden voor een voedselarm (maar wel vrij zuur) Kleine zeggenmoeras gunstig worden. Dit is ook precies wat we de afgelopen 5 jaar hebben zien gebeuren. Het doeltype Blauwgrasland is dus niet gehaald, het doeltype mesotrofe Kleine zeggen wel.

Tenslotte is het de moeite waard op te merken dat in de relatief kleine plagexperimenten, de verspreiding van zaden of wortelstokken voor de meeste soorten niet beperkend lijkt te zijn geweest. Het heen en weer schuiven met de toplaag, heeft waarschijnlijk voor een goed verspreiding van zaden en volwassen planten gezorgd vanuit bestaande kernen doelvegetatie, die nog aanwezig waren. Bij grootschalige plaggen in gebieden waar geen relictten van doelvegetaties meer aanwezig zijn, zal de beschikbaarheid van diasporen wel beperkend zijn (Verhagen e.a. 2003), en zoals ook duidelijk bleek bij plagexperimenten in Midden Groningen. Het opbrengen van maaisel uit een donor vegetatie leidt daar tot snelle ontwikkeling van soortenrijke graslanden. Niets doen leidt tot een zeer soortenarme vegetatie zonder doelsoorten.

## 5 Literatuur

- Altenburg, W., N. Bakker en E. Wymenga (1989): De vegetatie van een viertal natuurreservaten in de regio Friesland-Zuid. Bureau Altenburg en Wymenga, Veenwouden.
- Bakker, T.W.M., Klijn, J.A. & F.J. Van Zadelhoff (1979): Duinen en duinvalleien. Een landschapsoecologische studie van het Nederlandse duingebied, Pudoc Wageningen.
- Bellemakers, M.J.S., M. Maessen, M.J.R. Cals en J.G.M. Roelofs (1993): Effectgerichte maatregelen tegen verzuring en eutrofiëring van oppervlaktewateren. Eindrapport monitoringsprogramma, 1e fase. Universiteit Nijmegen.
- Brouwer, E., R. Bobbink, J.G.M. Roelofs en G.M. Verheggen (1996): Effectgerichte maatregelen tegen verzuring en eutrofiëring van oppervlaktewateren. Eindrapport monitoringsprogramma tweede fase. Vakgroep Oecologie, Werkgroep Milieubiologie, Nijmegen.
- De Graaf, M.C.C., P.J.M. Verbeek, M.J.R. Cals en J.G.M. Roelofs (1994): Effectgerichte maatregelen tegen verzuring en eutrofiëring van matig mineraalrijke heide en schraallanden. Eindrapport monitoringsprogramma 1e fase. Vakgroep Oecologie, Werkgroep Milieubiologie, Nijmegen.
- Everts, F.H., A.P. Grootjans & N.P.J. de Vries (1984). Vegetatiekartering van de Drentse Aa. Laaglandbekenproject no. 5, SBB/RUG: 289 pp.
- Everts, F.H. & N.P.J. de Vries (1991). De vegetatieontwikkeling van beekdalsystemen. Een landschapsoecologische studie van enkele Drentse beekdalen. (Proefschrift). Historische uitgeverij Groningen
- Grootjans, A.P., T. Zonneveld, F.H. Everts, H. Hiemstra en A. Jansen (1987): Beekdalgradienten in Noord-Nederland. Laaglandbekenrapport nr 12, Laboratorium voor Plantenoecologie Haren/Provinciale Waterstaat Drenthe.
- Grootjans, A.P., Bijkerk, W., Everts, F.H., Hartog, P.S. & J. de Jong (1994): Monitoring van effectgerichte maatregelen tegen verzuring. Eindrapport 1ste fase 1991 - 1993. Laboratorium voor Plantenoecologie / Bureau Everts & De Vries e.a., Groningen. 42 pp.
- Grootjans, A.P., W. Bijkerk, F.H. Everts, M.E. Tolman, M. Jongman, R. Strijkstra, G. ter Heerdt, I. van Duren en J. de Jong (1997): Monitoring van effectgerichte maatregelen tegen verzuring. Eindrapport 2e fase 1994-1996. Laboratorium voor Plantenoecologie/Bureau Everts & de Vries, Groningen.
- Grootjans, A.P., J.P. Bakker, A.J.M. Jansen & R.H. Kemmers (2002). Restoration of brookvalley meadows. In: Nienhuis, P.H. & R. Gulati (eds.), Ecological restoration of aquatic ecosystems in the Netherlands.
- Grootjans, A.P., L.Geelen, A.J.M. Jansen & E.J. Lammerts (2002). Restoration of wet dune slacks. In: Nienhuis, P.H. & R. Gulati (eds.), Ecological restoration of aquatic ecosystems in the Netherlands.
- Hartog, P.S., Everts, F.H. & Grootjans, A.P. (1991): Vegetatiekartering van de Mokslootvallei (Texel). Everts & de Vries e.a., Groningen.
- IWACO (1992): Eindrapport modelonderzoek Hege Warren. IWACO Groningen.
- Jalink, M. (1987): Veldrusvegetaties in enkele Friese beekdalen. Rapport Laaglandbekenproject nr. 13. Lab. Voor Plantenoecologie, Haren.
- Jansen, A.J.M. (1990): Effectgerichte maatregelen tegen verzuring van natte schraallanden. Rapport KIWA SWO 90.244, Nieuwegein.
- Jansen, A.J.M. (1991): Effectgerichte maatregelen tegen verzuring van natte schraallanden. Prae-advies Wyldlannen. Rapport KIWA SWO 91.254, Nieuwegein.
- Jansen, A.J.M. (1991): Effectgerichte maatregelen tegen verzuring van natte schraallanden. Prae-advies De Barten. Rapport KIWA SWO 91.257, Nieuwegein.

- Jansen, A.J.M., A.Th.W. Eijsink, A.P.Grootjans, E.J. Lammerts & F.P.Sival (1993): Zijn hydrologische ingrepen noodzakelijk voor het beheer van natte schraallanden? EGM symposium 1992 Nijmegen.
- Jansen, A.J.M., A.P. Grootjans, & M.H. Jalink (2000). Hydrology of Dutch *Cirsio-Molinietum* meadows: Prospects for restoration. *Applied Vegetation Science* 3: 51-64.
- Jongman, M. (1996). Vegetatiekartering Drentsche A deel 2. Van Taarloosche Diep tot Westerholt. Rapport 96/2. Bureau Everts & De Vries e.a., Groningen. 128 pp + bijlagen.
- Kemmers, R.H., Jansen, P.C. & S.P.J. van Delft (2000). De regulatie van de basentoestand in kwelafhankelijke schraalgraslanden en laagvenen. Expertisecentrum LNV OBN rapport nr 8/ Alterra-rapport 32/01-2000
- Lammerts, E.J. (1999). Basiphilous pioneer vegetation in dune slacks on the Dutch Wadden Sea islands. Proefschrift Universiteit Groningen.
- Loeb, R. (2000). Verandering in fosforvormen in de bodem tijdens successie in natte duinvalleien op Terschelling. Intern verslag Departement Omgevingswetenschappen, Wageningen Universiteit.
- Schipper, P.C. en J.G. Streefkerk (1993): Drentse A; van stroomdal naar droomdal. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, SBB-Terreinbeheer, Driebergen.
- Schotsman, N. (1988): Onbemest grasland in Friesland; hydrologie, typologie en toekomst. Provincie Friesland, hoofdgroep Ruimtelijke Ordening.
- Spoelstra, S. (1997): Natuurontwikkeling in de Drentse Aa; de regeneratie van natte schraallanden door afplaggen. Intern rapport Laboratorium voor Plantenoecologie, Haren.
- Ter Heerdt, G.N.J., Verweij, G.L., Bekker, R.M. & Bakker, J.P., 1996. An improved method for seed bank analysis: seedling emergence after removing the soil by sieving. *Functional Ecology* 10-1.
- Van Duren, I.C., Strykstra, R.J., Grootjans, A.P., ter Heerdt, G.J.N. & Pegtel, D.M. (1998). A multidisciplinary evaluation of restoration measures in a degraded fen meadow (*Cirsio-Molinietum*). *Applied Vegetation Science* 1: 115-130.