

AB-DLO Thema's 5

Herstel van natte, soortenrijke graslanden

Themadag AB-DLO, in samenwerking met
SC-DLO, LUW, DLG, IKC-N en
Natuurmonumenten, gehouden op
6 november 1997 te Wageningen

M.J.M. Oomes & H. Korevaar (Eds)



ab-dlo



luw



sc-dlo



dlG



IKC
natuur
beheer



Vereniging
Natuurmonumenten

ISSN
934957

DLO-Instituut voor Agrobiologisch en
Bodemvruchtbaarheidsonderzoek
Bornsesteeg 65, Postbus 14
6700 AA Wageningen

Wageningen, 1998

Samenvatting

M.J.M. Oomes en H. Korevaar (Eds.), 1998. Herstel van natte, soortenrijke graslanden. Themadag gehouden op 6 november 1997 te Wageningen. AB-DLO thema's 5. DLO Instituut voor Agrobiologisch en Bodemvruchtbaarheidsonderzoek, (AB-DLO), Wageningen, 95 pp.

Het boek bevat acht bijdragen die betrekking hebben op herstelbeheer van natte, soortenrijke graslanden dat uitgaat van relatief productieve systemen waarvan het agrarisch gebruik wordt geëxtensiveerd. Het is gedeeltelijk een neerslag van het onderzoek dat vanaf 1985 gezamenlijk door enkele DLO-instituten en LUW-vakgroepen in het Binnenveld nabij Wageningen is gedaan. Daarnaast worden ook andere onderzoeksresultaten besproken. Het overheidsbeleid en de daarin gestelde doelen en tot nu toe bereikte resultaten worden toegelicht. Aan de orde komen de effecten van maatregelen ten aanzien van inrichting en beheer op het type bodemwater in de wortelzone, de nutriëntenbeschikbaarheid in de bodem, de nutriëntenopname door de vegetatie en de botanische samenstelling van het grasland. De onderzochte maatregelen zijn: verhoging van de waterstand tot verschillende niveaus, afplaggen, maaien en afvoeren, en extensieve begrazing. De consequenties van de resultaten voor de praktijk en enkele ervaringen die reeds zijn opgedaan worden besproken.

CIP-DATA KONINKLIJKE BIBLIOTHEEK, DEN HAAG

Herstel van natte, soortenrijke graslanden:
Themadag gehouden op 6 november 1997 te Wageningen /
M.J.M. Oomes en H. Korevaar (Eds). - Wageningen
[etc.] : DLO-Instituut voor Agrobiologisch en
Bodemvruchtbaarheidsonderzoek. - III. (AB-DLO thema's; 5)
Met lit. opg.
ISBN 90-73384-55-9

© DLO-Instituut voor Agrobiologisch en Bodemvruchtbaarheidsonderzoek, Wageningen

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden gereproduceerd, in computerbestanden worden opgeslagen of uitgegeven in enige vorm, inbegrepen elektronisch, mechanisch, reprografisch of fotografisch, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever: AB-DLO, Postbus 14, Wageningen, Nederland.

Inhoud

	Pagina
1. Herstel van natte, soortenrijke graslanden; 10 jaar onderzoek op De Veenkampen <i>H. Korevaar & M.J.M. Oomes</i>	1
2. Natuurbeleid voor natte soortenrijke graslanden <i>F.J. van Zadelhoff</i>	5
3. Hoe ver nat? Vragen van gebruikers <i>R.P. de Ridder</i>	13
4. Hydrologisch beheer: balanceren tussen kwel en wegzijging <i>S. van der Schaaf</i>	25
5. Invloed van 10 jaar vernatting op de regeneratieprocessen in de bodem van De Veenkampen <i>D. van der Hoek & R.H. Kemmers</i>	41
6. Effect van vernatten en afplaggen op verschraling en vegetatie <i>M.J.M. Oomes, R.H.E.M. Geerts & H.J. Altena</i>	57
7. Begrazing als herstelmaatregel in natte graslanden <i>J. Bokdam & H. Piek</i>	75
8. Vernatting als herstelmaatregel? Samenvatting en conclusies <i>M.J.M. Oomes & H. Korevaar</i>	93

Voorwoord

Met vooruitziende blik hebben medewerkers van DLO-instituten en LUW-vakgroepen in het begin van de jaren tachtig een project gestart naar de effecten van vernatting en verschraling op grasvegetaties op veenweidegronden.

Er is een speciale experimentele onderzoeksfaciliteit in het Wageningse Binnenveld "De Veenkampen" ingericht. Het is een van de weinige faciliteiten, waar gedurende langere tijd de ecologische effecten van een drastisch veranderd beheer van vegetatie en bodem kwantitatief gemeten werden.

De themadag "Herstel van natte, soortenrijke graslanden" was erop gericht om interactief tussen beleid, beheer en onderzoek tot een consistente aanpak van herstelmaatregelen te komen, gericht op herstelbeheer van grasvegetaties met een hoge natuurwaarde. Er is een grote behoefte aan inzicht in het effect van maatregelen, die op de langere termijn tot gewenste en houdbare natuurdoeltypen leiden zonder extreem kostbare ingrepen. De organisatoren zijn erin geslaagd met een gevarieerd programma veel deelnemers uit beleid en beheer voor deze problematiek te interesseren. De teksten van de voordrachten zijn in dit themaboekje opgenomen om een nog bredere groep te bereiken.

Het thema "soortenrijkdom van graslanden" leent zich bij uitstek tot een multi-disciplinaire aanpak. In het Veenkampenproject, dat beheerd wordt door AB-DLO, zijn reeds vele jaren in KCW-stijl onderzoekers van de DLO-instituten AB en SC samen met onderzoekers van de voormalige vakgroepen Terrestrische Oecologie en Waterhuishouding samen aan de slag. Instandhouding van een "long term ecological site" is kostbaar en vraagt derhalve een goede afstemming op de vragen uit beleid en praktijk. De themadag heeft een goede bijdrage geleverd aan deze afstemming.

Gaarne zeg ik de medewerkers, die de organisatie verzorgd hebben dank voor hun inspanning en de auteurs voor hun bijdrage.

dr. ir. Huub Spiertz,
directeur AB-DLO

1. Herstel van natte, soortenrijke graslanden; 10 jaar onderzoek op De Veenkampen

H. Korevaar & M.J.M. Oomes

Instituut voor Agrobiologisch en Bodemvruchtbaarheidsonderzoek (AB-DLO), Postbus 14, 6700 AA Wageningen

Inleiding

In natuurlijke systemen is in afgelopen decennia door ontwatering en grondwateronttrekking veel veranderd. In veel gevallen is het ecosysteem in biologisch opzicht sterk verarmd. De afgelopen jaren is in het kader van het Nationaal Onderzoeksprogramma Verdroging een inventarisatie verricht naar herstel van natte en vochtige ecosystemen. Deze inventarisatie leverde een lijst op van 174 gebieden waarin in 1994 of eerdere jaren anti-verdrogingsmaatregelen zijn genomen (Van der Linden et al., 1994). Meestal waren deze projecten gericht op het herstellen van half natuurlijke systemen (blauwgraslanden, laagvenen, oligotrofe venen, natte heide etc.), uitgaande van gebieden waarin de uitgangssituatie vaak nog relatief gunstig is. Veranderingen in de waterhuishouding zijn pas recent aangebracht en soorten zijn pas relatief kort geleden verdwenen en komen vaak nog in de omgeving voor.

De laatste jaren is er een toenemende aandacht voor herstelmaatregelen die starten vanuit een veel ongunstiger uitgangssituatie, namelijk volledig geëutrofiëerde vennen en terrestrische vegetaties. Herstelbeheer op voormalige landbouwgronden is daarvan een voorbeeld. De biotische en abiotische uitgangssituatie wordt gekenmerkt door een grote nutriëntenrijkdom en een diepe ontwatering. Er zijn niet of nauwelijks resten meer van de "doeltypen" die we daar weer graag terug willen krijgen met het herstelbeheer.

Op deze themadag over herstel van natte, soortenrijke graslanden lopen de ervaringen van 10 jaar onderzoek op de Veenkampen als rode draad door de verhalen, maar ook ervaringen uit andere gebieden worden gepresenteerd.

De Veenkampen

Het proefcomplex "De Veenkampen" ligt in het Binnenveld in het zuidwestelijke deel van de Gelderse Vallei tussen Wageningen en Veenendaal. De geografische ligging en de hydrologische situatie worden beschreven in de bijdrage van Van der Schaaf. Het Binnenveld is in de periode net na de Tweede Wereldoorlog ontwaterd om de landbouwkundige mogelijkheden te vergroten. De vegetatie op De Veenkampen bestond vóór de "graslandverbetering" uit blauwgraslanden die in de winter onder water stonden omdat het water uit de Gelderse Vallei niet snel via de Grift kon worden afgevoerd. Van het onderzoeksterrein en de nabije omgeving zijn vegetatie-opnames uit de veertiger jaren bekend (Geerts et al., 1996). De bodem bestaat uit zware, venige klei. Tot 1978 werd het terrein (ongeveer 13 ha

groot) intensief gebruikt en bemest met gemiddeld 300 kg N, 33 kg P en 125 kg K per ha per jaar. De agrarische historie is voor alle percelen van het complex vergelijkbaar. Na 1978 werd de bemesting gestopt en begon de vershraling van het grasland.

De waterstand is in 1985, dus 7 jaar daarna, in gedeelten van het terrein verhoogd. De grondwaterstanden van het vernatte gedeelte waren in de zomer en winter respectievelijk 40 en 0 cm onder maaiveld, die van het niet vernatte droge gedeelte 75 en 20 cm, hetgeen gelijk was aan die van de agrarisch gebruikte omgeving. Een derde variant was een extreem hoge waterstand, waarbij het grasland het voorjaar tot half mei dras stond en de waterstand in de zomer 30 cm was (Tabel 1). De vochtige variant was intermediair. Voor een meer gedetailleerde omschrijving zie Oomes et al. (1996) en Geerts et al. (1996).

Tabel 1. Grondwaterstanden en watertype van de proefcompartimenten op de Veenkampen.

Omschrijving	Wateraanvoer zeer nat	Wateraanvoer nat	Water- conservering vochtig	Als omgeving droog
Waterstand (cm - mv)				
zomer	30	40	60	75
winter	0 (ook in voorjaar)	0	20	20
Watertype	infiltratie grondwater en con- serveren regenwater	infiltratie grondwater en con- serveren regenwater	conserveren regenwater	als omgeving

Voor de watervoorziening zijn twee bronnen geboord die grondwater leveren. Dit water wordt in het slotenstelsel gebracht en vervolgens via drains op een diepte van 50-70 cm en een onderlinge afstand van 7-8 m in de percelen gebracht. Bij de behandeling "vochtig" wordt alleen neerslagwater geconserveerd, dus geen grondwater aangevoerd.

Samenhang tussen de bijdragen

De zes inleidingen proberen een beeld te geven van doelen, maatregelen, daardoor gestuurde processen en de effecten die een rol spelen bij herstelbeheer van natte, schrale graslanden. Op hoofdlijnen is de opbouw als volgt:

- Gestart wordt met de inleiding door Erik van Zadelhoff van IKC-N over verdrogingsbestrijding in het natuurbeleid en de doelen en natuurdoeltypen die daarbij worden nagestreefd.
- In de tweede bijdrage gaat Robbert de Ridder van de Dienst Landelijk Gebied (DLG) in op de vragen die in de praktijk leven bij natuurontwikkelingsprojecten op voormalige landbouwgronden en de ervaringen die in de praktijk daarbij zijn opgedaan.
- Vervolgens komt De Veenkampen meer in beeld. Sake van der Schaaf (LUW Departement Omgevingswetenschappen, sectie Waterhuishouding) gaat in op de waterstro-

men in het gebied en hoe regenwater en grondwater elkaar in de wortelzone kunnen verdringen.

- Dick van der Hoek (LUW Departement Omgevingswetenschappen, sectie Natuurbeheer) en Rolf Kemmers (SC-DLO) beschrijven de invloed die de grondwaterkwaliteit heeft op het systeem, dus op de beschikbaarheid van nutriënten in de bodem als gevolg van grond- en regenwaterstromen.
- Thies Oomes (AB-DLO) bespreekt de relaties tussen grondwaterstand in de wortelzone, de beschikbaarheid van nutriënten, maaibeheer en de ontwikkeling van de vegetatie.
- Jan Bokdam (LUW Departement Omgevingswetenschappen, sectie Natuurbeheer) en Harm Piek (Natuurmonumenten) gaan tot slot in op het effect van begrazing bij het beheer van dit soort graslanden.

Literatuur

- Geerts, R.H.E.M., J.J.M.H. Ketelaars, M.J.M. Oomes, H. Korevaar & A.K. van der Werf, 1996. Herinstructie van graslandplanten. Jaarverslag 1995, AB-DLO, Wageningen, pp. 65-68.
- Oomes, M.J.M., H. Olf & H.J. Altena, 1996. Effects of vegetation management and raising the water table on nutrient dynamics and vegetation change in a wet grassland. *Journal of Applied Ecology* 33: 576-588.
- Linden, M. van der, K.A. Blokland, L.M.L. Zonneveld, R. van Ek & J. Runhaar, 1994. Herstel van natte en vochtige ecosystemen; basisrapport Nationaal Onderzoeksprogramma Verdroging, rapport 9.1.

2. Natuurbeleid voor natte soortenrijke graslanden

F.J. van Zadelhoff

IKC Natuurbeheer, Postbus 30, 6700 AA Wageningen

Samenvatting

Het behoud en herstel van natte schrale graslanden is al geruime tijd een belangrijk onderwerp voor de natuurbescherming. Het Natuurbeleidsplan van 1990 voorziet niet alleen een versterking van de bestaande gebieden maar ook een belangrijke uitbreiding van hun areaal door natuurontwikkeling. De doelen van dit (herstel)beheer zijn aangegeven in de nota *Ecosystemen in Nederland en het bijbehorende Handboek Natuurdoeltypen (1995)*. In de *Ecosysteemvisie Graslanden (1997)* is de uiteindelijke taakstelling in hectares en te herstellen systemen vastgelegd.

De verwerving van grond ligt op schema, maar het budget voor maatregelen in het kader van de *Gebiedsgerichte Bestrijding Verdroging (GEVEBE)* wordt slechts gedeeltelijk benut. De realisatie van de beleidsdoelen blijkt een zware opgave voor het natuurbeleid, maar ook voor het milieu- en waterbeleid. In het kader van het *Overlevingsplan Bos en Natuur (OBN)* worden maatregelen, monitoring en onderzoek gestimuleerd. Enkele resultaten ervan worden besproken.

Het algemene verdrogingsbeleid zal in de toekomst meer op regionaal en lokaal niveau moeten worden toegespitst via kansrijkdom-kaarten. Het beleid gaat ervan uit dat herstel mogelijk is, maar heeft een aantal onderzoeksvragen met betrekking tot natuurherstel op organische-stof-rijke bodems.

1. Inleiding

Natte soortenrijke graslanden behoren tot de juweeltjes van de Nederlandse natuur. Iedere rechtgeaarde bioloog loopt het water in de mond bij het zien van goed ontwikkelde kleine zeggen-, knobbies- en dotterbloemvegetaties. Helaas hebben we daar in Nederland nog maar weinig van over en we moeten naar een land als Polen om op uitgebreide schaal natte soortenrijke schraallanden te zien. Daar kunnen we ons pas een voorstelling maken van de rijkdom die we hier ooit gekend hebben.

Wat ons aan schraallanden rest, is in het algemeen wel veiliggesteld als natuurgebied, maar wordt onverminderd bedreigd door verdroging, vermesting en verzuring. Het behoud van de resterende schraallanden is dan ook al geruime tijd een belangrijk onderwerp in de natuurbescherming. Sinds het begin van de negentiger jaren is het natuurbeleid erop gericht niet alleen te behouden wat we hebben, maar ook om het areaal natte schraallanden weer aanzienlijk uit te breiden. Het herstel van natte schraallanden is voor het natuurbeleid dan ook een belangrijk onderwerp.

2. Natuurbeleidsplan

In 1990 werd in Nederland voor het eerst een Natuurbeleidsplan vastgesteld (Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, 1990). Het betreft een strategisch plan met een looptijd van 20 tot 30 jaar. Het Natuurbeleidsplan streeft naar het behoud van biodiversiteit op een zo natuurlijk mogelijke wijze. Het belangrijkste middel om dit doel te bereiken is het realiseren van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS); een samenhangend netwerk van in (inter)nationaal opzicht belangrijke ecosystemen.

De reeds in Nederland aanwezige grotere bossen en natuurgebieden vormen de ruggengraat van de EHS. Deze bestaande gebieden worden versterkt tot kerngebieden door ze uit te breiden met landbouwgronden (enclaves, randzones) die speciaal voor dit doel worden verworven.

Ook op plaatsen die goede kansen bieden voor het ontwikkelen van grootschalige nieuwe natuurgebieden wordt landbouwgrond aangekocht. Dit zijn de zogenaamde natuurontwikkelingsgebieden. Voor natuurontwikkeling zijn gebieden geselecteerd met een hoge natuurlijke dynamiek, alsmede gebieden met kwel van relatief schoon grondwater (binnenduinzoom, kwelzones rond de Veluwe etc.). Daarbij is ervan uitgegaan dat dit bij uitstek gebieden zijn die zich lenen voor de ontwikkeling van nieuwe natuur (Van Zadelhoff & Lammers, 1995).

3. De nota's "Ecosystemen in Nederland" en "Ecosysteemvisie Graslanden"

Al snel na het uitkomen van het Natuurbeleidsplan werd de noodzaak gevoeld om de natuurdoelen nader te concretiseren. Dit ten behoeve van een verantwoorde invulling van de EHS. De concretisering heeft vorm gekregen in de nota Ecosystemen in Nederland en het bijbehorende Handboek Natuurdoeltypen (Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, 1995; Bal et al., 1995). Beide documenten vormen de leidraad voor de uitvoering van het natuurbeleid door provincies en terreinbeheerders. Het Handboek geeft een beschrijving van de na te streven kwaliteit van 132 natuurdoeltypen in termen van doelsoorten en procesparameters.

In Ecosystemen in Nederland wordt voor een beperkt aantal natuurdoeltypen aangegeven welk areaal gerealiseerd zou moeten worden gedurende de looptijd van het Natuurbeleidsplan. Het betreft doeltypen die nog maar weinig voorkomen en gebonden zijn aan specifieke (milieu)omstandigheden, zoals de soortenrijke, halfnatuurlijke graslanden.

In 1997 is de Ecosysteemvisie (ESV) Graslanden uitgebracht (Van Opstal et al., 1997). De ESV Graslanden bouwt voort op de systematiek van de beide eerder genoemde nota's, maar geeft meer achtergrondinformatie over graslandecosystemen. Op basis van deze nieuwe informatie zijn de taakstellingen uit Ecosystemen in Nederland voor een aantal graslandtypen bijgesteld.

De ESV Graslanden geeft aan dat het huidige areaal natte, soortenrijke graslanden van circa 7600 ha uitgebreid zou moeten worden naar 17.950 ha (Tabel 1).

De graslanddoeltypen omvatten vegetaties uit meerdere verbonden. Zo wordt in het Handboek Natuurdoeltypen voor de schraalgraslanden op de hogere zandgronden (Hz-3.7) een zevental verbonden als referentie genoemd. Het betreft het dotter-verbond, het moerasspirea-verbond, het biezeknoppen-pijpestrootjes-verbond, het knobbies-verbond, het

Tabel 1. Overzicht van het huidige areaal en het nagestreefde areaal natte schraalgraslanden (Van Opstal et al., 1997).

Fysisch-geografische regio	Doeltype	Huidig areaal (ha)	Nagestreefd areaal (ha)
Heuvelland	hl-3.7	25	400
Hogere zandgronden	hz-3.7	1910	8000
Rivierengebied	ri-3.4	700	1400
Laagveengebied	lv-3.4	4710	7500
Zeekleigebied	zk-3.5	240	650
Totaal		7585	17950

glanshaver-verbond, het verbond van zomp- en gewone zegge en het dwergbiezen-verbond. Deze vegetatietypen zijn allemaal gebonden aan hoge grondwaterstanden (Gt I-III). Al geruime tijd is duidelijk dat de grondwaterstand niet de enige belangrijke factor is; met name voor vegetaties die behoren tot de eerste vier verbonden geldt dat ook een goede basenbezetting van de bodem van groot belang is. Dit betekent veelal dat zij afhankelijk zijn van situaties waarin kwel van kalkhoudend tot kalkrijk grondwater optreedt (Everts & De Vries, 1991; Grootjans, 1985; Kemmers, 1988; Wassen, 1990; Bijlmakers et al., 1990).

4. Realisatie van de natuurbeleidsdoelen

Het realiseren van bovengeschetste natuurbeleidsdoelen vormt een zware opgave, zowel voor het natuurbeleid als voor het daarmee verbonden milieu- en waterbeleid.

Wat betreft het verwerven van gronden worden flinke vorderingen gemaakt. Voor het realiseren van de EHS zal in totaal 150.000 ha landbouwgrond verworven worden. Uit evaluaties blijkt dat de verwerving redelijk op schema ligt.

Het verwerven van grond alleen is uiteraard niet voldoende; het is ook van groot belang dat aan de vereiste milieuecondities wordt voldaan. De effecten van verdroging, verzuring en vermessing dienen te worden opgeheven, zowel in de natte soortenrijke schraallanden die nog reesteren als in de nieuw te ontwikkelen schraallanden. Daartoe is een aantal specifieke instrumenten beschikbaar, waarvan het Overlevingsplan Bos en Natuur en de Regeling Gebiedsgerichte Bestrijding Verdroging de belangrijkste zijn.

Het Overlevingsplan Bos en Natuur (OBN, voorheen EGM) is sinds 1989 van kracht. In het kader van het OBN worden maatregelen in bestaande bos- en natuurgebieden gesubsidieerd, zoals bijvoorbeeld het plaggen en bekalken van heideterreinen en bossen, het inlaten van gebufferd water in vennen en het herstel van de waterhuishouding in verdroogde schraalgraslanden. Jaarlijks is ca. 22 miljoen gulden beschikbaar voor OBN, waarvan een beperkt deel wordt gebruikt voor het begeleiden van de maatregelen met onderzoek. Voor het coördineren van het begeleidende onderzoek in de natte schraallanden is een speciaal deskundigenteam in het leven geroepen.

Voor het realiseren van de natuurbeleidsdoelen in natte schraallanden is met name het opheffen van de verdroging een sleutelfactor. Verdroging werd met het uitkomen van het

Natuurbeleidsplan, de Derde Nota Waterhuishouding en het eerste Nationaal Milieubeleidsplan in 1989, erkend als een nationaal milieuprobleem. Ter bestrijding van de verdroging is de Regeling Integraal Waterbeheer (REGIWA) in het leven geroepen, die vervolgens is overgegaan in de regeling Gebiedsgerichte Bestrijding Verdroging (GEBEVE). De GEBEVE-regeling is specifiek bedoeld voor de bestrijding van verdroging, zowel binnen als buiten de bestaande bos- en natuurgebieden. In het kader van deze regeling is in de periode 1995-1999 jaarlijks 24 miljoen gulden beschikbaar. Door middel van deze regeling worden de kosten van herstelmaatregelen voor maximaal 50% door het Rijk gefinancierd. De uitvoering van deze regeling wordt ondersteund door het Nationaal Onderzoekprogramma Verdrogingsbestrijding (NOV).

5. Resultaten herstelmaatregelen

De effectgerichte maatregelen in het kader van het Overlevingsplan Bos en Natuur (OBN) zijn in de periode 1989-1995 genomen op ca. 8000 ha, waarvan 1250 ha in vochtige schraallanden en duinvalleien. Sedert 1995 is de behandelde oppervlakte flink toegenomen tot inmiddels 21.000 ha (RIVM et al., 1997).

Onlangs zijn de resultaten van zes jaar monitoring en onderzoek aan natte schraallanden geëvalueerd (Jansen, 1997). Hieruit blijkt dat de maatregelen hebben geleid tot een grote toename in het voorkomen van bedreigde plantensoorten en levensgemeenschappen van beekdalen en duinvalleien. Het meeste succes is behaald met soorten en gemeenschappen van jonge successiestadia. Vooral plaggen en de combinatie van plaggen met maatregelen die leiden tot een hogere grondwaterstand en een hogere basenrijkdom in de wortelzone zijn succesvol. In laagveengebieden en beekdalen met dikke veenpakketten is het natuurherstel veelal minder succesvol dan in situaties met een minerale ondergrond op geringe diepte. Natuurherstel treedt op veengronden alleen op als een vergroting van de invloed van baserijk grondwater tot in de wortelzone gerealiseerd kan worden. Daarvoor zijn veelal maatregelen in de omgeving van de betreffende natuurgebieden noodzakelijk. De subsidieverlening via de GEBEVE-regeling komt slechts moeizaam uit de startblokken. In de jaren 1995-1996 werden projecten ter waarde van 29,6 miljoen gulden goedgekeurd, terwijl 48 miljoen gulden beschikbaar was. Per maart 1997 was in de goedgekeurde projecten nog slechts 5,3 miljoen gulden besteed. Op slechts 15.000 ha (3%) van de ca. 620.000 ha verdroogd gebied met hoofd- of nevenfunctie natuur, wordt een vermindering van de verdroging verwacht op basis van de nu in uitvoering zijnde projecten (RIVM et al., 1997). De oorzaken die voor het tot op heden beperkte resultaat van de GEBEVE-regeling genoemd worden zijn: aanloopproblemen, het ontbreken van draagvlak in de streek en het feit dat vernattingsschade in omliggende gebieden slechts ten dele in aanmerking komt voor subsidie (Runhaar et al., 1997).

6. Plannen voor de toekomst

De komende tijd zal zowel het OBN als het algemene verdrogingsbeleid worden voortgezet. De voortzetting van OBN houdt direct verband met het niet halen van verzuringsdoelstellingen. Wat betreft het anti-verdrogingsbeleid ligt de situatie ingewikkelder. De GEBEVE-regeling wordt met nog een jaar verlengd, maar zal in 1999 beëindigd worden. In de

nota "Watersysteemverkenningen" (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1996) wordt geschat dat in geheel Nederland in het jaar 2000 een reductie van 10% van het verdroogde areaal zal zijn bereikt. Doel van het beleid was om te komen tot een reductie van het verdroogde areaal met 25% in 2000 en met 40% in 2010. In het regeringsvoornemen voor de Vierde Nota Waterhuishouding wordt aangegeven dat men wil vasthouden aan het terugdringen van het verdroogd areaal met 40% ten opzichte van de situatie in 1985. Men wil dit o.a. bereiken door:

- versterkte aandacht voor waterconservering,
- vastleggen van de gewenste grondwatersituatie in waterhuishoudingsplannen, en
- afremmen en realloceren van de grondwaterwinning.

In het kader van Natuurverkenningen '97 (RIVM et al., 1997) is voor een aantal gebieden nagegaan welke set van maatregelen in dit verband het meest effectief is (Querner & Jansen, in voorbereiding). Uit deze studie komt naar voren dat het verhogen van de drainagebasis in combinatie met het terugdringen van de grondwaterwinning het meest effectief is voor een herstel van de gewenste grondwaterstand en grondwaterkwaliteit.

Het zal duidelijk zijn dat voor het realiseren van natuurdoelen voor natte schraallanden nog heel wat inspanningen gepleegd zullen moeten worden. Daarbij is het van belang pragmatisch te handelen. De Nota Ecosystemen in Nederland formuleert weliswaar concrete doelen voor de EHS als totaal, maar is zodanig opgezet dat op regionaal niveau nog gekozen kan worden voor verschillende beleidsopties. Dit om op lokaal niveau nog voldoende ruimte te laten voor bestuurlijke afwegingen, maar ook om goed in te kunnen spelen op de milieuomstandigheden ter plaatse. Het is nu eenmaal eenvoudiger kritische natuurdoeltypen te realiseren op plaatsen die nog niet sterk verdroogd zijn dan in sterk verdroogde gebieden. Ter ondersteuning van deze regionale planvorming zijn kansrijkdomkaarten ontwikkeld, die onder meer zijn gebaseerd op het voorkomen van kwel van ionenrijk, zoet grondwater (Farjon et al., 1994). De gedachte daarbij is dat het behoud en herstel van grondwaterafhankelijke natuurdoeltypen, zoals natte schraalgraslanden, eenvoudiger te realiseren (en dus kansrijker) is op plaatsen met kwel van niet verontreinigd, ionenrijk zoet grondwater, dan op plaatsen waar dergelijke kwel is weggevalen. De grondwaterstand laat zich nu eenmaal makkelijker manipuleren dan de grondwaterkwaliteit.

7. Onderzoeksvragen

Uit het voorgaande blijkt dat er in het beleid vanuit gegaan wordt dat herstel van natte, soortenrijke graslanden op grote schaal mogelijk is. Daarbij baseert men zich op algemene inzichten en op de ervaringen zoals die in de praktijk zijn opgedaan. Er is echter nog steeds te weinig bekend over de relatie tussen grondwaterkwaliteit, grondwaterhuishouding, bodem, vegetatie en fauna. Daardoor zijn voorspellingen over de te verwachten ontwikkeling van flora en fauna op een bepaalde locatie nog steeds niet goed mogelijk en is dus ook niet goed aan te geven of de door de overheid geformuleerde taakstellingen daadwerkelijk haalbaar zijn.

Uit de ervaringen bij het OBN blijkt wel dat het herstel van natte, soortenrijke graslanden redelijk succesvol verloopt, maar dat dit herstel op organische-stof-rijke bodems meer problemen oplevert dan op minerale bodems. Een belangrijke vraag richting onderzoek is dan ook hoe natuurherstel onder dergelijke omstandigheden het beste gerealiseerd kan worden

en hoe kansrijke omstandigheden voor natuurherstel en natuurontwikkeling in deze meer voedselrijke omstandigheden herkend kunnen worden.

Uit de praktijk blijkt dat het herstel van de waterhuishouding en het verwijderen van de voedselrijke bovengrond belangrijke voorwaarden zijn voor succesvol herstel. Het herstel van de waterhuishouding vergt daarbij veel gebiedsgericht onderzoek, waarbij met name het verkrijgen van een goede vocht- en waterhuishouding en waterkwaliteit in de wortelzone voor de nodige hoofdbrekers kan zorgen.

Het verwijderen van de bovengrond (plaggen) is vaak een dure maatregel, zeker in natuurgebieden en natuurontwikkelingsgebieden van enige omvang. Bovendien wordt met het verwijderen van de bovengrond vaak ook een aanzienlijk deel van de zaadvoorraad verwijderd. Onderzoek ter verhoging van de effectiviteit en efficiëntie van deze maatregel, vooral op bodems rijk aan organische stof, is dan ook van groot belang. Voorts zou kunnen worden nagegaan of er alternatieven zijn voor het verwijderen van de bovengrond, bijvoorbeeld door extra maatregelen in de sfeer van de waterhuishouding.

In de navolgende bijdragen zal op een aantal van deze vragen nader worden ingegaan.

Literatuur

- Bal, D., H.M. Beije, Y.R. Hoogeveen, S.R.J. Jansen & P.J. van der Reest, 1995. Handboek natuurdoeltypen in Nederland. Rapport IKC Natuurbeheer nr. 11, Wageningen.
- Bijlmakers, L.L., R.F.M. Buskens & F.J. van Zadelhoff, 1987. Het beekdal van het Merkske. Een verkenning van de landschapsecologische relaties via het grondwater. Landschap, 1.
- Everts, F.H. & N.J.P. de Vries, 1991. De vegetatieontwikkeling van beekdalsystemen. Historische Uitgeverij Groningen.
- Farjon, J.M.J., A.H. Prins & J.D. Bulens, 1994. Abiotische kansrijkdom natuurontwikkeling van grote begeleid-natuurlijke eenheden in Nederland. SC-rapport 313, IBN-rapport 060, Wageningen.
- Grootjans, A.P., 1985. Changes of groundwater regime in wet meadows. Thesis RU Groningen.
- Jansen, A.J.M., 1997. Natte schraallanden en het Overlevingsplan Bos en Natuur. Evaluatie van zes jaar monitoring en onderzoek in beekdalen, laagvenen en natte duinvalleien. KIWA, Nieuwegein.
- Kemmers, R. H. & G. van Wirdum, 1988. De betekenis van de chemische samenstelling van grondwater voor het milieu van wilde planten. Biovisie Magazine 2, 1988.
- Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, 1990. Natuurbeleidsplan. Regeringsbeslissing. Tweede Kamer, vergaderjaar 1989-1990, 21149, nrs. 2-3.
- Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, 1995. Ecosystemen in Nederland. 's-Gravenhage.
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1996. Toekomst voor water, Watersysteemverkenningen 1996. RIKZ Den Haag, RIZA Lelystad.
- Opstal, A.J.F.M. van, L.J. Draaijer & P. Aukes, 1997. Ecosysteemvisie graslanden. Rapport IKC Natuurbeheer nr. 27, Wageningen.
- Querner, E.P. & P.C. Jansen (in voorbereiding). Grondwater voor natuur. Onderdeel achtergronddocument Milieu, Natuurverkenningen '97. Rapport IKC Natuurbeheer, Wageningen.

- RIVM, IKC-N, IBN-DLO, SC-DLO, 1997. Natuurverkenningen '97. Samson & Tjeenk Willink bv, Alphen ad Rijn.
- Runhaar, J.M.A., M.A. Graafland & G.P. Beugelink, 1997. Evaluatie van het landelijk verdrogingsbeleid. Milieu, 3.
- Wassen, M.J., A. Barendregt, A. Palczynski, J.T. de Smidt & H. de Mars, 1990. The relationship between fen vegetation gradients, groundwater flow and flooding in an undrained valley mire at Biebrza, Poland. *Journal of Ecology* 78: 1106-1122.
- Wassen, M., 1990. Water flow as a major ecological factor in fen development. Dissertatie Universiteit Utrecht.
- Zadelhoff, F.J. van & G.W. Lammers, 1995. The Dutch Ecological Network. *Landschap* 12/3, 1995. Werkdocument IKC Natuurbeheer nr. W-93, Wageningen.

3. Hoe ver nat? Vragen van gebruikers

R.P. de Ridder

Dienst Landelijk Gebied, afd. Innovatie en Kennismanagement, Postbus 20021, 3050 LA Utrecht¹

Samenvatting

Momenteel worden veel natuurontwikkelingsprojecten in het kader van landinrichting gerealiseerd. Veel vragen bestaan over de juiste manier van inrichten voor de verschillende natuurdoelen. Binnen de Dienst Landelijk Gebied is een inventarisatie gemaakt van die vragen. Op de lange termijn zullen via het onderzoek antwoorden beschikbaar komen. Voor de uitvoering van nu dienen echter op korte termijn antwoorden te worden geformuleerd. Op basis van bestaande kennis en praktijkervaringen is daarom een aantal antwoorden opgesteld. Zo is een database met beschrijvingen van bestaande natuurontwikkelingsprojecten op voormalige landbouwgronden gemaakt, die beschikbaar komt op cd-rom en (waarschijnlijk) via internet. Daarnaast is een rapport met vuistregels voor inrichting gemaakt.

1. Inleiding

Bij de Dienst Landelijk Gebied (DLG) spelen veel vragen over natuurontwikkeling in de praktijk. In diverse gebieden moeten op dit moment via inrichtingsmaatregelen de juiste omstandigheden voor natuurdoelen gerealiseerd worden. Vaak is er een groot verschil tussen de uitgangssituatie (meestal landbouwgrond) en de milieu-condities die noodzakelijk zijn voor het gewenste natuurdoel.

De Dienst Landelijk Gebied is een uitvoerende dienst van het ministerie van LNV en is de nieuwe naam voor de vroegere Dienst Landinrichting en Beheer Landbouwgronden. De dienst is gezamenlijk eigendom van provincies en het rijk (LNV), waarvan de meeste opdrachten worden betrokken. De dienst is actief op het gebied van grondverwerving, landinrichting en agrarisch natuurbeheer.

De inrichting van natuurgebieden behoort dus ook tot het werkkerrein. Voorbeelden van inrichtingsmaatregelen zijn het ingrijpen in de regionale en lokale hydrologische omstandigheden, grondverzet, het nemen van maatregelen voor ontsluiting en ontsnippering, het saneren van vervuilde gebieden en het aanbrengen van beplanting.

¹ Tegenwoordig: DLG Zuid-Holland, Postbus 3010, 2270 JB Voorburg

Landinrichting wordt in het Natuurbeleidsplan genoemd als een belangrijk instrument voor de inrichting van de 50.000 ha natuurontwikkelingsgebied. Daarnaast vinden in toenemende mate ook in reservaatgebieden en randstadgroenstructuurgebieden ingrijpende maatregelen plaats om de uitgangssituatie voor natuur te verbeteren. Dat kan eigenlijk ook natuurontwikkeling worden genoemd.

In 1995 werden in landinrichtingsprojecten op bijna 5.000 ha voormalige landbouwgrond maatregelen genomen voor natuurontwikkeling (Jaaroverzicht Beheer Landbouwgronden 1995). Dat aantal is de laatste jaren alleen maar toegenomen.

Deze bijdrage is bedoeld om via een aantal voorbeeldprojecten aan te geven met welke vragen en onduidelijkheden inrichters worstelen bij natuurontwikkeling. Bij de Dienst Landelijk Gebied is een project opgestart om die vragen duidelijk te omschrijven en antwoorden op de meest brandende vragen te geven. Momenteel zijn twee producten gereedgekomen: een database met beschrijvingen van 240 recent uitgevoerde natuurontwikkelingsprojecten op voormalige landbouwgronden en een rapport met 19 vuistregels voor inrichting van natuurontwikkelingsgebieden. Op dit project en de producten wordt kort ingegaan.

2. Voorbeeldprojecten

Ligging van de voorbeeldprojecten

Hier wordt ingegaan op een drietal voorbeeldprojecten waar vernatting is gerealiseerd in het landinrichtingsproject Krimpenerwaard in Zuid-Holland. De projecten liggen in de omgeving van Berkenwoude; ze heten respectievelijk Nooitgedacht, Commissarissenlanden en Plagproef Berkenwoude. Ze zijn illustratief voor natuurontwikkeling in het kader van landinrichting en de vragen die daarbij aan de orde komen. Het initiatief voor deze projecten is uitgegaan van de toekomstige beheerder, het Zuid-Hollands Landschap; ze worden gerealiseerd in combinatie met DLG en andere partijen. De projecten zijn kleinschalig en dienen onder andere als proef voor de uitvoering van de landinrichting Krimpenerwaard. In het kader van de landinrichting moet in dat gebied 2500 hectare landbouwgrond worden omgezet in natuurgebied.

Bijzonder in dit landinrichtingsproject is dat ook in het reservaatgebied, waar het primair gaat om het behoud van bestaande natuurwaarden, vergevorderde plannen bestaan om op grote schaal te gaan plaggen.

Abiotische beschrijving

De bodem van de Krimpenerwaard bestaat uit veengrond, waarin dunne kleilaagjes voorkomen. In het gebied komt geen kwel voor; het gebied varieert wat dat betreft van hydrologisch neutraal tot lichte wegzijging. In de zomer moet water worden ingelaten. Het oppervlaktewaterpeil varieert van 0 tot ca. 50 cm beneden maaiveld. In de voorbeeldprojecten was het uitgangspeil 30 tot 40 cm beneden maaiveld. Het betreft een open landschap met graslanden. De gebieden waar de voorbeeldprojecten zijn uitgevoerd zijn al een aantal jaren in bezit van het Zuid-Hollands Landschap. In die tijd zijn ze niet of nauwelijks bemest.

Doelen

De voorbeeldprojecten hebben een veelheid aan doelstellingen op het gebied van watervegetaties, moerassen, graslanden en weidevogels. Het natuurdoel dat in het kader van deze themadag het meest interessant is om eruit te lichten en waarbij vernatting een rol speelt is te vangen onder de noemer nat schraalgrasland. Daarbij moet gedacht worden aan kleine zeggenvegetaties (verbond van zomp- en gewone zegge, knopbies-verbond), dotterbloemhooilanden en blauwgraslanden (dotter-verbond, moerasspirea-verbond en biezeknoppenpijpestrootjes-verbond). Ook kan op sommige plekken veenheide de doelvegetatie zijn.

Maatregelen

In alle drie de voorbeeldprojecten is recent de bovengrond verwijderd (het jaar van uitvoering varieert van 1994 tot 1996). In het gebied de Commissarissenlanden is onder verhang geplagd. Overdrevén gesteld is een zeer flauwe oever gecreëerd. Er is tussen de 10 en 40 cm van de bovenlaag verwijderd.

In de plagproef Berkenwoude is resp. 10, 20 en 30 cm van de bovengrond verwijderd. Als gevolg van de grootste plagdiepte is het maaiveld net boven het oppervlaktewaterpeil gekomen.

In het project Nooitgedacht is 25 cm van de bovengrond afgegraven, waardoor het maaiveld zich ca. 15 cm boven het oppervlaktewaterpeil bevindt. In een ander deel van dit gebied is het peil opgezet tot ca. 10 cm beneden maaiveld, waarbij er niet is afgeplagd. In Nooitgedacht kan dus een vergelijking tussen afplaggen en versralen via maaibeheer worden gemaakt.

Monitoring en enkele resultaten

Biotische monitoring wordt verricht in alle drie de gebieden. De beheerder, het Zuid-Hollands Landschap, maakt vegetatieopnamen. Het project Nooitgedacht wordt ook abiotisch gemonitord. Daar worden het nutriënten-gehalte van de bovengrond, de grondwaterstand, de oppervlaktewaterpeilen en de waterkwaliteit gemonitord (Zuid-Hollands Landschap et al., 1994; Andel-Lamoree et al., 1995). Hier wordt alleen ingegaan op de eerste aanwijzingen uit de vegetatieontwikkeling. In het voorbeeldproject Nooitgedacht lijkt het erop dat in het vernatte, niet geplagde perceel het aandeel van soorten als gewoon reukgras, rood zwenkgras en zwarte zegge toeneemt en dat het grasland schraler wordt onder invloed van het maaibeheer en het opzetten van de waterstand. In de afgeplagde percelen van de voorbeeldprojecten verscheen op de zwarte grond een aantal pioniersoorten als zomprus, pitrus en mannagras. Ook zijn redelijk schrale soorten van dotterbloemhooilanden en schraallanden gevonden (egelboterbloem, echte koekoeksbloem, padderus, veelbloemige veldbies, blauwe zegge en geelgroene zegge). Daarnaast zijn er zijn indicatoren voor verzuring gevonden (knolrus). Zeldzamere soorten die waarschijnlijk uit de zaadbank zijn gekiemd zijn teer guichelheil en pilvaren (Kerkhof, 1996 en ongepubliceerde gegevens Kerkhof, 1997). Hieruit kan worden geconcludeerd dat de ontwikkeling van de vegetatie de goede kant op lijkt te gaan. Soorten uit de gewenste vegetatietypen komen voor; het is echter nog te vroeg om te concluderen dat deze typen zich ook daadwerkelijk en volledig gaan ontwikkelen.

Veel vragen blijven bestaan of worden in dit soort voorbeeldprojecten opgeroepen. Het betreft vragen over de uitvoering van vernatting, zoals de snelheid waarmee het peil moet worden opgezet, de uitspoeling van nutriënten naar het oppervlaktewater en het in te stellen peil. Ook zijn er vele vragen over afplaggen, zoals de keuze tussen plaggen of verschalingsbeheer, de dikte van de te plaggen laag, de opvering van de veengrond, de afzet van de grond etc.

3. Vragen van gebruikers iets is beter dan niets; de nood is hoog

De voorbeeldprojecten geven enig idee van de vragen waarmee DLG kampt. De vragen zijn echter op elke locatie weer anders. Diepgaand onderzoek per locatie is echter niet altijd haalbaar. Dat betekent dat we op zoek moeten naar de belangrijkste vragen, de meest gestelde vragen en naar de overeenkomst in de vragen.

De uitdaging is om na te gaan of een antwoord is te vinden op een iets hoger abstractieniveau, dus zonder direct af te dalen naar het gebied zelf. Daarbij kan wellicht gebruik worden gemaakt van kennis die is opgedaan in soortgelijke ecosystemen en van praktijkervaring.

Het gaat daarbij om vragen van mensen die in de praktijk van planvorming en inrichting bezig zijn. Snelle beschikbaarheid van antwoorden is belangrijk, omdat de uitvoering door gaat. Het stimuleren van onderzoek en het wachten op uitkomsten van onderzoeksprogramma's is daarom niet voldoende.

"Iets is beter dan niets" gaat in dit verband op voor de kennis die nodig is voor inrichting ten behoeve van natuurontwikkeling. Vanuit die achtergrond van urgente vragen van gebruikers, zeg maar de gebruikers die morgen de schop al in de grond moeten zetten, is DLG gestart met het project Natuurontwikkeling op voormalige landbouwgronden. De naam van het project is afgekort tot Natland.

4. Project Natuurontwikkeling op voormalige landbouwgronden (Natland)

De kern van het project is het combineren van:

- vragen van inrichters,
- opgedane praktijkervaringen in Nederland en
- bestaande kennis (en waar mogelijk kennisontwikkeling).

In eerste instantie hebben we de vragen geïnventariseerd, in thema's en naar prioriteiten gerangschikt. Met die lijst in de hand heeft een multidisciplinair team de beschikbare kennis gescreend en ingedeeld. Ook praktijkervaringen zijn geïnventariseerd, om een idee te krijgen van de belangrijkste problemen en oplossingen in de uitvoeringspraktijk.

Per thema hebben we dus inzichtelijk gemaakt wat de gebleken behoefte aan informatie van inrichters is. Vervolgens hebben we aangegeven welk product kan worden gerealiseerd

om informatie en antwoorden te leveren op basis van de beschikbare kennis en praktijkervaring. De producten zijn instrumenten voor de praktijk genoemd. Het woord instrument is hierbij gebruikt als een verzamelbegrip; daarbij kan worden gedacht aan een notitie, handleiding, ideeënlijst, checklist of software. Daarnaast is aangegeven waar nog kennis ontbreekt en waar onderzoek kan worden aangestuurd. Op het punt van onderzoeksaansturing wordt hier niet verder ingegaan (De Ridder et al., 1998a, b).

In tekstkader A wordt een overzicht gegeven van de mogelijke instrumenten voor de praktijk. Dit overzicht heeft gediend om praktijkmensen te laten bepalen wat prioriteit moet krijgen bij de verdere ontwikkeling van instrumenten. Overtuigend kwam als meest prioritair naar voren de behoefte aan een overzicht van natuurontwikkelingsprojecten in een interactieve database en het maken van vuistregels voor inrichting. Vervolgens ging het om een aantal kleinere uitvoeringstechnische onderwerpen (instrumenten 7 en 9 t/m 12 in tekstkader A).

5. Producten uit Natland

Op dit moment zijn de database met een beschrijving van 240 uitgevoerde natuurontwikkelingsprojecten op voormalige landbouwgronden en een rapport met vuistregels voor inrichting rijp voor publicatie. Publicatie is voorzien in het voorjaar van 1998 (De Ridder et al., 1998d).

Database

De database heeft vooral een verwijfsfunctie: de gebruiker moet snel een bepaald type project op kunnen sporen. Naar aanleiding van de beschrijving kan men de vermelde contactpersonen raadplegen en informatie of literatuur vinden over het project. Er zijn veel selectiemogelijkheden ingebouwd waarmee een gebruiker kan selecteren op kenmerken van natuurontwikkelingsprojecten, zoals geografische ligging, natuurdoel, bodemkundige of hydrologische uitgangssituatie, uitgevoerde inrichtingsmaatregelen etc. (zie Figuur 1). Van elk natuurontwikkelingsproject is een korte beschrijving opgenomen. De informatie is vooral via telefonische enquête en uit opgevraagde en toegestuurde literatuur verzameld. Dat brengt beperkingen met zich mee qua diepgang en volledigheid van de informatie. De database wordt gepubliceerd op cd-rom. Waarschijnlijk zal het ook mogelijk worden de database via het internet te raadplegen en te downloaden.

Tekstkader A. Mogelijk te realiseren instrumenten voor de inrichtingspraktijk, op basis van de belangrijkste vragen en bestaande kennis en ervaring (De Ridder et al., 1998a)

instrument 1	Overzicht uitgevoerde natuurontwikkelingsprojecten op voormalig landbouwgronden (Database gevuld met informatie over natuurontwikkelingsprojecten)
instrument 2	Vuistregels uit praktijkervaringen (Notitie met vuistregels voor de inrichtingspraktijk, gedestilleerd uit de projectervaringen van instrument 1)
instrument 3	Kennissysteem natuur: uitbreiding theoretische inzichten en operationaliseren van kennis ten behoeve van inrichtingspraktijk. Het gaat om een systeem waarin een koppeling wordt gelegd tussen inrichtingsmaatregelen, vegetatie en standplaatscondities, vergelijkbaar met ecohydrologische modellen.
instrument 4	Notitie met een overzicht van meetmethoden van N en P in de bovengrond met een koppeling naar de beschikbaarheid voor de vegetatie.
instrument 5	Notitie over de invloed van zwavel en zwavelverbindingen op de standplaats.
instrument 6	Risicoanalyse mobiliteitsverandering zware metalen (chemische tijdbom), in de vorm van een notitie en procesgerichte computermodellen.
instrument 7	Notitie over de technische aspecten van het optimaal benutten van de zaadbank en het herintroduceren van soorten in natuurgebieden.
instrument 8	Notitie over beheerskosten per natuurstype om de beheerskosten tegen de inrichtingskosten te kunnen afwegen.
instrument 9	Notitie over afgraven (techniek van het afgraven en criteria al dan niet afgraven).
instrument 10	Ideeënlijst met betrekking tot afzet en verwerking van vrijkomende grond.
instrument 11	Notitie over het onklaar maken van buisdrainage.
instrument 12	Notitie over de oorzaken van ongewenste kruidenexplosies, met aanbevelingen voor de praktijk om die tegen te gaan.

Vuistregels

Een tweede product van het project is een rapport met 19 vuistregels voor inrichting. De vuistregels zijn gebaseerd op ervaringen in vergelijkbare natuurontwikkelingsprojecten op voormalige landbouwgronden. De regels zijn opgesteld door een team van vakspecialisten, onderbouwd met informatie uit de literatuur en ter toetsing voorgelegd aan een aantal deskundigen (De Ridder et al., 1998c).

In het tekstkader B worden de 19 vuistregels aangeduid met een korte omschrijving. Ook is als voorbeeld een tweetal vuistregels weergegeven (kader C en D). De eerste vuistregel heeft betrekking op de ontwikkeling van schraalgraslanden in laagveengebieden zonder kwel en sluit aan op de beschreven voorbeeldprojecten. De tweede vuistregel gaat in op het realiseren van schraallanden op zandgrond.

NATLAND [selectie: Irm Formulier]

SELECTIEFORMULIER NATLAND

Selecteer een provincie:

Selecteer een grondsoort:

Selecteer een vegetatiedoeltype:

-> Alleen indien van toepassing, selecteer een vochtigheidsgraad:

-> Alleen indien van toepassing selecteer een voedsalnijldom:

-> Alleen indien van toepassing, selecteer een zuurgraad:

Selecteer een fauna-doeltype:

Selecteer een Fysisch Geografische Regio:

Selecteer de grondwatertrap in de uitgangssituatie:

Selecteer op aanwezigheid van kwel:


Selecteer het voormalig landgebruik:

Selecteer een inrichtingsmaatregel:

Selecteer een beheersmaatregel:

Selecteer een projectnaam:

Aantal geselecteerde projecten:



Figuur 1. Het selectiescherm behorend bij de database met uitgevoerde natuurontwikkelingsprojecten op voormalige landbouwgrond.

Tekstkader B. 19 vuistregels voor inrichting van natuurontwikkelingsprojecten op voormalige landbouwgronden (gerangschikt naar fysisch geografische regio).

1. Ontwikkeling van droge en vochtige heide op zandgrond
2. Effect van begrazing op de lange termijn op matig vermeste zandgronden
3. Ontwikkeling van vochtig schraalgrasland, vochtige heide en natte pioniervegetatie op zandgronden met een leemlaag
4. Uitmijnen op zandgronden
5. Ontwikkeling van vochtig schraalgrasland op veengronden (FGR hogere zandgronden)
6. Ontwikkeling van basisch schraalgrasland op zandgronden
7. Ontwikkeling van trilveen in veengebieden
8. Ontwikkeling van nat schraalgrasland op veengronden (FGR laagveen)
9. Ontwikkeling van binnendijkse zoute en brakke vegetatie op klei
10. Ontwikkeling van nat schraalgrasland of bloemrijk grasland op zwavelige klei
11. Ontwikkeling van nat schraalgrasland of bloemrijk grasland in de duinzoom
12. Effect van begrazing op korte termijn
13. Tegengaan van ruderaal vegetatie
14. Beperken van ongewenste ruigteontwikkeling
15. Onklaar maken van buisdrainage
16. Betrekken van de beheerder bij inrichting
17. Creëren van gradiënten
18. Lange aanvoerrote voor verbetering van de waterkwaliteit
19. Tegengaan van verzuring

Tekstkader C. voorbeeld van een vuistregel voor inrichting:

8. Ontwikkeling van nat schraalgrasland op veengrond (laagveen)

Fysisch geografische regio: Laagveen
Natuurdoeltype: Nat schraalgrasland (lv-3.4²)

1. Vuistregel

Voor het ontwikkelen van nat schraalgrasland op veengronden in hydrologisch neutrale gebieden (afwezigheid van netto kwel of infiltratie) en met een veraarde bovengrond, is afgraven van de veraarde bovenlaag een geschikte maatregel, in combinatie met peilverhoging.

2. Interpretatie

Op landbouwgronden in het laagveengebied is de grondwaterstand meestal sterk verlaagd en is de bovengrond vaak tot enkele decimeters (10-30 cm) veraard. Hierdoor heeft er verdroging en mineralisatie plaatsgevonden die een ontwikkeling naar schraalgrasland verhinderen. Bovendien is de veraarde bovenlaag bemest. Alleen vernatting is in dit geval geen goede maatregel aangezien de veraarding irreversibel is en vernatting de hoge beschikbaarheid aan nutriënten onvoldoende remt. Met afgraven wordt het maaiveld verlaagd en wordt de vermeste en veraarde bovenlaag verwijderd, hetgeen resulteert in nattere en schralere omstandigheden. Door het opzetten van het waterpeil (essentieel in de winter), kan worden voorkomen dat het grondwater in het groeiseizoen te veel wegzakt.

3. Randvoorwaarden, onduidelijkheden

Regenwater moet worden afgevoerd om een te grote verzuring tegen te gaan, dit kan door begreppeling of door afstroming te bevorderen via "bolle" percelen. Een andere voorwaarde voor het slagen van de maatregel is dat de intacte veenlaag onder de veraarde laag niet vermist is.

Wanneer er kwalitatief goed oppervlaktewater aanwezig is, kan dit water het gebied ingelaten worden door middel van begreppeling. Dit zorgt voor een hogere grondwaterstand direct naast de greppels, wat geschikte standplaatsomstandigheden oplevert voor natte schrale vegetaties.

4. Projecten

Nooitgedacht: In dit gebied met veengrond is de waterhuishouding geïsoleerd, is plaatselijk het peil opgezet en is afgegraven (25 cm), waarna met name in de geplagde delen na twee jaar indicatoren voor schrale graslanden verschenen (egelboterbloem, veelbloemige veldbies, teer guichelheil).

Wilnis: In dit gebied met kleihoudend bosveen is in 1988 tot op het waterpeil afgegraven (30-40 cm), waarna interessante water- en schraalgraslandplanten verschenen (o.a. snelle kolonisatie van waterpunge, padderus, waterkruiskruid, kleine zonnedauw, rietorchis)

Westbroekse Zodden: In dit gebied met veengrond en vrijwel geen kwel handhaafde zich na 15 jaar maaien en afvoeren zonder hydrologische maatregelen een witbolgrasland.

5. Literatuur

Van der Linden, M., K.A. Blokland, L.M.L. Zonneveld, R. van Ek & J. Runhaar, 1994.

Herstel van natte en vochtige ecosystemen; basisrapport Nationaal Onderzoeksprogramma Verdroging-rapport 9.1. RIZA.

² Het natuurdoeltype is aangeduid met de codering volgens het handboek natuurdoeltypen in Nederland (Bal et al., 1995)

Tekstkader D. voorbeeld van een vuistregel voor inrichting

6. Ontwikkeling van 'basisch' schraalgrasland op zandgronden

Fysisch-geografische regio: Hogere zandgronden
Natuurdoeltype: Vochtig schraalgrasland (hz-3.7)

1. Vuistregel

Op voormalige landbouwgrond op zand met voldoende basenrijk grondwater is het afgraven van de bemeste bovenlaag (geploegde gedeelte met eventueel de laag daaronder die rijk is aan nutriënten) een effectvolle maatregel om binnen 5 jaar vestiging van soorten van natte (basische) schraallanden mogelijk te maken.

2. Interpretatie

Het zand zal enig leemgehalte (beekerd-, gooreerd-, vlakvaaggrond) dienen te bevatten zodat er matig schrale omstandigheden zijn. Als gevolg van het afgraven worden de aanwezige nutriënten voor een zeer groot deel verwijderd én komt de kalkrijke kwel dicht bij de wortelzone. Er wordt aangenomen dat de kwelflux in ieder geval 1.0 mm/dag moet zijn (Schipper et al., 1993). Wat betreft de kwaliteit van het kwelwater kan gesteld worden dat het volgens de Stuyfzand-typologie de kwaliteit 'F_{1,23}CaCO₃' moet hebben (pers. med. A. Jansen, KIWA). Dit alles zorgt ervoor dat er voldoende buffering en voldoende vermogen om nutriënten vast te leggen aanwezig is. Zo zijn de standplaatsen voor natte, neutraal/basische, 'schrale' vegetaties gecreëerd.

3. Randvoorwaarden, onduidelijkheden

Bij het afgraven van de bemeste bovengrond kan worden aangetekend het niet desastreus hoeft te zijn als een deel achterblijft omdat bijvoorbeeld dotterbloemhooilanden enige voedselrijkdom vereisen. Verder bestaat er onduidelijkheid over de kweldruk in relatie tot de inrichtingsmaatregel met andere woorden: Als de kweldruk zeer hoog is kan dan worden volstaan met maaien en afvoeren? Dit blijkt niet uit de beschrijvingen die voorhanden zijn. Het blijkt wel uit projecten op veengronden in de FGR Hogere zandgronden. Het eindbeheer dient te bestaan uit het jaarlijks maaien en afvoeren. Regenwater dient zo snel mogelijk te worden afgevoerd, b.v. via ondiepe greppels.

4. Projecten

Lemselermaten: Hier is op een lemige zandgrond (beekerdgrond) met kwelaanwezigheid in 1990 15 tot 50 centimeter afgegraven waarna na 5 jaar schrale soorten (bv. trekkrus) te noteren vielen. Zo komen op plaatsen waar basenrijk grondwater uittreedt onder andere blauwe zegge, blonde zegge, vlozegge en breedbladige orchis voor.

Stroothuizen: Hier is in 1993 op een lemige zandgrond gemiddeld 40 centimeter afgegraven. Op plaatsen waar basenrijk grondwater aanwezig was, konden zich onder andere egelboterbloem, zwarte zegge, wijdbloeiende rus en zompzegge vestigen.

Uden-Nistelrode-Schajck: Er is hier (kwelaanwezigheid, fijnzandige klei) afgegraven tot de C-horizont (ca. 40 centimeter) waarna zich hooilandsoorten konden vestigen.

5. Literatuur

Eysink, A.Th.W., A.J.M. Jansen & J. Westrik, 1996

Natuurontwikkeling op voormalige landbouwgronden op enkele locaties in Noordoost Twente. Staatsbosbeheer regio Overijssel

Linden, M. van der, K.A. Blokland, L.M.L. Zonneveld, R. van Ek & J. Runhaar, 1994.

Herstel van natte en vochtige ecosystemen; basisrapport Nationaal Onderzoeksprogramma Verdrogingsrapport 9.1. RIZA, sine loco.

Schipper, P.C. & J.G. Streefkerk, 1993

Van stroomdal naar droomdal. Integratie van hydrologisch en ecologisch onderzoek ten behoeve van het beheer in de Drentse A. Staatsbosbeheer, Zeist.

6. Discussie en conclusies

Opereren in spanningsveld tussen wetenschap en praktijk

Het gebruik van praktijkervaringen en vuistregels houdt veel risico's in, zeker wanneer de gebruikers niet erg deskundig zijn, want elke situatie is sterk verschillend. In dat verband is heel verschillend gereageerd op de vuistregels, van sterk positief tot erg negatief. De uitvoeringspraktijk gaat echter door.

We zijn zelf van mening dat het foutief inrichten als gevolg van kennisgebrek in dat verband een reëler risico is dan het verkeerd gebruik van vuistregels. Het grote voordeel van vuistregels is het concreet en bespreekbaar maken van ervaring, zowel uit de praktijk als in de hoofden van mensen. Het maakt de kans dat geleerd wordt van eventuele fouten groter.

Kennismanagement

We zien zelf de database en de vuistregels als eerste aanzet. Aan de hand van concrete producten is het vaak goed en vruchtbaar discussiëren. De centrale vraag is wat DLG betreft hoe we in de toekomst omgaan met kennis en kennistransfer op het gebied van natuurontwikkeling. Zijn er niet meer producten nodig die de kennis operationaliseren? Is op het gebied van natuurontwikkeling een nationaal onderzoeksprogramma nodig, analoog aan het Nationaal Onderzoeksprogramma Verdroging, waarbij een belangrijk accent ligt op de operationalisering en verspreiding van kennis?

Monitoring

Bij het maken van de database en de vuistregels is (nogmaals) duidelijk geworden dat er een groot gebrek is aan gegevens over de resultaten van natuurontwikkeling. Er wordt te weinig gemonitord. Eén van de randvoorwaarden van monitoring is dat het doelgericht moet worden opgezet. De doelen en de prioriteiten kunnen met behulp van de vragen en de gewenste instrumenten, voor wat betreft DLG, duidelijker worden aangegeven. Hopelijk komt daarmee de monitoringsdiscussie uit de "papieren" fase, waarin deze al te lang verkeert.

Veel schrale natuurdoelen

Bij de inventarisatie is opgevallen dat veel wordt gestreefd naar voedselarme natuurtypen. Het had deels met de inventarisatie zelf te maken, maar toch lijkt het erop dat voedselarme, soortenrijke natuur wordt nagestreefd, ook wanneer de omstandigheden er niet geschikt voor zijn. In dat verband komt de vraag op of wel altijd voldoende wordt aangesloten bij het relatief voedselrijke karakter van de natuurlijke situatie in een groot deel van Nederland. "We maken de omstandigheden dan wel geschikt", zo lijken velen te denken. Daar zijn vraagtekens bij te plaatsen. Er zijn nog vragen genoeg, zoals u ziet.

Literatuur

Andel-Lamoree, R. van, E. Pörtners, A. Barendregt & W. Bleuten, 1995. Monitoring van het proefproject Nooitgedacht in de Krimpenerwaard in 1994. Vakgroep Milieukunde, Universiteit Utrecht.

- Bal, D., H.M. Beijer, Y.R. Hoogeveen, S.R.J. Jansen & P.J. van der Reest, 1995. Handboek natuurdoeltypen in Nederland. IKC-Natuurbeheer, Wageningen.
- Dormans, M.P., 1998. Natuurontwikkeling op voormalige landbouwgronden. Achtergrondrapport: Een aantal vuistregels voor inrichting. Stagerapport. Rijksuniversiteit Utrecht/Dienst Landelijk Gebied, Utrecht.
- Kerkhof, D., 1996. Natuurkerengebied Krimpenerwaard in wording. Periodiek Zuid-Hollands Landschap, Rotterdam.
- Kerkhof, D., 1997. Ongepubliceerde vegetatieopnamen in proefprojecten in de Krimpenerwaard, brief Stichting Zuid Hollands Landschap, Rotterdam.
- Ridder, R.P., W.J.M. Kok & M.M.J. van Rossum, 1998a. Natuurontwikkeling op voormalige landbouwgronden. Achtergrondrapport: Verkenning van de problematiek. Dienst Landelijk Gebied, Utrecht.
- Ridder, R.P., M.P. Dormans, N.L.M. Gilissen, W.J.M. Kok & M.C. Scherpenisse, 1998b. Natuurontwikkeling op voormalige landbouwgronden. Achtergronddocument: Projectbeschrijvingen. Dienst Landelijk Gebied, Utrecht.
- Ridder, R.P., M.P. Dormans, N.L.M. Gilissen, W.J.M. Kok & M.C. Scherpenisse, 1998c. Natuurontwikkeling op voormalige landbouwgronden. Vuistregels voor inrichting. Rapport Dienst Landelijk Gebied, Utrecht.
- Ridder, R.P., N.L.M. Gilissen, W.J.M. Kok, M.J.M. van Rossum, M.C. Scherpenisse & E.H. Wolvekamp, 1998d. Natuurontwikkeling op voormalige landbouwgronden. Database met uitgevoerde natuurontwikkelingsprojecten. Dienst Landelijk Gebied, Utrecht.
- Zuid-Hollands Landschap, Hoogheemraadschap van de Krimpenerwaard, Landinrichtingsdienst, Zuiveringsschap Hollandse Eilanden en Waarden & Provincie Zuid-Holland, 1994. Projectbeschrijving & monitoringsprogramma project Nooitgedacht. Zuiveringsschap Hollandse Eilanden en Waarden, Dordrecht.

4. Hydrologisch beheer: balanceren tussen kwel en wegzijging

S. van der Schaaf

*Departement Omgevingswetenschappen, sectie Waterhuishouding, Landbouwuniversiteit Wageningen.
Nieuwe Kanaal 11, 6709 PA Wageningen*

Samenvatting

Aan de hand van onderzoeksresultaten van het proefgebied "De Veenkampen" worden enkele consequenties besproken voor het beheer van natte kwelafhankelijke natuurgebieden, in het bijzonder die op koopveengronden. Als gevolg van een op landbouw gebaseerd peilbeheer blijken irreversibele veranderingen van de oorspronkelijke toestand te zijn opgetreden.

Bij het instandhouden, resp. terugbrengen van kwel speelt behalve de relatie tussen intern en extern peilbeheer ook de geohydrologische gesteldheid in het gebied en zijn (wijde) omgeving een rol. De minimale grootte die nodig is om ondanks een verhoogde interne (grond)waterspiegel toch kwel te krijgen of te houden, hangt in sterke mate samen met de regionale geohydrologie. Dit leidt tot de conclusie dat zinvol peilbeheer in en om een kwelafhankelijk natuurgebied maatwerk is.

De eerste uitkomsten van het verdampingsonderzoek lijken erop te wijzen dat met name in gebieden waarin geen regelmatige inundatie door kwelwater optreedt, het aanbeveling verdient om zo laat mogelijk in het seizoen te maaien. Dit met het oog op een zo hoog mogelijk doordringen van kwelwater in de wortelzone.

1. Inleiding

Het proefgebied Veenkampen is in 1986 in gebruik genomen als onderzoeksgebied voor de regeneratie van soortenrijke, halfnatuurlijke graslanden op koopveen- en daarop gelijkende gronden. Daarbij worden o.m. effecten van waterhuishoudkundige ingrepen op abiotische en biotische factoren onderzocht.

In dit artikel worden eerst de geohydrologische en bodemkundige gesteldheid van de Veenkampen beschreven, alsmede enkele irreversibele bodemkundige gevolgen van het landgebruik in de laatste 40-50 jaar. De waterhuishoudkundige maatregelen in het proefgebied omvatten neerslagconservering en toevoer van lithotroof grondwater uit een diep watervoerend pakket. Enkele effecten daarvan op kwel en wegzijging worden besproken en in een algemeen perspectief geplaatst door de ruimtelijke schaal van de maatregelen in relatie tot de heersende waterstaatkundige en geohydrologische omstandigheden ter discussie te stellen. Tevens wordt aandacht besteed aan verdamping als drijvende kracht achter het transport van lithotroof grondwater naar de wortelzone en mogelijke consequenties daarvan voor het maaibeheer.

2. Gebiedsbeschrijving

2.1 Geografische ligging

De geografische ligging van de Veenkampen is aangegeven in Fig. 1. Het terrein ligt in de overgangszone van het rivierkleilandschap langs de Neder-Rijn naar het veenlandschap aan weerszijden van de Grift (Valleikanaal) in het laagste deel van de zuidelijke Gelderse Vallei tussen Wageningen en Veenendaal.



Figuur 1. Geografische ligging proefgebied "Veenkampen".

Laatstgenoemd gebied maakt deel uit van het kerngebied van de ecologische hoofdstructuur volgens het Natuurbeleidsplan (Anonymus, 1990).

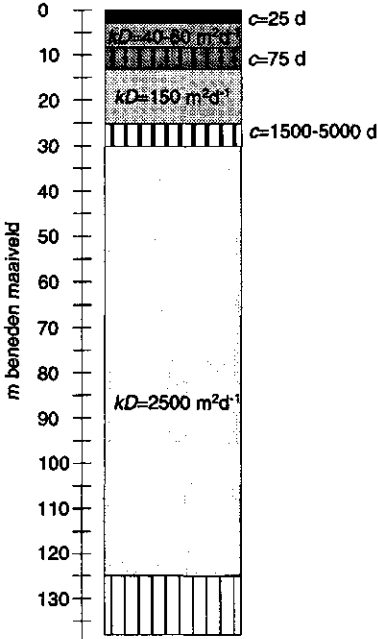
2.2. Geohydrologische gesteldheid

De Gelderse Vallei is gevormd als gletsjertongbekken van het Saalien-landijs. Aan weerszijden liggen stuwwallen waarin oudere afzettingen van het Pleistoceen door het landijs zijn gedeponneerd. Het grootste deel van de later gevormde dalopvulling is daarvan weer afkomstig. Onder meer als gevolg van de relatief lage ligging t.o.v. de stuwwallen is de Gelderse Vallei een kwelgebied. De kwel is in hoofdzaak afkomstig van de Veluwe. De Utrechtse Heuvelrug speelt wat dat betreft in het zuidelijke Valleigebied een ondergeschikte rol als gevolg van zijn relatief geringe breedte en als gevolg van de algemene helling van oost naar west van het grondwater in Nederland.

De geohydrologische opbouw kan als volgt worden samengevat (Bier et al., 1992). Er zijn drie watervoerende pakketten, twee scheidende lagen en een deklaag (Fig. 2). De deklaag bestaat uit ca. 50 cm venige klei op ca. 1.50 m rietveen. De verticale weerstand (*c*-waarde), gemeten m.b.v. een inundatieproef op veldschaal (N.M. Veldkamp, ongepubliceerd werk) bedraagt ca. 25 dagen.

Het eerste watervoerende pakket reikt tot een diepte van ca. 7 m en bestaat uit afzettingen van de Formatie van Twente (Verbraeck, 1984). Het materiaal is grotendeels matig fijn zand met wat grovere laagjes en wat veen. Het doorlaatvermogen (kD -waarde) kan worden geschat op $40\text{-}60\text{ m}^2\text{d}^{-1}$.

De eerste scheidende laag bestaat (van boven naar beneden) uit ziltige leem, humeus zand en veen en reikt tot een diepte van ca. 12 m. Het onderste deel van de laag behoort tot de Eemformatie, het bovenste deel waarschijnlijk nog tot de Formatie van Twente. De verticale weerstand, bepaald d.m.v. twee pompproeven, bedraagt ca. 75 dagen.



Figuur 2. Geohydrologisch profiel Veenkampen. Watervoerende pakketten met doorlaatvermogen (kD), scheidende lagen met verticale weerstand (c).

Het tweede watervoerende pakket omvat zgn. fluvioglaciaal materiaal van de Formatie van Drenthe. Het reikt tot een diepte van ongeveer 25 m beneden maaiveld. Het materiaal is matig fijn en soms grof zand. Het doorlaatvermogen is bepaald door middel van twee pompproeven en bedraagt ca. $150\text{ m}^2\text{d}^{-1}$. Dit getal is in overeenstemming met uitkomsten van andere metingen in het gebied voor hetzelfde pakket (Van der Schaaf, 1986; Van der Schaaf & De Vries, 1991).

Het tweede watervoerende pakket wordt aan de onderkant begrensd door de tweede scheidende laag. Deze laag bestaat grotendeels uit lacustroglaciale leem (Verbraeck, 1984). Twee boringen in het proefgebied lijken een afname van de dikte te indiceren van ca. 7 m in het oosten tot ca. 2 m in het westen. Van de verticale weerstand is weinig bekend. In het model van Bier et al. (1992) werd na kalibreren ter plaatse van het proefgebied een weerstand aangehouden die afnam van 5000 dagen in het oosten tot 1500 in het westen.

Het derde watervoerende pakket reikt van een diepte van ca. 30 m tot ongeveer 100 m beneden maaiveld. Het omvat de formaties van Harderwijk, Tegelen en Maassluis en wordt aan de onderkant begrensd door de Formatie van Oosterhout. Volgens Meinardi (1978) ligt het doorlaatvermogen rond of iets boven de $2000 \text{ m}^2 \text{d}^{-1}$. In het model van Bier et al. (1992) werd na kalibreren een waarde van $2600 \text{ m}^2 \text{d}^{-1}$ toegepast.

De stijghoogten in het eerste en tweede watervoerende pakket liggen tegenwoordig gemiddeld rond NAP+5.30 m of iets hoger. Het maaiveld ligt gemiddeld rond de NAP+5.80 m. De stijghoogte in het tweede watervoerende pakket ligt tot ca. 0.10-0.15 m boven die in het eerste. De stijghoogte in het derde watervoerende pakket varieert rond NAP+7.00 à 7.50 m, d.w.z. ruim boven maaiveld. Daarmee is een duidelijke kwel geïndiceerd. Het kwelwater wordt soms aangeduid met de term "kalkrijk". Deze kalkrijkdom is relatief. De voornaamste ionen zijn weliswaar Ca^{2+} en HCO_3^- maar de gehalten zijn niet hoog. Oomes et al. (1997) noemen een Ca-gehalte van 24 mg l^{-1} . Dit blijkt ook uit de EC-waarden, gepresenteerd door Bier et al. (1992), die voor het derde watervoerende pakket op slechts $200 \mu\text{S cm}^{-1}$ of zelfs iets lager liggen. Deze niet meer dan relatieve kalkrijkdom is van belang in verband met de "concurrentie" tussen neerslag- en kwelwater in de wortelzone.

2.3. Landgebruik en bodemgesteldheid

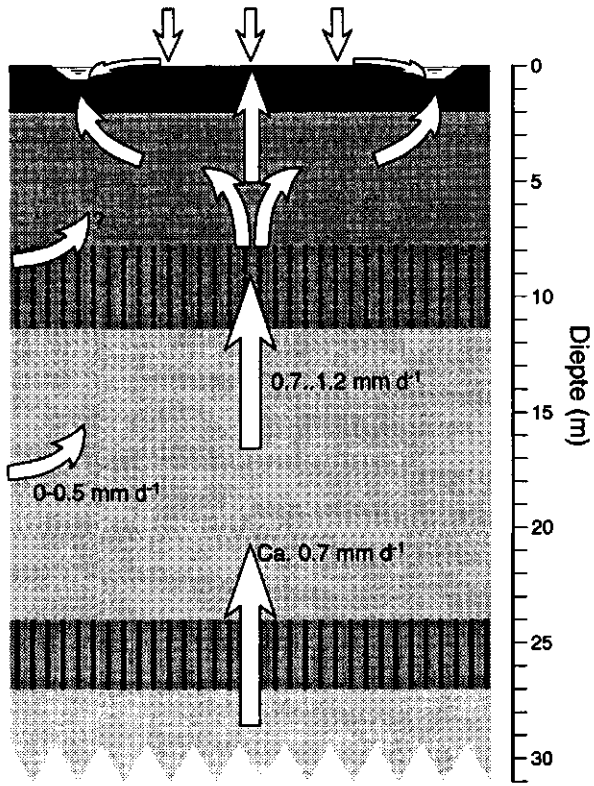
Het gebied was tot aan de Tweede Wereldoorlog in gebruik als extensief grasland, waar doorgaans een enkele snee hooi per jaar werd geoogst. In de winter was het gebied tenminste deels geïnundeerd. Bij de ruilverkaveling van ca. 1938-1948 is de ontwateringsbasis verlaagd en de ontwatering geïntensiveerd. Gezien de huidige slootdiepten (buisdrains zijn voor zover bekend niet gelegd) zal de drooglegging tussen de 0.7 en 1.0 m hebben gelegen. De ontwatering leidde tot een intensiever landbouwkundig gebruik en tot hogere (kunst)mestgiften.

De diepere ontwatering veroorzaakte inklinking van het veen. Vergelijking van maaiveldhoogten uit ca. 1948 (hoogtecijferkaart 1:10.000) en hoogten gemeten in 1990 leidt tot de conclusie dat in het gebied een maaiveld-daling is opgetreden die, afhankelijk van plaats en bodemgesteldheid, ligt tussen 15 en 50 cm. Dat komt neer op een gemiddelde maaiveld-daling van 0.4-1.1 mm per jaar. Deze daling is in redelijke overeenstemming met door Schothorst (1982) gepresenteerde uitkomsten voor gedraineerde veengronden in West-Nederland. Ze is deels het gevolg van volumevermindering van het veen, deels van oxidatie. Dit laatste blijkt uit de afname van het gehalte aan organische stof van de bovengrond. Uit de kaart van Buringh (1951) kan een gehalte van meer dan 30 g per 100 gram stoofdrome grond worden afgeleid. Uit analyses van monsters uit 1986, uitgevoerd door Staringcentrum-DLO, bleek een gehalte van 21-24 gram per 100 gram.

Hieruit blijkt dat de verandering in bodemgesteldheid niet zonder meer reversibel is. De deklaag heeft een meer kleiig karakter dan voor de ruilverkaveling het geval was. Bij het formuleren van doelstellingen met betrekking tot natuurontwikkeling zal men daarmee rekening moeten houden. Overigens is een geleidelijke toename van het gehalte aan organische stof in de bovengrond als gevolg van hervernatting niet onwaarschijnlijk. De inklinking als gevolg van volumevermindering van het bodemmateriaal mag hoogstens als gedeeltelijk reversibel worden beschouwd.

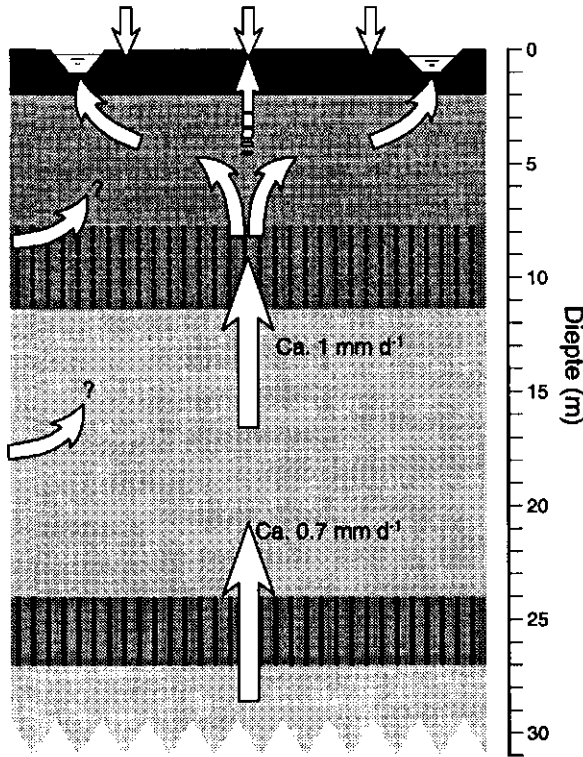
3. Waterhuishoudkundige maatregelen

De oorspronkelijke hydrologische gesteldheid van het Veenkampengebied werd gekenmerkt door kwel tot in de wortelzone, waarbij waarschijnlijk het grootste deel van de neerslag afstroomde naar de sloot zonder tot noemenswaardige diepte in de bodem te infiltreren (Fig. 3.).



Figuur 3. Vermoedelijk kwelpatroon vóór de ruilverkaveling van de jaren '40. De meeste neerslag wordt afgevoerd via maaiveld en sloot; kwelwater dringt door tot in de wortelzone.

Na de peilverlaging ten behoeve van een intensiever landbouwkundig gebruik kwam de kwelstroom grotendeels in de sloten terecht (Fig. 4). Daardoor nam het aandeel neerslagwater in de wortelzone aanzienlijk toe. Om onder de gegeven omstandigheden in het proefgebied effecten van kwel tot in de wortelzone te kunnen bereiken, moest die kwel op kunstmatige wijze worden hersteld. Hiertoe werd gebruik gemaakt van de stijghoogte in het derde watervoerende pakket die tot boven maaiveld reikt. Door middel van twee geboorde putten (bronnen) werd water uit dit pakket in het slotenstelsel gebracht. Zo werd na 1985 een peil gerealiseerd dat in de zomer gemiddeld ca. 0.40 m boven dat van de omgeving lag. Vervolgens werd het water door middel van drains op een diepte van ca. 50 cm en een onderlinge afstand van ca. 7 m in de percelen gebracht. Deze techniek staat bekend onder de wat verwarrende naam "infiltratie".



Figuur 4. Kwel- en wegzijingspatroon na de ruilverkaveling van de jaren '40. Neerslag dringt door in de wortelzone; als gevolg van het verlaagde peil stroomt kwel grotendeels naar de sloot.

Van het deelgebied met infiltratie (5,1 ha) wordt een gedetailleerde waterbalans bijgehouden, o.m. om vast te kunnen stellen welk deel van het toegevoerde water daadwerkelijk in het gebied achterblijft. De toegevoerde waterstromen worden geregistreerd door middel van een integrerende watermeter per bron. Het water dat niet door het gebied wordt opgenomen wordt afgevoerd via een meetstuw met peilregistratie. Voor de bepaling van neerslaghoeveelheden wordt gebruik gemaakt van gegevens van het meteorostation Wageningen. Bovendien wordt sinds enkele jaren ter plaatse neerslag geregistreerd met behulp van een tweetal regenmeters. De verdamping wordt gemeten met behulp van zes kleine weegbare lysimeters met een oppervlak van 0,125 m².

In een ander, ongeveer even groot, deel van het gebied wordt alleen neerslagwater geconserveerd. De hoogte van het slootpeil wordt daar beperkt door enkele overlaten die ca. 1 dm onder maaiveld liggen. Deze blijken overigens alleen over te storten bij extreem hoge en langdurige neerslagpieken, zodat het overgrote deel van het neerslagoverschot verdwijnt door wegzijging naar de omgeving.

In het resterende deel van het in totaal 13 ha grote proefgebied zijn geen waterhuishoudkundige maatregelen genomen. Dit referentiedeel grenst aan de omgeving waar een ongewijzigd en op landbouwproductie gericht peilbeheer wordt gevoerd. Externe peilbeheersmaatregelen zijn niet getroffen omdat de omgeving in gebruik was (en is) bij agrarische bedrijven.

Grondwaterstands- en stijghoogtemetingen worden uitgevoerd op drie plaatsen in de afzonderlijke deelgebieden met grondwateraanvoer en neerslagconservering, op één plaats in het referentiedeel en op enkele punten buiten het proefgebied. Op alle meetpunten worden de stijghoogten in de deklaag en in het eerste en tweede watervoerende pakket bepaald. De stijghoogte in het derde watervoerende pakket wordt op de twee bronnen gemeten.

4. Hydrologische effecten

4.1. Gevolgen van de aanvoer van water uit het derde watervoerende pakket

Al vrij snel na het begin van de metingen in 1986 werd duidelijk dat als gevolg van de verhoogde waterstanden in het proefgebied de kwel was omgeslagen in wegzijging. Door die wegzijging moet in het gebied aanzienlijk meer water worden toegevoerd dan nodig voor de watervoorziening van de wortelzone. Het meerdere, gemiddeld 2-3 mm d⁻¹, zijgt weg naar het tweede watervoerende pakket of stroomt zijdelings af naar de naaste omgeving. Dit hangt samen met zowel de beperkte omvang van het gebied als met de geohydrologische opbouw. Hierop wordt later teruggekomen. Op zichzelf leek dat voor het gebied met watertoevoer geen ernstig probleem, omdat water uit het derde watervoerende pakket via de drains werd aangevoerd naar de wortelzone. Het verschijnsel leidde al snel tot de conclusie dat men in reservaten met een kwelafhankelijke vegetatie niet altijd straffeloos het interne peil kan manipuleren. Dit kan leiden tot een toename van de invloed van neerslagwater in de wortelzone ten koste van die van kwelwater. De sinds ca. 1990 op gang gekomen discussie over verdroging en de terugdringing daarvan heeft overigens geleid tot een bredere verbreiding van dit inzicht dan destijds het geval was. Fig. 5 geeft een schematisch beeld van de ontstane situatie (vergelijk Fig. 3 en 4).

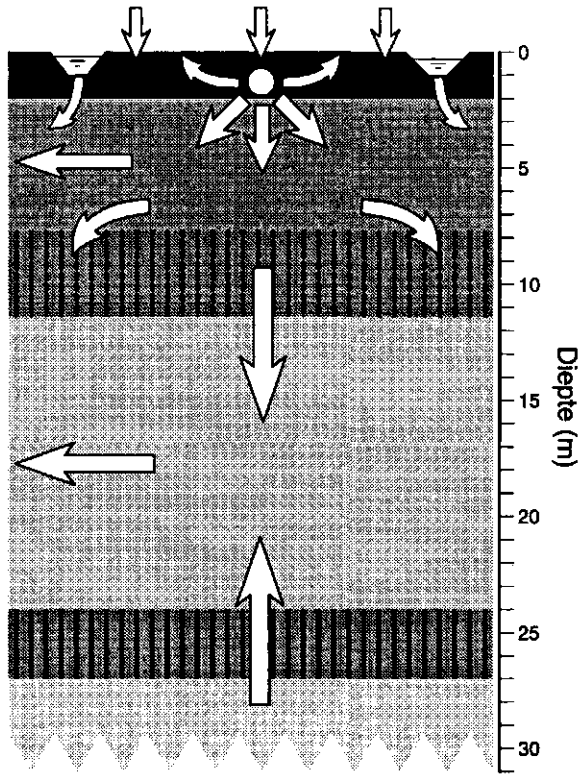
4.2. Neerslagconservering

In het deelgebied met neerslagconservering is de verandering eenvoudiger. Daar treedt een wegzijging op ter grootte van iets minder dan het jaarlijkse neerslagoverschot (het verschil wordt veroorzaakt door de overstortingen gedurende neerslagpieken). Het beeld is daar ongeveer dat van de rechter afbeelding van Fig. 4 zonder de infiltrerende drain.

4.3. Vergelijking van de effecten op kwel en wegzijging

Fig. 6 geeft een vergelijking in de vorm van tijdstijghoogtelijnen van een punt buiten het gebied, een meetpunt in het gebied met neerslagconservering en een in het deel met watertoevoer. De lijnen zijn een gemiddelde van halfmaandelijke opnamen over de jaren 1988-95. De grondwaterstanden van buiten het gebied (afb. a) geven een uitgesproken kwelsituatie te zien: de grondwaterstand in de deklaag ligt het laagst, die in het tweede watervoerende pakket het hoogst.

In het perceel met neerslagconservering (afb. b) overweegt wegzijging, maar in de zomer kan het verdampingsoverschot tot een geringe kwel leiden, die echter meestal niet



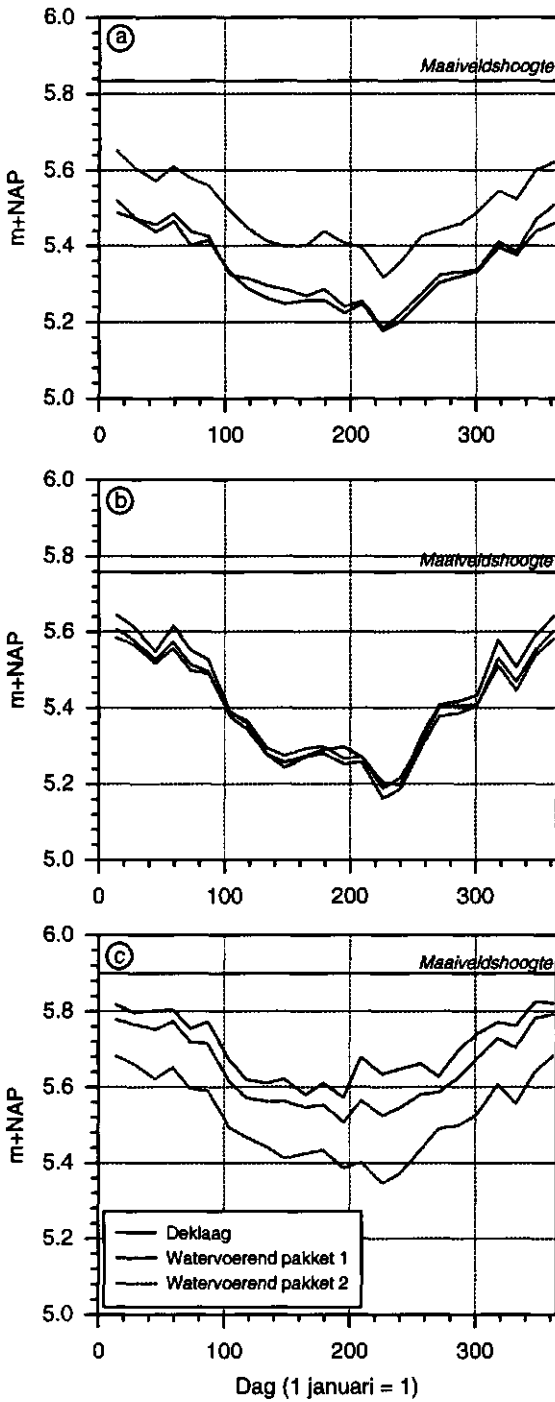
Figuur 5. Patroon van wegzijging nà de constructie van het systeem van watertoevoer. Een groot deel van het toegevoerde water verdwijnt door wegzijging en zijdelingse afstroming; een kleiner deel komt in de wortelzone terecht; door afwezigheid van inundatie met kwelwater kan neerslagwater nog steeds in de grond dringen.

optreedt tussen deklaag en eerste watervoerend pakket. Dat houdt in dat de kwel de wortelzone niet bereikt.

In het perceel met watertoevoer (afb. c) is alleen wegzijging aan de orde. De grondwaterstand ligt 's zomers ca. 40 cm boven die van de omgeving, 's winters is het verschil kleiner. De stijghoogte in het tweede watervoerende pakket wordt in het gebied met watertoevoer eveneens beïnvloed.

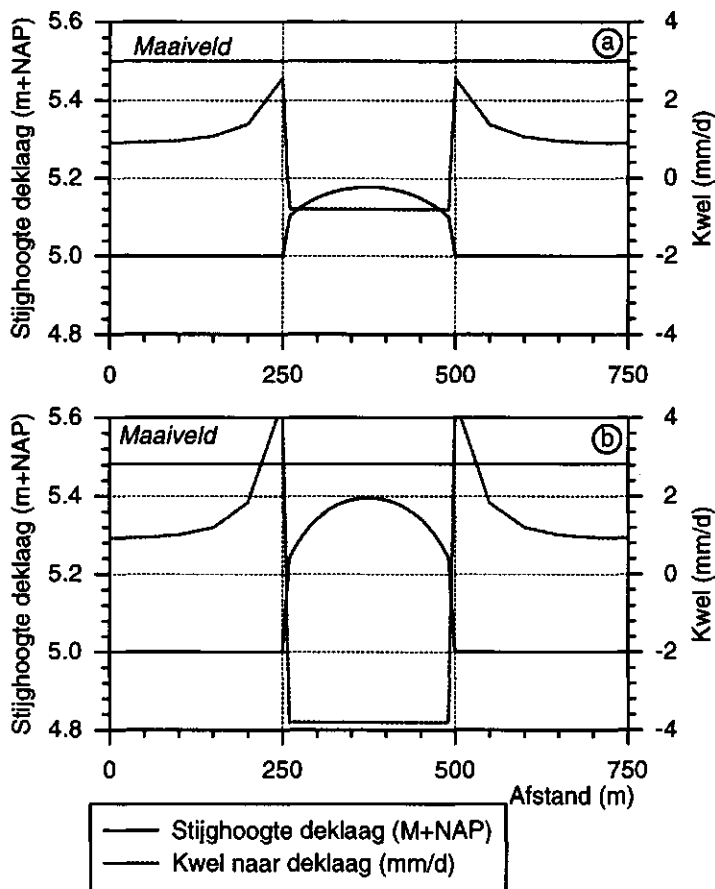
5. Effecten van de geohydrologische gesteldheid en gebiedsgrootte op kwel en wegzijging

Zoals al is opgemerkt, betekent dit alles niet dat het opzetten van interne peilen in een natuur- of natuurontwikkelingsgebied per definitie moet leiden tot wegzijging. Bedacht moet worden dat in de situatie van de Veenkampen het gebied met watertoevoer klein is (ruim 5 ha). Een eenvoudige modelstudie volstaat om aan te tonen dat het al dan niet optreden van zo'n omslag afhangt van de gebiedsgrootte en van de geohydrologische opbouw. Daarvoor is uitgegaan van de volgende schematisering van het gebied met watertoevoer en zijn omgeving:



Figuur 6. Gemiddelde tijdstijgheverlopen over 1988-95 buiten het proefgebied (a), in het gedeelte met neerslagconservering (b) en het deel met toevoer van diep grondwater (c).

- een peilgebied van 210 m in o-w richting en 240 m in n-z richting met het maaiveld op NAP+5.50 m. Afvoer over het maaiveld treedt op als de grondwaterstand aan maaiveld komt. Het peilgebied is omringd door een zone van 250 m breed, waar een grondwaterstand van NAP+5.00 m, d.w.z. 0.50 m onder maaiveld, wordt gehandhaafd;
- een deklaag met een verticale weerstand van 25 dagen;
- een eerste watervoerend pakket met een doorlaatvermogen van $50 \text{ m}^2 \text{ d}^{-1}$, een stijghoogte van NAP+5.50 m in het o en een van NAP+4.75 m in het w;
- een eerste scheidende laag met een verticale weerstand van 75 dagen;
- een tweede watervoerende pakket met een doorlaatvermogen van $150 \text{ m}^2 \text{ d}^{-1}$, een stijghoogte van NAP+5.50 m in het o en een van NAP+5.00 m in het w;
- een tweede scheidende laag met een verticale weerstand die lineair verloopt van 5000 dagen aan de oostrand tot 1500 dagen aan de westrand, conform de modelstudie van Bier et al. (1992);
- een derde watervoerend pakket met een doorlaatvermogen van $2500 \text{ m}^2 \text{ d}^{-1}$ en een stijghoogte van NAP+8.00 m in het o en NAP+6.50 m in het w.



Figuur 7. Berekend verloop van kwel en grondwaterspiegel in de Veenkampen bij conservering van het neerslagoverschot à 0.8 mm d^{-1} (a) en extra toevoer van water à 3 mm d^{-1} (b).

Fig. 7 geeft berekende n-z doorsneden van de grondwaterspiegel door het midden van het gebied met watertoevoer en het verloop van de kwel naar de deklaag en het eerste watervoerende pakket bij neerslagconservering (0.8 mm d^{-1}) en extra toevoer van water (3 mm d^{-1}). In beide gevallen is de wegzijging (negatieve kwel) al vrijwel aan de rand gelijk aan de toegevoerde hoeveelheid water omdat de grondwaterspiegel nergens het niveau bereikt waar afvoer via het maaiveld plaatsvindt. Dat betekent dat in de praktijk een aanzienlijke invloed van neerslagwater in de wortelzone aanwezig zal zijn. In het omringende gebied is de kwel direct langs de rand hoog om vervolgens snel af te nemen tot een vrij normale waarde voor het gebied van ca. 1 mm d^{-1} . Hieruit kan worden geconcludeerd dat het water dat in het gebied wegzijgt via het eerste en tweede watervoerende pakket naar de nabije omgeving afstroomt.

Om in een eventueel reservaatgebied ter plaatse van de Veenkampen kwel te krijgen, moet het een grootte hebben van ruim 100 ha in plaats van de 5 ha van de huidige deelgebieden met watertoevoer of neerslagconservering. Dit blijkt uit Fig. 8, waarin uitkomsten zijn weergegeven van een model waarin alle lengtematen 5x zo groot genomen zijn als in het model van Fig. 7. Dan blijkt in het midden van het gebied kwel op te treden, terwijl langs de randen wegzijging overheerst. Langs de randen zal dan ook de invloed van neerslag in de wortelzone overheersen, in het midden die van kwelwater. Opvallend is de grotere kwel in het centrum bij watertoevoer, vergeleken met die bij uitsluitend conserveren van het neerslagoverschot. In feite genereert het gebied deels zijn eigen kwel. In situaties met bufferzones heeft dit tot gevolg dat de bufferzone smaller kan zijn dan bij uitsluitend neerslagconservering. Hierbij moet worden opgemerkt dat watertoevoer op de wijze als gehanteerd in de Veenkampen, elders veelal op bestuurlijke en/of praktische problemen zal stuiten.

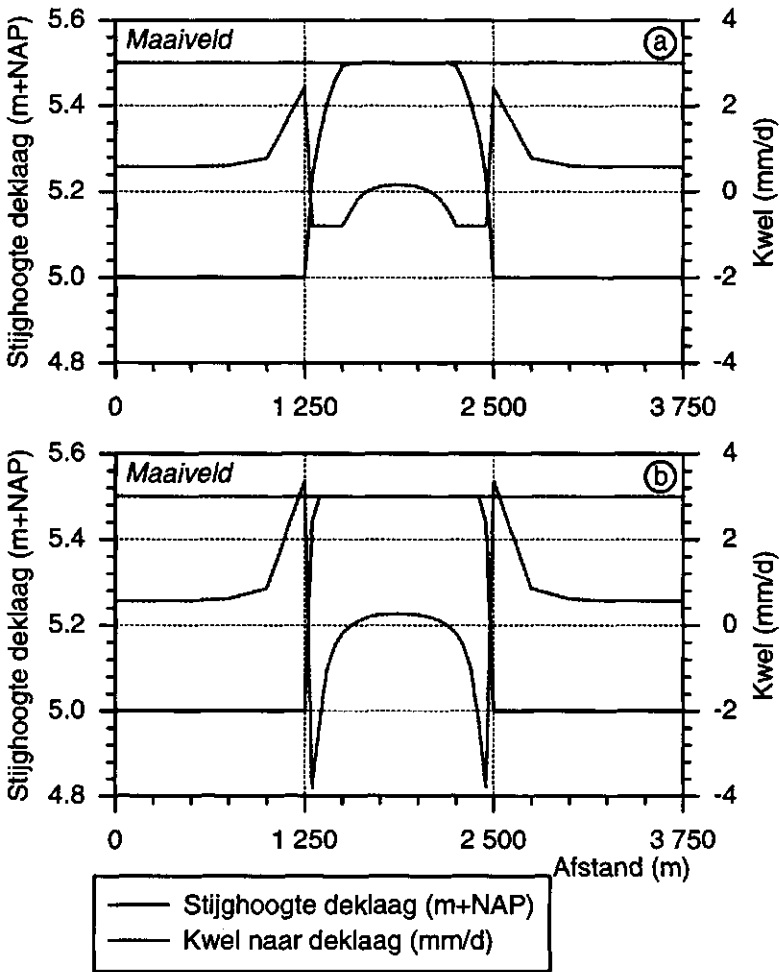
Uit het voorgaande blijkt dat een kwelafhankelijk reservaat in dit deel van de Gelderse Vallei een flinke omvang moet hebben, wil men een combinatie van een hoge grondwaterspiegel met kwel kunnen bereiken in een omgeving waar het peilbeheer in de eerste plaats is gericht op landbouwkundig gebruik. Deze omvang hangt nauw samen met de geohydrologische opbouw. Zouden bv. de doorlaatvermogens van eerste en tweede watervoerend pakket 5x zo klein zijn als in werkelijkheid, dan heeft men bij een reservaatgebied van ongeveer 20 ha al ongeveer dezelfde situatie als in Fig. 8. Fig. 9 geeft de betreffende berekeningsuitkomsten. Ook hier blijkt de kwelbevorderende werking van watertoevoer in een situatie dat bij conservering van het neerslagoverschot nog een kleine kwel in het centrum van het gebied optreedt.

Uit deze voorbeelden blijkt, dat bij kwelafhankelijke reservaten het vinden van een "optimaal" intern peil een subtiel afwegen is tussen de hoogte van de grondwaterspiegel binnen en buiten het reservaat in afhankelijkheid van reservaatgrootte en geohydrologische omstandigheden. Een goed intern peilbeheer is maatwerk.

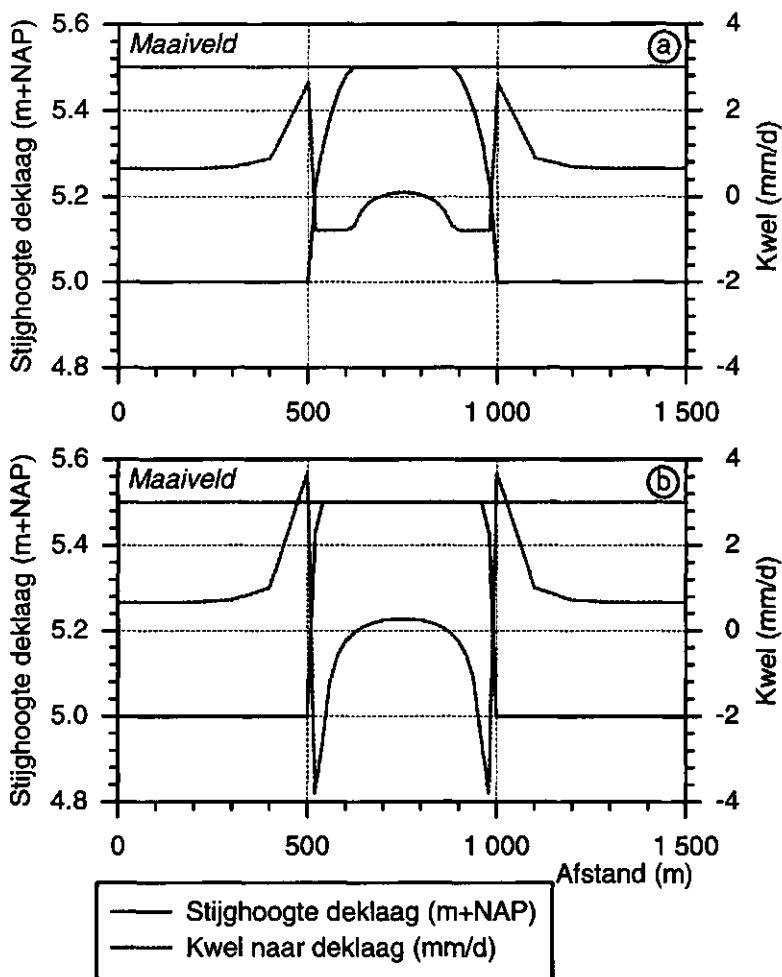
6. Verdamping

In de voorbeelden van Fig. 8 en 9 is uitgegaan van situaties waarbij "overtollig" water over het maaiveld afstroomt. Dat is lang niet altijd mogelijk of wenselijk. Vooral als hoge peilen leiden tot ongewenste wegzijging kan een reservaatbeheerder voor de vraag komen te staan hoe hij kwelwater zo min mogelijk in de sloot en zoveel mogelijk in de wortelzone

kan krijgen. De enige "pomp" die dan ter beschikking staat is verdamping in combinatie met capillaire opstijging. Aanvullende maatregelen kunnen bijvoorbeeld bestaan uit een systeem dat 's winters een te sterke infiltratie van neerslagwater voorkomt door deze snel af te voeren, zoals een ondiepe begreppeling. Ten aanzien van capillaire opstijging moet worden opgemerkt, dat dit mechanisme in veengronden redelijk goed kan verlopen, maar dat in kleigronden de lage doorlatendheid en eventuele scheurvorming in de zomer verstoring kunnen werken.



Figuur 8. Berekend verloop van kwel en grondwaterspiegel in een gebied ter grootte van 25x de Veenkampen bij conservering van het neerslagoverschot à 0.8 mm d⁻¹ (a) en extra toevoer van water à 3 mm d⁻¹ (b).



Figuur 9. Berekend verloop van kwel en grondwaterspiegel in een gebied ter grootte van 4x de Veenkampen bij conservering van het neerslagoverschot à 0.8 mm d⁻¹ (a) en extra toevoer van water à 3 mm d⁻¹ (b). Doorlaatvermogens van eerste en tweede watervoerend pakket 0.2x de waarden in de modellen van Fig. 6 en 7.

Korte vegetaties worden doorgaans één of twee keer per groeiseizoen gemaaid. Dit maaien leidt tot een vermindering van de verdamping, doordat de verhouding bladoppervlak per bodemoppervlak aanzienlijk wordt verkleind. Men kan zich daarbij de vraag stellen, met hoeveel de verdamping -en dus de capillaire opstijging van kwelwater- daarmee terugloopt en of het eventueel loont het tijdstip van maaien zo lang mogelijk uit te stellen. Om hierop een antwoord te krijgen is in het voorjaar van 1997 een proef gestart, waarbij op de helft van de lysimeters op de Veenkampen het grasdek kort (ca. 5 cm) wordt gehouden en op de andere helft het gras onbeperkt kan doorgroeien. Feddes (1987) geeft aan, dat voor zeer lang gras (> 25 cm) de Makkink-gewasfactor 1.1-1.2 bedraagt tegen 1.0 voor gras van 5-15 cm, waarbij het grootste verschil overigens in de voorzomer optreedt.

De eerste uitkomsten zijn weergegeven in Tabel 1.

Tabel 1. Verdamping (mm d⁻¹) per decade, 1997. Referentieverdamping van De Bilt en lysimeterverdamping van de Veenkampen

Maand	Decade	Referentieverdamping (De Bilt)	Lysimeter (kort gras)	Lysimeter (lang gras)
Mei	1	2,2	1,8	2,0
	2	2,6	2,4	3,4
	3	2,9	2,6	3,9
Juni	1	4,3	3,4	5,9
	2	2,9	3,0	4,7
	3	1,9	1,8	2,0
Juli	1	2,8	1,7	2,3
	2	3,2	2,4	2,5
	3	2,6	2,4	2,8
Augustus	1	3,9	3,3	6,6
	2	3,5	3,6	7,2
	3	2,0	3,6	4,2

Uit de tabel blijkt dat de verdamping van het korte gras iets achterblijft bij de referentieverdamping. De verdamping van het lange gras ligt daarentegen duidelijk boven de referentieverdamping. De uitkomsten voor de eerste twee decaden van augustus van de lysimeters met lang gras lijken ondanks het extreem warme en droge weer in die periode enigszins geflatteerd. Dit kan zijn veroorzaakt door een verschil in hoogte van de vegetatie met die in de directe omgeving. Omdat maaien leidt tot een zeer korte vegetatie die qua verdamping sterk zal lijken op die van de kortgrassige lysimeters, lijkt voorshands de conclusie gerechtvaardigd dat zo laat mogelijk maaien inderdaad loont als het gaat om verdamping als "motor" om zoveel mogelijk lithotroof water in de wortelzone te krijgen. Om meer duidelijkheid te krijgen zal de proef in 1998 worden voortgezet.

7. Conclusies

In voormalige landbouwgebieden met koopveengronden zoals de Veenkampen, moet men rekening houden met maaiveldsdaling door zowel inklinking als oxidatie van het veen. Met name het verlies van organische stof maakt dat een volledig herstel van fysische bodemeigenschappen bij hervernatting niet op een termijn van enkele decennia mag worden verwacht.

Het opzetten van interne slootpeilen voor vernatting kan leiden tot omslag van kwel in wegzijging. Of en in welke mate dit gebeurt, is afhankelijk van de omvang van het reservaatgebied, de geohydrologische opbouw en het peilverschil met de omgeving. Peilbeheer in en om een kwelafhankelijk natuurgebied is dan ook maatwerk dat moet zijn gebaseerd op een gedegen analyse van de lokale en regionale geohydrologische omstandigheden.

Indien de grondwaterstand doorgaans onder maaiveld ligt -ook al is het maar weinig- is het enige mechanisme dat lithotroof water in de wortelzone kan brengen, verdamping in combinatie met capillaire opstijging. Daarbij zal echter altijd een zekere invloed van regenwater blijven bestaan, omdat een deel van de neerslag onvermijdelijk in de grond zal dringen. Bij zware kleigronden moet men bedacht zijn op verstoring van het mechanisme van capillaire opstijging, in het bijzonder door scheurvorming.

Literatuur

- Anonymus, 1990. Regeringsbeslissing Natuurbeleidsplan. Tweede Kamer, vergaderjaar 1989-1990, 21 149, nrs. 2-3.
- Bier, G., D. van der Hoek, S. van der Schaaf (Red.) & T.J. Spek, 1992. Kwel en natuurontwikkeling in het Binnenveld tussen de Neder-Rijn en Veenendaal. LUW, Vakgroep Hydrologie, Bodemnatuurkunde en Hydraulica, Rapp. 19 (2 dln.).
- Buringh, P., 1951. Over de bodemgesteldheid rondom Wageningen. Versl. Landb. Onderz. 57.4; De bodemkartering van Nederland 9, Stiboka, Wageningen, 131 pp.
- Feddes, R.A., 1987. Crop factors in relation to Makkink reference-crop evapotranspiration. In: J.C. Hooghart, Evaporation and weather. TNO Comm. Hydr. Res., Proc and Inf. 39: 33-45.
- Meinardi, C.R., 1978. Geohydrologische gegevens van Zuidelijk Flevoland en de Gelderse Vallei. RID-Meded. 78-4.
- Oomes, M.J.M., P.J. Kuikman & F.H.H. Jacobs, 1997. Nitrogen availability and uptake by grassland in mesocosms at two water levels and two water qualities. Plant and Soil 192: 249-259.
- Schaaf, S. van der, 1986. Verslag van de pompproeven in de Bennekomse Meent en de Achterbergse Hooilanden, gehouden op 4 en 6 november 1986. Landbouwwuniversiteit, Vakgr. Cultuurtechniek, Rapp. 31.
- Schaaf, S. van der & C.J. de Vries, 1991. Integraal Waterbeheer Ede. Deelrapport ontwatering. LUW, Vakgroep Hydrologie, Bodemnatuurkunde en Hydraulica, Rapp. 13.
- Schothorst, C.J., 1982. Drainage and behaviour of peat soils. In: H. de Bakker and M.W. van den Berg (Eds), Proceedings of the symposium on peatlands below sea level. ILRI Publ. 30, Wageningen.
- Verbraeck, A., 1984. Toelichtingen bij de geologische kaart van Nederland 1:50.000. Blad Tiel West (39 W) en Blad Tiel Oost (39 O). Rijks Geol. Dienst, Haarlem.

5. Invloed van 10 jaar vernatting op de regeneratieprocessen in de bodem van De Veenkampen

D. van der Hoek¹ & R.H. Kemmers²

¹ *Leerstoelgroep Natuurbeheer en Plantenoecologie, Landbouwwuniversiteit Wageningen, Bornsesteeg 69, 6708 PD Wageningen*

² *Staringcentrum (SC-DLO), Postbus 125, 6700 AA Wageningen*

Samenvatting

Bij de aanvang van het Veenkampenproject in 1986 werd verondersteld dat vernatting de regeneratie van schrale, natte vegetaties zou versnellen. Het aanvoeren van basenrijk (grond)water zou behalve met hogere grondwaterstanden gepaard gaan met basische omstandigheden, waardoor de beschikbaarheid van stikstof en fosfaat in de bodem zou afnemen; mogelijk zelfs tot zo'n laag niveau dat er zich blauwgrasland zou kunnen ontwikkelen. Na 10 jaar van vernatting blijkt er als gevolg van de versterkte wegzijging enige verzuring op te treden. De wateraanvoer heeft weliswaar door de hogere grondwaterstanden het verloop van de N-mineralisatie beïnvloed, maar de hoeveelheid beschikbare stikstof is groot gebleven. Het organische-stofgehalte is duidelijk toegenomen, waarbij het aandeel van de labiele fractie is vergroot. De beschikbaarheid van fosfaat is wel sterk afgenomen. Dit is het gevolg van het afwisselend voorkomen van korte, droge en lange, natte perioden. Bij droogte wordt fosfaat na mineralisatie gebonden aan ijzer en onder natte anaërobe omstandigheden wordt fosfaat opgelost en kan het uitspoelen. De hoeveelheid en kwaliteit van de organische stof spelen hierbij een belangrijke rol. Het vasthouden van neerslagwater (waterconservering) leidt niet tot dergelijke processen in de bodem en is niet effectief te noemen. Sterke vernatting d.m.v. wateraanvoer biedt de mogelijkheid tot vestiging van natte, schrale graslandvegetaties van grote en kleine zeggens.

1. Inleiding

Onder invloed van de intensivering van de landbouw is in laagveengebieden de beschikbaarheid in de bodem van stikstof en fosfaat voor de plantengroei sterk toegenomen. Deze eutrofiëring en de gerealiseerde grondwaterstandsverlaging hebben geleid tot een toename van de biomassa-productie en tot een afname van de soortenrijkdom van de graslanden.

Volgens het Natuurbeleidsplan (Ministerie LNV, 1990) worden er bij een aanzienlijke oppervlakte (voormalige) landbouwgrond in het laagveengebied maatregelen genomen tot regeneratie van soortenrijke, natte, schrale graslanden. Er bestaat echter onvoldoende inzicht in de effectiviteit van de diverse vernattings- en beheersmaatregelen die men op het oog

heeft. Onderzoek aan dergelijke graslanden in natuurgebieden toonde aan dat herhaald maaien (+afvoeren) in combinatie met het optreden van hoge grondwaterstanden en van baserijk grondwater in de wortelzone essentieel zijn voor een lage beschikbaarheid van stikstof en fosfaat in de bodem (Van der Hoek & Braakhekke, 1997). Het werd daarom verondersteld dat een lagere beschikbaarheid van nutriënten bereikt kon worden door een verhoging van de grondwaterstand, gebruikmakend van baserijk grondwater. Deze maatregel zou effectief kunnen zijn in het kader van de regeneratie van soortenrijke hooilandvegetaties. In de bijdrage van Van der Schaaf is antwoord gegeven op de vraag in hoeverre het mogelijk is om in een voormalig kwelgebied d.m.v. hydrologische ingrepen het hydrologisch systeem zodanig te beïnvloeden dat er weer hoge grondwaterstanden voorkomen en dat kwel tot in de bovengrond doordringt.

In deze bijdrage wordt nagegaan wat de effectiviteit van vernatting is op het herstel van de abiotische condities. Dit gebeurt aan de hand van de volgende onderzoeksvraag: in hoeverre en op welke wijze beïnvloeden de gerealiseerde grondwaterstanden en de kwaliteit van het grondwater het verloop van de bodemchemische processen die de beschikbaarheid van N en P bepalen? De verwachting was dat onder invloed van de toegepaste vernatting belangrijke stuurvariabelen als aëratie en pH zouden veranderen, waardoor de beschikbaarheid van stikstof en fosfaat in de bodem zou afnemen (Fig. 1).

Achtereenvolgens zal worden ingegaan op het gebruikte referentiebeeld van een blauwgrasland-ecosysteem, op de beschikbaarheid in de bodem van de belangrijkste nutriënten tijdens 10 jaar vernatting en op het verloop van de sturende processen die hiervoor verantwoordelijk zijn. De resultaten zijn ontleend aan monitoringsonderzoek en aan experimenteel onderzoek.

2. Het referentiebeeld

Uit oude vegetatieopnamen van de Veenkampen en omgeving blijkt dat er vroeger orchideerijke graslanden en blauwgraslanden voorkwamen. Ongeveer 2 km ten noorden van de Veenkampen bevindt zich het natuurreservaat de Bennekomse Meent waar nog ca. 7 ha blauwgrasland aanwezig is. In dit reservaat werd op drie hydrologisch verschillende locaties onderzoek gedaan naar de specifieke hydrologische eisen die soortenrijke schraalgraslanden stellen (Van der Hoek & Braakhekke, 1997).

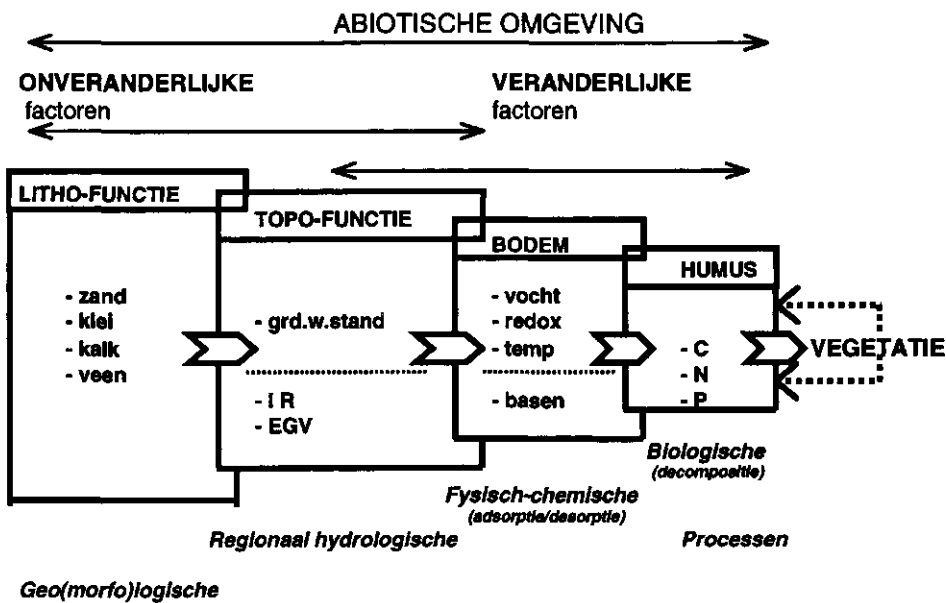
Er bleek een positieve correlatie te bestaan tussen de diepte van het grondwater en de nitrificatie: ondiepe grondwaterstanden in het begin van het groeiseizoen, kenmerkend voor het optreden van kwel, gaan gepaard met een lage nitrificatie. Op andere plaatsen waar enigszins verdroogde blauwgraslandvegetaties voorkomen daalt het grondwater-niveau al vroeg in het voorjaar en wordt al aan het begin van het groeiseizoen een relatief sterke nitrificatie aangetroffen.

De bodemprocessen die invloed hebben op de beschikbaarheid van fosfaat in de bodemoplossing bleken complex te zijn. In de bodem van deze blauwgraslanden wordt de netto-stroom van fosfaat naar de bodemoplossing vooral bepaald door de afbraak van de organische stof (mineralisatie) en door binding aan bodemdeeltjes, waarbij onder andere calcium is betrokken. Opmerkelijk is dat de hoeveelheid totaal-fosfaat in de bodemlaag van 0-15 cm ruim 5000 maal zo groot is als de hoeveelheid die voorkomt in het gewas en het strooisel. Dit betreft vooral organisch fosfaat dat bij de heersende hoge grondwaterstanden nauwe-

lijks wordt omgezet tot opneembare vormen van P. Omdat de voorraad anorganisch fosfaat ook vrij groot is, zou met name bij verzuring, uit de anorganische fractie veel P kunnen vrijkomen. De aanwezigheid van baserijk grondwater in de wortelzone staat echter garant voor het behoud van een grote buffercapaciteit, waardoor de pH op het niveau van 5,5 wordt gehandhaafd. Doordat er op jaarbasis maar weinig fosfaat door decompositie (mineralisatie) uit de organische stof vrijkomt -die vervolgens aan bodemdeeltjes zou kunnen worden gebonden (adsorptie)- en doordat desorptie beperkt wordt blijft de fosfaatconcentratie in de bodemoplossing laag (Fig.1).

Een bemestingsexperiment op deze locaties maakte het aannemelijk dat de productie van blauwgraslanden vooral wordt bepaald door de hoeveelheid P die jaarlijks vrijkomt door de afbraak van organische stof. De soortensamenstelling van blauwgraslanden bleek vooral te worden bepaald door de P-concentratie in de bodemoplossing. Het bemestingsexperiment toonde bovendien aan dat er op locaties met sterke kwel sprake is van co-limitatie door N en P.

De belangrijkste conclusie uit dit referentieonderzoek was dat kwel van baserijk grondwater essentieel is voor het behoud van twee standplaatseigenschappen die kenmerkend zijn voor het blauwgrasland: een hoge buffercapaciteit tegen verzuring in de wortelzone en hoge voorjaars- en zomergrondwaterstanden, waardoor er een lage mineralisatie van N en P optreedt.



Figuur 1. Schematische weergave van de echohydrologische factoren en processen. De grondwaterstand en de grondwaterkwaliteit (IR: Ionic Ratio, EGV: Electrisch Geleidings Vermogen) van elke plaats worden bepaald door de topografische positie in het landschap. Zij hebben een specifieke invloed op de omstandigheden in de wortelzone, die op hun beurt de processen reguleren die de beschikbaarheid van vocht en voedingsstoffen voor planten bepalen.

3. De beschikbaarheid in de bodem van de belangrijkste nutriënten tijdens 10 jaar vernatten

Alleen in de zeer natte afdeling van de Veenkampen wordt aan de laatstgenoemde standplaatseigenschap voldaan (zie par. 4).

In de loop der jaren zijn regelmatig in de drie afdelingen bodemonsters genomen in de plots waar het beheer bestaat uit jaarlijks 2x maaien en afvoeren. Er werd inzicht verkregen in de effecten van de vernatting op de bodem sinds 1986, door de relatieve toe- of afname van enkele variabelen te berekenen, ten opzichte van de uitgangssituatie en de autonome verandering die in de droge (controle) afdeling is opgetreden. Bij deze methode werden de verschillen in de uitgangssituatie per variabele geëlimineerd en op 100% gesteld. Tevens werd de trend in de controle-afdeling geëlimineerd door de waarde steeds weer op 100% te stellen. Berekeningswijze:

$$M\text{-Effect}_{\text{var},\text{jr},x} = (M\text{-Obs.}_{\text{var},\text{jr},x} / M\text{-Exp.}_{\text{var},\text{jr},x}) \cdot 100$$

$$M\text{-Exp.}_{\text{var},\text{jr},x} = (M\text{-Obs.}_{\text{var},\text{jr},86} / C\text{-Obs.}_{\text{var},86}) \cdot C\text{-Obs.}_{\text{var},\text{jr},x}$$

$M\text{-Effect}_{\text{var},\text{jr},x}$: het relatieve effect van een maatregel op een variabele in een bepaald jaar (x) in %

$M\text{-Obs.}_{\text{var},\text{jr},x}$: de absolute waarde van een variabele, gemeten na de uitvoering van een maatregel, in een bepaald jaar (x)

$M\text{-Exp.}_{\text{var},\text{jr},x}$: de berekende waarde van een variabele, na de uitvoering van een maatregel, in een bepaald jaar (x)

$C\text{-Obs.}_{\text{var},86}$: de absolute waarde van een variabele, gemeten in de droge (controle) afdeling, in 1986

$C\text{-Obs.}_{\text{var},\text{jr},x}$: de absolute waarde van een variabele, gemeten in de droge (controle) afdeling, in een bepaald jaar (x)

In Tabel 1 is het aldus berekende effect van vernatting zichtbaar gemaakt: een percentage hoger/lager dan 100 geeft aan in welke mate de waarde van de betreffende variabele in de betreffende afdeling respectievelijk sterker/zwakker is veranderd dan in de droge (controle) afdeling voor de aangegeven periode het geval was. In combinatie met het verloop van de absolute waarden levert de relatieve methode het volgende inzicht in de gevolgen van vernatting op het bufferend vermogen, de organische stof en de voorraad en beschikbaarheid van nutriënten in de bovengrond.

Het bufferend vermogen lijkt in de bovengrond van alle afdelingen enigszins af te nemen, volgens de gemeten hoeveelheid uitwisselbaar calcium en de berekende Ca-bezetting van het adsorptiecomplex. Deze afname verloopt in de zeer natte en vochtige afdelingen sterker dan in de droge (controle) afdeling (Tabel 1). In overeenstemming hiermee is de constatering dat er met name in de zeer natte en vochtige afdelingen een relatief sterke toename van de verhouding tussen uitwisselbaar H^+ / Ca^{2+} is opgetreden.

De hoeveelheid organische stof in de bovengrond is in alle afdelingen toegenomen; in de zeer natte afdeling is in 1997 een toename van 15% gemeten, wat relatief veel is vergeleken bij de toename in de droge (controle) afdeling. De kwaliteit van de organische stof is sinds het toepassen van de vernatting nauwelijks veranderd, althans bij het toepaste maai-beheer. Het C/N-quotiënt varieert van 10–11.

Tabel 1. Het relatieve effect van vernatting op de waarde van enkele bodemvariabelen. Weergegeven wordt de mate (%) waarin de gemeten waarden in de zeer natte en in de vochtige afdeling hoger (d.w.z. >100%) / lager (d.w.z. < 100%) zijn dan de verwachte waarden die berekend zijn op basis van de uitgangssituatie en autonome ontwikkeling in de droge afdeling. De meetresultaten van de uitgangssituatie (1986) en van de droge afdeling zijn op 100% gesteld.

Afdeling		1989	1991	1993	1997
Ca/CEC (%)	Vochtig	101	94	95	90
	Zeer nat	94	90	98	98
Ca uitw. (kg ha ⁻¹ 10cm ⁻¹)	Vochtig	114	103	95	89
	Zeer nat	98	86	96	91
H/Ca-uitw.	Vochtig	96	123	118	135
	Zeer nat	120	141	114	114
Org.stof (kg ha ⁻¹ 10cm ⁻¹)	Vochtig	91	89	98	97
	Zeer nat	102	107	105	106
N tot. (kg ha ⁻¹)	Vochtig	105	104	95	95
	Zeer nat	112	105	101	107
P-tot. (kg ha ⁻¹ 10cm ⁻¹)	Vochtig	105	120	108	108
	Zeer nat	87	86	86	95
P-anorg. (kg ha ⁻¹ 10cm ⁻¹)	Vochtig	118	119	124	121
	Zeer nat	81	75	85	89
P-beschikb. (mmol P m ⁻³)	Vochtig	169	132	135	141
	Zeer nat	69	56	46	46

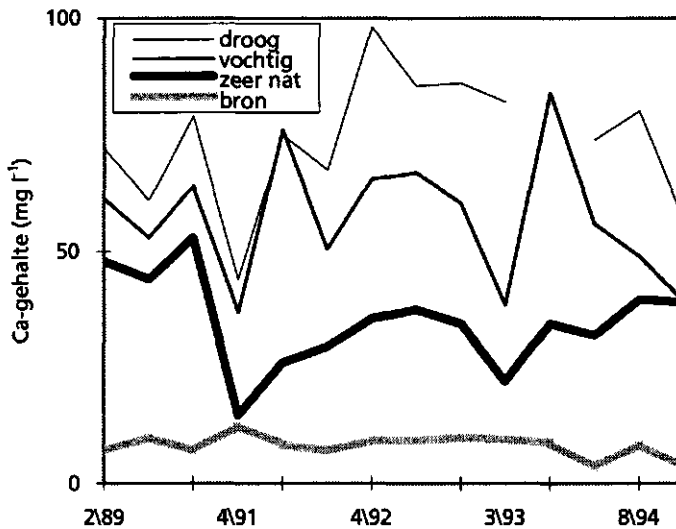
De vernatting heeft nog maar een beperkte invloed gehad op de voorraad en de beschikbaarheid van nutriënten. De totale hoeveelheid N en P in de bovengrond fluctueerde nogal in de loop der jaren. Wanneer de trend in de droge afdeling als referentie wordt aangehouden, blijkt dat de totale hoeveelheid N in de zeer natte afdeling altijd hoger is dan werd verwacht. Met betrekking tot P-totaal geldt dat de natte omstandigheden juist gepaard gingen met relatief lage waarden, terwijl in de vochtige afdelingen vergeleken bij de droge afdeling hogere waarden werden aangetroffen. De hoeveelheid anorganisch P vertoont hetzelfde beeld. De duidelijkste veranderingen zijn opgetreden in de beschikbare hoeveelheid P in het bodemvocht. In alle afdelingen is P- beschikbaar consequent afgenomen. In de zeer natte afdeling is deze afname veel sterker dan in de droge afdeling; in de vochtige afdeling is de afname relatief beperkt.

4. Het verloop van de sturende processen

Grondwaterkwaliteit

Afhankelijk van de aard van de toegepaste hydrologische maatregelen is er in elke afdeling met de diepte en in de tijd een verandering opgetreden van de grondwaterkwaliteit. Gezien de doelstelling van de maatregelen is bij de verwerking speciale aandacht besteed aan het calciumgehalte van het grondwater. De volgende resultaten met betrekking tot deze veranderingen zijn relevant.

In de droge afdeling bedraagt het calciumgehalte op 10 cm diepte ca. 40 mg l⁻¹. Met name bij de zeer natte afdeling zijn in de bovengrond hogere waarden (tot 100 mg l⁻¹) waargenomen die echter in de loop der jaren afnemen. Op 30 cm diepte worden in de afdelingen overeenkomstige calciumgehalten gevonden die in de loop der jaren licht afnemen van 80 tot 50 mg l⁻¹. Opmerkelijk is het dat in de zeer natte afdeling vergeleken bij de vochtige en droge afdelingen op 60 cm-mv significant lagere gehalten (Van Geer, 1995) voorkomen van 20-40 mg l⁻¹ (Fig. 2). In de droge afdeling zijn op deze diepte de gehalten relatief hoog: ca. 80 mg l⁻¹. Het calciumgehalte van het aangevoerde bronwater is vrij constant in de meetperiode en bedraagt slechts ca. 10 mg l⁻¹. Door deze lage gehalten lijkt het onwaarschijnlijk dat de calciumverzadiging van de bovengrond zelfs bij kwel zo sterk zal toenemen dat calcium een belangrijke rol speelt bij binding van fosfaat.



Figuur 2. Het calciumgehalte (mg l⁻¹) van het grondwater op een diepte 60 cm, in de controle-afdeling (droog) en in de zeer natte en vochtige afdeling. Bovendien zijn de waarden van het bronwater weergegeven.

Op grond van deze resultaten zijn de volgende conclusies te trekken t.a.v. de werking van de hydrologische maatregelen:

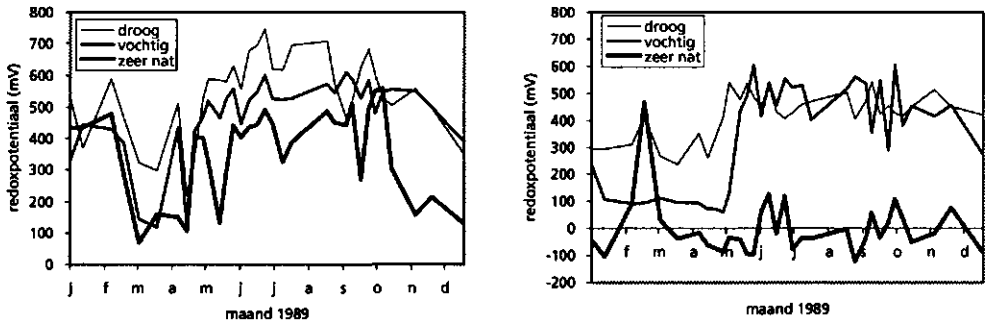
- In alle afdelingen dringt de neerslag in de bovengrond en dit gaat gepaard met een daling van het calciumgehalte. De verschillen tussen de afdelingen die mogelijk samenhangen met vroegere bemestingsverschillen verdwijnen hierdoor. Deze verzuring is nog niet doorgedrongen op 30 cm diepte, maar het lijkt erop dat dit niet lang meer zal duren.
- Het conserveren van neerslagwater d.m.v. de kade heeft in de zeer natte en vochtige afdelingen geleid tot een afname van het calciumgehalte in de bovengrond.
- De aanvoer van het grondwater met een relatief laag calciumgehalte op 50 cm diepte heeft in de zeer natte afdeling, samen met de wegzijging van het geconserveerde neerslagwater, een versterkte calcium-uitspoeling van de ondergrond tot gevolg gehad. In de droge afdeling komen in de ondergrond nog hogere calciumgehalten voor die niet alleen getuigen van de voormalige bemesting maar ook herinneren aan historische tijden toen er nog inundatie met basenrijk oppervlaktewater en kwel van basenrijk grondwater optrad.
- De beschikbaarheid van fosfaat lijkt niet door calcium te worden gereguleerd. Nader onderzoek toonde aan dat de beschikbaarheid van fosfaat afhankelijk is van het adsorptie- en het desorptiegedrag in de bodem (Fig. 1), waarbij ijzer een belangrijke rol speelt (Nap, 1993).

Grondwaterstanden

Het effect van de hydrologische maatregelen is duidelijk merkbaar. De grondwaterstand in de zeer natte afdeling is, bijvoorbeeld in 1989, gedurende het voorjaar en de zomer duidelijk hoger dan bij de andere afdelingen, die onderling maar kleine verschillen vertonen. Op basis van de jaargemiddelden geldt dat de grondwaterstand in de zeer natte afdeling voor alle jaren significant hoger is dan in de andere afdelingen (student t- test, $P < 0.001$); dit geldt eveneens voor de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand. De gemiddelde grondwaterstand van de zeer natte en vochtige afdeling zijn voor het najaar en de winter niet significant verschillend; dit geldt wel voor de zeer natte en de droge afdeling.

Redoxpotentialen

De redoxpotentiaal indiceert in hoeverre er in een bodem oxiderende dan wel reducerende omstandigheden heersen. Deze reguleren de decompositie (mineralisatie) van de organische stof en beïnvloeden de beschikbaarheid van N en P voor de vegetatie (zie Fig. 1). Bij de oxidatie- en reductieprocessen zetten micro-organismen organisch materiaal om. De aard van de organische stof verandert door dit proces en leidt ertoe dat uiteindelijk slecht afbreekbare organische verbindingen overblijven. Wanneer er zuurstof beschikbaar is (aërobie) zijn de redoxpotentialen hoger dan ca. 300 mV en vindt de decompositie plaats door obligaate aërobe micro-organismen. Wanneer zuurstof ontbreekt functioneert nitraat als oxidator van de organische stof en wordt daarbij gereduceerd. Beneden 200 mV wordt er meestal geen nitraat meer in de bodem aangetroffen en is er sprake van relatief langzaam verlopende anaërobe decompositie, waarbij Fe^{3+} wordt gereduceerd tot Fe^{2+} .



Figuur 3. Verloop in 1989 van de redoxpotentiaal (mV) op 5 en 15 cm diepte (resp. links en rechts) in de bodem van de controle-afdeling (droog), van de zeer natte, en van de vochtige afdeling.

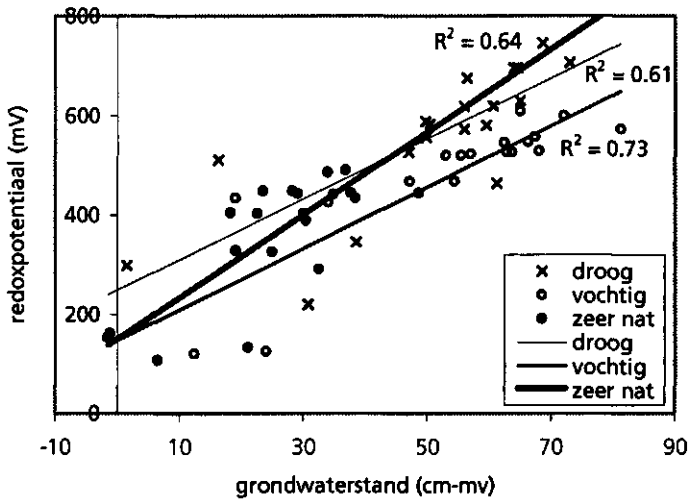
Dit heeft tot gevolg dat het fosfaat dat aan Fe^{3+} was gebonden in oplossing gaat en voor opname door de vegetatie beschikbaar kan komen.

Figuur 3 geeft een beeld van het verloop van de redoxpotentiaal op 5 (links) en 15 (rechts) cm diepte gedurende het jaar 1989. In de zeer natte afdeling heeft de redoxpotentiaal van 15 cm diepte in de winter en in het voorjaar vooral negatieve waarden. De gemiddelde redoxpotentiaal op 5 en 15 cm diepte is in de zeer natte afdeling, ook in andere jaren, significant lager dan in de andere afdelingen (t-test, $P < 0.01$).

In de vochtige en droge controle-afdeling, op 5 en 15 cm diepte, wordt de kritieke waarde van 300 mV langdurig overschreden en zal er nitrificatie kunnen optreden. Op 5 cm diepte zijn de verschillen tussen de vochtige en de droge afdeling klein. In de zeer natte afdeling overschrijdt de redoxpotentiaal op 15 cm diepte slechts kortdurend de kritieke waarde van 300 mV.

De redoxpotentiaal op 5 cm diepte blijkt in alle afdelingen in bijna alle jaren bij een stijgende of dalende grondwaterstand respectievelijk af en toe te nemen (rangcorrelatietoets van Spearman). In 1991 werd dit verband niet aangetroffen in de vochtige en de droge afdeling. Hier zijn toen, ondanks een stijgende grondwaterstand, hoge redoxpotentialen waargenomen, hetgeen waarschijnlijk het gevolg was van hoge neerslag. Bij deze twee afdelingen is ook de redoxpotentiaal op 15 cm diepte negatief gecorreleerd met de hoogte van de grondwaterstand. Dat dit verband niet bij de zeer natte afdeling werd gevonden is een gevolg van de permanent hoge grondwaterstanden en de daarmee gepaard gaande anaërobie in deze afdeling.

Er is geen duidelijk lineair verband tussen de grondwaterstand en de redoxpotentiaal aanwezig als gebruik wordt gemaakt van alle meetgegevens die per jaar werden verzameld. Er was wel een aantoonbare lineaire relatie tussen de grondwaterstand en de redoxpotentiaal, wanneer wordt uitgegaan van de gegevens die gedurende een lange droge periode werden verzameld. Dit geldt bijvoorbeeld voor het droge groeiseizoen (van maart tot september) van 1989 voor de redoxwaarden die op 5 cm diepte in alle afdelingen zijn gemeten (Fig. 4). Uit deze figuur blijkt dat de redoxpotentialen die in de vochtige en de droge afdeling zijn gemeten bij de hoge grondwaterstanden relatief sterk wisselen. Er komen bij deze afdelin-

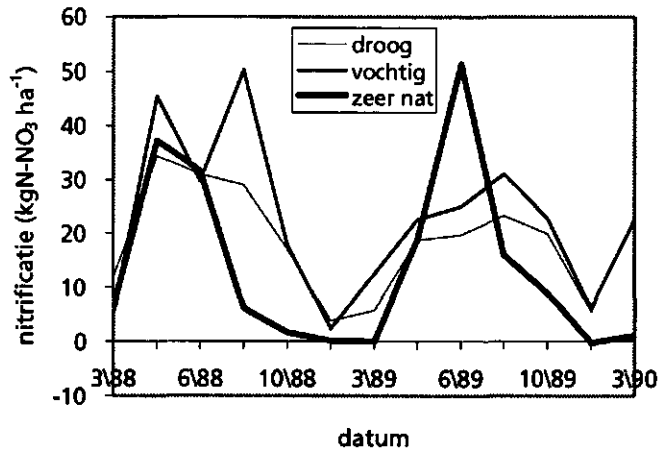


Figuur 4. Relatie tussen redoxpotentiaal (mV, op 5 cm diepte) en grondwaterstand (cm-mv) gedurende een droge periode (mrt.-sept., 1989) in de bodem van de controle-afdeling (droog), van de zeer natte en van de vochtige afdeling; met vermelding van de lineaire fit.

gen, zoals boven al werd geconstateerd, blijktbaar momenten voor dat bij hoge grondwaterstanden de redoxpotentiaal in de bovengrond hoog blijft. Dit verschijnsel is ook gesignaleerd door de Mars (1996) in gedraineerde laagveengebieden. Hij maakt het aannemelijk dat de verwachte daling van de redoxpotentiaal in dergelijke bodems ondanks stijgende grondwaterstanden onmogelijk is door de gedegradeerde kwaliteit van de organische stof, waardoor geen reductie kan optreden. Voor de vochtige en de droge afdeling is er ook een lineaire relatie met de redoxwaarden van 15 cm diepte aangetroffen. Een dalende grondwaterstand gaat hier gepaard met een diepere aeratie.

N-mineralisatie

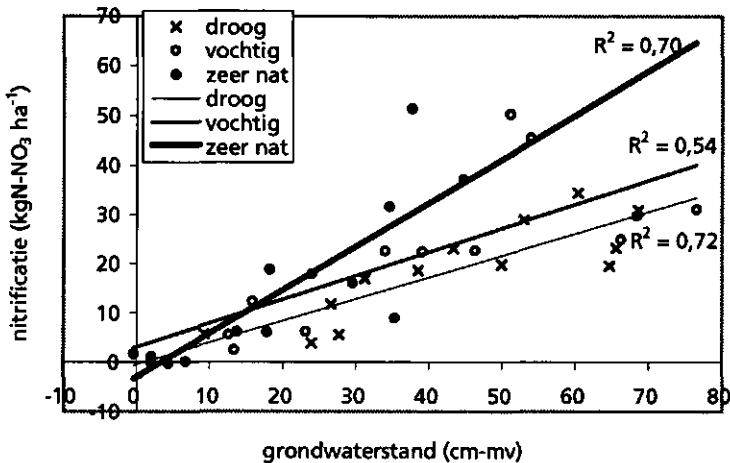
Door het AB-DLO werd gedurende de periode maart 1988 tot maart 1990 de stikstofmineralisatie d.m.v. veldincubatie gemeten. Uit de beschikbaar gestelde gegevens blijkt dat de jaargemiddelden van de mineralisatie (ammonificatie+nitrificatie) in de zeer natte afdeling 211 kg ha⁻¹ en in de droge afdeling 158 kg ha⁻¹ bedraagt (Berendse, 1994). De fluctuaties in de nitrificatie binnen een jaar zijn met name in de natte en vochtige afdelingen groot (Fig. 5). In de zeer natte afdeling is de nitrificatie in de winterperiode nihil. De vraag hierbij is in hoeverre en op welke wijze dit verschil in mineralisatie samenhangt met de gerealiseerde grondwaterhuishouding en of ook op grotere diepten mineralisatieverschillen tussen de afdelingen zouden kunnen voorkomen. Het correlatieonderzoek gaf hier meer inzicht in. Opmerkelijk is dat er in alle afdelingen, dus ook in de zeer natte, een lineaire relatie is tussen de stikstofmineralisatie, met name de nitrificatie, en de grondwaterstand (Fig. 6). Er werd ook een positieve rangcorrelatie aangetoond tussen de nitrificatie en de redoxpoten-



Figuur 5. Verloop van de netto nitrificatie (kg N ha^{-1}) van maart 1988 tot maart 1990 in de bovengrond van de controle-afdeling (droog), van de zeer natte en van de vochtige afdeling.

taal voor alle afdelingen. Maar alleen bij de droge afdeling komt er tussen deze variabelen een (zwak) lineair verband voor.

Op grond van de hoge redoxpotentialen die op 40 cm diepte in de droge afdeling zijn gemeten is het te verwachten dat de aëratie als gevolg van de dalende grondwaterstand in deze afdeling diep doordringt en dat er ook in de ondergrond nitrificatie zal voorkomen. Dit verschijnsel doet zich in de vochtige afdeling in veel mindere mate voor.



Figuur 6. Relatie tussen nitrificatie in de bovengrond (kg N ha^{-1}) en grondwaterstand (cm-mv) in de controle-afdeling (droog), in de zeer natte en in de vochtige afdeling; met vermelding van de lineaire fit.

Over het verloop van de fysisch-chemische processen en de gevolgen voor de beschikbaarheid van nutriënten kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- In de droge afdeling komen als gevolg van de ontwatering een groot deel van het jaar diepere grondwaterstanden voor, waardoor de bovengrond goed geaëreerd is en er langdurig nitrificatie plaatsvindt. Tijdens droge perioden treedt dit waarschijnlijk ook in de ondergrond op. Het daar gevormde nitraat kan door dieper wortelende planten worden opgenomen. In natte perioden kan het grondwaterniveau tot vlak onder het maaiveld stijgen maar dan treedt er nog geen reductie op, waarschijnlijk t.g.v. de gedegradeerde kwaliteit van de organische stof.
- Waterconservering op zich leidt tot periodieke vernatting in het begin van het groei-seizoen en is in beperkte mate effectief, omdat de aanvang van nitrificatie er enigszins door wordt vertraagd. Tijdens het verloop van het groeiseizoen verlopen de fysisch-chemische processen in de bodem van de vochtige afdeling op dezelfde wijze als in de bodem van de droge afdeling.
- De aanvoer van grondwater leidt tot permanent hoge grondwaterstanden, waardoor de bovengrond niet alleen in de winter, maar ook in het voor- en najaar, anaëroob is en de nitrificatie wordt geremd. In het groeiseizoen vindt echter onder invloed van een dalende grondwaterstand nitrificatie plaats, die in de zeer natte afdeling relatief snel kan toenemen door het hogere gehalte van de organische stof en door het grote aandeel van labiele componenten. Deze eigenschappen verklaren tevens de relatief hoge gemiddelde jaarlijkse mineralisatie in de zeer natte afdeling. De permanente vernatting als gevolg van de wateraanvoer in deze afdeling gaat gepaard met het overheersen van anaërobe omstandigheden in de ondergrond. Er komen al op 15 cm diepte langdurige extreem lage redoxpotentialen voor. Onder deze omstandigheden zal fosfaat in oplossing gaan en kan er uitspoeling optreden.

5. Effect van vernatting op de organische stof en nutriënten

De organische stof in de bodem speelt bij de regeneratie een sleutelrol (Fig.1). Het zuurbufferend vermogen en de voorraad en beschikbaarheid van stikstof en fosfaat worden sterk beïnvloed door de hoeveelheid en de kwaliteit van de organische stof. Om inzicht te verkrijgen in het effect van vernatting op de ontwikkeling van organische stof zijn in 1993 bodemmonsters genomen in de natte en in de droge afdeling. De bemonstering werd binnen deze afdelingen uitgevoerd op plaatsen die door het gevoerde beheer van elkaar verschillen in de mate waarin organische stof jarenlang is af- en/of aangevoerd. Het betreft de volgende behandelingen (beheersvormen), die in elke afdeling op vijf plots werden toegepast:

P : plaggen in 1991, daarna maaien + afvoeren

M : maaien + mulchen, sinds 1987

A : maaien + afvoeren, sinds 1978

Deze behandelingen worden respectievelijk gekenmerkt door -netto- een sterke afvoer, een sterke aanvoer en een matige afvoer van organisch materiaal.

Tabel 2. Het effect van het hydrologisch en vegetatiebeheer op enkele bodemfactoren in de bovengrond (0-5cm). Indien de interactie tussen het hydrologisch en vegetatiebeheer significant is (MANOVA), dan is per hydrologisch beheer aangegeven welke waarden significant verschillen (ONEWAY).

Hydrologie Vegetatie	Beheer						Inter- actie	Verschillen	
	Zeer nat (N)			Droog (D)				Hydrologisch beheer	Vegetatie-beheer
	P	M	A	P	M	A			
PH-KCl	4,6	4,7	4,5	4,5	4,5	4,5	x	N > D	N: P en A < M D: -
% org. stof	31,6	36,3	35,1	28,4	31,5	31,6		N > D	P < M en A
C/N	14,1	13,1	12,8	15,6	13,7	12,3			M en A < P
N-gemin.	26,8	35,8	35,3	12,0	28,9	22,2		N > D	P < M en A
N-gemin/ N-tot.	25,6	28,8	30,7	14,1	28,1	22,4	xx	N > D	N: - D: P < M en A en A < M
NH ₄ -besch.	1,7	4,3	4,0	1,0	2,6	2,1	x	N > D	P < M en A
NO ₃ -besch.	0,3	0,3	0,3	0,3	0,8	0,6	x	D > N	N: - D: P < M en A
N-besch.	2,0	4,6	4,3	1,3	3,3	2,7		N > D	P < M en A
N-tot. (g 100 g ⁻¹)	1,1	1,3	1,2	0,9	1,0	1,0	~	N > D	N: P < M en A en A < M D: P < M en A
P-besch.	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,2	xx	D > N	N: - D: P < M en A
P-tot. (g 100 g ⁻¹)	156	172	163	178	202	194		D > N	P < M

Legenda:

Waarden van bodemvariabelen zijn vermeld in mg per 100 g luchtdroge grond, tenzij anders vermeld. Beschikbaar N en P zijn bepaald na extractie met 0,01 M CaCl₂.

Hydrologische beheer: N = Zeer nat, D = Droog (controle)

Vegetatiebeheer: P = plaggen 1991 en maaien + afvoeren, M = maaien + mulchen, A = maaien + afvoeren

Verschillen:

- geen significante verschillen
- x interactie significant bij $p < 0,05$ MANOVA
- xx interactie significant bij $p < 0,01$ MANOVA

De correlaties zijn getoetst op lineariteit en significantie met SPSS (MANOVA, ONEWAY). In Tabel 2 worden de resultaten samengevat van enkele relevante variabelen die betrekking hebben op de kwantiteit en kwaliteit van de organische stof. Onder geconditioneerde omstandigheden, d.w.z. in een klimaatkamer bij constante temperatuur en luchtvochtigheid is

onderzoek gedaan naar de mineralisatiesnelheid van de organische stof (N-gemin), die afhankelijk werd geacht van de organische stofkwaliteit.

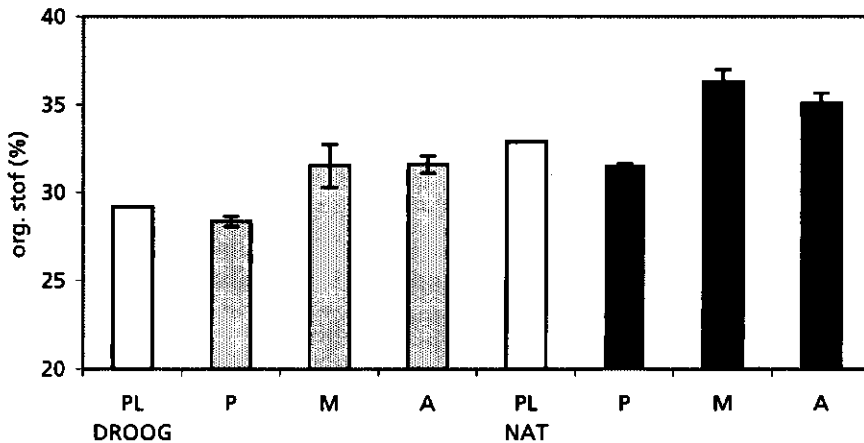
Bufferend vermogen

De waarde van pH-KCl is beschouwd als maat voor het bufferend vermogen. De waarden die in de natte afdeling zijn gemeten zijn hoger dan die van de droge afdeling. Er bestaat een positieve lineaire correlatie tussen de pH-KCl en het percentage organische stof. De hogere pH-KCl hangt mogelijk samen met een meer beperkte nitrificatie onder natte omstandigheden.

Hoeveelheid en kwaliteit van de organische stof

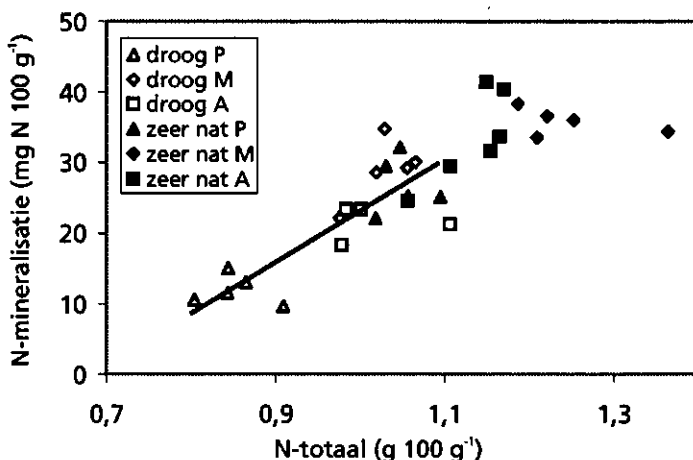
Het organische-stofgehalte in de plots van de natte afdeling is bij elke behandeling hoger dan in de overeenkomstige plots van de droge afdeling (Fig. 7). De waarden van de plagplekken zijn, zoals verwacht werd, relatief laag. Ter vergelijking is bij de grafische weergave in deze figuur ook de waarde weergegeven van de plagplek (PL), die in 1986 in elke afdeling in enkelvoud werd aangelegd en die vervolgens werd gemaaid, waarbij het maaisel werd afgevoerd.

Er werden geen significante verschillen tussen beide afdelingen gevonden t.a.v. de waarden van het C/N-quotiënt. Wel blijkt dat in beide afdelingen de waarden op de plagplekken hoger liggen dan elders. Bij de droge afdeling is er wel een significant verschil aangetoond tussen de C/N-waarde van de drie behandelingen. De hogere waarden na de sterke af- en aanvoer van organische stof (resp. bij P en M) zijn waarschijnlijk het gevolg van een groter aandeel van labiele componenten. Onder het 18-jaar lange beheer van maaien + afvoeren



Figuur 7. Het organische-stofgehalte (%) van de bodem per behandeling in de controle-afdeling (droog) en in de zeer natte afdeling. PL = geplagd 1986, P = geplagd 1990, M = maaien + mulchen, A = maaien + afvoeren.

en de relatief droge omstandigheden is de organische stof sterk gehumificeerd ($C/N = 12$). De uitkomsten van de redoxpotentiaalmetingen ondersteunden deze gedachte. Uit de mineralisatieproef (incubatie) bleek dat, wanneer wordt uitgegaan van alle monsters, er een duidelijk lineair verband is tussen de netto mineralisatie enerzijds en het C/N quotiënt en de totale hoeveelheid stikstof anderzijds. Wanneer de gegevens per afdeling worden geanalyseerd, dan blijkt dat er alleen in de droge afdeling een significant lineair verband bestaat tussen de mineralisatie en N-totaal (Fig. 8). De verschillen tussen mineralisatiesnelheid in de bodemonsters van de drie behandelingen in deze afdeling zijn significant. Het hangt samen met het organische-stofgehalte en met de geconstateerde verschillen in kwaliteit van de organische stof (zie boven). De waarden van N-gemin./N-tot. blijken bij de monsters uit de natte afdeling significant hoger te liggen, wat aantoont dat er hier bij alle behandelingen relatief veel gemakkelijk afbreekbare componenten in de organische stof aanwezig zijn. De algehele toename van de organische stof en de geconstateerde kwaliteit van de organische stof in deze afdeling zijn een direct gevolg van de semi-permanent natte omstandigheden, waardoor de decompositie onafhankelijk van het vegetatiebeheer wordt geremd.



Figuur 8. Relatie tussen N-mineralisatie ($\text{mg N } 100 \text{ g}^{-1}$ droge grond, gemeten bij incubatie) en N-totaal ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ droge grond) van bodemonsters die, 7 jaar na de vernatting, zijn genomen in de zeer natte en in de droge controle-afdeling.

Beschikbaarheid nutriënten

De beschikbare hoeveelheid NH_4^+ was op het tijdstip van bemonsteren in de natte afdeling significant hoger dan in de droge afdeling. De beschikbare hoeveelheid NO_3^- was op dat moment in de droge afdeling relatief hoog. Dit sluit aan bij de resultaten van het mineralisatieonderzoek dat in het veld werd uitgevoerd. Voor beide variabelen geldt dat de waarden in geval van plaggen significant lager zijn dan bij de andere toegepaste maatregelen. Het lagere gehalte organische stof zal hiervan de oorzaak zijn

Het is opvallend dat de beschikbare hoeveelheid fosfaat (P-CaCl₂) in de bodem van de natte afdeling lager is dan in de droge afdeling, hetgeen overeenkomt met het resultaat van de regelmatige metingen die vanaf 1986 zijn gedaan (par. 3). Hetzelfde geldt voor de totale hoeveelheid fosfaat (P-tot.). Volgens de mineralisatieproef (incubatie) is de P-mineralisatie, die op zal kunnen treden bij aërobe omstandigheden, in de zeer natte afdeling hoger als gevolg van het hogere organische-stofgehalte. Geconcludeerd kan worden dat de P-verschraling in de natte afdeling het gevolg is van de afwisselend natte en droge omstandigheden die hier voorkomen. In droge perioden treedt er een snelle decompositie op van de relatief grote hoeveelheid jonge organische stof en wordt het vrijgekomen fosfaat aan ijzer gebonden, terwijl in natte perioden het fosfaat door reductie van de ijzerverbindingen in oplossing gaat en kan uitspoelen (Mars, 1994).

Over het effect van vernatting op de kwantiteit en kwaliteit van de organische stof kan dus worden geconcludeerd dat:

- vernatting gepaard gaat met een hoger organische-stofgehalte,
- vernatting leidt tot organische stof met een groter aandeel van labiele componenten.

Dit heeft merkbare gevolgen gehad voor de voorraad en de beschikbaarheid van stikstof en fosfaat in de bodem. Opvallend is de sterke afname van de beschikbare hoeveelheid fosfaat in de natte afdeling.

6. Conclusie

Door het bodemonderzoek in de proefaccommodatie de Veenkampen is inzicht verkregen in het effect van vernatting op regeneratieprocessen in een kleiige veenbodem. Daarbij heeft zich het volgende beeld gevormd.

Vernatting in de Veenkampen door middel van wateraanvoer veroorzaakt het optreden van hoge (voorjaars)grondwaterstanden, uitspoeling en op langere termijn een oppervlakkige verzuring. Dit heeft gevolgen voor de ontwikkeling van de organische stof. Het organische-stofgehalte neemt namelijk onder invloed van vernatting toe en het aandeel van labiele humus wordt groter.

Als gevolg van deze wijze van vernatting komen er afwisselend korte, droge perioden en lange, natte perioden voor. Hierdoor komt de N-mineralisatie laat in het jaar op gang en wordt de beschikbare hoeveelheid fosfaat verlaagd. Het laatstgenoemde resultaat hangt samen met het optreden van de volgende fysisch-chemische en biologische processen in de bodem: onder de droge omstandigheden vindt er een hevige afbraak plaats van de organische stof waardoor er mobilisatie van stikstof en fosfaat optreedt; het fosfaat wordt vervolgens in het aërobe milieu gebonden aan Fe³⁺-verbindingen. Tijdens de overheersend natte tijden wordt onder invloed van de anaërobie de organische-stofvoorraad opgebouwd en worden de Fe³⁺-verbindingen gereduceerd tot Fe²⁺-verbindingen die goed oplosbaar zijn. Fosfaat zal dientengevolge in de bodemoplossing terecht komen en zal door uitspoeling uit het bodemecosysteem verdwijnen. Gezien de enorme voorraad aan stikstof en fosfaat in de bodem is het uit het oogpunt van de verschraling essentieel dat de zomergrondwaterstand zo hoog mogelijk blijft.

Het vasthouden van neerslag (waterconservering), bijvoorbeeld door het omkaden van een gebied, is op zich niet effectief; de (voorjaars)grondwaterstanden worden maar weinig ho-

ger en de zomergrondwaterstanden veranderen helemaal niet. De nutriëntenbeschikbaarheid zal door deze maatregel niet afnemen.

Vernatting in de Veenkampen zal niet leiden tot het herstel van de standplaatseigenschappen die kenmerkend zijn voor de blauwgraslanden die vroeger voorkwamen. Door wateraanvoer kunnen wel de vereiste grondwaterstanden worden gerealiseerd maar het basenrijke grondwater zal de wortelzone niet bereiken, waardoor er zwak zure omstandigheden zullen ontstaan. Vooral wanneer vernatting wordt gecombineerd met plaggen is het mogelijk dat er zich bij een beheer van maaien en afvoeren natte, schrale graslandvegetaties van grote en kleine zeggen zullen vestigen.

De resultaten worden overdraagbaar geacht voor een grote delen van het veenweidegebied.

Literatuur

- Berendse, F., M.J.M. Oomes, H.J. Altena & W. de Visser, 1994. A comparative study of nitrogen flows in two similar meadows affected by different groundwater levels. *Journal of Applied Ecology* 31: 40-48.
- Geer, F.C. van & J.M.J. Gieske, 1995. Standaard meetprotocol verdroging. Richtlijnen voor meetontwerp en analyse van de meetgegevens. TNO Grondwater en Geo-Energie. Delft. NOV rapport 15-2.
- Hoek, D. van der & W.G. Braakhekke, 1997. Hydrologische maatregelen voor het herstel van blauwgrasland in de Bennekomse Meent. *De Levende Natuur* (97) 7: 253-257.
- Mars, H. de, 1996. Chemical and physical dynamics of fen hydro-ecology. *Nederlandse Geografische Studies* 203. KNAG/ RUU.
- Ministerie LNV, 1990. Natuurbeleidsplan. Regeringsbeslissing. Sdu, Den Haag.
- Nap, G., 1993. Invloed van bodemchemische parameters op de fosfaatbeschikbaarheid in de Veenkampen. Vakgr. Bodemkunde en Plantevoeding. Landbouwuniversiteit Wageningen.

6. Effect van vernatten en afplaggen op verschraling en vegetatie

M.J.M. Oomes, R.H.E.M. Geerts & H.J. Altena

*Instituut voor Agrobiologisch en Bodemvruchtbaarheidsonderzoek (AB-DLO), Postbus 14,
6700 AA Wageningen*

Samenvatting

In een veldproef en een mesocosmos-experiment bleek dat de N-mineralisatie door vernatting wordt verlaagd tot resp. 75 en 50%. Ook de N-opname in het gewas was lager, maar daalde minder sterk. Desondanks nam de drogestofproductie nauwelijks af. Aan de hand van resultaten worden drie oorzaken aannemelijk gemaakt: 1) de vervanging door soorten die zijn aangepast aan nattere omstandigheden en die een groter deel van de kleinere hoeveelheid N opnemen; 2) het relatief grote aanbod van N en P op deze venige kleigrond; 3) de door K gelimiteerde drogestofproductie.

Tijdreeksen van opbrengsten aan drogestof en N-, P- en K-gehalten uit de veldproef bij verschillend hydrologisch beheer worden besproken. Deze worden vergeleken met de opbrengsten van een blauwgrasland in hetzelfde gebied in 1946. Na 18 jaar verschrallend beheer is de drogestofproductie weliswaar minder dan 5,0 ton per ha, maar zijn de N- en P-gehalten en opbrengsten nog hoog, en die van K zeer laag. Vernatting veroorzaakt maar een kleine daling.

De drogestofproductie van de vegetatie die zich nieuw vestigt na plaggen bereikt na 5 jaar weer het niveau van de oorspronkelijke vegetatie. Maar de nutriëntengehaltes in de biomassa zijn lager, dus de beschikbaarheid is wel afgenomen.

De vegetatie die zich na plaggen herstelt is veel soortenrijker dan het oorspronkelijke grasland; er vestigen zich in totaal 38 grasland-soorten die waarschijnlijk uit de zaadbank komen. De dominantie van soorten verschilt ook sterk met die van het niet geplagde, maar alleen verschraalde grasland.

De diversiteit neemt toe na vernatting door de invasie van soorten uit greppels. Bij alleen maaien en afvoeren is de toename echter veel geringer dan na plaggen. Het succes van plaggen in combinatie met vernatting is toe te schrijven aan het aanboren van de zaadbank, de gunstige condities in de nog open zode voor de vestiging van kiemplanten en aan een gunstige vochtvoorziening tijdens de vestiging. De zaadbank die door plaggen wordt aangesproken is van groot belang; de aanvoer van zaden uit de omgeving is zeer gering. Enkele consequentie van deze resultaten voor de praktijk worden besproken.

1. Inleiding

Het is nu algemeen aanvaard dat de achteruitgang van het areaal natte, soortenrijke en bloemrijke graslanden gestopt moet worden. Verdroging en vermesting zullen daarom op

de eerste plaats worden tegengegaan door de oorzaken ervan weg te nemen. Maar het wegnemen van deze oorzaak en het verminderen van de negatieve effecten is lang niet voldoende en soms niet eens mogelijk. We zullen ook actief moeten ingrijpen om een herstel van de bedreigde of verdwenen systemen op overzienbare termijn te realiseren. Afhankelijk van de uitgangssituatie zal er in meerdere of mindere mate worden vernat en verschraald. De pragmatische aanpak van de Dienst Landelijk Gebied en de natuurbeherende instanties is, dit gewoon te doen en het effect ervan te registreren. Het belang van deze aanpak is duidelijk, want er moet snel veel gebeuren. Het is goed dat de bereidheid tot dergelijke ingrepen toeneemt en dat ook de financiële en technische mogelijkheden groter worden. Dit heeft het gevaar dat te enthousiast de hand aan de ploeg wordt geslagen en ingrepen op gevoel of goed geluk worden gedaan. Dat eerst nadenken en dan doen van belang is, heeft onderzoek naar effectgerichte maatregelen bij het herstelbeheer van venen en natte heide gedemonstreerd (Roelofs et al., 1996; Jansen et al., 1996). Het is dus onbegrijpelijk dat ten aanzien van het herstelbeheer door vernatting van graslanden zo weinig onderzoek gedaan wordt naar mechanismen en processen. In deze bijdrage willen we daarom niet alleen de effecten laten zien van vernatting en verschralingmaatregelen, maar ook dieper ingaan op de oorzaken ervan.

De praktijk van het graslandbeheer was in het verleden voornamelijk gericht op het in stand houden of verbeteren van de botanische en faunistische diversiteit, uitgaande van nog aanwezige resten van gemeenschappen of milieucondities. Deze praktijk en het onderzoek daarvoor heeft veel kennis opgeleverd over het noodzakelijke beheer (Bakker, 1989; Bobbink, 1989; Berendse et al., 1992).

Herstelbeheer in een oud cultuurlandschap als dat van de Drentse Aa heeft heel andere uitgangspunten wat betreft nutriënten, ecohydrologie en verspreidingsdichtheid van soorten dan in een groene cultuursteppe zoals ons onderzoeksgebied het Binnenveld. Herstelbeheer dat uit moet gaan van verdroogde en sterk geëutrofiëerde condities vraagt veel ingrijpender maatregelen, zoals afgraven en het drastisch (of juist niet) opzetten van het water. De klassieke opvattingen over geleidelijkheid en constantie van ingrepen en beheer hoeven dan niet meer te gelden en vereisen aanvullend onderzoek. Deze ingrijpende overgangsmaatregelen maken het extra noodzakelijk om hun effectiviteit op korte termijn, maar ook op langere termijn voor het functioneren van het hele ecosysteem goed te onderzoeken. Ons onderzoek naar herstel van natte soortenrijke graslanden gaat uit van graslanden die in agrarisch opzicht goed tot redelijk productief zijn. Dit betekent dat "graslandverbetering", ontwatering en bemesting hebben geleid tot productieve (>10 ton drogestof per ha per jaar), soortenarme, relatief droge graslanden. Met ons onderzoek naar vernatting en verschraling willen we een antwoord geven op de volgende vragen:

- Welke mogelijkheden en beperkingen heeft waterstandsverhoging.
- Wat is het belang hierbij van de waterkwaliteit.
- Welke mogelijkheden biedt (een combinatie met) een drastische verschraling door afplaggen.

We zullen deze vragen beantwoorden aan de hand van resultaten uit onze verschralingsproeven, en in het bijzonder een aantal conclusies trekken uit een vernattingsproef op de Veenkampen.

2. Doelen stellen

Of het nu een meer ingrijpend herstelbeheer is via waterstandsverhoging en plaggen, of een gelijkmatiger verschrallingsbeheer door maaien of grazen, in beide situaties is het belangrijk maar ook gevaarlijk om een doel te stellen. Belangrijk omdat doelloos maar eens iets proberen niet valt te verkopen en niet stimulerend is, gevaarlijk omdat de fixatie op "dit zullen we wel even maken" ervan uit gaat dat we alles in de hand hebben en weten hoe we het systeem kunnen sturen. Doeltypen zien we als een leidraad. Ze kunnen worden aangegeven met vegetatietypen die elders onder vergelijkbare omstandigheden of in het verleden op dezelfde plaats werden aangetroffen. Maar hoe en in welk opzicht zijn de condities vergelijkbaar? Maar nog veel belangrijker: het is helemaal niet zeker dat de weg terug met behulp van vernatting en verschralling de condities terug brengt die er in het verleden waren. Naar onze overtuiging is het eerder regel dat veel condities onomkeerbaar zijn veranderd dan uitzondering. We hoeven daarbij maar te denken aan de veraarding van veen en de totaal veranderde verhouding tussen de nutriënten in de bodem als gevolg van langdurige bemesting en inspoeling. Een te statische opvatting over doelen gebaseerd op wat er in het verleden was, doet ons dingen beloven die we niet waar kunnen maken maar waarop we wel worden afgerekend.

Uit de beschikbare gegevens over vegetatie, standplaats en landgebruik in het verleden kunnen we al veel afleiden over de condities die nodig zijn om de biodiversiteit te vergroten. Als gevolg van deze condities neemt de vegetatie nutriënten op en heeft de vegetatie een bepaalde productie. Deze gegevens kunnen dus ook gezien worden als een biotoets op de beschikbaarheid van nutriënten. De gegevens over opbrengsten van drogestof en nutriënten uit het verleden zijn dus zeer belangrijk als indicatie van een na te streven niveau van verschralling. Voor de Veenkampen konden we daarvoor gebruik maken van oude graslandverbeterings- en bemestingsproeven die in de begin 40-er jaren met blauwgraslanden in hetzelfde gebied zijn gedaan ('t Hart, 1949; Geerts et al., 1996).

Als we de nu (1993-95) in onze proef de na vernatting en verschralling bereikte opbrengsten en gehalten daarmee vergelijken (Tabel 1), dan blijkt dat de gemiddelde drogestofopbrengst zeker al tot het niveau is gedaald waarop de blauwgraslanden toendertijd zaten. De N- en P-gehalten zonder plaggen zijn nog aan de hoge kant, maar na plaggen worden ze ook even laag. Een K-gehalte van 0,5 tot 0,8% wijst op een relatief lagere K-beschikbaarheid in de bodem dan toen. Deze gehalten zijn een aanwijzing dat de blauwgraslanden hier in het verleden gekenmerkt werden door een lage beschikbaarheid en wellicht groei beperking van P, terwijl we nu een aanwijzing hebben voor een door K gelimiteerde drogestofproductie. De plantenecologie leert ons dat we dan een andere botanische samenstelling kunnen verwachten. Daarbij komt ook nog dat het gehalte aan klei in de bodem is toegevoegd door de oxidatie van organische stof.

Het doel kan dus ook geformuleerd worden in termen van te realiseren condities en we moeten dan verder maar afwachten wat het resultaat is in termen van soorten en verhoudingen tussen soorten. Het is vanzelfsprekend dat voor herstel van natte, soortenrijke graslanden een hoge waterstand en een lage beschikbaarheid van nutriënten belangrijke condities zijn.

Tabel 1. Opbrengsten van blauwgrasland in 1946, vergeleken met de gemiddelde opbrengsten en gehalten in 1993-1995 die werden bereikt na verschrallend beheer en na plaggen.

	Blauwgrasland 1946	Herstelmaatregel			
		na 17 jaar verschrallen	na 5 cm plaggen in 1985	na 5 cm plaggen in 1991	na 10 cm plaggen in 1991
Drogestofopbrengst (ton ha ⁻¹)	4,5 - 5,5	4,4	5,8	3,2	3,3
N-gehalte (%)	2,0 - 2,3	2,3	1,7	2,1	1,9
P-gehalte (%)	0,15 - 0,22	0,23	0,21	0,21	0,18
K-gehalte (%)	1,70 - 2,20	0,49	0,54	0,67	0,79

Over dit laatste aspect is al veel kennis beschikbaar. Uit de bekende relatie tussen grasland-productie en botanische diversiteit valt af te leiden dat verschrallend beheer zo ver moet zijn gevorderd dat de jaarlijkse drogestofproductie gedaald is tot tussen de 4,0 en 6,0 ton per ha om een redelijke soortenrijkdom mogelijk te maken (Oomes, 1992). De oorzaak van deze lage productie, dus de beschikbaarheid van welke nutriënten waarmee dit te maken heeft, is in eerste instantie niet van belang. Als de vegetatie eerst maar laag genoeg wordt en de zode maar open genoeg is om meer soorten een kans te geven op succesvolle vestiging. Pas in een later stadium van herstel wordt co-limitatie van nutriënten belangrijk en kan er sprake zijn van een toename in wat we noemen kwaliteit in botanisch opzicht. Dit hoeft echter lang niet altijd het doel van herstel te zijn; bloemrijke dotterbloem-graslanden eisen andere condities dan blauwgraslanden met gentianen en orchideeën.

Op grond van correlatief onderzoek is wel een indicatie te geven van de te realiseren waterstandsniveaus en de periodes waarin de waterstand hoog of laag moet zijn (Grootjans et al., 1996). Maar het imiteren van duurlijnen leidt niet per definitie tot de gewenste condities en vegetaties of ecosystemen. We hebben daarvoor meer inzicht nodig in de processen die door een waterstandsverhoging worden gestuurd. Enkele van die processen worden hier besproken aan de hand van veldonderzoek op de Veenkampen, en van een mesocosmos-proef met ongestoorde bodemkolommen met de originele vegetatie erop onder geconditioneerde omstandigheden. Voor details van de opzet van beide vernattingsproeven wordt verwezen naar respectievelijk Oomes et al., 1996 en 1997. Alleen de effecten van de verschillende niveaus binnen de proeven kunnen met elkaar worden vergeleken, niet tussen de twee proeven.

3. Verhoging van de grondwaterstand

3.1. Effect van waterstand op stikstofmineralisatie en N-opname

Uit metingen van de N-mineralisatie in het veld gedurende de periode maart 1989 tot maart 1990 is gebleken dat de waterstandsverhoging de totale hoeveelheid gemineraliseerde N,

Tabel 2. Stikstofmineralisatie en opname in de biomassa na waterstandsverhoging in een veldproef (Berendse et al., 1994) en onder geconditioneerde omstandigheden in een mesocosmos experiment (Oomes et al., 1997).

	Stikstof mineralisatie (kg N ha ⁻¹)		Stikstof opname (kg N ha ⁻¹)		Drogestof-productie (ton ha ⁻¹)	
	Droog	Nat	Droog	Nat	Droog	Nat
Veld 0-10 cm diepte (Berendse et al., 1994)	201	158	180	139	6,9	7,3
Mesocosmos 0-30 cm diepte (Oomes et al., 1997)	314	155	142	114	6,2	6,5

zoals verwacht, verlaagde van 201 tot 158 kg per ha in de bovenste 10 cm van de bodem (Tabel 2). In dat jaar was de opname van N in het gewas ook lager: 139 kg na vernatting en 180 kg zonder. De mineralisatie was onder natte omstandigheden niet alleen lager, maar kwam ook veel later in het groeiseizoen op gang. De proef onder geconditioneerde omstandigheden liet eveneens een verlaging van de mineralisatie en opname van N zien bij waterstandsverhoging (Tabel 2). Maar de opbrengsten aan drogestof waren tegen de verwachting in niet lager! Als verlaging van de productie met de maatregel wordt beoogd, zitten we dus misschien op de verkeerde weg.

Bekijken we het effect van de waterstandsverhoging in het veld op de langere termijn na 8-10 jaar, dan blijkt de verlaging van de drogestof en N-opbrengst gering (Tabel 3). Dit werd op grond van de mineralisatiemetingen niet verwacht.

De extreme waterstandsverhoging waarbij het grasland in het vroege voorjaar langer dras blijft staan versterkt de verlaging niet; integendeel, de opbrengsten zijn daar zelfs hoger. Des te natter houdt dus niet per definitie in dat de productie en N-opname sterker worden verlaagd.

De resultaten van het mesocosmos-experiment laten zien wat hiervan de oorzaak zou kunnen zijn. Tabel 2 maakt duidelijk dat er bij de natte variant (bijna waterverzadiging) weliswaar veel minder stikstof mineraliseert en dus voor groei beschikbaar komt, maar dat desondanks nog relatief veel N opgenomen kan worden door de vegetatie.

Dit ging samen met een vervanging van fioringras (*Agrostis stolonifera*) door mannagrass (*Glyceria fluitans*), een soort die in staat is door aangepaste wortels zuurstof in een waterverzadigde bodem te transporteren (Fig. 1). In de veldproef trad dit verschijnsel niet op, en speelt waarschijnlijk de groeibeperking door K een belangrijker rol.

Deze resultaten illustreren dat de effecten van waterstandsverhoging op vegetatie en productie moeilijk zijn te voorspellen. Naast veranderingen in de bodem en de nutriëntenbeschikbaarheid, treden er ook veranderingen op in de vegetatie. Deze kunnen betekenen dat soorten gaan overheersen die de nutriënten anders opnemen of benutten. Het is te verwachten dat in de praktijk kort na de vernatting soms een productieverlaging optreedt zolang zich nog geen aan de nieuwe situatie beter aangepaste soorten hebben kunnen vestigen. Deze vervangende soorten zullen meestal niet lang op zich laten wachten. Wanneer de beschikbaarheid van P en K al laag is, zal een productieverlaging eerder worden bereikt. Dan wordt de groei van de vegetatie namelijk eerder beperkt door meerdere nutriënten en niet alleen door stikstof.

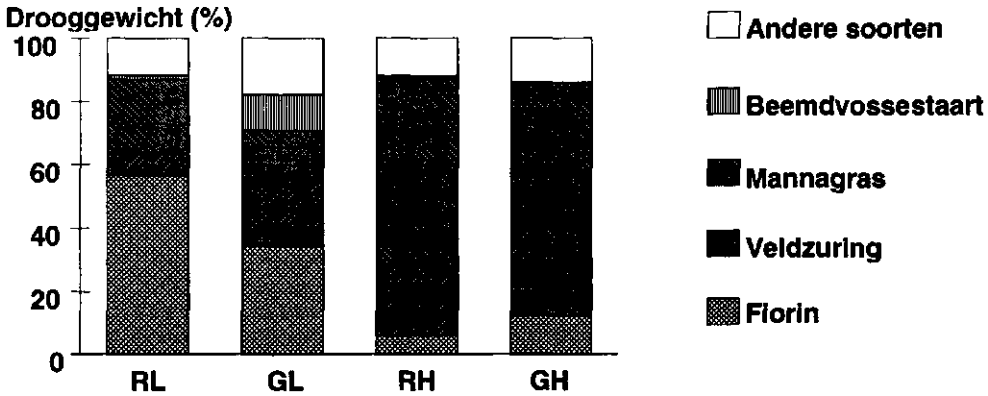
Tabel 3. De gemiddelde opbrengsten van het grasland en de nutriëntengehaltes in de drogestof in de jaren 1993-1995 in het droge perceel en na vernatting in twee gradaties.

	Als omgeving, droog			Wateraanvoer, nat			Wateraanvoer, zeer nat	
	2 snedes afvoeren	5 cm plaggen in 1991	10 cm plaggen in 1991	2 snedes afvoeren	5 cm plaggen in 1991	10 cm plaggen in 1991	2 snedes afvoeren	5 cm plaggen in 1991
Drogestof-opbrengst (ton ha ⁻¹)	4,83	3,36	2,63	4,41	3,20	3,33	4,92	4,60
N-opbrengst (kg ha ⁻¹)	113,53	65,96	53,36	99,51	66,48	63,86	115,10	100,92
P-opbrengst (kg ha ⁻¹)	13,37	10,10	5,66	10,15	6,78	6,07	13,75	13,29
K-opbrengst (kg ha ⁻¹)	27,94	24,48	19,23	21,73	21,43	26,17	23,25	27,99
N-gehalte (%)	2,35	1,96	2,03	2,26	2,08	1,92	2,34	2,19
P-gehalte (%)	0,28	0,30	0,22	0,23	0,21	0,18	0,28	0,29
K-gehalte (%)	0,58	0,73	0,73	0,49	0,67	0,79	0,47	0,61

3.2. Effect vernatting op andere nutriënten

Het blijkt dat matige vernatting in het veld de opname van P en K verlaagt, maar dat bij extreme waterstandsverhoging de opbrengsten weer hoger zijn als gevolg van de overheersing van enkele goed aangepaste soorten (Tabel 3, 2 snedes afvoeren). Opvalt dat de K-opbrengst en -gehalte laag zijn. Dit geeft aan dat de vegetatie niet meer K kan opnemen uit de bodem. Als de K-voorziening beperkend gaat worden voor de groei, zoals op deze bodem, moet bij het beheer meer rekening worden gehouden met het K-gehalte van het water dan met de waterstand.

De verwachte verlaging van de opbrengst aan drogestof en nutriënten treedt dus wel op, maar is zo gering en zo traag dat dit tot nu toe niet de verhoging van de waterstand rechtvaardigt. Dit heeft alles te maken met de relatief grote voorraad N en P van deze humusrijke klei en de reactie van de vegetatie op de veranderingen. We zullen in paragraaf 4 zien dat om andere redenen vernatting desondanks zeker niet zinloos is.



Figuur 1. De invloed van twee waterstanden, laag (L) en hoog (H), met regenwater (R) of grondwater (G) in een mesocosmos-experiment na 2,5 jaar op de dominantie van soorten (Oomes et al., 1997).

3.3. Effect van wisselingen in watergehalte

De vergelijking tussen de veldproef en de mesocosmosproef laat ook nog een ander belangrijk punt zien. Vernatting in de veldsituatie leidt er meestal toe dat een groot deel van het groeiseizoen de watervoorziening niet beperkend is voor de processen die het beschikbaar komen van nutriënten en de opname door de vegetatie bepalen. Afbraak van organische stof, mineralisatie tot opneembare nutriënten en de opname door de vegetatie zijn in de zomer bij een hogere waterstand niet door gebrek aan vocht beperkt, terwijl deze processen onder droge omstandigheden langzamer verlopen. De afremming van mineralisatie en opname in het voorjaar is duidelijk aangetoond, maar wordt gecompenseerd door een grotere snelheid in de zomer. Bovendien kunnen de dagelijkse afwisselingen van nat en droog in het profiel een stimulans zijn voor veel biologische processen door een extra aanvoer van zuurstof. Permanente waterverzadiging zou dit kunnen verhinderen, maar daar hebben een aantal plantensoorten blijkbaar een oplossing voor bedacht.

3.4. Invloed van watersoort op bodem en productie

Er zijn voldoende aanwijzingen om een verschillend effect van kalkhoudend grondwater en het zuurdere, stikstofhoudende regenwater te verwachten. Dit effect zal sterk afhankelijk zijn van de uitwisseling tussen bodem en water en de duur van de doorspoeling. In de mesocosmos-opstelling, waarin dit contact volledig en permanent was gedurende 2,5 jaar, is ons gebleken dat regenwater (een lagere pH, een lager kalkgehalte en meer N) in deze venige bodem de pH en de beschikbaarheid van opneembaar P verlagen. Dit resulteerde echter niet in een lagere N-mineralisatie of een lagere opname van P door de vegetatie. In een systeem met een dergelijke bodem valt dus op de korte termijn van een aanvoer van alleen kwelwater geen extra gunstig effect te verwachten. Daarmee is niet gezegd dat het net zo goed regenwater mag zijn en het zinloos is de kwel optimaal te benutten, of die nu kalkhoudend is of niet. De aanvoer van N uit regenwater zal namelijk altijd zo laag moge-

lijk moeten zijn, en de bijdrage van Van der Hoek en Kemmers laat zien wat de specifieke effecten van kalkhoudende kwel kunnen zijn. Dat we deze effecten in de mesocosmos-opstelling niet zien is waarschijnlijk een kwestie van te korte tijdsduur en een hoge beschikbaarheid van P.

3.5. Conclusie betreffende waterbeheer

We concluderen uit dit onderzoek dat verhoging van de waterstand in het algemeen een verlaging van de nutriëntenbeschikbaarheid en drogestofproductie veroorzaakt. Maar in een kleibodem die rijk is aan organische stof en P heeft vernatting op korte termijn een veel geringere opbrengst-verlaging tot gevolg. Daarvoor zijn twee mechanismen verantwoordelijk: 1) soorten die fysiologisch beter zijn aangepast aan natte omstandigheden en de grote voorraad nutriënten nog goed kunnen opnemen gaan in de vegetatie domineren; 2) een gemiddelde waterstandsverhoging gedurende het hele groeiseizoen veroorzaakt vertraging van processen in bodem en vegetatie in het voorjaar, maar die wordt (meer dan) gecompenseerd door een sneller verloop ervan in de zomer; 3) de watersoort is van belang omdat kwelwater weinig N bevat, het effect van Ca op de beschikbaarheid van P kon niet worden aangetoond. In het algemeen is de voorziening van K onafhankelijk van waterstand en watersoort, en in betrekkelijk korte tijd van 3 jaar op zandgrond en 10 jaar op venige klei al zo laag dat groeibeperking verwacht kan worden.

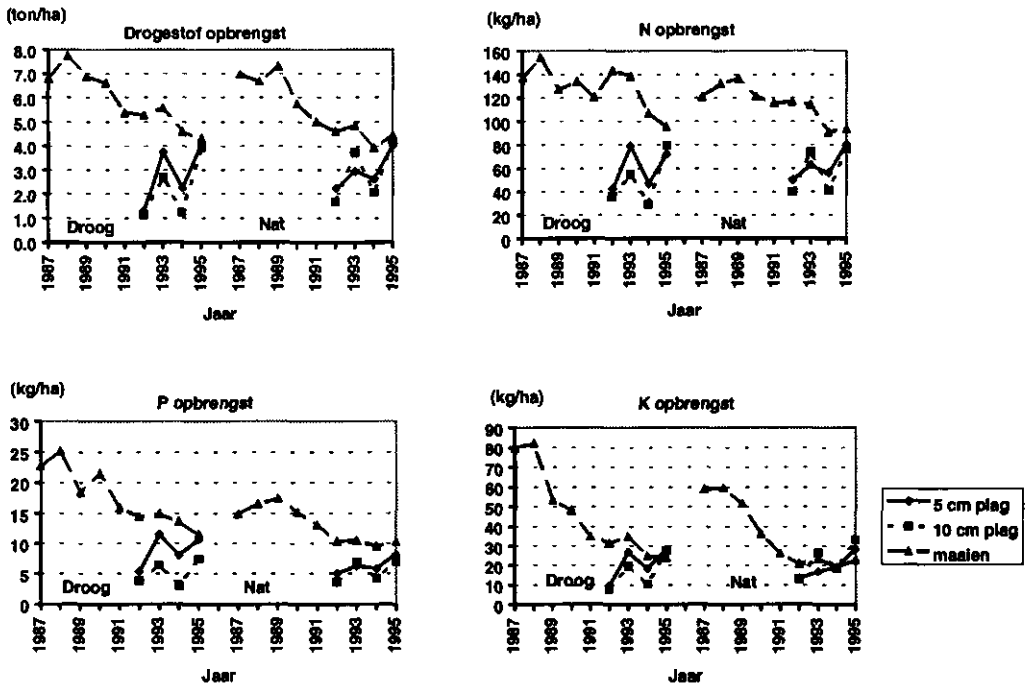
4. Afplaggen

4.1. Effect van plaggen op de opbrengsten

Een andere, meer drastische methode om de beschikbaarheid van nutriënten te verlagen is het afgraven van de zode tot een diepte van hoogstens 10 cm. Afgraven tot grotere diepte is niet altijd per definitie beter omdat het effect afhankelijk is van de opbouw van de bodem. Voor herstel van graslanden heeft afgraven tot op de minerale ondergrond of de zure arme veengrond alleen zin als speciale vegetatietypen moeten worden hersteld. Bovendien wordt met dieper plaggen ook de zaadbank verwijderd en wordt ingegrepen in de hydrologie. Dit laatste is vooral ongewenst als het leidt tot ophoping van regenwater in de bovenste bodemlaag.

De vraag is of het effect van plaggen op productieverlaging en soortenrijkdom de moeite waard is en wat de combinatie met vernatting oplevert.

Voordat de vernatting in de veldproef werd gestart in 1985 was de drogestofopbrengst gedaald van ongeveer 11,0 ton in 1978 tot 7,0 ton 1985. Deze daling zet zich nog steeds verder door (Fig. 2). Ook de nutriëntengehaltes dalen nog steeds. Plaggen leidt alleen op de korte termijn van 3-4 jaren tot een duidelijk lagere drogestofproductie; opvallend is dat de productie daarna toeneemt tot het niveau van de niet geplagde vegetatie (Fig. 2). De opbrengsten aan N en P zijn echter wel duidelijk lager na 10 cm plaggen (zie ook Tabel 3). Plaggen verlaagt de biomassa dus niet op langere termijn, wel de gehalten aan N en P. Wel biedt de open grond en het lage gewas gedurende een korte periode na plaggen een



Figuur 2. Het effect van twee snedes maaien en afvoeren sinds 1978 en plaggen in 1991 tot 5 en 10 cm op de opbrengsten van drogestof en nutriënten in het droge en het ver natte perceel.

gunstige voorwaarde voor de vestiging van nieuwe soorten. Dit zien we ook in andere plagproeven die uitgaan van een betrekkelijk nutriëntenrijk systeem op een zandbodem (Oomes, 1990). De gehalten aan N en P zijn het laagst na 10 cm afplaggen, zodat daar dus eerder een tekort aan nutriënten verwacht kan worden. Opvallend is dat de opbrengsten aan K 3 tot 4 jaar na plaggen gelijk zijn aan die van de niet geplagde vegetatie. Dit wijst erop dat plaggen niet leidt tot een extra verlaagde hoeveelheid beschikbaar K in de bodem, het is alsof het (voorlopige?) minimum voor deze bodem is bereikt. Door een bemestingsproef is aangetoond dat de voorziening van K beperkend is voor de drogestofproductie (Oomes, 1995). De mogelijkheden van verschraling worden dus begrensd door de K-huishouding.

De consequentie van deze conclusie is dat we ons niet alleen moeten richten op N mineralisatie en P-voorziening, maar ook meer aandacht moeten schenken aan de stromen van K. Het verhinderen van overstroming met N-en P-arm maar K-houdend water kan dan al een sterk ongewenst effect hebben.

4.2. Effect van plaggen op de vegetatie

Vervanging van soorten

Verschralend beheer door twee snedes maaien en afvoeren gedurende 18 jaar zonder vernatting leidt zoals verwacht tot een afname van soorten die gebonden zijn aan een wat

hogere beschikbaarheid van nutriënten (Oomes et al., 1996 en Tabel 4). Ook de "probleemsoorten" akkerdistel (*Cirsium arvense*) en kweek (*Elymus repens*) verdwijnen nagenoeg. De vergelijking met resultaten van begrazing onder dezelfde omstandigheden laat zien dat dergelijke soorten minder gaan overheersen als de afvoer van nutriënten groot genoeg is ten opzichte van de nog hoge beschikbaarheid. We zien een toename van witbol (*Holcus lanatus*), kruipende boterbloem (*Ranunculus repens*) en veldzuring (*Rumex acetosa*), het bekende beeld van de overgang van intensief naar extensief graslandgebruik. Op minder nutriëntenrijke bodems wordt deze witbol-fase veel sneller, na 3 tot 5 jaar bereikt (Bakker, 1989; Oomes, 1990). In de niet geplagde vegetatie verschuift alleen de verhouding tussen al aanwezige soorten; er vestigen zich weinig nieuwe. Deze vervanging kan gestuurd worden door maaitijdstip ten opzichte van de zaadproductie van de reeds aanwezige soorten. Een hooisnede in juni na de zaadproductie van reukgras maar vóór die van witbol, stimuleert de uitbreiding van reukgras en verhindert die van witbol (Smith & Jones, 1991). Als later in juli wordt gemaaid wordt witbol dus eerder dominant. Deze soort maakt de vegetatiestructuur ongunstiger voor kieming en vestiging van nieuwe soorten.

Vernatting leidt tot een totaal andere vegetatie doordat een aantal soorten uit het bemeste grasland sneller verdwijnen en vervangen worden door aan vocht aangepaste soorten (Tabel 4). De vegetatie wordt lager en de zode dichter door fioringras (*Agrostis stolonifera*). Onder zeer natte omstandigheden, wanneer de vegetatie ook in het voorjaar lang onder water blijft staan, wordt de zode nog dichter doordat geknikte vossestaart (*Alopecurus geniculatus*) en mannagras (*Glyceria fluitans*) eveneens een groot aandeel in de vegetatie gaan innemen.

De open grond raakt in twee groeiseizoenen na het plaggen weer bedekt, maar de zode blijft veel langer open. De meeste soorten die er al stonden komen weer terug, maar in een totaal andere verhouding. Bovendien vestigen zich vele nieuwe soorten. Vijf jaar na het afplaggen heeft zich een veel soortenrijkere vegetatie gevestigd die zowel onder droge als onder natte omstandigheden sterk afwijkt van de oorspronkelijke vegetatie. Bij de hogere waterstand, waarbij de vegetatie in het voorjaar niet onder water staat (nat in Tabel 4) wordt de vegetatie overheerst door witbol (*Holcus lanatus*) en fioringras (*Agrostis stolonifera*). Er vestigt zich een vegetatie met veel elementen van het "bedoelde" blauwgrasland. Als de vegetatie in het voorjaar langer onder water blijft staan (zeer nat in Tabel 4) ontstaat een dichte zode van fioringras (*Agrostis stolonifera*), geknikte vossestaart (*Alopecurus geniculatus*) en mannagras (*Glyceria fluitans*).

Een grotere plagdiepte van 10 cm leidt in het algemeen tot een groter aandeel van schralere en natte soorten.

Tabel 4. Effect van verschrallend beheer sinds 1978 en afplaggen in 1991 op de aanwezigheid (in frequentiepercentage) van de belangrijkste soorten. Als eerste jaar van waarnemen is 1987 gegeven, als laatste het gemiddelde van 1995 en 1996.

	Droog				Nat			Zeer nat		
	1987	1995-96		1995-96			1995-96			
	2 sne- des afvoe- ren	2 sne- des afvoe- ren	5 cm plag- gen in 1991	10 cm plag- gen in 1991	2 sne- des afvoe- ren	5 cm plag- gen in 1991	10 cm plag- gen in 1991	2 sne- des afvoe- ren	5 cm plag- gen in 1991	
Algemeen voorkomende soorten										
Fioringras	74	41	16	34	89	57	87	100	96	AGROSSTO
Geknikte vossestaart	10	2	6	18	1	44	66	70	78	ALOPEGEN
Grote vossestaart	15	94	58	34	9	6	1	10	0	ALOPEPRA
Zachte dravik	80	33	39	15	4	2	1			BROMUHOR
Herderstasje	6	0	0		42	13	7	17	5	CARDMPRA
Hoornbloem	21	30	41	6	28	2	1	3	0	CERASFON
Akkerdistel	4		0	1		1	0	0	0	CIRSIARV
Kweek	30	0	10	1	1	0	0	2		ELYMUREP
Mannagras				0	1	1	2	15	24	GLYCEFLU
Witbol	19	36	61	40	97	86	19	8	1	HOLCULAN
Zomprus	0		1	3	23	11	52	10	39	JUNCUART
Pitrus	0		8	17	13	9	13	6	1	JUNCUEFF
Engels raaigras	45	4	5	13	1	1		1		LOLIUPER
Moerasrolklaver	0		2	17	3	12	37		0	LOTUSULI
Timoteegras	10	0	3	1		0	0	0		PHLEUPRA
Veldbeemdgras	79	34	15	9	4	15	3	3	0	POA PRA
Ruw beemdgras	81	70	72	71	63	79	22	35	7	POA TRI
Kruipende boterbloem	49	86	94	90	88	95	89	65	30	RANUNREP
Veldzuring	34	98	79	39	89	48	4	25	1	RUMEXACE
Vogelmuur	15									STELLMED
Paardebloem	69	1	9	7	2	19	7	1	1	TARAXOFF
Witte klaver	8		38	82	1	16	6	3	1	TRIFOREP
Minder algemene of zeldzame soorten										
Moerasstruisgras	1		0	0		2	3	1		AGROSCAN
Kruipend zenegroen	0		4	6	2	2	3			AJUGAREP
Reukgras			2	3		2	0	0		ANTHOODO
Scherpe zegge				1		0	2	0	1	CAREXACU
Tweerijige zegge				1		1	1		1	CAREXDIT
Zwarte zegge				1			4	0	4	CAREXNIG
Dwergzegge				2		1	2			CAREXOED
Hazegegge			0	1					0	CAREXOVA
Bleke zegge			0	1		0	1			CAREXPAL
Blauwe zegge				2		8	43	0	4	CAREXPAN
Waterbies							0		18	ELEOCPAL
Ruw walstro						3	2	0,1		GALIUULI
Biezeknoppen	1		9	19		22	8	3	2	JUNCUCON
Tormentil						1	4			POTENERE
Melkvioltje						1	4			VIOLAPER

Tabel 5. Het aantal aangetroffen plantensoorten tussen 1987 en 1996.

Aantal soorten	Als omgeving, droog	Wateraanvoer, nat	Wateraanvoer, zeer nat
Zonder plaggen, op 500 m ²	34	55	57
Na 5 cm plaggen erbij, op 875 m ²	58	47	52
Na 10 cm plaggen erbij, op 500 m ²	5	13	--
Totaal door plaggen	63	60	52

Soorten afkomstig van zaadbank of uit omgeving

Het totale aantal soorten dat is aangetroffen tussen 1987 en 1996 geeft een indicatie van de mogelijkheden die de maatregelen bieden voor de vergroting van de diversiteit. Het aantal soorten op de twee vernatte percelen zonder af te plaggen was veel groter dan dat op het droge (Tabel 5). Dit gunstige effect op de soortenrijkdom is een gevolg van de vernatting.

Het grootste gedeelte van deze nieuwe soorten in de niet geplagde veldjes komt vanuit greppels en slootkanten in de nabije omgeving. Op de langere termijn valt te verwachten dat nog veel meer vocht-indicerende soorten die in slootkanten en greppels aanwezig zijn, zich hier zullen vestigen als gevolg van de waterstandsverhoging. Dit zal echter veel tijd kosten omdat de afstanden waarover zaden worden verspreid in het algemeen gering zijn (Van Dorp, 1996). We moeten ons realiseren dat in het verleden veel van dergelijke terreinen via overstroming in de winter met elkaar in contact stonden waardoor de verspreiding van soorten werd vergemakkelijkt. Ook in dit opzicht is er een irreversibele verandering in het landschap opgetreden.

Als op alle percelen eenzelfde oppervlakte wordt geplagd tot een diepte van 5 cm, komt er een groot aantal nieuwe soorten bij, die nog helemaal niet in de vegetatie voorkwamen (Tabel 5). Dit aantal neemt nog toe als dieper wordt geplagd. Deze kunnen zijn aangevoerd of uit de zaadbank komen. Door een vergelijking van de soortenlijsten van het niet geplagde grasland met die van het geplagde in de eerste 2 jaren daarna is een indicatie te krijgen of ze uit de omgeving komen of van de zaadbank (Tabel 6).

In totaal waren waarschijnlijk 48 soorten uit de zaadbank afkomstig, waarvan 10 akkeronkruiden en een aantal zeer zeldzame soorten uit het voormalige blauwgrasland: blonde zegge (*Carex hostiana*), lage zegge (*C. oederi*), bleke zegge (*C. pallescens*), blauwe zegge (*C. panicea*), tormentil (*Potentilla erecta*), melkvioltje (*Viola persicifolia*) en klokjesgentiaan (*Gentiana pneumonanthe*).

Tabel 6. Het aantal soorten dat niet in het perceel voorkwam, maar wel in de eerste 2 jaren na plaggen verscheen. Tussen haakjes het aantal akkeronkruiden.

	Komt alleen voor na 5 cm plaggen	Komt alleen voor na 10 cm plaggen	Komt na plaggen op beide dieptes voor
Aantal soorten uit zaadbank	14 (2)	2 (2)	32 (6)

Het positieve effect van plaggen bestaat dus niet alleen uit een snelle verschraling en een gunstiger vegetatiestructuur voor vestiging, maar ook uit het activeren van soorten in de zaadbank. Onderzoek van Bekker (in voorbereiding) geeft aanwijzingen dat de hoge waterstand een selectiemechanisme kan zijn bij het verschijnen van specifieke soorten uit de zaadbank. Zuurstofloosheid kan ertoe leiden dat zaden heel lang in de bodem blijven overleven (Howe & Chancellor, 1989).

Vestiging en verdwijnen van soorten

Uiteindelijk gaat het om de vraag of vernatten en plaggen leiden tot succesvolle vestiging van de soorten, dus om het effect op langere termijn. Wanneer de vegetatie in het voorjaar lang onder water staat, is te verwachten dat kiemplanten van veel soorten dit niet zullen overleven, een eventueel positief effect wordt dan weer teniet gedaan.

Ongeveer 40 tot 50% van het aantal soorten dat in 1987 in het niet geplagde grasland aangetroffen werd, bleek 9 jaar later verdwenen; de kans op verdwijnen van soorten is niet duidelijk groter naar mate de vernatting sterker is (Tabel 7). Dit zijn in het algemeen soorten die indicatief zijn voor een hogere beschikbaarheid van nutriënten; het verdwijnen van soorten heeft weinig te maken met vernatting. Het duurt onder deze omstandigheden (een zware klei met een hoog organische-stofgehalte) relatief lang (18 jaar) voordat de rijkere soorten uit de vegetatie zijn verdwenen. De vernatting stimuleert de vestiging van nieuwe soorten; die blijken voornamelijk afkomstig uit nattere greppels en de perceelsrand. Het netto effect is een groter aantal soorten naarmate de waterstand hoger is.

Verschraling plus vernatting heeft dus al een positief effect op het verschijnen van nieuwe soorten, maar dit valt in het niet bij het effect van afplaggen. Aan het eind van het tweede groeiseizoen (1992) na plaggen tot een diepte van 5 cm heeft zich een vegetatie ontwikkeld met een aantal soorten dat groter is dan dat van de intacte, niet geplagde vegetatie. Dieper plaggen vergroot dit aantal nog eens, in combinatie met vernatting leidt dit tot gemiddeld 39,6 soorten op 100 m².

Tabel 7. Dynamiek van het aantal plantensoorten.

Aantal soorten	Als omgeving, droog 2 snedes	Water-aanvoer, nat 2 snedes	Water-aanvoer, zeer nat 2 snedes	Als omgeving, droog 5 cm plag	Water-aanvoer, nat 5cm plag	Water-aanvoer, zeer nat 5 cm plag	Als omgeving, droog 10 cm	Water-aanvoer, nat 10 cm
In 1987	20,4	25,2	19,2					
In 1992				24,8	25,2	23,8	29,0	39,6
In 1996	15,0	21,4	24,4	24,4	36,0	27,0	32,2	43,4
Nieuw	3,2	8,4	14,4	11,8	18,8	11,4	15,0	15,8
Constant	11,8	13,0	10,0	12,6	17,2	15,6	17,2	27,6
Verdwenen	8,6	11,2	9,2	12,4	7,8	7,8	11,6	11,4
als % van '87 of '92	42	44	48	49	29	33	40	29

Het aantal nieuwe soorten dat zich in de latere jaren na plaggen nog vestigt is onder natte omstandigheden groter, maar kleiner als de vegetatie in het voorjaar onder water staat (zeer nat). In het algemeen betreft de nieuwe vestiging van soorten na plaggen plantensoorten die gebonden zijn aan nattere groeicondities.

De overlevingskans van de 2 jaar na plaggen aangetroffen soorten is op de natte percelen duidelijk groter. De indruk bestaat dat (zichtbare) uitdroging in de zomer van de bovenste bodemlaag een belangrijke mortaliteitsfactor is.

5. Conclusies

Verschraling

Vergelijking met gegevens van blauwgraslanden laat zien dat verschralend beheer door maaien en afvoeren op deze venige kleibodem in de loop van 15 jaar leidt tot een daling van de productie van 11,0 tot 4,7 ton drogestof per ha per jaar, een niveau dat laag genoeg is voor het herstel. De opbrengsten en gehalten van N en P zijn echter nog relatief hoog; de in de bodem beschikbare fractie blijkt dus ook. De beschikbaarheid van K is zeer laag en beperkend voor de productie. Zonder aanvullende maatregelen zal het lang duren voordat zoveel N en P is afgevoerd dat de verhoudingen waarin de nutriënten in de bodem beschikbaar zijn op het niveau liggen van het vroegere blauwgrasland.

De vernatting zal niet direct leiden tot een verlaging van de productie.

Grondwaterstandsverhoging

Verhoging van de waterstand verlaagt de stikstofmineralisatie, maar de verwachte productie verlaging treedt niet altijd op. Daarvoor zijn drie oorzaken: 1) de relatief grote hoeveelheid N en P die nog in de bodem aanwezig is, 2) de vervanging door beter aan natte condities aangepaste soorten leidt tot een effectievere opname van de kleinere hoeveelheid stikstof, en 3) de productie wordt beperkt door K en minder door N of P.

Afplaggen

Door af te plaggen wordt sneller verschaald, maar de sterke productieverlaging in vergelijking met niet plaggen is op rijkere bodems van korte duur. Plaggen leidt wel sneller tot een verhouding in de beschikbaarheid van N, P en K die gunstiger is voor het herstel van een soortenrijkere of bloemrijke vegetatie. Dieper plaggen is daarvoor geen oplossing want daardoor wordt de zaadbank verwijderd.

In minder eutrofe systemen zal plaggen veel eerder leiden tot de daarvoor noodzakelijke verhouding in de beschikbaarheid van nutriënten.

Waterkwaliteit

Bij dit relatief hoge niveau waarin N en P nog in de bodem aanwezig zijn, zijn de pH en het Ca-gehalte minder van belang. Kwelwater verdient toch de voorkeur boven regenwater doordat het minder N bevat. Omdat limitatie van K is te verwachten is een laag K-gehalte van het water van belang.

Vegetatie

De verschraling door maaien leidt tot een verschuiving in de verhouding tussen reeds aanwezige soorten. Er vestigen zich weinig nieuwe soorten, ondanks de inmiddels lage productie.

Na vernatting plus verschraling vestigen zich nieuwe soorten, afkomstig uit de nattere greppels en perceelsranden. Bij extreme vernatting, wanneer de vegetatie in het voorjaar lang onder water staat, ontwikkelt zich een zeer dichte, viltige, soortenarme zode.

Afplaggen is zeer succesvol; er vestigen zich in twee jaren een aantal zeldzame soorten die niet in de omgeving voorkomen. Het is aannemelijk dat deze uit de zaadbank komen; zelfs na 50 jaar intensief beheer blijken daarin nog 38 graslandsoorten aanwezig. Omdat deze zaadbank afkomstig is van het vroeger aanwezige blauwgrasland is de combinatie van vernatting en niet te diep plaggen (maximaal 10 cm) optimaal voor de toename in diversiteit. Een ander belangrijk positief effect van plaggen is de open zode en de lage vegetatie, waardoor het vestigings-succes van soorten toeneemt.

6. Consequenties voor de praktijk

- Bij het bepalen van de kansrijkdom van herstelmaatregelen is informatie over de vegetatie en de standplaatscondities van vóór de graslandverbetering van groot belang.
- Afhankelijk van deze historie zal bepaald moeten worden of afgraven tot grotere diepte gewenst is. In veel gevallen zal de zaadbank moeten worden gespaard door op variabele diepte, maar niet dieper dan +/- 10 cm te plaggen.
- De productieverlaging na plaggen is vaak een korte-termijn-resultaat, de lage niveaus waarin de nutriënten voor de vegetatie beschikbaar moeten zijn om de soortenrijkdom te stabiliseren vereisen vaak nog een voortzetting van het verschralingsbeheer.
- Vernatting van grasland op rijkere bodems veroorzaakt wel een lagere beschikbaarheid van N, maar geen lagere productie doordat beter aangepaste soorten gaan domineren.
- Vernatting zal effectiever zijn naarmate de bodem verder is verschaald. Het verdient daarom aanbeveling om eerst enig verschrallend beheer uit te voeren, voordat met vernatting wordt begonnen. Een indicatie is een productie van 6,0 ton drogestof per ha per jaar of minder.
- De verhoogde waterstand mag niet leiden tot het onder water staan van de vegetatie in het begin van het groeiseizoen.
- In de zomer dienen periodes van waterstandsverlaging, bijvoorbeeld ten behoeve van maaien, zoveel mogelijk voorkómen te worden.

- Het gebruik van kwelwater voor vernatting is altijd beter dan regenwater omdat het minder N bevat, voorwaarde is wel dat er weinig K in zit.
- Herstel van vegetatie-typen is niet altijd mogelijk; het doel moet dan beperkt blijven tot herstel van groeicondities.
- Van soorten die niet in de zaadbank of in de omgeving aanwezig zijn valt herintroduc- tie te overwegen als de productie minder is dan 6,0 ton drogestof per ha per jaar.

Literatuur

- Bakker, J.P., 1989. Nature management by grazing and cutting. Kluwer, Dordrecht.
- Berendse, F., M.J.M. Oomes, H.J. Altena & W.Th. Elberse, 1992. Experiments on the restora- tion of species-rich meadows in The Netherlands. *Biological Conservation* 62: 59-65.
- Berendse, F., M.J.M. Oomes, H.J. Altena & W. de Visser, 1994. A comparative study of nitro- gen flows in two similar meadows affected by different groundwater levels. *Journal of Applied Ecology* 31: 40-48.
- Bobbink, R., 1989. *Brachypodium pinnatum* and the species diversity in chalk grassland. Dis- sertatie Rijksuniversiteit Utrecht.
- Dorp, D. van, 1996. Seed dispersal in agricultural habitats and the restoration of species-rich meadows. Dissertatie Landbouw Universiteit, Wageningen.
- Geerts, R.H.E.M., J.J.M.H. Ketelaars, M.J.M. Oomes, H. Korevaar & A.K. van der Werf, 1996. Herintroductie van graslandplanten. Jaarverslag 1995. AB-DLO Wageningen, pp. 65-68.
- Grootjans, A.P., G. van Wirdum, R.H. Kemmers & R. van Diggelen, 1996. Ecohydrology in the Netherlands: principles of an application-driven interdiscipline. *Acta Botanica Neerlan- dica* 45: 491-516.
- Hart, M.L. 't, & D. van der Woerd, 1949. Verslag van graslandverbeteringsproefvelden in de Gelderse Vallei. Centraal Instituut voor Landbouwkundig Onderzoek, Wageningen.
- Howe, C.D. & R.J. Chancellor, 1983. Factors affecting the viable seed content of soils be- neath lowland pastures. *Journal of Applied Ecology* 25: 253-263.
- Jansen, A.J.M., M.C.C. de Graaf & J.G.M. Roelofs, 1996. The restoration of species-rich heathland communities in the Netherlands. *Vegetatio* 126: 73-88.
- Oomes, M.J.M., 1990. Changes in dry matter and nutrient yields during the restoration of species-rich grassland. *Journal of Vegetation Science* 1: 333-338.
- Oomes, M.J.M., 1992. Yield and species density of grasslands during restoration manage- ment. *Journal of Vegetation Science* 3: 271-274.
- Oomes, M.J.M., 1995. Restoration of wet grasslands, case study. In: Verhoeven, J.T.A. (Ed.), *Ecological Engineering for Ecosystem Restoration*. Report of a 2-day workshop in Zeist, The Netherlands, 28-29 November 1995. Dept. of Plant Ecology and Evolutionary Biology, Utrecht University.
- Oomes, M.J.M., H. Olff & H.J. Altena, 1996. Effects of vegetation management and raising the water table on nutrient dynamics and vegetation change in a wet grassland. *Jour- nal of Applied Ecology* 33: 576-588.
- Oomes, M.J.M., P.J. Kuikman & F.H.H. Jakobs, 1997. Nitrogen availability and uptake in mesocosmos at two water levels and two water qualities. *Plant and Soil* 192: 249-259.

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

Smith, R.S. & L. Jones, 1991. The phenology of mesotrophic grassland in the Pennine Dales, Northern England: historic hay cutting dates, vegetation variation and plant species phenologies. *Journal of Applied Ecology* 28: 42-59.

7. Begrazing als herstelmaatregel in natte graslanden

J. Bokdam¹ & H. Piek²

¹ Leerstoelgroep Natuurbeheer en Plantencologie, Departement Omgevingswetenschappen, Landbouwwuniversiteit Wageningen, Bornsesteeg 69, 6708 PD Wageningen

² Vereniging Natuurmonumenten, Noordereinde 60, 1243 JJ 's Graveland

Samenvatting

Begrazing als maatregel in het kader van natuurontwikkeling en agrarisch beheer van natte graslanden is relatief weinig onderzocht. In deze bijdrage worden vooral ervaringen in de Veenkampen en de Wieden besproken. Het grote verschil met maaien is de ontwikkeling van mozaïeken in vegetatie en bodem. De netto-consumptie (nutriëntenafvoer in de dierlijke productie) bij standweide met jongvee in een matige veebezetting wordt meer dan gecompenseerd door de atmosferische depositie. Op het schaalniveau van micro-ecotopen wordt deze compensatie niet bereikt in gazons. De som van de netto-consumptie en berekende verliezen uit mest en urine werd op perceelsschaal niet gecompenseerd door atmosferische depositie voor stikstof en kalium, wel voor fosfor. De tekorten in gazons zijn aanzienlijk. De vegetatieontwikkeling over 12 jaar indiceert geen verschraling op perceelsschaal, wel in de randgazons.

De soortenrijkdom nam op perceelsschaal toe met 50-90%. In de kern komen voornamelijk triviale soorten voor. De zeldzamere soorten komen voornamelijk in de randen voor. Effecten op de fauna zijn sterk afhankelijk van de bestudeerde groep en soort. Geconcludeerd wordt dat standweide geen effectieve maatregel is om bemeste graslanden te verschralen op perceelsschaal. Hiervoor biedt een combinatie van een hoge begrazingsdruk en een hoedesysteem meer perspectief. Standweide past wel goed in een beheerspakket voor Agrarisch Natuurbeheer omdat beperkte natuurwaarden met duurzame productie worden gecombineerd.

1. Inleiding

In de komende jaren moeten duizenden hectares verdroogd, voedselrijk grasland worden omgevormd tot soortenrijk, nat grasland. Het kader waarin dit gebeurt, Natuurontwikkeling en Agrarisch Natuurbeheer, wordt in deze bundel toegelicht door Van Zadelhof. De vraag is in hoeverre begrazing hierbij nuttig kan worden ingezet. Welke effecten heeft begrazing op de nutriëntenbalans, de vegetatie en de fauna?

Soortgelijke vragen worden gesteld bij de omschakeling van maaien naar begrazing van bestaande natte hooilanden. Verdwijnen de typische hooilandsoorten niet? Ook elders in Europa (Baldock et al., 1994; Bignal et al., 1994) en Noord-Amerika (Severson & Urness, 1994; Svejcar, 1997) groeit de belangstelling voor begrazing van natte graslanden.

Natte graslanden komen in Nederland in alle fysisch geografische regio's onder uiteenlopende ruimtelijke, bodemkundige en hydrologische omstandigheden voor (Bal et al, 1995). Veengraslanden zijn sterk verarmd door ontwatering en intensivering. Spontane differentiatie krijgt geen kans door bemesting, rollen, slepen, bloten, bossen, chemische bestrijding van onkruiden en ondiegen (b.v. mollen), scheuren, inzaaien, frequent maaien en rantsoenbeweiding. Alleen al het achterwege laten van deze nivellerende maatregelen zou tot meer heterogeniteit en biodiversiteit leiden.

Soortenrijke vegetaties eisen een lage nutriëntenbeschikbaarheid en een lage vegetatieproductie (Ellenberg & Stählin, 1952; Bakker, 1989) en een gebufferde zuurgraad (Lamers et al., 1997). De vraag is in hoeverre begrazing, eventueel in combinatie met vernatting, dit kan bewerkstelligen.

Praktijkproeven in veengraslanden zijn schaars (Van Wingerden et al., 1997). In deze bijdrage worden vooral resultaten gepresenteerd van enkele experimenten met standweide (zomerbegrazing met runderen) op vernatte, voormalig bemeste cultuurgraslanden in het Veenkampenproject en van praktijkproeven in de Wieden (Piek et al., 1997).

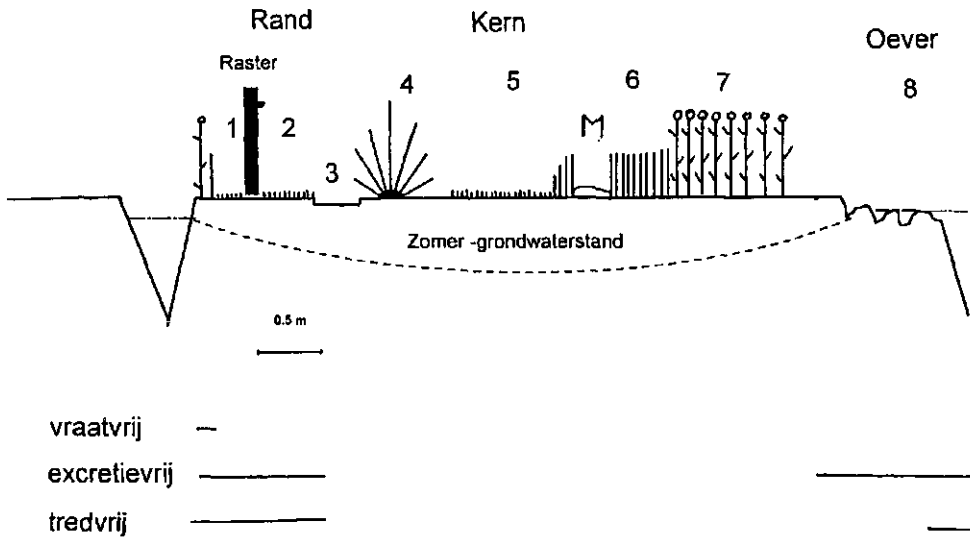
Op de Veenkampen wordt sinds 1987, in een nat, een vochtig en een droog perceel rundvee ingeschaard. Aanvankelijk pinken, later ossen, van ca. 250-300 kg inschaargewicht, ca. 3 stuks per ha gedurende ca. 140 dagen (mei-oktober). Bij het begin van het experiment hadden de voormalige cultuurgraslanden, gesitueerd op een klei-op-veen bodem een productie van ca 6-8 ton ds ha⁻¹ jr⁻¹. (Altena, 1994). Jaarlijks werden de dieren bij in- en uitscharing gewogen en werd in drie ronden (april, juni, augustus) een soortenlijst met een aangepaste Tansley-notatie gemaakt per perceel. Daarbij werd genoteerd welke soorten exclusief in de excretie-vrije randzone (40 cm aan de binnenzijde van het raster) werden gevonden. Het gebied de Wieden betreft minder ontwaterde en bemeste veenweiden zonder kleidek met een lagere productie dan de Veenkampen en een veebezetting van ca. 2 stuks jongvee. Achtereenvolgens komen mozaïekontwikkeling, verschraling, vegetatieveranderingen en faunaveranderingen aan de orde.

2. Mozaïekontwikkeling

2.1. Grote herbivoren creëren mozaïeken

Grote grazers zijn geen levende maaimachines. Kenmerkend is hun selectieve ontbladering, betreding en excretie. Bij een matige begrazingsdruk ontstaat een mozaïek van micro-ecotopen (Fig. 1), successiestadia en verschillen in bodemgesteldheid (Ellenberg & Stählin, 1952). Deze mozaïeken zijn afhankelijk van herbivoortype en dichtheid maar ook van het begraasde gebied.

Het terreingebruik is afhankelijk van de toegankelijkheid en de smakelijkheid van de vegetatie. In natte terreinen worden slappe bodems en steile taluds van sloten door runderen gemedend. Ook de ruimte achter, onder en langs rasters is ontoegankelijk voor tred. Maar in beide randsituaties wordt de vegetatie wel reikhalzend bevreten. Het resultaat is een beïnvloedingsgradiënt met achtereenvolgens afnemende mest, tred en vraatintensiteit. De breedte van de excretievrije rand neemt toe met de lichaamsgrootte van de herbivoor.



Figuur 1. Verdeling van vraat, tred en excretie over micro-ecotopen in een begraasde veengrassland. 1. Rand buiten het raster, gedeeltelijk vraatvrij. 2 = randgazon, binnen het raster; 3 t.e.m. 7 = kernzone, toegankelijk voor vraat, tred en excretie; 3 = pad (kaal), 4 = ruigtkruiden pol (*Juncus*); 5 = gazon; 6 = lang grasland; 7 = ruigtkruiden; 8 = oeverzone. M = mestflat met mestbos. Urineplekken zijn niet aangegeven. Voor nadere toelichting zie tekst.

In het toegankelijke gebied worden onsmakelijke soorten en plekken gemeden of pas bij schaarste geaccepteerd. Eenmaal afgegraasde plekken blijven smakelijk door hergroei. Door herhaalde vraat ontstaan gazons. Op niet afgegraasde plekken verouderd de vegetatie en schiet in bloei. Laat afgevreten lang gras toont qua ontbladering overeenkomst met hooiland. Onbegraasde verruigen op den duur. Over het vraatpatroon wordt een tred- en excretiepatroon van kale paden, ligplekken en mest- en urineplekken gelegd. Door vraatmijding ontstaan rond mestplekken op gazons "mestbossen". Door nawerking kunnen ook in het vroege voorjaar voordat de begrazing start al "bossen" ontstaan op mestplekken uit de voorafgaande herfst. Gemeden ruigtkruiden kunnen pollen vormen. De kleinschalige heterogeniteit wordt vaak nog versterkt door hoefindrukken en graverij van kleine dieren, die in hun verspreiding ten dele door de patronen van de grote herbivoren worden gestuurd. Ook erosie en sedimentatiepatronen worden beïnvloed. Op deze wijze ontstaan door begrazing geneste mozaïeken van micro-ecotopen.

2.2. Vernatting en mozaïekvorming

Vernatting beïnvloedt de mozaïekvorming. Runderen situeren hun gazons bij voorkeur op gedraineerde, mineraalrijke plekken (Bokdam, 1987; Van Eerden et al., 1995). In veengrasslanden zijn dit de hogere, minder ingeklonken delen langs de rand, die soms bezand of opgehoogd zijn met bagger. Sterker ingeklonken centrale gedeelten in zgn. "pannige" perce-

len worden gemeden. Zij lopen de grootste kans te verruigen. Voor liggen en herkauwen worden bij voorkeur droge en beschutte plekken uitgezocht.

Natte bodems zijn gevoelig voor vertrapping. Buiten vinden we vooral op permanent natte plaatsen zoals kwelplekken, plassen en oevers. In de Veenkampen was de vertrapping na de eerste inscharing in 1987 in het natte en vochtige perceel zichtbaar sterker dan in het niet vernatte. In 1997 bleek er nog steeds sprake van een sterker microreliëf in het natte perceel. Het microreliëf (maximaal hoogteverschil binnen 10 meetpunten om de 10 cm langs een meter gemeten) varieerde van 5,2 cm in de droge tot 8,5 cm in de natte behandeling. In gemaaide percelen bedroegen deze waarden 3,6 cm (droog) en 3,3 cm (nat). De sterke vertrapping in het vochtige en natte perceel, die volgde op de eerste inscharing in 1987, heeft mogelijk een doorslaggevende rol gespeeld bij de massale vestiging van russen uit de zaadbank.

De dynamiek in het mozaïekpatroon en de successiesnelheid van micro-ecotopen hangt o.a. af van de levensduur van onsmakelijke ruigtkruiden en houtachtigen. De pitrus- en biezenknoppenpollen in het natte en vochtige perceel worden gemiddeld meer dan 10 jaar oud. Akkerdistel, de ruigtedominant in het droge perceel, ruimt al na enkele jaren het veld.

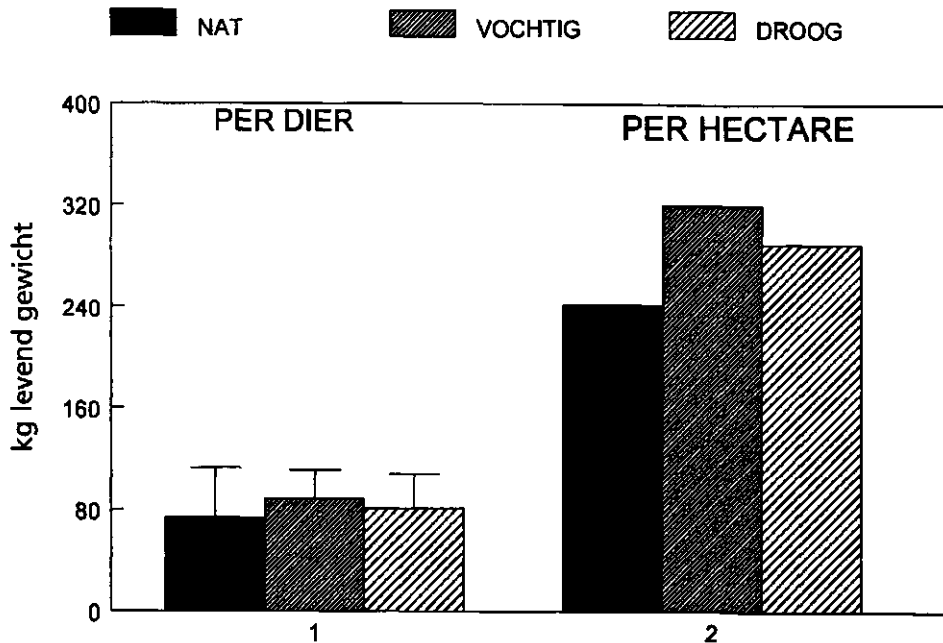
3. Verschraling

3.1. Nutriëntenbalansen en schaalniveaus

Een terrein of plek verschraalt als de productie daalt door een afnemende nutriëntenbeschikbaarheid. Dat laatste gaat vaak samen met een verminderde nutriëntenvoorraad in de bewortelde bovengrond. Begrazing beïnvloedt de nutriëntenvoorraad direct door consumptie en excretie. Daarnaast is er een groot aantal indirecte effecten op de voorraad en de beschikbaarheid (De Molenaar, 1996). Bij runderbegrazing ontstaan door ammoniakvervluchtiging, denitrificatie en uitspoeling uit mest en urine substantiële verliezen. De ongelijke verdeling van consumptie en excretie betekent herverdeling van nutriënten binnen het begraasde terrein, in het bijzonder tussen gazons en excretieplekken. Mest en urine hebben een sterk verschillende chemische samenstelling. Urine-depositie is achteraf moeilijk vast te stellen. De nutriëntenherverdeling is daardoor zeer moeilijk in het veld te meten. Een modelmatige benadering biedt dan uitkomst.

3.2. Verschraling op perceelschaal

Op het schaalniveau van het totale begraasde gebied komt de netto afvoer (consumptie-excretie) overeen met de afgevoerde lichaamsgroei van de dieren. Het 10-jarig gemiddelde van de dierlijke productie verschilde in de Veenkampen niet significant tussen het natte, vochtige en droge perceel en bedroeg ca. 80 kg per dier per seizoen (ca. 0,6 kg per dier per dag) (Fig. 2). Er was evenmin sprake van een significante trend over de jaren. De afvoer per hectare bedroeg ca. 280 (250-340) kg (Fig. 2). De dierlijke productie vertoonde grote verschillen tussen individuen (genetische verschillen, gezondheid) en tussen jaren (weersgesteldheid, voedselaanbod).



Figuur 2. Gemiddelde (1978-1996) jaarlijkse dierlijke productie (kg, levend gewicht) van jongvee per dier en per hectare in een nat, vochtig en droog perceel op de Veenkampen.

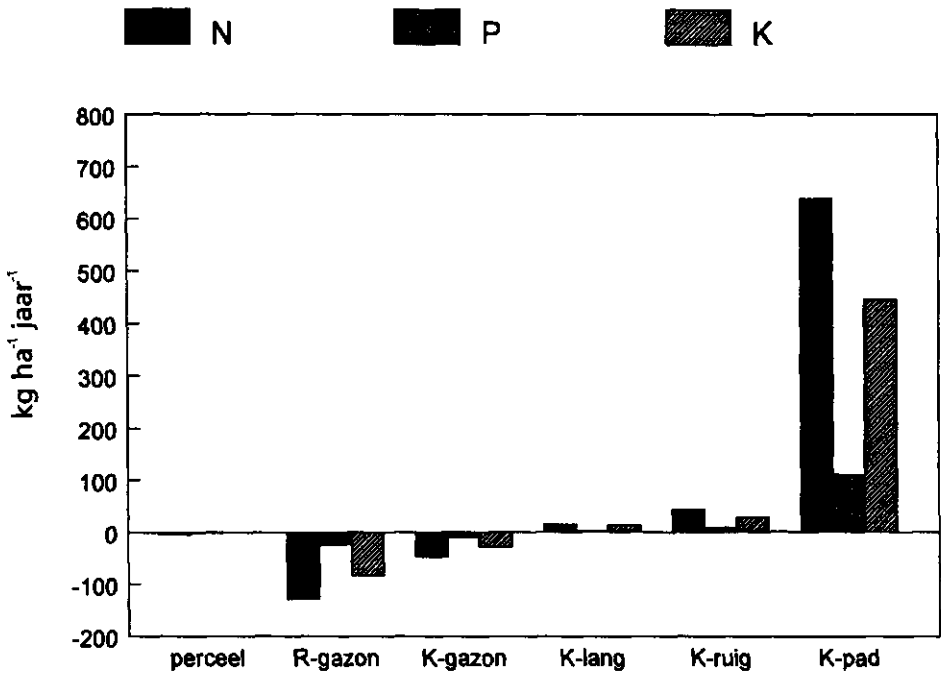
De gevonden gemiddelde productie per dier in de Veenkampen is vergelijkbaar met die in andere natuurterreinen met standweides, waar als vuistregel een groei van 0,5 kg per dier per dag wordt aangehouden. De productie per hectare ligt op de Veenkampen door de hoge veebezetting echter veel hoger dan in de meeste natuurterreinen. Wanneer deze nog verder opgevoerd zou worden dan zou de dierlijke groei al in de zomer stagneren door voedseltekorten. De afvoer per hectare kan bij hoge veebezettingen lager uitvallen dan bij een lagere veebezetting (Neuteboom et al., 1994).

Op grond van de afgevoerde gewichtsgroei en zijn chemische samenstelling (Agricultural Research Council, 1980) is de berekende jaarlijkse nutriëntenafvoer ca. 5 kg N, 1,5 kg P en 0,4 kg K per ha. Deze afvoeren worden ruimschoots gecompenseerd door de atmosferische deposities (nat + droog), die geschat worden op 32 kg N, 2 kg P en 8 kg K op grond van de regionale natte depositie en de vegetatiestructuur in de Veenkampen.

Geconcludeerd wordt dat op de Veenkampen standweide tot afvoer van dierlijke productie en nutriënten leidde, maar deze afvoer wordt door de atmosferische depositie gecompenseerd.

3.3. Micro-ecotopen en herdistributie

De consumptie en excretie in de belangrijkste micro-ecotopen zijn berekend met behulp van beschikbare gegevens van de productie en de chemische samenstelling van het dieet en met de best mogelijke schattingen van de consumptie/productie-ratio en de presentie in de micro-ecotopen voor een gemiddeld Veenkampenperceel (Tabel 1). De netto afvoer (het verschil tussen consumptie en excretie) blijkt het grootst in de gazons. Op de paden, ruigten en in lang gras is er sprake van aanvoer door een excretieoverschot (Fig. 3). Voor het integrale perceel bedroeg de berekende afvoer 4,6 kg N ha⁻¹, 1,4 kg P ha⁻¹ en 0,4 kg K ha⁻¹, hetgeen goed overeenkomt met de gemeten afgevoerde lichaamsgroei (zie 3.2). Uit deze resultaten blijkt dat de herdistributie van gazons naar lang, ruig en paden veel omvangrijker is dan de afvoer in de dieren. Dit is een direct gevolg van het feit dat slechts een geringe fractie van de geconsumeerde nutriënten in dierlijke groei wordt vastgelegd.



Figuur 3. Excretie-consumptiebalans in vijf micro-ecotopen en in het totale perceel voor stikstof (N), fosfor (P) en kalium (K), berekend voor een gemiddeld begraasd perceel op de Veenkampen (1988-1993). Een negatieve balans betekent dat de consumptie de excretie overtreft.

Tabel 1. Invoergegevens voor de excretie-consumptiebalans in vijf micro-ecotopen en het totale perceel voor stikstof (N), fosfor (P) en kalium (K) in een gemiddeld begraasd perceel op de Veenkampen (1988-1993).

Micro-ecotoop →	Rand gazon	Kern gazon	Kern lang	Kern ruig	Pad	Perceel
Oppervlakte ¹ (%)	2	50	17	30	1	100
Cons/Prod ²	0,80	0,70	0,30	0,10	0	0,45
Dieet N ³ (%)	2,00	2,00	1,70	1,20	-	
Dieet P (%)	0,37	0,37	0,30	0,20	-	
Dieet K (%)	1,30	1,30	1,10	1,00	-	
Presentie ⁴ (%)	0	50	15	25	10	100

Primaire productie (alle micro-ecotopen): 8000 kg ds ha⁻¹ jr⁻¹;

Veebezetting: 3 pinken per ha, standweide 150 dagen;

Groei (levend gewicht, lg): 75 kg per dier per seizoen. Carcassgroei = 0,8 lg toename. Nutriëntenconcentratie in carcassgroei: Agricultural Research Council (1980).

¹: Gemiddelde van de begraasde percelen in de Veenkampen (1988-1993).

²: Schatting op grond van literatuur en vegetatiestructuur in situ.

³: Schatting op grond van bepalingen in geknipt materiaal (niet gepubliceerd).

⁴: Schatting op grond van het algemene dagritme en activiteitenpatroon van runderen en waarnemingen in de Veenkampen.

De nutriëntendeposities op mest- en urineplekken zijn berekend op grond van de totale excretie en de verdeling van nutriënten over de excreta. De aannames voor de in de mest uitgescheiden proporties waren 30% voor N, 98% voor P en 15% voor K (Van der Meer en Meeuwissen, 1989). Bij een dagelijks gemiddelde productie van 12 mestflatten ontvangen mestplekken met een beïnvloede oppervlakte van 0,2 m² per mestplek per ha 177 kg N, 101 kg P en 62 kg K. Bij 10 urinelozingen per dag komt op urineplekken met een beïnvloede oppervlakte van 0,15 m² 661 kg N, 3 kg P en 562 kg K per ha terecht.

3.4. Verliezen uit mest en urine

Van de indirecte werking van begrazing wordt alleen het verlies van N en K uit mest en urine nader bekeken. Fosfor wordt geacht niet te verdwijnen. Ca. 40% van de in mest en urine uitgescheiden N verdwijnt door vervluchtiging en denitrificatie (Vertrecht & Rutgers, 1987). Uitspoeling vanuit mest en urineplekken naar diepere lagen wordt geschat op 10% voor stikstof en 50% voor kalium (Aarts et al., 1994).

Wanneer verliezen uit excreta worden opgenomen in de balans, dan stijgt de stikstofverdwijning door begrazing en wordt ze niet meer gecompenseerd door de atmosferische depositie. Er treedt een tekort op van 4,6 kg op perceelsschaal (Tabel 2). De N-afvoer uit kerngazons verdubbelt bijna naar 81 kg (Tabel 2). De negatieve N-balans van het randgazon blijft 128 kg omdat er geen aanvoer door excretie plaats vindt. Voor kalium worden na verrekening met de atmosferische depositie de tekorten 15 kg (perceel), 43 kg (kerngazon) en 76 kg (randgazon). Door de lagere atmosferische depositie is de K-verschraling sterker dan

Tabel 2. Excretie-consumptiebalansen van N, P en K voor het hele perceel, kerngazon en randgazon van een begraaasd veengrasland op de Veenkampen met en zonder verliezen uit mest en urine. Ter vergelijking is de atmosferische depositie van N, P en K vermeld. Voor nadere toelichting: zie tekst.

Nutriënt →	Stikstof			Fosfor			Kalium		
	Perceel	Kern gazon	Rand gazon	Perceel	Kern gazon	Rand gazon	Perceel	Kern gazon	Rand gazon
Balans (exclusief verliezen uit mest en urine)	-4,6	-48	-128	-1,4	-10	-24	-0,4	-28	-83
Balans (inclusief verliezen uit mest en urine)	-37	-81	-128	-1,4	-10	-24	-23	-50	-83
Atmosferische depositie	31	26	26	2	1,7	1,7	8	7	7

de N-verschraling. Afhankelijk van de voorraden en nalevering suggereert dit dat kalium als gevolg van begrazing limiterend zou kunnen worden. Voor het rand- en kerngazon kunnen analoge conclusies worden getrokken.

Hoewel de hierboven berekende nutriëntenbalansen een ruwe benadering van de werkelijkheid vormen, wijzen ze op een substantiële verschraling van de gazons.

N- en K-verschraling op perceelsschaal blijkt sterk afhankelijk te zijn van de omvang van de verliezen uit de mest en urine. Uit vergelijkbaar beweidingsonderzoek op zandgrond elders in de Gelderse Vallei (Meenthoeve) bleek dat de primaire productie na stopzetting van de NPK-bemesting onder standweide binnen 3 jaar van 8 naar 3 ton droge stof tuimelde om daarna op dat niveau te blijven hangen. Standweide met P+K -bemesting (jaarlijks per ha 20 kg P_2O_5 en 40 kg K_2O) hield de productie op ca. 5 ton, terwijl in onbemest hooiland (twee snedes) de productie naar 1-2 ton ha^{-1} daalde (Wind et al., 1993). Hun resultaten ondersteunen de conclusie dat begrazing tot verschraling kan leiden, het sterkst door uitspoeling van K uit excreta.

De conclusie is dat begrazing in veengraslanden door consumptie en herdistributie tot verschraling van gazons leidt. Rustplekken eutrofiëren. Verschraling op perceelsschaal kan optreden bij sterke verliezen uit mest en urine. Het meest waarschijnlijk is dit voor kalium en stikstof. Een nauwkeurige bepaling hiervan voor veengraslanden is gewenst.

3.5. Patroondynamiek voorkomt verschraling

Gazons gaan vroeger of later over in kaal, lang of ruig, waardoor een periode van netto afvoer overgaat in een periode van netto aanvoer. Omgekeerd worden ruigten omgevormd tot gazon; patroondynamiek voorkomt lang en ver doorgevoerde verschraling of eutrofiëring. De dynamiek vormt een essentieel onderdeel van de duurzame exploitatie door de grazer. Omgekeerd neemt door patroonfixatie de ruimtelijke trofiedifferentiatie toe. Voorbeelden zijn de excretievrije randen onder rasters en bevreten taluds, maar ook vaste rust- en overnachtingsplaatsen, die eutrofiëren.

Depositie van mest en urine betekent periodiek een sterke lokale nutriëntenpuls. In kerngazons op de Veenkampen wordt per jaar ongeveer 11% van de oppervlakte door mest en

7% door urine beïnvloed. Zonder overlap is er sprake van een puls per plek om de 5,7 jaar. Bij overlap worden de excretie-vrije periodes langer. Op intensief gebruikte plekken zoals paden, drinkplaatsen en bij hekken komt bij een presentie van 10% in deze plekken ca. 1,7 keer per jaar mest of urine terecht.

De patroondynamiek is ook afhankelijk van de maximale leeftijd van onsmakelijke ruigt-kruiden en andere niet bevreten vegetaties. Sinds 1996 beginnen op de Veenkampen rus-senpollen te degenereren en af te sterven. Ze vormen net als dood hout in het bos een zuur organisch substraat. In 1997 bleken enkele van deze pollens vervangen te zijn door gazons van roodzwenkgras (*Festuca rubra*).

3.6. Begrazing en zuurbuffering

Begrazing heeft in natte graslanden een zuur-neutraliserende invloed door de alkalische reactie van mest en urine. De nawerking duurt enkele weken (urine) tot enkel jaren (mest). Uit een experiment in de Wieden (Piek et al., 1997) bleek dat jaarlijkse stalmesttoediening in gemaaide vegetaties behorend tot het verbond van afgekorte en gewone zegge (*Cari-cion curto-nigrae*) de pH, de productie en de regenwormenpopulatie verhoogde (Tabel 3). Uit hetzelfde experiment bleek ook dat mergel en dolokal (CaCO₃) wel de pH en regen-wormendichtheid verhoogden, maar niet de primaire productie. In overigens onbemeste standweiden is door de lage bedekte oppervlakte (3.4) het mesteffect beperkter. In excre-tievrije gazons ontbreekt het geheel. In slootkanten kan vertrapping en de invloed van het slootwater de verzuring tegengaan.

Accumulatie van juncusstrooisel kan mogelijk de verzuring versnellen. Van begrazing mag een licht neutraliserend effect op graslanden worden verwacht. Op mest- en urineplekken en langs slootranden is de neutralisatie het sterkst.

Tabel 3. Bemestingsproef 'de Wieden'. Resultaten na 10 jaar jaarlijkse toediening (bron: Piek et al., 1997).

Behandeling (bemesting per ha per jr)	pH	Opbrengst (kg ds ha ⁻¹)	Regenwormen (kg ha ⁻¹)
Onbemest	4,1	1270	110
Slootbagger (10 ton)	5,3	1860	
Stalmest (10 ton)	5,8	5070	520
KAS + Thom.kali (200 + 280 kg)	6,0	5360	
Mergel/dolokal (1000 kg + 700)	6,4	1460	620/740

4. Vegetatieveranderingen

4.1. Dominante soorten

De meest in het oog springende verandering op de Veenkampen na de omschakeling van maaien naar begrazing was de verruiging. In het natte perceel door massale vestiging en uitbreiding van pitrus (*Juncus effusus*) en biezeknoppen (*Juncus conglomeratus*), in het droge door akkerdistel (*Cirsium arvensis*). De vochtige behandeling bleek intermediair te reageren met relatief veel speerdistel (*Cirsium vulgare*) en kale jonker (*Cirsium palustris*). De gazons onderscheidden zich door meer geknikte vossestaart (*Alopecurus geniculatus*), fio-ringras (*Agrostis stolonifera*) in het natte en meer Engels raaigras (*Lolium perenne*), ruw-beemd (*Poa trivialis*) in het droge perceel. In lang gras in droog en vochtig domineerde grote vossestaart (*Alopecurus pratensis*).

Vraatresistente onsmakelijke of stekelige soorten als russen, distels en zuring vestigden zich uit zaadbank, zaadregen of vegetatief, zowel in lang gras als in gazons. Tot de weinige soorten die in bedekking zijn achteruitgegaan behoren zachte dravik (*Bromus hordeaceus*), veldbeemdgras (*Poa pratensis*) en paardebloem (*Taraxacum officinalis*).

4.2. Soortenrijkdom

Perceelsschaal

Omschakeling van maaien naar begrazing leidde in de Veenkampen vooral in het natte, maar ook in het vochtige en droge perceel tot toename van de soortenrijkdom (Fig.4). Dit komt overeen met effecten van begrazing in andere ecosystemen (Bakker, 1989; Wind et al., 1993). Ook in de Wieden nam na omschakeling van maaien naar begrazing tussen 1977 en 1994 de soortenrijkdom toe van 19 tot 36 (Perceel 35) en van 19 tot 31 in perceel 49, met vestigingen van o.a. bostelbies (*Scirpus setaceus*), gevleugeld hertshooi (*Hypericum quadrangulum*) en bronkruid (*Montia fontana*) (Piek, niet gepubliceerd).

Verschillen tussen rand en kern

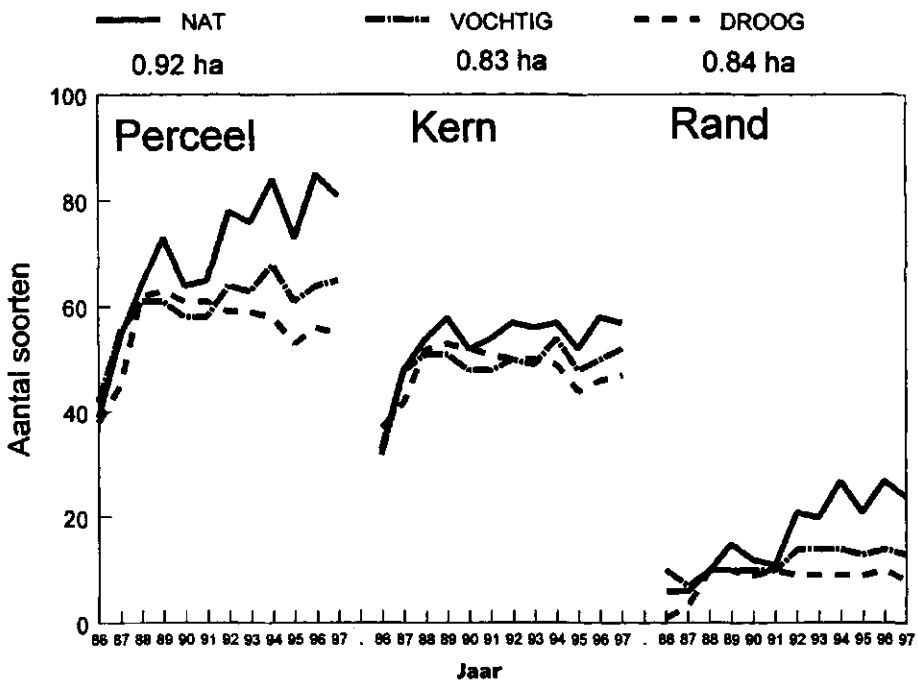
Perceels- en slootranden vervullen een belangrijke rol als refugia voor de wilde flora (Van Strien, 1991; Melman, 1991; Van Dorp, 1996). Daarom is onderscheid gemaakt tussen enerzijds de ca. 0,5 m brede randzone aan de binnenzijde van het prikkeldraad raster en anderzijds de rest van het perceel. In de periode 1986-1997 omvatte de soortenpool (alle waargenomen soorten in de percelen) van vijf begraasde percelen op de Veenkampen (3,6 ha) 131 soorten. Hiervan bleken er 39 (30%) exclusief in de rand voor te komen (d.w.z. > 95% van alle voorkomens gedurende de laatste 5 jaar), hoewel de randzone slechts ca. 2% van de perceelsoppervlakte beslaat. Ze worden hierna aangeduid als "randsoorten" ter onderscheiding van de overige zgn. "kernsoorten". Het aantal soorten in het perceel vormt de som van beiden.

Uit Fig. 4 blijkt dat de sterke initiële stijging van de soortenrijkdom in perceel en kern in het droge en vochtige perceel na ca. 3 jaar afvlakt. In droog treedt zelfs een teruggang op. In het natte perceel gaat de stijging door. De toename van het aantal exclusieve randsoorten verloopt geleidelijk en vlakt na 5 jaar af in droog en vochtig, terwijl ze nog doorgaat in nat. De snelle toename in de kern was vooral te danken aan vestiging van therofyten uit de zaadbank, de meer geleidelijke toename in de rand aan vegetatieve ingroei vanuit sloten

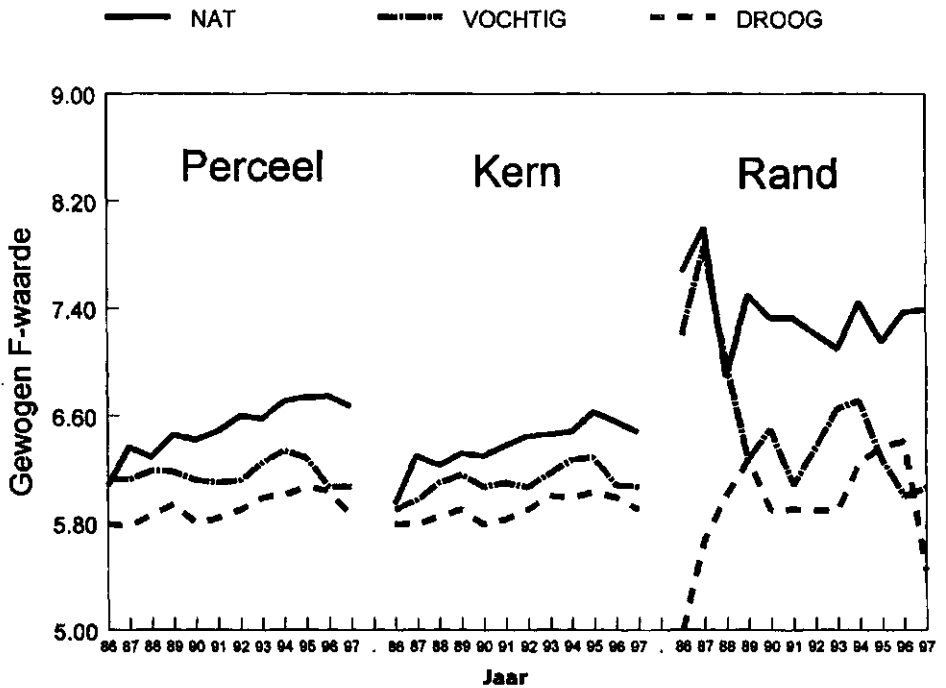
en -in mindere mate- vanuit aangrenzende gemaaide percelen en plagplekken. Een aantal soorten koloniseerde in de afgelopen 10 jaar de kern vanuit de rand: roodzwenkgras (*Festuca rubra*), reukgras (*Anthoxanthum odoratum*), riet (*Phragmites communis*), lidrus (*Equisetum palustre*) en moerasrolklaver (*Lotus uliginosus*). Enkele randsoorten werden (nog maar) incidenteel in de kern aangetroffen in de bescherming van juncuspollen: grasmuur (*Stellaria graminea*), tweerijige zegge (*Carex disticha*) en koekoeksbloem (*Lychnis flos-cuculi*). Sommige randsoorten kwamen in 1986 nog in de toen nog gemaaide kern voor, maar verdwenen na introductie van de begrazing. Ze hervestigden zich nadien in de rand: margriet (*Chrysanthemum leucanthemum*), gevleugeld hertshooi (*Hypericum quadrangulum*), zenegroen (*Ajuga reptans*) en koekoeksbloem (*Lychnis flos-cuculi*). De resultaten tonen de positieve effecten van begrazing, vernatting en hun combinatie op de soortenrijkdom.

4.3. Bio-indicatie van vernatting

Veranderingen in de soortensamenstelling zijn geanalyseerd met behulp van bio-indicatiegetallen van Ellenberg voor vocht en stikstof (CBS, 1993). De verschillen tussen de gewogen vochtindicatiegetallen van de drie percelen bevestigen de vernattingsbehandelingen (Fig. 5). Het verschil tussen rand en kern is het grootst in het natte perceel, wat verklaard kan worden uit de aanwezigheid van een hoge zomerstand. Door laterale infiltratie vanuit de



Figuur 4. Soortenrijkdom van het totale perceel, de kern en de rand van een nat, vochtig en droog perceel op de Veenkampen.



Figuur 5. Gewogen F-waarden (Ellenberg) van perceel, kernsoorten en randsoorten in een nat, vochtig en droog perceel op de Veenkampen.

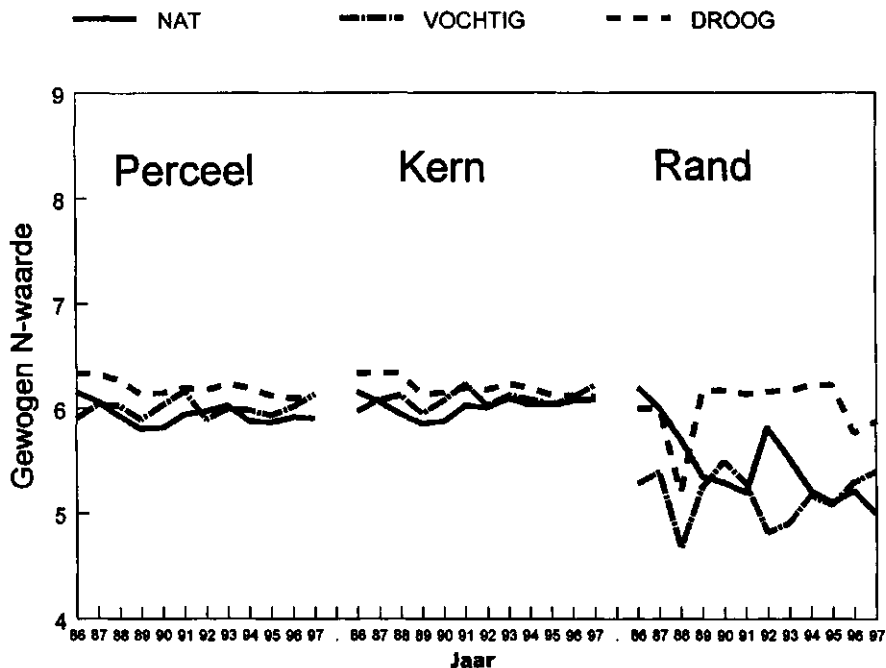
sloot neemt het vochtgehalte in de bovengrond toe (Fig. 1) waardoor de ingroei van vochtminnende soorten mogelijk wordt. In sloten naast het vochtige en droge perceel is de zomerstand lager. Daardoor zijn de perceelsranden droger en bevatten ze meer droogte-indicerende soorten.

4.4. Bio-indicatie verschraling

Over de 12-jarige periode indiceerde de vegetatieverandering op de Veenkampen geen verschraling in de percelen en kernsoortengroep. De randsoorten indiceren in het vochtige en natte perceel een lagere stikstofrijkdom dan in het droge. In het natte lijkt sprake van een dalende trend (Fig. 6).

4.5. Zeldzaamheid

In alle drie percelen daalde de ongewogen UFK-waarde over de eerste 5 jaren. De Uurhok-FrekwentieKlasse is de inverse van de zeldzaamheid. In het vernatte perceel was de daling het sterkst: van 8,4 naar 8,0. Overall vlakkt de trend daarna af, maar het minst in het natte perceel.



Figuur 6. Gewogen N-waarden (Ellenberg) van perceel, kernsoorten en randsorten in een nat, vochtig en droog perceel op de Veenkampen.

De gemiddelde UFK-waarde van de randsorten is in het natte en vochtige perceel lager dan in de kern. In het natte perceel is sprake van een dalende trend. Sommige van de zeldzamere randsorten (UFK = 6 of lager) waren in 1986 reeds aanwezig in de percelen zoals zenegroen (*Ajuga reptans*), gevleugeld hertshooi (*Hypericum quadrangulum*) of in aangrenzende slootoevers zoals schildereprijs (*Veronica scutellata*), tweerijige zegge (*Carex disticha*), ruw walstro (*Galium uliginosum*). Andere zeldzame soorten vestigden zich in de rand vanuit nabijgelegen in 1986 geplagde plekken (gewone zegge (*Carex nigra*), bleke zegge (*C. palescens*), blauwe zegge (*C. panicea*), ruw walstro (*Galium uliginosum*) en poelruit (*Thalictrum flavum*)). De perspectieven voor zeldzame schraalgraslandsoorten bij een intensieve standweide lijken beperkt tot de randen van de natte percelen.

4.6. Syntaxonomische identiteit van rand en kern

De syntaxonomische identiteit van de rand en kernsoortengroep is geanalyseerd met behulp van kensoorten (Schamineé et al., 1995, 1996). De syntaxa blijken sterk ongelijk vertegenwoordigd te zijn in rand en kern (Tabel 4). Een sterke voorkeur (50% of meer van de kensoorten) voor de rand hebben waterplanten (60%), rietklasse (Phragmitetea, 50%), klasse der kleine zeggen (Parvo-caricetea, 67%), pijpestrootjes orde (Molinietalia, 67%), biezeknoppen-pijpestrootjes-verbond (Junco-Molinion, 100%), dotterbloem-verbond (*Calthion*, 100%), glanshaver-verbond (*Arrhenatherion*, 50%), moerasspirea-verbond (*Filipendulion*, 86%). De preferentie lijkt te berusten op hogere eisen ten aanzien van vochtigheid,

Tabel 4. Soortenpool (vaatplanten) en syntaxonomische identiteit van vijf begraasde Veenkamperpercelen (3,6 ha, 1986-1997) en het aandeel van de randsoortengroep. Voor nadere toelichting: zie tekst.

Syntaxa	Totaal	Rand (%)
Klasse-indifferente soorten	19	3 (16)
Waterplanten	5	3 (60)
Phragmitetea	10	5 (50)
Parvo-Caricetea	3	2 (67)
Plantaginetea	10	0 (0)
Molinio-Arrhenatheretea	38	14 (37)
<i>Kensoorten van de klasse</i>	12	5 (42)
<i>kensoorten Molinietalia</i>	9	6 (67)
<i>kensoorten Junco-Molinion</i>	1	1 (100)
<i>kensoorten Calthion p.</i>	4	4 (100)
<i>Kensoorten Arrhenatheretalia</i>	9	2 (22)
<i>Alopecurion</i>	1	0 (0)
<i>Arrhenatherion</i>	2	1 (50)
<i>Cynosurion</i>	1	0 (0)
<i>Romp-dominanten</i>	8	1 (12)
Klassen van open grond ¹	32	3 (9)
Filipendulion	7	6 (86)
Overige klassen ²	7	3 (43)
Totaal van alle klassen	131	39 (30)

¹: Bidentetea, Isoeto-Nanojuncetea, Chenopodietea, Secalietea en Artemisietea

²: Nardo-Callunetea, Koelerio-Corynephoreta, Trifolio-Geranietea, Querco-Fagetea

schraalheid, gebufferde pH, afwezigheid van tred of combinaties van deze milieufactoren. De samenstelling onderstreept het "hooiland"- karakter van de rand. Syntaxa met voorkeur voor de kern (20% of minder van de kensoorten in de rand) zijn naast de klasse-indifferente soorten (16%) de weegbreeklasse (Plantaginetea, inclusief het Polygonion (tredplanten), 0%), verbond van de grote vossestaart (Alopecurion, 0%), kamgrasverbond (Cynosurion, 0%), rompdominanten van de Molinio-Arrhenatheretea (12%) en syntaxa van open grond (9%). De preferentie voor de perceelskern kan worden verklaard uit een grote resistentie tegen, tolerantie voor of afhankelijkheid van vraat, tred en excretie. De kernsoortengroep is in feite een restgroep (niet -randsoorten). Ze omvat naast vage soorten die in rand en kern voorkomen ook exclusieve kernsoorten. Hiertoe behoren veel therofyten, de tredplanten en de soorten van intensief gebruikt grasland (Polygonion). De randsoorten telden slechts 1 therofyt: kleeftkruid (*Galium aparine*). Door de geringe oppervlakte van de rand is het vaststellen van het kenmerk "exclusieve kernsoorten" alleen betrouwbaar mogelijk bij abundante soorten, een langere onderzoeksperiode of ruimere replicatie van het onderzoek.

5. Begrazing en fauna

5.1. Vogels

Tot slot enkele opmerkingen over begrazing en fauna in natte schrale graslanden. Omschakeling van maaien naar grazen betekent veranderingen in voedselaanbod, dekking en predatiekansen. Wat daarbinnen het belangrijkste is valt a priori moeilijk te voorspellen (De Molenaar, 1997).

De effecten op weidevogels zijn in veengraslanden het meest onderzocht (Van Wingerden et al., 1997). In de Wieden gingen in beweid veengrasland na het staken van het bloten en het stopzetten van de stalmestgift de dichtheden van scholekster, kievit, grutto, tureluur en graspieper dramatisch omlaag (periode 1972-1984-1994, Piek, pers. med.). Zomertaling en wulp bleven echter redelijk op niveau, terwijl het aantal broedparen van de watersnip toenam. Het negatieve effect van verruiging op de eerste groep berust mogelijk op een verslechtering van de structuur (korte poten!). Stoppen met de stalmest-bemesting kan ook een negatief effect op de dichtheid van de regenwormen hebben gehad. Een vergelijking van slechte en goede weidevogelgebieden in de Peizermeden bracht aan het licht dat er een significant verschil in dichtheid van de regenwormen bestond tussen de slechte en goede weidevogelpercelen. Een verhoogde predatie door vossen kon als derde mechanisme evenmin uitgesloten worden.

Behalve de watersnip profiteren nog andere vogelsoorten van verruiging, afhankelijk van de schaal van het mozaïek. In begraasde beek- en rivierdalgraslanden nam de dichtheid van zomertaling, kwartel en kwartelkoning toe na stopzetting van bloten en ontwikkeling van grootschalige ruigten (Gleichman & Kwikkel, 1997; Goddijn, 1997). Voorjaarsbossen (zie 2) zijn als kleinschalige ruigteplekken in kort grasland geprefereerde nestplaatsen voor kievit, grutto en tureluur (eigen waarnemingen). De preferentie berust mogelijk op dekking of mijding door grazend vee.

Bodemcompactie en verdroging van kleilig veen benadelen vogels met lange snavels die in de bodem prikken om voedsel te zoeken. Watersnippen en witgatjes foerageren tijdens de voor- en najaarstrek graag op de weke en kale bodem van vertrapte en kortgrazige slootranden en kwelplekken.

5.2. Overige fauna

Ook in andere terrestrische diergroepen zijn soorten te vinden die van begrazing profiteren en soorten die er nadeel van ondervinden (Bink, 1992). Begrazing verhoogt ook direct de biodiversiteit, nl. door de voedselketens met de herbivoor en zijn producten als basis (Putman, 1983). Uit Brits onderzoek blijkt dat op rundermest en rundermest-afhankelijke paddestoelen meer dan 300 soorten wormen, kevers, vliegen en mijten leven (Skidmore, 1991). Er is weinig fantasie voor nodig om te bedenken dat deze voedselketen op haar beurt stapelvoedsel vormt voor minder specialistische insecteneters in graslanden zoals roofinsecten, amfibieën, vogels en zoogdieren.

Een neveneffect van onvoldoende kennis van andere diergroepen is dat het beheer op weidevogels wordt afgestemd.

Illustratief hiervoor is de recente "Kalender voor het terreinbeheer" (IKC, 1997), die natte graslanden onderscheidt in weidevogelgrasland (maaien of begrazing met bloten) en botanische waardevol grasland (maaien).

6. Conclusies

Effecten van "begrazing" bestaan niet. Met het oog op de grote variatie in begrazingsregiems (herbivoor, dichtheid, periode, schaal) en begraasde vegetatie en bodem is nuanceering geboden.

Trends over 10 jaar in de dierlijke productie, berekende nutriëntenbalansen, soortensamenstelling en bio-indicatie voor vochtigheid en stikstof bevestigen het vermoeden dat verschrallend beheer van cultuurgraslanden op klei-op-veen als standweide met runderen niet of nauwelijks effectief is op perceelsschaal.

Herdistributie van nutriënten onder standweide bedraagt het 5-20-voudige van de afvoer. Op grond van berekende consumptie-excretiebalansen verschrallen gazonvegetaties zowel in de kern als in de rand. Lang gras, ruigten en paden eutrofiëren. De vegetatieverandering en de bio-indicatie bevestigen de verschralling van de randgazons. Doorgaande verschralling in de kerngazons is op langere termijn niet waarschijnlijk door verschuivende mozaïeken.

De soortenrijkdom aan vaatplanten neemt na omschakeling van maaien naar begrazen aanvankelijk sterk toe maar stabiliseert al na 5 jaar in het droge en vochtige perceel. In het natte perceel gaat de toename door.

Alleen in de excretievrije natte slootranden is herstel van Moliniëtales graslanden op de Veenkampen te verwachten. Sloten zonder raster bieden meer perspectief door een betere gradiëntontwikkeling. De perceelskernen ontwikkelen zich langzaam vanuit rompgemeenschappen richting Arrhenatherion en Cynosurion graslanden (droog en vochtig perceel) en richting Lolio-Potentillion graslanden (nat perceel).

De faunistische waarden van begraasde veengraslanden met een grote component ruigtkruiden zijn onvolledig bekend. Beoordeling van begrazingseffecten op grond van alleen weidevogels doet andere diergroepen te kort. Meer onderzoek is gewenst.

Standweide met runderen op cultuurgraslanden op klei-op-veengronden is geen effectief middel voor herstel van perceelsdekkend soortenrijk schraal grasland. Het levert wel een belangrijke bijdrage aan de ruimtelijke differentiatie. Toepassing in een schrale situatie, b.v. door nabeweiding of incidentele begrazing heeft naar verwachting een positief effect.

In hoog productieve graslanden is standweide - al of niet in combinatie met vernatting - een duurzame vorm van Agrarische Natuurbeheer. Het levert botanische waarden in de randen en faunistische waarden in kern en rand in combinatie met een hoge dierlijke productie.

7. Dankwoord

De resultaten zijn tot stand gekomen dank zij de goede samenwerking met een aantal personen, die we daarvoor willen bedanken. De inscharing en weging van de dieren werd ver-

zorgd door J. van de Westeneng (CABO, 1987- 1990) en J. van der Lippe (Unifarm, 1991-1997). J.M. Gleichman en J. de Bruyn leverden een belangrijke bijdrage in de botanische inventarisaties. K. Sykora, M. Oomes en H. Korevaar danken wij voor hun discussies en kritische opmerkingen bij het manuscript.

Literatuur

- Aarts, H.F.M., M.J.D. Hack-Ten Broeke, W.J.M. de Groot & J.P. Dijkstra, 1994. Nitrogen budgets and nitrate leaching from an experimental system for sustainable dairy farming at 'de Marke'. In: 't Mannetje, L. & J. Frame (Eds.), *Grassland and Society. Proceedings of the 15th General Meeting of the European Grassland Federation*, June 6-9, 1994. Wageningen Pers, Wageningen, pp. 377-381.
- Agricultural Research Council, 1980. *The nutrient requirements of ruminant live stock*. C.A.B., Farnham Royal, Slough, GB.
- Altena, H.J., 1994. Veranderingen in de vegetatie op de Veenkampen onder invloed van verschillende beheersvormen en grondwaterstanden in de periode 1987-1992. AB-DLO rapport 16.
- Bakker, J.P., 1989. *Nature management by grazing and cutting*. Geobotany 14. Kluwer, Dordrecht.
- Bal, D., H.M. Beijer, Y.R. Hoogeveen, S.R.J. Jansen & P.J. van der Reest, 1995. *Handboek natuurdoeltypen in Nederland. IKC-Natuurbeheer, rapport nr. 11*.
- Baldock, D., G. Beaufoy & J. Clark, 1994. *The nature of farming. Low intensity Farming Systems in Nine European Countries*. Institute for European Environmental Policy, London.
- Signal, E.M., D.J. McCracken & D.J. Curtis, 1994. *Nature conservation and pastoralism in Europe. Proceedings of the Third European Forum on Nature Conservation and Pastoralism, 21-24 July 1992, University of Pau, France. Joint Nature Conservation Committee, Peterborough, UK*.
- Bink, F.A., 1992. *Ecologische atlas van de dagvlinders van Noord-West Europa*. Schuyt & Co., Haarlem.
- Bokdam, J., 1987. *Fouragegedrag van jongvee in het Junner Koeland in relatie tot het voedselaanbod*. In: S. de Bie et al. (Eds.), *Begrazing in de natuur*. Pudoc, Wageningen, pp. 165-186.
- C.B.S., 1993. *Botanisch basis register*. Centraal Bureau voor de Statistiek, Voorburg.
- Dorp, D. van, 1996. *Seed dispersal in agricultural habitats and the restoration of species-rich meadows*. PhD-thesis, WAU Wageningen.
- Eerden, M. van, Th. Vulink, G. Polman, H. Drost, G. Lenselink & W. Oosterberg, 1995. *Oostvaardersplassen. 25 jaar pionieren op weke bodem*. Landschap 12(4): 23-39.
- Ellenberg, H. & A. Stählin, 1952. *Wiesen und Weiden und ihre standörtliche Bewertung*. Landwirtschaftliche Pflanzensoziologie. Band II. Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Gleichman, J.M. & H.J. Kwikkel, 1997. *Overzichtstabel van het aantal broedvogelterritoria en het aantal soorten broedvogels in het "Moeras aan de Veerweg" te Wageningen*. SOVON-BMP -onderzoek (manuscript).
- Goddijn, H., 1997. *Begrazing en waterbeheer brengen kwartelkoning en boomkikker terug*. Van Nature 7(10): 2
- IKC, 1997. *Kalender voor het terreinbeheer*. Bosbouwvoorlichting 36(7): I-VIII.

- Lamers, L., M. de Graaf, R. Bobbink & J. Roelofs, 1997. Verzuring en eutrofiëring van blauwgraslanden. *De Levende Natuur* 98(7): 246-252.
- Meer, H.G. van der & P.C. Meeuwissen, 1989. Emissie van stikstof uit landbouwgronden in relatie tot bemesting en bedrijfsvoering. *Landschap* 6(1): 19-32.
- Melman, T.C.P., 1991. Slootkanten in het veenweidegebied. Mogelijkheden voor behoud en ontwikkeling van natuur in agrarisch grasland. Proefschrift, Rijksuniversiteit Leiden.
- Molenaar, H. de, 1996. Gedomesticeerde grote grazers in natuurterreinen en bossen: een bureaustudie. I. De werking van begrazing. IBN-rapport 231, Wageningen.
- Neuteboom, J.H., L. 't Mannetje, E.A. Lantinga & K. Wind, 1994. Cattle weight changes and botanical composition of an unfertilized grass sward under continuous grazing. In: 't Mannetje, L. & J. Frame (Eds.), *Grassland and Society. Proceedings of the 15th General Meeting of the European Grassland Federation, June 6-9, 1994*. Wageningen Pers, Wageningen, pp. 320-323.
- Piek, H., H. van Slogteren & N. van Heijst, 1997. Herstel van verzuurde hooilanden in de Wieden. *De Levende Natuur* 98(7): 281-288.
- Putman, R.J., 1983. Carrion and dung: the decomposition of animal wastes. *Studies in Biology* no. 156. Institute of Biology, Edward Arnold, London.
- Schamineé, J.H.J., A.H.F. Stortelder & E.J. Weeda, 1996. De vegetatie van Nederland. Deel 3. Plantengemeenschappen van graslanden, zomen en droge heiden. Opulus press, Uppsala, Leiden.
- Schamineé, J.H.J., E.J. Weeda & V. Westhoff, 1995. De vegetatie van Nederland. Deel 2. Plantengemeenschappen van wateren, moerassen en natte heiden. Opulus press, Uppsala, Leiden.
- Severson, K.E. & Ph.J. Urness, 1994. Livestock grazing: a tool to improve wildlife habitat. In: M. Vavra, W.A. Laycock & R. Pieper (Eds.), *Ecological implication of livestock herbivory in the West*. Society for Range Management, Denver, pp. 232-249.
- Skidmore, P., 1991. Insects of the British Cow-dung community. Occasional Publication no. 21. Field Studies Council, Montfordbridge, Shrewsbury, GB.
- Strien, J. van, 1991. Maintenance of plant species diversity on dairy farms. Proefschrift RU Leiden.
- Svejcar, T., 1997. Riparian zones. 2: History and human impacts. *Rangelands* 19(4): 8-11
- Vertrecht, N. & B. Rutgers, 1987. Ammoniakemissie uit grasland. Cabo-verslag 65, Wageningen.
- Wind, K., J.H. Neuteboom & L. 't Mannetje, 1993. Effect of extensification on yield, and botanical composition of grassland on dry sandy soil. In: *Grassland management and nature conservation*. Occasional Symposium no. 28 of the British Grassland Society, pp. 217-222.
- Wingerden, W.K.R.E. van, F.A. Bink, D.A. Jonkers, F.J.J. Niewold & A.L.J. Wijnhoven, 1997. Gedomesticeerde grote grazers in natuurterreinen en bossen: een bureaustudie. II. De effecten van begrazing. IBN-rapport 258, IBN-DLO, Wageningen.

8. Vernatting als herstelmaatregel? Samenvatting en conclusies

M.J.M. Oomes & H. Korevaar

Instituut voor Agrobiologisch en Bodemvruchtbaarheidsonderzoek (AB-DLO), Postbus 14, 6700 AA Wageningen.

Verdroging, vermessing en verzuring hebben geleid tot een dramatische achteruitgang van het areaal natte soortenrijke graslanden en graslandachtige vegetatietypen. In de Ecosysteemvisie Graslanden wordt dan ook als beleidsdoel gesteld het areaal uit te breiden van 7.600 naar 17.950 ha. De doelen van dit herstelbeheer zijn vastgelegd in de nota Ecosystemen van Nederland en het bijbehorende Handboek Natuurdoeltypen. In het kader van het Overlevingsplan Bos en Natuur worden middelen ter beschikking gesteld voor onderzoek aan en uitvoering van maatregelen voor herstel van deze systemen.

Dit beleid begint zijn vruchten af te werpen, maar de aandacht is tot nu toe voornamelijk gericht op herstel van zeldzamere, half-natuurlijke hoog- en laagvenen. Het areaal van minder zeldzame vegetatietypen zoals bijvoorbeeld het dotterbloem hooiland en andere typen bloemrijk hooiland is de laatste jaren eveneens sterk afgenomen. Maar het herstel van deze graslandtypen in de laagveengebieden en beekdalen verloopt tot nu toe veel minder succesvol. Dit komt doordat de bodems daar meer geëutrofiëerd zijn als direct of indirect gevolg van het agrarisch grondgebruik. Ook is het gehalte aan organische stof in de bodem meestal hoger dan in de situaties met een minerale ondergrond. Het wordt de hoogste tijd om ook meer aandacht aan hun herstel te besteden.

Op de eerste plaats zullen onderzoek en praktijk gericht moeten zijn op het vaststellen van de kansrijkdom van locaties: waar is de kwaliteit van de abiotische condities nog zó, dat met relatief weinig ingrepen de standplaats weer geschikt gemaakt kan worden. De belangrijkste factoren zijn bodemtype, kwaliteit en kwantiteit van het grond- en oppervlaktewater, de intensiteit van het (voormalig) agrarisch gebruik en de aard van de inrichtingsmaatregelen die destijds zijn genomen tijdens de ontginning. Maar er zijn ook biotische condities die de kansrijkdom bepalen, zoals de aanwezigheid van soorten als zaadbron in de omgeving of van zaden in de zaadbank. Kansrijkdom-kaarten zijn al wel beschikbaar, maar voor veel beslissingen op lokaal niveau is de schaal ervan nog te weinig gedetailleerd. Herkennen van kansrijkdom op kleinere schaal is zeer belangrijk, voordat verdere maatregelen worden overwogen.

Maar onafhankelijk van deze informatie, is het van belang enkele uitgangspunten bij de keuze van "Wat - Waar" in de gaten te houden.

- Verhoging van de waterstand bij een lage kweldruk is meestal niet voldoende, zelfs als dit met kwelwater is. Inundatie met dit kwelwater is dan noodzakelijk. Waterstandsverhoging alléén kan bij een lage kweldruk niet verhinderen dat kwelwater uit de bewortelde bodemlaag (tijdelijk) verdrongen wordt door regenwater. In dat geval be-

palen verdamping en neerslag of respectievelijk kwelwater en regenwater in de wortelde zone doordringt. Het regenwater moet steeds door een ondiepe begreeping zo snel mogelijk worden afgevoerd.

- Kwelwater, of het nu kalkhoudend is of niet, heeft altijd de voorkeur boven regenwater omdat dit laatste stikstof bevat.
- De grootte van het gebied is belangrijk voor het effect van ingrepen in de waterhuishouding. De kwantiteit en kwaliteit van het water in de wortelzone zijn beter te sturen als het aaneengesloten gebied groter is. Dus versnippering is ook in dit opzicht ongewenst.
- Vooral in eutrofe gebieden zullen de maatregelen op korte termijn soms niet zichtbaar effectief zijn. Veel processen hebben tijd nodig.

Verhoging van de waterstand verlaagt de mineralisatie van N en P, en dus ook de hoeveelheid die voor de groei van plantensoorten ter beschikking komt. In het voorjaar wordt dit proces bovendien door de lagere bodemtemperatuur vertraagd. De kleinere hoeveelheid P die na vernatting vrij komt is beter oplosbaar en omdat er op jaar basis een neerslagoverschot is, zal het verlies van P uit het systeem door uitspoeling na vernatting groter zijn.

Deze verlaging van de beschikbaarheid van nutriënten leidt niet altijd tot een verlaging van de graslandproductie en de opname van nutriënten door de vegetatie. Deze productiedaling blijft vooral achterwege als het adsorptievermogen van de bodem groot is door een hoog gehalte aan klei of veen en na intensief agrarisch graslandgebruik. Dan gaan aan waterstandsverhoging aangepaste en productieve soorten de dominantie in de vegetatie overnemen; deze soorten zijn in staat de verlaagde, maar toch nog grote hoeveelheid nutriënten beter te benutten. Dit leidt er zelfs toe dat het gehalte organische stof in de bodem weer toeneemt.

Een drastische verlaging van de totale voorraad door afplaggen van de bovenste 5 tot 10 cm is wel effectief, maar zelfs dan blijkt de beschikbaarheid van nutriënten weer te kunnen toenemen door de ophoping van jonge, labiele organische stof. Er ontstaat na de combinatie van waterstandsverhoging en plaggen een nieuw evenwicht tussen opbouw en afbraak, afhankelijk van waterstand, watersoort, klei- en organische-stofgehalte van de bodem en de totale nutriëntenvoorraad. De beschikbaarheid van P en K neemt er aanzienlijk door af. Afgraven van de bovenlaag tot een diepte van meer dan 10 cm is alleen zinvol wanneer is aangetoond dat dieper in het profiel de beschikbaarheid van nutriënten aanzienlijk lager is. Afgraven heeft wel tot voordeel dat er tegelijkertijd een relatieve waterstandsverhoging wordt gerealiseerd. Een niet te onderschatten risico bij te diep plaggen is het verlies van de zaadbank. Deze kan zelfs 50 jaar na ontginning nog aanzienlijk zijn, en is een belangrijke bron van soorten in een omgeving die geïsoleerd is van andere bronnen van verspreiding. Een belangrijk aspect van het verwijderen van de vegetatie is dat de dominantie van zodesluitende soorten wordt doorbroken. In de open plekken van de nieuwe vegetatie is kieming en vestiging van andere soorten meer succesvol.

Vernatting van bodems die tijdelijk sterk kunnen verdrogen, leidt ertoe dat in de zomer de wateraanvoer in de bovenste bodemlaag juist gunstiger is voor bodembioologische processen zoals afbraak en mineralisatie van organische stof. Dit veroorzaakt een nieuwe flux nutriënten, terwijl ook de opname ervan niet door vocht en temperatuur worden beperkt. Daarbij

komt dat in de diepere anaërobe laag P in het bodemvocht oplost en door verdamping naar de wortelzone wordt getransporteerd. Een permanente (bijna) waterverzadiging zal dus het meest effectief zijn; ook tijdelijke verlaging van de waterstand dient voorkomen te worden.

Met vernatten en verschalend beheer door plaggen of maaien en afvoeren wordt zeker op de langere duur de beschikbaarheid van nutriënten verlaagd. De vraag is echter of de niveaus kunnen worden gehaald, die verondersteld worden noodzakelijk te zijn voor het beoogde vegetatietype. Als de tot nu toe bereikte niveaus van nutriënten-beschikbaarheid in de bodem en de opname in de vegetatie vergeleken worden met de weinige bekende gegevens van nutriënten-opname door doeltypen, dan lijkt de kans daarop erg klein. Er is geconstateerd dat gehalte en type organische stof in de bodem irreversibel veranderd kunnen zijn. De weg terug is dus waarschijnlijk al afgesneden. Herstelbeheer bestaat dan dus uit condities scheppen voor een "doeltype", met de kans dat er zich door de onomkeerbaar veranderde abiotische condities iets anders ontwikkelt. Wanneer dat bijdraagt aan de verhoging van de diversiteit in de vegetatie of het landschap, is toch het doel bereikt.

Het effect van herstelbeheer wordt ook door biotische factoren bepaald. Grazers veroorzaken, afhankelijk van de dichtheid en diersoort, een grote variatie in vegetatiestructuur en kleinschalige verschillen in nutriënten-beschikbaarheid. Deze is van groot belang voor de zaadproductie en kieming en vestiging van soorten. Extensieve begrazing, dus met een zo lage dichtheid dat niet de totale jaarproductie wordt benut, is echter alleen effectief als het gemiddelde productieniveau van de vegetatie al redelijk laag is, naar schatting minder dan 5 tot 6 ton per jaar. Bij een hogere primaire productie is de afvoer van nutriënten t.o.v. de totale voorraad door extensieve begrazing te gering en verruigen grote delen van het areaal. Extensieve begrazing is zinvol als deze in een groter aaneengesloten gebied wordt toegepast, want alleen dan treedt een grote variatie in vegetatiestructuur op. Een andere belangrijke biotische factor is de invloed van plantensoorten vanuit de omgeving. Als er geen zaadbronnen zijn, als verspreidingsmechanismen ontbreken (zoals onder water staan in de winter), of als er barrières zijn die de verspreiding belemmeren, dan kunnen zich maar enkele nieuwe soorten vestigen vanuit de omgeving. Na vernatting zullen dan "droge" soorten verdwijnen en maar door enkele "natte" soorten die al aanwezig zijn in bijvoorbeeld slootkanten, worden vervangen. De verdere toename van diversiteit is dan afhankelijk van introductie door mens of dier. Een andere optie is dan het plaatselijk aanboren van een eventueel aanwezige zaadvoorraad door op kleine schaal af te plaggen.

Bij de landinrichting en het beheer is in de praktijk al veel ervaring met herstelbeheer opgedaan. Het is een gemis dat deze kennis zo versnipperd is en weinig wordt uitgewisseld. Door de Dienst Landelijk Gebied is een systeem in ontwikkeling dat hierin moet voorzien. Dit benadrukt de noodzaak van een gestructureerde monitoring van de effecten van maatregelen op de korte en (middel)lange termijn. Naast onderzoek naar oorzaak en gevolg, moet veel meer aandacht aan monitoring en kennis management worden besteed. De moderne communicatietechnieken hoeven hiervoor niet meer de beperking te zijn.