

Bij natuurontwikkeling op voormalige landbouwgronden is er een steeds weerkerende discussie over de noodzaak de bouwvoor af te graven om de overmaat voedingsstoffen in de bodem te verwijderen. Twee over een periode van dertig jaar goed gedocumenteerde terreinen boden de mogelijkheid na te gaan in hoeverre de voedselrijkdom, en met name de fosfaatvoorraad in de bodem, is afgenomen onder verschillende vormen van beheer. Is de bodem na 30 jaar voldoende verschaald en is dat te zien aan de vegetatie? Kan natuurontwikkeling ook succesvol zijn zonder te hoeven afgraven? Een aanbeveling voor beheer.

Is ontgronden noodzakelijk voor natuurherstel op voormalige landbouwgronden?

R.H. Kemmers, A.T. Kuiters, P.A. Slim & J.P. Bakker

Maakbaarheid van natuur ?

Het natuurontwikkelingsbeleid in Nederland is sterk deterministisch gericht. Bij de toewijzing van natuurdoelen wordt in hoge mate uitgegaan van de maakbaarheid van abiotische randvoorwaarden. In samenhang met beleidsontwikkelingen in andere sectoren komen inrichtingsmaatregelen voor natuurontwikkeling zoals afgraven en vernatten onder druk te staan. Vernatting van voormalige landbouwpercelen leidt tot fosfaatmobilisatie en -belasting van oppervlaktewater, wat zich moeilijk verdraagt met de Kaderrichtlijn Water (2000). Afgraven kan weliswaar een overmaat aan voedingsstoffen verwijderen, maar tast tevens de zuurbuftercapaciteit van de bodem aan, leidt tot een vernietiging van de zaadvoorraad of aantasting van de bodembiodiversiteit, aardkundige waarden en microreliëf. Bovendien zijn afgraven, transport en verwerking kostbaar en aanleiding tot milieu-problemen. Ook wordt grootschalig afgraven in toenemende mate gefrustreerd door het Verdrag van Malta (1992), waarmee beoogd wordt archeologische waarden veilig te stellen. Over het effect van afgraven op de wat langere termijn is nog weinig bekend.

Naar schatting zal binnen de Ecologische Hoofdstructuur ruim 150.000 ha nieuwe natuur gerealiseerd moeten worden tot 2018 (Natuurbalans, 2003). Bij omvorming van landbouwgronden naar natuur wordt vooral de fosfaatvoorraad in de bodem als een belemmering gezien voor de realisatie

van gewenste natuurdoeltypen op voedselarme gronden (Chardon & Sival, 2003; Sival et al., 2004). Hoewel het onvoldoende bekend is welke maximale fosfaatniveaus voor welke natuurdoeltypen acceptabel zijn, wordt vaak gekozen voor meer of minder diepe ontgroning al dan niet in combinatie met vernatting.

Twee gebieden met verschillend beheer

Voor het onderzoek is aansluiting gezocht bij twee casestudies waar al 30 jaar de ontwikkeling van de vegetatie op voormalige landbouwgronden wordt gevolgd. De twee studiegebieden zijn typische voorbeelden van een beekdallandschap met overgangen

van arme droge tot vochtige gronden (Cranendonck) naar vochtig tot natte wat rijkere gronden (Loefvledder). De vegetatie werd over de gehele periode regelmatig opgenomen in permanente kwadraten. De ontwikkelingen in de voedingstoestand van de bodem werden slechts van 1973 tot 1979 onderzocht. In 2004 hebben we de nutriëntenvoorraden in de bodem opnieuw bepaald. We waren vooral nieuwsgierig in welke richting de fosfaatbalans in de bodem is verschoven onder de verschillende vormen van beheer.

Cranendonck (N-Br.) is een complex van voormalige bouwlanden temidden van heide, stuifzand en dennenbos, van in totaal ca 95 ha. Er is sprake van een extensief begrazingsbeheer (Oosterveld, 1976; Kuiters, 2004) met als doel een halfopen landschap te ontwikkelen met bos, heide en voedselarm droog schraalgrasland (Bal et al., 2001). Deze vorm van beheer sluit aan bij een strategie van begeleid natuurlijk beheer, en past goed bij het karakter van een halfnatuurlijk landschap zoals dat van Cranendonck. In Loefvledder (Anloër Diepje, Drentsche Aa) wordt geëxperimenteerd met verschillende vormen van (half-natuurlijk) maaibeheer over kleine oppervlakten (Bakker, 1989; Bakker et al., 2002) met als doel herstel van vochtig heischraal grasland. Loefvledder bestaat uit twee delen, het zg. oude reservaat dat niet meer wordt bemest sedert 1967, en het zg. nieuwe reservaat dat sinds 1972 niet meer wordt bemest. Omdat het nieuwe perceel vijf jaar langer is bemest, kan de begintoestand voor natuurontwikkeling niet worden vergeleken met die van het

Foto 1. Ontwikkeling van droog (hei)schraalgrasland op perceelstype 3 (stuifzandgronden) in Cranendonck.



Kenmerkende soort	1973	2000	Nederlandse naam
Cranendonck			
<i>Agrostis capillaris</i>	I	I	Gewoon struisgras
<i>Rumex acetosella</i>	I	I	Schapezuring
<i>Festuca rubra</i>	-	I	Rood zwenkgras
<i>Aira caryophyllea</i>	-	P	Zilverhaver
<i>Agrostis vinealis</i>	-	P	Zandstruisgras
<i>Calluna vulgaris</i>	-	P	Struikheide
<i>Nardus stricta</i>	-	P	Borstelgras
<i>Ornithopus perpusillus</i>	-	P	Klein vogelpootje
<i>Ceratodon purpureum</i>	-	P	Purpersteeltje
<i>Polytrichum piliferum</i>	-	P	Ruig haarmos
Loefvledder			
	1973	1995	
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	I	I	Gewoon reukgras
<i>Agrostis capillaris</i>	-	I	Gewoon struisgras
<i>Luzula campestris</i>	-	P	Gewone veldbies
<i>Galium saxatile</i>	-	P	Liggend walstro
<i>Nardus stricta</i>	-	P	Borstelgras

Tabel 1. Aanwezigheid van doelsoorten en kenmerkende soorten in permanente kwadraten in Cranendonck (n=9) en Loefvledder (n=2) in 1973 en 2000 resp. 1995. Indicatie voor voedselarme (=P) resp. matig voedselrijke (=I) omstandigheden.

oude reservaat. In zowel Cranendonck als Loefvledder is sinds de start van het ontwikkelingstraject consequent hetzelfde beheer gevoerd.

Ontwikkeling vegetatie en natuurdoeltypen

In beide studiegebieden zijn sinds 1973 regelmatig (aanvankelijk jaarlijks, later met grotere tussenpozen) vegetatieopnamen gemaakt van permanente kwadraten van 2m x 2m volgens de decimale schaal van Londo en van percelen volgens de Tansley-methode. De opnamen werden toegewezen aan plantengemeenschappen, waarmee een beeld kon worden gevormd van de successie. Van de samenstellende soorten werd een indicatieve waarde (Ellenberg-waarden) voor de nutriëntenrijkdom en de zuurgraad van de bodem in de loop van de successie afgeleid. In Loefvledder werd bovendien regelmatig de biomassa gemeten vlak voor het maaien in juli. In Cranendonck werden op basis van bodemtype drie clusters van elk drie percelen onderscheiden en geanalyseerd: 1) gooreerdgronden, 2) podzolgronden, 3) stuifzandgronden. Over een periode van 30 jaar is een licht dalende tendens in het gemiddeld aantal dalende begraaide permanente kwadraten van 15 naar 11 waarneembaar. Er is een sterke verschuiving opgetreden van soorten van voedselrijke naar soorten van voedselarme zandgronden. De Ellenberg indicatiewaarde voor stikstof daalde in de percelen van ongeveer 5,5 naar 3,5 en voor zuurgraad van 4 naar 3,5 (Kemmers et al., 2005). Het totale aantal soorten op de percelen varieerde, afhankelijk van de oppervlakte, tussen 38 en 75. In de successie (foto 1) uit deze ontwikkeling zich in een overgang van akker(onkruid) gemeenschappen gedurende de eerste

jaren (van de Laar & Slim, 1979) naar gemeenschappen van de voedselarme droge zandgronden (Koelerio-Coryneporetea en Trifolio-Festucetalia). Inmiddels heeft zich van het beoogde natuurdoeltype 3.33 (droog grasland op zandgrond) een tiental kenmerkende soorten gevestigd, maar nog geen enkele doelsoort (tabel 1; Kuiters, 2004). Kenmerkende soorten zijn kensoorten of differentiërende soorten van plantengemeenschappen die tot het doeltype kunnen worden gerekend. Doelsoorten zijn soorten die in het natuurbeleid met prioriteit aandacht krijgen vanwege hun beperkte aanwezigheid of bedreigetheid (Bal et al., 2001). In Loefvledder werden twee percelen onderzocht waar jaarlijks in juli wordt gemaaid en het hooi afgevoerd. Het aantal soorten in pq's veranderde over een periode van 25 jaar nauwelijks en schommelt tussen 10 en 15. Het aantal kenmerkende soorten van het natuurdoeltype 3.29 (vochtig heischraal grasland) bedraagt na ruim 25 jaar vijf, met Borstelgras (*Nardus stricta*) als enige doelsoort (tabel 1). Ook hier trad een verschuiving op van voedselrijkdom naar voedselarme indicerende soorten (foto 2). Dit uitte zich in een daling van de gewasproductie tijdens het natuurontwikkelingstraject van 6 à 8 ton tot 2 à 2,7 ton droge stof per hectare. De huidige productie is nog steeds een factor 2 hoger dan de referentie die voor het *Nardo-Galion saxatile* wordt gehanteerd. Het bleek dat kenmerkende soorten van het doeltype ontbreken in de zaadvoorraad in de bodem (Bakker et al., 2002).

Verandering in nutriëntenvoorraden

In beide terreinen werden in 2004 bodemonsters van de bouwvoor (0 - 20 cm -

mv) geanalyseerd op pH, organische stof, totaalgehalte aan stikstof en verschillende fosfaatparameters (kader 1). Om de ruimtelijke variatie zo veel mogelijk uit te sluiten werden in Cranendonck net als in de 70-er jaren perceelsgewijs via een diagonaal patroon 50 deelmonsters in het voorjaar verzameld en tot een mengmonster samengevoegd. Omdat van elk perceelscluster drie replica's werden bemonsterd kon hier op significantie in veranderingen worden getoetst. In Loefvledder werden zowel in het oude als het nieuwe reservaat 10 deelmonsters rond een pq gestoken en samengevoegd tot een mengmonster. Statistisch konden daarom geen veranderingen worden getoetst. Ter vergelijking met de resultaten uit de 70-er jaren van de vorige eeuw werd de nodige zorg besteed aan vergelijkbaarheid van bemonsterings- en analysemethoden en dimensies (Kemmers et al., 2005). De analyses waren niet alleen gericht op inzicht in nutriëntengehalten en -voorraden in relatie tot de vegetatieproductie, maar ook op inzicht in het fosfaatgedrag in de bodem (sorptie, fixatie, beschikbaarheid). In 2004 blijken de percelen in Cranendonck een fosfaatverzadigingsgraad van 30 - 50 % (figuur in kader 1) te bezitten, terwijl dit in de uitgangstoestand 40 tot 90 % bedroeg. Over de periode van 1973 - 2004 leidde begrazing in Cranendonck tot een daling van het organisch stofgehalte met 0,5 à 1 %. De pH-KCl daalde van ongeveer 4,6 naar 4,1. Deze dalingen zijn significant op de perceeltypen 2 (podzolgronden) en 3 (gooreerdgronden). Gedurende de eerste zes jaren schommelen de stikstof- en fosfaatvoorraden (fig. 1). Maar in 1979 waren de fosfaatgehalten en -voorraden op alle drie perceelstypen significant hoger dan in 2004 (P<0,05), terwijl de stikstofgehalten en -voorraden significant lager zijn dan in 2004 (P<0,04). Over deze periode van vijftientig jaar heeft begrazing kennelijk niet geleid tot uitmijning van de stikstof- maar wel van de fosfaatvoorraden in de bouwvoor. De daling van de fosfaatverzadigingsgraad uit zich in verlaagde water oplosbare fosfaatfractie (P_w(1:2): fosfaatextractie met een schudverhouding grond/water=1:2), wat wijst op een afname van de makkelijk beschikbare (desorbeerbare) fosfaatfractie (fig. 2a), met name op de stuifzandgronden (perceelstype 1). Voor de vegetatie is daardoor de beschikbaarheid van fosfaat in de bodem afgenomen. De toename van de stikstofvoorraden over de periode 1979-

2004 ligt tussen de 15 en 35 kg N.ha⁻¹.jr⁻¹ wat in orde van grootte overeenkomt met de atmosferische stikstofdepositie. De fosfaatafname bedraagt over dezelfde periode 7-12 kg P.ha⁻¹.jr⁻¹ en kan deels verklaard worden door uitspoeling en deels door opname via vraat.

De droge stofproductie van de vegetatie in de uitgangssituatie is niet bekend, maar varieerde in 2005 op de stuifzandgronden (perceeltype 1) en de gooreerdgronden (perceeltype 3), tussen 1,8 en 2,4 ton per hectare. De N/P- en de N/K-verhouding van het gewas (tabel 2) blijkt in beide perceelstypen kleiner dan 14 resp. groter dan 2,1 te zijn, wat volgens Koerselman & Meuleman (1996) en Olde Venterink et al. (2003) wijst op stikstof en kalium beperkte groei. Dit betekent dat de productie van de vegetatie op zowel de relatief armste stuifzandgronden als de relatief rijkste gooreerdgronden van Cranendonck door kalium en stikstof beperkt is. Dit impliceert dat er nog steeds te veel fosfaat in de bodem aanwezig is om nog lagere productieniveaus te kunnen realiseren.

In Loefvledder werd zowel de bodemlaag

0 - 5 als 5 - 20 cm -mv onderzocht. In de uitgangstoestand was de bodem voor ongeveer 10 - 20 % verzadigd met fosfaat (kader 1). Over een periode van ruim 25 jaar hooilandbeheer daalde de pH-KCl in het oude reservaat van ca 4 naar 3,1 en in het nieuwe van 5,1 naar 4,2. Gesommeerd over de hele bouwvoor was zowel in het nieuwe als in het oude reservaat de fosfaatvoorraad in 2004 hoger dan in 1978 (fig. 3). Deze verschillen konden niet worden getoetst op significantie. Maar na een aanvankelijke daling leek zich al in 1982 een stijgende trend aan te kondigen (Bakker, 1989), die zich blijkbaar tot in 2004 heeft doorgezet. Daarbij veranderde de fosfaatverzadigingsgraad niet wezenlijk, maar werd wel een indicatie voor een dalende trend in de water oplosbare fosfaatfractie ($P_{w(1:2)}$) verkregen (fig. 2b). Hieruit kan worden afgeleid dat er een verschuiving in het fosfaatevenwicht is opgetreden naar de gefixeerde fase.

De stikstofvoorraden zijn sinds 1978 in het oude reservaat toe- en in het nieuwe reservaat afgenomen (fig. 3). De stikstoftoename bedroeg in het oude reservaat ongeveer

20-25 kg N.ha⁻¹.jr⁻¹ en ligt ook hier in dezelfde orde van grootte als de atmosferische stikstofdepositie.

Uit de gewasanalyses blijkt dat de droge stofproductie van het nieuwe reservaat is gedaald van 6 à 7 ton.ha⁻¹ tot 2,7 ton.ha⁻¹. De N/P- en de N/K-verhouding van het gewas (tabel 2) zijn gestegen en wijzen op stikstof- en kaliumbeperkte groei. Uit de nutriëntverhoudingen kan worden herleid dat in het nieuwe reservaat al vanaf het begin sprake moet zijn geweest van stikstofbeperking. Dit betekent dat in het nieuwe reservaat een ontwikkeling is opgetreden van N-beperking naar N- en K co-limitatie. Dit impliceert dat een verdere productieverlaging ook hier vooral door een nog steeds te ruim aanwezig fosfaataanbod wordt verhinderd.

Synthese en conclusies

Hoewel de data-analyse niet sterk statistisch kon worden onderbouwd kunnen in beide terreinen wel enkele trends worden signaleerd die consistent en goed interpreteerbaar zijn.

In beide gebieden is sprake van een sterke

Kader 1. Fosfaatanalyses van bodemmonsters

Er zijn verschillende fosfaatextractiemethoden in omloop ter bepaling van het anorganisch fosforgehalte. Het verschil zit vooral in de agressiviteit van het extractiemiddel, waarmee de vaste fase van de bodem wordt ontsloten voor analyse. In relatieve zin leiden de verschillende methoden tot dezelfde resultaten. Als de ene methode tot relatief lage P-gehalten leidt, dan zal de andere methode dat ook doen.

Ons onderzoek is gebaseerd op de extractie van bodemmonsters met ammoniumoxalaat en water. Daarmee kan zowel het gehalte actieve Fe- en Al-oxiden als het daaraan gebonden fosfor (P_{ox}) worden bepaald (Schwertmann, 1964). Daarnaast is een waterextractie met een grond/water verhouding 1:2 ($P_{w(1:2)}$) gebruikt als een benadering voor de fosfaatconcentratie die in evenwicht is met de vaste fase en makkelijk beschikbaar (desorbeerbaar) is voor de plant. Tenslotte is berekend wat de totale fosfaatvoorraad in de bodem is, ongeacht in welke vorm fosfaat aanwezig is. Daartoe is in het onderzoek een P_{totaal} -analyse als uitgangspunt gekozen.

Bij de analyse van de fosfaattoestand van de bodem is het uitgangspunt geweest dat fosfaat wordt gebonden aan Fe- en Al-oxiden. Daarbij wordt uitgegaan van een evenwicht tussen geadsorbeerd fosfor en fosfaat in de bodemoplossing. De fosfaatverzadigings-index (PSI) wordt berekend volgens (Koopmans, 2004):

$$PSI = P_{ox} / (Al + Fe)_{ox}$$

De PSI kan een maximale waarde van 0,4 à 0,5 bereiken. Er is dan sprake van een adsorptiemaximum (fosfaatverzadigde grond). Een bodem met een PSI van 0,5 is volgens deze definitie dus voor 100 % verzadigd met fosfaat.

De evenwichtsreactie tussen geadsorbeerd (PSI) en opgelost fosfaat, $P_{w(1:2)}$, kan worden beschreven met een Langmuir-

(adsorptie)-isotherm (figuur). In de figuur is, naast de gegevens van Cranendonck en Loefvledder uit de periode 1974 - 2004, ook een aantal gegevens opgenomen afkomstig van recent met drijfmest behandelde maïspcelen in Lankheet (ca 1500 P kg .ha⁻¹ in de laag 0 - 20 cm -mv.). Het verband tussen geadsorbeerd en opgelost fosfaat verloopt niet lineair. Bij verschroming vanuit een min of meer fosfaatverzadigde bodem (het horizontale deel van de isotherm) neemt de concentratie sterk af waarbij de vaste fase nauwelijks afneemt. Dit deel van de isotherm wijst op vrijwel verzadigde omstandigheden, waarbij fosfaat vooral vanuit de gesorbeerde (i.e. reversibel gebonden) fase in oplossing komt en makkelijk beschikbaar is. In het verticale deel van de curve is de fosfaatconcentratie veel sterker gebufferd en verandert de concentratie nog maar langzaam: in dit deel van de curve is een langzame diffusiereactie verantwoordelijk voor het slechts moeizaam in oplossing komen van de gefixeerde (quasi-irreversibele) fosfaatfractie (Koopmans et al., 2004). In dit deel van de curve is de fosfaatbeschikbaarheid gering. Hoewel de absolute fosfaatgehalten van Loefvledder en Cranendonck elkaar niet veel ontslopen, is door de hoge Fe- en Al-gehalten in Loefvledder de fosfaatverzadigingsgraad laag.

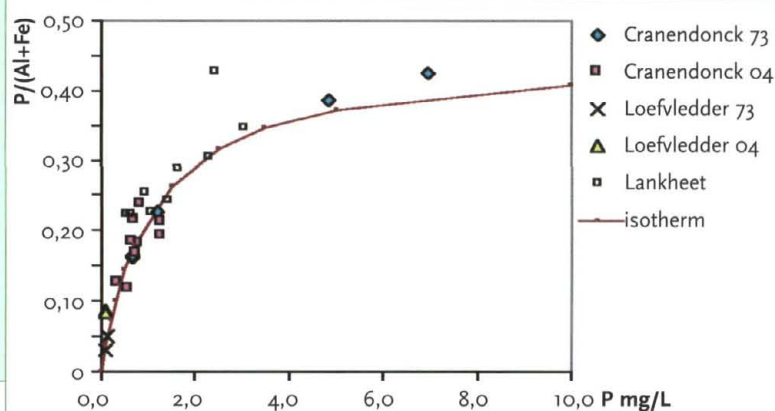




Foto 2. Ontwikkeling van vochtige heischrale graslanden in Loefvledder

productiedaling van het gewas. Op het oude reservaat van Loefvledder na is daarbij sprake van een toename van de stikstofvoorraden in de bouwvoor. De gemiddelde jaarlijkse toename van de stikstofvoorraden ligt in dezelfde grootteorde als de jaarlijkse atmosferische stikstofdepositie.

Het is merkwaardig dat in Cranendonck sprake is van een fosfaatverarming van de bouwvoor, maar in Loefvledder van een -verrijking. Dit lijkt gegeven het gevoerde beheer niet logisch. Bij maaien en afvoeren van het hooi, zoals in Loefvledder, zou eerder een daling van de fosfaatvoorraad van de bouwvoor mogen worden verwacht. De geconstateerde toename in Loefvledder lijkt slechts te kunnen worden verklaard uit een herallocatie van fosfaat uit diepere bodemlagen via een nutriëntenpomp (Bakker, 1989). Uit aanvullend onderzoek in 2005 bleek dat in de bodemlaag 20 - 80 cm -mv van de percelen in Loefvledder nog een fosfaatvoorraad voorkomt van rond de 500 kg P.ha⁻¹ (Kemmers et al., 2005). Ook Klooker et al. (1999) stelden nog hoge fosfaatgehalten vast in de dagzomende horizont van percelen waar de bouwvoor werd verwijderd.

De bodem van Loefvledder is bijzonder rijk aan ijzer dat via toestromend grondwater werd aangevoerd. In Cranendonck zijn de gronden uitgelopen en zeer arm aan ijzer (Kemmers et al., 2005). Dit verschil in ijzerrijkdom maakt dat de fosfaatadsorptiecapaciteit van de bodem (kader 1) in Cranendonck veel geringer is en dat daar de fosfaatverzadigingsgraad juist veel hoger is dan in Loefvledder. Dit ondanks het feit dat in 2004 de fosfaatvoorraden van Cranendonck in absolute zin lager zijn dan die van Loefvledder. Juist de hoge fosfaatverzadiging maakt dat de fosfaatconcentratie in het bodemvocht van de percelen in Cranendonck hoog is. Fosfaat is daardoor mobiel, waardoor het veel makkelijker uitspoelt dan in bodems met een lage fosfaatverzadiging en -beschikbaarheid.

Uiteraard zal een deel van het fosfaat zijn opgenomen door het vee en als dierlijke biomassa of als mest, dat op andere plaatsen is gedeponeerd, zijn afgevoerd. Maar ook opvallend is dat op de wat rijkere gronden van Loefvledder een daling van de C/P waarden van de organische stof blijkt te zijn opgetreden in tegenstelling tot op de arme gronden van Cranendonck. Een belangrijk deel van het fosfaat wordt kenmerkend door een actiever bodemleven in Loefvledder (minder extreme droogten) ingebouwd in organische stof en geïmmobiliseerd. Dit suggereert dat micro-organismen in de wat rijkere bodems voor hogere planten geduchte concurrenten om voedingsstoffen kunnen zijn. Verschillen in bodemeigenschappen vormen dus kennelijk een belangrijke verklaring voor het verschillende fosfaatgedrag in beide gebieden. De ontwikkeling in droge stofproductie en elementgehalten van het gewas suggereren dat in de eerste decennia van natuurontwikkeling de betekenis van fosfor als beperkende voedingsstof voor de productie ondergeschikt lijkt aan die van stikstof en kalium, ongeacht het gevoerde beheer. De resultaten geven aan dat voor nog verdere daling van de productiviteit de fosfaatgehalten en -voorraden verder omlaag

zouden moeten, zowel in Cranendonck als in Loefvledder. In beide gebieden hebben zich al wel soorten gevestigd die kenmerkend zijn voor het betreffende natuurdoeltype, maar nauwelijks doelsoorten. Mogelijk is het geringe aantal echte doelsoorten toe te schrijven aan een dispersieprobleem, omdat doelsoorten van het doeltype vaak geen persistente zaadvoorraad hebben (Tamis et al., 2004).

Eén van de doelen van extensieve begrazing op verlaten landbouwgronden is om op landschapsschaal een gevarieerd mozaïek tot stand te brengen met plaatselijk struweel- en bosontwikkeling (Kuiters, 2004). Uit literatuuronderzoek (Kemmers et al., 2005) blijkt dat in oudere boscossystemen van de rijkere zandgronden (Wintereiken-Beukenbos) eenzelfde hoeveelheid fosfaat in kringloop is als die welke in recente fosfaatverzaadigde zandgronden van landbouwpercelen zoals in Lankheet (figuur in kader 1) ligt opgeslagen. Dit is een niveau dat een factor 1,5 à 2 hoger is dan in Cranendonck en vergelijkbaar is met de voorraad in Loefvledder. Dit impliceert dat in matig tot sterk fosfaatverrijkte gronden evenveel tot minder fosfaat ligt opgeslagen dan in oudere boscossystemen circuleert. Extensieve beweiding lijkt een geschikte beheersvorm om fosfaat

perceelstype	N	P g/100g	K	droge stof g/m ²	N/P	N/K g/g	K/P	limitatie
1 Gem. (n=3) se	1,29 0,06	0,17 0,00	0,55 0,06	176,65 0,65	7,39 0,34	2,40 0,16	3,12 0,35	N+K
3 Gem. (n=3) se	1,66 0,27	0,23 0,05	0,61 0,09	235,29 50,83	7,36 0,46	3,06 1,06	2,99 0,86	N+K
jaar	Loefvledder (nieuwe reservaat)							
1975	1,31	0,5	0,67	625	2,6	1,96	1,3	N
1983	1,49	0,52	1,08	723	2,9	1,38	2,1	N
1999	1,89	0,44	0,38	269	4,3	4,97	0,9	K, K+N

Tabel 2. Gemiddelde en standaardfout (se) van elementgehalten, -verhoudingen en droge stofproductie van het gewas in perceelstypen 1 (stuifzandgronden) en 3 (gooreerdgronden) van Cranendonck in 2005 en in het nieuwe reservaat van Loefvledder in de periode 1975 - 1999. Limiterende factoren zijn gebaseerd op Olde Venterink et al.(2003).

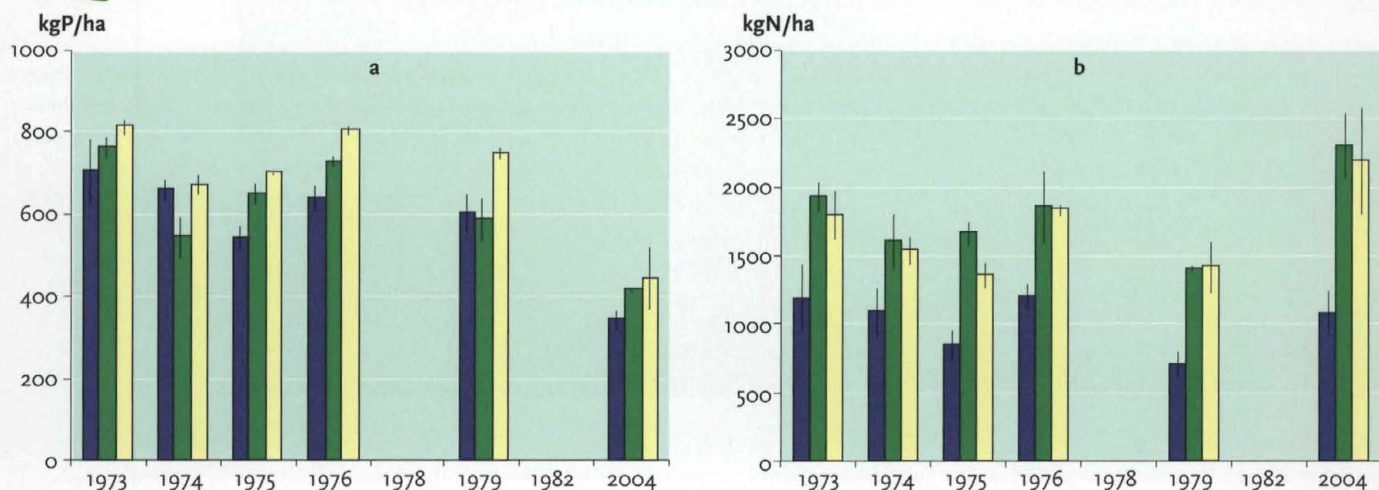


Fig. 1. Voorraden totaal fosfor (a) en stikstof (b) in de bouwvoor (0 - 20 cm -mv) per perceeltype in de periode 1973 - 2004 in Cranendonck. In 2004 is de fosfaatvoorraad in alle drie perceeltypen significant lager ($P < 0,04$) en de stikstofvoorraad significant hoger ($P < 0,05$) dan in 1979.

■ perceeltype 1 (n=3): stuifzandgronden
 ■ perceeltype 2 (n=3): podzolgronden
 ■ perceeltype 3 (n=3): gooreerdgronden

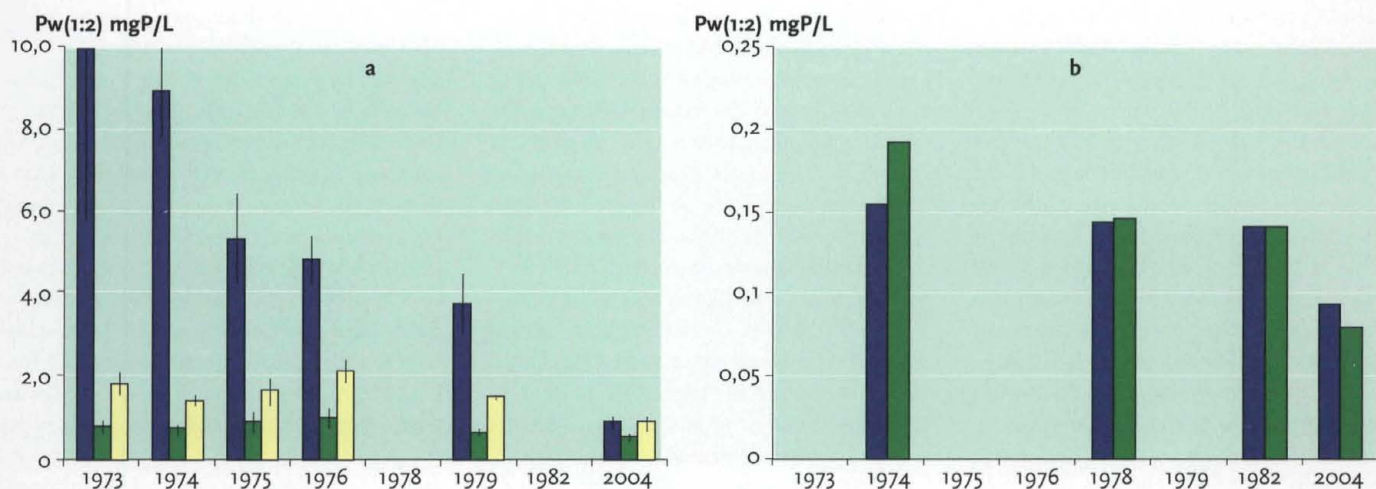


Fig. 2. Water oplosbare fosfaatfractie, Pw(1:2), in de bouwvoor (0 - 20 cm -mv) van Cranendonck (a) en Loefvledder (b) over de periode 1973 - 2004.

■ perceeltype 1 (n=3): stuifzandgronden
 ■ perceeltype 2 (n=3): podzolgronden
 ■ perceeltype 3 (n=3): gooreerdgronden

■ Loefvledder oud (n=1)
 ■ Loefvledder nieuw (n=1)

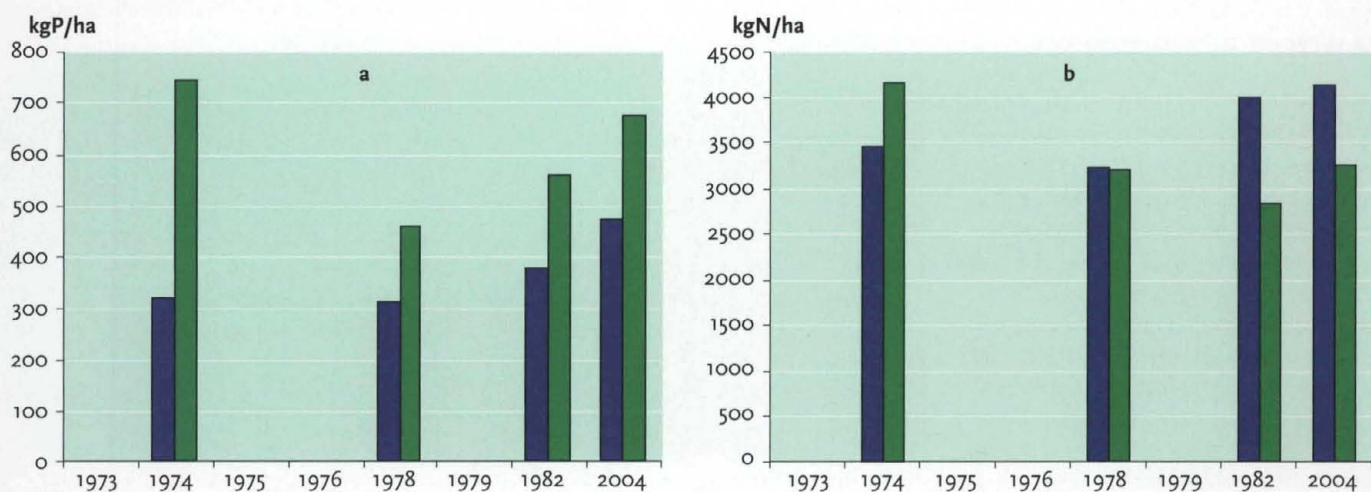


Fig. 3. Voorraden totaal fosfor (a) en stikstof (b) in de bouwvoor (0 - 20 cm -mv) in het oude en nieuwe reservaat van Loefvledder over de periode 1974 - 2004.

■ Loefvledder oud (n=1)
 ■ Loefvledder nieuw (n=1)

weer in kringloop te brengen en, indien gewenst, bosontwikkeling te stimuleren.

Geconcludeerd kan worden dat op voormalige landbouwpercelen zonder afgraven van een bouwvoor, die voor 40 tot 90 % verzadigd is met fosfaat, via extensieve begrazing binnen 30 jaar een droog schraalgrasland als natuurdoeltype kan worden ontwikkeld met soorten die behoren tot de Koelerio-Corynephoretea. Via maaien en afvoeren blijkt dat zonder afgraven van een bouwvoor die voor 10 - 20 % verzadigd is met fosfaat binnen 30 jaar een schraalgrasland als natuurdoeltype kan worden ontwikkeld met soorten van het Nardo-Galion saxatilis en met een opbrengst van ca 2 ton ds.ha⁻¹.jr⁻¹. Hierbij moet worden aangetekend dat zich in het nieuwe reservaat vrijwel geen soorten van het doeltype hebben gevestigd. Dit kan o.a. worden toegeschreven aan het ontbreken van deze soorten in de zaadvoorraad.

Praktijkrelevantie

Uit ons onderzoek concluderen wij dat ook zonder afgraven van fosfaatverrijkte gronden kennelijk schrale graslanden tot ontwikkeling kunnen komen. Het gevoerde beheer lijkt daarbij ondergeschikt aan de bodemeigenschappen in relatie tot fosfaatverschraling. Daarbij willen we benadrukken dat het zinloos is absolute waarden voor gewenste fosfaatgehalten van de bodem voor natuurontwikkeling aan te geven. Het gaat om relatieve waarden: fosfaatgehalten in relatie tot ijzer- en aluminiumgehalten, ook wel de fosfaatverzadigingsindex genoemd. Wel lijkt het van belang maatregelen te nemen die de kolonisatie van karakteristieke planten-(doel)soorten, indien gewenst, via dispersie van zaden mogelijk maakt.

Het is verder aan te bevelen de natuurdoelstelling voor voormalige landbouwgronden te heroverwegen, gegeven de kanttekeningen die bij afgraven kunnen worden gemaakt. Waarom de natuur niet zijn gang laten gaan en via extensieve begrazing mozaïekvormige gebieden tot ontwikkeling laten komen met plaatselijk rijke bossen, met als achterliggend doel het fosfaat weer in kringloop te brengen. Een kritische evaluatie van het ontgronden van voormalige landbouwgronden op zandige, leemarme bodems als inrichtingsmaatregel lijkt daarom wenselijk.

Literatuur

- Bakker, J.P., 1989.** Nature Management by Grazing and Cutting. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Bakker, J.P., J.A. Elzinga & Y. de Vries, 2002.**

Effects of long-term cutting in a grassland system: perspectives for restoration of plant communities on nutrient poor soils. *Applied Vegetation Science* 5: 107 - 120.

Bal, D., H.M. Beijer, M. Fellingner, R. Haveman, A.J.F.M. Opstal & F.J. van Zadelhof, 2001.

Handboek Natuurdoeltypen; tweede geheel herziene editie. Expertisecentrum LNV, Wageningen.

Chardon, W.J. & F. Sival, 2003. Fosfaat: knelpunt voor realisering EHS op voormalige landbouwgronden ? *De Levende Natuur* 104(6): 267 - 271.

Kemmers Rolf, Loek Kuiters, Bas van Delft, Pieter A. Slim, Jan P. Bakker & Yzaak de Vries, 2005. Haalbaarheid natuurdoelen op fosfaatverrijkte gronden; Dertig jaar natuurontwikkeling op voormalige landbouwgronden. Alterra-rapport 1040. Alterra, Wageningen.

Klooker, J., R. Van Diggelen & J.P. Bakker, 1999. Natuurontwikkeling op minerale gronden. Ontgronden: nieuwe kansen voor bedreigde plantensoorten. Laboratorium voor Plantenecologie, Rijksuniversiteit Groningen.

Koerselman, W. en A. Meuleman, 1996. N:P ratio's en nutriëntenbeperking. *Landschap* 13: 273 - 283.

Koopmans, G.F., 2004. Characterization, desorption, and mining of phosphorus in non-calcareous sandy soils. Proefschrift. Wageningen Universiteit, Wageningen.

Koopmans, G.F., W.J. Chardon, P.A.I. Ehler, J. Dolfing, R.A.A. Suurs, O. Oenema & W.H. van Riemsdijk, 2004. Phosphorus availability for plant uptake in a phosphorus-enriched noncalcareous sandy soil. *Journal of Environmental Quality* 33: 965 - 975.

Kuiters, A.T., 2004. Ontwikkeling van mozaïeklandschappen onder invloed van begrazing. Een drietal casestudies. Alterra-rapport 1105. Alterra, Wageningen.

Laar, J.A.J. van de & P.A. Slim, 1979. Veranderingen in flora en vegetatie van de verlaten landbouwgronden in het CRM-reservaat Baronie Cranendonck na vijf jaar begrazing door IJslandse pony's (1972-1977). *RIN-rapport* 79/13. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum.

Olde Venterink, H., M.J. Wassen, A.W.M. Verkerst & P.C. de Ruiter, 2003. Species richness-productivity patterns differ between N-, P- and K-limited wetlands. *Ecology* 84: 2191 - 2199.

Oosterveld, P., 1976. Integratie van voormalige landbouwgronden d.m.v. een extensief grasbeheer met IJslandse pony's in de Baronie Cranendonck. *Contactblad voor Oecologen* 12: 99 - 109.

Schwertmann, U., 1964. Differenzierung der Eisenoxide des Bodens durch Extraction mit Ammoniumoxalaat-Lösung. *Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde* 105: 194 - 202.

Sival, F.P., W.J. Chardon & M.M. van der Werff, 2004. Natuurontwikkeling op voormalige landbouwgronden in relatie tot de beschikbaarheid

van fosfaat: de evaluatie van verschralingsmaatregelen. Alterra-rapport 951. Alterra, Wageningen.

Tamis, W.L.M., R. van der Meijden, J. Runhaar, R.M. Bekker, W.A. Ozinga & I. Hoste, 2004. Standaardlijst van de Nederlandse flora 2003. *Gorteria* 30: 101 - 195.

Summary

Is top soil removal a prerequisite for nature rehabilitation from agricultural soils?

Two time series of nature rehabilitation from abandoned agricultural land on sandy soils were analyzed on vegetation and soil development over a period of 30 years. Both study sites are positioned in the upper course of brook valley systems of the Pleistocene sandy regions. In the initial situation the soils were strongly enriched with phosphates. In both study sites the top soils were not removed in order to deplete the excess of nutrients. The sites were managed by extensive grazing (Cranendonck) and by cutting and removal of grass (Loefvleder). Under both management strategies the productivity of the sward decreased and a clear shift of species from nutrient-rich to nutrient-poor soil conditions became apparent. Several species belonging to the aimed 'target' vegetation type have been recorded, but the real 'sensitive' species did not yet establish or could not be observed in the soil seed bank. The productivity of the vegetation in both study sites is restricted by potassium and/or nitrogen. Nitrogen in the top soil increased due to atmospheric deposition at both sites, whereas at Loefvleder an increase of phosphorus could be observed, probably attributed to the occurrence of a nutrient pump. From our study we conclude that rehabilitation of low productive grasslands from phosphorus-enriched agricultural soils is possible without top soil removal. A depleted soil seed bank probably is the main reason that target species have not yet established. We suggest to reconsider top soil removal and to give way to forest development as an alternative destination for abandoned agricultural fields on loam-poor sandy soils.

Drs. R.H. Kemmers, dr. A.T. Kuiters & ing. P.A. Slim
 Alterra. Wageningen Universiteit en Researchcentrum
 Postbus 47, 6700 AA Wageningen
 e-mail: rolf.kemmers@wur.nl

Prof.dr. J.P. Bakker
 Community and Conservation Ecology Group
 Rijksuniversiteit Groningen
 Postbus 14, 9750 AA Haren
 e-mail: j.p.bakker@rug.nl