



Nick van Eekeren, Goaitske Iepema & Frans Smeding

Hoge fosfaatgehalten in bodems van voormalige landbouwgronden staan een snelle natuurontwikkeling in de weg. Het huidige verschrallingsbeheer leidt op korte termijn niet tot de gewenste fosfaatverschralling. Het Overlegplatform Duinboeren en het Louis Bolk Instituut hebben in samenwerking met Vereniging Natuurmonumenten de mogelijkheden van 'uitmijnen' getoetst in het natuurontwikkelingsgebied het Hengstven.

Natuurherstel in grasland door klaver en kalibemesting

Ten behoeve van de Ecologische Hoofdstructuur moet tot 2018 ruim 150.000 ha nieuwe natuur gerealiseerd worden (van Duuren et al., 2003; LNV, 1990). Deze natuurontwikkeling vindt grotendeels plaats op voormalige landbouwgronden. Bodems van landbouwpercelen in Zuid- en Oost-Nederland hebben vaak een hoog fosfaatgehalte als gevolg van jarenlange bemesting. Dit beperkt de kansen voor natuur bij herstelbeheer. Want natuurdoeltypen (Bal et al., 2001) van soortenrijke vegetaties op zandgrond zijn gebonden aan een laag fosfaatgehalte (Chardon & Sival, 2003; Sival et al., 2004). Voor succesvolle natuurontwikkeling dient op basis van onderzoeksgegevens het fosfaatgehalte in de doorwortelbare zone lager te zijn dan 5 mg P_2O_5 100 g⁻¹ grond met P-Al extractie (Sival & Chardon, 2002; Lamers et al., 2005; Chardon et al., 2005). Volgens Lamers et al. (2005) is de totale fosfaatvoorraad in deze situatie ca 23 mg per 100 gram grond. In natuurgebieden lijkt de P-Al nogal eens hoger te liggen dan de streefwaarde. Metingen in tien halfnatuurlijke graslanden op zandgrond (RIVM, ongepubliceerde cijfers) varieerden tussen 4 en 108 mg P_2O_5 100 g⁻¹ grond met een gemiddelde waarde van 27. Echter in heide en heischrale vegetaties bleek de P-Al wel laag te zijn: 1,5 tot 4 mg P_2O_5 100 g⁻¹ grond.

Naast de nadelen bij herstelbeheer geven gronden met een hoge fosfaattoestand ook het risico dat er fosfaat lekt naar het oppervlakte- en grondwater. Dit kan leiden tot tegenvallende resultaten bij bijvoorbeeld de aanleg en restauratie van vennen en beekbegeleidend hooiland. Lekken van fosfaat vanuit voormalige landbouwgronden zou voorkomen kunnen worden door verlaging van hun fosfaattoestand.

Uitmijnen

Uitmijnen is naast afgraven de belangrijkste methode om de fosfaattoestand in natuurgebieden te verlagen (Sival & Chardon, 2002). Uitmijnen is een versterkte verschralling door middel van een gewas waarvan de productie op peil wordt gehouden opdat de afvoer van het doelnutriënt maximaal is. Uit potproeven blijkt dat uitmijnen heel effectief kan zijn om fosfaat in de bovenste bodemlaag te verminderen (Koopmans, 2004). Maar onderzoeksresultaten uit praktijksituaties zijn helaas nog schaars. Juist vanuit de praktijk kwam in 2001 de dringende vraag om deze oplossingsrichting te toetsen.

Pilot Hengstven

In het Hengstven is fosfaatverschralling noodzakelijk voor de ontwikkeling van voedselarme natuurdoeltypen. In 2002 hadden de podzolgronden in het gebied, P-Al waarden van 33 - 135 mg P_2O_5 100 g⁻¹ grond met een fosfaatverzadigingsgraad van 0,36 - 1,25 (van Eekeren et al., 2006a). Gronden met een fosfaatverzadiging boven de 0,25 hebben het risico dat fosfaat lekt naar oppervlakte- en grondwater. Het Hengstven is eigendom van de Vereniging Natuurmonumenten en ligt aan de zuidkant van het Nationaal Park de Loonse en Drunense Duinen (kader 1). Melkveehouders van het Overlegplatform Duinboeren beheren momenteel het gebied in afwachting van de uitvoering van het inrichtingsplan (kader 2). Natuurmonumenten stelt daarbij de voorwaarde dat de gronden volgens de biologische (SKAL) richtlijnen worden beteeld. Op het grasland mag alleen maar vaste mest worden opgebracht.

Bij het beheer van het Hengstven onderzochten de veehouders dat de productie

van ingezaaide grasklaverweiden op ex-bouwland na twee jaar inzakte. Meting van de bemestingstoestand op deze percelen wees naast de hoge fosfaattoestand op een lage kalistoestand. De lage kalistoestand werd veroorzaakt door de hoge afvoer van kali via het maaibeheer plus de gemakkelijke uitspoeling op zandgrond die niet werd gecompenseerd via de opgebrachte vaste mest. Een lage kalistoestand limiteert sterk de groei van klaver (van Eekeren et al., 2005). Hierdoor vermindert de absolute stikstofbinding via de vlinderbloemigen. Vervolgens blijft de totale productie van de grasklaverweiden achter bij de potentiële productie zodat ten slotte het uitmijnen van fosfaat stagneert.

Witte klaver met kalibemesting

Om de productie en de fosfaatafvoer op peil te houden zijn de veehouders overgegaan tot inzaai van een mengsel van gras en Witte klaver gecombineerd met een kalibemesting. Ter toetsing van het 'gras-klaver met kali'-concept voor het uitmijnen van fosfaat is een proef aangelegd op een voormalig bouwland van 4 ha; een veldpodzol met een gemiddelde hoogste grondwaterstand 40-80 cm onder het maaiveld en laagste van 120-180 cm onder het maaiveld. Dit perceel is in het voorjaar 2002 ingezaaid. Er liggen proefveldjes van 4x10 m in varianten met en zonder kalibemesting in 4 herhalingen. Het perceel rond de proef wordt ook met kali bemest. De bemesting betreft patentkali die is toegestaan binnen de biologische richtlijnen. Belangrijke vragen van de Duinboeren en Natuurmonumenten betroffen de afname van de fosfaat-voorraad, de gewasopbrengst en de waarde van dit type overgangsbeheer voor de natuur-ontwikkeling in het gebied. In het experiment zijn daarom behalve de afvoer van fosfaat met het gewas ook de vegetatie-samenstelling en bodemtoestand geanalyseerd (kader 3).

Effect op fosfaattoestand

In de proef produceerde de variant met kalibemesting na 3 jaar bijna het dubbele van de variant zonder kalibemesting (fig. 1). Door de kalibemesting blijft de klaverproductie inderdaad op peil en wordt vervolgens de totale productie aangejaagd door de stikstofbinding van de klaver (foto 1). Het verschil in fosfaatafvoer tussen de beide bemestingsvarianten is echter in verhouding kleiner: gemiddeld 95 respectievelijk 79 kg P₂O₅ ha⁻¹ per jaar met en zonder kalibemesting (fig. 2). De oorzaak is dat er



Foto 1. Klaver reageert sterk op kalibemesting. Overal waar geen kali is bemest valt de klaver weg.

Foto 1a. Kalitekort op Witte klaver (*Trifolium repens*) is zichtbaar aan de gele puntjes op oudere bladen.

Tabel 1. Fosfaatbalans in bodemlaag van 0 - 10 cm in kg P₂O₅ ha⁻¹ in een experiment met gras met Witte klaver en kalibemesting op het Hengstven van 2003 tot 2005 (standaarddeviatie).

	Zonder kalibemesting	Met kalibemesting
Gemeten P-totaal 2003	1018 (101)	1018 (101)
Gemeten P-totaal 2005	595 (58)	558 (69)
Werkelijke afname per jaar	141	153
Afvoer in gewas per jaar	79 (5,0)	95 (5,2)
Verskil per jaar	62	58

Kader 1. Het Hengstven

Het Hengstven (225 ha) is een natuurontwikkelingsgebied, gelegen aan de zuidkant van het Nationaal Park de Loonse en Drunense Duinen. Voordat het gebied in de jaren dertig is ontgonnen, waren in het gebied een drietal vennen aanwezig die omringd werden door vochtige heide. De gronden in het gebied zijn merendeel veldpodzolen (foto 3) met een gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG) van 40-80 cm onder het maaiveld en een laagste grondwaterstand (GLG) van 120-180 cm onder het maaiveld. Ter plaatse van voormalige vennen is de GHG 25-40 en GLG 80-120 cm -mv. Het streefbeeld is een halfnatuurlijk open landschap met een mozaïekachtige structuur van vennen, grazige vegetaties en opgaande begroeiingen van ruigten, struweel en een enkel bosje. De historische kamptonginningen worden hierin opgenomen als percelen hooi- en akkerland. Deze percelen zijn belangrijk als foerageergebied en als schakel met het natuurgebied 'de Brand'.

In het Hengstven zullen de natuurlijke geomorfologie en hydrologie sturend zijn voor de ecologische ontwikkeling. In de laagste delen worden weer vennen aangelegd die in contact zullen staan met het grondwater en zich kenmerken door een sterk fluctuerende waterstand. Door de afwisseling van inundatie en droogval en de invloed van zwak gebufferd grondwater zullen vegetatietypen ontstaan met o.a. Oeverkruid en Moerashertshooi. Rondom de vennen komen vochtige schraalgraslanden, natte heide en heischrale graslanden. Doelsoorten zijn hier Veldrus, Blauwe zegge, Gagel, Bruine en Witte snavelbies, Veenbies, Kleine en Ronde zonnedaauw, Klokjesgentiaan, Grondster, Moeraswolfsklauw en Beenbreek (Anoniem, 2004).

Opbrengst (ton droge stof per hectare)

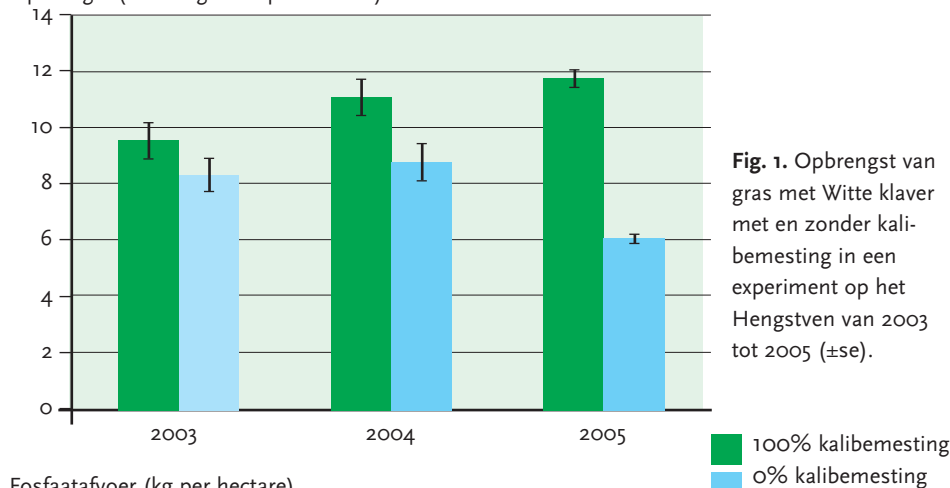


Fig. 1. Opbrengst van gras met Witte klaver met en zonder kalibemesting in een experiment op het Hengstven van 2003 tot 2005 ($\pm$ se).

Fosfaatafvoer (kg per hectare)

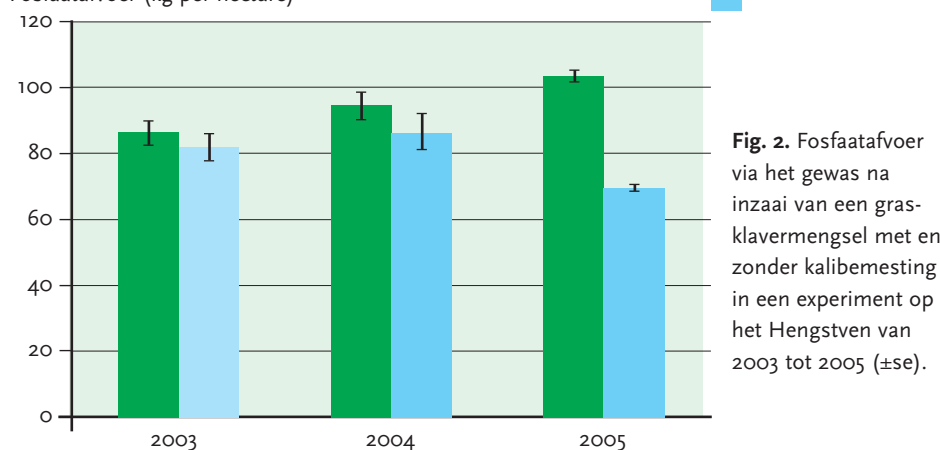


Fig. 2. Fosfaatafvoer via het gewas na inzaai van een gras-klavermengsel met en zonder kalibemesting in een experiment op het Hengstven van 2003 tot 2005 ($\pm$ se).

Kader 2. Grondgebruikersbank

In de schil rond het Nationaal Park Loonse en Drunense Duinen zijn de agrarische ondernemers verenigd in het Overlegplatform Duinboeren. Samen met Vereniging Natuurmonumenten hebben de Duinboeren een grondgebruikersbank opgezet. Via de bank worden de gronden onder de boeren verdeeld. Via een puntenstelsel krijgen boeren punten toebedeeld wanneer zij in hun bedrijfsvoering rekening houden met natuur en landschap. Hoe meer punten een boer heeft, hoe meer kans hij maakt op grond. De bank houdt ook toezicht op de voorwaarden voor gebruik van de grond.

Tabel 2. Talrijke plantensoorten (>1% bedekking) in grasland op het Hengstven: het perceel (4 ha) met gras-klaver en kalibemesting rond de proef t.b.v. fosfaat uitmijnen in vergelijking met een controleperceel (3,5 ha) oud grasland met 'traditioneel' verschrallingsbeheer.

Kenmerkende soort	Gras-klaver	Oud grasland	Nederlandse naam	bedekking
<i>Poa annua</i>	2		Straatgras	1 = 1-5%
<i>Stellaria media</i>	1		Vogelmuur	2 = 5 - 12%
<i>Lolium perenne</i>	5	2	Engels raaigras	4 = 25 - 50%
<i>Trifolium repens</i>	4	2	Witte klaver	5 = >50%
<i>Rumex obtusifolius</i>	1	1	Ridder/kruhzuring	
<i>Elymus repens</i>	1	1	Kweek	
<i>Holcus lanatus</i>	1	4	Gestreepte witbol	
<i>Taraxacum officinale</i>	1	2	Paardebloem	
<i>Poa trivialis</i>		2	Ruw beemdgras	
<i>Agrostis stolonifera</i>		2	Fioringras	
<i>Bromus hordeaceus</i>		2	Zachte Dravik	
<i>Ranunculus repens</i>		2	Kruipende boterbloem	
<i>Rumex acetosa</i>		2	Veldzuring	
<i>Alopecurus pratensis</i>		1	Grote vossestaart	
<i>Poa pratensis</i>		1	Veldbeemdgras	
<i>Ranunculus acris</i>		1	Scherpe boterbloem	
<i>Hypochaeris radicata</i>		1	Gewoon biggekruid	
<i>Lotus corniculatus</i>		1	Gewone rolklaver	

zonder kalibemesting een verhoging optreedt van het fosforgehalte in het gewas. Gezien resultaten uit ander onderzoek is de verwachting dat na meerdere jaren zonder kalibemesting de droge stofproductie en de fosfaatafvoer nog sterk zullen dalen. Pegtel et al. (1996) vonden in het stroomdal van de Drentse Aa een fosfaatafvoer van 14 kg P_2O_5 ha⁻¹ per jaar op gronden die 7 jaar of langer, verschraald werden. In het Loefvledder (Anlo, Dr.) daalde de fosfaatafvoer tussen 1975 en 1999 van ca 71 naar 28 kg P_2O_5 ha⁻¹ per jaar, terwijl de jaarlijkse gewasproductie in het natuurgebied Cranendonck na 25 jaar verschralling nog maar 12 kg P_2O_5 ha⁻¹ per jaar bedraagt (Kemmers et al., 2006). In de proef vertoonden beide varianten een duidelijke afname van de fosfaatvoorraad in de bodem. Tussen de varianten zijn de verschillen nog klein. De gemiddelde afname bedroeg over drie jaar zonder en met kalibemesting respectievelijk 141 en 153 kg P_2O_5 ha⁻¹ per jaar (tabel 1). In de balans valt op dat er naast de fosfaatafvoer via gewas ook nog bijna 60 kg P_2O_5 ha⁻¹ verdwenen is. Dit wijst op lekkage van fosfaat naar diepere grondlagen.

Op basis van de P-balans in de laag 0-10 cm is op de proefvelden met kalibemesting in 2006 de P-Al streefwaarde voor voedselarme grazige vegetaties bereikt. De P-totaal streefwaarde wordt naar verwachting in 2008 bereikt. Het bereiken van de streefwaarde in de gehele bouwvoor (0-30 cm) zal op basis van de proefresultaten 9 tot 18 jaar duren. Deze voorspelling gaat uit van een afvoer via het gewas (grasklaver met kalibemesting) van 90 kg P_2O_5 ha⁻¹ per jaar plus het lekken naar diepere grondlagen van 10 kg P_2O_5 ha⁻¹ per jaar.

Effect op vegetatie en bodemleven

In de proefvelden met het ingezaaide gras en Witte klaver kwamen in 2005, 6 - 8 plantensoorten per 40 m² voor, en in totaal ca 10 soorten. Dit soortenaantal is duidelijk lager dan de drempelwaarde van 15 per 25 m² in het botanisch basispakket voor agrarisch en particulier natuurbeheer. De kalibemesting had na drie jaar geen meetbaar effect op de vegetatiesuccessie. Op een niet ingezaaid controleperceel van 3,5 ha met 'traditioneel' verschrallingsbeheer van maaien en afvoeren werden ca 22 soorten geteld. Dit controleperceel werd gekenmerkt door Gestreepte witbol (tabel 2; foto 2) en bevatte in kleine hoeveelheden ook indicatoren van schraal grasland zoals Gewoon biggekruid en Gewone rolklaver.

'Gras-klaver met kali' leidde op korte termijn tot een voedselrijk grasland met triviale soorten. In een inzaaioproef in Enter (Ov.) met de halve dosering aan gras en witte klaverzaad werd na drie jaar het aantal van 15 overblijvende soorten per 25 m² bereikt (Smeding & van Eekeren, 2006). Op het perceel met grasklaver en kali-bemesting rond de proef trad een toename op van de biomassa van regenwormen van 125 kg ha⁻¹ in 2003 naar 906 kg ha⁻¹ in 2005 (meest *Allobophora caliginosa* en *Lumbricus rubellus*). Vanuit de buitenlandse literatuur is bekend dat grasklaver meer wormen genereert dan gras (Sears, 1950; Yeates et al., 1998). Hogere wormenaantallen onder grasklaver in vergelijking met gras zijn ook gevonden in een proef langs de IJssel. Hier ging de aanwezigheid van Witte klaver gepaard met een verdubbeling van het aantal regenwormen (van Eekeren et al., 2006b).

Perspectief

Het driejarige experiment in het Hengstven toont aan dat gras met Witte klaver de fosfaatafvoer op een hoog peil kan houden. Berekeningen voor het proefperceel geven aan dat de streefwaarde voor fosfaatbeschikbaarheid in de laag 0 - 30 cm binnen 10 jaar gehaald kunnen worden en voor P-totaal binnen 20 jaar. In vergelijking hiermee zal op gronden met een sterkere fosfaatbinding, de streefwaarde voor fosfaatbeschikbaarheid sneller gehaald worden, maar de streefwaarde voor P-totaal relatief langer duren. Gezien de meestal meerjarige overgangperiode tussen de verwerving van landbouwgronden en start van herinrichting liggen hier mogelijkheden voor effectieve toepassing van het concept van 'gras-klaver met kalibemesting'. Anders dan met afgraven, kan er meteen na aankoop van een gebied mee begonnen worden. Tijd is hierbij belangrijk, omdat des te langer er gewacht wordt met uitmijnen, des te meer fosfaat er lekt naar diepere grond-



Foto 2. 'Traditioneel' verschrallingsbeheer op het Hengstven. Foto 2a. Gestreepte witbol (*Holcus lanatus*) is kenmerkend voor percelen met traditioneel verschrallingsbeheer van maaïen en afvoeren (foto: Saxifraga-Jan van der Straaten).



lagen. Na weglekken kan fosfaat met uitmijnen of afgraven niet meer bereikt worden en beïnvloedt het dus onafwendbaar de kwaliteit van het grondwater. Dit pleit er voor om uitmijnen in eerste instantie zo breed mogelijk in te zetten. Dus ook op percelen waar uitmijnen zeer lang kan gaan duren vanwege hoge voorraden beschikbaar fosfaat of op percelen waarin de botanische doelstelling het niet vereist, maar waar het fosfaat wel het oppervlaktewater kan beïnvloeden. Een positief aspect hierbij is dat het maaïsel dat vrijkomt bij het uitmijnen een kwalitatief goed ruwvoer is en dus van waarde is voor de veehouderij. Hierdoor kan het beheer in samenwerking met agrariërs plaatsvinden waardoor de natuurorganisatie kan besparen op de kosten van maaïen en afvoeren. Het uitmijnen levert op korte termijn geen botanische natuurwaarde op. De ontwikkeling richting schraalgrasland staat tijdelijk stil. Waarschijnlijk kan de achterstand later weer ingelopen worden als er voldoende

kansen zijn voor soorten om het gebied te bereiken danwel nog als zaden in de zaadvoorraad aanwezig zijn. Het is dan ook de verwachting dat op de langere termijn de gewenste soortenrijkdom op fosfaatrijke percelen door uitmijnen wel bereikt kan worden, terwijl de vegetatieontwikkeling via een 'traditioneel' verschrallingsbeheer blijft steken vanwege de resterende fosfaatvoorraad in de bodem. Deze laatste bewering is vooral nog hypothetisch, want ze kan op dit moment niet worden onderbouwd met cijfers van de pilot in het Hengstven of uit de literatuur.

Een perceel met gras en Witte klaver levert weliswaar tijdelijk geen botanische waarde maar kan als een voedselrijk perceel temidden van voedselarme terreinen wel belangrijk zijn als foerageergebied voor vogels en zoogdieren.

Literatuur

Anoniem, 2004. Ecologisch herstel Hengstven. Uitwerking inrichtingsplan op basis van ecohydrologisch vooronderzoek. Ecohydrologisch adviesbureau Bell Hullenaar, Zwolle.

Bal, D., H.M. Beijer, M. Fellingner, R. Haveman,

Kader 3. Bemonstering en analysemethode

Voordat het perceel met de proef werd gemaaid door de veehouder zijn met een 2-wiel tractor uitgerust met een vingerbalk (0,81 m breed) proefstroken uitgemaaid van 5 tot 6 m. Uit deze strook zijn plukmonsters genomen voor de bepaling van het klaveraandeel. Na bepaling van versgewicht is een steekmonster genomen van het grasklaverproduct voor analyse van droge stof %, N-totaal, P en K. Analyses hebben plaatsgevonden bij het Bedrijfs Laboratorium voor Grond en Gewasonderzoek middels de methode van Atomaire Emissie Spectrometrie met Inductief Gekoppeld Plasma (AES-ICP). Grondmonsters zijn genomen met een gutsboor en geanalyseerd voor organische stof middels gloeiverlies, P-totaal middels Spectrofotometrie, P-Al, K-HCl en pH-KCL.



Foto 3. De gronden in het gebied het Hengstven zijn overwegend veldpodzolen (foto: F. Smeding).

A.J.F.M. Opstal & F.J. van Zadelhof, 2001. Handboek Natuurdoeltypen: tweede 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.

Chardon, W.J., F. Sival & G. Koopmans, 2005. Reactie op Fosfaat als adder onder het gras: afgraven of uitmijnen? H₂O.

Duuren, L. van, G.J. Eggink, J. Kalkhoven, J. Notenboom, A.J. van Strien & R. Wortelboer, 2003. Natuurcompendium 2003 -Natuur in cijfers. Uitgaven Centraal Bureau voor Statistiek en Milieu- en Natuurplanbureau, Voorburg/Bilthoven/Wageningen.

Eekeren, N. van, E. Heeres, G. Iepema & H. van der Meer, 2005. Kalibemesting van gras-klover op biologische melkveebedrijven. Bioveem-rapport nr 9, Lelystad.

Eekeren, N. van, G. Iepema & F. Smeding, 2006a. Evenwichtige verschralling van natuurgronden. Eindrapportage 2002-2005, Driebergen.

Eekeren, N. van, J. Bokhorst & D. van Liere, 2006b. Gras- en kloverzode instrument voor verbeteren bodemkwaliteit. In: V-focus april 2006.

Kemmers, R.H., A.T. Kuiters, P.A. Slim & J.P. Bakker, 2006. Is ontgronden noodzakelijk voor natuurherstel op voormalige landbouwgronden? De Levende Natuur 107 (3): 170-175.

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

Lamers, L., E. Lucassen, F. Smolders & J. Roelofs, 2005. Fosfaat als adder onder het gras bij nieuwe natte natuur. In: H₂O (2005): 28 - 30.

LNV, 1990. Natuurbeleidsplan -Regeringsbeslissing. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Den Haag.

Pegtel, D.M., J.P. Bakker, G.L. Verweij & L.F.M. Fresco, 1996. N, K and P deficiency in chronosequential cut summer-dry grasslands on gley podzol after the cessation of fertilizer application. Plant Soil 178: 121 - 131.

Sears, P.D., 1950. Soil fertility and pasture growth. Journal of the British Grassland Society 5: 267 - 280.

Sival, F.P. & W.J. Chardon, 2002. Natuurontwikkeling op voormalige landbouwgronden in relatie tot de beschikbaarheid van fosfaat. Alterra-rapport SV-511, Wageningen.

Sival, F.P., W.J. Chardon & M.M. van der Werff, 2004. Natuurontwikkeling op voormalige landbouwgronden in relatie tot de beschikbaarheid van fosfaat: Evaluatie van verschrallingsmaatregelen. Alterra-rapport 951, Wageningen.

Smeding, F.W. & N. van Eekeren, 2006. Hooi en weinig zaaizaad geven productief natuurperceel. V-focus februari 2006: 14 - 15.

Yeates, G.W., T.G. Shepherd & G.S. Francis, 1998. Contrasting response to cropping of populations of earthworms and predacious nematodes in four soils. Soil & Tillage Research 48: 255 - 264.

Summary

Nature recovery in grassland by means of clover and potassium fertilization

Abandoned agricultural lands that are in conversion to nature conservation areas, often have a disbalance in regard to their chemical soil fertility. A major problem on sandy soils is the high soil phosphate level, inhibiting the development of nature target types. The current management on these abandoned agricultural lands, aiming to impoverish the soil, leads to a depression in dry matter production and consequently inhibits the removal of phosphate. To solve these problems, a grass-clover management is proposed including supplementary potassium fertilisation. In an experiment started in 2002 this management was tested. After 3 years the productivity of the plots that received potassium was about two times higher as compared to plots without potassium. Increase in phosphate removal was on average 15 kg phosphate per year. Calculations using field observations demonstrate that the proposed method of phosphate mining is able to achieve threshold phosphate values for nature target types within 10-20 years.

Dankwoord

Dit onderzoek is gefinancierd door Vereniging Natuurmonumenten, Provincie Noord-Brabant en de Stuurgroep Landbouw Innovatie Noord-Brabant.

Ir. N. van Eekeren, ir. G. Iepema &
dr.ir. F.W. Smeding
Louis Bolk Instituut
Hoofdstraat 24
3972 LA Driebergen
e-mail: n.vaneekeren@louisbolk.nl