

Francisca Sival, Wim Chardon, Manuela van Rooij & Piet van der Reest

Effectiviteit van afgraven voor natuurherstel in Zeeland

Een gangbare maatregel bij natuurherstelprojecten op voormalige landbouwgronden is het afgraven van de voedselrijke bovenste bodemlaag. Hierover is al veel ervaring opgedaan op de zandgronden (Sival et al., 2004; Verhagen et al., 2004; Smolders et al., 2006; Bekker, dit nummer). Maar hoe effectief is deze maatregel voor kleigronden in Zeeland?

Inrichtingsmaatregelen in Zeeland

In de provincie Zeeland is vanaf midden jaren negentig een start gemaakt met veel natuurherstelprojecten, zowel op zavel- als op zandgronden met verschillende kalkgehalten (Sival et al., 2007). Het onderscheid tussen zavel- en zandgronden is gebaseerd op het percentage lutum. De zandgronden in Zeeland bevatten < 8% lutum, terwijl kleigronden met een lutumgehalte tussen 8 - 25% volgens de Nederlandse Bodemclassificatie zavelgronden zijn (Bakker & Schelling, 1989). In het vervolg van de tekst gebruiken we daarom voor deze laatste gronden de term zavelgronden. De inrichting bestaat meestal uit het uitgraven van een permanent natte laagte met een maximale diepte van 150 cm en daaromheen wordt minder diep afgegraven tot maximaal 100 cm, zodat dat deel alleen in de wintermaanden onder water staat. Aan de rand van het oorspronkelijke perceel is hoogte intact gelaten en bij een voormalig gebruik als bouwland vaak ingezaaid met een grasmengsel om de verspreiding en kieming van Akkerdistel (*Cirsium arvense*) af te remmen (foto 1). Het afgraven beperkt zich dus niet alleen tot de 30-40 cm dikke voedselrijke bodemlaag. Na inrichting

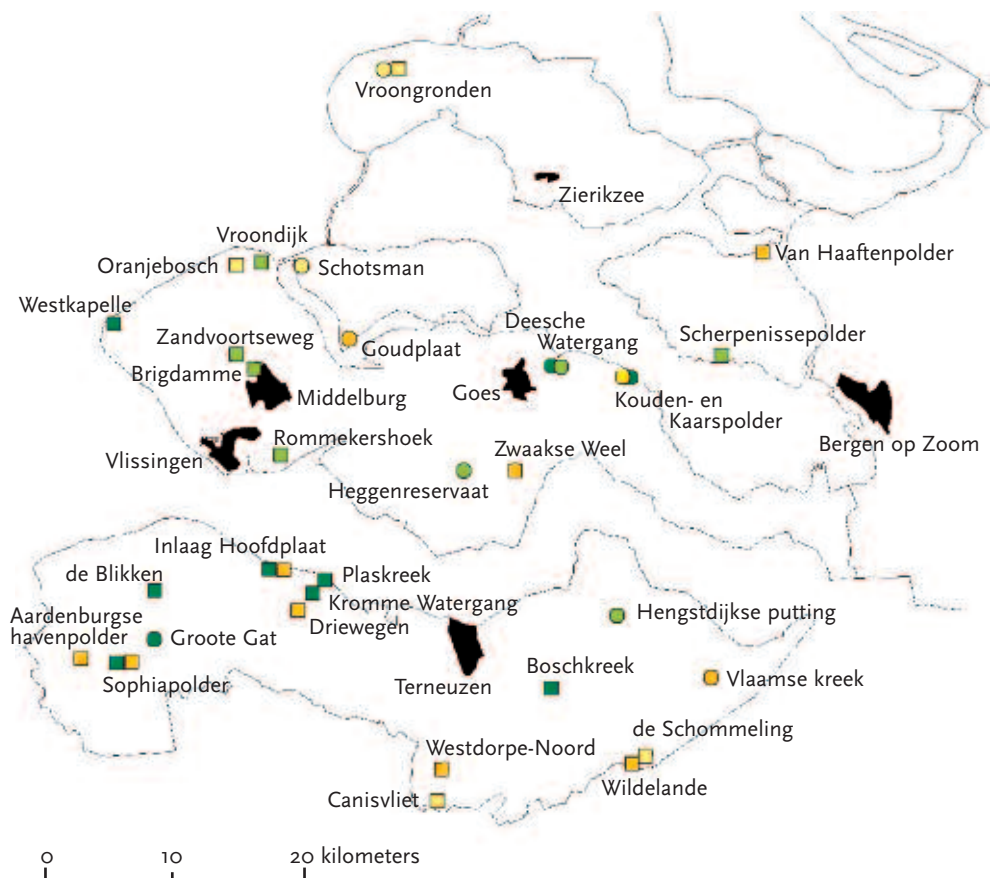
heeft de Werkgroep Natuurontwikkeling Zeeland gekozen voor het inlaten van koeien, paarden of schapen voor begrazing. De projecten bieden een goede mogelijkheid om de invloed van het afgraven op de P-beschikbaarheid en totaal N en -P vast te stellen. In 2005 en in 2006 werden in opdracht van de Provincie Zeeland 37 locaties geselecteerd; 25 mét een landbouwverleden (ingerichte natuurontwikkelingsgebieden) en 12 locaties zonder een landbouwverleden (referentie-natuurterreinen: fig. 1). Het betreft voornamelijk natuurontwikkelingsgebieden in verschillende stadia van ontwikkeling op voormalig bouwland, en vier op voormalig grasland. De inrichting en het beheer zijn voor alle te evalueren ingerichte terreinen gelijk, namelijk afgegraven in combinatie met begrazing door grote grazers zoals koeien,

schapen en/of paarden. De ingerichte terreinen zijn relatief jong met een leeftijd variërend tussen 1 en 11 jaar. De referentiegebieden zijn niet in gebruik geweest als landbouwgrond en zijn dus ook niet bemest geweest. Voorts komt de vegetatie in de referentiegebieden overeen met de natuurdoelen zoals beschreven in de natuurontwikkelingsplannen.

Soorten van voedselarme condities

De inrichting van de terreinen had tot doel om de omstandigheden voedselarmer te maken; middels de vegetatie kan aangegeven worden of dat gerealiseerd is. Voor de berekening van de soortengroepen is gebruik gemaakt van het Landelijke (CML)-ecotopensysteem (Runhaar et al., 2002). De indeling naar soortengroepen is gebaseerd op de vegetatiestructuur, de trofie-

Fig. 1. Locaties van de ingerichte en referentieterreinen in Zeeland.



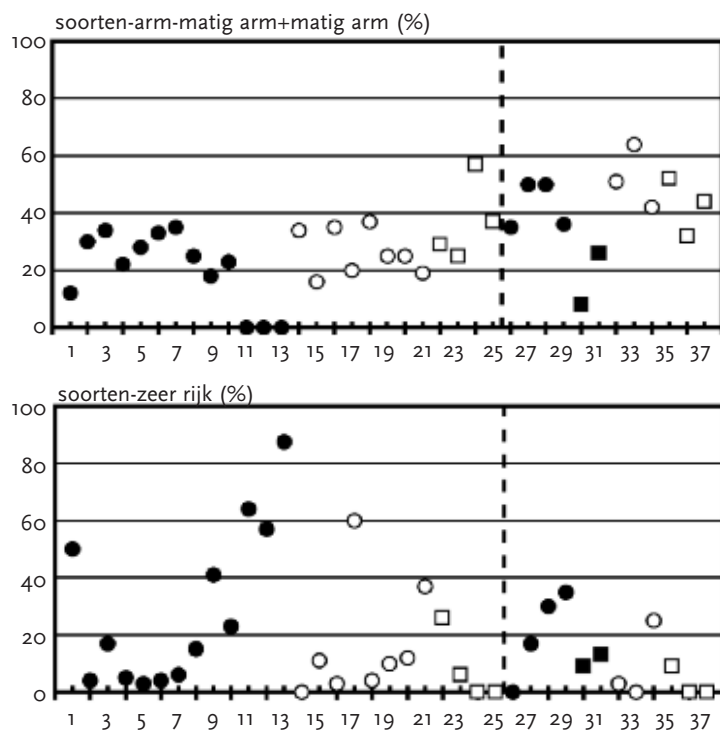
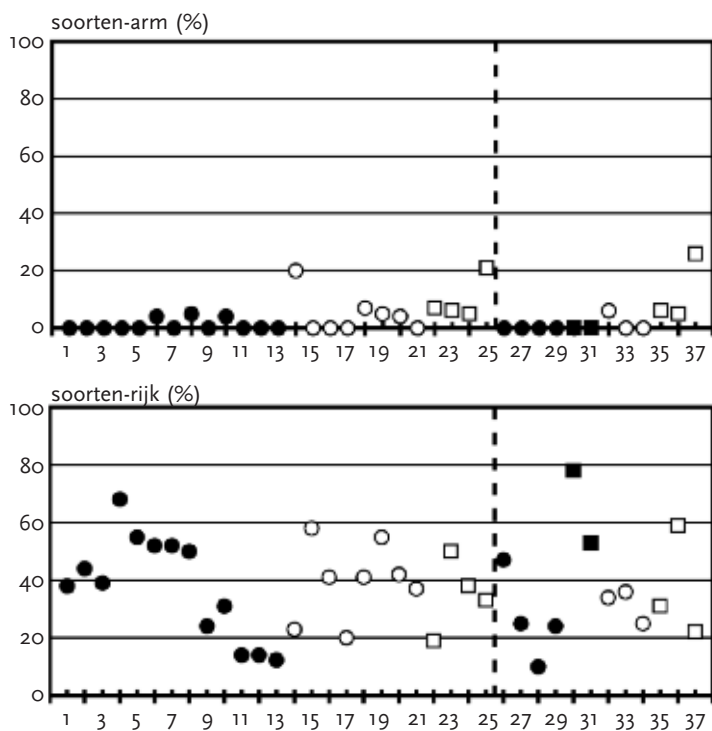


graad en pH en de hydrologische condities: soorten van voedselarm, voedselarm-matig voedselarm, matig voedselarm, voedselrijk en zeer voedselrijk.

De invloed van afgraven op het percentage soorten is per bodemtype weergegeven in figuur 2. Zowel in de ingerichte terreinen (nummers 1-25) als de referentieterreinen zijn geen of weinig voedselarme soorten aangetroffen. Alleen in de ingerichte zand-

Foto 1. Natuurontwikkeling in de kalkrijke zandgrond van Driewegen met aan de rechterkant de rand van het terrein met de oorspronkelijke hoogte. Ingericht in 2001 en het huidige beheer is begrazing met koeien.

Fig. 2. De soortengroepen per bodemtype, berekend op basis van vegetatiestructuur, trofiegraad/pH en hydrologische kenmerken volgens het Landelijke (CML)-ecotopensysteem (Runhaar et al., 2002). Terreinnnummers 1-25 (links van de stippellijn) zijn de ingerichte terreinen met een landbouwverleden en nummers 26-37 (rechts van de lijn) de referentieterreinen zonder landbouwverleden.
● kalkrijke zavel ■ kalkarme zavel ○ kalkrijk zand □ kalkarm zand



INGERICHTE TERREINEN	Locatie	Bodem*	Kalk	Leeftijd/jaar**	Riet-verbond Phragmites australis	Verbond van Zwarte zegge Carex nigrae	Kamgras-verbond Cynosurus cristati	Zilver schoon-verbond Lolium-Potentilla anserinae	Droge graslanden
Kalkrijke zavel									
	de Blikken	zavel	ja	10				1 (10)	
	Boschkreek	zavel	ja	3		3 (12)			
	Westkapelle	zavel	ja	0,5	1 (2)		2 (13)	5 (10)	
	Sophiapolder: zavel	zavel	ja	6			1 (13)	2 (10)	
	Inlaag Hoofdplaat: zavel	zavel	ja	4			1 (13)	4 (10)	
	Kromme Watergang	zavel	ja	6		1 (12)	3 (13)	2 (10)	
	Plaskreek	zavel	ja	4	1 (2)		3 (13)	4 (10)	
Kalkarme zavel									
	Vroondijk	zavel	nee	5	1 (2)	1 (12)		2 (10)	
	Brigdamme	zavel	nee	1			2 (13)	1 (10)	
	Scherpenissepolder	zavel	nee	5				2 (10)	
	Zandvoortseweg-loc.1	zavel	nee	0,5			1 (13)	1 (10)	
	Zandvoortseweg-loc.3	zavel	nee	0,5					
	Rammekenshoek	zavel	nee	1			1 (13)	1 (10)	
Kalkrijk zand									
	Van Haaftenpolder	zand	ja	11		1 (12)	2 (13)	5 (10)	
	Driewegen	zand	ja	4	1 (2)			1 (10)	
	Inlaag Hoofdplaat: zand	zand	ja	4		1 (12)	1 (13)	4 (10)	
	Zwaakse Weel	zand	nee	0,5		1 (12)			
	Wildelande	zand	nee	5	1 (2)		2 (13)		1 (18)
	Aardenburgse havenpolder	zand	ja	4	1 (2)	1 (12)	1 (13)	2 (10)	
	Sophiapolder; zand	zand	ja	6	1 (2)	3 (12)	1 (13)	6 (10)	
	Westdorpe-Noord	zand	ja	5				2 (10)	
Kalkarm zand									
	Oranjebosch	zand	nee	1		2 (12)		1 (10)	
	Canisvliet	zand	nee	8				3 (10)	
	de Schommeling	zand	nee	4		1 (12)	1 (13)	1 (10)	
	Vroongronden-diep	zand	nee	11		5 (12)		3 (10)	
REFERENTIETERREINEN									
Kalkrijke zavel									
	Groote gat	zavel	ja	105		1 (12)	2 (13)	6 (10)	
	Deesche Watergang-glanshaver	zavel	ja	??			3 (13)	1 (10)	
	Kouden- en Kaarspolder: zavel	zavel	ja	105				4 (10)	
	Deesche Watergang-kamgras	zavel	ja	??			3 (13)	3 (10)	
Kalkarme zavel									
	Hengstdijkse Putting	zavel	nee	37			1 (13)	1 (10)	
	Heggenreservaat	zavel	nee	36		1 (12)		2 (10)	1 (18)
Kalkrijk zand									
	Goudplaat	zand	ja	??		1 (12)	2 (13)	2 (10)	
	Vlaamse kreek	zand	ja	??			3 (13)	2 (10)	
	Kouden- en Kaarspolder: zand	zand	ja	105			3 (13)	4 (10)	
Kalkarm zand									
	Schotsman	zand	nee	??	1 (2)	1 (12)	2 (13)	1 (10)	2 (18)
	Vroongronden-kamgras	zand	nee	??		1 (12)	1 (13)	3 (10)	
	Vroongronden-reukgras	zand	nee	??			1 (13)	1 (10)	3 (18)
Gevonden doelsoorten									
		Riet		Moeraswalstro Gewone waternavel Wolfspoot Pitrus Watermunt Egelboterbloem Kruipwilg Duinriet		Rood zwenkgras Veldgerst Behaarde boterbloem Kamgras Klein streepzaad Slipbladige ooievaarsbek		Melkkruid Zilte rus Aardbeiklaver Zilte zegge Blaartrekkende boterbloem Zilver schoon Valse voszegge Fioringras Witte klaver	
								Gewoon reukgras Gewone veldbies Zandzegge Gewone rolklaver	

*zavel: lutum > 6,5 % itt > 8 %
(Bakker en de Schelling 1981)
**Bodem bemonsterd in 2005
en in 2006. De vegetatie gegevens uit 2006.

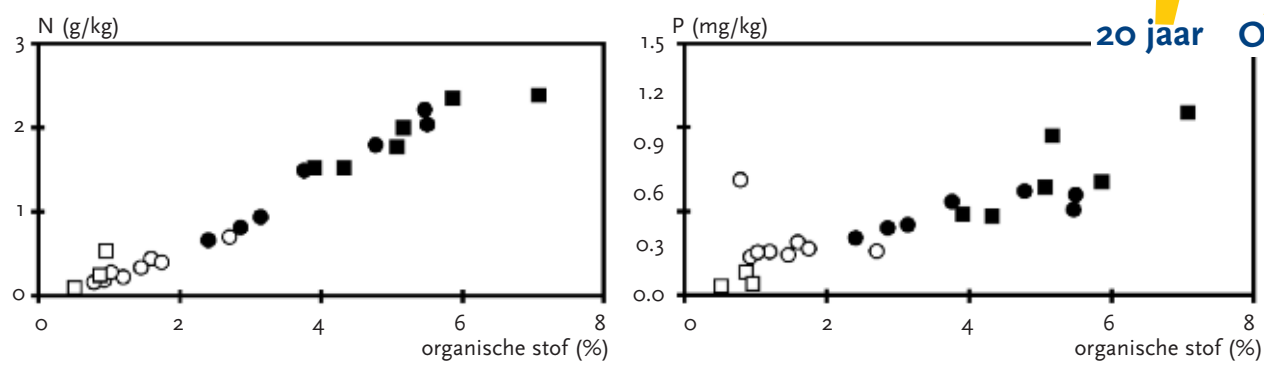


Fig. 3. Verband tussen gehalte aan organische stof (%) en N-gehalte (totaal N (g/kg); links) en P-gehalte (totaal P (mg/kg); rechts) voor de ingerichte terreinen, in de vier onderzochte bodemtypen: kalkrijke zavel, kalkarme zavel, kalkrijk zand en kalkarm zand.
● kalkrijke zavel ■ kalkarme zavel ○ kalkrijk zand □ kalkarm zand

gronden zijn wel enkele soorten van voedselarme condities aangetroffen met een maximaal percentage van 21 %. De meeste soorten zijn gerelateerd aan matig tot voedselrijke omstandigheden. Opvallend is dat op de kalkarme zavelgronden de minste soorten van voedselarme condities zijn aangetroffen.

Afgraven en de doelvegetatie

Om te achterhalen welke soorten in Zeeland kunnen voorkomen per natuurdoeltype of doelvegetatie is gebruik gemaakt van de opnamen uit de Landelijke Vegetatie Databank (LVD). Per verbond kunnen regionale verschillen zijn met betrekking tot het voorkomen van soorten. De soorten met de hoogste presentie en trouwgraad op verbondsniveau zijn geselecteerd (Hennekens et al., 2001) en per opname getoetst op aanwezigheid (tabel 1). De vegetatie van de ingerichte natuurgebieden in Zeeland wordt gekenmerkt door het voorkomen van veel soorten uit het Zilverschoon-verbond, Kamgras-verbond en Verbond van Zwarte zegge (Schaminée et al., 1995-98). Het bodemtype is voor het Zilverschoon-verbond niet onderscheidend, omdat het voorkomt op zowel zand- als op zavelgrond (> 6.5 % lutum; Sival et al., 2007). De soorten van het Kamgras-verbond komen voornamelijk voor op de zavel- en

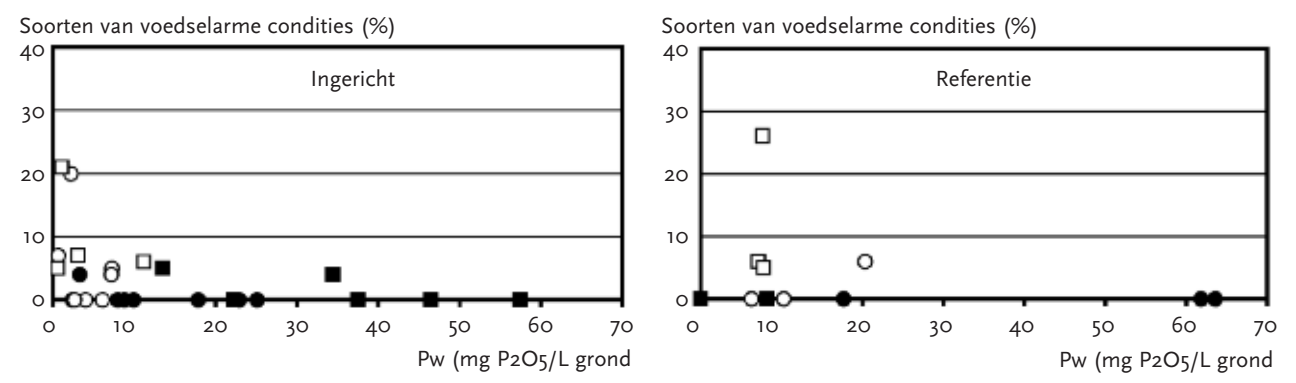
de kalkhoudende gronden. Op kalkarm zand komt echter maar één van de dertien soorten uit het Kamgras-verbond voor. Voor soorten uit het Verbond van Zwarte zegge geldt ook dat nagenoeg geen enkele soort op de kalkarme zavel te vinden was, noch in de ingerichte, noch in de referentiegebieden. Soorten van de droge graslanden zijn nagenoeg niet in de onderzochte natuurgebieden aangetroffen. Het weinig of niet aanwezig zijn van doelsoorten voor voedselarme omstandigheden vonden wij ook in 2002 in verschillende zandterreinen in Noord-Brabant en Limburg (Sival et al., 2004), en is ook gevonden in een studie in afgegraven zandgronden in Noord-Nederland (Klooker et al., 1999; Verhagen et al., 2004). De meeste onderzochte ingerichte terreinen in Zeeland zijn langdurig als bouwland gebruikt en liggen geïsoleerd tussen de bouwlanden, waardoor veel zaden van de doelsoorten waarschijnlijk niet meer in de bodem noch in de omgeving aanwezig zijn. Voor de kolonisatie van een ingericht gebied met zaden uit de doelvegetatie is het van belang dat er gebieden met deze doelvegetatie in de nabijheid zijn.

Afgraven en de voedingstoestand van de bodem

In de meeste inrichtingprojecten wordt de organische bovenlaag van de bodem afgegraven, omdat wordt aangenomen dat deze de meeste voedingsstoffen bevat. Dat geldt vooral voor N, omdat dit voornamelijk gebonden is aan de organische stof. P kan echter ook voorkomen onder de organische bovenlaag in de minerale vorm: gebonden aan Fe, Al of aan Ca. In de ingerichte zavelgronden is het afgraven van de bovenlaag minder geslaagd. Na het afgraven bevat de bodem nog redelijk veel organische stof (3-8 %). Op de zandgronden was alle organische stof nagenoeg afgevoerd en troffen we nog maar enkele procenten aan met een maximum van 3%. In de ingerichte terreinen waar veel organische stof is achtergebleven bleek de bodem een opvallend hoog N- en P-gehalte te bezitten (fig. 3).

Uit het verband tussen het organische stofgehalte met totaal N en totaal P blijkt dat de zandgronden een lager organische stofgehalte en totaal N en -P hebben dan de zavelgronden. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat op zavelgronden de scheiding tussen de organische stofrijke bodemlaag en de minerale ondergrond minder duidelijk zichtbaar is dan die op zandgronden, waardoor er in zavelgronden

Fig. 4. Verband tussen het percentage soorten van voedselarme condities en de beschikbaarheid van fosfor (P_w) voor de vier verschillende bodemtypen in zowel de ingerichte - als de referentieterreinen.
● kalkrijke zavel ■ kalkarme zavel ○ kalkrijk zand □ kalkarm zand





Natuurontwikkeling in de Aardenburgse havenpolder op een kalkrijke zandgrond en ingericht in 2001. Het huidige beheer is begrazing met koeien en paarden en in de nazomer maaien.



Natuurontwikkeling in Oranjesbosch op een kalkarme zandgrond en ingericht in 1999. Het huidige beheer is begrazing met koeien.

mogelijk te weinig is afgegraven. Een andere verklaring voor het hogere gehalte aan organische stof op zavelgronden kan zijn dat kleideeltjes de afbraak van organische stof remmen.

Afgraven en de P-beschikbaarheid

In meerdere studies is beschreven dat de beschikbaarheid van P in de bodem een sleutelfactor is voor de soortendiversiteit van graslanden (Sival & Chardon, 2002). In vrijwel alle onderzochte zandgronden, zowel ingerichte als referentieterreinen, is deze beschikbaarheid lager dan in de meeste zavelgronden (fig. 4; Chardon et al., dit nummer). Het blijkt dat de meeste ingerichte terreinen op zandgrond een lage P_W hebben van $\leq 5 \text{ mg P}_2\text{O}_5 \cdot \text{L}^{-1}$ grond, waarbij op termijn een voedselarme vegetatie te verwachten is (Sival et al., 2004). Op alle referentieterreinen op zandgrond en op vrijwel alle zavelgronden is de P_W hoger dan 5. Opvallend is het verschil tussen de afgegraven kalkrijke en kalkarme zavelgronden (fig. 4). In de kalkarme zavelgrond is de hoeveelheid beschikbaar-P een stuk hoger ($> 15 \text{ mg P}_2\text{O}_5 \cdot \text{L}^{-1}$) dan in de kalkrijke zavelgrond. Waarschijnlijk wordt dit veroorzaakt door de binding van P aan Ca op de kalkrijke gronden. Met uitzondering van de kalkarme zavelgronden is de P-beschikbaarheid in de ingerichte terreinen voldoende verlaagd door het afgraven. De waarden zijn zelfs afgenomen tot waarden die lager liggen dan die van de referentie-

gebieden. Dit biedt een goed vertrekpunt voor ontwikkeling van bijvoorbeeld schraalgraslanden.

Voor een beperkt aantal gebieden waar de P_W van de bovenste 0-10 cm hoger was dan $10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ is ook de P_W bepaald voor de bodemlaag daaronder (10-20 cm). Dieper afgraven zou zinvol zijn geweest, omdat de P_W in de laag 10-20 cm wel onder de norm van $5 \text{ mg P}_2\text{O}_5 \cdot \text{L}^{-1}$ grond ligt. Echter voor een drietal ingerichte terreinen (Westkapelle (nr 3), Sophiapolder zavel (nr 4) en Brigdamme (nr 9)) geldt dat niet. De P-beschikbaarheid lag in die terreinen boven de norm. Het van tevoren bepalen van het P-verloop vergroot het succes en geeft inzicht of er naar alternatieve maatregelen gezocht moet worden.

Conclusies

Afgraven van de bovenste bodemlaag, en soms ook van diepere lagen, is ook in Zeeland een veel toegepaste inrichtingsmaatregel in natuurherstelprojecten om de voedselrijkdom van de bodem te verlagen. Tevens is het een manier om het perceel in te richten, zodat er een gevarieerd landschap ontstaat met verschillen in hoogte en hydrologische condities. Door het afgraven zijn in de ingerichte terreinen de waarden van N, P en organische stof effectief verlaagd. Alleen in de kalkarme zavelgronden bleek de voedselrijkdom onvoldoende verlaagd. Voor de vraag of afgraven een reële inrichtingsmaatregel is en zo ja tot welke diepte zou moeten worden afgegraven om de

overmaat aan voedingsstoffen te verwijderen, is het noodzakelijk om vooraf bodemanalyses uit te voeren (Sival & Chardon, 2002; Smolders et al., dit nummer). Dat de bodem van de ingerichte terreinen door afgraven voedselarmere is geworden, biedt mogelijkheden voor natuurherstel van een vegetatie van voedselarme condities. In de meeste ingerichte gebieden zijn bij de evaluatie in 2006 echter weinig doelsoorten aangetroffen, en is het percentage soorten van voedselarme condities laag; dit komt overeen met andere studies op zandgronden (Verhagen et al., 2004; Sival et al., 2004). Of de gewenste vegetatie ook daadwerkelijk tot stand zal komen is de vraag. De ingerichte natuurgebieden liggen vaak geïsoleerd in een landbouwgebied; ook zijn de ingerichte terreinen vaak nog jong met een leeftijd van gemiddeld 5 jaar. De vraag is of afgraven altijd moet worden toegepast om de voedselrijkdom te verlagen. Andere, minder kostbare, methoden zoals maaien met afvoeren of uitmijnen zijn minder destructief voor de bodem en de eventuele zaadvoorraad in de bodem. Zeker als de P-beschikbaarheid in de uitgangssituatie niet hoog is, zijn met deze methoden ook goede resultaten te behalen (Sival et al., 2004; van Eekeren et al., 2007; Chardon et al., dit nummer). Een evaluatie waarin de bodemkarakteristieken als mogelijke inrichtings- en beheermaatregelen bij eenzelfde uitgangssituatie worden meegenomen kan hierop de gewenste antwoorden geven.



Natuur in de Koude- en Kaaspolder op een kalkrijke zavelgrond. Het huidige beheer is begrazing met koeien.



Natuurontwikkeling in de Zandvoortseweg op een kalkarme zavelgrond en ingericht in 2005. Het huidige beheer is nog niet gestart.

Literatuur

Bakker, H. de & J. Schelling, 1989. Systeem van bodemclassificatie voor Nederland. De hogere niveaus. Winand Staring Centrum, Wageningen.

Eekeren, N. van, G. Iepema & F.W. Smeding, 2007. Natuurherstel in grasland door klaver en kalibemesting. De Levende Natuur 108 (1): 27-31.

Hennekens, S.M., J.H.J. Schaminée & A.H.F. Stortelder, 2001. SynBioSys, een biologisch kennissysteem ten behoeve van natuurbeheer, natuurbeleid en natuurontwikkeling. Versie 1.0. Alterra, Wageningen.

Klooker, J., R. van Diggelen & J.P. Bakker, 1999. Natuurontwikkeling op minerale gronden. Rijksuniversiteit Groningen.

Runhaar, J., J.H.J. Schaminée, S.M. Hennekens & M. van 't Zelfde, 2002. Herziening landelijk ecotopensysteem; voorstudie. Alterra-rapport 551, Wageningen.

Schaminée J.H.J., E.J. Weeda & V. Westhoff, 1995-98. De vegetatie van Nederland, deel 1-5. Opulus Press. Uppsala, Leiden.

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

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 verschralingsmaatregelen. Alterra rapport 951. Alterra, Wageningen.

Sival, F.P., W.J. Chardon & M. van Rooij, 2007. Fosfaat en natuurontwikkeling op voormalige landbouwgronden in de provincie Zeeland.

Alterra rapport 1495. Alterra, Wageningen.

Smolders, A., E. Lucassen, H. Tomassen, L. Lamers & J. Roelofs, 2006. De problematiek van fosfaat voor natuurbeheer. Vakblad Natuur Bos Landschap 3(4): 5-11.

Verhagen, R., R. van Diggelen & J.P. Bakker, 2004. Ontgronden van voormalige landbouwgronden: welk resultaat na tien jaar voor de vegetatie. De Levende Natuur 105 (2): 44-51.

Summary

Effect of top soil removal on nutrient reduction of N and P in loamy and sandy soils in the province Zeeland

Successful nature development on former agricultural soils, necessary for realising the Main Ecological Structure, requires a new approach. Due to a nutrient-rich soil caused by long-term fertilization history, soil tillage and lowering of the groundwater table, only species will occur that are characteristic of a eutrophic environment. Nitrogen and phosphorus accumulation cause the eutrophication in the soil. This study has shown that the common management practice of top soil removal created oligotrophic soil conditions by reducing the amount of phosphorus and nitrogen in sandy soils. This method was less effective in loamy soils. Even though the conditions were oligotrophic, the target species and nutrient poor species were hardly found. Spatial isolation and also age of the nature reserves are probably the main causes of this.

Dankwoord

Wij bedanken André Hertog (medewerker Larenstein) voor de vegetatieopnamen en Rik Huisjes (Alterra) voor de vegetatieverwerking. Met de leden van de Werkgroep Natuurontwikkeling Zeeland voerden we stimulerende discussies en zij gaven waardevolle suggesties. De lokale terreinbeheerders Christ Mollenberg, Jos Kint, Kees van der Meer en Dirk Fluijt (Staatsbosbeheer), René Wink (Natuurmonumenten), René Beijersbergen, Huibert Simons (Het Zeeuws Landschap) en dhr. G. Blaauwendraat (Evides) bedanken we in het bijzonder voor hun medewerking.

Dr.ir. F.P. Sival & Dr.ir. W.J. Chardon
Alterra, Wageningen UR
Postbus 47
6700 AA Wageningen
francisca.sival@wur.nl
wim.chardon@wur.nl

Ing. M. van Rooij
Admiraal Helfrichlaan 63
6952 GC Dieren

Drs. P.J. van der Reest
Provincie Zeeland
Postbus 165
4330 AD Middelburg
Pj.vd.reest@middelburg.nl

Alle foto's zijn gemaakt door Francisca Sival in oktober 2005. Voor het succes van de projecten wordt verwezen naar Sival et al., 2007.