

Hierna volgend artikel is afkomstig uit:

De Levende Natuur

Doelstelling van 'De Levende Natuur' Het informeren over ontwikkelingen in onderzoek, beheer en beleid op het gebied van natuurbehoud en natuurbeheer, die van belang zijn voor Nederland en België.

De artikelen zijn vooral gebaseerd op eigen ecologisch onderzoek, ervaring of waarneming van de auteurs. De Levende Natuur verschijnt 6x per jaar, waaronder tenminste 1 themanummer. **Meer informatie op:**



www.delevendenatuur.nl

JA ik wil graag een abonnement op *De Levende Natuur*

naam: _____

adres: _____

postcode: _____ woonplaats: _____

e-mail: _____ tel.: _____

Ik machtig *De Levende Natuur* om het totale aangekruiste bedrag van mijn rekening af te schrijven:

bank/giro: _____

datum: _____ handtekening: _____

Graag aankruisen:

- proefabonnement** – € 9,90 (drie nummers)
- particulier** – € 29,50 (NL + B) – overige landen € 35,-
- instelling/bedrijf** – € 50,-
- student/promovendus** – € 9,90* * (max. vier jaar; graag kopie college- of PhD kaart bijvoegen)

Na vier jaar gaat dit abonnement automatisch over in een regulier abonnement.

De prijsontwikkeling kan het stichtingsbestuur dwingen de tarieven aan te passen.

Tevens bent u gerechtigd om uw bank opdracht te geven het bedrag binnen 30 dagen terug te boeken.

**U kunt zich
abonneren via
onze website**

U kunt ook bijgaande bon uitprinten
en ingevuld opsturen naar:

Abonnementenadministratie
De Levende Natuur,
Antwoordnummer 134
6700 VB Wageningen.

Tel. 0317 - 46 64 39
administratie@delevendenatuur.nl

www.delevendenatuur.nl



Van landbouw naar natuur: gericht op zoek naar kansen!

Mark van Mullekom
Esther Lucassen
Maaïke Weijters
Hilde Tomassen
Roland Bobbink
Fons Smolders

De omvorming van voedselrijke landbouwgronden naar voedselarme, soortenrijke natuur kan op verschillende manieren plaatsvinden. Door middel van een bodemchemisch vooronderzoek kan de effectiviteit van verschillende methoden om het fosfor af te voeren (verschralen of ontgronden) in kaart worden gebracht. Daarnaast worden de natuurpotenties en de noodzaak van aanvullende herstelmaatregelen duidelijk. Met dit inzicht kunnen bij de gebiedsinrichting weloverwogen keuzes worden gemaakt waardoor de kansen op een succesvolle natuurontwikkeling toenemen. Op welke manier kunnen de potenties van voormalige landbouwgebieden zo optimaal mogelijk worden benut? Gericht op zoek naar kansen!

Natuurontwikkeling op voormalige landbouwgronden vindt vooral plaats in het kader van de inrichting van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS). In totaal gaat het om een gebied van circa 750.000 hectare, waarvan circa 171.000 hectare op de kaart staat als Nieuwe Natuur. Begin 2012 was circa 53.000 hectare aan Nieuwe Natuur ingericht (Interprovinciaal Overleg, 2012). In het regeerakkoord van het kabinet Rutte-Asscher is opgenomen dat de EHS, inclusief verbindingzones, wordt gerealiseerd. Er wordt echter meer tijd voor genomen waardoor er jaarlijks minder financiële middelen ter beschikking zijn. Het efficiënt en effectief inzetten van het budget blijft dan ook essentieel om kwalitatief hoogwaardige natuur kansen te bieden.

Overmaat aan voedingsstoffen

Als gevolg van het intensieve gebruik zijn voormalige landbouwgronden vaak sterk verrijkt met nutriënten. Ammonium wordt genitrificeerd en het gevormde mobiele nitraat spoelt grotendeels uit naar het grond- en oppervlaktewater. Fosfaat bindt echter sterk aan calcium en ijzer, bijvoorbeeld op locaties met calcium- en ijzerrijk kwelwater, waardoor het weinig mobiel is en ophoopt in de bodem-toplaag (Lamers et al., 2005). Daarnaast kan fosfaat binden aan organische stof en kleideeltjes. Door binding (adsorptie) in de bodem spoelt fosfaat niet of nauwelijks uit. Op plaatsen waar de bodem rijk is aan ijzer en calcium blijft de fosfaatbeschikbaarheid voor planten relatief laag (fig. 1). De diepte van het

fosfaatfront wordt met name bepaald door het bodemtype, de bodemchemie, het grondgebruik en de fosforgift in het verleden. De dikte van de P-rijke bodemlaag is niet op het oog te bepalen, en dus niet per definitie gelijk aan de dikte van de bouwvoor.

Onder droge omstandigheden blijft de mate van verzuuring beperkt maar gaat Gestreepte witbol (*Holcus lanatus*) vaak domineren. Echter, zodra de fosforrijke toplaag natter wordt, treden interne eutrofiëringsprocessen op en vindt fosfaatmobilisatie plaats waardoor de mate van verzuuring toeneemt (Smolders et al., 2006). Vernatting kan bijvoorbeeld plaatsvinden als gevolg van hydrologische maatregelen, zoals het dempen of dichten van drainage-sloten. Maar vernatting kan ook geleidelijk optreden, doordat greppels niet meer worden onderhouden en langzaam dichtgroeien. In combinatie met verzuring, als gevolg van de bemesting in het verleden en het ontbreken van een onderhoudsbekalking, leidt vernatting tot een bekend maar ongewenst beeld: een ruigtevegetatie met massale ontwikkeling van Pitrus (*Jun-cus effusus*) of Liesgras (*Glyceria maxima*). Bij inundatie treedt veelal forse algenbloei of kroosontwikkeling op.

Aangezien de stikstofdepositie in Nederland (20-30 kg per hectare per jaar) nog altijd hoger is dan het kritische depositie-niveau van voedselarme natuurtypen (< 10-20 kg per hectare per jaar; Bobbink et al., 2010) is het sturen op stikstoflimitatie geen reële optie bij de omvorming van voormalige landbouwgronden naar soortenrijke voedselarme natuur. Dit betekent dat gestuurd moet worden op fosfaat-limitatie.

Op zoek naar kansen

Het is bij natuurontwikkelingsprojecten van belang inzicht te hebben in het verloop van de Olsen-P en totaal-P concentratie in het bodemprofiel en de ruimtelijke variatie hiervan. Wanneer bijvoorbeeld niet de volledige fosforrijke toplaag wordt verwijderd, treedt alsnog massale pitrusontwikkeling en/of algenbloei op (foto 1). De

Fig. 1. Correlatie tussen de som van de totaal calcium en ijzer concentratie en de fractie voor planten beschikbaar P (Olsen-P/totaal-P) in bodems uit het beekdal van de Drentse Aa.

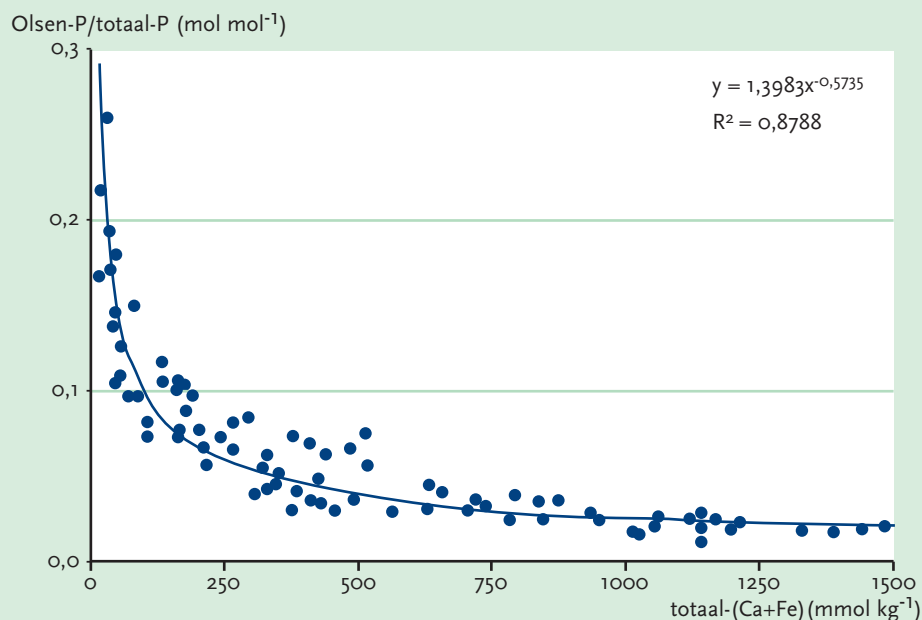




Foto 1. Pitrusontwikkeling en algenbloei ten gevolge van het onvolledig verwijderen van de fosforrijke toplaag. Na ontgronding bleek de Olsen-P concentratie van de toplaag circa 2000 μmol per liter bodem en daarmee (fors) hoger dan de Olsen-P streefconcentratie van 300 μmol per liter bodem (foto: Mark van Mullekom).

kans op verzuivering wordt vaak versterkt doordat de maaiveldverlaging, als gevolg van ontgronden, leidt tot nattere omstandigheden en daarmee tot P-mobilisatie. Inzicht in het functioneren van het gebied en de bodemchemie is dan ook vereist om de juiste keuzes voor inrichtingsmaatregelen te kunnen maken. Bij de voorbereiding van een natuurontwikkelingsproject wordt steeds vaker gebruik gemaakt van een landschapsecologische systeemanalyse (LESA). Door middel van een oriënterend veldonderzoek en een bureaustudie worden de ontstaansgeschiedenis, de actuele toestand (onder andere de mate van verstoring) en de natuurpotenties van een gebied in kaart gebracht. Een LESA maakt het ook mogelijk om een veel gericht bemonsteringsplan op te stellen, waardoor op specifieke locaties en dieptes de bodemchemie gemeten kan worden. De kosten van een bodemchemisch vooronderzoek, waarbij zowel de verschralingsduur als de ontgrondingsdiepte en de natuurpotenties in kaart worden gebracht (kader 1), zijn vaak relatief beperkt. Zeker wanneer deze worden afgezet tegen de kosten van het totale project. De kans op

een succesvolle gebiedsinrichting is des te groter, wat ook met het oog op het maatschappelijk draagvlak voor natuurontwikkeling belangrijk is.

Maaien en afvoeren

Om voormalige landbouwgronden om te kunnen vormen tot voedselarme natuur moet het fosforoverschot aanzienlijk worden gereduceerd. Verschraling kan bijvoorbeeld plaatsvinden door middel van een traditioneel beheer van maaien en afvoeren van het maaisel. Dit gaat tevens de ontwikkeling van bomen en struwelen tegen. De gemiddelde afvoer ligt rond de 10 kg P per hectare per jaar (Sival & Chardon, 2004). Het duurt echter vaak vele tientallen jaren tot meer dan honderd jaar, voordat de P-concentraties in de bovenste 30 cm van de bodem voldoende zijn verlaagd. Op basis van de Olsen-P en totaal-P concentratie kunnen aan de hand van de beoogde streefconcentratie per bodemlaag het fosforoverschot en de verschralingsduur worden berekend. Op deze manier wordt voor een beheerder duidelijk op welke termijn schrale natuur kan worden ontwikkeld middels een beheer van maaien en afvoeren. In veel gevallen zal de ontwik-

keling van een kruidenrijk grasland het hoogst haalbare zijn. Er zijn echter ook uitzonderingen bekend, al zijn dit vooral graslanden die in het verleden relatief extensief zijn gebruikt, niet zijn gediëpplagd en/of onder invloed staan van grondwater.

Uitmijnen

Door middel van uitmijnen (foto 2) kan het verschralingsproces met een factor vier worden versneld. De gemiddelde afvoer bedraagt 40 kg P per hectare per jaar (Sival & Chardon, 2004). Uitmijnen is het onttrekken van fosfaat aan de bodem via een specifiek gewas, waarbij het productiepeil van het gewas bewust hoog wordt gehouden. Dit kan door gericht kalium en/of stikstof bij te mesten. In Nederland heeft vooral het Louis Bolck Instituut veel toegepast onderzoek verricht en ervaring opgedaan met uitmijnen in de praktijk (Timmermans & van Eekeren, 2012; van Eekeren et al., 2007). Uitmijnen kan het beste plaatsvinden met behulp van een grasklavermengsel of met de bestaande zode (grasland/weiland). Met snijmaïs, aardappelen en granen kan de bodem, vooral in het laatste stadium, onvoldoende verschraald worden voor de ontwikkeling van voedselarme natuur (Sival & Chardon, 2004). Bij uitmijnen met grasklaver wordt een hoogproductieve grasklaver op een perceel

Kader 1. Bodemanalyses: inzicht in P-concentraties en natuurpotenties

Omdat planten wortelen in een bepaald bodemvolume is het realistisch om nutriëntenconcentraties uit te drukken per liter verse bodem. Hierdoor kunnen tevens concentraties in verschillende bodemtypen met elkaar worden vergeleken. Een veenbodem heeft bijvoorbeeld een veel lager soortelijk gewicht dan een zand- of kleibodem.

Voor het meten van de fosfaatbeschikbaarheid zijn diverse methoden beschikbaar. Een goede maat is de Olsen-P concentratie van de bodem. Uit onderzoek van Gilbert et al. (2009) bleek dat Olsen-P de meest geschikte indicator is voor de concentratie plantenbeschikbaar fosfaat in soortenrijke graslanden. Bovendien is de Olsen-P concentratie een internationaal algemeen bekende en veel toegepaste methode om de P-beschikbaarheid van bodems te bepalen. De Olsen-P concentratie kan worden bepaald aan de hand van een bicarbonaat-extractie van de bodem (Olsen et al., 1954). Uit kasexperimenten (Smolders et al., 2008) en veldwaarnemingen (van Mullekom et al., 2009) blijkt dat de Pitrusbedekking fors toeneemt bij een Olsen-P concentratie boven de 250-350 μmol per liter verse bodem. Voor soortenrijke vegetatietypen van voedselarme gronden (soortenrijke heiden of natte schraallanden) ligt de Olsen-P concentratie van de bodem meestal onder of rond dit niveau.

Ijzerrijke bodems en kleibodems zijn van nature vaak relatief rijk aan totaal-P. Dergelijke bodems binden namelijk zeer goed fosfaat. Aangezien kleibodems niet alleen veel fosfaat binden maar ook immobiliseren, kan op dit soort P-rijke bodems de P-beschikbaarheid toch relatief laag blijven. Op dit soort bodems komen vooral de wat minder schrale graslandtypen als dotterbloemhooilanden, glanshaverhooilanden en kamgrasweiden tot ontwikkeling. Voor dit soort vegetatietypen kan een Olsen-P grenswaarde worden gehanteerd van 500-1000 μmol per liter verse bodem.

De Olsen-P concentratie ligt in de toplaag van landbouwgronden meestal ver boven de vereiste niveaus. Soms worden zelfs concentraties gemeten die meer dan drie keer zo hoog zijn dan optimaal vereist voor een maïsakker!

Naast de Olsen-P concentratie is de totale fosforconcentratie in de bodem van belang. Deze is indicatief voor de hoeveelheid fosfaat die potentieel nog beschikbaar kan komen. Deze kan bepaald worden door een bodemdestructie met salpeterzuur en waterstofperoxide uit te voeren. In het destruaat kunnen tevens de ijzer-, aluminium-, calcium- en zwavelconcentratie gemeten worden. Dit levert belangrijke aanvullende informatie op voor het inschatten van de risico's op P-mobilisatie als gevolg van interne eutrofiëringsprocessen en het in kaart brengen van de natuurpotenties. De totale calciumconcentratie, uitgedrukt per liter bodemvolume, blijkt in de praktijk ook indicatief te zijn voor de basentoestand (zuurbufferend vermogen) van de bodem en het natuurtype (Smolders et al., 2011). In verzuurde of verzuuringsgevoelige gebieden (totaal calcium <20 mmol per liter bodem) kan door middel van een aanvullende zout- en/of waterextractie de mate van buffering specifiek worden onderzocht. Dit zijn onder andere de bodem-pH en concentraties 'uitwisselbaar' calcium, magnesium en aluminium. Op basis hiervan kan nog beter worden bepaald welk vegetatietype tot ontwikkeling kan komen (bijvoorbeeld een zure heide, soortenrijke heide of heischraal grasland).

Tevens kan een bekalkingsadvies worden opgesteld voor het herstellen van de bodembuffering op locaties waarvoor dit gewenst blijkt te zijn. De ammonium- en nitraatconcentraties geven een beeld van de hoeveelheid beschikbaar stikstof. Met behulp van een referentiedataset van streefwaarden voor de verschillende natuurtypen kan, in combinatie met chemische analyses van het bodemprofiel, snel duidelijk worden welke natuurtypen tot ontwikkeling kunnen komen.



Foto 2. Uitmijnen van voormalige landbouwbodem in het Hengstven met behulp van een grasklaver mengsel (foto: Bart Timmermans).

ingezaaid. De klaver, die als stikstofbron fungeert, heeft een hoog eiwitgehalte waardoor het grasklavermaaisel zeer geschikt is als veevoer. Om de P-afvoer optimaal te houden is kalibemesting noodzakelijk. De kosten voor een pachtende veehouder bedragen, in vergelijking met eenzelfde hoeveelheid aangekocht ruwvoer, circa 250 euro per hectare per jaar.

Uitmijnen met behulp van de bestaande zode behoort eveneens tot de mogelijkheden. Voorwaarde is dat de zode een behoorlijk aandeel aan productieve soorten heeft. Er is hierbij echter ook een (intensieve) stikstofbemesting nodig in geval klaver in de zode ontbreekt. Dit brengt extra kosten met zich mee. Aan de hand van specifieke analyses kan een concreet bemestingsadvies worden opgesteld. Het K-getal (de kaliumvoorraad) en het stikstofleverend vermogen van de bodem zijn hierbij essentieel. Daarnaast wordt de raskeuze van de Rode en/of Witte klaver en een eventueel bekalkingsadvies vermeld om de bodem-pH te optimaliseren. Vooral zand- en kleibodems zijn geschikt om uit te mijnen. Op enkele gronden wordt geadviseerd verschrallingsbeheer middels maaien en afvoeren voort te zetten. Belangrijk is verder dat de percelen draineren en een groot deel van het jaar begaanbaar zijn om uitmijnen in de praktijk mogelijk te maken. Het nemen van hydrologische herstelmaatregelen moet hierdoor vaak worden uitgesteld. Bij hoger gelegen inrijgebieden speelt dit geen rol, waardoor dit soort terreinen geschikter zijn



om uit te mijnen dan laagtes in het landschap.

Uitmijnen van de top laag van een voormalig landbouwgebied vereist een lange termijn. Het voorkomt echter wel dat er afgegraven hoeft te worden, zodat de natuurlijke morfologie (indien nog aanwezig) behouden kan blijven. Vanwege de globale worteldiepte van planten is verschralling van de bovenste 30 cm mogelijk.

Op plekken waar de bodem tot grotere diepte verrijkt is met fosfor, kan fosfaataflevering richting de verschraalde bodemlaag optreden wanneer de grondwaterinvloed in het maaiveld wordt verhoogd. Dit kan leiden tot een verrijking van de top laag en daarmee tot verzuuring. Onder ijzer- en calciumrijke omstandigheden blijft het risico hierop beperkt.

Ontgronden

Bij ontgronden wordt de met fosfor verrijkte top laag afgegraven (foto 3) waardoor snel de gewenste verschralling wordt gerealiseerd en snel succes kan worden geboekt. Ontgronden is een relatief kostbare maatregel. Wanneer een afzetmarkt kan worden gevonden, kunnen de kosten beperkt blijven. Doordat een minder intensief maaibeheer nodig is, zijn de beheerkosten na ontgroning doorgaans lager. Een bijkomend voordeel is dat het maaiveld wordt verlaagd en hierdoor dicht bij het grondwater komt. Het is belangrijk om door middel van bodemanalyses de vereiste ontgrondingsdiepte vast te stellen. Dit voorkomt tegenvallende en ongewenste ontwikkelingen na het uitvoeren (foto 1). Uit de bodemanalyses wordt tevens duidelijk of een combina-

tie van een beperkte ontgroning en aanvullend verschrallingsbeheer (bijvoorbeeld uitmijnen) een reëel alternatief vormt. Wanneer blijkt dat de bodem tot op grote diepte verrijkt is met fosfor, is ontgronden minder geschikt en dient gezocht te worden naar alternatieven zoals het bijstellen van de beoogde natuurdoelen.

Alternatieve beheermethoden

Inzet van grazers in weiden en halfopen landschappen voorkomt het dichtgroeien van vegetaties waardoor variatie in het gebied aanwezig blijft. De netto afvoer van nutriënten (verschralling) door middel van begrazen is echter zeer beperkt. Begrazen van natte terreinen waarin zich Pitus heeft gevestigd, heeft zelfs vaak een averechts effect, omdat de meeste grazers nauwelijks Pitus eten. Het gevolg van veel vormen van begrazing is vaak een verdere toename van de dominantie van Pitus (Kemmers et al., 2004). Ook het effect van het opbrengen van een fosfaatbinder als Phoslock (met lantaan verrijkte bentonietklei) is ontoereikend om de fosfaatbeschikbaarheid op voormalige landbouwgronden te verlagen (Geurts et al., 2011). Toedienen van Phoslock bleek niet beter te werken dan het toedienen van bijvoorbeeld kalk, terwijl de kosten vele malen hoger lagen.

Foto 3. Ontgrondingswerkzaamheden in de Grashut (Weeterbos) (foto: Sjors de Kort).



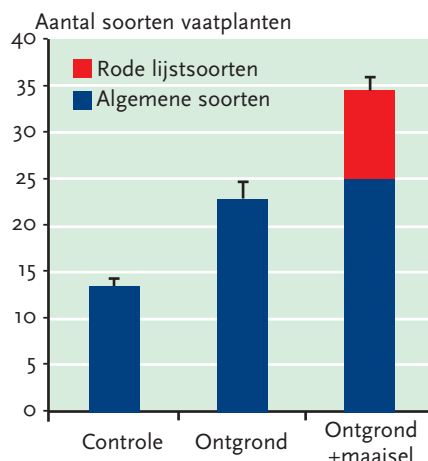
Kader 2. Een praktijkvoorbeeld: de verlengde Bemelerberg

Op een voormalig agrarisch grasland op de verlengde Bemelerberg in Zuid-Limburg, werd door ontgronden (10-40 cm) de plantbeschikbare P concentratie verlaagd van circa 1400 naar 500 μmol per liter bodem. Doel hierbij was om tot de ontwikkeling van een soortenrijk hellingschraalland te komen. In het vijfde jaar na de ontgroning bleek dit tot een toename van plantensoorten te hebben geleid. Het betrof echter vooral algemene grassen en ruderaal soorten. In combinatie met het aanbrengen van vers maaisel (van de Berghofweide) is daarentegen een prachtig hellingschraalland tot ontwikkeling gekomen met veel kenmerkende soorten als Ruige leeuwentand (*Leontodon hispidus* L.), Kleine ratelaar (*Rhinanthus minor*), Harige ratelaar (*Rhinanthus alectorolophus*), Geelhartje (*Linum catharticum*) en Bevertje (*Briza media*) (foto 4 en fig. 2; van Noordwijk et al., in druk). Het aanbrengen van maaisel, in combinatie met een ontgroning of bezanding, bleek ook bij een kleinschaliger veldexperiment in het Hierdense beekdal succesvol (van Mullekom et al., 2009).



Foto 4. Succesvolle natuurontwikkeling op voormalige landbouwgronden: een soortenrijk hellingschraalland op de Verlengde Bemelerberg na het afgraven van de fosforrijke toplaag en het opbrengen van maaisel (foto: Nina Smits).

Fig 2. Aantal soorten vaatplanten, inclusief Rode lijstsoorten, aanwezig in experimentele plots op de verlengde Bemelerberg in het vijfde jaar na de start van de behandelingen: niet ontgronden (Controle), Ontgronden en Ontgronden in combinatie met aanbrengen van maaisel. Gemiddelde en standaard error zijn gegeven (n=6). Data Nina Smits, Alterra (bron: van Noordwijk et al., in druk).



Momenteel lopen er experimenten met het opbrengen van P-arm ijzerslib, een afvalproduct dat bij de drinkwaterwinning vrijkomt, als mogelijke fosfaatbinder.

Hydrologie en kwaliteit van het grondwater

Het herstel van de bodemchemische condities is niet altijd toereikend voor ontwikkeling van schrale soortenrijke natuur. Wanneer de ontwikkeling van grondwaterafhankelijke natuurdoeltypen wordt nagestreefd is het voor de gewenste vegetatieontwikkeling essentieel dat de hydrologie in orde is. Dit is niet alleen van belang voor de vochttoestand, maar ook voor de basenvoorziening van de bodem. Wanneer grondwater uittreedt of nabij maaiveld komt, wordt een bodem vanuit de permanent verzadigde laag voldoende aangerijkt met basen waardoor verzuring wordt voorkomen. Naast bufferstoffen kan, met name door grondwater dat weinig nitraat bevat, ook ijzer worden aangevoerd waardoor extra fosfaatbinding wordt gerealiseerd. Het is belangrijk dat voldoende doorstroming plaatsvindt. Permanent natte situaties dienen te worden voorkomen, met name wanneer het grondwater tevens rijk is aan sulfaat. Dit kan leiden tot P-mobilisatie als gevolg van interne eutrofiëringsprocessen (Smolders et al., 2006). Dit kan worden voorkomen door het hanteren van wisselende waterstanden waarbij de toplaag droogvalt in de zomermaanden en de bodem door oxidatie wordt opgeladen met vrij ijzer. In verdroogde terreinen, waar het nemen van hydrologische maatregelen niet mogelijk is doordat andere maatschappelijke belangen spelen in de omgeving (o.a. landbouw, infrastructuur), kan door ontgronden het grondwater toch dichterbij het maaiveld komen. Het is wel belangrijk in de gaten te houden dat ontgronden niet juist leidt tot verdroging in aangrenzende goed ontwikkelde natuurterreinen.

Bekalking

De toplaag van pleistocene zandgronden is door het voormalig landbouwkundig gebruik en de daarmee gepaard gaande onderhoudsbekalking vaak verrijkt met calcium. Ontgroning verwijdert vaak juist deze laag. Door bemesting in het verleden en gepaard gaande uitspoeling van zuren is de bodemlaag die na ontgroning aan het oppervlak komt vaak verzuurd. Voor deze relatief kalkarme gronden is vaak een eenmalige lichte bekalking met ongeveer 2000 kilogram Dolokal (een mengsel van met name calcium- en magnesiumcarbo-

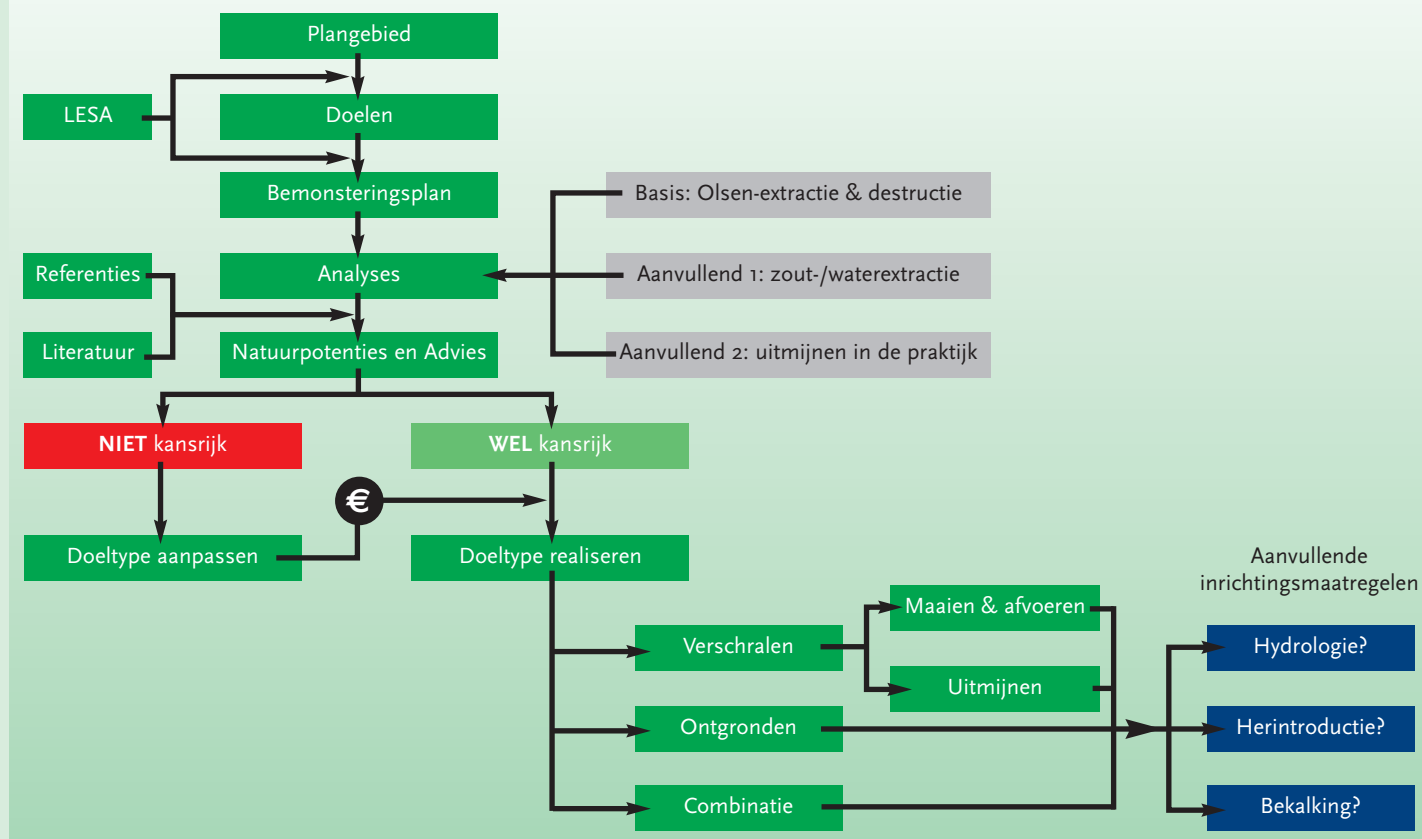


Fig. 3. Schematisch overzicht van het gericht onderzoeken van natuurontwikkelingsmogelijkheden op voormalige landbouwgronden. Voor het plangebied worden de doelen vastgesteld en wordt een bemonsteringsplan opgesteld. Het uitvoeren van een landschapsecologische systeemanalyse (LESA) vormt hierbij een toegevoegde waarde. De keuze voor de analyses (per locatie) wordt mede bepaald door het beoogde doel van het onderzoek. Voor een beeld van de verschralingsduur (zowel uitmijnen als maaien en afvoeren), de ontgrondingsdiepte en de natuurpotentie(s) per locatie volstaan de basis-analyses: een Olsen-extractie en destructie (kader 1). In zure tot zwak gebufferde systemen wordt een zout- en/of waterextractie aanbevolen (kader 1). Voor een praktisch uitmijnadvies zijn eveneens aanvullende analyses vereist (zie 'uitmijnen'). Met behulp van referentiedata en literatuur worden de analysesresultaten geïnterpreteerd. Hieruit blijkt welke locaties wel en niet kansrijk zijn voor de beoogde natuurontwikkeling. Op niet-kansrijke locaties kan de beoogde ontwikkeling worden bijgesteld naar een lager ambitieniveau. Dure inrichtings- of beheermaatregelen hebben op deze locaties niet de voorkeur. Het inrichtingsbudget kan hierdoor efficiënt en effectief worden besteed op kansrijke locaties. Voor het realiseren van de beoogde natuurdoelen kunnen, met behulp van de informatie die het vooronderzoek heeft opgeleverd, weloverwogen keuzes worden gemaakt voor de wijze waarop het P-overschot wordt gereduceerd. Aanvullende inrichtingsmaatregelen kunnen, indien noodzakelijk en/of gewenst, de kansen op een succesvol natuurontwikkelingsproject vergroten.

naat) per hectare gewenst om verzuring in de toekomst te voorkomen. Door het opladen van het bodemadsorptiecomplex wordt de basenverzadiging weer hersteld. Dit voorkomt mobilisatie van aluminium en accumulatie van stikstof in de bodem en zal daarmee een positief effect hebben op de soortenrijkdom in matig zure en zwakgebufferde systemen. Bekalking leidt tevens tot een betere fosfaatbinding (Smolders et al., 2008).

Doelsoorten

Op voormalige landbouwgronden is van de oorspronkelijke zaadbank meestal niets meer over (Bekker et al., 1996). De resterende zaadbank wordt vaak gedomineerd door algemene grassen, ruderales en ruigte-soorten met een hoge zaadproductie. De herintroductie van soorten uit referentiegebieden vormt een mogelijke oplossing voor de problematische vestiging van doelsoorten. Het voorkomt tevens dat algemene soorten de beschikbare vestigingsplaatsen innemen. Herintroductie is echter een gevoelig onderwerp (Loeb & Weijters, dit nummer).

Wanneer een beheerder kiest voor herintroductie van soorten na ontgroning, kan dit idealiter door 1m² vers verzameld maaisel of plagsel uit referentieterreinen over 1-2 m² bodem te verspreiden. Wanneer dit niet mogelijk is, kan het maaisel in kleinere over het gebied verspreide zones worden opgebracht. Wanneer vers plagsel wordt

opgebracht, worden ook direct mycorrhizaschimmels geïntroduceerd. Deze zijn van belang bij de opname van nutriënten onder voedselarme omstandigheden. Daarnaast beschermen ze de kiemlingen tegen verdroging. In kader 2 is een veldexperiment beschreven waarin de effecten van het wel en niet opbrengen van maaisel, na ontgroning, op de vegetatieontwikkeling zijn onderzocht.

Ook na het bereiken van de gewenste verschraling, door middel van maaien en afvoeren of uitmijnen, kan herintroductie worden overwogen. Voor het creëren van vestigingsplaatsen in de dichte zode is frezen of plaggen een geschikte maatregel. De abiotische omstandigheden zullen, na

herintroductie, in zeer sterke mate bepalen welke soorten zich uitbreiden en permanent vestigen in het gebied. Andere soorten zullen niet kiemen of na kieming en initiële vestiging na een paar jaar weer verdwijnen, simpelweg omdat ze er niet thuishoren: het milieu selecteert!

Herstel zoveel mogelijk op landschapsschaal

Bij voorkeur worden er bij de gebiedsinrichting maatregelen genomen op landschapsschaal. Vaak liggen bijvoorbeeld dennenbossen in het inzigggebied. Vroeger waren dit vaak heidevelden maar deze zijn aan het begin van de vorige eeuw omgevormd tot dennenbos ten behoeve van de

productie van mijnhout. Deze bossen hebben nu een sterk verdrogende werking vanwege de interceptie van regenwater en vangen bovendien relatief veel atmosferisch stikstof in. Omvorming van soorten-arm dennenbos naar heide kan dus leiden tot herstel van de grondwaterkwantiteit en -kwaliteit. Helaas wordt het denken in oplossingen op landschapsschaal sterk bepaald door de beperkte mogelijkheden van grondverwervingen en/of tegenstrijdige maatschappelijke belangen in een gebied. Dit betekent echter niet dat het sec herstellen van standplaatscondities zinloos is en geen prachtige natuur kan opleveren.

Synthese

Door middel van enkele relatief eenvoudige bodemchemische metingen kan, vooral in combinatie met kennis van de hydrologie en de kwaliteit van het grondwater, duidelijk worden welke natuurontwikkelingspotenties een gebied heeft en op welke manier deze kunnen worden benut. Op basis van de berekende verschrappingsduren (van zowel uitmijnen als maaien en afvoeren), de vastgestelde ontgrondingsdiepte, de natuurpotenties en de vereiste aanvullende inrichtingsmaatregelen kunnen bij de gebiedsinrichting weloverwogen keuzes worden gemaakt (fig. 3) voor een optimale besteding van het beschikbare inrichtingsbudget. Bij de voorbereiding van een natuurontwikkelingsproject is het daarom aan te bevelen een landschapsecologische systeemanalyse (LESA) uit te voeren. Op deze manier kunnen de natuurpotenties van voormalige landbouwgronden optimaal worden benut.

Literatuur

Bekker, R.M., J.H.J. Schaminée, J.P. Bakker & K. Thompson, 1996. Seed bank characteristics of Dutch plant communities. *Acta Botanica Neerlandica* 47: 15-26.

Bobbink, R., H. Tomassen, M. Weijters & J.-P. Hettelingh, 2010. Revisie en update van kritische N-depositiewaarden voor Europese natuur. *De Levende Natuur* 111 (6): 254-258.

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

Geurts, J.J.M., P.A.G. van de Wouw, A.J.P. Smolders, J.G.M. Roelofs & L.P.M. Lamers, 2011. Ecological restoration on former agricultural soils: Feasibility of in situ phosphate fixation as an alternative to top soil removal. *Ecological Engineering* 37: 1620-1629.

Gilbert, J., D. Gowing & H. Wallace, 2009.

Available soil phosphorus in semi-natural grasslands: Assessment methods and community tolerances. *Biological Conservation* 142 (5): 1074-1083.

Interprovinciaal Overleg, 2012. Natuurmeting op Kaart. Peildatum 1-1-2012. De voortgang van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS); verwerving, inrichting en beheer. Opdrachtgever: Interprovinciaal Overleg en provincies. Uitvoering: Dienst Landelijk Gebied en Dienst Regelingen i.s.m. Staatsbosbeheer.

Kemmers, R.H., B. Beltman, A.P. Grootjans, A.J.M. Jansen, G. Kooijman & P.C. Schipper, 2004. Voorkomen en bestrijden van Pitrusdominantie in natte schraallanden. Rapport Alterra, Wageningen.

Lamers, L., E. Lucassen, F. Smolders & J. Roelofs, 2005. Fosfaat als adder onder gras bij 'nieuwe natte natuur'. *H₂O* 38 (17): 28-30.

Mullekom, M. van, F. Smolders, E. Brouwer, W. Geraedts & J. Roelofs, 2009. Herstel van schraalgraslanden in het Hierdense beekdal. *Vakblad Natuur Bos Landschap* 6: 2-7.

Noordwijk, C.G.E. van, M.J. Weijters, N.A.C. Smits, R. Bobbink, A.T. Kuiters, E. Verbaarschot, R. Versluijs, J. Kuper, W. Floor-Zwart, H.P.J. Huiskes & H. Siepel, in druk. Uitbreiding en herstel van Zuid-Limburgse hellingschraallanden. Eindrapport 2e fase O+BN onderzoek.

Olsen, S.R., C.V. Cole, F.S. Watanabe & L.A. Dean, 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. *USDA Circular* 939: 1-19. Gov. Printing Office, Washington D.C.

Sival, F.P. & W.J. Chardon, 2004. Natuurontwikkeling op fosfaatverzadigde gronden: fosfaatonttrekking door een gewas. Rapport 1090, Alterra Wageningen.

Smolders, A.J.P., L.P.M. Lamers, E.C.H.E.T. Lucassen, G. van der Velde & J.G.M. Roelofs, 2006. Internal eutrophication: 'How it works and what to do about it' - a review. *Chemistry and Ecology* 22: 93-111.

Smolders, A.J.P., E.C.H.E.T. Lucassen, M. van der Aalst, L.P.M. Lamers & J.G.M. Roelofs, 2008. Decreasing the abundance of *Juncus effusus* on former agricultural lands with non-calcareous sandy soils: possible effects of liming and soil removal. *Restoration Ecology* 16: 240-248.

Smolders, F., J. Roelofs & E. Lucassen, 2011. Goede grond voor natuur - Abiotische bodemcondities sturen vegetatieontwikkeling in natuurgebieden. *Bodem* 2: 11-13.

Timmermans, B & N. van Eekeren, 2012. Uitmijnen: het bodemfosfaatgehalte verlagen met grasklaver en kalibemesting. *Vakblad Natuur Bos & Landschap* 1: 12-15.

Summary

Re-creation of nature on former arable lands: a targeted search for chances!

The transformation of ex-agricultural lands into low productive biodiverse dry and wet semi-natural grasslands and heathlands in The Netherlands only turned to be successful in case phosphorus (P)-limited conditions can be achieved in the soil top-layer. Due to many years of heavy fertilization, the (deeper) soil has often become strongly enriched with nutrients. Without reduction of excessive phosphorus, dominant monotonous growth of *Holcus lanatus* (dry soil) and *Juncus effusus* (moist to wet soil) mostly occurs on abandoned agricultural lands. By mowing or mining, in combination with biomass removal, a reduction in the total P concentration of the topsoil can mostly only be realized on the longer term. In contrast, top soil removal turned to be a very effective measure to achieve nutrient poor conditions in the soil top-layer on the short term. The Olsen-P concentration, in combination with the total-P concentration in the soil, is a strong indicator for the potential growth of *J. effusus* and the species-richness that will develop on abandoned agricultural lands. Therefore analysis of these parameters in depth gradients can give a quick and accurate indication of the depth at which P availability is sufficiently low and the time it takes to reach sufficiently low P concentrations through mowing or mining (with or without partial soil removal). In addition, analyses of the total calcium concentration in the soil give accurate knowledge on the type of nutrient poor nature that can develop under dry to wet conditions. Field experiments showed that improving the soil property by only lowering the phosphorus availability, does not always lead to success. Additional information on the hydrology and groundwater quality is required. Also additional measures are often needed, including restoration of the hydrology (removal of former drainage ditches), lime application to undo soil acidification, and re-introduction of plant species (in the absence of a vital seed bank and/or donor site in the neighbourhood).

Drs M. van Mullekom, Dr. E.C.H.E.T. Lucassen, Drs. M.J. Weijters, Dr. H.B.M. Tomassen, Dr. R. Bobbink & Dr. A.J.P. Smolders
Onderzoekcentrum B-WARE
Toernooiveld 1, 6525 ED Nijmegen

m.vanmullekom@b-ware.eu
e.lucassen@b-ware.eu
m.weijters@b-ware.eu
h.tomassen@b-ware.eu
r.bobbink@b-ware.eu
a.smolders@b-ware.eu