

ontwikkeling+beheer natuurkwaliteit

HANDREIKING

**voor de omvorming
van landbouwgronden
naar schrale natuur**

© 2017 VBNE, Vereniging van Bos- en Natuurterreineigenaren

Deze publicatie is tot stand gekomen met bijdragen van BII12 en het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.

Teksten mogen alleen worden overgenomen met bronvermelding.

Online gepubliceerd op www.natuurkennis.nl/publicaties/nat-zandlandschap/

Redactie

I. Borkent, G. van Duinhoven en W. Wiersinga

Lay-out en fotobewerking

Aukje Gorter

Beeld

Foto's van Fabrice Ottburg

Samenstelling

Drs. C.J.S. Aggenbach, Prof. M.P. Berg, Prof. J. Frouz, Dr. T. Hiemstra, Msc. L. Norda, J. Roymans, Prof. R. van Diggelen

Opdrachtgever

Vereniging van Bos- en Natuurterreineigenaren (VBNE)

Productie

Vereniging van Bos- en Natuurterreineigenaren (VBNE)
Princenhof Park 9
3972 NG Driebergen
info@vbne.nl

Handreiking

Deze handreiking biedt planners, projectleiders, ecologen en beheerders een ondersteuning bij het uitwerken van inrichtingsplannen waarbij voedselrijke landbouwgronden worden omgevormd. Voormalige maisakkers, graanakkers en graslanden moeten worden omgevormd tot schrale natuurtypen. Het gaat dan om bijvoorbeeld maisakkers, graanakkers en graslanden die worden omgevormd tot heidevegetaties, blauwgraslanden, heischrale graslanden, duingraslanden of duinvalleivegetaties. Het zijn natuurtypen die alleen gedijen bij lage concentraties voedingsstoffen in de bodem.

Door een intensief landbouwkundig gebruik in het verleden is de nutriëntenvoorraad en -beschikbaarheid in deze landbouwgronden groot, waardoor het herstel van natuurtypen die gebonden zijn aan een relatief lage nutriëntenbeschikbaarheid een moeilijke opgave is. De grote fosfaatvoorraden, de zeer geringe aanwezigheid van doelsoorten in de zaadbank en het ontbreken van populaties plant- en diersoorten in de omgeving van herstellocaties, beperken doorgaans het herstelsucces. Vandaar dat het heel belangrijk is om een uitgekende ontwikkeling van herstelprojecten voor te bereiden om tot succesvol herstel te komen. Deze handreiking biedt daarvoor de belangrijkste handvatten.

De handreiking is een praktische vertaalslag van het OBN-rapport *Evaluatie strategieën omgang overmatige voedingsstoffen* (Aggenbach et al. 2017). Dit OBN-rapport bevat de onderzoekskennis en veel achtergrondinformatie. Op een aantal plaatsen in deze handleiding wordt voor meer informatie direct naar het OBN-rapport verwezen.

Belangrijk is om de herinrichting van voormalige landbouwpercelen in een landschappelijke context te zien. Het is daarom nodig om eerst Module 1 te doorlopen (inbedding projectgebied in het landschap) zodat bij keuzen in het projectgebied ook rekening wordt gehouden met natuurdoelen en andere doelen in de omgeving. Pas als helder is wat de positie en functie is van het projectgebied binnen het grotere landschappelijke geheel, zijn Modules 2 en 3 aan de orde. De uitkomst van de ene module kan de keuzemogelijkheid in een andere module beperken of kan leiden tot lokale aanpassingen. Zo kunnen relaties op landschapsschaal (Module 1) en omgang met de waterhuishouding en reliëf (Module 3) elkaar beïnvloeden. De uitkomsten van de analyse van cultuurhistorische en archeologische waarden (Module 2) geeft ook inzicht hoe maatregelen die ingrijpen in de bodem (Module 3) kunnen worden afgestemd op zulke waarden.

Deze handreiking is geen harde beslissleutel met alleen ja/nee-opties. In veel gevallen is de keuze voor een specifieke maatregel niet alleen een kwestie van wel of niet doen, maar is het juist belangrijk hoe maatregelen worden uitgevoerd. De modules geven de gebruiker daarom vooral handvatten om keuzen te overwegen en geven de mogelijkheid om al puzzelend uit meerdere opties te kunnen kiezen en gekozen maatregelen nader uit te werken.

Tenslotte: Deze handreiking gaat niet in op de financiële aspecten van inrichtingsprojecten, omdat de budgetten voor herinrichting niet vastliggen en de daadwerkelijke kosten van herinrichtingen sterk beïnvloed worden door lokale en regionale omstandigheden en tijdgebonden kansen. Terreinbeheerders hebben daar vaak voldoende kennis en ervaring met calculaties voor herinrichtingsprojecten zodat we dat hier buiten beschouwing kunnen laten. Deze handreiking gaat ook niet in op de regelgeving omdat deze regelmatig verandert en bovendien per provincie kan verschillen.

Module 1: inbedding van de landschapsecologische positie en functie van het projectgebied in het landschap.

Module 2: omgang met cultuurhistorische en archeologische waarden.

Module 3: omgang met lokaal reliëf en waterhuishouding.

Module 4: keuze van de techniek binnen het projectgebied voor herstel van een lage nutriëntenbeschikbaarheid ten behoeve van schrale natuurtypen.

Module 5: geeft een algemeen overzicht welke type gegevens nodig kunnen zijn bij het opstellen van een inrichtingsplan.

Projectfasering

De inrichtingsprojecten voor omvorming van landbouw naar natuur vergen een projectmatige aanpak met een fasering van onderdelen.

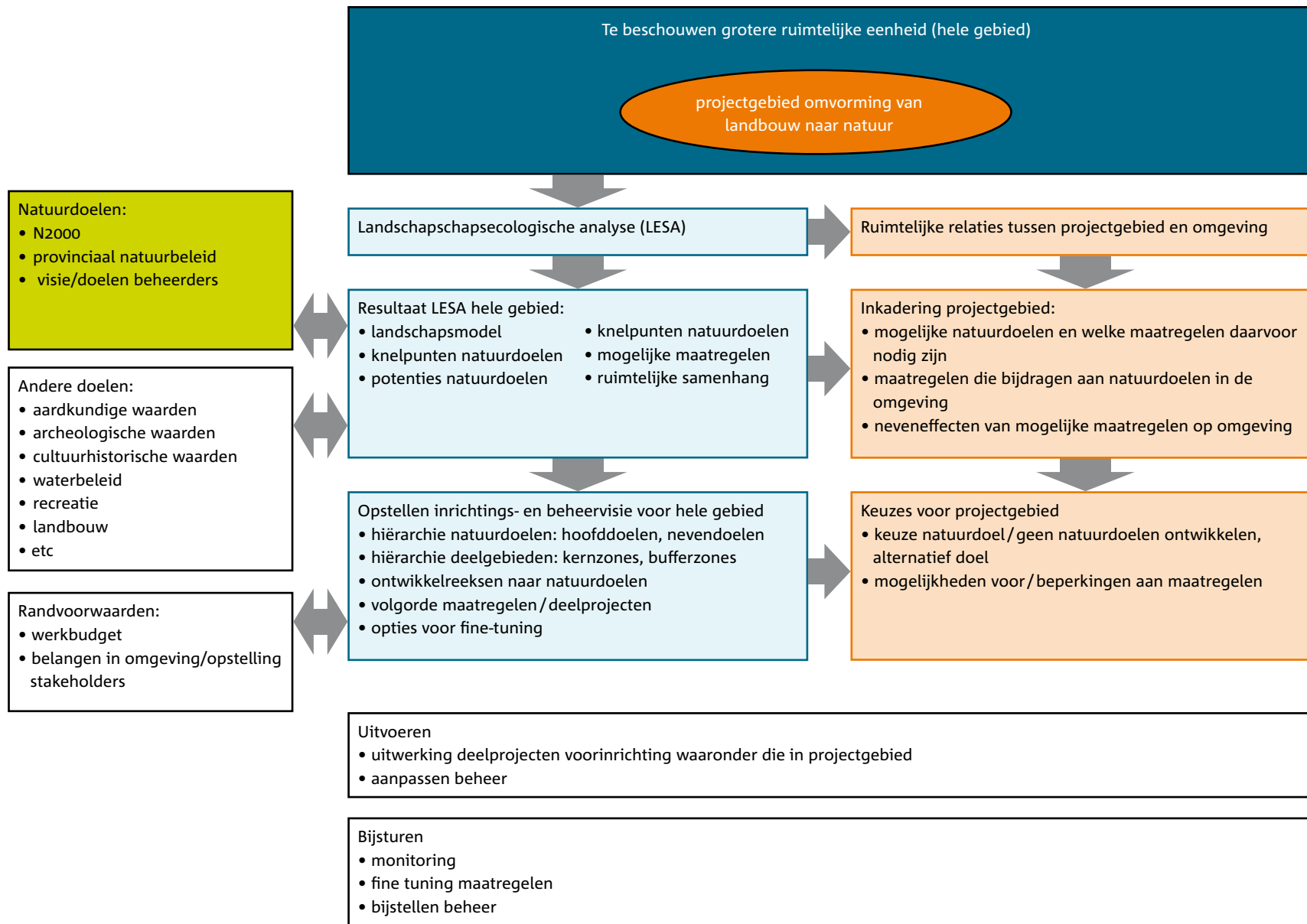
1. DOELEN VASTSTELLEN

Stel vast of het projectgebied onderdeel wordt van een kernzone met hoogwaardige natuurdoelen of dat het een bufferzone wordt die ondersteunend is aan kernzones in de omgeving (Module 1). Dit onderscheid is van belang voor de ambitie voor de natuurdoelen in het projectgebied en mate van investeringen in de lokale inrichting. Vervolgens worden de natuurdoelen zo concreet mogelijk ingevuld op basis van beleid en ambities van de beheerder. Figuur 1 is een hulpmiddel om de doelen vast te stellen en te bepalen wat de afbakening is van het projectgebied.

Checks:

- Zijn de doelstellingen duidelijk?
- Start organiseren financiering.
- Welke vergunningen zijn nodig en hoe ziet het traject voor de aanvraag er uit?
- Start communicatie met lokale belanghebbenden.
- Vergunning voor ontgroningen (gemeente) en ontheffingen (RVO).





Figuur 1 Vaststellen doelen en bepalen projectgebied

2 PLANVORMING

Analyseer met behulp van de modules welke herstelmaatregelen voor het ontwikkelen van schrale natuurdoelen zinvol zijn binnen de eventuele beperkingen die Module 1 heeft opgeleverd. Module 2 laat vervolgens zien of de beoogde maatregelen van invloed zijn op aardkundige, cultuurhistorische en archeologische waarden en stel het plan daar zo mogelijk op af.

Stel ook de vraag of ingrijpende maatregelen niet beter in andere gebieden efficiënter en met grotere slagingskans voor de natuurdoelen kunnen worden uitgevoerd. Middelen voor herinrichting zijn beperkt, dus een effectieve inzet daarvan is belangrijk.

Checks:

- Zijn er voldoende gegevens aanwezig om haalbaarheid van doelen te kunnen vaststellen en om gefundeerd een keuze te maken voor een hersteltechniek?
- Bodemchemisch vooronderzoek naar fosfaatgehalten op verschillende dieptes is onontbeerlijk.
- Is er een kans dat zaden van niet-doelsoorten (pitrus bijvoorbeeld) opkomen?
- Zijn er bronpopulaties van verwachte doelsoorten (flora en fauna) binnen een straal van 1 km aanwezig en zijn er verbindingen of barrières?
- Zijn er nog soorten aanwezig waar bij de uitvoering rekening mee moet worden gehouden en/of waarvoor ontheffingen nodig zijn?
- Zijn er negatieve effecten op aanliggende terreinen te verwachten? Zijn die eventueel te voorkomen?
- Communiceer de voortgang van het project met de omgeving.
- Stel vast hoe het gebied na de ingreep beheerd en gemonitord gaat worden. Verricht de juiste nulmetingen zodat effecten van de herinrichting goed kunnen worden beoordeeld. Richt monitoring verder in om fine-tuningsmaatregelen te kunnen ondersteunen (bijvoorbeeld instellen waterpeilen) en om beheer tijdig bij te stellen.

3 UITVOERING

Het inrichtingsplan wordt uitgewerkt in een bestek. Tijdens de uitvoering is een opzichter aanwezig die goed bekend is met de doelen en de ecologische achtergrond. Hij of zij kan bijsturen als zich onverwachte zaken voordoen. De opzichter legt ook afwijkingen in de uitvoering van het bestek vast. Belangrijk is een goede documentatie van de uitvoering. Denk daarbij aan aspecten als financieringsbron, totale kosten, jaar van uitvoering, grootte van de ontgroning, landgebruik vóór ontgronden, diepte van afgraven, hoeveelheid afgevoerde en/of verplaatste grond, vorm van uitmijnen, hoeveelheid opgebracht ijzer, dikte van de organische laag na uitvoering.

Checks:

- Zorg voor goede begeleiding bij de uitvoering ter plekke.
- Maak een verslag(je) over de gevolgde werkwijze, en maak foto's vóór, tijdens en na de ingreep.
- Maak aantekeningen op de bestekstekening wanneer daar bij uitvoering van wordt afgeweken. Documenteer de daadwerkelijke uitvoering op revisiekaart en in een verslag.
- In geval van ontgronden: controleer met bodemchemie-onderzoek of doelen voor verlaging van nutriëntenrijkdom zijn gehaald.
- Documenteer maatregelen die zich uitstrekken over meerdere jaren.

4 VERVOLGBEHEER

Meestal is het nodig om na de eerste maatregelen een vervolgbeheer te voeren. Dat kan bestaan uit bijvoorbeeld maaien, beweiden, uitmijnen of een combinatie van dergelijke maatregelen. De ontwikkelingen in het gebied kunnen aanleiding geven tot het bijstellen van beheer dan wel tot ingrijpen in de ontwikkeling met niet geplande beheermaatregelen.

Checks:

- Documenteer het gevoerde beheer en voer regelmatig een extensieve monitoring uit. Dit maakt evaluatie en bijsturing een stuk eenvoudiger.
- Bij snelle vestiging van bomen/houtige gewassen op grote oppervlakten is vroegtijdig houtopslag verwijderen zeer aan te bevelen. In natte terreindelen kan maaibeheer lastig zijn, maar in een droog jaar kan maaien wel een optie zijn.
- Uitmijnbeheer vergt een vergaande afstemming op de bemesting (K of N+K), het aantal maaibeurten, gewaskeuze op de ontwikkeling van de nutriëntenbeschikbaarheid, productiviteit en afvoer van nutriënten. Hiervoor is monitoring noodzakelijk.

5 MONITORING

Om later te kunnen beoordelen of de maatregelen het gewenste effect hebben gehad, is het nodig om bij aanvang al met een goede monitoring te beginnen. Deze bestaat in ieder geval uit het beschrijven van de uitgangssituatie en de situatie onmiddellijk na de uitvoering. Daarna is het zinvol een monitoring uit te voeren zoals in onderstaand schema:



Een documentatie van alle werkzaamheden is belangrijk om de effecten ervan later goed te kunnen evalueren.

Vegetatie:

Na 5-6, 10-12, 15-18 jaar en vervolgens elke 10 jaar kartering vegetatietypen en aandachtsoorten, karteerschaal hangt af van vegetatiepatroon en omvang projectgebied; de eerste 10 tot 15 jaar ook jaarlijks de vegetatiestructuur volgen door opslag en ontwikkeling van ongewenste soorten in te tekenen op kaart, dit ten behoeve van fine tuning van het beheer

Fauna:

Afhankelijk van de doelsoorten; vogels meenemen in reguliere karteringen

Waterstanden:

Voor projecten waar herstel van de waterhuishouding van belang is kunnen grond- en eventueel oppervlaktewaterstanden worden gevolgd; meetlocaties plannen op basis van voorkennis over het hydrologisch systeem

Humusprofiel:

Eens in de 5/6 jaar de ontwikkeling van het humusprofiel volgen

Chemische toestand bodem:

Na uitvoering plaggen / afgraven vastleggen humusprofiel en meting P-totaal en ook P-Olsen en/of P-water (Pw), pH-H₂O en of pH-KCl, organische stof en bulkdichtheid in de bodemtoplaag; aantal meetpunten hangt af van omvang en zonatie project gebied; indien herstel van een hoge basenrijkdom van belang is, kunnen elke 5 jaar op vaste locaties humusprofiel, pH-H₂O en of pH-KCl, uitwisselbare kationen, kationadsorbtiecapaciteit, organisch stofgehalte en bulkdichtheid worden gemeten; voor de ontwikkeling van basenrijkdom is het ook van belang om die van organische stof in de bodem te volgen; meetlocaties plannen op basis van uitgevoerde landschapsecologische systeemanalyse en inrichtingsmaatregelen; in geval van uitmijnen meten P-totaal, N-totaal en ook P-Olsen of P-water

Chemische toestand bovengrondse biomassa:

In geval van uitmijnen jaarlijks documenteren hoeveelheid toegediende N en K en meten jaarlijkse afvoer N, P en K in afgevoerde gewas

Chemische toestand grondwater:

Indien herstel van een hoge basenrijkdom door aanvoer van grondwater van belang is kunnen elke 5 jaar op vaste locaties macro-ionen, pH en elektrisch geleidingsvermogen in het porievocht worden gemeten op een aantal diepten in de bodem (bv 0-10, 40-50, 90-100 cm-mv); meetlocaties plannen op basis van uitgevoerde landschapsecologische systeemanalyse en inrichtingsmaatregelen

6 EVALUATIE

Evalueer eens in de 10-12 jaar de ontwikkeling van het projectgebied op de ontwikkeling van bodemchemie, humusprofiel, waterhuishouding, vegetatie, doelsoorten en abiotiek. Het onderling vergelijken van meerdere terreinen waar herinrichting voor omvorming van landbouw naar natuur heeft plaatsgevonden is leerzaam om succes en faalfactoren te onderkennen. Ga dus af en toe ook op bezoek bij de 'buren'. Pas zo nodig het vegetatiebeheer en/of het waterbeheer aan op basis van die evaluatie.



Module 1

Project in het landschap

Voorafgaand aan de uitwerking van een inrichtingsproject is het nodig om vast te stellen welke actuele functies het projectgebied binnen het landschap heeft. De keuzes in het project dienen te passen in de langetermijnvisie op ontwikkeling van het totale natuurgebied in het landschap. Module 1 geeft handvatten om die functie te bepalen en is belangrijk om te waarborgen dat het project bij gaat dragen aan de ontwikkel- of hersteldoelen op schaal van het landschap of voor het gehele toekomstige natuurgebied. Voorkomen moet worden dat lokale inrichtingsprojecten zulke doelen beperken of te niet doen.

Na een afweging op schaal van het landschap kunnen de maatregelen nader worden ingevuld. De werkwijze is dus van groot naar klein. De analyse op landschapsschaal kan ook als uitkomst kunnen hebben dat bepaalde maatregelen op lokaal niveau niet zinvol zijn of zelfs een negatief effect hebben op actuele natuurdoelen in de omgeving. Hydrologische relaties, herstel van processen op landschapsschaal, omgang met ongewenste effecten die nog lang blijven doorwerken, spelen hierin een belangrijke rol.

Een veel gebruikt instrument om het landschap te doorgronden is de landschapsecologische systeemanalyse (LESA). In een dergelijke analyse worden alle relevante factoren op een systematische manier 'boven tafel gebracht' en met elkaar in verband gebracht. Dat begint met een beschrijving van de huidige toestand en relaties (tussen bodem, water, vegetatie, fauna etc.) en het inschatten van mogelijke veranderingen na een ingreep. Een veelgebruikte methode voor een LESA staat beschreven in het in 2010 verschenen boekje Landschapsecologische systeemanalyse van onder andere Van der Molen.

Volgende 4 pagina's:

Tabel 1 is een checklist om te screenen welke mogelijke functies een projectgebied heeft in de omgeving op het gebied van bijvoorbeeld waterhuishouding, fauna, connectiviteit en positie in de gradiënt. Wanneer een functie van belang kan zijn, is het zinvol om op basis van gegevens en inzichten uit het veld deze nader te analyseren. De checklist geeft ook inzicht in mogelijke negatieve effecten van maatregelen in het projectgebied op de omgeving. Door deze te onderkennen kan worden bedacht welke mogelijkheden er zijn om deze negatieve effecten te voorkomen.



Tabel 1 Checklist landschapsecologische positie en functie van het projectgebied in het landschap

Landschapsecologische positie/ functie van projectgebied in omgeving	Mogelijke implicatie	Voorbeelden van keuzes
Waterhuishouding: waterregime, waterstroming en stofstromen		
Infiltratiegebied	toestroming grondwater naar kwelgebied buiten het projectgebied	het projectgebied is droog en heeft een diep fosfaatprofiel. Afgraven voor schrale natuurdoelen vergt een te grote investering. Omdat door de droge omstandigheden geen fosfaat kan uitspoelen naar lagere terreindelen richt het beheer zich op ontwikkeling van kruiden- en faunarijke grasland
	in geval van geringe hoogteverschillen tussen het infiltratiegebied en kwelzones kan bij afgraven van hooggelegen terreindelen de toestroming van (lokaal) grondwater verminderen of wegvallen	van ontgronden van dekzandkoppen die infiltratiegebied zijn voor lokale grondwatersystemen, wordt afgezien
	in geval van bemesting, vermesting grondwater dat toestroomt naar kwelgebied buiten het projectgebied	stop bemesting en vermijd uitmijnen met toediening van stikstof. Bij uitmijnen heeft bemesting met kalium het gebruik van kalichloride een voorkeur boven kalisulfaat
Ontwaterd infiltratiegebied	actueel minder toestroming van grondwater naar kwelgebied buiten het projectgebied; verminderen/verwijderen ontwatering is gewenst voor kwelgebied	breng af- en ontwatering in kaart en maak een plan om de afwatering compleet of zoveel mogelijk te stoppen
	bij verminderen/verwijderen ontwatering meer toestroming van grondwater naar kwelgebied, of ontstaan van kwelzones	
	bij geen vernatting geen risico op uit- en afspoeling van fosfaat naar lagere delen	de ontwatering in het projectgebied wordt gedempt en het perceel wordt deels afgegraven voor ontwikkeld van droge heide en heischraalgrasland
Ontwaterd gebied	bij vernatting risico op uit- en afspoeling van fosfaat naar lagere delen of andere delen waarop het projectgebied afwatert	kijken of afstromend oppervlaktewater benedenstrooms een nadeel vormt voor schrale natuurtypen; zo ja, dan kijken of omleiding mogelijk is
(Relatief) nat infiltratiegebied	actuele uit- en afspoeling van fosfaat, stikstof en kalium naar lagere delen	bemesting wordt gestopt en fosfaatrijke laag wordt afgegraven
	bij vernatting, toename uit- en afspoeling van fosfaat, stikstof en kalium naar lagere delen, ook kans op runoff van nutriëntenrijk oppervlaktewater naar lagere delen	afwatering van projectgebied wordt omgeleid door een deel zonder schrale natuurdoelen

Landschapsecologische positie/ functie van projectgebied in omgeving	Mogelijke implicatie	Voorbeelden van keuzes
Laag drainerend gebied	projectgebied actueel te droog voor beoogde natuurdoel; vernatting projectgebied is wenselijk en dit kan ook zorgen voor vernatting van de omgeving	in de omgeving wordt een hydrologische bufferzone ingericht met hogere waterstanden
	in projectgebied geen kwel 'in maaiveld' en daardoor niet duurzaam basenminnende, grondwaterafhankelijke natuurdoelen; vernatting projectgebied is wenselijk en dit kan ook zorgen voor vernatting van de omgeving	
	actueel verlagend effect op grondwaterstand in omgeving en hier een knelpunt voor grondwaterafhankelijke natuurdoelen. Vernatting van projectgebied is wenselijk; beperkt mogelijkheden voor afgraven projectgebied ten behoeve van schrale condities. Vernatting kan leiden tot mobiliseren fosfaat in het projectgebied	ontwatering in het projectgebied wordt verwijderd en de nieuwe vegetatie wordt beheerd als voedselrijke moerasruigte ten behoeve van fauna
	afname/geen kwel in delen van de omgeving en hier een knelpunt voor basenminnende grondwaterafhankelijke natuurdoelen. Vernatting van projectgebied is wenselijk. Beperkt mogelijkheden voor afgraven projectgebied ten behoeve van schrale condities. Vernatting kan leiden tot mobiliseren fosfaat in het projectgebied	
	afvoerfunctie voor neerslagoverschot uit omgeving, in geval van dempen van ontwatering in projectgebied loopt afvoer over maaiveld. De nutriëntenrijkdom van het oppervlaktewater is dan van invloed op de potenties van schrale natuurdoelen; pas op met aanleg van waterlopen en laagten voor afvoer ('beken', slenken, duinrellen), want die zorgen voor drainage en vermindering van kwel in 'maaiveld' in het projectgebied en mogelijk ook in de omgeving	bij gebrek aan andere opties accepteer dat het terreindeel dat fungeert als waterafvoerroute voor het projectgebied, zich ontwikkelt naar voedselrijk nat grasland en moeras
	doorvoerfunctie voor oppervlaktewater, veelal gaat het dan ook om nutriëntenrijk oppervlaktewater uit landbouwgebied (beken, doorvoersloten). De vereiste diepte-ligging van de waterloop kan dan een belemmering zijn voor gewenste vernatting; in geval een geringere diepte van de waterloop mogelijk/gewenst in verband met met tegen gaan van de drainerende werking, kan bij piekafvoeren overstroming met nutriëntenrijk oppervlaktewater optreden	het traject van de doorvoersloot dat zorgt voor ongewenste drainage wordt vervangen door een buis
Laag gebied met (toekomstige) functie voor waterberging	zorgt voor een overstromingsregime dat potenties voor natuurdoelen kan vergroten/c.q. verkleinen. Wanneer nutriëntenrijk oppervlaktewater geborgen moet worden kan dit schrale natuurdoelen beperken/uitsluiten	het waterbergingsdoel blijft gehandhaafd en voorzien wordt het bergingswater uit landbouwgebied nog langdurig nutriëntrijk blijft onder het huidige mestbeleid. Bij de inrichting wordt nutriëntenrijk grasland, ruigte en moeras nagestreefd

Landschapsecologische positie/ functie van projectgebied in omgeving	Mogelijke implicatie	Voorbeelden van keuzes
Positie in gradiënt natuurdoelen		
Hoog in landschap	het projectgebied kan essentieel zijn voor (relatief) droge natuurdoelen	er wordt gekozen voor afgraven te einde droge heischraalgraslanden en heiden te ontwikkelen in overgang met vochtige heide
Laag in landschap	het projectgebied kan essentieel zijn voor (relatief) natte natuurdoelen, kan ook van belang zijn voor ontwikkelen van kwelafhankelijk natuurdoelen	door het dempen van diepe ontwatering en verondieping van de beek is het mogelijk de fosfaatrijke toplaag in een beekdallaagte af te graven zonder aangrenzende grondwaterafhankelijke natuur te verdrogen
Middenpositie in hoogt gradiënt	kan essentieel zijn voor vochtige natuurdoelen en herstel van een volledige gradiënt	er wordt gekozen voor ondiep afgraven; dit levert in een deel van projectgebied fosfaatarme bodem op. Diep afgraven zou leiden tot verdrogende effecten op het aangrenzende lage terreindeel
Fauna		
Specifiek (deel)biotoop voor doelsoort(en)	projectgebied is actueel een belangrijk (deel)biotoop voor specifieke soorten	er wordt geprofiteerd van de hoge nutriëntenrijkdom van het projectgebied ten behoeve van belangrijk leefgebied voor fauna
	projectgebied is potentieel een belangrijk (deel)biotoop voor specifieke soorten	aanleg van poelen voor amfibieën
Connectiviteit		
Ligging in verbindingzone voor soorten	kan speciale inrichting en beheer vergen om verbindingzone geschikt te maken voor (specifieke) soorten	het vegetatiebeheer richt zich op het laten ontstaan van een mosaïkrijk grasland met struweel ten behoeve van specifieke vlindersoorten
Ligging ten opzichte van bronpopu- laties in omgeving	in geval in de omgeving van het projectgebied van bronpopulaties van soorten voorkomen die belangrijk zijn voor de beoogde natuurdoelen in het projectgebied, dan is dat gunstig voor het ontwikkelperspectief van die natuurdoelen	bij de inrichting van een projectgebied wordt in samenhang met herstel van de waterhuishouding er voor gezorgd dat een ouder natuurreservaat over maaiveld afwatert in het projectgebied. Dit zorgt voor dispersie van zaden van doelsoorten via oppervlaktewaterstroming

Landschapsecologische positie/ functie van projectgebied in omgeving	Mogelijke implicatie	Voorbeelden van keuzes
Prioritering functie projectgebied in ontwikkelvisie op gebiedsschaal		
Ligging in kernzone: nodig voor realiseren hoofdnatuurdoelen	maatregelen voor realiseren hoofdnatuurdoelen in projectgebied kunnen grote investering voor aanpassen waterhuishouding en/of creëren schrale omstandigheden rechtvaardigen	het projectgebied ontwatert de omgeving en is omgeven door natuurgebied met veel doelsoorten; de ontwatering alle ontwatering wordt gedempt en een dunne fosfaatrijke bouwvoor wordt verwijderd
Nodig als bufferzone voor waterhuishouding: aanpassing waterhuishouding is projectgebied staat ten dienste van natuurdoelen in omgeving; in projectgebied geen hoofdnatuurdoelen, wel eventueel begeleidende natuurdoelen	kan in projectgebied maaiveldverlaging door afgraven beperken/onmogelijk maken	geen ingreep in bodem en vegetatiebeheer wordt gestopt ten einde ontwikkeling van nutriëntenrijk struweel mogelijk te maken
	gewenste vernatting van projectgebied ten behoeve van van natuurdoelen in omgeving kan daar leiden tot eutrofiering door mobilisatie van fosfaat dat 'geaccepteerd' wordt	ontwatering wordt verwijderd en het fosfaatrijke oppervlaktewater wordt geloosd op een greppel die afwatert naar landbouwgebied
	bij maatregelen voor realiseren ondergeschikte natuurdoelen in projectgebied afwegen van potenties en hoogte investering. Anders alternatief natuurdoel kiezen	ondiep afgraven levert geen schale condities op en dus wordt gekozen voor ontwikkeling van structuurrijk bos ten behoeve van fauna
Ligging in bufferzone in hoger gelegen infiltratiegebied voor voorkomen van vermesting in lageregelegen delen: aanpassing waterhuishouding is projectgebied staat ten dienste van natuurdoelen in omgeving; in projectgebied geen hoofdnatuurdoelen, wel eventueel begeleidende natuurdoelen	maatregelen en beheer in projectgebied zijn gericht op voorkomen van vermesting grondwater en runoff van nutriëntenrijk oppervlaktewater naar omgeving	een droge maisakker wordt verworven en met het vegetatiebeheer streeft men naar kruiden- en faunairijk grasland
	maatregelen voor realiseren ondergeschikte natuurdoelen alleen inzetten in geval van potentie en lage investering. Anders alternatief natuurdoel kiezen	
Geen buffer of kernzone wel onderdeel van grotere natuurzone en tegelijk geen potenties voor ontwikkelen van beoogde natuurdoelen	er wordt creatief gezocht naar welke meerwaarde voor natuur het projectgebied kan hebben binnen de grotere natuureenheid	geen bodemingrijpen; het projectgebied wordt ingericht als oogstbos voor recreanten
	er wordt gekozen voor optie die geen/weinig beheer vergt (bijvoorbeeld bosontwikkeling)	

Module 2

Cultuurhistorische en archeologische waarden

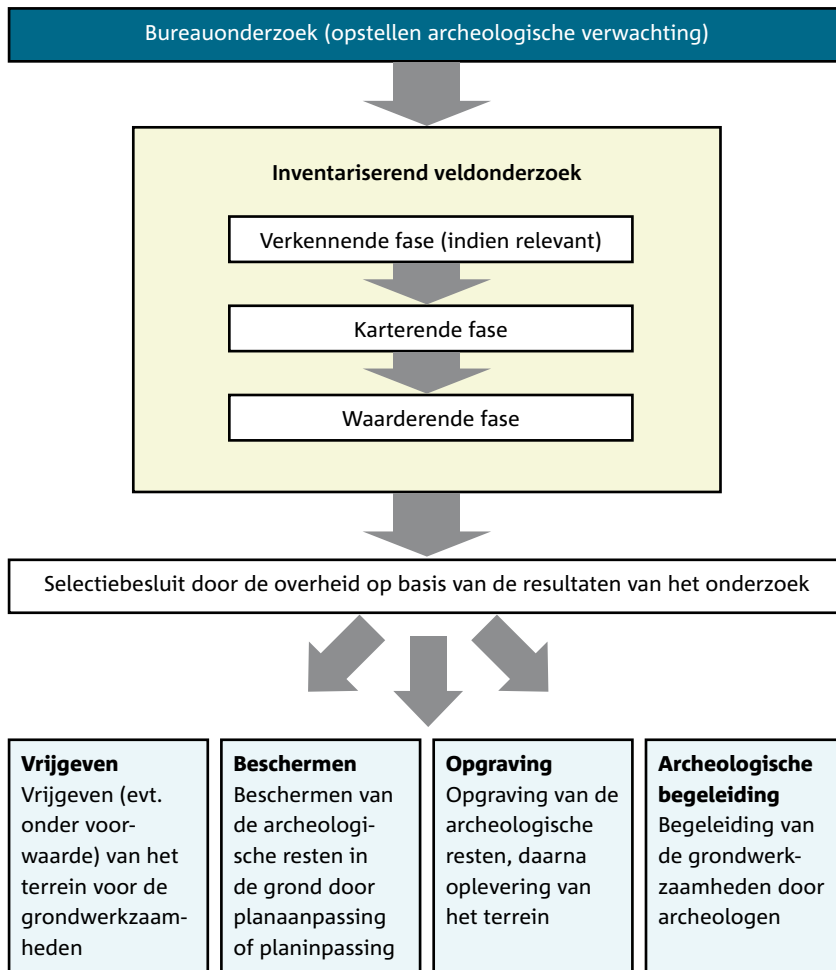
Helaas tasten inrichtingswerkzaamheden soms cultuurhistorische en archeologische waarden aan. Dit gebeurt bijvoorbeeld als dieper dan 30-40 cm moet worden afgegraven of als maatregelen de bodemeigenschappen (op termijn) blijvend veranderen, zoals verlaging van het grondwaterpeil. Door grondwaterverlaging kunnen organische archeologische resten aan zuurstof worden blootgesteld, waardoor deze zullen vergaan. Archeologie en cultuurhistorie worden daarom vaak gezien als hinder bij natuurontwikkeling. Het is in veel gevallen echter mogelijk om door middel van kleine planaanpassingen archeologische vindplaatsen en cultuurhistorische elementen te behouden, waardoor bijvoorbeeld een kostbare opgraving wordt voorkomen. Het is vooral van belang om bij het opstellen van de plannen in een vroeg stadium rekening te houden met archeologische vindplaatsen en cultuurhistorische elementen. Figuur 2 laat de formele stappen zien die daarvoor nodig zijn.

Voor een project betekenen de formele verplichtingen praktisch gezien het volgende:

- 1 Zorg dat archeologie en historische geografie vroeg in de planvorming worden meegenomen. Als onderzoek of behoud aan de orde is, neemt dit immers tijd in beslag. Soms kan onderzoek gelijktijdig met de werkzaamheden worden uitgevoerd (bijvoorbeeld in geval van een archeologische begeleiding), maar vaak is dat niet mogelijk, en zal het onderzoek voorafgaand aan de werkzaamheden moeten zijn afgerond. Niet alleen afgerond, maar ook goedgekeurd door het bevoegd gezag (de gemeente).
- 2 Laat een bureauonderzoek en een eventueel een verkennend booronderzoek uitvoeren om de cultuurhistorische en archeologische waarden van het plangebied en de gemeentelijke eisen ten aanzien van omgang ermee vast te stellen. Archeologische verwachtings- en beleidskaarten en eventuele cultuurhistorische waardenkaarten spelen een hoofdrol in het bureauonderzoek. Een verkennend booronderzoek heeft tot doel de gaafheid van de bodem in kaart te brengen. Dat is belangrijk omdat in verstoorde bodems geen archeologische resten meer zijn te verwachten. Als blijkt dat een gebied weliswaar een hoge verwachting heeft, maar dat de bodem zwaar is verstoord, is verder onderzoek niet aan de orde. Uit het onderzoek dient dus naar voren te komen of verder onderzoek noodzakelijk is, en welke vorm dit dan zou moeten hebben.
- 3 Denk na over mogelijkheden van behoud van de te verwachten resten, bijvoorbeeld door planaanpassing. Dit moet vroeg in de planvorming gebeuren. Indien het afgraven van de bodem niet mogelijk is vanwege de aanwezigheid van archeologische resten kan verschraling (met hooilandbeheer door maaien en afvoeren) of uitmijnen wellicht uitkomst bieden. Uitgangspunt van het behouden van archeologische waarden is ervoor te zorgen dat ingrepen die tot aantasting daarvan leiden, zoveel mogelijk vermeden worden.
- 4 Bekijk of bovengrondse historisch-geografische resten zoals houtwallen, oude wegen en sloten worden bedreigd door de ingrepen en zo ja of deze kunnen worden gereconstrueerd. In geval vernatting voor natuurontwikkeling gewenst is, kan dempen van sloten noodzakelijk zijn. Bij het dempen van ruilverkavelingssloten gaan nauwelijks historische geografische waarden verloren. Ook dan kan in geval van sloten die in de recente historie vergaand verdiept zijn, gedacht worden aan verondiepen. Oude slotenpatronen, en perceelstypen als beemden en vloeiveiden worden doorgaans hooggewaardeerd.
- 5 Bescherm archeologische resten tegen erosie door deze af te dekken met grond.
- 6 Voorkom, in het geval van archeologische vindplaatsen, grondwaterpeilverlaging.
- 7 Benut de cultuurhistorische waarde van een plangebied, zodat natuur en cultuur elkaar niet dwarszitten, maar juist versterken.

Achtergronddocumentatie:
zie hoofdstuk NR 4 OBN rapport
Evaluatie strategieën omgang met overmatige voedingstoffen (Aggenbach et al. 2017).
www.natuurkennis.nl/publicaties/nat-zandlandschap/

Figuur 2. Het opsporen en waarderen van archeologische vindplaatsen in het kader van ruimtelijke ingrepen vindt plaats in een aantal vastgestelde stappen. Elke stap eindigt met de afweging of er voldoende informatie is verzameld om een afgewogen beslissing te kunnen nemen over eventuele vervolgtacties. In dit proces vindt een trechtering plaats van betrekkelijk eenvoudige onderzoeksmethoden in de beginfase, naar meer complexe en kostbare werkzaamheden. Op deze wijze wordt in de ruimtelijke ordening het archeologische belang meegewogen via een proportionele inzet van middelen.



Erfgoedwet

De Erfgoedwet, voorheen Monumentenwet, is de Nederlandse vertaling van het Verdrag van Malta. Deze wet bundelt de bestaande wet- en regelgeving voor behoud en beheer van het cultureel erfgoed in Nederland. Het betreft zowel het roerend als onroerend erfgoed. Sinds 2007 zijn de gemeenten verantwoordelijk voor de uitvoering van de wet.

De Erfgoedwet regelt het zorgvuldig omgaan met het archeologisch erfgoed. Dat betekent dat een natuurontwikkelingsproject in de meeste gevallen moet beginnen met een algemeen oriënterende bureaustudie, eventueel aangevuld met boringen om inzicht te krijgen in de archeologische potentie van een plangebied. Als hieruit blijkt dat bij planuitvoering inderdaad archeologische resten in het geding zijn, kan het onderzoek worden uitgebreid tot het opsporen en in kaart brengen van de verwachte resten. Als resten niet in situ beschermd kunnen worden, kunnen deze door middel van een opgraving worden gedocumenteerd en zo ex-situ worden beschermd.

Archeologische begeleiding

Een archeologische begeleiding houdt in dat tijdens de graafwerkzaamheden een archeoloog aanwezig is om waarnemingen te doen. Alhoewel het in veel gevallen afdoende is om het archeologisch onderzoek voorafgaand aan bodemingrepen uit te voeren, is een begeleiding soms een veel beter middel. Dit geldt met name voor werk in beekdalen en andere natte gebiedsdelen. De archeologische resten die zich hier bevinden, zoals resten van bruggen, fuiken, en afvaldumps zijn vaak zeer lokaal en daardoor moeilijk op te sporen door bijvoorbeeld proefsleuven. Beter is het in die gevallen daarom om 'werk met werk te maken'. Zo kan ter plekke worden besloten of de resten kunnen worden behouden door de plannen aan te passen. Dit kan een aanzienlijke kostenbesparing zijn. Bovendien kunnen kosten worden bespaard omdat bijvoorbeeld bronbemaling en damwanden niet nodig zijn.

Achtergronddocumentatie: zie voor nutriëntenranges van doelvegetatietypen paragraaf 2.2, voor nutriëntenvoorraden in landbouwgronden paragraaf 2.3 in OBN-rapport *Evaluatie strategieën omgang met overmatige voedingsstoffen* (Aggenbach et al. 2017).
www.natuurkennis.nl/publicaties/nat-zandlandschap/

Module 3

Lokaal reliëf en waterhuishouding

Deze module behandelt aan de hand van de checklist in tabel 2 hoe ingrepen in het lokale reliëf en waterhuishouding kunnen worden afgewogen. Als een maatregel ongewenste effecten heeft op natuurdoelen, dan worden opties gegeven voor vervolgstappen of keuzes. Blauw gekleurde aanleidingen zijn gewenst voor het realiseren van natuurdoelen in het projectgebied. De grijze aanleidingen zijn maatregelen voor wateropgaven die beleidsmatig zijn opgelegd of gewenst zijn. Rode aanleidingen betreffen 'alarmbellen' en bestaan uit maatregelen die een aanzienlijke kans hebben op een averechts effect voor grondwaterafhankelijke natuurdoelen.

In het algemeen werken de maatregelen door op landschapsschaal. Daarom moet niet alleen het effect van maatregelen op het projectgebied worden beoordeeld, maar ook op de omgeving van het projectgebied. Vaak gaat het ook niet alleen om de richting waarin effecten werken, maar ook hoe sterk effecten zijn (bijvoorbeeld hoeveel verhoging of verlaging van de grondwaterstand) en in welke omvang (hoeveel oppervlakte van het beoogde natuurdoel krijgt een geschikt waterstandsregime of wordt te droog) effecten optreden. In weinig complexe gebieden kan dat met eenvoudige methoden worden gekwantificeerd. In complexere gebieden waar meerdere maatregelen met elk hun eigen effect worden uitgevoerd, kan het doorrekenen van scenario's met een hydrologisch model zinvol zijn. In gebieden waar meerdere natuurdoelen worden nagestreefd kan dezelfde ingreep positieve en negatieve effecten hebben op de omgeving. In het afwegingsproces moet dan een oordeel worden geveld welke effecten het zwaarst wegen.

Het op een rij zetten van mogelijke effecten kan ook bruikbaar zijn voor de fase na uitvoering wanneer er mogelijkheden voor fine-tuning zijn. Een fine-tuningsmaatregel is bijvoorbeeld het reguleren van een lager zomerpeil om daarmee fosfaatmobilisatie te beperken. Met monitoring worden de effecten gevolgd en desgewenst kan het zomerpeil worden aangepast.

Het afwegen van maatregelen moet gebiedspecifiek worden gedaan en hangt ook af van welke natuurdoelen prioriteit hebben. In het afwegingsproces kunnen de volgende vuistregels worden gehanteerd:

- Effecten van maatregelen worden beoordeeld voor het hele gebied of landschap en niet alleen voor het projectgebied.
- Beoordeel ingrepen niet alleen afzonderlijk maar ook in hun onderlinge samenhang. De gecombineerde hydrologische effecten zijn doorslaggevend.
- Heb oog voor herstel van de hele gradiënt van natuurtypen.
- Irreversibele ingrepen met een groot negatief effect zijn onverstandig.
- Irreversibele ingrepen waarvan de effecten onduidelijk zijn, zijn af te raden en behoeven een nadere analyse.
- In geval van belangrijke kennislacunes over effecten van maatregelen moet worden nagegaan of die met aanvullend onderzoek zijn op te lossen of op kleine schaal uitgetest kunnen worden.
- Raadpleeg collega's en andere deskundigen in geval van twijfel.

MAATREGELN VOOR WATERHUISSHOUING


Soms zullen gebieden na maatregelen natter worden, bijvoorbeeld door het dempen van sloten. In geval van maaiveldverlaging door ontgronding is het belangrijk om te kijken of de omgeving niet verdroogt. Een belangrijk neveneffect kan namelijk zijn dat bestaande of potentiële natuurwaarden in de omgeving nadeel gaan ondervinden van een verlaagde drainagebasis. Of en in hoeverre zo'n verdroogingseffect kan optreden, is ook afhankelijk van de effecten van eventuele vernattingsmaatregelen.

Ook het realiseren van uitzakkende zomergrondwaterstanden, om in een projectgebied fosfaatmobilisatie tegen te gaan, kan ongewenste effecten hebben op de omgeving.

Het opbrengen van grond vindt vaak plaats als oplossing voor afgegraven grond die niet wordt afgevoerd (veelal uit kostenoverweging, werken met gesloten grondbalans). Bedenk dat zulke ophogingen ook gaan fungeren als (lokale) infiltratiegebieden en via grondwaterstroming nutriënten naar aangrenzende laagten kunnen transporteren. Om uitspoeling van fosfaat te voorkomen is het aan te raden om fosfaatrijke grond op te brengen in hogere drogere terreindelen. Afspoeling van nutriënten als gevolg van run-off in natte perioden is ook een aandachtspunt.

Iets vergelijkbaars speelt met andere maatregelen die de drainagebasis verdiepen. Deze kunnen nadelig zijn voor grondwaterafhankelijke en ook kwelafhankelijke natuurtypen. Het gaat dan onder andere om:


- Een groot risico van de aanleg of aanpassen van afwateringselementen als beken en duinrellen is dat deze te diep worden aangelegd en daardoor voor grondwaterafhankelijke natuurdoelen een te sterk drainerend effect hebben. Sommige

 ***Te diepe beken en duinrellen hebben een ongewenst sterk drainerend effect.***

terreinen hebben zelfs baat bij de afwezigheid van zulke afwatering.

- Het risico van nieuwe afvoersloten is dat deze te diep worden aangelegd en daardoor een te sterk drainerend effect hebben op de omgeving. Ga daarom na of aanleg van afvoersloten werkelijk nodig is. Vaak kan neerslag en kwelwater zijn eigen weg vinden over het maaiveld. Indien in een laagte langdurige en of diepe inundatie optreedt die niet gewenst is, kan overwogen worden om lokaal de 'drempel' te verlagen. Ga daarbij ook na hoe het oorspronkelijke reliëf was en houdt rekening met aardkundige en cultuurhistorische waarde (Module 2).
- De aanleg van lokale afwatering (veelal begreppeling) om regenwater af te voeren berust op de misvatting dat dit leidt tot het vergroten of herstellen van kwelflux en daarmee tot basenrijke condities. Begreppelen kan weliswaar tot meer kwel in de greppels leiden, maar het vergroot tevens de wegzijging in de delen tussen de greppels. Tussen de greppels ontstaan daardoor dikkere neerslaglenzen. Verder wordt de vorming van neerslaglenzen in percelen in eerste instantie bepaald door het optreden van wegzijging als gevolg van een diepere drainagebasis in het projectgebied en de omgeving. Omslag van infiltratie naar kwel of een hogere kwelflux kan echter alleen worden gerealiseerd door de drainagediepte van betreffende waterlopen te verminderen. Verder is het risico van begreppeling dat deze later door onderhoud nog dieper worden en daarmee het averechtse effect toeneemt.



 *Te diepe begreppeling leidt tot ongewenste wegzijging.*

AANLEIDING

vernating gewenst voor natuurdoelen in projectgebied en/of omgeving

MAATREGEL

- dempen sloten/greppels
- dempen 'beken'
- verondiepen beken/duinrellen
- stoppen/verminderen grondwateronttrekking

EFFECT

stijging waterstand, geringere waterstandsfluctuatie, toename kwel, afname wegzijging in projectgebied en omgeving

netto positief effect op natuurdoelen	netto negatief effect op natuurdoelen (onder andere door te natte omstandigheden voor belangrijke bestaande natuurtypen, ongewenste fosfaatmobilisatie)
---------------------------------------	---

kiezen voor vernattingsmaatregelen	plan voor vernattingsmaatregelen aanpassen afzien van vernattingsmaatregelen
------------------------------------	---

optie is herstelstrategie plaggen of afgraven voor schrale natuurdoelen

uitgraven geëgaliseerde, oorspronkelijke laagten

door plaggen afgraven in projectgebied maaiveldverlaging: indien drainerend aan maaiveld dan verlaging drainagebasis

verlaging grondwaterstand, afname kwel in omgeving

geen negatief effect op natuurdoelen in omgeving	negatief effect op natuurdoelen in omgeving
--	---

kiezen voor plaggen/afgraven	plan voor plaggen/afgraven aanpassen (diepte/locatie) negatief effect compenseren met maatregelen in de waterhuishouding (Module 3) andere herstelstrategie overwegen (Module 4) of bijstellen lokale natuurdoelen voor projectgebied
------------------------------	---

Tabel 2
Checklist voor het beoordelen van effecten van maatregelen die ingrijpen in het reliëf en waterhuishouding.

- = gewenst voor realiseren natuurdoelen in projectgebied
- = maatregelen opgelegd ten behoeve van waterbeheer
- = alarmbel: aanzienlijke kans op averechts effect

AANLEIDING

uitzakkende zomergrondwaterstanden
gewenst ten behoeve van geringe
fosfaatbeschikbaarheid

MAATREGEL

- greppels aanleggen of handhaven
- specifiek zomerpeil instellen

EFFECT

- zomergrondwaterstand zakt uit
- kwelflux in 'maaienveld' van projectgebied te gering en daardoor te zuur
- N-mineralisatie wordt te groot en daardoor eutrofiering
- te lage grondwaterstand, te geringe kwelflux voor omgeving

positief of geen netto negatief effect
op projectgebied en omgeving

netto negatief effect op projectgebied
en omgeving

kiezen voor maatregelen ten
behoeve van uitzakkende
zomergrondwaterstand

aanpassen maatregelen ten
behoeve van uitzakkende
zomergrondwaterstand (Module 3)

niet kiezen voor maatregelen voor
uitzakkende zomergrondwaterstand,
eventueel natuurdoelen in
projectgebied aanpassen

AANLEIDING

lokaal opbrengen van afgraven grond
(gesloten grondbalans)

MAATREGEL

- er ontstaan hoogten door het opbrengen van grond
- vaak is de grond nutriëntenrijke en is het fosfaatgehalte hoog

EFFECT

- het reliëf kan sterk gaan afwijken van de oorspronkelijke en historische situatie
- door de hoge nutriëntenrijkdom van de opgebrachte grond ontstaan zeer productieve, veelal ruige vegetaties
- de ontstane hoogten gaan als infiltratiegebieden functioneren, wat kan leiden tot toestroming van nutriëntenrijk grondwater naar aangrenzende laagten
- door runoff in natte perioden kan nutriënten afstromen naar aangrenzende laagten

geen netto negatief effect op
projectgebied en omgeving

netto negatief effect op projectgebied
en omgeving

voor kiezen indien afvoer van grond
geen optie is en winst van afgraven
voldoende groot is

aanpassen herinrichtingsplan
(Module 3)

AANLEIDING

gebied heeft een waterbergingsopgave die wordt gerealiseerd

MAATREGEL

- wateraanvoer of regeling daarvan naar het gebied wordt aangepast
- het gebied wordt bekaad, afgedamd
- met regelbare stuwen wordt water vastgehouden

EFFECT

- langdurige en of diepe inundatie
- grote aanvoer van nutriënten via oppervlaktewater en daardoor eutrofiëring of te eutroof

positief of geen netto negatief effect op projectgebied en omgeving

netto negatief effect op projectgebied en omgeving

maatregelen voor waterberging uitvoeren

plannen voor waterberging en andere maatregelen in de waterhuishouding aanpassen (Module 3)

kijken of afgezien kan worden van waterberging

natuurdoelen bijstellen

negatieve effecten van waterberging (elders) compenseren

AANLEIDING

ontwikkelen/verbeteren van afwatering in de vorm van beken/duinrellen/afvoerslenken ten behoeve van natuurontwikkeling

MAATREGEL

- aanleg van beken/duinrellen, graven van afvoerslenken
- aanpassen lengteprofiel (bijvoorbeeld hermeanderen)
- herstel oude waterloop
- er worden diepe waterlopen aangelegd, geen aandacht voor aanpassing dwarsprofiel, verondiepen

EFFECT

- verdieping drainagebasis of drainagebasis blijft diep, sneller wegzakkende waterstanden
- meeste kwel in de waterloop of afvoerslenk, geen of weinig kwel daarbuiten
- in geval van diepere waterlopen grote dynamiek in stroomsnelheid (hoog bij hoge afvoer), geen of geringe overstromingszone
- harde overgang aquatisch-terrestrisch/korte gradiënten nat/droog

geen negatief effect op natuurdoelen, aanleg afwatering heeft positief effect

negatief effect op natuurdoelen in omgeving van afwatering en/of aanleg afwatering geen positief op natuurwaarden in waterloop

keuze vooraanleg van afwatering

plan voor aanleg van afwatering aanpassen (onder andere minder diep, afvoerroute over maaiveld plannen)

niet kiezen voor aanleg van afwatering; afwatering zelf zijn weg over maaiveld laten zoeken

AANLEIDING

meer afvoer van regenwater met lokale ontwatering/afwatering ten behoeve van basenminnende doeltypen

MAATREGEL

- aanleg greppels
- handhaven sloten
- oppervlaktewaterpeil onder maaiveld instellen
- door onderhoud kunnen greppels dieper worden

EFFECT

- verdieping lokale drainagebasis
- meeste kwel in greppels, minder of geen kwel in 'maaiveld' -> risico op verzuring

effect is altijd negatief en is ineffectief omdat de oorzaak niet wordt aanpakt

terug naar Module 3: kijk of wegzijging kan worden verminderd met ingrepen in de waterhuishouding van de omgeving

als kwel niet kan worden vergroot/hersteld dan afzien van kwelafhankelijke natuurdoelen



Module 4

Keuze voor een herstelmaatregel

Wat de beste manier is om voormalige landbouwgronden om te vormen tot schrale natuur en om ten behoeve daarvan van de overmatige voedingsstoffen af te komen, hangt af van het natuurdoel en de Ausgangssituatie. Bij elk natuurdoel hoort een bepaalde nutriëntentoestand, een dito bodemleven en functionerende bodemprocessen.

De eerste stap in het keuzeproses is het bepalen van de huidige nutriëntenvoorraad in de bodem. De Ausgangssituatie voor een omvormingsproject wordt immers bepaald door de diepte van de bouwvoor, het fosfaatgehalte, het profiel van de bodem, de regulatie van de fosfaatbeschikbaarheid en diepte van de fosfaatrijke laag, en of in het verleden het reliëf is geëgaliseerd. Wanneer schrale natuurdoelen worden nagestreefd, is het nodig om in de landbouwpercelen het nutriëntengehalte te meten en te toetsen aan randvoorwaarden van het na te streven natuurtype. Tabel 3 geeft een overzicht van streefwaarden en maximumwaarden voor diverse nutriëntenvariabelen. De streefwaarde betreft de range van het gehalte die in referenties vaak gemeten is. De maximumwaarde is een uiterste bovengrens. Het is aan te raden om in eerste instantie te streven naar nutriëntengehalte onder de bovengrens van de streefwaarderange.

Het beste is om eerst naar de fosfaattoestand van de bodem te kijken. Een te hoog fosfaatgehalte is immers vrijwel altijd een belemmering voor het ontwikkelen van schrale natuurtypen. Bovendien blijft fosfaat door een sterke chemische binding vaak langdurig in de bodem aanwezig. In tweede instantie is het stikstofgehalte in de bodem van belang.

In de tabel staan meerdere manieren om het stikstof en het fosfaat te meten. Alle methoden hebben voor- en nadelen. Van belang is, in ieder geval nadat de meetresultaten van een onderzoeksbureau gereed zijn, dat de projectleider zelf kan beoordelen of de waarden voor stikstof en fosfaat al dan niet te hoog zijn.

Als in een te ontgronden landbouwgebied meerdere natuurdoelen worden nagestreefd en er dus ook meerdere na te streven nutriëntgehalten zijn, zijn de volgende benaderingen mogelijk:

- De metingen worden getoetst aan elk natuurtype afzonderlijk. Deze benadering geeft ook een potentie-analyse voor de uiteenlopende natuurtype.
- Er wordt getoetst aan het natuurtype met de laagste streef- en maximumwaarden. Voor de andere typen is het dan vanzelf ook goed.
- Er wordt meer gedetailleerd gekeken hoe de verschillende natuurtypen ruimtelijk geordend kunnen zijn (bijvoorbeeld voorkomend in een droog-nat gradiënt van hoog naar laag) en hoe dat overeenkomt met ruimtelijke informatie over actuele nutriëntengehalten.

Achtergronddocumentatie: zie voor evaluatie van herstelstrategieën paragraaf 2.9 en hoofdstuk 3 in OBN-rapport *Evaluatie strategieën omgang met overmatige voedingsstoffen* (Aggenbach *et al.* 2017).
www.natuurkennis.nl/publicaties/nat-zandlandschap/

Tabel 3. Randvoorwaarden van natuurtypen voor het beoordelen van de nutriëntentoestand van de bodem. De streefwaarde betreft de range van het gehalte die in referenties vaak gemeten is. De maximumwaarde is een uiterste bovengrens. De natuurtypen zijn onderscheiden op niveau van verbonden conform de vegetatie van Nederland. Tevens is het corresponderende habitatype (Natura 2000) en SNL-typen aangegeven. De bovenste deeltabel geeft variabelen voor fosfor en de onderste voor stikstof. NA betekent: geen metingen beschikbaar.

De streefwaarde is waarde die vaak voorkomt op locaties met het natuurtype.
Maximumwaarde is uiterste bovengrens waaronder de waarde voor het natuurtypen moet zitten.

SNL-type			N 10.01 Nat Schraalland	N 10.01 Nat Schraalland	N 16.04 Vochtige heide	N 07.01 Droge heide	N 11.01 Droog schraalland	N 11.01 Droog schraalland	N 11.01 Droog schraalland	N 10.01 Nat Schraalland	N 12.02 Kruiden en fauna-rijk grasland
Vegetatietype/natuurtype			<i>Caricion nigrae</i>	<i>Caricion davallianae</i>	<i>Ericion tetralicis</i>	<i>Calluno-Genistion pilosae</i>	<i>Nardo-Galion saxatilis</i>	<i>Corynephorion canescentis & Plantagini-Festucion</i>	<i>Tortulo-Koelerion & Polygalo-Koelerion</i>	<i>Junco-Molinion</i>	<i>Cynosurion cristati</i>
			Verbond van Zwarte zegge	Knobbies-verbond	Dopheide-verbond	Verbond van Struikheide en kruipbrem	Verbond van heischrale graslanden	Buntgras-verbond en Verbond van Gewoon struisgras	Duinsterretjes-verbond en Verbond der droge kalkrijke duingraslanden	Verbond van Biezeknoppen en Pijpestrootje	Kamgras-verbond
Habitatype			H7140_A Overgangs- en trilvenen (trilvenen)	H7230 Kalkmoerassen en H2190_B Vochtige duinvalleien (kalkrijk)	H4010_A Vochtige heiden (hogere zandgronden)	H2150 Duinheiden met struikheide, H2310 Stuifzandheiden met struikheide, H4030 Droge heiden	H6230 Heischrale graslanden	H2130_B Grijze duinen (kalkarm), H2330 Zandverstuivingen	H2130_A Grijze duinen (kalkrijk)	H6410 Blauwgraslanden, H7230 Kalkmoerassen	-
P-totaal	(mmol/kg)	range streefwaarde	2.7-3.7	3.8-5.5	1.9-4	1.2-1.9	3.2-6.1	2-3.4	5.3-6.3	4.5-5.4	12.9-31.3
		maximumwaarde	5.5	12.9	NA	4.2	17.5	8.7	6.8	10.6	82.6
	(mmol/l)	range streefwaarde	2.9-5.6	5.8-7.8	3.5-5.5	4.2-6.7	3.8-6.8	4.4-5.5	NA	3.1-6.4	8-12.6
		maximumwaarde	11	9	6	7.9	25.5	6	5.4	12.5	15.7
P-olsen	(µmol/kg)	range streefwaarde	34-89	NA	82-216	177-210	143-407	NA	NA	NA	NA
		maximumwaarde	116	NA	420	226	1698	NA	NA	NA	NA
	(µmol/l)	range streefwaarde	125-375	75-225	188-438	125-235	181-317	457-1047	NA	175-325	NA
		maximumwaarde	500	300	800	404	2470	1342	NA	400	NA

Pw	(μmol/l)	range streef- waarde	27.3-48.3	NA	21.2-28.2	10.1-14.5	39.3-89.1	NA	NA	15.7-29.6	164.5-239.4
		maximum- waarde	126.9	NA	49.3	21.6	268	NA	NA	70.5	641.3
N-totaal	(mmol/kg)	range streef- waarde	100-170	68-116	47-122	34-45	157-253	32-79	86-129	172-205	257-426
		maximum- waarde	284	236	192	68	578	172	150	386	728
	(mmol/l)	range streef- waarde	108-144	NA	NA	46-84	97-147	22-26	NA	142-171	199-283
		maximum- waarde	179	NA	NA	102	315	28	75	258	430
NO₃	(μmol/kg)	range streef- waarde	NA	NA	8-50	1-18	10-64	14-89	NA	11-73	NA
		maximum- waarde	NA	NA	99	33	247	150	NA	129	NA
	(μmol/l)	range streef- waarde	75-275	15-65	25-125	NA	84-218	NA	NA	75-375	NA
		maximum- waarde	400	100	200	NA	500	NA	NA	600	NA
NH₄	(μmol/kg)	range streef- waarde	NA	NA	42-269	8-80	102-247	17-60	NA	77-242	NA
		maximum- waarde	NA	NA	814	173	526	99	NA	757	NA
	(μmol/l)	range streef- waarde	210-1030	15-60	220-765	104-287	79-315	NA	NA	115-315	NA
		maximum- waarde	1680	90	1140	379	650	NA	NA	430	NA

MEERDERE MAATREGELEN, MEERDERE MOGELIJKHEDEN

Als duidelijk is hoeveel en welke nutriënten er in de om te vormen percelen zit, is het een kwestie van de juiste maatregel kiezen om van de nutriënten af te komen. Om die keuze te maken zijn 3 tabellen beschikbaar:

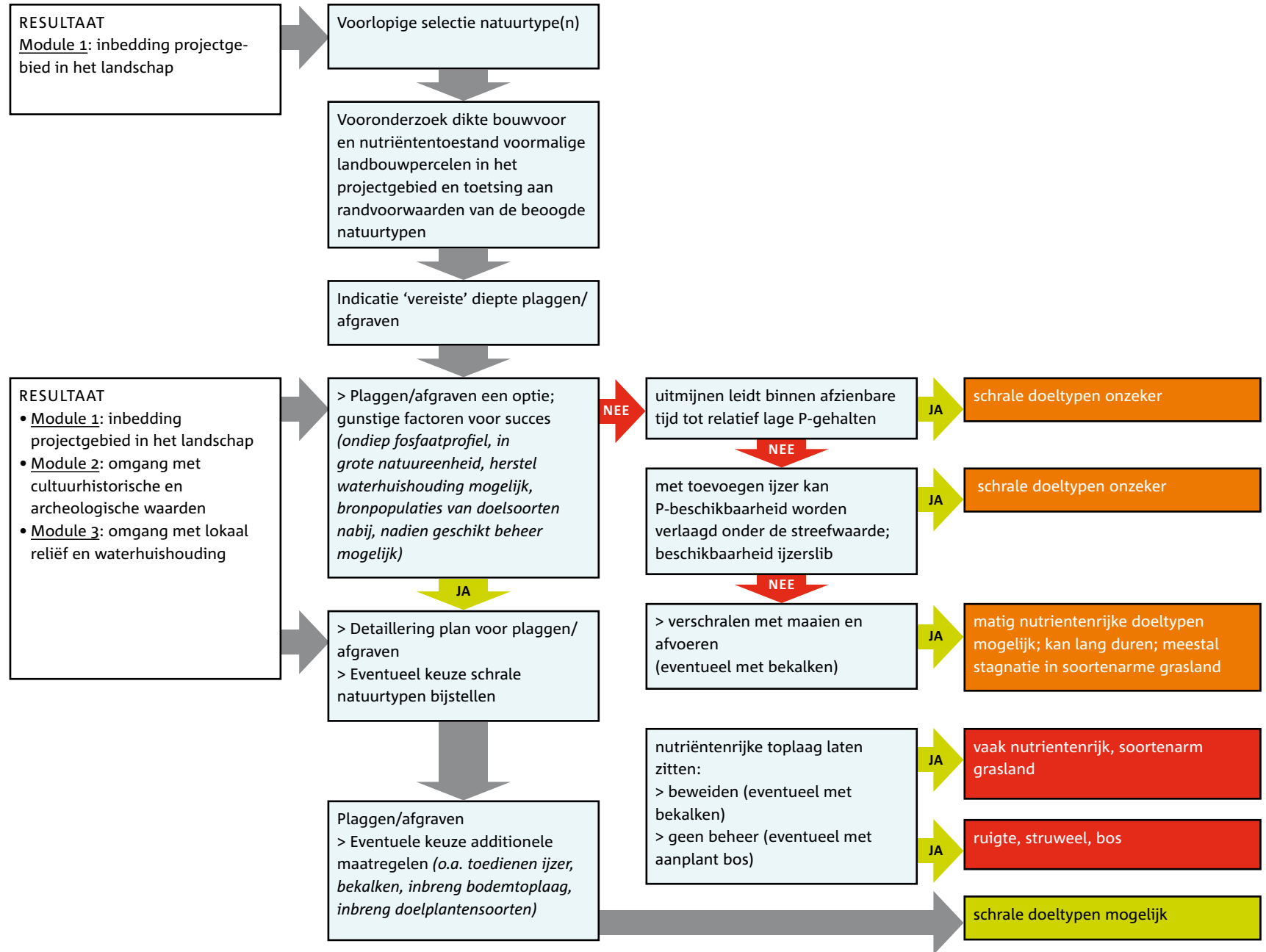
- In tabel 4 staan de verschillende herstelmaatregelen voor omvorming van nutriëntenrijke landbouwgronden naar natuur.
- Tabel 5 geeft een samenvatting van de effecten van de verschillende maatregelen op het organische stofgehalte, de nutriëntentoestand, pH en basenverzadiging, bodemleven en vegetatie.
- In tabel 6 staan overwegingen voor het gebruik van de maatregelen. Deze derde tabel kan als checklist dienen voor het kiezen van een hoofdmaatregel en additionele maatregel.



Achtergronddocumentatie: zie voor keuze van herstelstrategieën paragraaf 4.1 in OBN-rapport *Evaluatie strategieën omgang met overmatige voedingstoffen* (Aggenbach et al. 2017).

www.natuurkennis.nl/publicaties/nat-zandlandschap/

Figuur 3. Modulaire opbouw van het werkproces om te komen tot de beste maatregelen om van de overmatige voedselrijkdom in landbouwgronden af te komen.



Het gebruik van tabellen 4, 5 en 6

Het afwegingstraject (zie figuur 3) start met een voorlopige keuze van schrale natuurtypen op basis van een landschapsecologische systeemanalyse waarin de inbedding van het projectgebied in de omgeving wordt geanalyseerd (zie Module 1). Deze analyse levert een 'focus' op voor de potenties in het projectgebied. Vervolgens dient te worden geanalyseerd of plaggen, afgraven bouwvoor of ontgronden een optie is om die natuurtypen te realiseren. Deze maatregelen worden het eerst afgewogen omdat ze voor het ontwikkelen van schrale natuurdoelen typen het beste perspectief bieden en op kortere termijn tot resultaat leiden. De afweging vindt plaats op basis van een vooronderzoek aan de bouwvoordikte en nutriëntentoestand in de voormalige landbouwpercelen en een toetsing van de nutriëntentoestand aan de eisen van de voorlopige natuurtypen. Dit geeft inzicht in de vereiste diepte van plaggen of ontgronden. Zie hiervoor ook tabel 3 en Module 5.

Op basis van de landschapsecologische systeemanalyse wordt ook ingeschat of afgraven of ontgronden hoge slaagkans hebben voor de ontwikkeling van schrale natuurtypen. Factoren die de slaagkans verhogen zijn:

- fosfaatprofielen zijn niet extreem diep (< ca. 50 cm)
- locatie ligt in een grote (toekomstige) natuureenheid
- voorafgaand aan het uitvoeren van plaggen of ontgronden is een vergaand herstel van de waterhuishouding mogelijk (bij natte natuurdoelen)
- herstel van basenrijke kwel is mogelijk (bij grondwaterafhankelijke basenminnende natuurtypen)
- herstel van meer complete gradiënten (hoog-laag, droog-nat, zuur-basisch) is mogelijk
- doelvegetatietypen en doelsoorten komen in de nabijheid voor (vergroot kans op vestiging doelsoorten via dispersie)
- een geschikt overgangsbeheer en op langere termijn regulier beheer kunnen worden gewaarborgd. Zonder dat is er grote kans op houtopslag of een te snelle ontwikkeling van een dichte vegetatie)

Als een of meerdere van deze factoren ongunstig zijn, moet kritisch worden bekeken hoe de potenties van het projectgebied zich verhouden tot andere natuurontwikkelingsgebieden in de regio. Verder heeft het bij verwijdering van bodem de voorkeur om het afgegraven materiaal uit het terrein af te voeren. Als dat niet mogelijk is dient gekeken te worden waar het afgegraven materiaal met zo min mogelijk ongunstige gevolgen kan worden gedeponeerd. Ongunstige effecten bestaan uit uitspoeling van fosfaat naar lagere delen van het terrein met schrale natuurdoelen, aantasting van reliëf, landschap of cultuurhistorie en in kleine terreinen ook dan het onmogelijk maken van schrale droge habitats.

Indien plaggen, afgraven bouwvoor of ontgronden perspectiefvol zijn, vindt een confrontatie plaats met de inzichten uit de landschapsecologische systeemanalyse

(Module 1), de analyse van cultuurhistorische en archeologische waarde (Module 2) en de analyse van omgang met waterhuishouding en reliëf (Module 3). Eerst wordt afgewogen of plaggen, afgraven bouwvoor of ontgronden al dan niet mogelijk is op basis van inzichten uit deze modules. Als blijkt dat dit kan, wordt op basis van de uitkomsten uit de Modules 1, 2 en 3 hiervoor een meer verfijnd plan opgesteld dat rekening houdt met beperkingen die voortvloeien uit natuurdoelen in de omgeving van het projectgebied en het ruimtelijke voorkomen van cultuurhistorische en archeologische elementen.

Indien plaggen, afgraven bouwvoor of ontgronden geen optie zijn, worden de andere maatregelen overwogen. Allereerst wordt voor uitmijnen getoetst of binnen afzienbare termijn de fosfaatvoorraad en -beschikbaarheid sterk kunnen worden verlaagd. Indien dat het geval is kan voor uitmijnen worden gekozen. Dit levert op den duur een vegetatie op met een lagere productiviteit, maar het is onduidelijk of dit uiteindelijk leidt tot de ontwikkeling van schrale natuurtypen. Als uitmijnen niet in aanmerking komt, is verschralen met maaien en afvoeren wellicht een optie. Dit leidt op den duur tot een vegetatie met een lagere productiviteit, maar de kans op de ontwikkeling naar schrale natuurtypen is gering omdat ontwikkeling naar dit type verschralingsreeksen veelal stagneert in soortenarme graslandvegetaties. Uiteindelijk kan ook worden overwogen om de hoge nutriëntenrijkdom niet te verminderen en te kiezen voor natuurtypen die bij deze toestand passen. In plaats van het handhaven van een korte vegetatie, zijn ontwikkeling van ruigte, struweel en bos dan ook een optie. Uiteraard geldt dat in geval van een groter en meer complex projectgebied ruimtelijke differentiatie in herstelstrategieën mogelijk is.

Maatregelen voor omvorming van landbouwgronden naar natuur kunnen elkaar ook in de tijd opvolgen om zo in te spelen op de mogelijkheden en beperkingen die zich voordoen in een gebied. Vaak kan een terrein niet meteen geheel conform de gekozen ontwikkelingsvisie worden ingericht, bijvoorbeeld omdat nog niet alle vereiste percelen zijn verworven of nog niet pachtvrij zijn, of wanneer maatregelen in de waterhuishouding pas in een later stadium kunnen worden gerealiseerd. Ook kan het moment waarop financiering voor herinrichtingswerken beschikbaar komt een rol spelen. In afwachting van een definitieve herinrichting van het terrein kan op verworven landbouwpercelen wel al met omvorming worden gestart. Mogelijke opties zijn dan:

- Verworven percelen eerst een periode uitmijnen of verschralen alvorens andere inrichtingsmaatregelen worden toegepast. De insteek is hier vooral pragmatisch. De reguliere bemesting kan al gestopt worden en lokaal wordt al begonnen met het onttrekken van fosfaat.
- Na een periode van uitmijnen of verschralen het projectgebied plaggen, eventueel in combinatie met de inbreng van doelplantensoorten. Het idee hierbij is dat na een periode van het onttrekken van fosfaat de gesloten graslandvegetatie wordt doorbroken om zo de vestiging van doelsoorten te bevorderen. Een aanvullende optie is om dan ook nog ijzer toe te dienen voor een sterk verlaging van de fosfaatbeschikbaarheid.

Nr	Type	Maatregel	Beschrijving	Doel
1a	H	plaggen/afgraven bouwvoor	Toplaag met hoog organische stof gehalte en/of laag die gemengd is door landbouwkundig gebruik (bouwvoor) wordt verwijderd. De verwijderingsdiepte bedraagt maximaal 15 cm.	<ul style="list-style-type: none"> • Verwijderen van de bestaande vegetatie • Verwijderen van verhoogde N en P voorraden in de bovenlaag • (Zelden) verwijderen van een bodemgemeenschap die aan landbouwgebruik is aangepast
1b	H	ontgronden (meer dan alleen de bouwvoor)	Toplaag met hoog organische stof gehalte en/of laag die gemengd is door landbouwkundig gebruik (bouwvoor) wordt verwijderd. Bovendien wordt een deel van de onderliggende minerale laag verwijderd.	<ul style="list-style-type: none"> • Idem als 1a, bovendien • Verwijderen van verhoogde P-gehalten in de bovenste minerale laag • Verwijderen van een groot deel van de bodemgemeenschap
1c	H	diep ontgronden naar oude maaiveld	Toplaag met verhoogd organische stof gehalte en/of laag die gemengd is door landbouwkundig gebruik (bouwvoor) wordt verwijderd. Bovendien wordt een eventuele minerale laag verwijderd tot aan het oorspronkelijke profiel. Dit wordt gedaan wanneer bodemmateriaal op het oorspronkelijke profiel is toegevoegd, vooral na het opvullen van voormalige depressies.	<ul style="list-style-type: none"> • Idem als 1a, bovendien • (Gedeeltelijk) herstel van de oorspronkelijke geomorfologie en hydrologie • Gebruik maken van de oorspronkelijke zaadbank (voor zover nog aanwezig) uit het vroegere profiel
2	H	uitmijnen van P met productieve gewassen	P wordt versneld afgevoerd met maaien na toename productie door opheffen N en/of K-limitatie bij N+K-bemesting of een gewas dat N fixeert + K-bemesting.	<ul style="list-style-type: none"> • Verkleinen van de bodemvoorraad aan P
3	H	verschralen door maaien + afvoeren	N, P en K voorraden in de bodem worden verkleind door de vegetatie één of meerdere malen per jaar te maaien en het hooi te verwijderen.	<ul style="list-style-type: none"> • Verkleinen van de bodemvoorraden van N en P
4	H	beweiden	Seizoens- of jaarrond begrazing met landbouwhuisdieren.	<ul style="list-style-type: none"> • Korthouden van de vegetatie • Verwijdering van nutriënten is gering
5	H	nutriëntenrijke toplaag laten zitten + overschakelen op voedselrijke doelen	Geen maatregelen met betrekking tot bodem en/of nutriënten voorraden.	<ul style="list-style-type: none"> • Stimuleren productieve natuur

Tabel 4. Overzicht van de herstelmaatregelen. Indicatie type: H = hoofdmaatregel, A = additioneel.

Nr	Type	Maatregel	Beschrijving	Doel
6	H	omkeren profiel door diepploegen	Nutriëntenrijke bovenlaag wordt dieper in het profiel (> 30 cm) gewerkt door te ploegen met een speciale ploeg. Nutriëntenarm(er)e lagen worden naar boven gehaald.	<ul style="list-style-type: none"> • Creëren van een nutriëntenarme(re) bovenlaag • Door het opwerken van humusarme grond ook in eerste instantie een lage N beschikbaarheid • dit is een <i>eenmalige</i> maatregel
7	H/A	verminderen P-beschikbaarheid door regulatie waterstandsregime	In natte gebieden wordt de waterstand gedurende het groeiseizoen relatief laag gehouden ten einde zuurstofrijke condities in de toplaag te realiseren. Hierdoor wordt de P-sorptiecapaciteit van ijzer sterk vergroot.	<ul style="list-style-type: none"> • Lagere P beschikbaarheid van de toplaag
8	H/A	uitloggen van fosfaat door inundatie	De sorptie van P aan ijzer wordt verlaagd door het creëren van anaerobe omstandigheden door overstroming. Gedesorbeerd P diffundeert naar de oppervlaktewaterlaag en verdwijnt met dat water uit het systeem.	<ul style="list-style-type: none"> • Verkleinen van de P-voorraad in de bodem Dit is een <i>tijdelijke</i> maatregel
9	H/A	Toevoegen van ijzer- en andere metaalverbindingen om fosfaat vast te leggen	Toevoegen van metaalverbindingen om hiermee sterke binding van fosfaat te realiseren.	<ul style="list-style-type: none"> • Verlagen van P-beschikbaarheid
10	H/A	Immobilisatie door toevoegen koolwaterstoffen	Vergroten van immobilisatie van nutriënten in organische stof door de groei van micro-organismen te stimuleren met makkelijk opneembare koolstofverbindingen (bv suiker).	<ul style="list-style-type: none"> • Verlagen van nutriëntenbeschikbaarheid, vooral van mineraal-N
11	A	toevoegen kalk/dolomiet	Toevoegen calciumcarbonaat of dolomiet aan de bodem om de basenverzadiging en bodem-pH te verhogen. Toevoegen van Ca kan ook bijdragen aan het vastleggen van P en bevordert ook de adsorptie van P aan ijzerhydroxiden.	<ul style="list-style-type: none"> • Verhogen van buffercapaciteit tegen verzuring • Verlagen P-beschikbaarheid • Met deze beide effecten wordt meestal massieve invasie van pitrus in een gebied voorkomen • Wordt ook vaak toegepast in bij uitmijnen om de productiviteit voldoende hoog te houden • Dit betreft veelal een <i>tijdelijke</i> maatregel

Nr	Type	Maatregel	Beschrijving	Doel
12	A	inbreng van bodemtoplaag	Toevoegen van de actieve bodemtoplaag van een donorgebied naar een projectgebied. Hiermee worden zowel de zaadbank als de bodemgemeenschap overgebracht.	<ul style="list-style-type: none"> • Overbrengen van organisch bodemmateriaal als bron voor de gewenste bodemgemeenschap in een soortenarme bodem • Overbrengen van gewenst bodemleven • Overbrengen van de gewenste plantensoorten
13	A	inbreng doelplantensoorten	Meestal door toevoeging vers gemaaid gras van een donorgebied met de gewenste plantensoorten naar een projectgebied. Wordt in het buitenland ook uitgevoerd door een hersteld gebied in te zaaien met een zaadmengsel met de doelsoorten.	<ul style="list-style-type: none"> • Toevoegen van doelplantensoorten



Legenda tabel 5 en 6

Trends	
--	wordt in een keer sterk verlaagd naar laag niveau
-	afnemende trend
0	geen sterk effect
+	toenemende trend
++	wordt in een keer sterk verhoogd
Noten	
*1	Verzurend effect op kalkarme bodem zonder aanvoer basen via grond- en oppervlaktewater; bij voldoende aanvoer van basenhoudend grondwater of -water, wordt relatief hoge pH en basenrijkdom gehandhaafd; in geval van kalkhoudende bodem geen verzurend effect; effect realisatie natuurdoel hangt af van of basenminnende, zwak gebufferde dan wel zure doeltypen wordt gekozen
*2	Potentieel verzurend effect in situaties met kwel, laag ingestelde zomerstanden kunnen leiden tot minder kwel van basenhoudend grondwater
*3	Realisatie hangt ook af van aanwezigheid in zaadbank en vestigingsmogelijkheden vanuit nabije omgeving, vaak sprake van dispersielimitatie
*4	Effect kan optreden in droge systemen, niet of minder aanwezig in natte systemen; vaak toegepast in combinatie met afgraven
Indicatie algehele effectiviteit voor realiseren abiotiek van schrale natuurtypen	
H	meest effectief
A	additioneel positief effect in combinatie met strategie 1
H	minder effectief, onduidelijk of schrale natuurdoelen worden gerealiseerd
H	ineffectief, zeer lange ontwikkeltijd
H/A	weinig over bekend, vergt meer onderzoek

Tabel 5. Samenvatting van de effectiviteit van maatregelen voor het realiseren van schrale natuurtypen. De kleuren geven aan in hoeverre een maatregel effectief is voor het realiseren van schrale natuurtypen.

Zie voor codes en kleuren, als ook de noten voor speciale toelichting op effecten, de [legenda](#) op pagina 32.

Nr	Type	Maatregel	Organische stof/N totaal	P-totaal en beschikbaar P	pH/basenrijkdom	Bodemleven	Realiseren schrale natuurdoelen	Kennislacune
1a	H	plaggen/afgraven bouwvoor	-- mits org.stofrijke laag geheel wordt verwijderd, op langere termijn + door bodemontwikkeling	--, mits P-rijke laag wordt verwijderd	-, door verwijderen buffercapaciteit, *1	-- sterke afname abundantie/ biomassa van bodembiota, langzaam herstel bodembiota door gebrek aan organische stof en dispersielimitatie	hoog, mits P-rijke laag wordt verwijderd, *3	<ul style="list-style-type: none"> • welke factoren bepalen onder nutriëntenarme omstandigheden tijdsduur van open vegetatie • herstel van bodemleven van andere doeltypen dan heischraalgraslanden en heiden • ontwikkeling bodemleven op langere termijn
1b	H	ontgronden (meer dan alleen de bouwvoor)	--, op langere termijn + door bodemontwikkeling					
1c	H	diep ontgronden naar oude maaiveld	--, op langere termijn + door bodemontwikkeling			idem 1a+b -- ook verwijderen biota die in diepere deel van de bodem zitten		<ul style="list-style-type: none"> • idem 1a+b • vestiging uit zaadbank oude bodem die gaat dagzomen
2	H	uitmijnen van P met productieve gewassen	0 of + door bodemontwikkeling	-, onzeker of P-beschikbaarheid van schraalste natuurtypen wordt bereikt	0, geen verzuring door afvoer basen te compenseren met bekalking	?	geringe kans door aanwezigheid gesloten vegetatie in geval van uitmijnen met gras en gras/klavermengsel, *3	<ul style="list-style-type: none"> • bereiken van voldoende lage P-beschikbaarheid en schrale doeltypen wegens ontbreken lange meetreeksen • effecten van combinatie met plaggen, ijzer toediening en inbreng biota • uitmijnen met dieper wortelende gewassen bij diepe fosfaatprofielen • reallocatie van fosfaat van diepere bodemlaag naar toplaag bij diepe fosfaatprofielen
3	H	verschralen door maaien + afvoeren	0 of + door bodemontwikkeling	-, kan lang duren, verlaging naar niveau van natuurdoeltypen kan wel optreden	-, door afvoer van basen met maaisel	0/+, eventueel zeer langzame ontwikkeling bodemgemeenschap richting doelttype	laag door te geringe verschraling en slechte mogelijkheden voor vestiging door gesloten vegetatie, *3	<ul style="list-style-type: none"> • manipuleren open vegetatie/ kale bodem ten voor vestiging van doelsoorten

Nr	Type	Maatregel	Organische stof/N totaal	P-totaal en beschikbaar P	pH/basenrijkdom	Bodemleven	Realiseren schrale natuurdoelen	Kennislacune
4	H	beweiden	0 of + door bodemontwikkeing	0/- vaak blijft beschikbaar te hoog voor schrale natuurdoeltypen	-, *1	?	laag door vaak te geringe af name P-beschikbaarheid en en slechte mogelijkheden voor vestiging door gesloten vegetatie, *3	
5	H	nutriëntenrijke toplaag laten zitten + overschakelen op voedselrijke doelen	0 of + door bodemontwikkeing	0	?, *1	?	nvt	
6	H	omkeren profiel door diepploegen	--	--	hangt af van diepteprofiel pH/ basen	?	?	nauwelijks onderzocht/ getest
7	H/A	verminderen P-beschikbaarheid door regulatie waterstandsregime	0 of + door bodemontwikkeing	-, alleen verlaging P-beschikbaarheid	?, *2	?, hangt ook af van combinatie met andere hoofdstrategie	?	nauwelijks onderzocht/ getest in voormalige nutriëntenrijke landbouwgronden
8	H/A	uitloggen van fosfaat door inundatie	0	-, onzeker of P-beschikbaarheid van schraalste natuurtypen wordt bereikt	?, *1	?, hangt ook af van combinatie met andere hoofdstrategie	?	weinig onderzocht in voormalige landbouwgronden
9	H/A	toevoegen van ijzer- en andere metaalverbindingen om fosfaat vast te leggen	0 - in geval combinatie met plaggen	-, alleen verlaging P-beschikbaarheid - bij combinatie met plaggen ook enige afvoer van P	hangt af van kalkgehalte van het slib en de mate waarin ijzer kan oxideren	?, hangt ook af van combinatie met andere hoofdstrategie	?, mogelijk meest perspectiefvol bij plaggen (geen bewijs), *3	- weinig onderzocht, ontbreken lange meetreeksen - effectiviteit onder natte condities is onzeker en niet onderzocht in veldproeven
10	H/A	Immobilisatie door toevoegen koolwaterstoffen	?, verlaagt beschikbaarheid van stikstof voor de vegetatie vlak na toediening, maar niet altijd	?	?	?, hangt ook af van combinatie met andere hoofdstrategie	?	<ul style="list-style-type: none"> • ontbreken lange meetreeksen • vereiste dossering koolwaterstoffen kan zeer variabel zijn • onzekerheid over effecten na stoppen additie koolwaterstoffen • effecten op N-beschikbaarheid en vegetatie niet eenduidig • geen veldexperimenten in Nederland eo

Nr	Type	Maatregel	Organische stof/N totaal	P-totaal en beschikbaar P	pH/basenrijkdom	Bodemleven	Realiseren schrale natuurdoelen	Kennislacune
11	A	toevoegen kalk/dolomiet	hangt af van combinatie met hoofdstrategie	-, alleen verlaging P-beschikbaarheid	+ / ++	hangt af van combinatie met hoofdstrategie	hangt af van combinatie met hoofdstrategie, onderdrukt ontwikkeling Pitrus	nog weinig toegepast voor ontwikkeling van schrale natuurtypen op voormalige landbouwgrond
12	A	inbreng van bodemtoplaag	hangt af van combinatie met hoofdstrategie	hangt af van combinatie met hoofdstrategie	hangt af van combinatie met hoofdstrategie	+ in combi met 1, ontwikkeling richting doeltype *5	hangt af van combinatie met hoofdstrategie	<ul style="list-style-type: none"> • beperkt onderzocht, langere meetreeksen zijn schaars • experimenten in andere doeltypen dan heischraalgrasland en heiden • inbreng in oudere successiestadia weinig onderzocht • combinaties met inbreng van geschikt organisch materiaal niet onderzocht • invloed op functioneren mycorrhiza's
13	A	inbreng doelplantensoorten	hangt af van combinatie met hoofdstrategie	hangt af van combinatie met hoofdstrategie	hangt af van combinatie met hoofdstrategie	effect kan soortspecifiek zijn	+ in combinatie met strategie 1, langerdurend effect onder nutriëntenarme condities	beperkt experimenteel onderzocht, weinig lange meetreeksen, gebrekkige documentatie van effecten in regulier beheer

Tabel 6. Overwegingen voor het kiezen van maatregelen voor het realiseren van schrale natuurtypen. De kleuren geven aan in hoeverre een maatregel effectief is voor het realiseren van schrale natuurtypen. Zie voor codes en kleuren, als ook de noten voor speciale toelichting op effecten, de legenda op pagina 32.

Nr	Type	Maatregel	additionele maatregel in combinatie met	tactisch doel/overweging	ontwikkelduur schrale omstandigheden/vegetatie	regret/no regret	voorwaarde/waarschuwing
1a	H	plaggen/afgraven bouwvoor		<ul style="list-style-type: none"> • op korte termijn ontwikkeling schrale natuurtypen 	< 10 jr (snel na maatregel), mits P-rijke laag wordt verwijderd	regret, goede planning vereist afgestemd op ruimere omgeving, rekening houden met cultuurhistorie en archeologie	<ul style="list-style-type: none"> • onderzoek aan bouwvoor en fosfaatprofielen vereist • dikte bouwvoor en fostaatrijke bodemlaag < 15 cm • afgestemd op herstel waterhuishouding en reliëf projectgebied+omgeving • afweging met cultuurhistorische en archeologische waarden
1b	H	ontgronden (meer dan alleen de bouwvoor)	<ul style="list-style-type: none"> • onderzoek aan bouwvoor en fosfaatprofielen vereist • bouwvoor wordt verwijderd • dikte fosfaatrijke bodemlaag dunner dan maximaal mogelijke afgraafdiepte (beperking vanuit waterhuishouding, reliëf, cultuurhistorie, archeologie) • bij verlaging naar zeer lage P-gehalte kan dit mogelijk te laag worden voor sommige schrale doeltypen • afgestemd op herstel waterhuishouding en reliëf projectgebied+omgeving • pas op voor beschadiging slecht-doorlatende lagen • afweging met cultuurhistorische en archeologische waarden 				
1c	H	diep ontgronden naar oude maaiveld					
2	H	uitmijnen van P met productie- gewassen		<ul style="list-style-type: none"> • tussentijdse maatregel in afwachting van uitvoering inrichting • alternatieve maatregel omdat maatregel 1 niet mogelijk of zinvol is • op langere termijn ontwikkeling matig nutriëntenrijke natuurtypen • maatregel voor bufferzone • tegengaan uitspoeling fosfaat naar lagere delen met schrale natuurtypen 	lage fosfaatbeschikbaarheid: enkele tot ca. 170 j (sneller dan maatregel 3); onduidelijk of schrale doeltypen ontwikkelen	no regret	<ul style="list-style-type: none"> • analyse nutriënten in bodem en gewas • aantal snedes afstemmen op productiviteit • bekalken kan nodig zijn • geen nadelige effecten van uitspoeling van nutriënten (K, N) naar lagere herstelde delen
3	H	verschrallen door maaien + afvoeren			lage fosfaatbeschikbaarheid: tientallen tot honderden jaren, vaak geen ontwikkeling schrale doeltypen ontwikkelen door stagnatie in soorten- arme stadia	no regret	verzurend effect

4	H	beweiden		<ul style="list-style-type: none"> tussentijdse maatregel in afwachting van uitvoering inrichting alternatieve maatregel omdat maatregel 1 niet mogelijk of zinvol is maatregel voor bufferzone 	wordt meestal niet bereikt, vaak stagnatie in soortenarme stadia	droge delen no regret, natte delen risico op vertrapping bodem	<ul style="list-style-type: none"> terughoudend mee zijn op natte bodems beter niet op moerige en veenbodems wegens sterke vertrapping
5	H	nutriëntenrijke toplaag laten zitten + overschakelen op voedselrijke doelen		<ul style="list-style-type: none"> alternatieve maatregel omdat andere maatregelen niet mogelijk zijn of gering perspectief hebben ontwikkeling (rijk gestructureerde) ruigte, struweel, bos mede t.b.v. fauna maatregel voor bufferzone tegengaan uitspoeling fosfaat naar lagere delen met schrale natuurdoeltypen 	n.v.t.	no regret	
6	H	omkeren profiel door diepploegen		op termijn ontwikkeling schrale natuurtypen	?	regret, goede planning vereist afgestemd op ruimere omgeving, rekening houden met cultuurhistorie en archeologie, ongunstige effecten op waterhuishouding	<ul style="list-style-type: none"> let op met beschadiging slecht-doorlatende lagen afweging met cultuurhistorische en archeologische waarden uitgangssituatie documenteren en effecten monitoren
7	H/A	verminderen P-beschikbaarheid door regulatie waterstandsregime	1a, 1b, 1c, 3, 4	op korte termijn ontwikkeling schrale of matig nutriëntenrijke natuurtypen	?		<ul style="list-style-type: none"> in afstemming met waterhuishouding van projectgebied+omgeving risico op verzuring door vermindering kwel op passen met conservering van archeologische resten in de bodem die gevoelig zijn voor oxidatie uitgangssituatie documenteren en effecten monitoren
8	H/A	uitloggen van fosfaat door inundatie	3, 4	op termijn ontwikkeling schrale of matig nutriëntenrijke natuurtypen	?, afhankelijk van fosfaat voorraad		<ul style="list-style-type: none"> let op fosfaatbelasting van benedenstroomse oppervlaktewateren uitgangssituatie documenteren en effecten monitoren
9	H/A	toevoegen van ijzer- en andere metaalverbindingen om fosfaat vast te leggen	3, 4	<ul style="list-style-type: none"> op korte termijn fosfaatarme omstandigheden creëren alternatieve maatregel omdat maatregel 1 niet mogelijk of zinvol is additionele maatregel na plaggen afgraven, indien fosfaatverwijdering nog onvoldoende is 	1 jr na maatregel lage P-beschikbaarheid te realiseren, ontwikkelduur vegetatie onbekend	droge delen no regret, natte delen uit kijken voor bevorderen fosfaat accumulatie door aanvoer met grond- en oppervlaktewater	<ul style="list-style-type: none"> meting fosfaat, ijzer en kalk in uitgangssituatie vereist in verband met samenstelling ijzerslib en dosering CaCO₃ gehalte van het ijzerslib afstemmen op uitgangssituatie en eisen natuurtype op letten met gehalte van zware metalen in het ijzerslib voorlopig allen toepassen onder droge condities toe te dienen ijzerslib moet P-arm zijn beschikbaarheid geschikt ijzerslib is beperkt, daarom toepassen in perspectievolle situaties uitgangssituatie documenteren en effecten monitoren

Nr	Type	Maatregel	additionele maatregel in combinatie met	tactisch doel/overweging	ontwikkelduur schrale omstandigheden/vegetatie	regret/no regret	voorwaarde/waarschuwing
10	H/A	Immobilisatie door toevoegen koolwaterstoffen	3, 4	alleen t.b.v. experiment	?	no regret	<ul style="list-style-type: none"> • dosering vooraf op locatie uittesten • uitgangssituatie documenteren en effecten monitoren
11	A	toevoegen kalk/dolomiet	1a, 1b, 1c, 3 (in geval van basenminnende natuurtype); 2, 3, 4, 5 (dominantie Pitrus voorkomen)	<ul style="list-style-type: none"> • in afwachting van andere maatregelen • dominantie van pitrus ontwikkeling voorkomen • sterke verzuring en daling productiviteit bij verschralen tegengaan • herstel basenrijkdom na uitvoeren maatregel 1 ten einde zwak gebufferde en basenminnende doeltypen te ontwikkelen 	hangt af van combinatie met hoofdstrategie	no regret, wel oppassen bij organisch stofrijke bodems voor verhoogde afbraak en mineralisatie	<ul style="list-style-type: none"> • dosering afstemmen op uitgangssituatie basentoeestand bodem en tactisch doel/natuurtype
12	A	inbreng van bodemtoplaag	1a, 1b, 1c,	<ul style="list-style-type: none"> • ontwikkeling schrale natuurdoeltypen • ontwikkeling versnellen, completere vorm van het natuurtype ontwikkelen • sneller herstel bodemprocessen, sneller successie bodem en vegetatie richting doeltype 	kan in combinatie met maatregel 1 ontwikkeling doeltypen versnellen	voor acceptor site no regret, let op voor schade aan donorsite	<ul style="list-style-type: none"> • alleen in combinatie met maatregel 1 en bij verlaging fosfaatgehalte naar niveau van natuurtype • zeer gericht inzetten, zeker in geval van klein areaal van donorsites • begeleiding door deskundigen • uitgangssituatie documenteren en effecten monitoren • uitgangssituatie documenteren en effecten monitoren- beproefd in droge systemen, in natte systemen alleen experimenteel
13	A	inbreng doelplantensoorten	1a, 1b, 1c;,(3) ,(4)	<ul style="list-style-type: none"> • ontwikkeling schrale natuurtypen • ontwikkeling versnellen, completere vorm van het natuurtype ontwikkelen • sneller herstel bodemprocessen, sneller successie bodem en vegetatie richting doeltype 	kan in combinatie met maatregel 1 ontwikkeling doeltypen versnellen	no regret voor acceptor site, in geval van regulier maaisel geen belasting donorsite	<ul style="list-style-type: none"> • in geval inbreng van hooi van donorsite met schraal doeltype alleen in combinatie met maatregel 1 en bij verlaging fosfaatgehalte naar niveau van natuurtype • alleen uitvoeren in geval van geen of een open vegetatie • zeer gericht inzetten, zeker in geval van klein areaal van donorsites

Module 5

Benodigde gegevens

Voor het afwegen van maatregelen voor de omvorming van landbouwgronden naar (schrale) natuur zijn gegevens nodig over het projectgebied. Tabel 7 is een checklist voor de te verzamelen gegevens. Daarbij staat waarom bepaalde gegevens verzameld moeten worden, hoe dat moet gebeuren en in welke module ze nodig kunnen zijn. Welke type gegevens exact nodig zijn hangt af van het projectgebied en de vraagstelling. De dichtheid van metingen is ook afhankelijk van het gebied (omvang, ruimtelijke variatie).

Meten van nutriëntengehalten in de bodem

Zoals eerder in deze handleiding al is gebleken, is de hoeveelheid fosfaat in de bodem een cruciale succesfactor (zie ook tabel 3). Tegelijkertijd is het meten van fosfaat een ingewikkelde kwestie omdat er meerdere meetmethoden zijn en dus ook discussie over welke methode de beste is. In mindere mate geldt dat voor stikstof. Hier wordt volstaan met de diverse methoden kort te beschrijven, zodat duidelijk wordt wat onderzoeksuitkomsten van onderzoeksbureaus betekenen. Bureaus hanteren vaak hun eigen methode en dus is het als projectleider goed om te begrijpen wat eigenlijk is gemeten.

- totaal-fosfaat (P-totaal): het totale fosfaatgehalte in de bodem bestaande uit anorganisch fosfaat en fosfaat gebonden in organische stof; P-totaal wordt bepaald in een destructie van de bodem
- Olsen-fosfaat (P-Olsen): een deel van de anorganische fosfaat fractie die bepaald wordt in een natrium (bi-)carbonaat extract. P-Olsen is een goede maat voor de beschikbaarheid van fosfaat voor de vegetatie
- water extraheerbaar fosfaat (P-w): een deel van de anorganische fosfaat fractie die snel oplost in water. P-w is ook een goede maat voor de beschikbaarheid van fosfaat voor de vegetatie
- voor het meten van fosfaatbeschikbaarheid kan volstaan worden met P-Olsen of P-w
- totaal-stikstof (N-totaal): het totale stikstofgehalte in de bodem bestaande uit vooral stikstof gebonden in organische stof; N-totaal wordt bepaald in een destructie van de bodem of met pyrolyse in een CN-analyser; het N-totaalgehalte is een zeer indirecte maat voor de stikstof-beschikbaarheid
- nitraat (NO₃-): de hoeveelheid nitraat die bepaald wordt in een zoutextract
- nitraat (NH₄+): de hoeveelheid ammonium die bepaald wordt in een zoutextract

Bulkdichtheid: bulkdichtheid is de hoeveelheid drooggewicht per volume-eenheid bodem. Daarvoor moeten volumemonsters van de bodem worden genomen. Als de bulkdichtheid is gemeten kunnen nutriëntgehalten ook worden uitgedrukt per hoeveelheid bodemvolume.

Voor het in beeld brengen van de fosfaattoestand is het bemonsteren en meten op verschillende diepten in de bodem dus van belang. In geval pluggen en afgraven worden overwogen, is het van belang om het fosfaatgehalte in de diepere bodemlagen (ca. 0.25 tot 1m -mv) te toetsen aan de eisen van de natuurtypen. Wanneer fosfaat op verschillende diepte is gemeten kan ook worden vastgesteld hoe diep de bodem moet worden afgegraven voor het bereiken van de eisen voor fosfaatgehalte van natuurtypen.

Achtergronddocumentatie: zie voor meten van fosfaatbeschikbaarheid paragraaf 2.4 in OBN-rapport *Evaluatie strategieën omgang met overmatige voedingstoffen* (Aggenbach et al. 2017).
www.natuurkennis.nl/publicaties/nat-zandlandschap/

Type gegevens	Doel	Hoe verzamelen	Nodig voor Module
Basisgegevens			
informatie over historie grondgebruik	<ul style="list-style-type: none"> • voor onderscheid in sterk en minder sterk bemeste percelen • onderscheid wel en niet geploegde percelen 	<ul style="list-style-type: none"> • gebiedskennis bij (voormalige) lokale beheerders, vroegere grondgebruikers, omwonenden 	1, 2, 3
bodemprofiel, diepte bouwvoor	<ul style="list-style-type: none"> • vaststellen ruimtelijke patroon dikte omgewoelde bodem (bouwvoor); deze hele horizont is vaak nutriëntenrijk • vaststellen of en waar vroegere egalisering (afgraven hoogte en opvullen laagten) heeft plaatsgevonden; van belang voor oorspronkelijk reliëf en waterhuishouding 	<ul style="list-style-type: none"> • karteren in puntenraster van bodemprofielbeschrijvingen; doorgaans mogelijk met een edelmanboor • dichtheid boringen aanpassen aan omvang gebied en ruimtelijke variatie 	2, 3
nutriënttoestand bodem, vooral analyse fosfaatprofiel is belangrijk	<ul style="list-style-type: none"> • voor vaststellen nutriëntengehalte top laag • vaststellen diepte van het fosfaatprofiel • voor vaststellen knelpunten en potenties voor schrale natuurtypen in samenhang met maatregelen 	<ul style="list-style-type: none"> • meting P-totaal + P-Olsen of P, organisch-stofgehalte • eventueel ook N-totaal, NO₃ en NH₄ in zout-extract 	2, 3, 4
basenhuishouding	<ul style="list-style-type: none"> • voor vaststellen potenties voor natuurtypen op basis van eisen aan bodemzuurgraad • voor vaststellen of voldoende zuurbuffervermogen aanwezig is voor basenminnende natuurtypen • bepalen van maatregelen in de waterhuishouding 	<ul style="list-style-type: none"> • ontkalkingsdiepte met zoutzuurbruismethode in bodemprofielen (indien kalk aanwezig kan zijn) • basenrijkdom bodem: gehalte Ca-totaal, Mg-totaal; en/of gehalte uitwisselbare kationen; pH_H₂O en/of pH_KCl 	1, 2, 3
kwaliteit grond- en oppervlaktewater	<ul style="list-style-type: none"> • voor grondwater wanneer er (potentieel) invloed is van kwel • voor oppervlaktewater wanneer (potentieel) toestroming/overstroming optreedt 	<ul style="list-style-type: none"> • analyse macro-ionen, nutriënten, pH en EGV 	1, 3
huidige en vroegere topografie, ingrepen in verleden	<ul style="list-style-type: none"> • voor reconstructie ingrepen in het verleden 	<ul style="list-style-type: none"> • oude en recente topografische kaarten • plannen van ruilverkavelingen • andere geschreven bronnen • personen die de gebiedshistorie kennen 	1, 2, 3
reliëf	<ul style="list-style-type: none"> • voor inzicht in de topografie, belangrijk voor vaststellen relaties met de waterhuishouding 	<ul style="list-style-type: none"> • AHN3 data • eigen hoogtemetingen 	1, 3
waterlopen	<ul style="list-style-type: none"> • voor vaststellen knelpunten in de waterhuishouding en mogelijke maatregelen 	<ul style="list-style-type: none"> • waterloopkaarten en leggergegevens van waterschap • eigen kartering ligging en diepte waterlopen; van belang om detailwaterhuishouding (kleinere sloten, greppels, buisdrainage) in beeld te krijgen • indien zinvol diepte en drainageniveau van waterlopen inmeten • kijk ook naar diepteligging van beken, duinrellen 	1, 3

waterstandsregime	<ul style="list-style-type: none"> • voor vaststellen knelpunten in de waterhuishouding en mogelijke maatregelen 	<ul style="list-style-type: none"> • tijdreeksen peilbuizen en peilschalen • in geval van belangrijke hiaten nieuwe meetpunten installeren 	1, 3
vegetatiekaart	<ul style="list-style-type: none"> • voor inzicht in vegetatiepatroon in projectgebied en omgeving 	<ul style="list-style-type: none"> • vegetatiekartering; karteerschaal aangepast aan ruimtelijke variatie 	1,3
verspreiding plantensoorten	<ul style="list-style-type: none"> • voor voorkomen en ligging van bronpopulaties van doelsoorten • voor bij uitvoeren van maatregelen het ontzien van relictpopulaties 	<ul style="list-style-type: none"> • bestaande floragegevens • kartering in vlakken, lijnen, punten • ook omgeving van het projectgebied beschouwen ivm met bronpopulaties 	1
verspreiding diersoorten	<ul style="list-style-type: none"> • voor voorkomen en ligging van bronpopulaties van doelsoorten • voor bij uitvoeren van maatregelen het ontzien van relictpopulaties 	<ul style="list-style-type: none"> • bestaande fauna gegevens • inventariseren met geschikte methoden • ook omgeving van het projectgebied beschouwen ivm met bronpopulaties 	1
vroegere voorkomen van doelvegetatietypen en doelsoorten	<ul style="list-style-type: none"> • vroegere voorkomen is een ondersteuning voor keuze natuurtypen en doelsoorten 	<ul style="list-style-type: none"> • historische gegevens (grijze literatuur, atlas-data) • gebiedskenners raadplegen 	1
Resultaten van eerdere studies			
waterhuishouding	<ul style="list-style-type: none"> • voor analyse knelpunten en potenties • voor vaststellen ruimtelijke relaties (afstromingspatronen, link kwel- en infiltratiegebieden) 	<ul style="list-style-type: none"> • GGOR-studies • beschrijvende studies • modelstudies met scenario-analyse 	1,3
landschapsecologische systeemanalyse	<ul style="list-style-type: none"> • voor ontrafelen ruimtelijke samenhang, sturende processen, potenties 	<ul style="list-style-type: none"> • bestaande studies 	1, 2, 3
beheerevaluaties	<ul style="list-style-type: none"> • geven inzicht in ontwikkelingen in het terrein, ideeën over knelpunten 	<ul style="list-style-type: none"> • evaluaties bij beheerders 	1, 2, 3

Kennisnetwerk OBN wordt gecoördineerd door de VBNE en gefinancierd door het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit en BIJ12

Vereniging van Bos- en Natuurterreineigenaren (VBNE)

Princenhof Park 9
3972 NG Driebergen
0343-745250

W.A. (Wim) Wiersinga
Adviseur Plein van de kennis/
Programmaleider Kennisnetwerk OBN
0343-745255 /06-38825303
w.wiersinga@vbne.nl

M. (Mark) Brunsveld MSc
Programma-medewerker OBN
0343-745256 /06-31978590
m.brunsveld@vbne.nl