



Bureau Waardenburg
Ecologie & Landschap

Afgraven bij inrichting Ecologische Verbindingszones (EVZ's)

Advies over nut en noodzaak

Rob van de Haterd & Michelle de la Haye





Afgraven bij inrichting Ecologische Verbindingszones (EVZ's) Advies over nut en noodzaak

Rob van de Haterd & Michelle de la Haye

Status uitgave: eindrapport

Rapportnummer:	23-056
Projectnummer:	22-0498
Datum uitgave:	24 maart 2023
Foto's omslag:	Inrichting oeverzone Peelkanaal (R. van de Haterd)
Projectleider:	Drs. M.A.A. de la Haye
Met medewerking van:	M. van Mullekom & H. Tomassen (B-WARE)
Tweede lezer:	Drs. W.M. Liefveld
Opdrachtgever:	B. Arends Waterschap Aa en Maas Postbus 5049 5049 GA 's-Hertogenbosch
Referentie opdrachtgever:	Orderbon nr.: E024467 dd. 11-8-2022
Akkoord voor uitgave:	drs. W.M. Liefveld
Datum akkoord:	24 maart 2023

Graag citeren als: Van de Haterd, R.J.W. & M.A.A. de la Haye, 2023. Afgraven bij inrichting Ecologische Verbindingszones (EVZ's); Advies over nut en noodzaak. Rapport 23-056. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Trefwoorden: advies, afgraven, ecologische verbindingzones, afwegingskader werkwijze aanleg EVZ's, alternatieven voor vergraven

Bureau Waardenburg bv is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Bureau Waardenburg bv.

Opdrachtgever hierboven aangegeven vrijwaart Bureau Waardenburg bv voor aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

© Bureau Waardenburg bv / Waterschap Aa en Maas

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van opdrachtgever en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag worden vervoelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden d.m.v. druk, fotokopie, digitale kopie of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de opdrachtgever hierboven aangegeven en Bureau Waardenburg bv, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Lid van de branchevereniging Netwerk Groene Bureaus. Het kwaliteitsmanagementsysteem van Bureau Waardenburg bv is gecertificeerd door EIK Certificering overeenkomstig ISO 9001:2015. Bureau Waardenburg bv hanteert als algemene voorwaarden de DNR 2011, tenzij schriftelijk anders wordt overeengekomen.



Bureau Waardenburg
Ecologie & Landschap

Bureau Waardenburg, Varkensmarkt 9 4101 CK Culemborg, 0345 51 27 10, info@buwa.nl, www.buwa.nl



Inhoud

1	Inleiding	4
1.1	Aanleiding	4
1.2	Doelstelling	4
1.3	Werkwijze	5
1.4	Afbakening	5
2	Streefbeelden voor EVZ's	6
2.1	Inleiding	6
2.2	Landschapsecologie en parameterselectie	7
2.3	Aquatiscche streefbeelden	10
2.4	N10.01 Nat schraalland	10
2.5	N10.02 Vochtig hooiland	11
2.6	N11.01 Droog schraalgrasland	11
2.7	N12.02 Kruiden en faunarijk grasland	12
2.8	N12.03 Glanshaverhooiland	12
2.9	Ruigte, struweel en bos	13
3	Realisatie EVZ's	14
3.1	Inleiding	14
3.2	Verschralen	14
3.3	Uitmijnen	15
3.4	Chopperen	18
3.5	Tijdelijk akkerbeheer	19
3.6	Omkeren profiel door diepploegen	20
3.7	Afgraven/plaggen	21
3.8	Instandhoudings- en ontwikkelbeheer	23
4	Analyses bodemonderzoeken Aa en Maas	24
5	Afwegingskader werkwijze aanleg EVZ's	26
6	Conclusies en advies	29
	Literatuur	31
	Bijlage I Streefbeelden en SNL-beheertypen	34



1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De Provincie Noord-Brabant realiseert het Natuur Netwerk Nederland, dat behalve uit natuurgebieden ook uit Ecologische Verbindingszones (EVZ's) tussen die gebieden bestaat. Waterschap Aa en Maas levert een grote bijdrage aan het provinciale beleid door de realisatie van EVZ's langs watergangen die in haar beheer zijn. Bij Waterschap Aa en Maas wordt bij de aanleg van EVZ's 'afgraven tot 40 cm' in veel gevallen als een standaard maatregel gehanteerd. Deze maatregel wordt toegepast om te verschralen en daarmee de EVZ's na herinrichting een goede start te geven richting het beoogde streefbeeld. Nu de kosten van projecten om diverse redenen stijgen, rees de vraag of en hoe bespaard kan worden op bepaalde inrichtingsmaatregelen. Afgraven is een dure maatregel en vandaar dat de vraag is gesteld in hoeverre deze 'standaard' maatregel in alle gevallen noodzakelijk en überhaupt kansrijk is, of en hoe deze maatregel mogelijk (kosten)efficiënter ingezet kan worden en of er wellicht ook andere opties zijn die minder kosten maar hetzelfde effect hebben, bijvoorbeeld verschralen (uitmijnen) door middel van beheer.

1.2 Doelstelling

Bepalen in hoeverre de maatregel 'afgraven tot 40 cm' (kosten)efficiënt is en of dit mogelijk efficiënter c.q. doelgerichter kan. Vragen hierbij zijn:

- Zou het kosten efficiënter zijn om eerst met behulp van fosfaatonderzoek aan de bodem te bepalen tot op welke diepte afgegraven dient te worden en of de beoogde doelen haalbaar zijn, dan standaard 40 cm af te graven?
- Met welk type beheer kunnen op welke termijn de beoogde ecologische doelen behaald worden? Dit door een indicatie te geven of verschralen door middel van beheer een mogelijk, kosten efficiënter, alternatief is.

Waterschap Aa en Maas zoekt een onderbouwing voor hun huidige werkwijze bij de aanleg van EVZ's, met in elk geval:

- Een bevestiging (of een tegenargument) dat ca. 40 cm een goed gemiddelde is;
- Een eerste indicatie of 'verschralen d.m.v. beheer' een mogelijk, kosten effectiever, alternatief is.

Onderliggende vragen hierbij zijn:

- Wat is het doel van het afgraven? Wat wordt hiermee beoogd?
- Wat is het ecologisch doel van EVZ's in het beheergebied van het waterschap?
- Welke doelvegetaties (grasland- of moerastypen) worden nagestreefd?
- Zijn de doelvegetaties die beschreven staan in het onderhoudsplan realistisch?
- Welke maximale fosfaatwaarden hebben de verschillende graslandtypen en is het hierbij realistisch om een alternatief zoals verschralen door beheer te kiezen?
- Hoeveel jaar moet je dan verschralen op basis van het gemiddelde fosfaatgehalte in de bodems van Aa en Maas?



- Zijn er al data beschikbaar, ook landelijk of regionaal bij andere partijen, ook bijvoorbeeld bij andere waterschappen, over de gemiddelde fosfaatwaarden in de bodem van Aa en Maas?
- Welke alternatieven zijn er voor afgraven? Hoe effectief zijn die? Wat zijn de kosten? Op welke termijn heb je dan resultaat ten opzichte van afgraven?
- Hoe en wanneer pas je fosfaatonderzoek toe en hoe gebruik je de resultaten? Kun je op basis van fosfaatonderzoek goed bepalen tot hoeveel cm je moet afgraven om het gewenste resultaat te behalen?

1.3 Werkwijze

In afstemming met het waterschap zijn de na te streven vegetaties voor EVZ's vastgesteld. Op basis van literatuuronderzoek, analyse van bodemonderzoeken en een brainstormsessie met Mark van Mullekom en Hilde Tomassen van B-WARE zijn de abiotische uitgangspunten vastgelegd voor deze vegetatie streefbeelden. Eveneens is globaal beschreven waar deze vegetaties te verwachten zijn op basis van de bodemopbouw in het beheergebied van het waterschap. Middels een bureaustudie is een beschrijving en onderbouwing gegeven van het doel voor het vershralen, uitmijnen en afgraven van EVZ's. Deze gezamenlijke bevindingen zijn uitgewerkt in een indicatief afwegingskader voor de te hanteren werkwijze bij de toekomstige aanleg van EVZ's.

1.4 Afbakening

In deze studie zijn aquatische streefbeelden niet meegenomen. De belangrijkste reden hiervoor is dat bij de realisatie van aquatische streefbeelden in de praktijk altijd afgegraven wordt om het maaiveld naar of onder het (grond)waterpeil te krijgen. De vraag naar het nut of de noodzaak voor afgraven om de voedselrijkdom te verminderen speelt dan niet. In dit rapport is ter illustratie een bodemkaart opgenomen, de analyse hiervan is slechts globaal. In dit rapport worden zaaïen en het gebruik van zaadbronnen benoemd maar niet verder uitgewerkt.



2 Streefbeelden voor EVZ's

2.1 Inleiding

Om tot de juiste set van inrichtings-, beheer- en onderhoudsmaatregelen voor EVZ's te komen, werkt het waterschap met streefbeelden. In de loop der jaren zijn diverse streefbeelden opgesteld voor verschillende doelen. De meest gebruikte zijn de streefbeelden voor beek- en kreekherstel (Buskens & de Wilde, 2002), de ecologische streefbeelden voor ecologische verbindingzones (Kamsma, 2005), de Handreiking Ontwikkeling Waterlopen (HOW, Buskens *et al.*, 2012), de (landelijke) referenties en maatlatten voor de Kaderrichtlijn Water (van der Molen *et al.*, 2018; Evers *et al.*, 2018 en van der Molen *et al.*, 2013), het onderhoudsplan natuurlijk ingerichte gebieden (Cox *et al.*, 2015), bouwen met Natuur maatregelen (Verdonschot *et al.*, 2017) en de opgave NVO voor stromende wateren (Boon & Wilhelm, 2019).

Recent zijn de ecologische streefbeelden voor het watersysteem bij waterschap Aa en Maas herzien (Reeze *et al.*, 2021), waarin op hoofdlijnen de inrichting en het beheer van drie typen EVZ's zijn beschreven. Voor verdere detaillering in relatie tot specifieke doelsoorten wordt gebruik gemaakt van de ecologische streefbeelden voor ecologische verbindingzones (Kamsma, 2005). Voor het beheer en onderhoud van EVZ's wordt bij het waterschap momenteel het meest gebruik gemaakt van het onderhoudsplan natuurlijk ingerichte gebieden (Cox *et al.*, 2015). De streefbeelden hierin zijn uitgewerkt als eindbeelden voor beheer en onderhoud en daardoor niet rechtstreeks bruikbaar als basis voor natuurinrichting of -evaluatie. Daarom is een koppeling gemaakt met de landelijke systematiek van Index Natuur en Landschap (Tabel 2.1; complete tabel in bijlage I). Deze zogenaamde SNL-beheertypen worden door provincies en terreinbeherende organisaties gebruikt voor het maken en evalueren van beleid en het bepalen van de beheersubsidies. Het sluit dus goed aan op het provinciaal beleid, maar tevens zijn deze streefbeelden beter te koppelen aan de abiotiek.



Tabel 2.1. *Natuurstreefbeelden van Waterschap Aa en Maas (uit: Cox et al., 2015) en de Landelijke natuurbeheertypen volgens de index Natuur en Landschap (<https://www.bij12.nl/onderwerpen/natuur-en-landschap/index-natuur-en-landschap/natuurtypen/>). Voor een toelichting per type zie tekst en bijlage I*

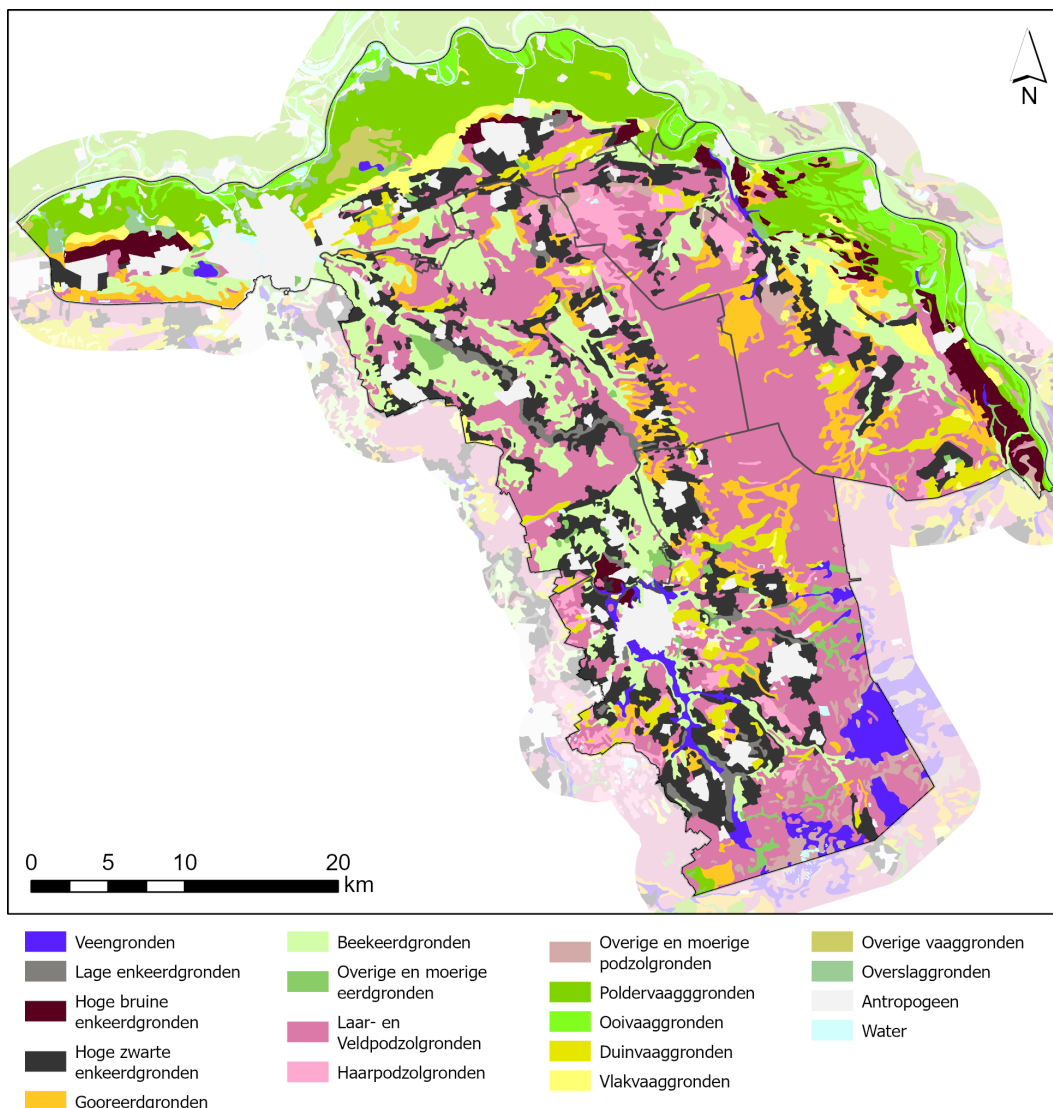
Onderhoudsplan Aa en Maas 2015		Index Natuur en Landschap		
Naam Streefbeeld	Genoemde vegetatietypen	code	naam	Opmerking
Oever en plasdraszone	geen	N03.01	Beek en Bron	geen focus
Poel	geen	L01.01	Poel en klein historisch water	geen focus
Bloemrijk grasland - droge voedselarme graslanden	buntgrasverbond	N07.02	Zandverstuiving (buntgras)	Zandverstuiving niet realistisch
	struisgrasverbond	N11.01	Droog schraalgrasland	
		N11.01	Droog schraalgrasland	N11.01 is veel breder (ook stroomdalgrasland en kalkgrasland);
		N12.02	Kruiden- en faunarijk grasland	aangepaste vorm
Bloemrijk grasland - matig voedselrijke graslanden	blauwgrasland	N10.01	Nat schraalland (blauwgrasland) of	Nat schraalland alleen realistisch in natuurgebieden, lokaal wel kansen
		N10.02	Vochtig hooiland (veldrusschraalland)	
	dotterbloemverbond	N10.02	Vochtig hooiland	twee vormen
	kamgrasland	N12.02	Kruiden- en faunarijk grasland	
	glanshaverhooiland	N12.03	Glanshaverhooiland	
	grote vossenstaarthooiland	N10.02	Vochtig hooiland	twee vormen
Bloemrijke ruigte - natte strooiselruigte	moerasspireaveverbond		Geen passend doelttype	geen focus
	verbond van harig wilgeroosje		Geen passend doelttype	geen focus
Bloemrijke ruigte - stikstofrijke zomen	klasse der nitrofiële zomen	N12.06	Ruigteveld. Maar heeft geen botanisch doel	geen focus
Struweel en bos	klasse der voedselrijke bossen	N14.01	Rivier- en beekbegeleidend bos	geen focus
		N14.02	(indien af en toe overstroomd), Haagbeuken- en Essenbos (indien niet overstroomd)	

2.2 Landschapsecologie en parametersselectie

2.2.1 Landschapsecologie

Dit rapport behandelt nut en noodzaak van vershraling of afgraving voor grazige vegetaties. Voorafgaand hieraan dient natuurlijk eerst te worden bepaald welke streefbeelden passend zijn voor een bepaalde locatie. Dit wordt meestal in beeld gebracht door middel van een landschapsecologische systeemanalyse (LESA). Voor de meeste streefbeelden bij Aa en Maas is dit reeds uitgevoerd bij het opstellen van de diverse streefbeelden (zie boven) en/of wordt dit uitgevoerd voorafgaand aan een herinrichtingsproject. De belangrijkste randvoorwaarden op landschapsschaal zijn het bodemtype en de hydrologie (grondwaterstanden en grondwaterkwaliteit). Het bodemtype en de kwelafhankelijkheid van het streefbeeld hangen samen met de voedselrijkdom; daarom worden deze op globaal niveau meegenomen in het streefbeeld. De overige aspecten worden in deze rapportage niet uitgewerkt; hiervoor zijn voldoende andere bronnen (voor hydrologie bijvoorbeeld de waterwijzer natuur, <https://waterwijzer.nl>).

Het beheergebied van Aa en Maas is verdeeld in de riviergronden in het voormalige stroomgebied van de Maas (groenige tinten langs de noordostrand in Figuur 2.1) en de hogere zandgronden daarbuiten. Binnen de hogere zandgronden is het gebied nog verder op te delen in hoogveengronden (paars), beekdalen (lichtgroen), eerdgronden (bruin/zwart) en overige zandgronden (oranje en roze kleuren).



Figuur 2.1 Globale bodemkaart van het beheergebied van Waterschap Aa en Maas. De districtsgrenzen zijn aangegeven met een donkergrijze lijn.

2.2.2 Bepaling voedselrijkdom - welke parameters zijn van belang?

In de volgende paragrafen (§2.3 - §2.9) worden de relevante SNL-natuurbeheertypen volgens de index Natuur en Landschap kort beschreven. Voor ieder natuurbeheertype is een tabel opgenomen met een aantal kenmerkende abiotische variabelen. Om het streefbeeld in graslandvegetaties te halen is het meestal noodzakelijk om te sturen op limitatie van fosfor (P). Dat wil zeggen dat er weinig fosfor beschikbaar is voor de planten ten opzichte van andere nutriënten. Niet al het fosfor in de bodem (P-totaal) is daadwerkelijk opneembaar voor planten, soms is een aanzienlijke hoeveelheid van het totale fosfor in de bodem vastgelegd. Voor de voedselrijkdom van de bodem worden daarom streefconcentraties gegeven voor P-Olsen en P-totaal. P-Olsen is een maat voor de hoeveelheid fosfaat dat voor planten in de bodem beschikbaar is. P-totaal geeft de totale voorraad fosfor in de bodem aan. Door verschillende processen, in de bodem, waaronder



mineralisatie- en reductieprocessen, kan een deel van de fosforvoorraad in de bodem weer beschikbaar komen voor planten. P-totaal kan sterk variëren afhankelijk van het bodemtype en chemische samenstelling van de bodem (o.a. rijkdom aan ijzer en calcium), zodat voor veel natuurbeheertypen P-Olsen meer sturend is.

De bodem en hydrologie (met name optreden van kwel) zijn sterk bepalend voor de hoeveelheid calcium en ijzer in de bodem en beïnvloeden daarmee de beschikbaarheid van fosfor. Hoge, droge zandgronden zijn over het algemeen armer aan calcium en ijzer dan leem- en kleigronden langs beken en rivieren. Bodem en kwelafhankelijkheid zijn daarom opgenomen in de tabellen.

De stikstofbeschikbaarheid beïnvloed ook de vegetatieontwikkeling, maar vanwege de hoge atmosferische stikstofdepositie is het lastig te sturen op stikstoflimitatie. Daarnaast kan een deel van de stikstof, in tegenstelling tot fosfaat, verdwijnen uit het systeem als gevolg van uitspoeling en denitrificatie (omzetting naar stikstofgas). Naast de voedselrijkdom van de bodem is de mate van zuurbuffering van de bodem sterk bepalend voor de vegetatieontwikkeling. Ca-totaal geeft het totale calciumgehalte in de bodem aan. In sterk gebufferde bodems wordt verzuring voorkomen door het oplossen van kalk (CaCO_3) in de bodem. In zwak gebufferde bodems is geen kalk aanwezig en zorgt de uitwisseling van basische kationen (calcium, magnesium en kalium) voor zuurbuffering in de bodem. Ca-zout geeft aan hoeveel calcium er aan het bodemadsorptiecomplex gebonden is en beschikbaar om uit te wisselen met zuurionen (H^+ , proton).

Er zijn aanwijzingen dat op droge zandgronden een lage biobeschikbaarheid van fosfor niet altijd nodig is voor een soortenrijke vegetatie. Uit recent onderzoek (Scherpenisse *et al.*, 2017; Dorland *et al.*, 2020; Eichhorn *et al.*, 2020) blijkt dat kruiden- en faunarijke grasland en glanshaverhooiland ook tot ontwikkeling kunnen komen onder fosforrijke condities, door bodemverstoring (bijv. chopperen, tijdelijk akkerbeheer) in combinatie met het inzaaien van kruidenrijke mengsels. Deze methode bevindt zich echter nog wel in de experimentele fase, het is nog niet duidelijk of de ontwikkelde vegetaties zich op de lange termijn standhouden en waarom het op sommige gronden wel en niet werkt. Waarschijnlijk spelen stikstof- en/of kaliumlimitatie al dan niet in combinatie met droogtestress een rol.

De streefconcentraties voor P-Olsen, P-totaal, Ca-totaal en Ca-zout zijn grotendeels gebaseerd op metingen uit de referentiedatabase van Onderzoekcentrum B-WARE (GRIP = Gemeten Referentiewaarden In Plantengemeenschappen). In deze dataset zijn een groot aantal metingen opgenomen in een groot aantal plantengemeenschappen, waaronder de voor de EVZ's relevante SNL-natuurbeheertypen. In aanvulling op de database van B-WARE zijn voor P-Olsen en P-totaal ook de streefconcentraties uit Aggenbach *et al.* (2017a) meegenomen. Bovengenoemde referentiedata en streefconcentraties werden op basis van expert-judgement verwerkt tot streefconcentraties voor P-Olsen, P-totaal, Ca-totaal en Ca-zout. Het bodemtype en de kwelafhankelijkheid zijn gebaseerd op basis van expert-judgement van de auteurs op basis van algemene literatuurbronnen, met name de boekenreeks van 'de Vegetatie van Nederland' (Schaminée *et al.* 1996) en de website <https://www.natuurkennis.nl/natuurtypen/>.



2.3 Aquatische streefbeelden

Water vormt altijd een wezenlijk onderdeel van de verbindingzone bij de EVZ's waarvoor Aa en Maas een opgave heeft. De streefbeelden voor het aquatische deel zijn recent uitgewerkt in Reeze *et al.* (2021). Bij aquatische streefbeelden speelt de vraag naar het nut of de noodzaak voor afgraven echter niet. De belangrijkste reden is dat bij de realisatie van aquatische streefbeelden in de praktijk altijd afgegraven wordt om het maaiveld naar of onder het (grond)waterpeil te krijgen; of het nou gaat om een nieuwe beekloop, een natuurvriendelijke oever van een kanaal of een geïsoleerde poel. Het verwijderen van de voedselrijke bovenlaag van de bodem is daarbij geen hoofddoel maar wel een bijkomstigheid. Op de afgegraven oevers groeien soms plantensoorten van schrale omstandigheden, zoals geelgroene zegge, borstelbies, moeraswolfsklauw, zonnedauw en waterpunge (Van de Haterd *et al.*, 2008; 2010). Op de meeste plaatsen houden deze soorten echter op lange termijn geen stand door het relatief voedselrijke oppervlaktewater; alleen hier en daar bij geïsoleerde wateren. Er zijn dan ook geen schrale aquatische streefbeelden gedefinieerd, waarvoor afgraven noodzakelijk zou zijn. Omdat de vraag voor aquatische streefbeelden niet speelt, worden deze niet meegenomen in de uitwerking.

2.4 N10.01 Nat schraalland

Nat schraalland is vochtig tot nat grasland met een heel lage productiviteit. De bodem is vaak heel slap, waardoor de graslanden veelal slecht toegankelijk zijn. Vaak staat het water 's winters aan of net boven het maaiveld en drogen ze 's zomers oppervlakkig uit. De belangrijkste vegetatietypen zijn blauwgraslanden en kleine zeggenvegetaties. Beide typen komen vrijwel uitsluitend voor op plekken met (voedselarme!) kwel, omdat alleen in kwelsituaties de bodem voldoende vochtig blijft in de zomer en voor blauwgraslanden ook voldoende baserijk. Veldrusschraalland is intermediair tussen blauwgrasland en dotterbloemhooiland (zie onder Vochtig hooiland). In de praktijk zal nat schraalland alleen te realiseren zijn in EVZ's die niet grenzen aan reguliere landbouwgrond; daar is de ontwatering, uitspoeling van meststoffen en stikstofdepositie vrijwel altijd te groot.

Beheertype	N10.01 Nat schraalland	
Vegetatietype	Blauwgrasland Veldrusschraalland	Kleine zeggenvegetaties
Landschap	Beekdalen	Beekdalen
Bodemtype	veen of zandgrond	veen of zandgrond
Kwelafhankelijk	ja	meestal (lokale) kwel
P-Olsen ($\mu\text{mol/l}$)*	200 – 500	100 – 500
P-totaal (mmol/l)*	2 – 10	1 – 6
Ca-totaal (mmol/l)*	20 – 60	10 – 30
Ca-zoutextract ($\mu\text{mol/l}$)*	10.000 – 30.000	6.000 – 15.000

* Bron: referentiedatabase GRIP van Onderzoekcentrum B-WARE



2.5 N10.02 Vochtig hooiland

De streefbeelden dotterbloemhooiland en grote vossenstaarhooiland vallen beide onder het beheertype N10.02 Vochtig hooiland. Toch verschillen deze beide streefbeelden aanzienlijk; zo is dotterbloemhooiland vooral te verwachten op venige of ijzerrijke gronden in de beekdalen en grote vossenstaarhooiland vooral op klei in het voormalige stroomgebied van de Maas. Daarom wordt vochtig hooiland in twee varianten meegenomen: N10.02a dotterbloemhooiland en N10.02b Grote vossenstaarhooiland.

Beheertype	N10.02 Vochtig hooiland	N10.02 Vochtig hooiland
Vegetatietype	Dotterbloemhooiland Veldrusschraalland	Grote vossenstaarhooiland
Landschap	Beekdalen en soms riviergronden	riviergronden
Bodemtype	klei of beekleem, soms humeuze zandgronden	klei of zavel
Kwelafhankelijk	meestal basenrijke kwel, soms in plaats daarvan basenrijk oppervlaktewater	nee
P-Olsen ($\mu\text{mol/l}$)	300 – 900	900 – 1.600
P-totaal (mmol/l)	5 – 20*	20 – 40
Ca-totaal (mmol/l)	20 – 80	45 – 90**
Ca-zoutextract ($\mu\text{mol/l}$)	10.000 – 30.000	15.000 – 35.000**

* P-totaal kan sterk variëren (tot 50 mmol/l of hoger), met name onder zeer ijzerrijke condities.

** Vooral gebaseerd op referentiemetingen in het stroomgebied van de Rijn (afzettingen van de Maas zijn kalkarmer).

2.6 N11.01 Droog schraalgrasland

Op droge schrale, lemige zandgrond en op zandige gronden in het riviereengebied kan droog schraalland ontwikkeld worden. Van belang is wel dat de productiviteit heel laag is, anders is sprake van kruiden- en faunarijke grasland. Droog schraalgrasland zal net als schraalland niet op veel plaatsen haalbaar zijn; het is een type van bijzondere omstandigheden, vaak in of nabij grotere natuurgebieden. Vroeger kwam dit type bijvoorbeeld voor langs het Drongelens kanaal (Van de Haterd *et al.*, 2011; Cools 1989).

Beheertype	N11.01 Droog schraalgrasland	
Vegetatietype	Ass. van Schapegras en Tijn	Heischraal grasland
Bodemtype	gebufferde, vaak iets lemige zandgrond	gebufferde, vaak iets lemige zandgrond
Deelgebied	hogere zandgronden	hogere zandgronden
Kwelafhankelijk	nee	nee
P-Olsen ($\mu\text{mol/l}$)	400 - 800	100 - 400
P-totaal (mmol/l)	5 - 15	3 - 6
Ca-totaal (mmol/l)	15 - 40	4 - 12
Ca-zoutextract ($\mu\text{mol/l}$)	2.000 - 8.000	4.000 - 10.000



2.7 N12.02 Kruiden en faunarijk grasland

Kruiden- en faunarijk grasland omvat alle graslanden die niet tot de droge of natte schraallanden, vochtig hooiland, overstromingsgrasland of glanshaverhooiland behoren. De meest voorkomende typen zijn kamgrasland, witbolgraslanden en graslanden uit het struisgrasverbond die niet behoren tot de associatie van schapegras en tijm (zie onder droog schraalgrasland). Soms betreft kruiden- en faunarijk grasland een tussenstadium in de verschraling naar bijvoorbeeld vochtig hooiland, maar op veel locaties zijn de milieumomstandigheden suboptimaal voor andere typen en is kruiden- en faunarijk grasland het hoogst haalbare. De zeldzame kenmerkende soorten van de andere typen ontbreken dan ook, maar kruiden- en faunarijk grasland is rijk aan algemene soorten, bijvoorbeeld margriet, gewone brunel en knoopkruid, en vlinders zoals het hooibeestje en bruin zandoojje. Kruidenarme graslanden in de zogenaamde 'grassenfase' (dominantie van algemene grassoorten) voldoen dus niet. Goed ontwikkeld kruiden- en faunarijk grasland neemt in de EVZ's een groot oppervlakte-aandeel in, omdat het voor veel soorten een goed migratie- en leefhabitat is.

Uit: Van Mullekom *et al.*, (2021)

Kruiden- en faunarijk grasland stelt minder strenge eisen aan de voedselrijkdom dan de andere graslanden. Uit onderzoek (Scherpenisse *et al.*, 2017) blijkt dat bij de meest waardevolle kruiden- en faunarijke graslanden de concentratie P-Olsen relatief laag is (<1200 $\mu\text{mol/l}$). Kruiden- en faunarijk grasland is echter een breed gedefinieerd type, waardoor het lastiger is hier een exacte streefconcentratie aan te koppelen. De soortenrijkdom van planten en paddenstoelen neemt naar verwachting toe zodra de meest labiele P-fractie voldoende laag is en/of de nitraatconcentratie laag is ($\text{NO}_3\text{-z}$ <50-100 $\mu\text{mol/l}$). Onder invloed van stikstof- en/of kaliumlimitatie, al dan niet in combinatie met droogtestress, kunnen waarschijnlijk ook kruidenrijkere graslanden tot ontwikkeling komen onder P-rijkere condities.

Beheertype	N12.02 Kruiden- en faunarijk grasland	
Vegetatietype	Kamgrasland	Struisgrasland
Bodemtype	alle vochtige bodems	droge zandgrond
Deelgebied	overall	overall
Kwelifhankelijk	nee	nee
P-Olsen ($\mu\text{mol/l}$)	500 - 1000	250 - 2000
P-totaal (mmol/l)	15 - 25	5 - 25
Ca-totaal (mmol/l)	75 - 120	10 - 50
Ca-zoutextract ($\mu\text{mol/l}$)	15.000 - 35.000	5.000 - 15.000

2.8 N12.03 Glanshaverhooiland

Glanshaverhooiland bevat hooilanden met (zeer) bloemrijke vegetaties van het glanshaververbond. Deze komt van nature voor op matig vochtige of periodiek overstroomde klei- en zavelgronden, soms ook op lemige zandgrond. Op zware kleigronden ontwikkelt zich vaak een wat minder soortenrijk glanshaverhooiland.



Beheertype	N10.02 Glanshaverhooiland
Vegetatietype	Glanshaverhooiland
Bodemtype	klei, zavel en lemige zandgrond
Deelgebied	riviergronden, wellicht ook langs de benedenloop Raam en Aa
Kwelafhankelijk	Nee (droog)
P-Olsen ($\mu\text{mol/l}$)	500 - 1200
P-totaal (mmol/l)	10 - 20
Ca-totaal (mmol/l)	100 - 500*
Ca-zoutextract ($\mu\text{mol/l}$)	10.000 - 20.000*

* Vooral gebaseerd op referentiemetingen in het stroomgebied van de Rijn (afzettingen van de Maas zijn kalkarmer).

2.9 Ruigte, struweel en bos

Binnen het mozaïek van vegetaties in een EVZ is vaak ook een aandeel ruigte, struweel en/of bos gewenst. Het betreft vooral natte strooiselruigte, droge bloemrijke ruigte, struweel en rivier- en beekbegeleidend bos. De voedselrijkdom van de bodem heeft invloed op de kwaliteit van deze typen. Zeer voedselrijke bodems op voorheen intensief gebruikte landbouwgronden worden al snel gedomineerd door grote brandnetel en bramen. Minder voedselrijke ruigten, struwelen en bossen (P-Olsen \pm (<)500-1200 $\mu\text{mol/l}$) zijn vaak divers en kruidenrijk en hebben dan vaak ook een rijkere (insecten)fauna.

In EVZ's worden ruigten, struwelen en bossen aangelegd als dekking of schuilplaats voor de fauna, bijvoorbeeld voor zoogdieren en amfibieën. De kwaliteit van de ondergroei doet er voor dit doel minder toe. Bovendien hebben in een EVZ aangelegde bosjes meestal een relatief kleine oppervlakte, waardoor de kans op een kwalitatief goed ontwikkeld bos gering is. Om deze redenen is het niet noodzakelijk en ook niet kostenefficiënt om altijd af te graven voor ruigten, struwelen en bossen. Voor bloembezoekende insecten, zoals vlinders, bijen en zweefvliegen, zijn bloemrijke ruigten wel van groot belang. Omdat graslanden vaak tegelijk gemaaid worden, zijn ruigten dan vaak de enige plekken waar nog nectar te vinden is. Daarom kan het voor de diversiteit van een groter gebied nuttig zijn om hier en daar wel delen van ruigte of bos af te graven, zeker als er toch al graafwerk wordt uitgevoerd voor andere typen.



3 Realisatie EVZ's

3.1 Inleiding

Met de aanleg van EVZ's beoogt het waterschap leefgebieden en corridors langs hun watergangen te creëren voor een verrijking en betere verspreidingsmogelijkheden voor flora en fauna. De EVZ's liggen op de oeverzones naast de watergangen. Meestal gaat het hierbij om voormalige vaak bemeste landbouwgronden. De hoge voedselrijkdom van deze oeverzones kan een probleem vormen voor de ontwikkeling van meer oorspronkelijke vegetatietypen, zoals kruidenrijke graslanden. Deze gedijen namelijk beter op een schralere bodem (naar: van Mullekom *et al.*, 2016).

Wanneer de fosfaatconcentratie te hoog is, hebben snelgroeiende algemene soorten meestal de overhand. Daarnaast kan vervuiging optreden, al blijft deze onder droge omstandigheden vaak beperkt. Zodra de rijke toplaag echter natter wordt, komt fosfaat vrij. Dit noemen we interne eutrofiëring. Daardoor neemt de mate van vervuiging toe. Dit leidt vaak tot ongewenste pitrusvelden of algenbloei in water dat stagneert op het maaiveld. Voor een succesvolle overgang naar meer soortenrijke natuur is daarom meestal een forse verlaging van de voedselrijkdom nodig. Er zijn verschillende manieren om de fosfaatconcentraties in de bodem te verlagen. Verschralen, afgraven en uitmijnen zijn de belangrijkste effectieve maatregelen. Deze maatregelen zijn kansrijk, mits ze op de juiste plekken en op de juiste manier worden uitgevoerd. De keuze voor het toepassen van verschralingsbeheer, uitmijnen of afgraven hangt af van de uitgangssituatie van de betreffende bodem (naar: Van Mullekom *et al.*, 2016).

In de volgende paragrafen volgt een beschrijving van deze methoden met geschatte kosten en ontwikkeltijden.

3.2 Verschralen

Wat houdt de maatregel in (uit: Raman & de Schrijver, 2015)

Deze maatregel gaat over maaibeheer dat in de natuursector wordt toegepast om bloemen- en soortenrijke vegetaties te creëren en te behouden. Maaïen en afvoeren in bestaande natuurgebieden voert nutriënten af, houdt de vegetatie open en zorgt zo voor een verhoogde soortenrijkdom in graslanden. Maaibeheer kan ook worden ingezet om natuurontwikkeling te realiseren op voormalige landbouwgronden. Vaak wordt uitgegaan van een gemiddelde afvoer van 10 kg P/ha/jaar bij (eenmalig) maaïen en afvoeren. Een bemest grasland dat meermaals gemaaid wordt, kan jaarlijks meer dan 15 ton biomassa produceren. De biomassaproductie zal bij omschakeling van landbouwbeheer naar verschralend maaibeheer al na enkele jaren afnemen door een limitatie door stikstof (N) (Smits *et al.*, 2008) of kalium (K) (Oelmann *et al.*, 2009). Deze kan zelfs snel terugvallen naar minder dan vijf ton biomassa per jaar zonder een verhoging in het aantal plantensoorten met zich mee te brengen (Berendse *et al.*, 1992). De vegetatiesamenstelling blijft dan vaak steken in een soortenarme, grasrijke vorm omdat deze N- of K limitatie onvoldoende is om de competitieve grassen in hun groei te beperken.



Fosfor is echter veel minder mobiel dan N en K en daardoor ook moeilijker uit het systeem te verwijderen. Zelfs als de nutriënten voldoende zijn afgenomen door verschraling, kan het voor kruiden lastig om zich te vestigen in de reeds aanwezige dichte grasmat of landbouwzode. Het kan dan nodig zijn om de ontwikkeling van doelsoorten te stimuleren de grasmat open te maken door frezen of te chopperen in combinatie met herintroductie. Op vochtige bodem wordt soms hetzelfde bereikt door (na)beweiding, maar op te natte, venige bodems levert dit juist weer vertrapping en verruiging op.

Voor verschraling van de bodem is beweiding weinig effectief. Er worden nauwelijks nutriënten afgevoerd (Hendriks *et al.*, 1985, Sival *et al.*, 2007). Wel wordt er in beperkte mate stikstof afgevoerd door vervluchtiging in de vorm van ammoniak of uitspoeling van nitraat uit urine of mest en dat redelijk mobiel is in de bodem. Ook kalium kan betrekkelijk eenvoudig uitspoelen uit de mest. Begrazing leidt er wel toe dat nutriëntencycli in de bodem worden versneld, doordat de hoeveelheid dood organisch materiaal afneemt (Oosterbaan *et al.*, 2008).

Ontwikkeltijden

Als de afnemende biomassa-productie de P-afvoer vertraagt door N- of K-limitatie, zal het via maaien en afvoeren vaak meer dan tientallen jaren of zelfs honderd jaar kunnen duren om voldoende P-arme omstandigheden te krijgen voor bloemrijk grasland. Met name onder drogere condities kan N- en/of K-limitatie juist tot kruidenrijkere graslanden leiden onder P-rijkere condities. Dit is eerder ook al gemeld in het rapport.

Wanneer kansrijk

Verschrallend maaibeheer is het best in te zetten op terreinen waar de gewenste bodem-P-condities bijna bereikt zijn (Smolders *et al.*, 2008). Vaak zijn dit kruidenrijke graslanden die nog niet voldoen aan het streefbeeld, maar waarin al wel enkele soorten uit het streefbeeld aanwezig zijn. Een voorbeeld is een witbolgrasland met echte koekoeksbloem en moerasrolklaver.

Kosten

De kostprijs van een ontwikkelingsbeheer via maaien en afvoeren varieert tussen de 580 en 1.872 euro/ha/jaar (gegevens uit: Anonymus 2012 en Oosterbaan *et al.*, 2008). Deze kostprijs is afhankelijk van de verkoopwaarde van het hooi, die op zijn beurt grotendeels bepaald wordt door de kwaliteit van het maaisel. De maaiselkwaliteit wordt mede beïnvloed door de frequentie van het maaien. Bij vier keer maaien is de verteerbaarheid veel hoger dan bij slechts twee keer maaien (Pavlu *et al.*, 2011).

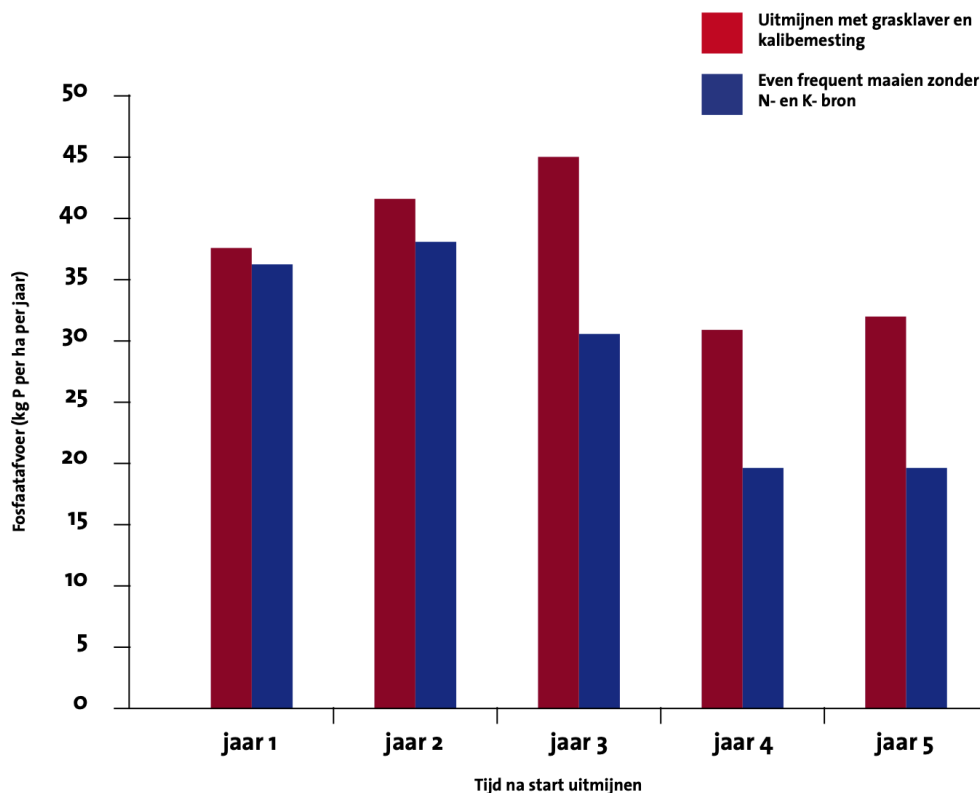
3.3 Uitmijnen

Wat houdt de maatregel in (uit: Timmermans & van Eekeren, 2012)

Uitmijnen is een intensief verschrallingsbeheer en een versnelde variant van enkel maaien en afvoeren. Uitmijnen is het versneld afvoeren van fosfaat uit de bovenste 25 (-30) cm van de bodem. Dit kan door de productie van grasland (tijdelijk) te verhogen en hoog te houden, in combinatie met een intensief beheer van maaien en afvoeren (4-5 keer per jaar). Het maaisel is geschikt als veevoer. Op deze manier kan het fosfaatgehalte jaarlijks



met zo'n 40 kg fosfor per hectare afnemen: vier keer zo snel als met maaien en afvoeren zonder opbrengstverhoging.



Figuur 3.1 Fosfaatafvoer (in kg fosfor per ha per jaar) door uitmijnen met grasklaver en kalibemesting en even frequent maaien (vier tot vijf maaisneden per jaar) zonder aanvullende bemesting. Na enkele jaren daalt de afvoer van fosfaat in het deel waar alleen wordt gemaaid ten opzichte van het gedeelte waar wordt uitgemijnd. Stikstof- en kalibronnen zijn dus nodig voor een hoge fosfaatafvoer. Op de lange termijn is de gemiddelde afvoer bij uitmijnen ongeveer 40 kg fosfor per ha per jaar. Dit komt overeen met circa 90 kg fosforpentoxide (P_2O_5) per ha per jaar (uit: Timmermans & Van Eekeren, 2012)

In fosfaatrijke bodems ontstaat er op termijn een verstoorde nutriëntenbalans met veel fosfaat, maar weinig stikstof en vaak ook weinig kalium. Uitmijnen herstelt het evenwicht: het zorgt ervoor dat er voldoende stikstof en kalium beschikbaar blijft. Dit zorgt voor een goede plantengroei en maakt een optimale fosfaatafvoer via het gewas mogelijk. Uitmijnen kan op twee manieren: (1) met grasklaver, waarbij de klaver de stikstofbron vormt, en (2) met een productieve graszode in combinatie met stikstofbemesting (hogere kosten). Beide methoden leveren een vergelijkbare fosfaatafvoer op. Op zandgronden is er daarnaast vaak een gebrek aan kalium; daarom is bij beide vormen van uitmijnen vaak ook kalibemesting nodig om de plantengroei op peil te houden. Recent onderzoek wijst erop dat uitmijnen al tijdens het proces de uitspoeling van fosfaat sterk vermindert ten opzichte van standaard maaibeheer op fosfaatrijke gronden. Door metingen van de $K-CaCl_2$ en het organische stofgehalte kan met behulp van de nieuwste bemestingsadviezen bepaald worden welke kalibemesting nodig is. Uitmijnen is tijdelijk een stap terug wat betreft soortenrijkdom. Men is tijdens dit beheer bezig met bodemherstel, waarbij fosfaatafvoer



voorop staat. De productieve gras- of grasklaverzode laat weinig ruimte over voor andere plantensoorten. Zelfs als de nutriënten voldoende zijn afgenomen door uitmijnen, kan het voor kruiden lastig om zich te vestigen in de al aanwezige dichte grasmat of landbouwzode. Het kan dan nodig zijn om de ontwikkeling van doelsoorten te stimuleren de grasmat open te maken door frezen of te chopperen in combinatie met herintroductie.

Op vochtige bodem wordt soms hetzelfde bereikt door (na)beweidings, maar op te natte, venige bodems levert dit juist weer vertrapping en verzuuring op.

Voor uitmijnen met gras in combinatie met stikstofbemesting en kalibemesting is een productieve graszode nodig. In sommige gevallen is de bestaande zode daarvoor geschikt, maar alleen als er voldoende productieve soorten aanwezig zijn. Kijk hier kritisch naar om tegenvallende resultaten te voorkomen. Engels of Italiaans raaigras, timoteegras, veldbeemdgras of ruw beemdgras zijn grassen die voldoende productief zijn. Percelen met bijna alleen pitrus of gestreepte witbol zullen, ook na bemesting, nooit de gewenste opbrengst en fosfaatafvoer behalen. Kies in dat geval voor herinzaai van gras of grasklaver. Wanneer dit niet wordt gedaan wordt afgeraden de geadviseerde stikstof- en kalibemesting toe te passen. Dit kan tot ongewenste uitspoeling leiden. Kies dan voor maaien en afvoeren (eventueel twee keer per jaar).

Ontwikkeltijden

Hoelang het uitmijnen duurt, hangt onder meer af van de fosfaatrijkdom van de bodem. Het onmiddellijk opneembare P in de bodemoplossing kan via uitmijnen op korte termijn sterk dalen, maar over de lange termijn effecten van uitmijnen is nog niet veel bekend (Herr *et al.*, 2011). De meer gefixeerde bodem-P-fracties (De Schrijver *et al.*, 2013^b) blijven vaak hoog en kunnen vooral in P-verzadigde bodems P met vertraging aanleveren (Koopmans *et al.*, 2004), waardoor P-arme bodemcondities niet snel gehaald kunnen worden. Hierdoor zal een verschralling van een P-rijke tot een P-arme bodem met uitmijnen toch nog decennia kunnen duren, afhankelijk van de uitgangssituatie en het natuurdoeltype (zie ook <https://www.ecopedia.be/encyclopedie/uitmijnen>).

Een optie om de uitmijnduur te verkorten is door een deel van de bouwvoor af te graven, Herr *et al.* (2004) hebben hier berekeningen aan gedaan. Bij uitmijnen 30 cm onder de bouwvoor kwamen ze na 4 jaar op de gewenste P-concentraties. Dit is sterk afhankelijk van de dikte van de bouwvoor en de mate van P-uitspoeling onder de bouwvoor. Uitmijnen kan dan helemaal niet nodig zijn of toch nog een lange periode vergen (pers. meded. H. Tomassen).

Wanneer kansrijk

De uitkomst van het vooronderzoek laat zien of het starten van een uitmijntraject reëel is of niet. Daarnaast is uitmijnen praktisch gezien niet altijd mogelijk. Per perceel/bodemtype is er een passende oplossing nodig. Het vooronderzoek brengt een aantal van deze mogelijkheden in beeld. Van belang is onder andere: het bodemtype, de zuurgraad van de bodem, de bemaaibaarheid van het terrein en de diepte van het fosfaatfront (verschralling is mogelijk tot een diepte van circa 25 cm).

Mogelijk is uitmijnen (eveneens als verschrallings- en akkerbeheer) een goede optie voor gronden die al in eigendom zijn van het waterschap, maar waar de inrichting pas over enkele jaren zal plaatsvinden. Wellicht kan dit als een voorwaarde opgenomen worden in



een bruikleen- of pachtovereenkomsten, zodat die gronden alvast wat worden verschaald (zie ook kosten). Een intensief verschrallingsbeheer kan mogelijk ook tot een versnelde ontwikkeling van kruidenrijkere grasland leiden. Een actief, gericht uitmijnenbeheer lijkt minder praktisch en minder kansrijk voor smalle zones/stroken.

Kosten

Voor het uitmijnen met grasklaver moet er voldoende klaver in de zode staan. Is dat niet het geval, dan kan deze worden ingezaaid. Dit kost ongeveer 500 tot 750 euro per hectare voor het bewerken van het land, het zaaizaad en het inzaaien (van Mullekom *et al.*, 2016). Tijdens het uitmijnen maakt het relatief hoge gehalte aan eiwit het gemaaide gewas geschikt als veevoer. Veehouders kunnen het uitmijnen vaak goed uitvoeren. Hun expertise bij het beheer, het maaien en bemesten op het juiste tijdstip, en het signaleren van problemen is van groot belang om het uitmijnen succesvol te laten verlopen. Kostenbaten-analyses hebben laten zien dat een veehouder gemiddeld zo'n 250 euro/ha duurder uit is met een uitmijnend perceel dan met aangekocht voer. Een tegemoetkoming in de kosten van de benodigde meststoffen kan hier een oplossing bieden.

3.4 Chopperen

Wat houdt de maatregel in

Chopperen is een vorm van verdiept maaien of van ondiep plaggen, afhankelijk van de diepte waarop de machine wordt afgesteld. Chopperen kan als vorm van plaggen worden gebruikt op plaatsen waar de strooisellaag dunner is dan 2-4 cm. De humuslaag wordt bij chopperen niet volledig verwijderd. Chopperen gebeurt met een robuuste klepelmaaier waarbij de klepels een paar centimeter in de bodem gaan. Het choppermateriaal wordt direct opgezogen en afgevoerd. Chopperen wordt vooral ingezet op vergraste heide, zowel in droge als natte heide. In natte heide moet je wel zien dat het choppertoestel niet te zwaar is voor de vochtige bodem. Hier moet je dan werken met brede banden of met rupsvoertuigen. Op grasland is chopperen meer experimenteel (zie 'Wanneer kansrijk') Doel van de maatregel is afvoer van de overmaat aan voedingsstoffen en zuren die zich in de loop der jaren in het systeem hebben opgehoopt in vegetatie, strooisel en de bovenste bodemlaag onder invloed van de VER-thema's door het diep wegmaaien van de vegetatie, en opnieuw beginnen van de vegetatiesuccessie vanaf een vrijwel kale bodem. Het kan nodig zijn als voorbereidende maatregel de locatie en de directe omgeving daarvan vrij te maken van bosopslag. Indien op de chopperplek in de jaren na het chopperen veel zaailingen van bomen ontkiemen, kan jonge opslag worden gemaaid (<https://www.natuurkennis.nl/hulpmiddelen/beheermaatregelen/chopperen/> en <https://www.ecopedia.be/encyclopedie/chopperen-van-heide>).

Ontwikkeltijden

Deze methode bevindt zich voor graslanden nog in de experimentele fase, het is nog niet duidelijk of de ontwikkelde vegetaties zich op de lange termijn standhouden en waarom het op sommige gronden wel en niet werkt (mogelijk speelt stikstoflimitatie een rol).

Wanneer kansrijk



Bureau Natuurbalans (contactpersoon: Peter Verbeek) heeft de laatste jaren goede resultaten ondervonden met de ontwikkeling van kruiden- en faunarijke grasland door middel van chopperen en gericht inzaaien op P-rijkere gronden. Door te chopperen wordt de dichte, soortenarme graszode verwijderd en ruimte gecreëerd voor de kieming van de doelsoorten. Na het chopperen wordt gericht zaadmengsel (bestaande uit zowel inheemse grassen als kruiden van bijvoorbeeld Biodivers) van glanshaverhooiland of kruiden- en faunarijke grasland opgebracht.

Kosten

In Staatsbosbeheer (2016) wordt als prijs voor deze maatregel 1350 euro per hectare genoemd voor voedselarme venen en vochtige klei.

3.5 Tijdelijk akkerbeheer

Wat houdt de maatregel in (uit: Eichhorn *et al.*, 2020)

Ondanks verschravingsbeheer kan op graslanden de vegetatie gedomineerd blijven door gestreepte witbol en gewoon struisgras en komen er weinig kruiden voor. Door grassen gedomineerde graslanden kunnen omgevormd worden tot kruiden- en faunarijke graslanden middels tijdelijk akkerbeheer. Het idee hierbij is dat het tijdelijk akkeren de graszoden openbreekt en er zo kansen ontstaan voor kieming en vestiging van kruiden. Dorland *et al.* (2020) onderzochten de beheermaatregelen tijdelijke roggeteelt en zwarte braak (5x frezen per jaar) in drie gebieden. De resultaten van de beheermaatregelen waren niet identiek in alle drie de proefgebieden. Met het voorbehoud dat lange termijneffecten nog niet bekend zijn, lijkt tijdelijk akkerbeheer op relatief voedselarme, droge graslanden een geschikte maatregel te zijn voor de ontwikkeling van kruidenrijk grasland. Gebaseerd op de toename van de soortenrijkdom geldt dit met name voor zwarte braak, en in mindere mate voor tijdelijke roggeteelt. Echter, deze positieve effecten waren niet tot minder evident waarneembaar in het vochtiger (en ogenschijnlijk voedselrijkere) onderzochte graslanden.

Indien de productie van het grasland bij aanvang nog erg hoog is, dan is er voorafgaand aan het tijdelijk akkerbeheer eerst een verschravend graslandbeheer nodig, totdat de productie voldoende is afgenomen (< 6 ton/ha/jaar).

Op kleigrond is er inmiddels ook een opmerkelijk, maar nog erg jong, voorbeeld bekend. In het kader van het LIFE-project Floodplain Development heeft Natuurmonumenten in 2017 op een productieakker in de Koppenwaard kruidenrijk maaisel opgebracht vanuit de glanshaverhooilanden bij Cortenoever, zonder vooraf afgraven of uitmijnen, omdat de fosfaatbeschikbaarheid hier al relatief laag is door kalk en ijzer in de klei. Hier is binnen twee jaar een gevarieerd en kruidenrijk grasland ontstaan, met verspreid bloeiend zelfs zeldzame doelsoorten als brede ereprijs, rapunzelklokje en ruige weegbree (Eichhorn & Eysink, 2019).

Wanneer kansrijk

Akkerbeheer is kansrijk op relatief voedselarme droge graslanden op zandgrond die ondanks verschravingsbeheer blijven steken in gras gedomineerde graslanden. Hier moet nog wel aan worden toegevoegd dat het voor de vestiging van kruiden van groot belang is dat er voldoende graslandsoorten aanwezig zijn in de directe omgeving of in de



zaadvoorraad. Zijn die er niet en worden er ook geen soorten ingebracht via kruidenrijk maaisel of zaden, dan blijft de kans op een succesvolle ontwikkeling klein. Deze maatregel lijkt minder praktisch en minder kansrijk voor smalle zones/stroken.

Ontwikkeltijden

Door tijdelijk akkerbeheer uit te voeren wordt de graszode opengebrouwen en ontstaan er vestigingskansen voor kruiden. Een ontwikkelde vegetatie kan verwacht worden enkele jaren na het staken van het akkerbeheer. Eventueel zou de akker-ingreep opnieuw kunnen worden uitgevoerd als de bloemrijkdom toch weer blijkt af te nemen, totdat er uiteindelijk wel voldoende is verschaald voor een permanent bloemrijk grasland (Eichhorn *et al.*, 2020).

Kosten

Geen informatie over.

3.6 Omkeren profiel door diepploegen

Wat houdt de maatregel in (uit Aggenbach *et al.*, 2017b)

Het belangrijkste doel van omkeren van het bodemprofiel is het verwijderen van de nutriëntenrijke toplaag door deze niet daadwerkelijk te verwijderen maar te begraven onder nutriëntenarme dieper gelegen grond. De bodemtoplaag wordt op de kop gezet met een speciale ploeg en wordt doorgaans begraven met ca. 50 cm dieper gelegen grond die naar de oppervlakte wordt gebracht (o.a. Jones *et al.*, 2010). Deze techniek wijkt af van de normale wijze van ploegen die de bodem slechts gedeeltelijk omkeert en juist ook mixt. Het voordeel van omkering van het bodemprofiel is dat er geen grond hoeft te worden afgevoerd en ergens te worden afgezet. Documentatie van de effecten is gering. De techniek is uitgetest in kustduinen en op braakliggende grond (Jones *et al.*, 2010).

Het omkeren van het bodemprofiel heeft een vergelijkbaar effect als verwijdering van de bodemtoplaag, omdat het ook de diepere bodemlaag laat dagzomen waarvan de fysische en chemische eigenschappen afwijken van de toplaag. De diepere laag die gaat dagzomen heeft een lager nutriëntengehalte, een lager organisch-stofgehalte en een hogere pH dan de oude bodemtoplaag (Jones *et al.*, 2010). Dit geldt indien de toplaag verzuurd is. Op voormalige bekalpte landbouwgronden kan de pH en buffering in de diepere ongestoorde bodem ook lager zijn (pers. meded. H. Tomassen).

¹ Het verschil met afgraven is dat bij omkering van het profiel de nieuwe diepere laag een hoger nutriënten- en organisch-stofgehalte krijgt. Bovendien treedt door het ploegen een verstoring van het profiel op. Er is weinig bekend over de effecten van toegenomen nutriënten in de diepere laag. Diepere wortelende planten kunnen de nutriëntenrijke laag bereiken en mogelijk naar de toplaag verplaatsen. Een mogelijk risico is uitspoeling van nutriënten naar het grondwater.

In een experiment van Jones *et al.* (2010) in een eutroof duingrasland werd met diepploegen de organisch-stofrijke toplaag op 80 cm diepte begraven met 40-50 cm organisch-stofarm duinzand. De pH en het organisch-stofgehalte van de nieuwe toplaag was vergelijkbaar met die van mobiele duinen. 15 maanden na het ploegen was de bodem

1



nog grotendeels kaal en was veel zand geërodeerd door de wind, waardoor de organisch-stofarme laag een stuk dunner was geworden. De vegetatiesuccessie was langzaam en werd beperkt door betreding. Vooral soorten die opkwamen uit achtergebleven wortelresten ontwikkelden zich na 11 maanden.

Het effect van bodemprofielomkering hangt mede af van de diepte waarmee dat plaatsvindt (Ödman, 2012). Een ploegdiepte van 0,3 m had slechts een beperkt effect, terwijl een ploegdiepte van 1,0 m de chemische samenstelling in dezelfde richting veranderde als 1,0 m grond afgraven, maar slechts voor ca. de helft ten opzichte van afgegraven grond. Ook de verschuiving in de richting van de doelplantengemeenschap was minder groot. Dit duidt er op dat zelfs bij diepe omkering van het profiel een deel van de nutriëntenpool in de nieuwe bodemtoplaag achterblijft.

Wanneer kansrijk

Het bodemprofiel omkeren kan in potentie (net als bij afgraven/plaggen) ook leiden tot een lage P en N beschikbaarheid in de toplaag, maar is zo weinig uitgetest en alleen in kortlopende veldexperimenten dat geen conclusies kunnen worden getrokken of schrale doelen daarmee gerealiseerd kunnen worden. Dit wordt als een kennislacune aangegeven in Aggenbach *et al.* (2017b). Daarnaast is dit een technisch lastig uit te voeren maatregel met een hoog risico: indien het profiel per ongeluk wordt gemengd kan dit niet meer worden hersteld. Deze maatregel wordt dan ook afgeraden tot er meer over bekend is. Op dit moment wordt de maatregel soms wel toegepast door Staatsbosbeheer (rivierengebied) en De Bosgroepen, maar daar zijn geen gepubliceerde resultaten van gevonden.

Ontwikkeltijden

Nog onbekend omdat er alleen kortlopende veldexperimenten mee zijn uitgevoerd.

Kosten

Geen informatie over gevonden.

3.7 Afgraven/plaggen

Wat houdt de maatregel in (uit: Raman & de Schrijver, 2015)

De laatste jaren wordt steeds vaker overgegaan tot ontgronden om een snelle verschraling te realiseren. Hierbij wordt de nutriëntenrijke bodemlaag tot soms wel meer dan 50 cm diepte afgevoerd. Ontgronden blijkt inderdaad een effectieve maatregel te zijn voor de afvoer van P gezien het tot een sterke afname van de bodemnutriëntenvoorraad leidt. Het is echter belangrijk dat de diepte van ontgronden beslist wordt op basis van metingen, de bouwvoor verwijderen blijkt vaak onvoldoende gezien P in P-verzadigde bodems ook dieper verhoogde concentraties kan vertonen. Deze drastische ingreep heeft echter ook nadelen: het weghalen van de bovenste bodemlaag veroorzaakt ook de verwijdering van het merendeel van het bodemorganisch materiaal, wat betekent dat (een deel van) het zuurbufferend vermogen van de bodem vermindert (zie ook De Schrijver *et al.*, 2012). Soms wordt na ontgronden daarom een lichte bekalking uitgevoerd. Verder wordt bij ontgronden (een deel van) de bodembiota en de zaadbank (Oosterbaan *et al.*, 2008) verwijderd. Deze is overigens ook vaak volledig landbouw gestuurd (pers. med. M. van Mullekom). Vochtige of venige bodems kunnen een uitzondering vormen.



Het is echter niet in alle gevallen mogelijk om te ontgronden tot de gewenste diepte door het ontstaan van een 'badkuip' waarin het regenwater blijft staan en onvoldoende doorstroming kan plaatsvinden of waardoor te veel inundaties vanuit de beek plaatsvinden (nitraatrijk water en/of de afzetting van P-rijk slib vormen een risico op vervuiging). Ook de aanwezigheid van erfgoedwaarden kunnen conflicteren met deze maatregel. In de depressie van de Moervaart zorgt de aanwezigheid van paleogeulen er bijvoorbeeld voor dat in bepaalde zones ontgronden onmogelijk is (De Schrijver *et al.*, 2013^a). Daarenboven is het gewenste resultaat na ontgronden niet gegarandeerd gezien de herkolonisatie van doelplantensoorten vaak moeizaam verloopt zonder introductie (Sival *et al.*, 2007, Verhagen *et al.*, 2004).

Met een oppervlakkige ontgroning, of plaggen, wordt bedoeld dat slechts 10-15 cm van de toplaag afgevoerd wordt. Met deze maatregel wordt een deel van de nutriënten en een belangrijke hoeveelheid bodemorganisch materiaal verwijderd. Op landbouwbodems waarop kerende grondbewerkingen werden toegepast, zitten de verhoogde nutriëntenconcentraties echter minstens tot op 30 cm diepte. Hierdoor is plaggen meestal niet geschikt voor het herstel van de abiotiek op voormalige landbouwbodems. Het leidt veelal tot extra vervuiging doordat een open, voedselrijke zode wordt gecreëerd die meestal vochtiger is dan de oorspronkelijke toplaag.

Wanneer kansrijk

Deze maatregel is kansrijk wanneer plaggen of afgraven een optie is met het oog op eventueel aanwezige cultuurhistorische, aardkundige of archeologische waarden. En wanneer het maaiveld door het afgraven niet in de invloedssfeer van het grondwater of oppervlaktewater komt. Na afgraven kan het te nat worden, maar soms is het juist gunstig om maaiveld richting het grondwater te brengen (pers. med. H. Tomassen). Het is vooral belangrijk dat een ontgroning in het ecohydrologische systeem past (met name ook in relatie tot eventuele aangrenzende natuurgebieden) en dat, bij natte omstandigheden, sprake is van voldoende doorstroming en (beperkte) droogval van de toplaag in de zomerperiode. In verband met het veranderende klimaat wordt geadviseerde de hydrologie regelbaar te maken (pers. med. M. van Mullekom), zodat sturing in het (extra) aflaten van water of vasthouden van water mogelijk is.

Ontwikkeltijden

Een ontwikkelde vegetatie kan verwacht worden binnen enkele jaren na het afgraven. Mogelijk is wel nog enige jaren ontwikkelbeheer nodig voordat de nagestreefde vegetatie zich ontwikkelt (zie ook paragraaf 3.83.7).

Kosten

De zeer hoge kostprijs is naast bovengenoemde nadelen eveneens een nadeel. De kostprijs van 30 cm afgraven varieert tussen de 15.000 en 300.000 euro/ha (volgens gegevens uit: Anonymus 2012, Oosterbaan *et al.*, 2008) of tussen de 15.000 en 20.000 euro/ha (Van Mullekom *et al.*, 2017). Deze maatregel kan echter goedkoper worden uitgevoerd als bijv. de grond gebruikt kan worden bij de aanleg van dijken of andere toepassingen (zo'n 15.000 à 25.000 euro/ha, Oosterbaan *et al.*, 2008). Geadviseerd wordt om de afgegraven voedselrijke grond af te voeren of lokaal te gebruiken (ophogen van



landbouwgronden die te nat zijn?) en deze grond niet te gebruiken voor het verondiepen en/of versmallen van de hoofdwatrgang i.v.m. het risico op P-nalevering en woekering van wortelende waterplanten. Hierbij moeten we wel de nuance maken dat na ontgronden de vegetatie ook blijvend beheerd moet worden door maaibeheer. Voor veel van de doeltypen is maaien en afvoeren het reguliere beheer. Dit is dus hier niet anders dan bij andere maatregelen. De kosten die hiermee gepaard gaat is doorsnee wel lager dan een maaibeheer met als doel de bodem te verschrallen, omdat bij deze laatste maatregel meerdere maaisneden noodzakelijk zijn terwijl bij een onderhoudsbeheer de vegetatie meestal slechts één of maximaal tweemaal gemaaid wordt.

De kosten voor plaggen zijn tussen de 6.000-11.000 euro/ha (volgens gegevens uit: Anonymus 2012, Oosterbaan *et al.*, 2008).

3.8 Instandhoudings- en ontwikkelbeheer

In de ontwerpnotitie van een EVZ met een bepaald streefbeeld is doorgaans ook een beheer- en onderhoudsplan opgenomen. Deze plannen beschrijven meestal het instandhoudingsbeheer van de EVZ als het streefbeeld zich inmiddels ontwikkeld heeft. Vaak is het echter nodig na de aanleg van een EVZ eerst ontwikkel- of vervolgbeheer te voeren om ervoor te zorgen dat het gewenste streefbeeld zich ook kan ontwikkelen. De eerste jaren na aanleg kunnen namelijk *1)omstandigheden ontstaan die het behalen van het streefbeeld vertragen of zelfs onmogelijk maken. Deze ontwikkelingen in een gebied kunnen aanleiding geven tot het bijstellen van beheer dan wel tot ingrijpen in de ontwikkeling met niet geplande beheermaatregelen.

Na een eventuele afgraving is herintroductie van lokaal of regionaal maaisel of inheems zaadmengsel opbrengen meestal van essentieel belang om het gewenste vegetatiestreefbeeld te kunnen ontwikkelen en te voorkomen dat algemene soorten een dichte zode gaan vormen (waarna de kiemplekken voor doelsoorten verdwijnen).

Een ontwikkel- of vervolgbeheer na aanleg zorgt ervoor dat het streefbeeld de beste kans op ontwikkeling heeft. Dit beheer kan bestaan uit bijvoorbeeld extra maaien, verwijderen van boomopslag, beweiden of een combinatie van dergelijke maatregelen.

Hierbij is het belangrijk het gevoerde beheer goed te documenteren en om regelmatig een extensieve monitoring (inspectie) uit te voeren, dit maakt evaluatie en bijsturing een stuk eenvoudiger.

Bijvoorbeeld bij snelle vestiging van bomen/houtige gewassen op grote oppervlakten is vroegtijdig houtopslag verwijderen zeer aan te bevelen. Enige flexibiliteit bij de uitvoerder van het beheer is daarin belangrijk. In natte terreindelen kan maaibeheer lastig zijn, maar in een droog jaar kan maaien wel een optie zijn.



4 Analyses bodemonderzoeken Aa en Maas

Om inzicht te krijgen in de Ausgangssituatie in het beheergebied van het waterschap, zijn een zestal uitgevoerde bodemonderzoeken bekeken. Het blijkt in praktijk vrijwel ondoenlijk om de bodemonderzoeken goed samen te vatten in een tabel; per onderzoek is sprake van meerdere monsterpunten, meerdere bemonsteringsdieptes en meerdere parameters die van belang zijn. In tabel 4.1 zijn de ranges van enkele parameters opgenomen.

Tabel 4.1. *Samenvatting van zes bodemonderzoeken uit het werkgebied van Waterschap Aa en Maas.*

Gebied	n locaties	Streefbeeld	Bodemtype	Dikte bouwvoor gemiddeld (cm)	Grondwaterstand (GLG en GHG) cm-mv	Olsen-P $\mu\text{mol/l}$ bodem toplaag min-max	P-totaal mmol/l bodem toplaag min-max
t Wijboschbroek	31	nat schraalland vochtig hooiland en beekbegeleidend bos	lemig zand/leem	20-30	GLG 50-150 GHG 20-100	763-6083	8,6-69,4
Sang en Goorkens		natte natuur	NA	NA	NA	NA	NA
het Annabos	22	soortenrijke schraallanden/hooilanden	zand	30-40	GLG 90-130 GHG 40-90	1515-4979	17,6-61,5
Hooibroeken	7	Dotterbloem-hooiland	kleig zand/zand	-	-(kwel)	1205-2731	17,9-35,7
Heeswijk	40	schrale graslandvegetatie	siltig zand/zandige klei	20-30	GLG - GHG 0-60	219-1763*	21-58*
Honderd Morgen	5	schrale graslandvegetatie	zandige klei	15-40	GLG - GHG 25-40	1344-2434	12,0-28,5
Moerasbeek Raam	25	moerasbeek met inundatiezone (verkennend onderzoek)	zand, lokaal klei en veen	15-60 cm (meestal 40)	NA	126-7200	1,2-45

*Bij de hier genoemde minimumwaarde zit een hogere P concentratie in de lagen onder de bouwvoor

Ondanks de grote diversiteit die niet in een tabel is samen te vatten, zijn uit de bodemonderzoeken wel enkele algemene conclusies te halen:

- Op de agrarische graslanden en akkers is vrijwel altijd een 20 tot 60 cm dikke, zeer voedselrijke bouwvoor aanwezig.
- In een enkel geval kan deze bouwvoor door uitmijnen binnen enkele decennia geschikt worden gemaakt voor kruiden- en faunarijk grasland; maar meestal duurt dit meer dan 50 jaar. Voor schralere typen is uitmijnen, laat staan maaien en afvoeren, dan ook geen reële optie gezien de zeer lange ontwikkeltijd.
- Bij de natuurgraslanden wisselt het beeld sterk. Dat valt te verwachten, omdat sommige natuurgraslanden nooit bemest zijn geweest, terwijl andere pas kort uit agrarisch beheer zijn. Regelmatig is de bouwvoor net zo voedselrijk als bij de intensieve graslanden, soms is het al voldoende schraal voor kruiden- en faunarijk grasland of vochtig hooiland.
- De meeste betrokken onderzoeken hebben een zandige bodem. Op klei is de situatie heel anders. Klei heeft veel meer bindingscapaciteit dan zand, waardoor de verhouding tussen biobeschikbaar fosfor (P-Olsen) en totaal fosfor op klei meestal veel lager is. Vaak bevatten kleigronden echter ook meer totaal fosfor, waardoor ook hier het verschralen of uitmijnen van de bouwvoor een zaak van zeer



lange adem is. Kleigronden zijn vrijwel beperkt tot het (voormalige) stroomgebied van de Maas, dus in de districten Hertogswetering en Raam (zie Figuur 2.1).

- Vaak is de bodem net onder de bouwvoor ook nog erg voedselrijk, dit komt door uitspoeling van nutriënten uit de bouwvoor. De gewenste ontgrondingsdiepte is hierdoor niet altijd gelijk aan de dikte van de bouwvoor. Dit bevestigt de meerwaarde van bodemonderzoek.
- De diepte waarop de bodem voedselarm genoeg is om met maaien en afvoeren het streefbeeld te bereiken varieert sterk (tussen 0 en maar liefst 80 cm). Soms is het streefbeeld zelfs helemaal niet haalbaar en moet worden bijgesteld of zijn hogere ambities mogelijk dan vooraf gedacht.
- Er is geen algemene richtlijn te geven voor de afgraafdiepte, behalve dat voor percelen die in intensief agrarisch gebruik zijn geweest afgraven vrijwel altijd nodig is tenzij men vele decennialang wil uitmijnen of verschralen.

De variatie in uitgangssituatie is zo groot, dat het altijd loont om vooraf bodemonderzoek te laten uitvoeren naar de mogelijkheden en ontwikkelingstijden. Daarnaast is voor het behalen van het streefbeeld niet alleen de hoeveelheid P in de bodem van belang, maar ook de P-beschikbaarheid in relatie tot andere nutriënten (N, K) en andere stoffen (Ca, Fe) en natuurlijk het bodemtype en de hydrologie. Daarom is het laten uitvoeren van een bodemonderzoek en de daarbij horende analyse en advies vrijwel altijd nuttig. Hiermee wordt enerzijds voorkomen dat ecologisch kansen worden gemist en anderzijds dat de investering in de ontwikkeling van een ecologische verbindingzone niet loont.



5 Afwegingskader werkwijze aanleg EVZ's

Wat de beste manier is om gronden om te vormen tot schrale natuur hangt af van het natuurdoel en de uitgangssituatie. Bij elk natuurdoel hoort een bepaalde hydrologie, nutriëntentoestand, een dito bodemleven en functionerende bodemprocessen. Vaak zal de uitgangssituatie veel voedselrijker zijn dan wenselijk voor de natuurwaarden en dat is zeker het geval als de uitgangssituatie bestaat uit regulier gebruikte landbouwgrond. In veel gevallen zijn dan ook maatregelen nodig om die voedselrijkdom te doen afnemen; zoals in hoofdstuk 3 beschreven. In dit hoofdstuk wordt een afwegingskader gepresenteerd om te helpen kiezen tussen die maatregelen, waarbij ook rekening gehouden wordt met het feit dat het streefbeeld soms kan of moet worden bijgesteld (Figuur 5.1).

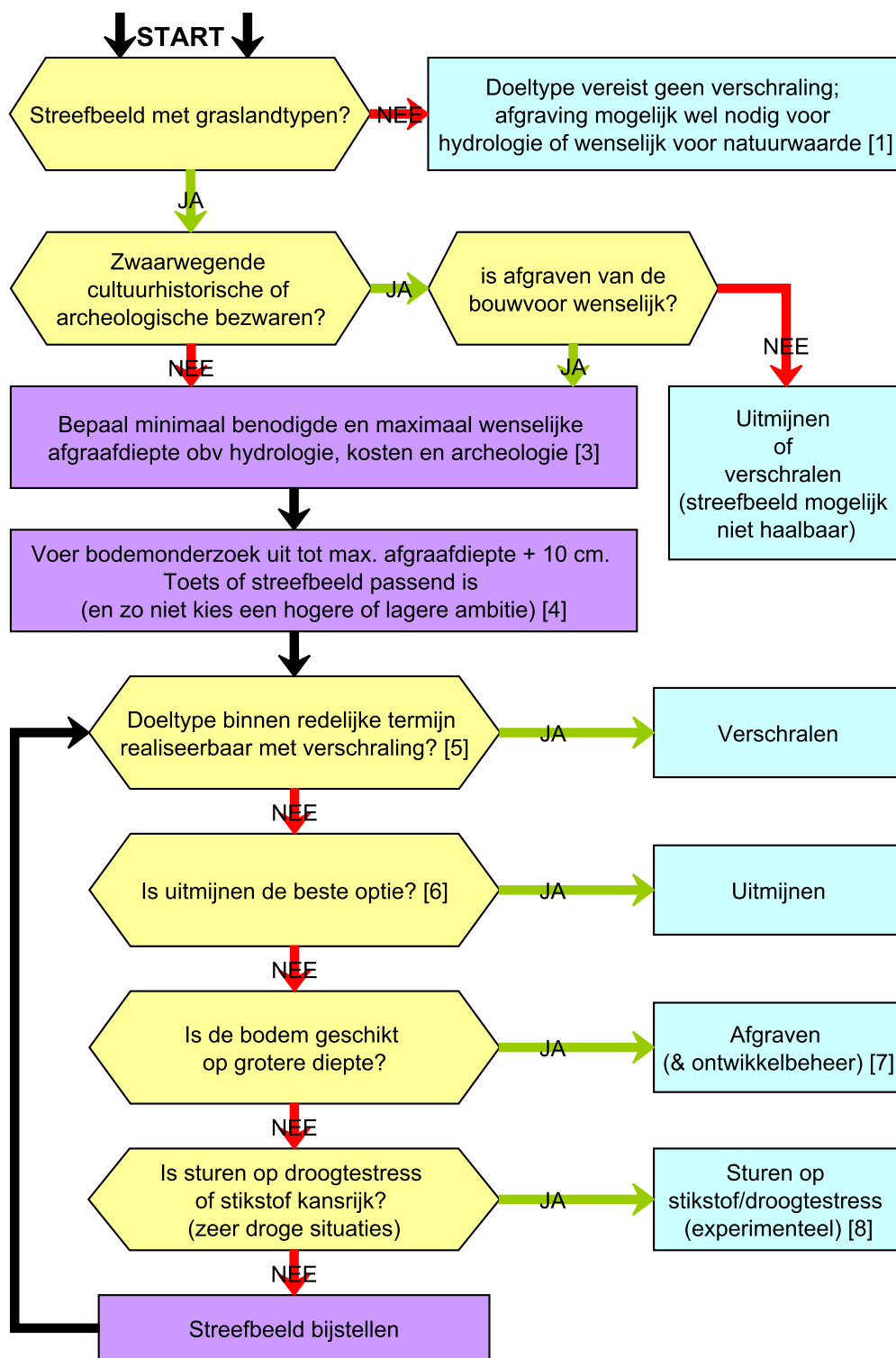
De eerste stap in het afwegingsproces is in beeld te brengen of afgraving in potentie nodig en wenselijk is. Hiervoor bekijken we het streefbeeld, archeologische of cultuurhistorische waarden en de landschapsecologische positie van het terrein; met name de hydrologie. Vervolgens worden enkele onderzoeken uitgevoerd waarna wordt afgewogen wat de beste maatregelen (verschrallen/uitmijnen/afgraven) zijn om in dit specifieke geval het doel te bereiken. In het afwegingskader worden de maatregelen gepresenteerd in stappen die na elkaar worden beschouwd. In praktijk worden de voor- en nadelen (en kosten) van de maatregelen meestal naast elkaar gezet. Hieronder worden de stappen in het afwegingskader nader toegelicht:

1. Indien geen schrale (grasland)typen worden nagestreefd, dan is ontgronden ten behoeve van verschraling niet noodzakelijk. Dit betreft bijvoorbeeld ruigte en voedselrijk bos, maar ook bij overstromingsgrasland is ontgroning ten behoeve van verschraling meestal niet nodig. Zoals beschreven bij de streefbeelden kan het dan nog steeds nodig zijn om af te graven ten behoeve van hydrologie of voor de natuurwaarde of variatie in de niet-schrale typen, maar dat valt buiten dit afwegingskader.
2. Als er belangrijke cultuurhistorische of archeologische waarden zijn, dan is (diep) ontgronden meestal ongewenst. Meestal geldt dit niet voor de bouwvoor, omdat deze toch al talloze keren is omgekeerd.
3. Geadviseerd wordt om bij inrichtingsprojecten altijd een landschapsecologische systeemanalyse (LESA) uit te voeren. De diepgang van de LESA is afhankelijk van de doelen en de situatie; maar minimaal zouden de hydrologie, hoogteligging en bodem moeten worden bekeken. Vergelijk de huidige hydrologie met de gewenste hydrologie van het streefbeeld (ook wel OGOR genoemd). Hiervoor is de waterwijzer natuur (met de achterliggende tabellen in Waterlood) een waardevol instrument. Uit deze analyse blijkt in hoeverre afgraving wenselijk en noodzakelijk is vanuit hydrologisch perspectief (ervan uitgaand dat het grondwaterpeil ongewijzigd blijft). Dit is belangrijke basisinformatie omdat dit bepaalt hoeveel er *minimaal moet* en *maximaal mag* worden afgegraven binnen de banden van het streefbeeld. Een uitkomst hiervan kan dus zijn dat er sowieso moet worden afgegraven ten behoeve van hydrologie, los van verschraling. In die gevallen moet sowieso worden afgegraven en is het afwegingskader dus alleen nog van belang



om te overwegen of *dieper* moet worden afgegraven dan hydrologisch noodzakelijk.

4. Als uit deze basisinformatie blijkt dat ontgronden een reële optie is, dan wordt geadviseerd om altijd een bodemonderzoek naar de biogeochemie uit te laten voeren, waarbij bemonsterd wordt tussen de minimaal noodzakelijke en de maximaal gewenste ontgroning plus 10 cm (de laag die aan de oppervlakte komt). In dit onderzoek moet de nutriëntentoestand worden onderzocht; in ieder geval totaal en beschikbaar fosfor en beschikbaar stikstof (nitraat en ammonium). Soms kan kalium relevant zijn, bijvoorbeeld in oude graslandgebieden. Andere belangrijke parameters om mee te nemen zijn ijzer, en de buffering en basenrijkdom van de bodem. Afhankelijk van het gebied kunnen andere parameters belangrijk zijn, bijvoorbeeld sulfaat (veengebieden) of de verhouding tussen ammonium en nitraat (zwak gebufferde systemen zoals heischraal grasland). Uitkomst van het onderzoek moet zijn of het streefbeeld haalbaar is; en zo ja met welke verschillende (combinaties) van maatregelen. Bijvoorbeeld: uitmijnen duurt 60 jaar, 20 cm ontgronden en aanvullend maaien en afvoeren leidt in 5 jaar tot het streefbeeld. Aan de hand van deze uitkomst kan een afweging gemaakt worden voor de beste optie. Ook kan de uitkomst zijn dat het streefbeeld niet haalbaar is en moet worden bijgesteld.
5. Wat een redelijke termijn is, is projectafhankelijk en zal tevens samenhangen met de kosten van alternatieven. Als afgraven sowieso al noodzakelijk is voor de hydrologie (maaiveldverlaging), dan verandert ook de kostenafweging.
6. Als verschraling te lang duurt, kan uitmijnen een optie zijn. Met uitmijnen kan per jaar meer fosfaat worden afgevoerd en dus de verschralingstermijn worden verkort. Of uitmijnen een optie is hangt echter niet alleen af van de duur hiervan, maar tevens van de beschikbaarheid van (deskundige) mensen voor de uitvoering. Wellicht kunnen zelfs lokale agrariërs hiervoor worden ingezet.
7. Na afgraven is vrijwel altijd ontwikkelingsbeheer nodig (zie §3.8). Onderdeel hiervan is de eerste jaren maaien en afvoeren om bosvorming tegen te gaan. Er kan ook een afweging gemaakt worden om iets minder diep af te graven en aanvullend nog een aantal jaar te verschralen.
8. Het sturen op droogtestress of stikstof achten wij nog onvoldoende onderbouwd om dit in alle gevallen toe te passen op (zeer) droge gronden. We hebben dit echter wel als experimentele optie opgenomen in het afwegingskader, als sturen op fosfor geen optie is, en uit deskundig, locatie specifiek advies blijkt dat het kansrijk is.



Figuur 5.1 Afwegingskader voor verschralingsmaatregelen bij de inrichting van EVZ's. De nummers tussen vierkante haken verwijzen naar de toelichtende teksten boven het afwegingskader.



6 Conclusies en advies

- Bij het inrichten van ecologische verbindingzones worden kosten gemaakt voor ontwerp, grondaankoop en inrichting. Om deze investeringen voldoende te laten renderen moet het eindresultaat bijdragen aan de natuurdoelen en dus voldoen aan het opgestelde streefbeeld.
- Voor de aquatische en natte streefbeelden wordt in praktijk vrijwel altijd afgegraven om het maaiveld dicht genoeg bij het grondwater- of oppervlaktewaterpeil te krijgen. Een eventueel aanwezige voedselrijke bovengrond wordt dan automatisch verwijderd. Daarom zijn deze streefbeelden niet meegenomen in dit rapport.
- De ruigten, struwelen en bossen in het streefbeeld worden meestal aangelegd ten behoeve van (dekking voor) de fauna. Afgraven is voor dat doel (voedselrijkere ruigtes/bossen) niet noodzakelijk, maar levert wel een hogere biodiversiteit op. Per geval moet worden afgewogen of het afgraven van (delen van) het terrein met dit streefbeeld nuttig is.
- De graslandstreefbeelden stellen allemaal eisen aan de voedselrijkdom van de bodem. Kruiden- en faunarijk grasland stelt de minst strenge eisen, maar ook daar geldt dat de ontwikkeling op zeer P-rijke bodems langdurig blijft hangen in soortenarme grasdominanties. Wellicht dat op zeer droge, P-rijke bodems wel ontwikkelingsmogelijkheden zijn, maar dit is nog onvoldoende bewezen.
- De meest voor de hand liggende maatregelen om een voldoende schrale uitgangssituatie te creëren voor het streefbeeld zijn (1) maaien en afvoeren, (2) uitmijnen (niet altijd praktisch uitvoerbaar in EVZ's) en (3) afgraven/plaggen. Andere methoden zijn minder effectief, slecht toepasbaar, nog onvoldoende bewezen en/of kennen bepaalde risico's.
- Voor het behalen van het streefbeeld is niet alleen de hoeveelheid P in de bodem van belang, maar de P-beschikbaarheid in relatie tot andere nutriënten (N, K) en andere stoffen (Ca, Fe), maar ook de landschappelijke context zoals het bodemtype en de hydrologie. Het bepalen of het streefbeeld haalbaar is, is niet een kwestie van een P-concentratie vergelijken met een maatlat, maar vereist een specialistische interpretatie van bovengenoemde gegevens in samenhang.
- Na de aanleg van een EVZ is vaak eerst ontwikkel- of vervolgbeheer voor de ontwikkeling van het gewenste streefbeeld. Daarna kan gestart worden met instandhoudingsbeheer om het streefbeeld te behouden.
- De uitgangssituatie in het werkgebied van Waterschap Aa en Maas is zeer wisselend. Soms voldoet de bovengrond in de huidige situatie al voor kruiden- en faunarijk grasland of kan zelfs binnen korte termijn worden ontwikkeld tot vochtig hooiland. Meestal, zeker bij agrarisch gebruikte gronden, is de bouwvoor en een laag daaronder dermate voedselrijk dat maatregelen noodzakelijk zijn om het streefbeeld te bereiken. De diepere lagen bieden vrijwel altijd potenties voor schrale vegetaties.
- Vanwege de kosten van een herinrichting, de grote variatie in uitgangssituatie en de benodigde specialistische kennis, is het laten uitvoeren van een bodemonderzoek en de daarbij horende analyse en advies vrijwel altijd nuttig. Hiermee wordt enerzijds voorkomen dat ecologisch kansen worden gemist en anderzijds dat de investering in de ontwikkeling van een ecologische verbindingzone niet loont.



- In uitzonderingsgevallen is het uitvoeren van een bodemonderzoek niet nuttig, namelijk als al op voorhand kan worden vastgesteld dat afgraven niet wenselijk is vanwege de hydrologie (te nat), archeologie of cultuurhistorie. Dit is opgenomen in het afwegingskader.
- Bij gronden die al in eigendom zijn van het waterschap, maar waar de inrichting nog enkele jaren zal duren, kan uitmijnen, verschralings- of akkerbeheer wellicht als voorwaarde worden opgenomen in bruikleen- of pachtovereenkomsten. Hiermee worden die gronden al in de goede richting gestuurd, vooruitlopend op de inrichting.
- Een aantal tips voor inrichting bij afgraving van EVZ's:
 - Niet te netjes afwerken, kleine variaties in bodemhoogte zorgen voor variatie in abiotische omstandigheden en daarmee voor meer diversiteit in soorten;
 - Aan de randen met landbouwgronden een strook ruigte laten ontstaan, eventueel op een kleine verhoging, als buffer tegen uitspoeling. Met een kleine verhoging wordt tevens een deel van de afgegraven grond verwerkt;
 - Laat in overleg met de beheerder stronken van bomen of takken liggen, dit zorgt voor variatie in structuur en abiotische omstandigheden en daarmee voor meer diversiteit in soorten. Ook kan dit dienen als stapsteen voor kleinere minder mobiele soorten.



Literatuur

- Aggenbach, C.J.S., M.P. Berg, J. Frouz, T. Hiemstra, L. Norda, J. Roymans & R. van Diggelen, 2017a. Handreiking voor de omvorming van landbouwgronden naar schrale natuur. In opdracht van VNBE. Pp. 41.
- Aggenbach C.J.S., M.P. Berg, J. Frouz, T. Hiemstra, L. Norda, J. Roymans & R. van Diggelen, 2017b. Evaluatie strategieën omgang met overmatige voedingsstoffen. Rapport OBN2017/214-NZ. Pp. 189.
- Anonymous, 2012. Opmaak van een model voor de technische kosten van inrichtings- en beheerwerken. Eindrapport BE0112000229. Berchem.
- Berendse F., M.J.M. Oomes, H.J. Altena & W.T. Elberse, 1992. Experiments on the restoration of species-rich meadows in The Netherlands. *Biological Conservation*, 62(1), 59–65.
- Boon & Wilhelm, 2019. Afwegingskader voor maatregelen ten behoeve van kleinschalige beekontwikkeling in KRW-beken. Tauw, Utrecht. Projectnummer 1269762. 19 november 2019.
- Buskens, R. & A. de Wilde, 2002. Streefbeeld voor beken en krekens in Noord-Brabant. Provincie en Waterschappen Noord-Brabant.
- Buskens, R.F.M., I. Barten, M. Kits & H. Vermulst (red.), 2012. Handreiking Ontwikkeling Waterlopen. Waterschap Aa en Maas, waterschap Peel en Maasvallei, waterschap Brabantse Delta, waterschap Roer en Overmaas, waterschap De Dommel, provincie Noord-Brabant, waterschap Rivierenland, provincie Limburg. 's-Hertogenbosch: Royal HaskoningDHV Nederland B.V.
- Cools, J.M.A., 1989. Atlas van de Noord-Brabantse flora. Stichting Uitgeverij KNNV, Utrecht.
- Cox, M., H. van Dijk, E. van Doorn, G. van Heeswijk, P. Jeuken, P. Kamsma, G. Kerkhof & J. van der Stappen, 2015. Onderhoudsplan natuurlijk ingerichte gebieden; Waterschap Aa en Maas. Pp. 32.
- De Schrijver A., K. Wuyts, S. Schelfhout, J. Staelens, J. Verstraeten & K. Verheyen, 2012. Focus op de biogeochemie, deel 1. Verzuring van terrestrische ecosystemen. Oorzaken, remedies en gevolgen voor biodiversiteit. *Natuur. Focus*.
- De Schrijver A., S. Schelfhout & K. Verheyen, 2013^a. Onderzoek naar mogelijkheden voor natuurontwikkeling in de depressie van de Moervaart in relatie tot fosfor. Pp. 81.
- De Schrijver A., S. Schelfhout, A. Demey, M. Raman, L. Baeten, S. De Groote, J. Mertens & K. Verheyen, 2013^b. Natuurherstel op landbouwgrond: fosfor als bottleneck. *Natuur.focus* 12(4): 145–153.
- Dorland, E., K.A.O. Eichhorn, T. van den Broek & M. Courbois, 2020. Kruidenrijke graslanden op zandgrond door tijdelijk akkerbeheer. *De Levende Natuur* 3: 86-91.
- Evers, C.H.M., R.A.E. Knoben & F.C.J. van Herpen (eds.), 2018. Omschrijving MEP en maatlatten voor sloten en kanalen voor de Kaderrichtlijn Water 2021-2027. STOWA, Amersfoort. STOWA 2018-50.
- Hendriks, A.E., G.N.J. Ter Heerdt & J.P. Bakker, 1985. Verschraling door begrazing? *De Levende Natuur*, 86(1): 8-12.
- Herr, C., P. De Becker & M. Hens, 2011. Ecohydrologisch en bodemkundig onderzoek i. f. v. herstelmaatregelen aan Achelse Kluis. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek. Brussel.



- Kamsma, P.A.M., 2005. Ecologische streefbeelden voor ecologische verbindingzones. Deel A: Achtergrond streefbeelden. In opdracht van Waterschap Aa en Maas. Pp. 48. Deel B: Staalkaarten. In opdracht van Waterschap Aa en Maas. Pp. 281.
- Koopmans G.F., W.J. Chardon, P.A.I., Ehlert, J. Dolfig, R.A.A. Suurs, O. Oenema & W.H. van Riemsdijk, 2004. Phosphorus availability for plant uptake in a phosphorus-enriched noncalcareous sandy soil. *Journal of Environmental Quality* 33(3): 965–975.
- Oelmann Y., G. Broll, N. Holzel, T. Kleinebecker, A. Vogel & P. Schwartze, 2009. Nutrient impoverishment and limitation of productivity after 20 years of conservation management in wet grasslands of north-western Germany. *Biological Conservation* 142 (12): 2941-2948.
- Pavlu V., J. Schellberg & M. Hejcman, 2011. Cutting frequency vs. N application: effect of a 20-year management in Lolio-Cynosuretum grassland. *Grass and Forage Science* 66: 501–515.
- Raman, M. & A. De Schrijver, 2015. Bodemchemisch onderzoek naar de potenties voor ontwikkeling van soortenrijke schrale graslanden in de Vallei van de Grote Nete Deelopdracht 02: deelgebied Heikant. INBO.R.2015.11416393. Pp. 52.
- Reeze, B., A. Van Winden & G. Kurstjens, 2021. Ecologische streefbeelden watersysteem: eisen voor ecologische inrichting en beheer & onderhoud. Pp. 71.
- Schaminée, J.H.J., A.H.F. Stortelder & E.J. Weeda, 1996. De Vegetatie van Nederland. Deel 3. Plantengemeenschappen van graslanden, zomen en droge heiden. Opulus press Leiden.
- Scherpenisse, M.C., E. Verbaarschot, B. Timmermans, R. Bobbink & P.J.M. Verbeek, 2017. Graslanden in Overijssel. Advies voor kwaliteitsverbetering van kruiden- en faunarijk grasland. *Natuurbalans – Limens Divergens BV, Nijmegen*.
- Sival F., W. Chardon & M. van Rooij, 2007. Fosfaat en natuurontwikkeling op voormalige landbouwgronden in de provincie Zeeland. (Alterra-rapport 1495): Wageningen UR. Pp.100.
- Smits, N.A.C., J.H. Willems & R. Bobbink, 2008. Long-term after-effects of fertilisation on the restoration of calcareous grasslands. *Applied Vegetation Science* 11(2): 279–286. doi:10.3170/2008-7-18417.
- Smolders A., E. Lucassen, M. van Der Aalst, L. Lamers L. & J. Roelofs J., 2008. Decreasing the Abundance of *Juncus effuses* on Former Agricultural Lands with Noncalcareous Sandy Soils: Possible Effects of Liming and Soil Removal. *Restoration Ecology* 16(2): 240–248.
- Staatsbosbeheer, 2016. Standaardkostprijs directe werkzaamheden Terreinbeheer voor gezamenlijke TBO's. Pp. 133.
- Timmermans, B. & N. van Eekeren, 2012. Uitmijnen: het bodemfosfaatgehalte verlagen met grasklaver en kalibemesting. *Vakblad Natuur Bos en Landschap* 9: 12-15.
- Van de Haterd, R.J.W. & B. Achterkamp, 2008. Monitoring van oevers en natuurontwikkelingsprojecten 2007. Bureau Waardenburg in opdracht van Waterschap Aa en Maas. BW-projectnummer 08-064a, Culemborg.
- Van de Haterd, R.J.W., R.H.A. van Grunsven & B. Achterkamp, 2010. Monitoring van oevers en natuurontwikkelingsprojecten 2009. Bureau Waardenburg in opdracht van Waterschap Aa en Maas. BW-projectnummer 10-047a, Culemborg.
- Van de Haterd, R.J.W., R.H.A. van Grunsven & B. Achterkamp, 2011. Monitoring van oevers en natuurontwikkelingsprojecten 2010. Bureau Waardenburg in opdracht van Waterschap Aa en Maas. BW-projectnummer 11-032a, Culemborg.
- Van der Molen, D.T., R. Pot, C.H.M. Evers, F.C.J. van Herpen & L.L.J. van Nieuwerburgh, 2018. Referentie maatlatten natuurlijke wateren. STOWA-rapportnr. 2018-49, 493 pp.
- Van der Molen, D.T., R. Pot, C.H.M. Evers, R. Buskens & F.C.J. van Herpen (reds.), 2013. Referenties en maatlatten voor overige wateren. STOWA rapportnr. 2013-14, 197 pp.



- Van Mullekom, M., F. Smolders & B. Timmermans, 2016. Van landbouw naar natuur: een efficiënte en effectieve aanpak. Uitgave van onderzoekscentrum B-WARE en het Louis Bolk instituut. Pp. 32.
- Van Mullekom, M., Y. Verstijnen, A. Visscher, S. Koning, H. Tomassen & F. Smolders, 2021. Bodem- en hydrochemisch onderzoek natuurpotenties Nieuw-Balinge West. In opdracht van Prolander. Rapportnr. Onderzoekcentrum B-WARE RP-21.005.21.81. Pp 154.
- Verdonschot, P., R. Verdonschot, J. Bauwens, B. Brugmans, A. Dees, M. Kits, M. Moeleker, J. de Hoog, M. Scheepens, I. Barten, D. Coenen, A. van Vugt, S. Roovers, 2017. Kennisoverzicht kleinschalige maatregelen in Brabantse beken. STOWA-rapportnr: 2017-6, Amersfoort.
- Verhagen R., R. van Diggelen & J. Bakker J., 2004. Ontgronden van voormalige landbouwgronden: welk resultaat na tien jaar voor de vegetatie? De Levende Natuur 105(2): 44–50.

Bodemonderzoeken

- Van Mullekom, M., F. Smolders & M. Poelen (2009). Fosfaatonderzoek NNP Hooibroeken. Rapportnr B-WARE: 2009.40. Pp. 37.
- Van Mullekom, M. & F. Smolders (2012). Onderzoek naar de natuurontwikkelingsmogelijkheden op voormalige landbouwgronden Bodemchemisch onderzoek Honderd Morgen. Rapportnr. B-WARE: 2012.55. Pp. 28.
- Van Mullekom, M. & F. Smolders (2013). Bodemchemisch onderzoek omgeving Kasteel Heeswijk Onderzoek naar de natuurontwikkelingsmogelijkheden op voormalige landbouwgronden. Rapportnr B-WARE: 2013.26. Pp. 38.
- Van Mullekom, M., F. Smolders & B. Timmermans (2015). Bodem- en hydrochemisch onderzoek naar de uitmijnmogelijkheden en natuurpotenties van voormalige landbouwgronden in het Annabos. Rapportnr B-WARE: 2015.06. Pp. 69.
- Verbaarschot, E. & M. van Mullekom (2021). Bodemchemisch onderzoek NNP Sang en Goorkens Rapportnr. B-WARE: 21.123.21.82. Pp. 19.
- Visscher, A., M. van Mullekom, S. Koning & F. Smolders (2021). Onderzoek natuurpotenties 't Wijboschbroek, eindrapport. Rapportnr. B-WARE: RP-21.057.21.61. Pp. 77.

