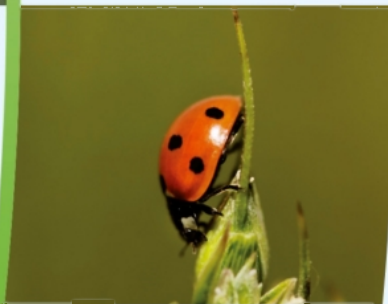


# Soil for life



maart 2018

**rapport 1711.N.17**

## **Verbetering en uitbreiding stroomdalgraslanden en glanshaverhooilanden in de Oeffelter Meent**

**Dr. Ing. D. van Rotterdam**

**Dr. Ir. F.P. Sival**

**Ing. H.C.J Thijssen**

nutriënten management instituut nmi bv

nieuwe kanaal 7c

6709 pa wageningen

tel. (06) 1176 7789

e-mail [nmi@nmi-agro.nl](mailto:nmi@nmi-agro.nl)

internet [www.nmi-agro.nl](http://www.nmi-agro.nl)

---

© 2018 Wageningen, Nutriënten Management Instituut NMI B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit de inhoud mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, op welke wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de directie van Nutriënten Management Instituut NMI.

Rapporten van NMI dienen in eerste instantie ter informatie van de opdrachtgever. Over uitgebrachte rapporten, of delen daarvan, mag door de opdrachtgever slechts met vermelding van de naam van NMI worden gepubliceerd. Ieder ander gebruik (daaronder begrepen reclame-uitingen en integrale publicatie van uitgebrachte rapporten) is niet toegestaan zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van NMI.

Disclaimer

Nutriënten Management Instituut NMI stelt zich niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen voortvloeiend uit het gebruik van door of namens NMI verstrekte onderzoeksresultaten en/of adviezen.

---

## **Verspreiding**

## Inhoud

	pagina
Samenvatting en conclusies	4
1 Inleiding	6
1.1 Doelstelling	8
2 Opzet en uitvoering	9
3 Resultaten	11
3.1 Resultaten stroomdalgraslanden	11
3.1.1 Bodemsamenstelling stroomdalgraslanden	11
3.1.2 Nutriëntenstatus van de stroomdalgraslanden	12
3.2 Resultaten Glanshaverhooilanden	14
3.2.1 Bodemsamenstelling glanshaverhooilanden	14
3.2.2 Nutriëntenstatus glanshaverhooilanden	15
4 Advies	18
4.1 Stroomdalgraslanden	18
4.1.1 Relatie stroomdalgraslanden en bodemeigenschappen	18
4.1.2 Verbeteren kwaliteit huidige stroomdalgraslanden	19
4.1.3 Uitbreiding stroomdalgrasland	20
4.2 Ganshaverhooilanden	21
4.2.1 Fosfaattoestand in relatie tot glanshaverhooiland	21
4.2.2 Uitmijnen	21
4.3 Bemestingsadvies bij uitmijnen	23
5 Conclusies	24
Referenties	26

## Samenvatting en conclusies

In het Natura 2000 gebied de Oeffelter Meent is op een beperkt areaal stroomdalgraslanden (H 6120) en glanshaver- en vossenstaarthooilanden (H 6510, glanshaver) aanwezig. De belangrijkste opgave voor Staatsbosbeheer Noord-Brabant in de Oeffelter Meent is een kwaliteitsverbetering en uitbreiding van met name de stroomdalgraslanden maar ook van de glanshaverhooilanden (ontwerpbeheerplan 2015). Dit rapport bevat een advies over te nemen maatregelen die leiden tot herstel en/of uitbreiding. Het ecologisch advies voor de glanshaverhooilanden is vooral gebaseerd op de voedselrijkdom van de bodem, met de nadruk op de fosfaattoestand in de bovengrond. Het ecologisch advies voor de stroomdalgraslanden is met name gebaseerd op het zuurbufferend vermogen van de bodem maar ook de voedselrijkdom in de bovengrond is meegenomen in het advies.

### Stroomdalgraslanden

- De bodem in de stroomdalgraslanden en de potentiële uitbreidingslocaties (op perceel 27 na) kan worden getypeerd als een kalkloos tot kalkarm, matig tot zwak zure zandgrond met een lage bindings- en buffercapaciteit. Op de ombanklocaties en de bodemlaag dieper dan 25cm is de bodem een zeer schrale zandgrond met een zeer lage buffer- en adsorptiecapaciteit.
- De uitloging van basische kationen en daarmee de verzuring van de bodem is beperkt. De pH is relatief hoog (tussen pH 5,2 en 6,2) en de samenstelling van het kationen adsorptiecomplex (CEC) wordt gedomineerd door basische kationen en met name calcium.
- De nutriëntenstatus van de bodem is laag tot zeer laag.
- Perceel 27 wijkt in algemene bodemsamenstelling (hogere klei- en organische stofgehalte) en nutriëntenstatus (hogere N, en K beschikbaarheid en voorraad, en hogere P voorraad, P beschikbaarheid is laag) af van de andere onderzochte locaties.

### Verbeteren kwaliteit huidige stroomdalgraslanden

- Voor behoud en kwaliteitsverbetering van een zonnige, open en korte stroomdalgrasland vegetatie moet de begrazing voldoende intensief zijn, eventueel aangevuld met lokaal hooien.
- Voor een optimale diversiteit van stroomdalgraslanden is verder het behoud van de aanwezige gradiënten van belang, zowel in abiotiek als ook in dynamiek en vegetatiestructuur.
- Natuurtechnische ingrepen waarbij de bodem met grote hoeveelheden zand wordt bedekt en ombanken worden afgeraden.
- Op de locaties waar is omgebant zou een kleinschalige proef met bekalken kunnen worden uitgevoerd.

### Uitbreiding stroomdalgrasland

- De bodemsamenstelling en nutriëntenstatus lijkt (op perceel 27 na) geen belemmering te zijn voor de uitbreiding van het aanwezige stroomdalgrasland.
- Het behoud van bronpopulaties is belangrijk voor de (her)vestiging van soorten in de nieuwe standplaatsen.
- Geadviseerd wordt om lokaal de bodem open te maken. Dit kan door het open maken van de zode in de buurt van doelsoorten zodat er ruimte wordt gemaakt voor natuurlijke uitbreiding van de doelsoort. Op plekken met een hoge biomassa-productie is het open maken van de bodem waarschijnlijk niet voldoende omdat de zode snel weer dicht groeit met ongewenste soorten. Om dit te voorkomen kan na het openmaken met suppletie (zaden in veld te verzamelen en op die open plekken uitstrooien) de uitbreiding van doelsoorten worden verbeterd. Het open maken moet aan het bodemoppervlak gebeuren en niet door afgraven of ombanken om zo de natuurlijke buffering van de bodem te benutten.
- Geadviseerd wordt om de maai- en begrazingsvolgorde aan te houden waarbij eerst de optimaal ontwikkelde stroomdalgraslanden worden gemaaid en begraast en daarna de locaties waar (her)introductie moet plaatsvinden.

**Glanshaverhooilanden**

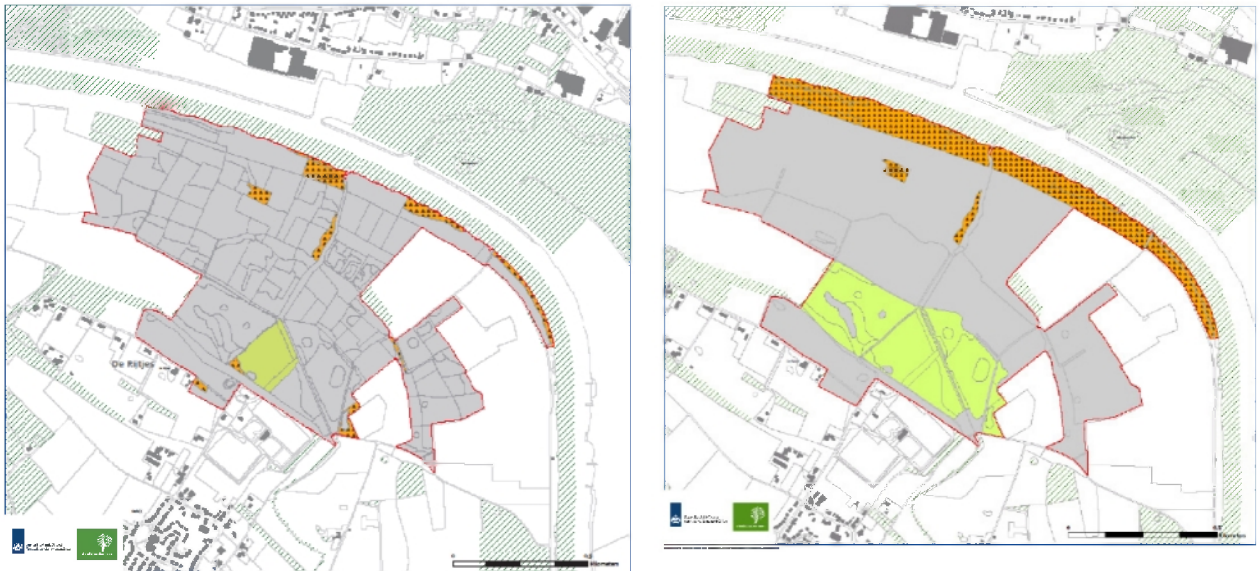
- De bodem op de glanshaverhooilanden en potentiële uitbreidingslocaties langs de Maas bestaat uit kalkhoudende zavel.
- Wat betreft algemene bodemsamenstelling is er geen verschil tussen de referentielocaties die zijn gekarakteriseerd als glanshaverhooilanden en de potentiële uitbreidingslocaties. Alleen referentielocatie 4 wijkt af omdat deze verder landinwaarts ligt en daarom een hoger kleigehalte heeft.
- De 4 referentielocaties variëren sterk in fosfaattoestand en kunnen opgesplitst worden naar ligging. Locatie 1 en 2 liggen direct aan de Maas en hebben een hoge fosfaattoestand. Locatie 3 en 4 liggen verder van de invloed van de Maas, hebben een lage fosfaattoestand en zijn soortenrijker
- Geadviseerd wordt om de fosfaattoestand te verlagen om de diversiteit in vegetatiesamenstelling te verbeteren en om de milieubelasting te verlagen, dit geldt met name voor de meest westelijk gelegen percelen maar ook voor referentielocatie 2.
- De tijd die het in theorie zou duren om de P-toestand door middel van uitmijnen tot het gewenste niveau te laten dalen varieert sterk binnen het gebied. En is het hoogste (meer dan 20 jaar) voor de meest westelijk gelegen percelen.
- Voor de referentielocaties 3 en 4 en de uitbreidingslocatie 7 is de fosfaattoestand laag en is het beheeradvies 1 tot 2 keer per jaar hooien en nabeweiden.

## 1 Inleiding [1]

De Oeffelter Meent is een Natura 2000 gebied gelegen in de uiterwaarden van de Maas met daaromheen landbouw. De begrenzing van het gebied is bepaald aan de hand van de ligging van de natuurlijke habitattypen. De Oeffelter Meent ligt op een voormalig rivierduin, de Meent. Dit rivierduin is al in het begin van de 19e eeuw afgegraven. Het gebied was tot de jaren zestig van de vorige eeuw in gebruik als gemeenschappelijke weide en op het rivierduin werd zand en grind afgegraven. Door deze afgraving is het oorspronkelijke reliëf verdwenen en is een hobbelig oppervlak ontstaan. De (kleine) hoogteverschillen en de overgang van zand naar klei hebben gezorgd voor een bijzondere variatie aan vegetatie.

De belangrijkste opgave voor de Oeffelter Meent is kwaliteitsverbetering en uitbreiding van met name de stroomdalgraslanden maar ook van de glanshaverhooilanden (ontwerpbeheerplan 2015). NMI BV is gevraagd om op basis van de huidige bodemgesteldheid een advies uit te brengen a) ter verbetering van de kwaliteit van de aanwezige glanshaverhooilanden en stroomdalgraslanden en b) over te nemen maatregelen op de percelen waar potentiële uitbreidingsmogelijkheden zijn.

De aanwezige stroomdalgraslanden en glanshaverhooilanden en de potentiële uitbreidingslocaties staan weergegeven in Figuur 1-1 in respectievelijk de linker en rechter figuur.



*Figuur 1-1 De in 2015 aanwezige stroomdalgraslanden (lichtgroen) en glanshaverhooilanden (oranje met zwarte stippen) in de Oeffelter Meent (linker figuur). De potentiële uitbreidingslocaties voor stroomdalgraslanden (lichtgroen) en glanshaverhooilanden (oranje met zwarte stippen, rechter figuur).*

### Ontstaansgeschiedenis

Het ontstaan van de habitattypes hangt samen met de dynamiek van de rivier. Een rivier zet bij overstromingen zand, zavel en klei af: zand vrij dicht bij de hoofdgeul, de fijnere kleidelen verder van de hoofdgeul af. Onder een graslandbeheer (maaaien, begrazing) ontwikkelt de natuurlijke begroeiing zich op relatief hoger gelegen en zandiger plaatsen tot stroomdalgraslanden. De stroomdalgraslanden kunnen alleen op zandiger delen voortbestaan indien de van nature optredende verzuring van de zandige bodem wordt voorkomen door enige aanvoer van basische stoffen; dat gebeurt normaliter via overstromingen met rivierwater en door aanvoer van verstoven rivierzand. Op de zaveliger delen ontwikkelen glanshaverhooilanden. Glanshaverhooilanden zijn afhankelijk van het hooilandbeheer.

[1] Ontwerpbeheerplan Oeffelter Meent 2015

### Huidige situatie

In de afgelopen decennia is voor de **stroomdalgraslanden** sprake van een negatieve trend waarin productieve soorten hun intrede hebben gedaan ten koste van de kenmerkende stroomdalsoorten als gevolg van de volgende knelpunten:

- Te weinig dynamiek van de Maas. Meer dynamiek door de rivier is niet aan de orde. Het rivierduin is een ijstijdrelict en hoort bij de vroegere Rijn zoals die destijds het landschap heeft gevormd. Voor overstromingen ligt het op de verkeerde plaats in het rivierdal van de Maas. Dit werd in het verleden opgelost door winning van zand en grind door de mens. Omdat dit niet meer gebeurt, komt er te weinig zand en grind aan de oppervlakte en is er een te lage input van basenrijk water.
- Door stikstofdepositie ontstaat er eutrofiëring waarbij door een grotere biomassa productie zich een dichtere grasmat en een humuslaag opbouwt. Het beheer heeft in de afgelopen decennia onvoldoende dynamiek toegevoegd en heeft er onvoldoende afvoer van voedingsstoffen plaatsgevonden.
- Door veranderd landgebruik is het aantal stroomdalgraslanden langs de Maas sterk verminderd. Vestiging van kenmerkende nieuwe soorten kan door de geïsoleerde ligging een probleem vormen. Ook genetische diversiteit van aanwezige plantensoorten is een aandachtspunt.

De auteurs van het beheerplan uit 2015 verwachten dat de kwaliteit van het stroomdalgrasland verder achteruit gaat en er een risico bestaat dat het areaal afneemt. Dit beeld komt overeen met het algemene beeld dat Nederlandse stroomdalgraslanden de laatste decennia zeer sterk achteruitgegaan zijn: sinds 1960 is meer dan 80% verdwenen (Rotthier en Sýkora 2016).

De sleutelprocessen die bepalend zijn voor het voorkomen, de kwaliteit, de trend en het perspectief van de stroomdalgraslanden zijn:

1. basenvoorziening van de zandige bodem die op peil moet blijven
2. humusophoping in de bodem die voorkomen moet worden
3. openhouden van de vegetatie en tegengaan van successie door het juiste beheer

Het grootste deel van de **glanshaverhooilanden** komt voor op de oeverwal langs de Maas. Daarnaast zijn er enkele percelen in het Natura 2000-gebied die voldoen aan de eisen van het habitatype. Het aanwezig type (rompgemeenschap van rietzwenkgras en glanshaver) wordt als een goed ontwikkelde vorm van het habitatype beschouwd. De soortenrijkdom in deze graslanden is echter wel beperkt. Knelpunt is dat het voormalige agrarische gebruik heeft gezorgd voor een erfenis van overmatige voedingsstoffen, vooral door de vastlegging van fosfor (P) in de bodem. De huidige stikstofdepositie zorgt echter ook voor een jaarronde aanvoer van vooral N. Het effect is een toegenomen productie van vooral grassen, waardoor soortenrijkdom afneemt.

Voor instandhouding van glanshaverhooilanden is een hooilandbeheer met als uitgangspunt twee keer per jaar maaien. Het beheer heeft echter lange tijd voor een aanzienlijk deel bestaan uit begrazing waardoor te weinig voedingsstoffen zijn afgevoerd en de bouwvoor te voedselrijk is geworden door bemesting. Als gevolg zijn de glanshaverhooilanden zo goed als verdwenen.

De sleutelprocessen die bepalend zijn voor het voorkomen, de kwaliteit, de trend en het perspectief van de glanshaverhooilanden zijn

1. licht tot matig voedselrijke de bodem, met name de fosfaattoestand is op de voormalige landbouwgronden te hoog en het habitatype is ook gevoelig voor stikstofdepositie.
2. aanwezigheid van neutrale tot basische omstandigheden, kalkhoudend tot kalkrijk
3. hooilandbeheer; voldoende afvoer van biomassa.

## 1.1 Doelstelling

De doelstelling van het onderzoek is een advies ter verbetering van de kwaliteit van de aanwezige glanshaverhooilanden en stroomdalgraslanden en een advies over te nemen maatregelen op de percelen waar potentiële uitbreidingsmogelijkheden zijn. Voor de glanshaverhooilanden is dit advies gericht op het verlagen van de fosfaattoestand van de bodem door uitmijnen. Voor de stroomdalgraslanden is het advies gericht op het vergroten van de zuurbuftercapaciteit van de bodem. Voor de stroomdalgraslanden dient dit onderzoek ook als nulmeting van de kalkvoorraad.

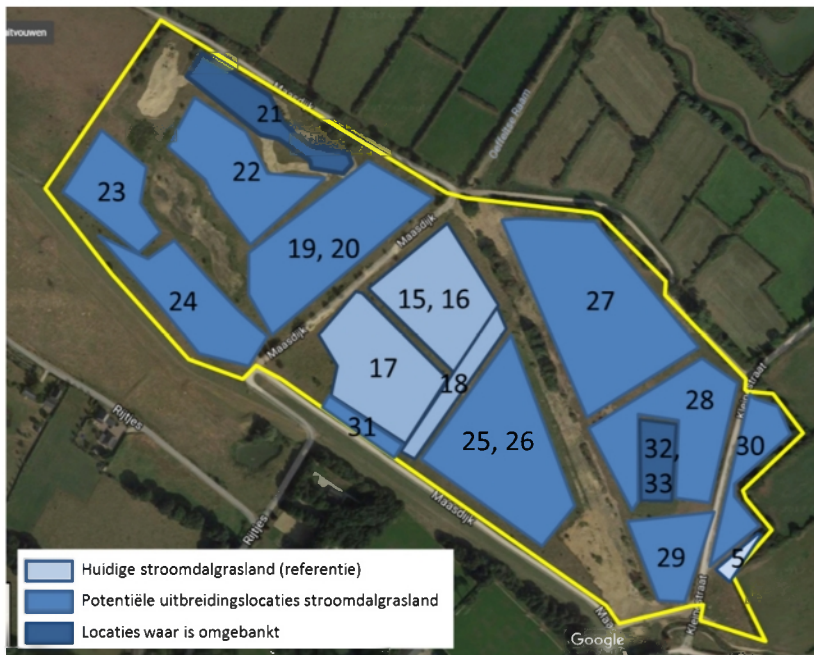
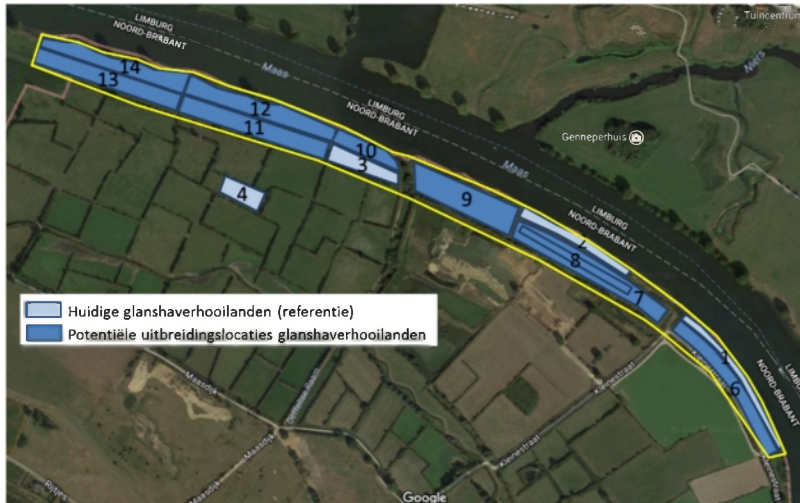
Om dit doel te bereiken wordt inzicht gegeven in de volgende zaken:

- Een beeld van de bodemchemische eigenschappen, met name gericht op de fosfaattoestand, zuurbufterend vermogen en kalkvoorraad maar ook de algemene bodemeigenschappen en beschikbaarheid van de andere nutriënten worden meegenomen in het advies;
- Voor de uitbreidingslocaties van de glanshaverhooilanden een inschatting van de tijd die nodig is voor het bereiken van de gewenste fosfaattoestand door uitmijnen, inclusief een bemestings- en zo nodig een bekalkingsadvies;
- Bij de uitbreidingslocaties van de stroomdalgraslanden een advies over hoe de abiotische randvoorwaarden verbeterd zouden kunnen worden.

## 2 Opzet en uitvoering

### Veldwerk en monsternamen

Voor de **bemonstering** is onderscheid gemaakt tussen; de huidige stroomdalgraslanden en glanshaverhooilanden, en voor beide habitattypes de potentiële uitbreidingsgebieden. De locaties van de bodembemonstering staan weergegeven in Figuur 2-1. Voor de glanshaverhooilanden is een representatief bodemmonster van de bodemlaag 0-20 cm genomen. Binnen de stroomdalgraslanden is door de grove textuur van de bodem een bemonsteringsdiepte van 0-25cm aangehouden. Door de grove textuur is de bewortelingsdiepte van de vegetatie ook ongeveer 25cm. Op enkele plekken zijn naast het monster van 0-25cm ook de diepte 25-50cm bemonsterd.



*Figuur 2-1 Bemonstering van de (potentiële) glanshaverhooilanden (boven) en van de potentiële stroomdalgraslanden (onder). De nummers in de locaties komen overeen met de bodemmonsters. De locaties waar op twee dieptes is bemonsterd hebben twee nummers.*

Van elke bemonsteringslocatie is een representatief mengmonster genomen. Met het nemen van mengmonsters sluiten wij aan bij het bodemonderzoek zoals dat ook standaard 1 tot 4-jarlijks wordt uitgevoerd voor landbouwkundige doeleinden. Door het inhomogene karakter van een bodem kan één

enkele bodemonsters binnen een gedefinieerde zone een zeer vertekend beeld geven van bijvoorbeeld de gemiddelde fosfaattoestand. Door op basis van een W-vorm over de te bemonsteren eenheid te lopen en op vaste afstanden minstens 40 steken te combineren tot één monster wordt een zo representatief mogelijk mengmonster genomen zodat juist wél een goede indicatie van de bodem wordt verkregen (Ehlert et al., 2009).

Een goede afbakening van een bemonsteringseenheid is belangrijk. Voor de uitvoerbaarheid van de uiteindelijke adviezen worden de door Staatsbosbeheer gebruikte beheereenheden die veelal overeenkomen met de perceelgrens, als uitgangspunt genomen. De reeds ontwikkelde vegetatie, de gewenste habitatype, grondsoort, oude perceelgrenzen, hydrologie en hoogteverschillen zijn criteria voor het vaststellen van de bemonsteringseenheden. Deze zijn vooral vastgesteld op basis van de uitgebreide informatie voorziening tijdens het veldbezoek (Roel van Staaten en Chris van den Hoven), kaartmateriaal en het ontwerpbeheerplan 2015.

#### Grondonderzoek en laboratoriumanalyses

In de bodemonsters zijn de analyses uitgevoerd die nodig zijn voor de karakterisering van de bodemkundige standplaatscondities: de zuurgraad en het zuurbufferend vermogen en de fosfaatbeschikbaarheid. De algemene bodemkenmerken zijn: organische stofgehalte, de pH, kalkgehalte, klei-, silt- en zandgehalte en de basenverzadiging en kationen omwissel capaciteit (CEC). De status van de beschikbaarheid van de nutriënten N, K, Ca, Mg, S wordt bepaald op basis van zowel direct beschikbare fracties als reserves in de bodem.

Het karakteriseren van de fosfaattoestand gebeurt op basis van 4 parameters: P-CaCl<sub>2</sub>, P-AL, fosfaatverzadigingsgraad en P-ox:

- P-ox (P dat is geëxtraheerd met een zuur ammonium oxalaat extractie) is een sterke extractie en is een maat voor het totaal gebonden P in de bodem oftewel de totaal beschikbare P reserves.
- De fosfaatverzadigingsgraad (FVG) is een maat voor hoe sterk de totale P reserves gebonden zit aan de bodemdeeltjes. De FVG wordt berekend op basis van de verhouding tussen P-ox en de som van Fe-ox en Al-ox. De som van aluminium (Al) en ijzer (Fe) gemeten in een oxalaat extractie (Fe-ox+Al-ox) is een maat voor het oppervlak waar P in de bodem het meeste aan gebonden zit. Bij een hoge FVG is de bodem relatief verzadigd met P waardoor dit P ook relatief makkelijk beschikbaar kan komen. Bij een lage FVG is de verhouding tussen de totale P reserves en het oppervlak waar het aan bind laag. Door de sterke binding van het P is ook de beschikbaarheid laag.
- P-AL (P dat is geëxtraheerd met ammoniumlactaat azijnzuur met pH 3,75) is een relatief sterke extractie en is een maat voor de beschikbare P reserves dat reversibel is gebonden aan de bodemdeeltjes en daarmee relatief makkelijk vrijkomt.
- P-CaCl<sub>2</sub> (P dat is geëxtraheerd met 0.01M CaCl<sub>2</sub>) is een milde extractie en is een maat voor het direct beschikbaar P. Dit is de P fractie van waaruit plantenwortels P opnemen.

Zowel de FVG als P-AL zijn een maat voor de beschikbare P in de bodem. Voor natuurontwikkeling zijn voor beide parameters vergelijkbare referentiewaarden afgeleid. P-CaCl<sub>2</sub>, P-ox en P-AL /FVG zijn complementair en geven samen een totaal beeld van de hoeveelheid, en verdeling van P in de bodem. Deze fosfaatfracties leveren de elementen aan waarmee het gedrag van fosfaat in de bodem (zoals desorptie) goed kunnen worden beschreven.

### 3 Resultaten

#### 3.1 Resultaten stroomdalgraslanden

##### 3.1.1 Bodemsamenstelling stroomdalgraslanden

De bodem op de in het begin van de vorige eeuw afgegraven rivierduin waar de huidige stroomdalgraslanden en potentiële uitbreidingslocaties zich bevinden bestaat uit zand met een zeer grove structuur. De aanwezige vegetatie kan door de grove structuur gemakkelijk diep wortelen.

De textuur en andere algemene parameters om de bodemsamenstelling te duiden zijn weergegeven in Tabel 3-1. De ombanklocaties (21 en 32) en locatie 27 wijken in bodemsamenstelling van de bovenste 25cm af van de rest van het gebied. De rest van het gebied laat een redelijk homogeen beeld zien wat betreft bodemsamenstelling. Het organische stofgehalte is laag en varieert tussen 2,2 en 3,6%. Het kleigehalte is ook laag en varieert tussen 2 en 7%; en het zandgehalte tussen 75 en 87%. De kationen omwisselcapaciteit (CEC) is door het lage klei- en organische stofgehalte laag maar laat een iets grotere variatie binnen het gebied zien dan de textuur, de CEC varieert tussen 37 en 82 mmol+/kg. Het maximale adsorptie oppervlak voor P (Qmax) in de vorm van ijzer- en aluminium (hydr-)oxiden is net als de CEC laag en varieert tussen 35 en 68 mmol/kg. Het kalkgehalte is zeer laag tot niet meetbaar (<dg) en de bodem is dus kalkarm tot kalkloos. Er is geen onderscheid te maken tussen de referentie locaties (15, 17 en 18) en de andere locaties wat betreft algemene bodemsamenstelling.

Locatie 27 is duidelijk afwijkend van de rest van het gebied. De bovenste bodemlaag van dit perceel is veel minder zanderig door een beduidend hoger klei- en organische stofgehalte. Ook bevat dit perceel wat kalk en is zowel de adsorptiecapaciteit voor kationen en P (respectievelijk CEC en Qmax) beduidend hoger dan in de rest van het gebied.

*Tabel 3-1 Algemene bodemsamenstelling op de stroomdalgraslanden (groen gearceerd) en potentiële uitbreidingslocaties in de Oeffelter Meent. De getoonde parameters zijn organische stofgehalte (OS, %), klei-, silt- en zandgehalte (%), de hoeveelheid amorf ijzer en aluminium dat als (hydr-)oxides in de bodem aanwezig is (Al-ox en Fe-ox, mmol/kg) en samen een maat is voor de maximale adsorptiecapaciteit voor P (Qmax, mmol/kg), de kationen adsorptiecapaciteit (CEC, mmol/kg) en kalkgehalte (KZK, %).*

Monster	OS (%)	Klei (%)	Silt (%)	Zand (%)	Al-ox (mmol/kg)	Fe-ox (mmol/kg)	Qmax (mmol/kg)	CEC (mmol/kg)	pH	KZK (%)
5 0-25	3,3	5	14	77	19	30	49	82	5,9	0,7
15 0-25	2,5	2	15	81	20	19	39	44	5,6	< dg
17 0-25	2,2	2	14	82	17	18	35	37	5,5	< dg
18 0-25	3,0	4	15	78	30	31	61	63	5,6	< dg
19 0-25	2,5	3	11	84	19	18	37	40	5,5	< dg
22 0-25	2,8	2	15	80	20	22	42	51	5,8	0,3
23 0-25	3,5	7	15	75	25	39	64	73	5,8	< dg
24 0-25	3,0	5	8	84	26	32	58	58	5,4	< dg
25 0-25	2,7	4	13	80	23	32	55	58	6,2	< dg
28 0-25	3,6	7	14	75	26	41	68	70	5,6	0,5
29 0-25	2,9	7	14	76	21	32	53	59	5,2	< dg
30 0-25	3,0	7	3	87	23	40	64	66	5,4	0,4
31 0-25	2,6	4	12	81	23	30	53	64	5,8	< dg
27 0-25	6,0	22	21	50	50	91	142	156	5,4	1,3
21 0-25	0,5	1	13	86	16	12	29	19	5,1	< dg
32 0-25	0,5	4	20	76	4	13	17	38	5,7	< dg
16 25-50	0,7	1	12	87	14	9	24	11	5,2	< dg
20 25-50	0,6	1	9	90	17	13	31	21	5,1	< dg
26 25-50	0,7	1	13	85	17	17	34	24	5,8	< dg
33 25-50	1,1	5	19	75	9	18	27	37	6,1	< dg

Zoals verwacht mag worden is de samenstelling van de bovengrond van de ombanklocaties (monsters 21, 32) vergelijkbaar met de ondergrondmonsters (25-50 cm-mv) van de rest van het gebied. Het klei- en organische stofgehalte is nog lager dan in de bovengrond (0-25 cm-mv) net als de adsorptiecapaciteit voor kationen en P (CEC en  $Q_{max}$ ).

De pH varieert in de bouwvoor (0-25 cm-mv) tussen 5,1 en 6,2 en is gemiddeld 5,6.

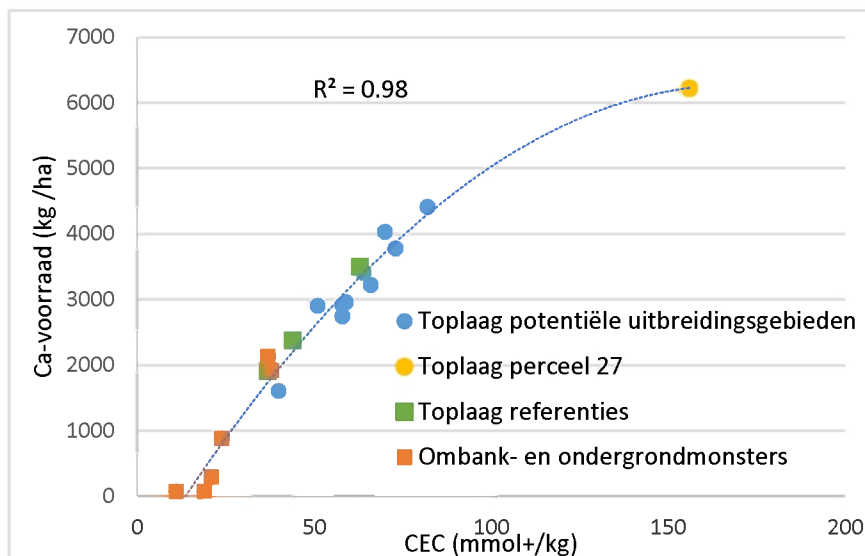
De bodem (op perceel 27 na) kan worden getypeerd als een kalkloos tot kalkarm, matig tot zwak zure zandgrond met een lage bindings- en buffercapaciteit. Op de ombanklocaties en de bodemlaag dieper dan 25cm is de bodem een zeer schrale zandgrond met een zeer lage buffer- en adsorptiecapaciteit.

Er is geen onderscheid te maken tussen de referentie locaties (15, 17 en 18) en de andere locaties (op perceel 27 na) wat betreft algemene bodemsamenstelling. Perceel 27 is duidelijk afwijkend door de hogere klei- en organische stofgehalte en de daaruit volgende hogere bindings- en buffercapaciteit.

### 3.1.2 Nutriëntenstatus van de stroomdalgraslanden

Het oppervlak van de bodem waar kationen aan kunnen adsorberen, de kationen omwisselcapaciteit (CEC) is in de bovenste 25cm voor het grootste deel bezet met de basische kationen calcium (Ca 75 +/- 7%), magnesium (Mg 13 +/-3%) en kalium (K 4 +/- 1.5%). Gemiddeld is de CEC voor 93% bezet met basische kationen. Dit leidt tot een goede Ca-voorraad in de bovenste 25cm van de bodem. Voor locatie 27 leidt de hogere CEC tot een grotere Ca-voorraad. Voor de ombanklocaties en de ondergrond leidt de lagere CEC tot lagere Ca-voorraden. De relatie tussen calcium-voorraad en CEC is weergegeven in Figuur 3-1.

De buffering van de pH tussen 5 en 6 is gerelateerd aan de basenrijkdom van de bodem. Ondanks dat het oude rivierduin al een eeuw is afgegraven lijkt de uitloging van basische kationen en daarmee de verzuring van de bodem beperkt, dit is te zien aan de nog relatief hoge pH en Ca-voorraad.



Figuur 3-1 Relatie tussen de calcium voorraad en de kationen omwisselcapaciteit van de bodem in de stroomdalgraslanden en de potentiële uitbreidingslocaties. De labels aan weerszijden van de verdeling refereren aan de bij de datapunten behorende locatie en bemonsteringsdiepte.

De fosfaattoestand is in het gebied laag tot zeer laag Tabel 3-2. Dit geldt zowel voor de direct beschikbare fractie (P-CaCl<sub>2</sub>) als voor de geadsorbeerde fractie (P-AL) als voor de totale P-reserves (P-ox). Voor de voedselarme vegetaties wordt voor P-AL een referentiewaarde van onder 10 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100g aangehouden.

Tabel 3-2 Stikstof (N), kalium (K) en fosfaattoestand van de monsterlocaties in de stroomdalgraslanden (groen gearceerd) en de potentiële uitbreidingsgebieden.

	P-CaCl <sub>2</sub> mg P/kg	P-AL mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100g	P-ox mmol P/kg	K-CaCl <sub>2</sub> mg K/kg	K-CEC mmol K/kg	N-Tot mg N/kg	N-Levering kg N/ha
5 0-25	0,4	4	5,4	30	3,2	1290	60
15 0-25	0,7	6	5	25	2,0	1170	70
17 0-25	0,4	5	4,1	26	2,2	870	40
18 0-25	0,6	14	8,7	24	3,5	1460	80
19 0-25	0,3	4	3,9	26	2,2	940	45
22 0-25	0,3	3	4,4	27	2,8	1040	45
23 0-25	0,3	3	4,5	45	0,9	1470	70
24 0-25	0,2	3	5,8	27	1,3	1220	60
25 0-25	0,7	11	7,1	24	2,1	1090	55
28 0-25	0,4	4	6,6	36	2,6	1330	55
29 0-25	0,3	4	5,6	33	2,6	1260	70
30 0-25	0,3	3	5,1	27	1,6	1320	70
31 0-25	0,7	13	7,5	20	2,0	1030	45
27 0-25	0,3	5	12,2	56	3,0	2880	145
21 0-25	0,4	6	3,1	22	2,0	200	15
32 0-25	0,3	3	1,1	8	1,2	200	15
16 25-50	0,4	8	3,2	15	2,2	200	5
20 25-50	0,3	5	3,2	13	2,1	200	10
26 25-50	0,4	9	4	12	3,1	200	5
33 25-50	0,2	3	2,3	14	1,0	440	20

Deze wordt slechts op enkele monsterlocaties overschreden. De meest opvallende overschrijding is referentielocatie 18, de oude dijk, waar het stroomdalgrasland goed is ontwikkeld. Op deze locatie is ook de totale P reserve in de bodem iets hoger dan in de rest van het gebied (op perceel 27 na). Op de referentielocaties grenzende monsterlocaties 25 en 31 is P-AL ook iets hoger dan de referentiewaarde van 10. Voor de uitbreiding van het stroomdalgraslanden lijkt dit geen belemmering omdat ook in het referentiegebied P-AL deze referentiewaarde licht overschrijdt. Voor perceel 27 is de totale P-voorraad hoger dan in de rest van het gebied maar door de grotere adsorptiecapaciteit voor P heeft dit tot gevolg dat de beschikbaarheid laag is (P-AL is 5 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100g).

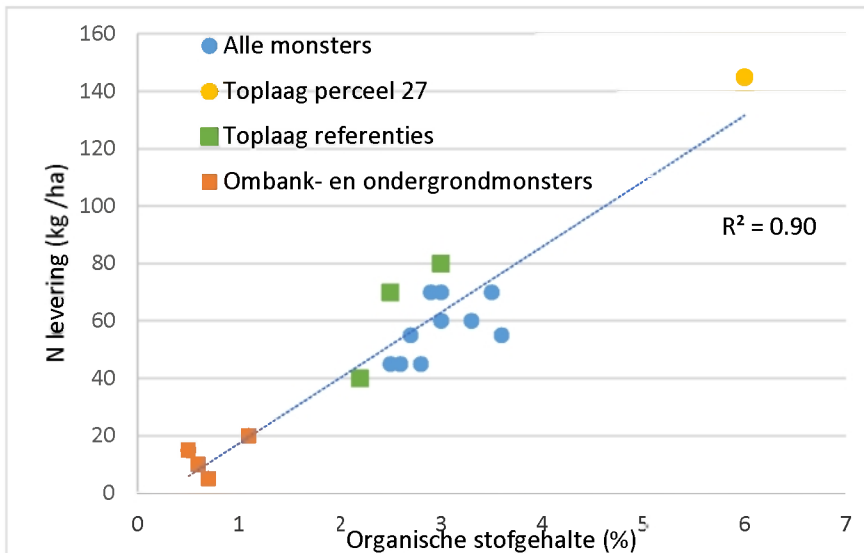
Voor de ombanklocaties en de ondergrond (25-50 cm-mv) is de fosfaattoestand zeer laag, met name door de zeer lage totale P-voorraad (P-ox < 4 mmol/kg).

De kaliumtoestand is redelijk laag wat betreft het direct voor plantenwortels beschikbare kalium (K-CaCl<sub>2</sub>). De K-voorraad zoals deze gebonden zit aan de CEC is echter niet laag. Na Ca en Mg wordt K ook tot de basische kationen gerekend en een goede bezetting van de CEC met K is dan ook wenselijk.

De stikstoflevering is met een potentiële levering van gemiddeld 60 +/- 10 kg N/ha redelijk hoog gezien de bodemsamenstelling. Zoals verwacht mag worden is de N-levering wel een stuk lager dan het landbouwkundig streeftraject voor grasland (93-147 kg N/ha). De N-levering is echter een zeer ruwe indicatie van de daadwerkelijke N-levering en is sterk gecorreleerd met het organische stofgehalte in de bodem ( $r^2=0,90$ , Figuur 3-2). Voor de ombanklocaties en de diepere bodemlaag (25-50 cm-mv) is de N-levering met minder dan 20 kg N/ha daarom ook heel laag. Perceel 27 is, met een organische stofgehalte van 6% een uitschieter naar de andere kant.

De referentie locaties met de goed ontwikkelde stroomdalgraslanden zijn ook wat betreft N-levering vergelijkbaar met de rest van het gebied (op perceel 27 en de ombanklocaties na).

Geconcludeerd kan worden dat de nutriëntenstatus van de bodem laag tot zeer laag is en dat er geen verschil is tussen de stroomdalgraslandlocaties en de potentiële uitbreidingslocaties, op perceel 27 na.



Figuur 3-2 Relatie tussen N-levering en het organische stofgehalte. Het figuur laat drie clusters zien met 1) de ombank en ondergrondmonster (25-50), 2) de toplaag (0-25cm) van de referentiemonsters en de uitbreidingslocaties en 3) de toplaag (0-25) van perceel 27.

## 3.2 Resultaten Glanshaverhooilanden

### 3.2.1 Bodemsamenstelling glanshaverhooilanden

Op de glanshaverhooilanden en potentiële uitbreidingslocaties langs de Maas kan de bodem gekarakteriseerd worden als kalkhoudende zavel (Tabel 3-3). Referentielocatie 2 langs de Maas valt net in de categorie lemig zand door het iets lagere kleigehalte. De bodemonsters laten een gradiënt zien met een lager kleigehalte in de locaties vlak langs de rivier en een hoger kleigehalte in de hoger gelegen monsterlocaties verder landinwaarts. Ook verder van de Maas af neemt het kleigehalte van de bodem toe (Bodemkaart 1:50.000), waardoor referentielocatie 4 als klei wordt gekarakteriseerd. In tegenstelling tot de bodemkaart (kalkloze ooivaaggronden, zavel) is de bodem met 1,7 tot 5,5% kalk, kalkhoudend.

Tabel 3-3 Bodemsamenstelling percelen langs de Maas met reeds ontwikkelde glanshaverhooilanden (groen gearceerd) en potentiële uitbreidingslocaties. De getoonde parameters zijn organische stofgehalte (OS), klei-, silt- en zandgehalte, de hoeveelheid amorf ijzer en aluminium dat als (hydr-)oxides in de bodem aanwezig is (Al-ox en Fe-ox) en samen een maat is voor de maximale adsorptiecapaciteit voor P (Qmax), de kationen adsorptiecapaciteit (CEC) en kalkgehalte (KZK).

Locatie	Textuur	Klei %	Silt %	Zand %	OS %	CEC mmol+/kg	KZK %	Qmax mmol+/kg	pH
1 ref	zavel	9	27	63	6,9	158	3,7	130	6,9
6 perceel	zavel	14	34	49	10,8	238	4,5	186	6,9
2 ref	lemig zand	7	26	67	3,9	107	1,7	62	6,5
7 hoger deel perceel	zavel	23	18	55	10,1	231	2,6	198	6,7
8 laagte midden perceel	zavel	19	18	60	12,2	238	3,6	218	6,1
9 redelijk vlak perceel	zavel	12	30	56	7,9	173	3	151	6,6
3 ref	zavel	19	25	52	12,6	264	3,2	238	6,8
10 lager deel langs Maas	zavel	15	36	47	8	199	4,9	149	6,9
11 hoger deel perceel	zavel	21	27	48	13,6	272	2	255	6,8
12 lager deel langs Maas	zavel	13	24	62	6,1	158	5,4	125	7
13 hoger deel perceel	zavel	21	33	41	14,7	298	5,5	274	6,6
14 lager deel langs Maas	zavel	12	26	61	6,1	162	5,2	127	7
4 ref	klei	37	44	14	9,6	294	2,8	239	5,5

De aanwezigheid van kalk komt ook tot uitdrukking in de zuurgraad van de bodem die tussen pH 6 en 7 ligt. Alleen op referentielocatie 4 is de pH iets lager (pH = 5,5). De bodem bevat ruim voldoende adsorptieoppervlak voor kationen (CEC) en voor fosfaat (Q<sub>max</sub>).

Wat betreft algemene bodemsamenstelling is er geen verschil tussen de referentielocaties die zijn gekarakteriseerd als glanshaverhooilanden en de potentiële uitbreidingslocaties. Alleen referentielocatie 4 wijkt af omdat deze verder landinwaarts ligt en daarom een hoger kleigehalte heeft.

### 3.2.2 Nutriëntenstatus glanshaverhooilanden

Een overzicht van de nutriëntenstatus van de bemonsterde glanshaverhooilanden en potentiële uitbreidingslocaties staat in Tabel 3-4. Voor de ontwikkeling van natuur op voormalige landbouwpercelen is de fosfaatbeschikbaarheid meestal te hoog (Sival & Chardon 2003; Chardon & Sival 2003). In tegenstelling tot stikstof en in iets mindere mate kalium, bindt fosfaat sterker aan de bodem. Door langdurig agrarisch gebruik kan de bodem zijn opgeladen met fosfaat dat wanneer percelen uit productie worden genomen vaak maar moeizaam kan worden verlaagd. In dit perspectief zal de meeste aandacht worden besteed aan het bespreken van de fosfaattoestand.

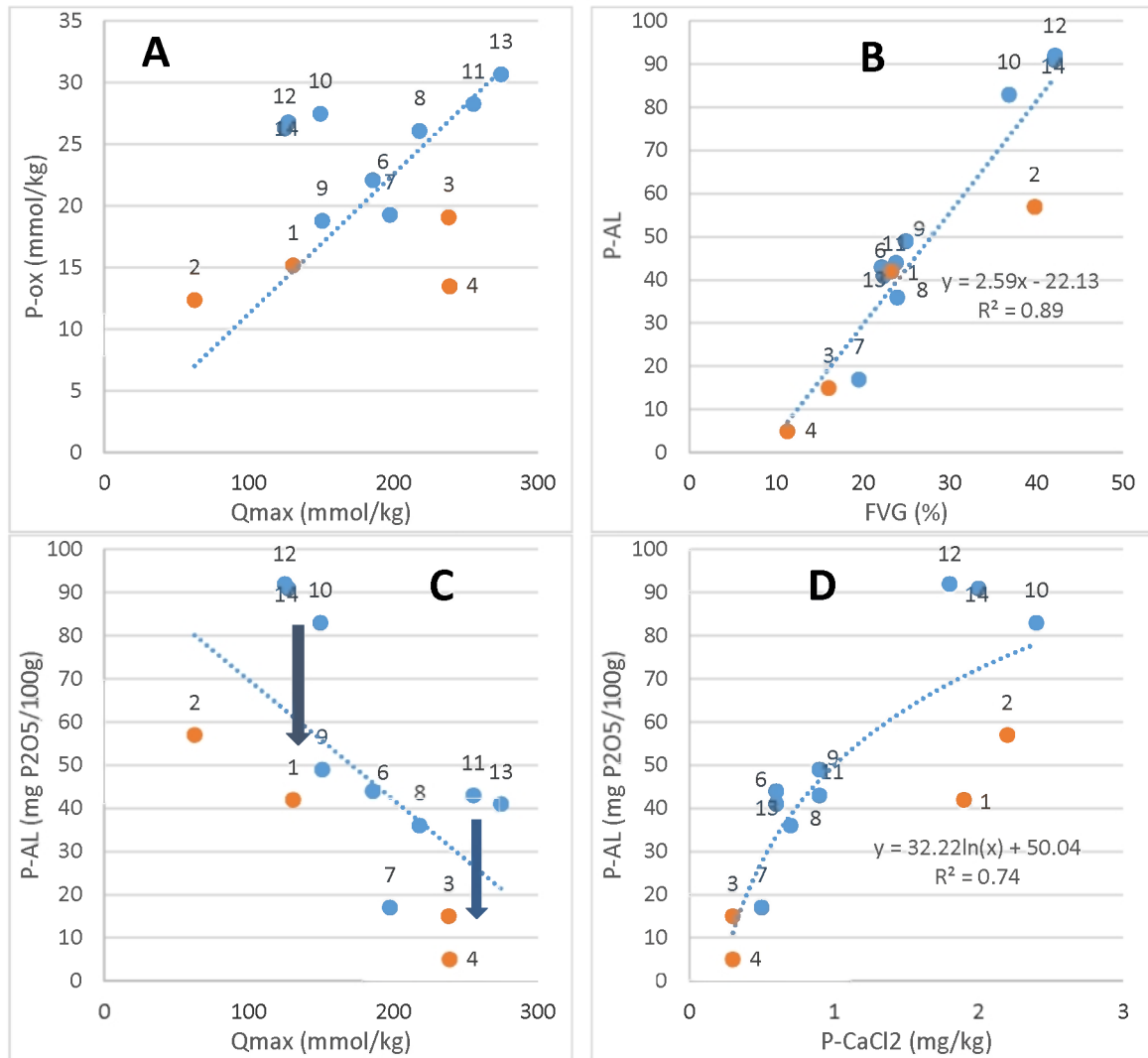
*Tabel 3-4 Stikstof (N), kalium (K), fosfaattoestand en Ca-bezetting en voorraad van de monsterlocaties in de reeds gevestigde glanshaver hooilanden (groen gearceerd) en de potentiële uitbreidingslocaties. Zie tekst voor nadere uitleg van de individuele parameters.*

monster	P-CaCl <sub>2</sub> mg P/kg	P-AL mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100g	P-ox mmol P/kg	FVG %	N-Tot mg N/kg	N-Levering kg N/ha	K-CaCl <sub>2</sub> mg K/kg	K-CEC mmol K/kg	Ca-bez mmol Ca /kg	Ca-voorr Kg Ca/ha
1	1,9	42	15	23	2530	75	26	3,3	86	6580
6	0,6	44	22	24	3520	80	22	3,9	84	8605
2	2,2	57	12	40	1860	80	34	3,5	88	5005
7	0,5	17	19	20	3570	100	32	3,3	77	7890
8	0,7	36	26	24	3940	90	33	2,4	82	8165
9	0,9	49	19	25	2670	75	41	4,5	83	6715
3	0,3	15	19	16	4180	105	21	2	88	9525
10	2,4	83	28	37	3290	110	43	3,6	84	7865
11	0,9	43	28	22	4430	95	34	2,7	87	9485
12	1,8	92	26	42	2560	90	41	3,2	89	6945
13	0,6	41	31	22	5220	130	36	3,8	82	9540
14	2	91	27	42	2760	105	73	3,9	86	6945
4	0,3	5	14	11	4130	145	35	3,1	70	9210

De fosfaattoestand van de bodem wordt gewaardeerd op basis van de P-beschikbaarheid in de bodem in relatie tot de waarden die zijn bepaald in de referentiegebieden (monsterlocaties 1, 2, 3 en 4).

Het direct beschikbaar P (P-CaCl<sub>2</sub>) varieert in de referentielocaties tussen zeer laag (0,3 mg/kg, referentie 4) en hoog (2,2 mg/kg, referentie 2). Ook de rest van het gebied laat een vergelijkbare range in P-CaCl<sub>2</sub> zien (0,3 en 2,4 mg P/kg). Vergelijkbaar met P-CaCl<sub>2</sub> laat ook P-AL een grote range zien binnen de referentielocaties van P-AL 5 tot 57 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100g. Ook in de rest van het gebied is de variatie groot; P-AL varieert tussen 17 en 92. P-AL is een indicator voor het reversibel gebonden P en daarmee een indicator voor de beschikbaarheid van de totaal gebonden P reserves.

De 4 referentieplekken kunnen opgesplitst worden naar ligging. Locatie 1 en 2 liggen direct aan de Maas en locatie 3 en 4 liggen verder van de invloed van de Maas. Opvallend is dat juist de locaties verder van de Maas (3 en 4) een lage P-AL hebben van 5 en 15 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100g. Alleen locatie 7 komt daarmee in de buurt met 17 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100g. De soortensamenstelling is op die plekken duidelijk anders en soortenrijker (pers. med. dhr. R. van Staaten, tijdens veldbezoek). In voorgaande studies werden ook streefwaarden tussen 10 en 20 gevonden voor matig voedselrijke graslanden (Sival e.a. 2004).



Figuur 3-3 Relatie tussen de verschillende indicatoren voor de P-beschikbaarheid in de bodem. De nummers refereren aan de bemonsteringslocatie.

Landbouwkundig is de streefwaarde voor P-AL tussen 27 en 39 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100g. Bij een P-AL hoger dan 50 is de landbouwkundige waardering hoog en zijn de gebruiksnormen zo ingesteld dat er naar wordt gestreefd de fosfaattoestand te verlagen. In het westelijke deel (monsterlocatie 10-14) is de beschikbare P voorraad dus zelfs voor landbouwkundig hoogproductieve percelen zeer hoog te noemen.

P-ox is een maat voor de totaal gebonden voorraad P in de bodem en varieert in de referentielocaties tussen 12 en 19 mmol/kg en in de rest van het gebied tussen 19 en 31 mmol/kg. De totaal gebonden P fractie zegt iets over de totale P-voorraad maar op zichzelf niet over de P-beschikbaarheid. Hiervoor is de relatie met het oppervlak waar P aan kan adsorberen belangrijk. In minerale gronden wordt de P-beschikbaarheid bepaald door de hoeveelheid amorf ijzer- en aluminium (hydr-)oxiden in een oxalaat extractie (Fe-ox en Al-ox). De som is een maat voor het adsorptieoppervlak voor P (Qmax). In Figuur 3-3A is te zien dat er een positieve trend is tussen P-ox en het adsorptieoppervlak maar dat niet alle monsterlocaties in dezelfde mate zijn opgeladen met P. De verzadiging van het adsorptieoppervlak met P (de procentuele verhouding tussen P-ox en de som van  $0.5 \times (\text{Fe-ox} + \text{Al-ox})$ ) is een maat voor de beschikbaarheid en wordt aangeduid met de fosfaat verzadigingsgraad (FVG).

De beschikbaarheid van het aanwezige P neemt toe bij een afnemend adsorptieoppervlak. Bijvoorbeeld monsterlocaties 1 en 9 hebben een beduidend lagere totale P voorraad (P-ox) bij ongeveer eenzelfde adsorptieoppervlak als de monsterlocaties 10, 12 en 14. Als gevolg hiervan is de beschikbaarheid (FVG)

van de monsterlocaties 1 en 9 ook beduidend lager (FVG is ongeveer 25%) dan van 10, 12 en 14 (FVG is ongeveer 40%).

Net als in eerder onderzoek bestaat er ook in dit gebied een goede relatie tussen P-AL en de FVG ( $r^2=0,89$ , Figuur 3-3B). Zowel FVG als P-AL zijn een maat voor de P-beschikbaarheid en beide zijn zeer hoog voor de westelijke monsterlocaties langs de Maas (10, 12, 14). Alleen voor de referentielocaties 3 en 4 en bemonsteringslocatie 7 is de P beschikbaarheid laag.

Wanneer P-AL wordt uitgezet tegen  $Q_{max}$  wordt duidelijk dat in principe de beschikbaarheid afneemt met toenemend adsorptieoppervlak (de negatieve trend) maar dat de beschikbaarheid bij een bepaald adsorptieoppervlak sterk kan variëren. Maatregelen moeten er toe leiden dat bij een bepaald adsorptieoppervlak de P beschikbaarheid en P-voorraad afnemen.

Voor de plantenwortels is het direct beschikbaar P van belang. P-CaCl<sub>2</sub> is een maat voor de P concentratie in de bodemoplossing. Ook voor de monsterlocaties 10, 12 en 14 is de direct beschikbare P fractie hoog. Opvallend is dat in de referentielocaties 1 en 2 de directe P beschikbaarheid ook hoog is. Net als voor de P beschikbaarheid is ook de direct beschikbare P fractie laag voor de referentielocaties 3 en 4 en bemonsteringslocatie 7.

## 4 Advies

### 4.1 Stroomdalgraslanden

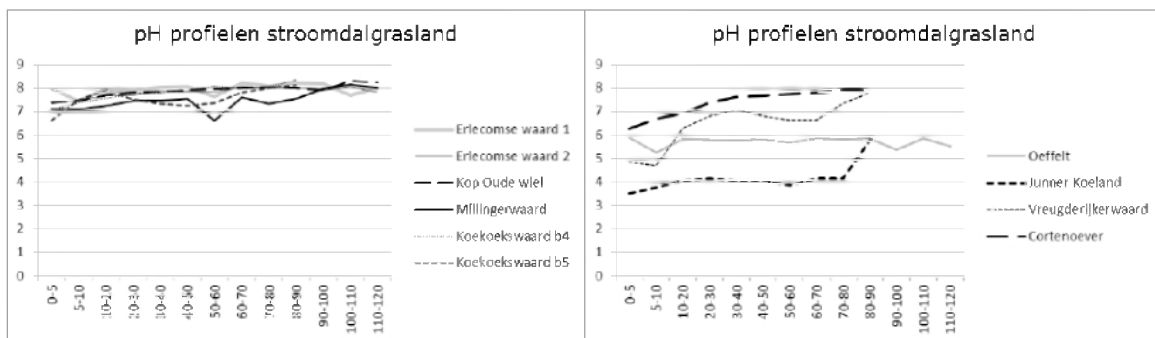
#### 4.1.1 Relatie stroomdalgraslanden en bodemeigenschappen

Uit een uitgebreide studie naar alle stroomdalgraslanden in Nederland bleek dat de voornaamste variatie in de soortensamenstelling samenhangt met de bodemparameters die de zuurgraad en buffering bepalen (calcium, pH-KCl, kationenuitwisseling (CEC),  $\text{CaCO}_3$ , de fractie grof en zeer grof zand) en met een gradiënt in voedselrijkdom (stikstof (N), Koolstof (C), Organisch materiaal, fosfor (P) en Magnesium (Mg, Rotthier en Sýkora, 2016).

Deze parameters zijn in deze studie onderzocht en bleken voor de potentiële uitbreidingslocaties niet af te wijken van de huidige stroomdalgraslandlocaties. Enige uitzondering is perceel 27. Deze wijkt in algemene bodemsamenstelling (hogere klei- en organische stofgehalte) en nutriëntenstatus (hogere N, en K beschikbaarheid en voorraad, en hogere P voorraad, P beschikbaarheid is laag) af van de andere onderzochte locaties. Perceel 27 lijkt minder geschikt als uitbreidingslocatie. In de rest van het onderzochte gebied lijkt de bodemsamenstelling en nutriëntenstatus echter geen belemmering te zijn voor de uitbreiding van het aanwezige stroomdalgraslanden.

De pH in de Oeffelter Meent varieert in de bouwvoor (0-25 cm-mv) tussen 5,1 en 6,2 en is gemiddeld 5,6. De verschillende stroomdalgraslanden in Nederland variëren in vegetatiesamenstelling maar ook in zuurgraad van de bodem (Figuur 4-1). Stroomdalgraslanden bestaan op zowel kalkhoudende gronden met een pH tussen 7 en 8, als op kalkarme en kalkloze zandgronden met een pH die varieert tussen 3,5 en 6,2 (Rotthier en Sýkora, 2016). De associatie van Schapengras en Tijn en de associatie van vetkruid en tijn (subassociatie met Vogelpootje) groeien op voedselarm, relatief zuur en grof zand en zijn relevant voor de Oeffelter Meent.

Binnen de stroomdalgraslanden in Nederland is in de Oeffelter Meent de zuurgraad van de bodem dus relatief laag. In Cortenoever is de pH in het bodemprofiel van goed ontwikkelde stroomdalgraslanden beduidend lager (Figuur 4-1).



*Figuur 4-1 Variatie in pH in het bodemprofiel van de resterende goed ontwikkelde stroomdalgraslanden in Nederland. In het linker figuur staan de kalkhoudende gronden en rechts de kalkarme tot kalkloze gronden (Rotthier en Sýkora,2016).*

Hoewel lang werd gedacht dat verzuring van de bodem één van de belangrijkste processen is die heeft gezorgd voor de achteruitgang van stroomdalgraslanden, heeft het uitgebreide onderzoek van Rotthier en Sýkora (2016) dit niet kunnen bevestigen. Die studie laat zien dat de pH ranges in de 'verarmde' vegetatie samenvalt met de ranges die zijn gemeten in goed ontwikkeld stroomdalgrasland. Ook bleken stroomdalgraslanden zeer langdurig te kunnen blijven bestaan, ook zonder sedimentatieprocessen. Dit lijkt

in de Oeffelter Meent ook het geval. De data in deze studie laat zien dat de samenstelling van het kationen adsorptiecomplex (CEC) wordt gedomineerd door basische kationen en met name calcium. Dit is positief, want door de aanwezige Ca-voorraad wordt de pH gebufferd. Maatregelen om de buffercapaciteit te verhogen lijken niet nodig.

Toch wordt in de literatuur de aanvoer van basen als een belangrijk proces gezien voor het in stand houden van de stroomdalgraslanden. Deze aanvoer kan plaatsvinden door incidentele overstroming met baserijk water, sedimentatie van inwaaiend zand of bioturbatie waarbij diepere bodemlagen door bodemdierpjes worden gemengd met de wortelzone. In de Oeffelter Meent zijn overstroming en de aanvoer van inwaaiend zand niet meer aan de orde. Uit de bodemanalyse blijkt echter dat in de diepere bodemlagen in de Oeffelter Meent de zuurgraad en het zuurbufferend vermogen iets lager is dan in de bovenlaag. Bioturbatie zal in dit gebied dus niet kunnen bijdragen aan de aanvoer van basen naar de toplaag van de bodem.

#### 4.1.2 Verbeteren kwaliteit huidige stroomdalgraslanden

Omdat lage, licht-minnende plantensoorten een belangrijk onderdeel zijn van stroomdalgraslanden moet de vegetatie kort worden gehouden. Na verloop van de tijd groeit anders de grasmat dicht en neemt het organische stofgehalte toe. Om dichtgroeien te voorkomen en ruigtekruiden zoals duinriet te onderdrukken is permanent aanvullend beheer nodig, gericht op het afvoeren van biomassa en het kort en openhouden van de vegetatie. Het kort houden van de vegetatie door begrazing, waar nodig aangevuld met lokaal maaien en afvoeren, ondersteunt de lage, lichtminnende plantensoorten.

Droge stroomdalgraslanden vallen op door hun rijkdom aan bloemen. Naast grassen zijn het vooral eenjarige planten en wit- en geelbloemige overblijvende kruiden die de lage, open tot min of meer gesloten vegetatie kleur geven. Pleksgewijze bodemverstoring is een voorwaarde voor haar behoud. Wanneer beweiding of bodemerosie ophouden, vervult de grasmat meestal snel (Schaminée e.a. 2010). Bij successie verandert de vegetatie naar een soortenarme grasvegetatie.

Voor behoud en kwaliteitsverbetering is kort- en open houden van de vegetatie door voldoende intensieve begrazing nodig, waar nodig aangevuld met lokaal maaien en afvoeren. Een korte en open vegetatie door voldoende beheer is het doel.

Stroomdalgraslanden en stroomdalgraslandsoorten blijken gevoelig voor zandafzetting. In een verzandingsproef in onder andere de Oeffelter Meent had verzanden geen enkel effect op de bodemsamenstelling nog op de vegetatiesamenstelling (Rotthier en Šýkora, 2016). Duinriet bleek snel door een dikke zandlaag van een halve meter heen te kunnen groeien. Zandafzetting zal daarom slechts een zeer korte invloed hebben wanneer verruiging is opgetreden. Natuurtechnische ingrepen waarbij de bodem met grote hoeveelheden zand wordt bedekt worden daarom afgeraden.

De optimale pH range voor de aanwezige associatie van vetkruid en tijm ligt tussen 5,2 en 5,7. Op de westelijk gelegen ombanklocatie is de pH al lager (pH = 5,1). Daarnaast is op de locaties waar is omgebankt de buffercapaciteit en de Ca-voorraad lager dan in de rest van het gebied en de referentielocaties. Het zou een optie kunnen zijn om op de ombanklocatie (monsterlocatie 21) een kleinschalige proef uit te voeren naar het effect van bekalking eventueel gecombineerd met het uitstrooien van lokaal verkregen zaden van doelsoorten. Door het lage organische stofgehalte en de actuele pH die slechts weinig afwijkt van de gewenste pH zou in de proef geëxperimenteerd kunnen worden met een kalkgift met een neutraliserende waarde van 125 kg/ha. Met een zuurbindende waarde van 50% zou dit overeenkomen met een gift van 250 kg/ha zeewierkalk, Limkal of Dolokal. Het gebruik van Betacal wordt afgeraden omdat dit product ook stikstof en fosfaat bevat.

#### 4.1.3 Uitbreiding stroomdalgrasland

In veldonderzoek naar de uitbreiding van stroomdalgraslandsoorten werd geconcludeerd dat een belangrijk deel van de uitbreidende soorten voorkomen op door afgraven of erosie opengemaakte grond (Rotthier en Sýkora, 2016). Stroomdalgraslandsoorten die half schaduw verdragen en o.a. in zomen en ruigten kunnen groeien blijken zich meer te hebben uitgebreid dan andere meer lichtminnende soorten. Soorten als Sikkelklaver, Echte kruisdistel en Geoorde zuring profiteren van grote dynamiek waarbij veel zand wordt afgezet. De meeste stroomdalgraslandsoorten laten echter geen tot matige uitbreiding zien.

Voor de ontwikkeling van de verschillende vormen droog stroomdalgrasland is het juiste type zand nodig met de juiste vruchtbaarheid, pH en kalkgehalte. In de Oeffelter Meent is de bodemsamenstelling op de potentiële uitbreidingslocaties (op perceel 27 na) niet anders dan op de locaties met goed ontwikkeld stroomdalgrasland. Aan de randvoorwaarde van een geschikte bodemsamenstelling wordt in principe dus voldaan.

Geadviseerd wordt om lokaal de bodem open te maken. Dit kan door het open maken van de zode in de buurt van doelsoorten zodat er ruimte wordt gemaakt voor natuurlijke uitbreiding van de doelsoort. Op plekken met een hoge biomassa-productie is het open maken van de bodem waarschijnlijk niet voldoende omdat de zode snel weer dicht kan groeien met ongewenste soorten. Om dit te voorkomen kan na het openmaken met suppletie (zaden in veld te verzamelen en op die open plekken uitstrooien) de uitbreiding van doelsoorten worden verbeterd.

In het verleden zijn delen open gemaakt door ombanken. Dit lijkt vanuit het perspectief van de zuurgraad en zuurbuffering echter niet wenselijk. Gezien de bodemsamenstelling wordt geadviseerd om de bodem open te maken en niet om af te graven of om te banken om zo de natuurlijke buffering van de bodem te benutten.

Indien lokaal wordt gemaaid wordt geadviseerd om de maaivolgorde aan te houden waarbij eerst de optimaal ontwikkelde stroomdalgraslanden worden gemaaid en daarna met dezelfde apparatuur de locaties waar suppletie moet plaatsvinden. Daarvoor blijft het belangrijk dat het zaad ook kan kiemen op open plekken die nu door het uitblijven van overstroming niet meer door natuurlijke processen ontstaan. Ook grazers kunnen doelbewust langs gebieden worden geleid die ook weer de begrazing van vooral kleine grazers als konijnen kunnen stimuleren. Konijnen spelen een grote rol in het creëren van open plekken.

Samenvattend is voor de uitbreiding van droge stroomdalgraslandsoorten vrijwel altijd een open vegetatie nodig, zoals vaak door ingrepen, in het begin van natuurontwikkelingsprojecten aanwezig. Om geschikte standplaatsen voor soorten van pioniergemeenschappen te creëren in de Oeffelter Meent wordt geadviseerd de bodem lokaal open te maken op plekken aangrenzend aan goed ontwikkelde vegetatie en op locaties met hoge biomassa-productie in combinatie met suppletie van doelsoorten. Open maken door afgraven of ombanken wordt afgeraden. Om de meer gesloten stabiele stroomdalgraslanden te ontwikkelen is voldoende beheer en tijd nodig. Om een zonnige, open en korte vegetatie in stand te kunnen houden moet de begrazing voldoende intensief zijn, waar nodig in combinatie met lokaal hooien. Ook is het behoud van bronpopulaties belangrijk voor de (her)vestiging van soorten in de nieuwe standplaatsen. Voor optimale diversiteit van stroomdalgraslanden is verder het behoud van de aanwezige gradiënten van belang, zowel in abiotiek als ook in dynamiek en vegetatiestructuur.

## 4.2 *Ganshaverhooilanden*

### 4.2.1 Fosfaattoestand in relatie tot glanshaverhooiland

Glanshaverhooiland komt voor op matig voedselrijke bodems vaak in gradiëntrijke gebieden. Voor matig voedselrijke vegetaties wordt een range aan referentiewaardes gevonden waarvan enkele erg hoog zijn (FVG voor Dotterbloemhooiland tussen 26% (optimaal) en 42% (suboptimaal); kamgrasweide 42-54%; Glanshaver-associatie 53-72%, Van Delft et al., 2014). In voorgaande studies werden ook streefwaarden tussen 10 en 20 gevonden voor matig voedselrijke graslanden (Sival e.a. 2004). In de Oeffelter Meent is in de referentielocaties de variatie in FVG tussen 11 tot 40% verzadiging en varieert P-AL tussen 5 en 57 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100mg. Deze brede range geeft aan dat er een vrij grote bandbreedte is in de fosfaattoestand waar matig voedselrijke vegetaties zich in potentie kunnen ontwikkelen. Referentiewaardes geven dus slechts een richtlijn en geen harde grens.

Naast referentiewaardes waar matig voedselrijke vegetaties nog kunnen ontwikkelen is er ook een landbouwkundige grens opgesteld om de negatieve effecten van bemesting op het bodem- en watersysteem te beperken. Het landbouwkundig streeftraject voor grasland is tussen P-AL 27 en 39 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100g (bodemiaag 0-10cm). Bij een P-AL hoger dan 50 is de waardering hoog en zijn de gebruiksnormen zo ingesteld dat er naar wordt gestreefd de fosfaattoestand te verlagen.

De in de Oeffelter Meent ontwikkelde glanshaverhooilanden stellen geen hoge eisen aan de fosfaattoestand van de bodem; op referentielocatie 2 is P-AL 57 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100g. Toch wordt geadviseerd om de fosfaattoestand te verlagen om de diversiteit in vegetatiesamenstelling te verbeteren en om de milieubelasting te verlagen. Hiervoor wordt aangesloten bij de landbouwkundige streefwaarde van P-AL tussen 27 en 39 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100g.

De 4 referentieplekken variëren in ligging en in P beschikbaarheid. Onderscheid kan worden gemaakt tussen de locaties 1 en 2 langs de Maas en locaties 3 en 4 verder van de rivier. De locaties verder van de rivier hebben een lage P-AL. Zie ook par 3.2.2.

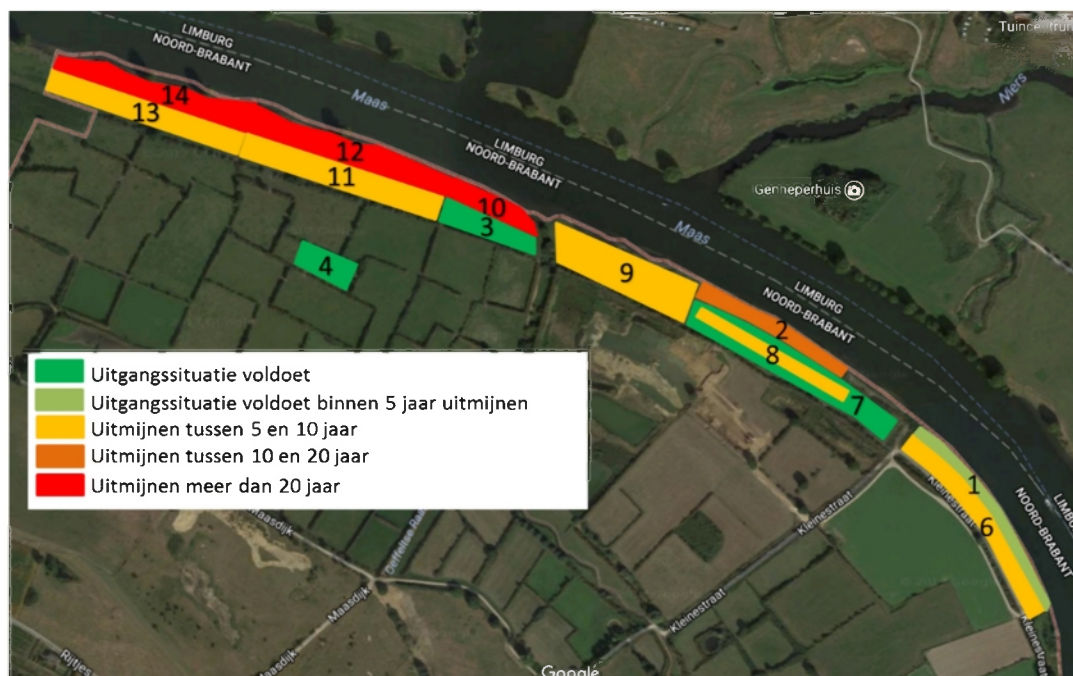
### 4.2.2 Uitmijnen

De tijd die het in theorie zou duren om de P-toestand door middel van uitmijnen tot het gewenste niveau te laten dalen kan worden berekend op basis van de totale P-reserves in de bodem (hier benaderd door P-ox), de actuele FVG, de verwachte onttrekking en de streefwaarde voor FVG die hoort bij de potentiële ontwikkeling van matig voedselrijke vegetaties en/of de landbouwkundige streefwaarde. De P-onttrekking waarmee is gerekend is 75 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha/jr bij uitmijnen. De genoemde 75 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha/jr is de gemiddelde P-onttrekking die in een uitmijnproef in een beekdal (Roeghoorn) in N-Drenthe over 5 jaar is gemeten met twee tot drie gras-snedes per jaar (Postma et al., 2014). Uitmijnen is een relatief (t.o.v. verschralen) kostbare en intensieve maatregel. De P-onttrekking is echter twee maal zo hoog met uitmijnen als met verschralen en de onttrekking kan ook met de tijd op een hoog niveau worden gehouden – tot de fosfaattoestand van de bodem zo laag is dat deze beperkend wordt. Verschralen is een minder intensieve en kostbare maatregel omdat niet bemest hoeft te worden. De P-onttrekking is lager en neemt met de tijd ook sneller af omdat, met name stikstof, limiterend wordt voor de opbrengst. Voor de glanshaverhooiland is maaien en afvoeren (verschralen) een beheermaatregel.

De berekening van het aantal jaren dat het zal duren om door uitmijnen de fosfaattoestand te verlagen tot P-AL 27, 39 of 50 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100g staat in (Tabel 4-1). Uit de berekening blijkt voor de locaties waar de fosfaattoestand moet worden verlaagd het verwachte aantal jaren dat dit zal duren sterk varieert binnen het gebied. Dit is ook ruimtelijk weergegeven in Figuur 4-2.

Tabel 4-1 Berekende aantal jaren dat het zou duren om door middel van uitmijnen de fosfaattoestand te verlagen tot  $P\text{-AL} < 50$ ,  $< 39\%$ ,  $< 27\%$ . De kolom met waardering is gebaseerd op de  $P$ -beschikbaarheid in de bodem in relatie tot de habitatype glanshaverhooiland.

Monster	Waardering	Locatie	uitmijnjaren		
			Verlagen tot $P\text{-Al}=27$	Verlagen tot $P\text{-Al}=39$	Verlagen tot $P\text{-Al}=50$
1	hoog	ref	5	0	0
6	hoog	perceel	7	0	0
2	zeer hoog	ref	12	10	8
7	laag	hoger deel perceel	0	0	0
8	voldoende	laagte midden perceel	9	0	0
9	hoog	redelijk vlak perceel	8	2	0
3	laag	ref	0	0	0
10	zeer hoog	lager deel langs Maas	25	19	14
11	hoog	hoger deel perceel	6	0	0
12	zeer hoog	lager deel langs Maas	28	23	18
13	hoog	hoger deel perceel	7	0	0
14	zeer hoog	lager deel langs Maas	28	23	18
4	zeer laag	ref	0	0	0



Figuur 4-2 Ruimtelijke weergave van het verwachte aantal jaren dat het zal duren om door middel van uitmijnen de fosfaattoestand te verlagen tot  $P\text{-AL}$  lager dan  $27 \text{ mg P}_2\text{O}_5/100\text{g}$ .

Op basis van de fosfaattoestand zoals gemeten met  $P\text{-AL}$  en  $FVG$  is duidelijk dat voor de meest westelijk monsterlocaties langs de Maas (10, 12 en 14) in ieder geval actie ondernomen moet worden om de fosfaattoestand te verlagen. Ook de fosfaattoestand op referentielocatie 2 valt in de categorie zeer hoog ( $P\text{-AL} > 50$ ) en zal moeten worden verlaagd. Op basis van de fosfaattoestand in de referentielocaties is een streefwaarde van  $P\text{-AL}$  39 voldoende. Dit is de bovengrens van landbouwkundige streefwaarde om negatieve impact op het milieu te voorkomen. Door de hoge totale  $P$  voorraad in deze locaties duurt uitmijnen relatief lang; rond 10 jaar op referentielocatie 2, en 20 tot 25 jaar op de monsterlocaties 10, 12 en 14. In de rest van het gebied is bij deze streefwaarde uitmijnen niet noodzakelijk.

Echter voor het bereiken van een toename in soortenrijkdom binnen de glanshaverhooilanden is een streefwaarde van  $P\text{-AL}$  27 optimaal. Alleen voor de referentielocaties 3 en 4 en de uitbreidingslocatie 7 is dit reeds bereikt. Voor de andere locaties moet worden uitgemijnd (Figuur 4-2).

#### 4.3 Bemestingsadvies bij uitmijnen

Het bemestingsadvies is gebaseerd op gras/klaver. Gras-klaver doet het goed op kalkrijke klei/zavelgrond. Niet op alle percelen is de gras-klaver kwaliteit echter op orde. Het meest westelijke perceel (monsterlocaties 13 en 14) is geheel verruigd en zal opnieuw moeten worden ingezaaid. De monsterlocaties 10 en 12 zijn deels verruigd en moeten op deze delen opnieuw worden ingezaaid. Voor een goede ontwikkeling van klaver is het wenselijk dat vaak wordt gemaaid om het gras kort te houden. Het advies is om op de locaties waar wordt uitgemijnd 3 keer per jaar te maaien en af te voeren. Op de locaties waar niet wordt uitgemijnd is een verschrallingsbeheer met één keer per jaar maaien en nabeweiden of twee keer per jaar maaien en afvoeren eventueel in combinatie met naweiden.

Op basis van de lage K-toestand van de bodem op de monsterlocaties 1 tot 13 is de K-adviesgift gemiddeld 240 kg K<sub>2</sub>O/ha. Op monsterlocatie 14 is door de voldoende hoge K-beschikbaarheid de adviesgift 170 kg K<sub>2</sub>O/ha. De berekende K-gift voor de eerste snede is gebaseerd op de K-beschikbaarheid, het organische stofgehalte en de CEC en is gemiddeld ongeveer 120 kg K<sub>2</sub>O/ha (Tabel 4-2, bemestingsadvies.nl). Voor de daaropvolgende snedes is het advies 60 kg K<sub>2</sub>O/ha. Omdat uitmijnen plaatsvindt met een grasklaver mengsel wordt een kleine N-gift voor de eerste snede geadviseerd omdat de klaver dan nog niet op gang is gekomen. Deze gift bedraagt 80 kg N/ha (gebaseerd op maaien en een N-levering van de bodem lager dan 150 kg N/ha). Organische meststoffen kunnen voor uitmijnen niet worden gebruikt omdat deze P bevatten. N en K moeten dus in de vorm van kunstmest worden toegediend.

Voor uitmijnen met gras/klaver is het belangrijk dat de pH van de bodem hoger is dan 5,5. Dit is in alle locaties waar uitmijnen nodig is het geval. Bekalken is dan ook niet nodig.

Bovenstaande is samengevat in Tabel 4-2.

*Tabel 4-2 Samenvatting van de huidige situatie, aanwezigheid glanshaverhooilanden (GHH) en klaveraandeel, en hoe lang moet worden uitgemijnd voor optimale omstandigheden en het daarbij horende bemestingsadvies voor gras/klaver.*

Monster	GHH Aanwezig / Haalbaar	Uitmijnen nodig?		Doorzaaien/opnieuw inzaaien Gras/klaver	1 <sup>ste</sup> snede		2 <sup>de</sup>	3 <sup>de</sup>
		P-suboptimaal	P-optimaal		N kg N/ha	K kg K <sub>2</sub> O/ha		
1	Aanwezig	Nee	0-5 jr	Niet nodig	80	125	60	60
6	Ja	Nee	5-10 jr	Doorzaaien met klaver	80	140	60	60
2	Aanwezig	5-10 jr	10-20 jr	Niet nodig	80	100	60	60
7	Ja	Nee	Nee	Niet nodig				
8	Ja	Nee	5-10 jr	Doorzaaien met klaver	80	125	60	60
9	Ja	1-5 jr	5-10 jr	Doorzaaien met klaver	80	100	60	60
3	Aanwezig	Nee	Nee	Nee, klaver deels aanwezig				
10	zal lang duren	10-20 jr	>20 jr	Ja, het verruigde deel in het midden, +/- 40% van het perceel opnieuw inzaaien	80	100	60	60
11	Ja	Nee	5-10 jr	Nee, Voldoende klaver	80	125	60	60
12	zal lang duren	>20 jr	>20 jr	Ja, verruigde delen, +/- 20% van het perceel opnieuw inzaaien.	80	100	60	60
13	Ja	Nee	5-10 jr	Opnieuw inzaaien	80	125	60	60
14	zal lang duren	>20 jr	>20 jr	Opnieuw inzaaien	80	50	60	60
4	Aanwezig	Nee	Nee	Nee				

## 5 Conclusies

### Stroomdalgraslanden

- De bodem in de stroomdalgraslanden en de potentiële uitbreidingslocaties (op perceel 27 na) kan worden getypeerd als een kalkloos tot kalkarm, matig tot zwak zure zandgrond met een lage bindings- en buffercapaciteit. Op de ombanklocaties en de bodemlaag dieper dan 25cm is de bodem een zeer schrale zandgrond met een zeer lage buffer- en adsorptiecapaciteit.
- De uitloging van basische kationen en daarmee de verzuring van de bodem is beperkt. De pH is relatief hoog (tussen pH 5,2 en 6,2) en de samenstelling van het kationen adsorptiecomplex (CEC) wordt gedomineerd door basische kationen en met name calcium.
- De nutriëntenstatus van de bodem is laag tot zeer laag.
- Perceel 27 wijkt in algemene bodemsamenstelling (hogere klei- en organische stofgehalte) en nutriëntenstatus (hogere N, en K beschikbaarheid en voorraad, en hogere P voorraad, P beschikbaarheid is laag) af van de andere onderzochte locaties.

### Verbeteren kwaliteit huidige stroomdalgraslanden

- Voor behoud en kwaliteitsverbetering van een zonnige, open en korte stroomdalgrasland vegetatie in stand te kunnen houden moet de begrazing voldoende intensief zijn, eventueel aangevuld met lokaal hooien.
- Voor een optimale diversiteit van stroomdalgraslanden is verder het behoud van de aanwezige gradiënten van belang, zowel in abiotiek als ook in dynamiek en vegetatiestructuur.
- Natuurtechnische ingrepen waarbij de bodem met grote hoeveelheden zand wordt bedekt worden afgeraden.
- Op de locaties waar is omgebant zou een kleinschalige proef met bekalken kunnen worden uitgevoerd.

### Uitbreiding stroomdalgrasland

- De bodemsamenstelling en nutriëntenstatus lijkt (op perceel 27 na) geen belemmering te zijn voor de uitbreiding van het aanwezige stroomdalgrasland.
- Het behoud van bronpopulaties is belangrijk voor de (her)vestiging van soorten in de nieuwe standplaatsen.
- Geadviseerd wordt om lokaal de bodem open te maken. Dit kan door het open maken van de zode in de buurt van doelsoorten zodat er ruimte wordt gemaakt voor natuurlijke uitbreiding van de doelsoort. Op plekken met een hoge biomassa-productie is het open maken van de bodem waarschijnlijk niet voldoende omdat de zode snel weer dicht groeit met ongewenste soorten. Om dit te voorkomen kan na het openmaken met suppletie (zaden in veld te verzamelen en op die open plekken uitstrooien) de uitbreiding van doelsoorten worden verbeterd. Het open maken moet aan het bodemoppervlak gebeuren en niet door afgraven of ombanken om zo de natuurlijke buffering van de bodem te benutten.
- Geadviseerd wordt om de maai- en begrazingsvolgorde aan te houden waarbij eerst de optimaal ontwikkelde stroomdalgraslanden worden gemaaid en begraast en daarna de locaties waar (her)introductie moet plaatsvinden.

### Glanshaverhooilanden

- De bodem op de glanshaverhooilanden en potentiële uitbreidingslocaties langs de Maas bestaat uit kalkhoudende zavel.
- Wat betreft algemene bodemsamenstelling is er geen verschil tussen de referentielocaties die zijn gekarakteriseerd als glanshaverhooilanden en de potentiële uitbreidingslocaties. Alleen referentielocatie 4 wijkt af omdat deze verder landinwaarts ligt en daarom een hoger kleigehalte heeft.
- De 4 referentielocaties variëren sterk in fosfaattoestand en kunnen opgesplitst worden naar ligging.

Locatie 1 en 2 liggen direct aan de Maas hebben een hoge fosfaattoestand en locatie 3 en 4 liggen verder van de invloed van de Maas, hebben een lage fosfaattoestand en zijn soortenrijker

- Geadviseerd wordt om de fosfaattoestand te verlagen om de diversiteit in vegetatiesamenstelling te verbeteren en om de milieubelasting te verlagen, dit geldt met name voor de meest westelijk gelegen percelen maar ook voor referentielocatie 2.
- De tijd die het in theorie zou duren om de P-toestand door middel van uitmijnen tot het gewenste niveau te laten dalen varieert sterk binnen het gebied. En is het hoogste (meer dan 20 jaar) voor de meest westelijk gelegen percelen.
- Voor de referentielocaties 3 en 4 en de uitbreidingslocatie 7 is de fosfaattoestand laag en is het beheeradvies 1 tot 2 keer per jaar hooien en nabeweiden.

## Referenties

- Bal, D., H.M. Beije, M. Felliger, R. Haveman, A.J.F.M. van Opstal en F.J. van Zadelhoff 2001. Handboek natuurdoeltypen. Rapport Expertisecentrum LNV 2001/020, Wageningen.
- Chardon, W.J. & F.P. Sival. 2003. Fosfaat: knelpunt voor realisering EHS op voormalige landbouwgronden? *De Levende Natuur* 6: 267-271.
- Delft S.P.J. van en E.P.A.G. Schouwenberg (2006) Beoordeling Fosfaattoestand en beknopt inrichtingsadvies Bossche Broek-Noord
- Delft, S.P.J, van; de Groot, W.J.M; Chardon, W.J. (2006) Bemonstering landbouwgronden en bepaling van fosfaat in verband met voorgenomen natuurontwikkeling. Karakterisatie van 7 terreinen in de provincie Limburg. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1332: 88 pp.
- Delft, S.P.J van, Maas G.J. & Brouwer F (2014) Fosfaatonderzoek Noorderpark; Bodemonderzoek t.b.v. realisatie soortenrijke schraallanden. Alterra-rapport 2493, 70 pp.
- Ehlert, P.A.I. (rapporteur), 2009. Advies bemonstering bodem voor differentiatie van fosfaatgebruiksnormen. Wageningen, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOt-werkdocument 150. 51 blz. 1 fig.; 4 tab.; 19 ref.; 4 bijl
- Kemmers, R.; van Delft, B. (2010) Natuurontwikkeling en ontgronden, Kanttekeningen en alternatieven *Vakblad Natuur Bos Landschap Vakblad* nr. 9
- Postma R, Van Essen E, De Haas MJG & Bussink DW (2010) Ecologisch bodemonderzoek Noordijkerveld. NMI-rapport 1374.N.09, NMI, Wageningen, 29 pp.
- Postma R, Hut H, Warners H, Ettema K, Blaauw R, Scheper A, Hidding H, Verbeek S, Hofstra R, Smeenge H & Haas MJG de (2013) Bodemkwaliteit voor natuurontwikkeling op voormalige landbouwgrond in Drenthe; Resultaten 2012. Tussenrapport 4. Rapport 1390-IV, NMI, Wageningen, 29 pp.
- Schaminée, J., K. Sykora, N. Smits, M. Horsthuis. 2010. Plantengemeenschappen van Nederland. KNNV Uitgeverij, Zeist.
- Sival, F.P., W.J. Chardon. 2003. Fosfaat: sleutelfactor bij natuurontwikkeling op voormalige landbouwgronden? *Vakblad Natuurbeheer*. 1: 10-11
- Sival, F.P., W.J. Chardon & M.M. van der Werff. 2004. Natuurontwikkeling op voormalige landbouwgronden in relatie tot de beschikbaarheid van fosfaat: evaluatie van verschalingsmaatregelen. Alterra rapport 951. Alterra, Wageningen.
- Sival, F.P., W.J. Chardon & M. van Rooij. 2007. Fosfaat en natuurontwikkeling op voormalige landbouwgronden in Zeeland. Alterra-rapport 1495, Wageningen. Van Rotterdam D, Bussink W, Temminghoff E & Van Riemsdijk W (2009) Voorspelling van fosfaatopname door Engels raaigras; naar een betrouwbare schatting van de chemische beschikbaarheid in de bodem. *Bodem* 5, 2009, 27-29.



[www.nmi-agro.nl](http://www.nmi-agro.nl)

nutriënten management  
instituut nmi bv  
nieuwe kanaal 7c  
6709 pa wageningen  
[nmi@nmi-agro.nl](mailto:nmi@nmi-agro.nl)