Fosfaatonderzoek Noorderpark 2016

Bodemonderzoek t.b.v. realisatie soortenrijke schraallanden, uitbreiding bij onderzoek uit 2013

S.P.J. van Delft en F. Brouwer

WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Fosfaatonderzoek Noorderpark 2016

Bodemonderzoek t.b.v. realisatie soortenrijke schraallanden, uitbreiding bij onderzoek uit 2013

S.P.J. van Delft en F. Brouwer

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Environmental Research (Alterra) in opdracht van Programmabureau Utrecht-West.

Wageningen Environmental Research
Wageningen, december 2016

Rapport 2775
ISSN 1566-7197

Delft, S.P.J. van en F. Brouwer, 2016. *Fosfaatonderzoek Noorderpark 2016; Bodemonderzoek t.b.v. realisatie soortenrijke schraallanden, uitbreiding bij onderzoek uit 2013*. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 2775. 52 blz.; 9 fig.; 10tab.; 29 ref.

In het noordwestelijk deel van het Noorderpark is onderzoek gedaan naar de abiotische geschiktheid voor soortenrijke graslanden. Hierbij zijn de nutriëntentoestand en de zuurbuffer beoordeeld. Met profielbeschrijvingen is de veraardingsgraad van veenlagen vastgesteld. Er zijn 36 boringen gedaan waarbij twee lagen bemonsterd zijn. Van drie boringen is een derde laag bemonsterd. De bodemonsters zijn voor analyse samengevoegd tot 25 mengmonsters waaraan de analyses zijn uitgevoerd. Voor het plannen van de bemonstering en het samenstellen van de mengmonsters is een stratificatie uitgevoerd op basis van de Landschapsleutel. De nutriëntentoestand is beoordeeld op basis van de fosfaattoestand en de kans op het vrijkomen van nutriënten door mineralisatie en interne eutrofiëring. Bij de beoordeling van de fosfaattoestand is ook beoordeeld in hoeverre deze verbeterd kan worden door verschrallingsbeheer of door afgraven van een deel van de bovengrond. Afhankelijk van de realisatiekansen voor natuurdoelen bij verschillende maatregelen is per deelperceel een inrichtingsadvies opgesteld.

In the Noorderpark area near Utrecht soil chemical conditions were tested for the development of species rich grasslands. Nutrient status and acid buffer capacity were measured in soil samples. At 36 locations we described the soil profile and degradation state of the peat and we sampled two layers. At three locations we sampled a third layer. After stratification based on a soil map we mixed samples into 25 composite samples for analysis. Nutrient status was tested on phosphate availability and the risk of release of nutrients by decomposition of organic matter or by soil chemical processes after rewetting. The effect of nutrient extraction by mowing or removing parts of the top soil on the chances to develop the desired nature types was compared for several measurements and an advice on the most effective measurement was given.

Trefwoorden: Natuurontwikkeling, fosfaat, interne eutrofiëring, veenoxidatie, zuurbuffer, Landschapsleutel, Noorderpark

Dit rapport is gratis te downloaden van <http://dx.doi.org/10.18174/401771> of op www.wur.nl/environmental-research (ga naar 'Wageningen Environmental Research' in de grijze balk onderaan). Wageningen Environmental Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

© 2016 Wageningen Environmental Research (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research), Postbus 47, 6700 AA Wageningen, T 0317 48 07 00, E info.alterra@wur.nl, www.wur.nl/environmental-research. Wageningen Environmental Research is onderdeel van Wageningen University & Research.

- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking van deze uitgave is toegestaan mits met duidelijke bronvermelding.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor commerciële doeleinden en/of geldelijk gewin.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor die gedeelten van deze uitgave waarvan duidelijk is dat de auteursrechten liggen bij derden en/of zijn voorbehouden.

Wageningen Environmental Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Wageningen Environmental Research Rapport 2775 | ISSN 1566-7197

Foto omslag: Bas van Delft

Inhoud

	Woord vooraf	5
1	Inleiding	7
2	Bemonsteringsplan	8
	2.1 Bodemkaart Noorderpark	8
	2.2 Stratificatie op basis van Landschapsleutel	8
	2.2.1 Landschapsecologische indeling Landschapsleutel	8
	2.2.2 De hogere niveaus, Ecoregio, Ecosectie en Ecoserie	9
	2.2.3 Het laagste niveau, de Primaire Standplaats	10
	2.3 Bemonsterde locaties	11
	2.4 Profielbeschrijvingen en humushorizonten	12
	2.5 Bemonsterde lagen	12
	2.6 Samenstelling mengmonsters	13
	2.7 Bodemchemische analyse	13
3	Bodemgesteldheid	14
	3.1 Bodemtypen	14
	3.2 Veraardingsgraad	15
4	Resultaten bodemchemisch onderzoek	17
	4.1 Toetsing bodemchemie	17
	4.2 Fosfaattoestand	18
	4.2.1 Actuele fosfaatbeschikbaarheid	19
	4.2.2 Potentiële fosfaatbeschikbaarheid in de huidige bovengrond	19
	4.2.3 Effect van verschralen	20
	4.2.4 Effect van afgraven van delen van de bovengrond	21
	4.2.5 Uitspoeling	21
	4.3 Mineralisatie	22
	4.4 Interne eutrofiëring	23
	4.5 Zuurbuffer	25
5	Inrichtingsadvies	27
	5.1 Advies op basis van de fosfaattoestand	27
	5.2 Definitieve inrichtingskaart	28
	5.3 Effect op zuurbuffer	28
	Literatuur	30
	Bijlage 1 Profielbeschrijvingen	32
	Bijlage 2 Gegevens bodemmonsters	40
	Bijlage 3 Analyseresultaten	42
	Bijlage 4 Potentiële vegetatietypen	44
	Bijlage 5 Fosfaattoestand bij maatregelen per kaartvlak	49

Kaartbijlagen (aan de opdrachtgever geleverd als pdf-bestand)

1. Primaire standplaatsen
2. Perceelnummers en boorpunten
3. Mengmonsters bovengrond en toedeling aan percelen
4. Mengmonsters laag 2 en toedeling aan percelen
5. Mineralisatiekansen veenlagen
6. Beoordeling actuele fosfaatbeschikbaarheid (Pw)
7. Beoordeling potentiële fosfaattoestand (PSI) gemiddeld in wortelzone
8. Beoordeling potentiële fosfaatbeschikbaarheid (PSI) na 10 jaar verschrallen
9. Beoordeling potentiële fosfaatbeschikbaarheid (PSI) na 10 cm afgraven
10. Beoordeling potentiële fosfaatbeschikbaarheid (PSI) na 20 cm afgraven
11. Beoordeling potentiële fosfaatbeschikbaarheid (PSI) na 30 cm afgraven
12. Nutriëntenvoorraden
13. Zuurbuffer
14. Inrichtingskaart
15. Realisatiekansen na gekozen maatregelen

Woord vooraf

De herinrichting van een gebied als het Noorderpark is een proces dat zich uitstrekt over vele jaren waarin zorgvuldige afwegingen en keuzes gemaakt moeten worden in overleg met de grondgebruikers, omwonenden en andere belanghebbenden. Zeker in een agrarisch gebied in de overgang tussen de grote stad (Utrecht) en belangrijke natuur- en recreatiegebieden (Vechtplassen, Heuvelrug) kan het lastig zijn de juiste keuzes te maken waarin de verschillende groepen zich kunnen vinden. Voor het Noorderpark heeft dat onder andere geresulteerd in het aanwijzen van delen van de Westbroekse Zodden en de Oostelijke Binnepolder van Tienhoven voor natuurontwikkeling.

Om vervolgens tot een inrichting te komen waarbij de natuurpotenties voor de nieuwe natuur optimaal benut worden, vraagt een goed inzicht in deze potenties en hoe deze verbeterd kunnen worden. Daarvoor is een gedegen kennis van de abiotische omstandigheden zoals geologie, bodem en hydrologie en de voorwaarden die de beoogde natuurdoelen daaraan stellen essentieel. Deze abiotische omstandigheden zijn als gevolg van bemesting, verzuring en een voor natuur niet altijd optimaal peilbeheer vaak niet geschikt.

Sinds een aantal jaren wordt gewerkt aan een inrichtingsplan voor het gebied, eerst door Dienst Landelijk Gebied en nu door Programmabureau Utrecht-West. Dat gebeurt uiteraard in nauw overleg met de terreinbeheerders van Staatsbosbeheer en Natuurmonumenten. Voor het beoordelen van de bodemchemische geschiktheid is de kennis van Alterra benut. Het onderzoek dat daaruit voortkwam, wordt beschreven in dit rapport. Het betreft een uitbreiding op een vergelijkbaar onderzoek uit 2013 en een eerdere uitbreiding daarop uit 2015.

Wij gaan ervan uit dat wij bruikbare adviezen hebben kunnen geven voor een optimale inrichting. De uiteindelijke inrichting kan mogelijk op punten afwijken van het inrichtingsadvies. Dat komt omdat de opdrachtgever meer factoren heeft betrokken bij de afwegingen, zoals de drooglegging van de percelen.

De ontwikkeling van waardevolle natuur heeft veel tijd nodig. Dit onderzoek heeft het een stapje verder gebracht: de feitelijke inrichting en een zorgvuldig beheer kunnen de kansen vergroten. Daarna is het aan de natuur zelf wanneer die prachtige vegetaties zich ontwikkelen.

1 Inleiding

Een deel van het Noorderpark ligt in het Natura 2000-gebied Oostelijke Vechtplassen. Uit de Landschapsecologische Systeemanalyse (LESA) die door DLG is opgesteld, blijkt dat de door grondwater beïnvloede delen van dit gebied zeer kansrijk zijn voor het realiseren van hoogwaardige natuurdoelen (De Ridder en Kolkman, 2013). Om deze doelen te kunnen realiseren, wordt een inrichtingsplan voorbereid. Hiervoor is behoefte aan meer inzicht in de abiotische geschiktheid van percelen in de Oostelijke binnenpolder van Tienhoven en de Westbroekse Zodden. Het gaat hierbij vooral om de nutriëntentoestand en het zuurbufferend vermogen van de bodem. In 2013 heeft Alterra daarom in opdracht van Dienst Landelijk Gebied een onderzoek voor 95 ha uitgevoerd om dit in beeld te brengen (Van Delft et al., 2014). In 2015 is hier nog een uitbreiding op gekomen van 43 ha. Het huidige onderzoek is een volgende uitbreiding, waarbij de methodiek gevolgd wordt van het onderzoek uit 2013. Na het opheffen van Dienst Landelijk Gebied per 1 maart 2015 zijn de taken overgenomen door Programmabureau Utrecht-West. De uitbreidingen van 2015 en 2016 zijn dan ook uitgevoerd in opdracht van dit bureau.

Het onderzoek richt zich op percelen waar een reële kans is op realisatie van soortenrijke schraallanden, in een brede range van dotterbloemhooiland, blauwgrasland, kamgrasweiden, maar ook nattere typen met soorten als klein blaasjeskruid, eenjarig wollegras, ronde zegge en draadzegge. Dergelijke natte graslanden komen al voor in de Westbroekse Zodden en Oostelijke Binnenpolder van Tienhoven. De te onderzoeken percelen zijn in overleg met de terreinbeheerders Staatsbosbeheer en Natuurmonumenten aangewezen met de LESA als wetenschappelijke onderbouwing. Het huidige onderzoeksgebied omvat 32,95 ha in de Oostelijke binnenpolder van Tienhoven, waarvan 3,62 ha bestaat uit water, bosjes, erf en weg. De netto bemonsterde oppervlakte is 29,32 ha.

Het doel van dit project is de nutriëntentoestand en de zuurbuffercapaciteit/alkaliniteit van de bodem en de veraardingsgraad van het veen te bepalen. De veraardingsgraad van het veen is relevant in verband met potentiële mineralisatie (niet gewenst), herstel van veenvorming (gewenst) en de fosfaatbindingscapaciteit.

Naast de interpretatie van de analysegegevens en het bepalen van de potenties voor de natuurdoelen wordt een advies over inrichtingsmaatregelen gegeven. De gebruikte methoden zijn gelijk aan de in 2013 gehanteerde methoden. Deze zijn ook al beschreven in het toenmalige rapport, maar voor de leesbaarheid in dit rapport overgenomen.

2 Bemonsteringsplan

Voorafgaand aan de bemonstering is een bemonsteringsplan opgesteld. Op basis daarvan zijn de bodemonsters genomen en de keuzes gemaakt op basis waarvan bij de analyse mengmonsters zijn samengesteld. Uitgangspunt is dat de fosfaattoestand zowel afhankelijk is van de bemestingshistorie als van de bodemeigenschappen (fosfaatbuffercapaciteit). Ook de zuurbuftercapaciteit hangt af van de bodemeigenschappen. De bemestingshistorie is vaak perceelafhankelijk, terwijl de bodemeigenschappen samenhangen met het bodemtype. Het ligt daarom voor de hand monsters samen te voegen die overeenkomen in zowel bemestingsgeschiedenis als bodemeigenschappen. Door een overlay te maken van de percelen met de bodemkaart kan hierin inzicht verkregen worden. Voor een groot deel van de percelen was de detailbodemkaart (schaal 1 : 10.000) digitaal beschikbaar. Het deel dat in de uitbreiding bij de bodemkaart van Noorderpark is gekarteerd, is voor dit doel extra gedigitaliseerd, waarmee een gebiedsdekkende bodemkaart digitaal beschikbaar was. Voor de interpretatie van de (samengestelde) bodemkaart is gebruikgemaakt van de indeling van de Landschapsleutel waarmee bodemtypen vertaald kunnen worden naar landschapsecologisch relevante eenheden (Kemmers et al., 2011; Van Delft en Kemmers, 2013; Van Delft et al., 2015).

2.1 Bodemkaart Noorderpark

Het onderzoek vindt plaats binnen de grenzen van Landinrichtingsgebied Noorderpark, waarvan een gedetailleerde bodemkaart (schaal 1 : 10.000) beschikbaar is (Scholten en Rutte, 1987). Deze bodemkaart is niet dekkend voor het gehele te onderzoeken gebied, maar is later aangevuld. Omdat uit eerder onderzoek in de Taartpunt is gebleken dat de diverse veenlagen in het gebied maar weinig zijn geoxideerd ten opzichte van de kartering in 1987 (Royal Haskoning, Van den Broek et al., 2011), gaat de opdrachtgever ervan uit dat de bodemkaart nog een voldoende basis geeft om conclusies op te baseren. In dit project is geen revisie van de bodemkaart uitgevoerd, hoewel wel een aantal afwijkingen in de veendikte is geconstateerd (zie hoofdstuk 3).

2.2 Stratificatie op basis van Landschapsleutel

De gedetailleerde bodemkaart vormt een goede basis om potenties aan te geven op perceelschaal. Voor het opstellen van het bemonsteringsplan, het samenstellen van mengmonsters en de extrapolatie van gegevens over het gebied is het aantal eenheden te groot. Daarom zijn bodemtypen van de detailbodemkaart samengevoegd op basis van relevante bodemkenmerken, zoals het kleigehalte in de bovengrond, de dikte van het veenpakket en bodemvorming. Deze kenmerken zijn bepalend voor het fosfaatbindend vermogen, het fosfaatadsorptiegedrag en de zuurbufter. Voor deze stratificatie is de landschapsecologische indeling van de Landschapsleutel gebruikt, omdat deze gebaseerd is op dezelfde kenmerken.

2.2.1 Landschapsecologische indeling Landschapsleutel

De Landschapsleutel (Kemmers et al., 2011) hanteert voor de landschapsecologische typering een hiërarchische indeling op basis van geologische, geomorfologische en bodemkundige kenmerken. In de bodemkundige kenmerken zijn ook hydrologische kenmerken ten tijde van de bodemvorming opgenomen waarmee de hydrologische positie onder 'natuurlijke' omstandigheden kan worden afgeleid. Zo is een podzolprofiel ontstaan onder invloed van infiltratie en een beekveedgrond onder invloed van kwel. Ook het veentype geeft informatie over de hydrologie. Broekveen is onder voedselrijke omstandigheden gevormd, zeggeveen onder mesotrofe omstandigheden en veenmosveen in een zuur, oligotroof milieu.

Kenmerkend voor laagveengebieden op de overgang naar hogere zandgronden, zoals in het studiegebied, is dat het dekzandlandschap van vóór de veenvorming zich uitstrekt onder het veen. Hierbij is het pleistocene reliëf nog grotendeels intact gebleven, hoewel dekzandruggen vaak doorgraven zijn met sloten. De bodemvorming in het onderliggende dekzand geeft een beeld van het landschap in het vroege Holoceen, waarbij een ander hydrologisch systeem sturend was. De zeespiegel stond in die tijd tientallen meters lager dan nu (Bazelmans et al., 2011). In de ruggen zijn podzolbodems ontstaan en in de tussenliggende laagtes ontbreken deze en zal waarschijnlijk kwel voorgekomen zijn. Afhankelijk van de vorm van deze laagtes zal sprake geweest zijn van een beekdalachtige situatie wanneer vrije afstroom mogelijk was of van veenvorming waar dat niet het geval was. Deze verschillen in bodemvorming werken door in de huidige bodemopbouw en bodemkenmerken, zoals doorlatendheid van de bodem. Later is, door zeespiegelstijging, het gebied vernat en is de veengroei op gang gekomen. Hierbij ontstond juist in deze overgangszone kwel waardoor vooral zeggeveen is ontstaan. Het veenmosveen dat daarna als gevolg van hydrologische isolatie op het zeggeveen is gegroeid, is al lang door vervening verdwenen. In het studiegebied komt nog steeds kwel voor, hoewel niet overal, omdat een deel van de kwel wordt afgebogen naar lager gelegen polders met een lager peil (De Ridder en Kolkman, 2013). Ook binnen peilvakken kunnen verschillen bestaan, waarbij de meeste kwel gevonden wordt aan de (noord)oostkant die grenst aan hoger gelegen peilvakken en aan de (zuid)westkant wegzijging kan optreden. In principe komt deze kwel ook voor onder de bodems met een podzolprofiel, maar omdat hierin vaak sterk verkitte of 'kazige' B-horizonten voorkomen, is de doorlatendheid hier minder dan bij de veenbodems die op zand zonder podzolprofiel ontwikkeld zijn.

De actuele standplaatskenmerken worden dus bepaald door een combinatie van fossiele kenmerken en de actuele hydrologie. Volgens de benadering van de Landschapsleutel wordt op basis van de hiervoor beschreven kenmerken een aantal potentiële vegetatietypen onderscheiden die, afhankelijk van de actuele hydrologie, zuurbuffer en voedselrijkdom voor kunnen komen. In deze studie worden de zuurbuffer en voedselrijkdom getoetst. De actuele hydrologie is hierbij niet betrokken, omdat deze in de door DLG uitgevoerde LESA is onderzocht (De Ridder en Kolkman, 2013). Ook wordt momenteel gewerkt aan een nieuw peilbesluit voor het gebied, waardoor de hydrologie nog kan gaan veranderen.

2.2.2 De hogere niveaus, Ecoregio, Ecosectie en Ecoserie

Op het hoogste niveau van de landschapsecologische indeling volgens de Landschapsleutel ligt het gebied in de overgangszone van de ecoregio's Laagveengebied (Lv) en de Hogere zandgronden (Hz). Hierbinnen worden op het tweede niveau de ecosecties Veenmoerassen (Lv2), Restveengronden in veenpolders (Lv3) en Dekzandgebieden (Hz3) onderscheiden. De onderzochte percelen liggen vooral in de restveengronden (Lv3), omdat de veenmoerassen overwegend bestaan uit petgatencomplexen die in dit onderzoek een ondergeschikte rol spelen. Door dit landschap lopen een aantal dekzandruggen die deels tot het restveengebied en deels tot het dekzandgebied gerekend worden. In Figuur 2.1 zijn de ecoseries (het derde niveau) voor het studiegebied en omgeving weergegeven zoals deze van de geomorfologische kaart en bodemkaart zijn afgeleid. Hiervoor is de detailbodemkaart gebruikt, gecombineerd met de Bodemkaart van Nederland voor de ontbrekende delen. Binnen de onderzochte percelen was overal detailinformatie beschikbaar. Op dit niveau zijn de petgatencomplexen (Lv2a) onderscheiden van de overgangsvenen (Lv3b). De overgangsvenen bevinden zich in het overgangsgebied naar de hogere zandgronden. Dat komt tot uiting in sterk wisselende veendiktes van enkele decimeters tot maximaal 120 cm.

Door veenoxidatie ontbreekt het veen vaak geheel of is beperkt tot enkele decimeters, zodat het profiel niet meer als een veengrond, maar als een moerige bodem geclassificeerd wordt. In het deel van de Oostelijke binnenpolder Tienhoven waar het onderzoek van 2016 heeft plaatsgevonden, komen op de bodemkaart geen dekzandgronden voor, hoewel deze wel in een aantal boringen zijn gevonden.

Legenda

Figuur 2.1 Ecoseries in de omgeving van het studiegebied, afgeleid van de detailbodemkaart, gecombineerd met de Bodemkaart van Nederland voor de ontbrekende delen.

2.2.3 Het laagste niveau, de Primaire Standplaats

In de indeling van de Landschapsleutel is de Primaire Standplaats het laagste niveau dat onderscheiden wordt. Op dit niveau komen kenmerken als bodemvorming, veendiktes en het voorkomen van kleidekken tot uiting, voor zover deze relevant geacht worden voor het voorkomen van verschillende ontwikkelingsreeksen van potentiële vegetaties, vergelijkbaar met de successiereeksen in SynBioSys (Bongers et al., 2013). In kaart 1 is de bodemkaart van het studiegebied en omgeving vertaald naar primaire standplaatsen. De oppervlakten van de primaire standplaatsen binnen de onderzochte percelen staan in Tabel 2.1.

In een groot deel van het studiegebied, maar ook in de omgeving, komen kleiige of kleiig moerige bovengronden voor (PS014, PS019 en PS027, samen 89,7%). Deze zijn bij de bodemkartering en in andere studies tot de toemaakdekken gerekend (Scholten en Rutten, 1987; De Ridder en Kolkman, 2013; Van Delft en Kemmers, 2013). De klei en o.a. huisvuil en compost zijn per vlet aangevoerd. Dat verklaart een deel van het kleigehalte, vooral in delen van het Noorderpark die dicht bij de stad liggen. Ook het veelvuldig voorkomen van stukken baksteen en aardewerk in de bovengronden van de onderzochte percelen is daar een aanwijzing voor. Het is echter zeer onwaarschijnlijk dat deze dekken met een dikte van 20 tot 50 cm geheel als toemaakdek zijn ontstaan, omdat daarvoor zeer grote hoeveelheden klei moeten zijn aangevoerd. Voor toemaak werd ook wel zand gebruikt dat lokaal gewonnen werd door het afgraven van zandruggen (zandschieten) of bij het uitgraven van sloten. Het waarschijnlijkst is dat deze kleien zijn gesedimenteerd bij overstromingen van de Zuiderzee en de Lek. Bij overstromingen van de Zuiderzee kwam het water tot bij Utrecht, maar overstromingen vanuit de Lek hebben waarschijnlijk nog meer invloed gehad. Het gebied bij Tienhoven werd pas ontgonnen na het afsluiten van de Vecht bij Wijk bij Duurstede in 1122. Maar tot in de 18^e eeuw waren er regelmatig doorbraken van de Lekdijk die ook het Noorderparkgebied onder water zetten (persoonlijke mededeling L. Mur). Uit deze informatie kan niet opgemaakt worden of de in het gebied voorkomende kleien een mariene (Zuiderzee) of fluviatiele (Lek/Vecht) oorsprong hebben. Dat kan onderzocht worden aan de hand van pollen, diatomeeën of het boriumgehalte van de klei (persoonlijke mededeling J. Sevink). In elk geval vormen deze kleien een belangrijke getuigenis van de recente geologische wordingsgeschiedenis van deze regio. Dit vertegenwoordigt een aardkundige waarde die zorgvuldig afgewogen moet worden bij de keuze voor wel of niet afgraven.

Tabel 2.1 Primaire standplaatsen binnen de in 2016 onderzochte percelen. De primaire standplaatsen met een * vormen een aanvulling op de indeling van de Landschapsleutel.

Code	Primaire standplaats	Opp (ha)	%
PS014	Zandgrond met kleidek	5.69	19.4
PS018	Lithotrofe veengrond met matige regionale kwel met zanddek	1.79	6.1
PS019	Eutrofe, matig basenrijke veengronden	1.74	5.9
PS023	Verlandingsveen in petgaten	0.49	1.7
PS027	Eutrofe, basenrijke bos- en broekveengronden	18.89	64.4
PS111	Hoge zandgronden met een zwart bouwlanddek*	0.73	2.5
NB	Niet beoordeeld	3.62	12.4
Eindtotaal		29.32	100.0

Omdat de klei grotendeels is afgezet vóór de ontginning van het gebied is deze deels opgenomen in het (toen nog actieve) veen. Na de ontginning zal klei ook door bioturbatie (menging door regenwormen) in het veen zijn opgenomen. Hierdoor zullen de bovengronden vroeger meer een kleilig moerig karakter gehad hebben (PS019). Als gevolg van veenoxidatie is de kleilaag echter 'ingedikt' en komen nu vooral kleilige bovengronden voor, veelal op een restant van de veenlaag (PS027) of direct op de minerale ondergrond (PS014).

Veengronden met een zanddek (PS018) betreffen vooral veengronden met een zandig toemaakdek. Vaak zijn het ook deels uitgegraven petgaten die later bezand zijn om ze weer begaanbaar te maken.

Op beperkte schaal komt binnen de onderzochte percelen verlandingsveen in petgaten (PS023) voor. Dit zijn oude petgaten die verland zijn en inmiddels weer in gebruik genomen zijn.

Op de dekzandruggen in het gebied komt over het algemeen geen veen (meer) voor. In deze ruggen is in het verleden een podzolprofiel ontwikkeld dat nu vaak ook weer als infiltratieprofiel functioneert. In het gebied met overgangsvenen komt op de ruggen wel een kleidek voor, met soms op de overgang naar de zandondergrond een dun laagje restveen (PS014). Meer naar het oosten ontbreken de kleidekken op de dekzandruggen. Deze zullen buiten de inundaties gebleven zijn. Het podzolprofiel is hier soms verwerkt en deels verdwenen door 'zandschieten', waarbij zand gewonnen werd voor toemaak elders, vaak in de directe omgeving. Bij een deel van deze ruggen komt een 30 tot 50 cm dikke bovengrond voor die overwegend uit humeus zand met puin bestaat. Dit materiaal is deels opgebracht. Ook hierin kan op de overgang naar de ondergrond een restje veen voorkomen. Deze bodems worden tot de oude bouwlanden gerekend (PS111).

2.3 Bemonsterde locaties

De onderzochte (deel)percelen zijn weergegeven in kaart 2. Op basis van de overlay van percelen met de primaire standplaatsen die uit de geïnterpreteerde bodemkaart zijn afgeleid zijn, afhankelijk van de grootte van de percelen, deelpercelen afgegrensd waarbinnen de bemonstering is uitgevoerd. Uitgangspunt is dat ongeveer één boring per ha uitgevoerd moest worden en elk perceel bemonsterd. Daarbij is ook een verdeling van de boringen over de primaire standplaatsen aangehouden die in overeenstemming is met de relatieve oppervlakte van de primaire standplaatsen. Er zijn 36 locaties geselecteerd voor bemonstering, waarbij de verdeling van de locaties over de primaire standplaatsen zo goed mogelijk in overeenstemming is gebracht met de oppervlakteverdeling van de primaire standplaatsen binnen de percelen (figuur 2.2). Voor het veldwerk werd per deelperceel aangegeven waar bij voorkeur geboord moesten worden en binnen welke primaire standplaatsen. De exacte locatie voor de boring werd in het veld bepaald, deze is aangegeven op kaart 2, de coördinaten staan in Bijlage 2.

De toekenning van bodemonsters aan mengmonsters heeft na het veldwerk plaatsgevonden, op basis van informatie uit de profielbeschrijvingen (zie 2.7). Daarom is in de monsterverdeling de primaire standplaats PS012 (Minerotrofe zandgronden met lateraal toestromend zacht grondwater) toegevoegd, terwijl PS018 (Lithotrofe veengrond met matige regionale kwel met zanddek (in de bemonstering niet is aangetroffen).

Oppervlakteverdeling

Monsterverdeling

Figuur 2.2 Relatieve aandeel (%) van de primaire standplaatsen over de oppervlakte van de onderzochte percelen (links) en het aantal monsterlocaties (rechts).

2.4 Profielbeschrijvingen en humushorizonten

Voor de bemonstering is in elk deelperceel een boring verricht tot maximaal 150 cm –mv. waarbij een profielbeschrijving gemaakt is (Bijlage 1). Hierbij is speciaal aandacht gegeven aan de veraardingsgraad van het veen. Naast de 'standaard' beschrijving van de horizonten is bij veen-horizonten de horizonttypering volgens de humusvormtypologie aangegeven, waarbij meer inzicht gegeven wordt in de toestand van het veen (Van Delft et al., 2006a). De locatie van de boringen is aangegeven op kaart 2. In een aantal gevallen bleek de primaire standplaats volgens de profielbeschrijving af te wijken van die welke van de bodemkaart is afgeleid. In Bijlage 2 is per boorpunt aangegeven wat de primaire standplaats zou zijn volgens de bodemkaart en wat deze is volgens de profielbeschrijving.

2.5 Bemonsterde lagen

Op basis van de profielopbouw zijn in het veld de te bemonsteren dieptes vastgesteld.

- Als de bovengrond dunner is dan 30 cm, is als eerste laag de bovengrond bemonsterd en als tweede laag de laag tot 15 cm hieronder.
- Als de bovengrond dikker is dan 30 cm, is het in twee lagen bemonsterd, bijvoorbeeld 0–20 en 20–40.
- Bij drie locaties is nog een derde laag bemonsterd tot 50 à 60 cm om na te gaan of uitspoeling tot grotere diepte heeft plaatsgevonden. Omdat de terreinbeheerders hebben aangegeven niet meer dan 30 cm af te willen graven, heeft dat dan geen invloed op de inrichtingsadviezen. Dit is overal gedaan waar de boringen op de wat hogere dekzandruggen liggen; in de nu onderzochte percelen betreft dat alleen de dekzandruggen met kleidek (PS014).

Er zijn van 33 locaties twee lagen bemonsterd en van drie locaties 3 lagen, in totaal zijn er 75 monsters genomen. In Bijlage 2 is per boring aangegeven welke dieptes bemonsterd zijn en welke horizonten dat betreft, volgens de bodemprofielbeschrijving en de humusprofielbeschrijving. De bodemonsters zijn gekoeld bewaard en geanalyseerd door het Chemisch Biologisch Laboratorium Bodem in Wageningen.

2.6 Samenstelling mengmonsters

Alle 75 bodemmonsters zijn gedroogd waarna steeds van gemiddeld drie locaties materiaal is samengevoegd tot een mengmonster. Er zijn maximaal vier monsters gecombineerd in een mengmonster. In totaal zijn 25 mengmonsters geanalyseerd. Hieraan zijn de in § 2.7 genoemde bepalingen uitgevoerd.

Voor het combineren van de bodemmonsters in mengmonsters zijn de volgende criteria aangehouden:

- De boringen liggen in dezelfde primaire standplaats.
- De boringen liggen zo dicht mogelijk bij elkaar, liefst in opvolgende percelen binnen een 'strook' van de verkaveling.
- De bemonsterde lagen komen zo veel mogelijk uit hetzelfde horizonttype.
- De bemonsterde lagen komen zo veel mogelijk van dezelfde diepte.

Omdat laag 2 soms deel uitmaakt van de bovengrond (als deze dikker is dan 30 cm) en soms van de laag eronder, zijn de monsters alleen gecombineerd als deze uit dezelfde horizont afkomstig zijn. Daardoor zijn voor laag 2 andere combinaties gemaakt dan voor laag 1.

De delen van percelen waarin een andere primaire standplaats voorkomt dan welke bemonsterd is, zijn toegekend aan mengmonsters in aangrenzende of nabij gelegen percelen met vergelijkbare kenmerken.

De toekenning aan de verschillende mengmonsters voor de bovengrond en laag 2 is weergegeven in kaart 3 en 4. In Bijlage 2 is voor de boringen aangegeven bij welk mengmonster de monsters van elke laag zijn gevoegd.

De monsters (N=3) van de derde laag in de dekzandruggen komen alle uit het onderliggende podzolprofiel. Het betreft overal de Bh-horizont in PS014.

2.7 Bodemchemische analyse

In het bodemchemisch onderzoek gaat het naast de actuele beschikbaarheid van nutriënten ook om de toekomstige beschikbaarheid en de zuurbuffercapaciteit, die mede bepaald worden door de bodemeigenschappen. Hiervoor zijn door het Chemisch Biologisch Laboratorium van Wageningen UR de volgende bodemchemische analyses uitgevoerd:

- Organische stof
- Pw
- Oxalaatextractie: P, Fe, Al
- N-totaal P-totaal S-totaal
- pH-KCl
- CEC ongebufferd
- Uitwisselbare Ca, Mg, Fe, K, Na, H

Hiermee kunnen de actuele en potentiële nutriëntenbeschikbaarheid alsmede zuurbuffercapaciteit bepaald worden. Daarnaast kan een inschatting gegeven worden van het aantal jaren dat nodig is om met een verschrallingsbeheer een geschikte nutriëntentoestand te bereiken (Van Delft en Kemmers, 2013). Omdat minimaal twee lagen bemonsterd zijn, kan beoordeeld worden of de laag onder de bovengrond wél de juiste nutriëntentoestand en zuurbuffercapaciteit heeft. Als door afgraven een slecht gebufferde laag aan maaiveld komt, is de bodem gevoelig voor verzuring. Met deze informatie kan een afweging gemaakt worden of afgraven van de bovengrond nuttig is of dat kan worden volstaan met verschrallingsbeheer.

3 Bodemgesteldheid

3.1 Bodemtypen

Bij de bemonsterde locaties is een profielbeschrijving gemaakt, met als belangrijkste doel het vaststellen van de veraardingsgraad van het veen. De profielbeschrijvingen zijn opgenomen in Bijlage 1. Hierbij is in het veld GEBPC_C het bodemtype opgenomen volgens de legenda van de bodemkartering van het Noorderpark (Scholten en Rutten, 1987; Van Delft en Kemmers, 2013). Deze legenda is voor de aangetroffen bodemtypen samengevat in Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Indeling van de legenda-eenheden van de bodemkaart van de onderzochte percelen (Bijlage 1).

		Dikte veenlagen of moerige lagen						
		Binnen 80 cm		40 -120		>120		
		0	0-40	Met podzol	Zonder podzol	Zeggeveen	Onherkenbaar veen	
Aard bovengrond	Toemaak	Niet gerijpt veen			Vor			
		Weinig of niet veraard veen						
		Kleiig moerig			ohVz			
		Humusrijke klei		opRn59C	opWp	opVp	opVz	
				opHn	opWz	opRv51C		
		Lutumhoudend zand met een minerale eerdlaag		chHn53				
		Humeus zand		Hn53				
				tZn51				
		Afgegraven		uHn53	zWp			
Opgevuild petgat	Kleiig moerig							
	Humusrijke klei							
	Zand							

Een revisie van de bodemkaart maakt geen onderdeel uit van dit onderzoek. Wel is het van belang te weten in hoeverre veenoxidatie heeft geleid tot veranderingen in de bodemgesteldheid. Daarom is in Tabel 3.2 een vergelijking gemaakt van de bodemtypen zoals deze zijn aangetroffen in de boringen met het bodemtype op dezelfde plek volgens de bodemkaart. Bij 20 van de 36 boringen is hetzelfde bodemtype aangetroffen als in 1987. De afwijkingen hebben verschillende oorzaken:

- Interpretatieverschillen van het toemaakdek: als op de bodemkaart een kleiig toemaakdek (op..) is aangegeven, wordt dat niet meegeteld met de veendikte. Bij enkele boringen is dit als een kleiig-moerig toemaakdek (oh..) gezien, waardoor het wel bij de veendikte meegeteld is en de boring soms als veenbodem (> 40 cm veen) is aangeduid waar de bodemkaart een moerig profiel (< 40 cm) veen aangeeft.
- Veenoxidatie: dit lijkt te spelen bij 12 van de 36 boringen. Door het dunner worden van het veenpakket zijn 9 veengronden van de bodemkaart nu als moerige bodem beschreven en 3 als minerale bodem (vetgedrukt in de tabel).

Tabel 3.2 Vergelijking van de bodemtypen in de boringen (linkerkolom) met de kaartvlakken van de bodemkaart (bovenste rij). De cijfers geven het aantal boringen weer per bodemtype. Met zwarte lijnen zijn de overeenkomstige veendiktes afgegrensd, de grijze blokjes vertegenwoordigen overeenkomstige bodemtypes. De vetgedrukte cijfers vertegenwoordigen punten waar de veendikte zover is afgenomen dat het punt in een andere dikteklasse komt.

Boring	Dikte veenlagen of moerige lagen (cm) volgens bodemkaart										totaal
	0		0 - 40		40 - 120						
	cHn53	opcHn	opWp	opWz	opVp	opVz	hVp	ohVp	zVp	Vop	
tZn51					1						1
cHn53	1										1
opcHn		7									7
opRn59C					11						2
zWp					1						1
opWp			9		4	1		1	1		16
opWz				1							1
pRv51					1						1
opVz						2	1				3
hVz					1						1
ohVz			1							1	
Vor										1	1
Totaal	1	7	10	1	7	3	3	1	2	1	36

3.2 Veraardingsgraad

Tabel 3.3 Horizonttypen volgens humusvormclassificatie en rangschikking naar mineralisatiekansen (dimensieloos).

Hori-zont	O.S. gem.	Mineralisatiekansen	Omschrijving
Of	95	4	Jong (veenmos)veen, vrijwel niet verweerd, < 10% fijn organisch materiaal
Om	78	4	Matig verweerd mesotroof veen 10 - 70% fijn organisch materiaal
Oh	63	3	Vrij sterk veraard mesotroof veen met > 30% o.s., weinig herkenbare plantenresten, > 70% fijn organisch materiaal
Od	45	2	Veraard oligotroof veen met > 30% o.s.
Og	37	2	Anaëroob veraard mesotroof veen
OMf	91	5	Wortelmat in jong zeggeveen, < 10% fijn organisch materiaal
OMm	86	5	Matig verweerde wortelmat in jong zeggeveen, 10 - 70% fijn organisch materiaal
OAh	19	1	Sterk veraard veen met 15-30% o.s.
Overig	4	0	Minerale horizonten < 15% o.s.

Om de veraardingsgraad van het veen vast te stellen, zijn in de profielbeschrijvingen in Bijlage 1, naast de standaard horizonttypen, ook de horizonttypen volgens de humusprofielclassificatie opgenomen (Van Delft et al., 2006b). Naarmate het veen reeds sterker veraard is, is het risico op mineralisatie bij een ander peilbeheer kleiner. Hierbij speelt ook de chemische samenstelling van het veen een rol. Dat wordt besproken in § 4.2. Om de kans op mineralisatie in te schatten, is van de verschillende moerige en veenhorizonten in de boringen de dikte bepaald tot 20 cm onder GLG-niveau. Dat is gedaan omdat dat de diepte is tot waar veranderingen in peilbeheer het meeste effect zullen hebben. De dikte (in dm) is op kaart 5 vermenigvuldigd met een gradatie voor de mineraliseerbaarheid van verschillende horizonttypen volgens Tabel 3.5 en ingedeeld in vijf klassen. Omdat er geen metingen gedaan zijn aan mineraliseerbaarheid van de horizonten is dit een inschatting op basis van het organische stofgehalte en het aandeel van herkenbare plantendelen in de horizont. Er is dan ook aan de mineralisatiekansen per horizont en de mineralisatiekansen per boring of per

vlak in kaart 5 geen dimensie verbonden. Er wordt een meer of minder grote kans aangegeven dat mineralisatie op kan treden. Voor de boorpunten is steeds de kans berekend door de diktes van de horizonten tot 20 cm onder GLG te vermenigvuldigen met de kans uit Tabel 3.5. Om hiermee een vlakdekkend beeld te kunnen maken, is deze kans vervolgens per mengmonster van laag 2 gemiddeld voor de boringen die tot dat mengmonster behoren en toegekend aan alle kaartvlakken die tot dat mengmonster gerekend worden (zie kaart 4).

Behalve door peilveranderingen kan mineralisatie ook gestimuleerd worden door het verwijderen van de afdekkende klei- of zandlaag die in een groot deel van het gebied aanwezig is. Daarom is op kaart 5 ook aangegeven waar, bij veengronden en moerige gronden, een afdekkende laag aanwezig is. Wanneer hieronder veenlagen met een hogere kans op mineralisatie voorkomen, zal bij het afgraven van een dergelijke laag de kans op mineralisatie sterk kunnen toenemen. Dat risico is minder groot als niet de gehele laag verwijderd wordt en/of wanneer ook het veen voldoende verzadigd blijft met water. Dat is afhankelijk van het peilbeheer.

Over het algemeen is de kans op mineralisatie gering. In het noordwestelijk deel komen een paar vlakken voor met een hoge mineralisatiekans, maar zolang het kleidek aanwezig blijft, is het risico gering. In de kraggen die verspreid voorkomen in het centrale blok is de mineralisatiekans vrij hoog. Op de hogere dekzandruggen ontbreekt het veen en is de kans op mineralisatie dus nihil.

4 Resultaten bodemchemisch onderzoek

4.1 Toetsing bodemchemie

De analyseresultaten van de bodemonsters zijn opgenomen in Bijlage 3. Voor de interpretatie van de analysegegevens is gebruikgemaakt van referentiewaarden voor diverse natuurdoelen zoals die zijn vastgelegd in de Landschapsleutel (Kemmers et al., 2011) en beschikbaar zijn in eigen onderzoeksgegevens (o.a. Kemmers et al., 2001). Het onderzoek richt zich op percelen waar een reële kans is op realisatie van soortenrijke schraallanden, in een brede range van dotterbloemhooiland (16AB04), blauwgrasland (16AA01), kamgrasweiden (16BC01), maar ook nattere typen met soorten als klein blaasjeskruid, eenjarig wollegras, ronde zegge en draadzegge (9BA01). Niet elk van deze vegetatietypen zal op elke primaire standplaats tot ontwikkeling kunnen komen, ook niet als de fosfaattoestand hiervoor wel geschikt lijkt. Daarom wordt in de Landschapsleutel per primaire standplaats een aantal potentiële vegetatietypen aangegeven die in verschillende successiestadia of structuurklassen verwacht kunnen worden, afhankelijk van de toestand van standplaatsfactoren als vocht, zuurgraad en voedselrijkdom. Dit sluit aan bij de successieschema's voor vegetatiecomplexen zoals die in SynBioSys worden aangegeven (Bongers et al., 2013). In Bijlage 4 worden de potentiële vegetatietypen aangegeven die bij de primaire standplaatsen in het gebied passen. Omdat de in eerste instantie aangegeven vegetatietypen bij een deel van de primaire standplaatsen niet verwacht kan worden, is de lijst aangevuld met 11BA01: 'Associatie van gewone dophei' voor de dekzandruggen (PS002, PS011 en PS111) en 16BB01: 'Glanshaverassociatie' voor de dekzandruggen met kleidek (PS014). In Tabel 4.1 is een samenvatting gegeven van de 'gewenste' vegetatietypen en de primaire standplaatsen in de onderzochte percelen.

Tabel 4.1 Potentiële vegetatietypen bij de primaire standplaatsen in de onderzochte percelen.

Vegetatietype	Primaire Standplaats									
	120/121	8	2/11/111	12	14	15	18	19	23	27
9BA01		(1)							1	
11AA02			1	1						
16AA01	(1)	(1)					1		1	1
16AB04	(1)							1		1
16BB01					1					
16BC01	(1)					1	1	1		1

De toetsing van de fosfaattoestand aan de randvoorwaarden voor de vegetatietypen is voor een kaartvlak met primaire standplaats PS027 en $PSI = 0.76$ schematisch weergegeven in figuur 4.1. Afhankelijk van de vegetatietypen die bij de primaire standplaats voor kunnen komen, wordt onderzocht voor welke typen de fosfaattoestand optimaal, suboptimaal of ongeschikt is. Vervolgens is voor deze vegetatietypen in de volgorde van voedselarme naar voedselrijke standplaatsen getoetst welke de eerste is (de meest voedselarme) waarvoor de fosfaattoestand optimaal of suboptimaal is. Dat geeft een verwachting voor de beoordeelde fosfaattoestand: optimaal voor type x, suboptimaal voor type y. Wanneer geen typen gevonden worden waarvoor de fosfaattoestand optimaal of suboptimaal is, wordt 'NG' = 'Niet geschikt' ingevuld.

De beheer- en inrichtingsmaatregelen beogen een lagere fosfaattoestand, waardoor vegetatietypen van voedselarmere standplaatsen tot ontwikkeling kunnen komen. Daarom is, behalve voor de huidige fosfaattoestand, ook berekend wat het effect is van maatregelen als verschrallen (§ 4.2.3) en afgraven van delen van de bovengrond (§ 4.2.4). Ook hierbij kan steeds beoordeeld worden welke vegetatietypen hierbij dan een optimale of suboptimale fosfaattoestand zullen hebben. Hierbij is een prioriteitsindeling gemaakt van meer of minder gewenste vegetatietypen waarbij de vegetatietypen

die het best lijken te passen bij het laagveenlandschap de hoogste waardering krijgen (1 tot 3) en daarnaast een rangorde is gehanteerd van voedselarm naar voedselrijk.

Om een keuze te maken voor een maatregel wordt nagegaan wat de minst ingrijpende maatregel is, waarbij vegetatietypen met de hoogste prioriteit gerealiseerd kunnen worden. In het voorbeeld blijkt dat te zijn na afgraven van 10 cm van de bovengrond waarbij de fosfaattoestand optimaal wordt voor blauwgrasland (16AA01) met prioriteit 1. Met alleen verschrallingsbeheer blijft de fosfaattoestand voor dit type suboptimaal.

Op deze manier zijn alle kaartvlakken beoordeeld voor de bij de betreffende primaire standplaats passende vegetatietypen. De keuzes die hierbij gemaakt zijn, zijn verwerkt in het inrichtingsadvies in hoofdstuk 5. Hierbij moet aangetekend worden dat deze waardering is gebaseerd op de fosfaattoestand en het effect van maatregelen daarop. De uiteindelijke realisatiekans voor de vegetatietypen hangt ook af van andere standplaatskenmerken zoals de grondwaterstanden (vochttoestand) en het voorkomen van kwel (aanvulling zuurbuffer). Deze worden hier niet beoordeeld.

Figuur 4.1 Stroomschema voor de beoordeling van de fosfaattoestand, het effect van maatregelen en de keuze voor een inrichtingsadvies, uitgewerkt voor één kaartvlak.

4.2 Fosfaattoestand

De beoordeling van de potenties voor de verschillende natuurdoelen heeft plaatsgevonden op basis van de actuele toestand en de mogelijkheden deze te verbeteren via beheer- en inrichtingsmaatregelen. De mate waarin de huidige of toekomstige fosfaattoestand beperkend zal zijn voor het realiseren van de beoogde natuurdoelen, is in de onderzochte percelen bepaald door het vergelijken van de huidige en potentiële fosfaatbeschikbaarheid met beschikbare referentiewaarden (Tabel 4.2).

Tabel 4.2 Referentiewaarden voor de fosfaattoestand van de beoogde vegetatietypen bij de in de onderzochte percelen voorkomende primaire standplaatsen. Voor Pw wordt geen onderscheid gemaakt tussen primaire standplaatsen, voor PSI wel. Bij PS014 is onderscheid gemaakt tussen de bovengrond (klei; PS014b) en de onderliggende laag (dekzand met podzol; PS014o). De opgegeven referentiewaarden zijn de bovengrenzen van het optimale (opt) en suboptimale (sub) bereik voor de betreffende vegetatietypen.

	9BA01		11AA02		16AA01		16AB04		16BB01		16BC01	
	opt	sub	opt	sub	opt	sub	opt	sub	opt	sub	opt	sub
Pw (mg P2O5/l)	3.9	3.9	6.5	10.8	6.5	9	11	21	35	35	21	36
PS002/011/ 111/014o	0.060	0.060	0.093	0.136	0.090	0.120	0.130	0.210	0.265	0.362	0.210	0.270
PS014b/27	0.038	0.038	0.062	0.098	0.060	0.080	0.100	0.170	0.252	0.454	0.170	0.250
PS008/19/ 23	0.061	0.086	0.069	0.076	0.069	0.074	0.076	0.081	0.084	0.086	0.081	0.084
PS012/018/120/ 121	0.062	0.062	0.095	0.139	0.090	0.120	0.140	0.210	0.269	0.367	0.210	0.270

4.2.1 Actuele fosfaatbeschikbaarheid

De actuele fosfaatbeschikbaarheid is bepaald met het Pw-getal. Hierbij worden algemene criteria gehanteerd voor voedselarme en matig voedselrijke natuurdoelen, aangevuld met referentiewaarden uit eerder onderzoek (Chardon, 2008; Van Delft en Brouwer, 2009; Van Delft, Brouwer et al., 2010; Kemmers et al., 2011; Van Delft en Kemmers, 2013). De referentiewaarden voor de bovengrens van het optimale en suboptimale bereik zijn weergegeven in Tabel 4.2. Hierbij wordt geen onderscheid gemaakt tussen primaire standplaatsen.

Op kaart 6 is de actuele fosfaatbeschikbaarheid (Pw), gemiddeld over een wortelzone van 20 cm beoordeeld volgens het schema in Figuur 4.1 (stap 1 t/m 4). Per vlak zijn de vegetatietypen getoetst die volgens de Landschapsleutel op de betreffende primaire standplaats voor kunnen komen. Bij één monster uit een kragge (OMf horizont) in primaire standplaats pS023 (monster A04) werd een zeer hoge Pw gevonden. Dit komt overeen met de resultaten in andere kraggen in het gebied (Van Delft & Kemmers 2013; Van Delft et al., 2015). Het is onwaarschijnlijk dat de werkelijke P-beschikbaarheid hier zo hoog is; de hoge waarde kan het gevolg zijn van de ontsluiting van organisch fosfaat bij de extractie. Omdat in profielen met een OMf-horizont de Pw van de bovenste laag mogelijk overschat is, zijn de vlakken waar dat van toepassing is met een arcering weergegeven.

4.2.2 Potentiële fosfaatbeschikbaarheid in de huidige bovengrond

Met het gehalte Fe-ox en Al-ox wordt de omvang van de fosfaatbuffer bepaald en uit de verhouding tussen P-ox en de fosfaatbuffer de fosfaatverzadigingsindex (PSI). De PSI is indicatief voor de potentiële fosfaatbeschikbaarheid en is gerelateerd aan het Pw-getal. De relatie tussen PSI en Pw-getal verloopt via een zogenaamde adsorptie-isotherm, waarmee de beschikbaarheid van fosfaat als functie van de fosfaatverzadigingsgraad (PSI) tot uitdrukking wordt gebracht. In Figuur 4.2 zijn de waarden van PSI en Pw voor alle mengmonsters uit de onderzochte percelen tegen elkaar uitgezet, samen met een adsorptie-isotherm voor primaire standplaats PS027 die het meest voorkomt in het gebied. De meeste bovengrondmonsters liggen voor zowel Pw als PSI in het bereik van de matig voedselrijke doeltypen; de monsters uit laag 2 vallen binnen het voedselarme bereik.

Met een streepjeslijn is de adsorptie-isotherm voor PS023, verlandingsveen in petgaten weergegeven. Hierbij valt de hoge Pw in de kragge op, maar ook de PSI is hier hoger dan op grond van de isotherm verwacht kan worden. Ook voor de oxalaatextractie geldt dat mogelijk een deel organisch fosfaat is ontsloten.

Figuur 4.2 Relatie tussen actuele (P_w) en potentiële fosfaatbeschikbaarheid (PSI) voor de bodemonsters. De afwijkende monsters met een OMf-horizont zijn rood omcirkeld. Links is de gehele set weergegeven, rechts is ingezoomd op het deel linksonder. Ter vergelijking is de adsorptie-isotherm voor PS027, de meest voorkomende primaire standplaats in het gebied, en voor PS023 (Verlandingsveen) weergegeven. De gekleurde kaders geven het bereik aan waarbinnen de fosfaattoestand voor de bij deze primaire standplaats horende vegetatietypen (sub)optimaal voor kunnen komen. Zie ook Figuur 4.1 en Tabel 4.2.

In kaart 7 is de PSI voor de huidige situatie beoordeeld volgens het schema in Figuur 4.1 (stap 1 t/m 4).

4.2.3 Effect van verschrallen

Om een goede afweging te kunnen maken tussen afgraven en verschrallen als maatregel is een inschatting gemaakt van het fosfaatgehalte dat bereikt kan worden door tien jaar lang een verschrallingsbeheer te voeren. Hierbij wordt uitgegaan van de potentieel beschikbare hoeveelheid fosfaat (P-ox) en een gemiddelde onttrekking van 15 kg P/ha/j.

In Figuur 4.3 wordt dit verschrallingsproces in beeld gebracht. Bij elke maaibeurt wordt fosfaat onttrokken aan het systeem. De vegetatie neemt voor de hergroei fosfaat op uit het bodemvocht. Via evenwichtsrelaties wordt dit weer aangevuld vanuit de actueel beschikbare fractie (P_w). Deze is weer in evenwicht met de potentieel beschikbare fractie (PSI). Hierdoor neemt na elke maaibeurt de P_w eerst af, maar zal daarna weer wat toenemen tot het evenwichtsniveau dat bij de adsorptie-isotherm van de betreffende grond hoort.

In eerder onderzoek werd gevonden dat bij een regulier beheer van maaien en afvoeren een onttrekking van ca. 10 kg P/ha/j bereikt kan worden (Sival en Chardon, 2004). Omdat bij een omvormingsbeheer meestal vaker gemaaid wordt, is met een grotere onttrekking gerekend. Bij uitmijnen kan ca. 50 kg P/ha/j. worden onttrokken. Bij uitmijnen wordt vaak gemaaid, tot wel vijf keer per jaar, waarbij de overige nutriënten op peil worden gehouden door bijmesten en/of het doorzaaien van klaver. Dat zal op de natte veengronden in het studiegebied niet mogelijk zijn, waardoor dit geen reële optie lijkt. De werkelijk haalbare onttrekking zal dan tussen 10 en 50 kg in liggen. In vergelijkbare graslanden bij het Naardermeer is in het najaar van 2013 een herbemonstering uitgevoerd na vier jaar intensief maaien (Van Delft et al., 2006a; Van Delft, 2013). De graslanden zijn drie keer per jaar gemaaid, waarbij de derde snede vaak erg licht was. Op basis van de twee bemonsteringen bleek de jaarlijkse P-onttrekking 10 à 20 kg P/ha te zijn. Daarom is voor dit onderzoek uitgegaan van een onttrekking van 15 kg P/ha/j.

Figuur 4.3 Relatie tussen de actuele fosfaatbeschikbaarheid (P_w) en de potentiële fosfaatbeschikbaarheid (PSI) in een situatie met verschraling. Verschralingsbeheer streeft naar verlagen van zowel P_w als PSI (groene pijl). De blauwe lijntjes illustreren de afname van de actuele beschikbaarheid (P_w) door verschraling, de rode lijntjes geven aan hoe door nalevering (desorptie) het adsorptie-evenwicht hersteld wordt en de potentiële beschikbaarheid (PSI) afneemt.

Het effect van een verschralingsbeheer is in kaart 8 weergegeven door de PSI te beoordelen zoals deze naar verwachting is na tien jaar verschralen met een afvoer van 15 kg P/ha/j uit een wortelzone van 20 cm. De beoordeling heeft plaatsgevonden volgens het schema in Figuur 4.1 (stap 1 t/m 5).

4.2.4 Effect van afgraven van delen van de bovengrond

De terreinbeheerders en de opdrachtgevers hebben aangegeven dat maximaal 30 cm wordt afgegraven. Omdat de bemonsteringsdiepte variabel was, afhankelijk van de profielopbouw (§ 2.6), kon niet volstaan worden met de vergelijking van de eerste en tweede bemonsterde laag. Om het effect van afgraven op de fosfaattoestand te kunnen beoordelen, zijn daarom vier scenario's berekend, waarbij 0, 10, 20 of 30 cm wordt afgegraven. Hierbij is steeds de gemiddelde PSI berekend voor een wortelzone van 20 cm vanaf de ontgravingsdiepte. Als in deze 20 cm twee monsters elkaar overlappen is op basis van het organische stofgehalte een inschatting gemaakt van de dichtheid van de laag, waarna de gehalten P-ox, Al-ox en Fe-ox omgerekend konden worden naar een voorraad per m^2 . Daarmee kon vervolgens een gemiddelde PSI berekend worden. Als het monster van laag 2 niet diep genoeg was voor deze berekening en er geen derde laag bemonsterd is, bijvoorbeeld voor de laag 30-50 cm in het geval van 30 cm afgraven, is aangenomen dat deze laag doorloopt tot 20 cm – het toekomstige maaiveld (in dit geval 50 cm).

De realisatiekansen voor vegetatietypen bij 0, 10, 20 en 30 afgraven zijn beoordeeld volgens het schema in Figuur 4.1, stap 1 t/m 8 en weergegeven in kaart 7, 9, 10 en 11. Voor de maximale afgraafdiepte van 30 cm is daarbij rekening gehouden dat in een deel van de bodems het profiel dusdanig verandert, bijvoorbeeld door het verwijderen van het kleidek, dat sprake is van een andere primaire standplaats met andere potentiële vegetaties en andere fosfaatbuffereigenschappen. De afweging voor de gewenste afgraafdiepte wordt gegeven in hoofdstuk 5.

4.2.5 Uitspoeling

De fosfaattoestand van de derde bemonsterde laag (bij ca. 3 boringen in één mengmonster) is beoordeeld om na te gaan of uitspoeling tot deze diepte heeft plaatsgevonden. Dit is alleen gedaan op de wat hogere dekzandruggen, omdat daar eerder uitspoeling verwacht mag worden. In Tabel 4.3 zijn het organische stofgehalte en de fosfaattoestand van het mengmonster uit laag 3 opgenomen. Hieruit blijkt dat de fosfaattoestand in deze laag (zeer) laag is en dat er zich dus geen noemenswaardige uitspoeling heeft voorgedaan. De fosfaatgift in de onderzochte graslanden is waarschijnlijk ook nooit erg hoog geweest.

Tabel 4.3 Organische stofgehalte en fosfaattoestand in het mengmonster van laag 3.

			O.S.	Pw	PSI	P-tot
Mengmonster	Primaire standplaats	Horizonten	%		mg P2O5/l	mg/kg
C01	PS014 (2), PS111 (1)	Bhe, Ah	4.2	1	0.032	182

4.3 Mineralisatie

De totale hoeveelheden N en P in het profiel geven samen met de veraardingsgraad van het veen een indicatie van de hoeveelheid nutriënten die vrij kunnen komen bij verdere oxidatie van het veen. Veenoxidatie vindt meestal plaats door ontwatering (aeratie). Bij een gewijzigd (flexibel) peilbeheer kunnen periodiek wat lagere grondwaterstanden optreden dan nu het geval is. Dit zou tot een periodieke toename van veenoxidatie kunnen leiden. In hoeverre dat gebeurt, kan op basis van de beschikbare gegevens nu niet gezegd worden. In kaart 5 is wel een inschatting gemaakt van de kans dat mineralisatie optreedt, op basis van de dikte en het type veenhorizonten tot 20 cm onder GLG-niveau (zie § 3.2). Direct boven GLG-niveau is weinig aeratie en zal ook niet veel mineralisatie optreden; hoger in het profiel dringt meer lucht door en zal meer aeratie kunnen plaatsvinden. Omdat vaak al sprake is van vergaande oxidatie van het veen, zijn de ondiepere lagen vaak al sterker veraard en zal hier minder mineralisatie plaatsvinden dan dieper in de bodem. Dit hangt ook af van de mate waarin de veenlagen van de buitenlucht zijn afgesloten door een deklaag van klei of zand. In Tabel 4.4 zijn de gemiddelde waarden voor N-tot en P-tot per horizonttype uitgerekend en weergegeven in volgorde van toenemende veraardingsgraad.

Tabel 4.4 Gemiddelde (gem) en standaarddeviatie (sd) van N-tot en P-tot in verschillende horizonttypen, uitgedrukt als gehalte en als voorraad.

Horizont	Aantal	Voorraad (kg/m ² in laag van 1 dm)									
		N-tot (mg/100g)		C/N (g/g)		P-tot (mg/kg)		N		P	
		gem	stdev.	gem	stdev.	gem	stdev.	gem	stdev.	gem	stdev.
OMf	2	915	643	17.8	1.1	3801	524	0.495	0.127	0.257	0.156
Oh	3	750	300	26.0	6.7	2795	1952	0.399	0.132	0.145	0.097
OAh	1	760	0	16.3	0.0	1506	0	0.525	0.000	0.104	0.000
A	12	482	173	14.8	2.9	808	297	0.440	0.121	0.074	0.021
AC	5	406	95	16.1	1.5	872	254	0.381	0.048	0.081	0.014
Bh	1	100	0	21.0	0.0	184	0	0.134	0.000	0.025	0.000
BC	1	170	0	15.3	0.0	314	0	0.219	0.000	0.040	0.000
Eindtotaal	25	517	279	17.0	4.6	1282	1197	0.410	0.125	0.096	0.072

Naast de gehalten N-tot en P-tot is in Tabel 4.4 ook de voorraad per m² in een laag van één dm uitgerekend. Dat geeft een indruk van de hoeveelheid stikstof die beschikbaar kan komen bij totale mineralisatie van de horizont. Voor fosfaat is dat minder goed te zeggen, omdat vooral in minerale horizonten een groot deel gebonden is aan ijzer- en aluminiumhydroxiden en een beperkt deel als organisch fosfaat voorkomt. Als de laag nog niet verzadigd is met fosfaat wordt bovendien een deel van het fosfaat dat vrijkomt uit mineralisatie alsnog aan de bodem gebonden.

Om een indruk te krijgen van de totale voorraden nutriënten, zijn in kaart 12 de nutriëntenvoorraden weergegeven over het gehele profiel tot 20 cm onder GLG. Hiervoor zijn per boring de voorraden in de bemonsterde lagen opgeteld en voor de onderliggende, niet-bemonsterde horizonten zijn de gemiddelde waarden per horizonttype uit Tabel 4.4 genomen. Voor de vlakken is een gemiddelde waarde genomen van de boringen die dezelfde combinatie van mengmonsters vertegenwoordigen. Samen met kaart 5 kan hiermee een indruk gekregen worden van de kans op eutrofiëring door mineralisatie bij peilverlaging. Uiteraard kan bij een geringe peilverlaging gedurende de zomer niet in één keer de gehele voorraad nutriënten beschikbaar komen, maar een hoge mineralisatiekans op kaart 5, gecombineerd met een grote nutriëntenvoorraad op kaart 12, kan wel tot eutrofiëring leiden.

Om dat te kwantificeren, is meer gericht onderzoek nodig naar de effecten van het peilbeheer op de aeratie en de eigenschappen (veraardingsgraad en nutriëntenvoorraden) van de betrokken horizonten.

4.4 Interne eutrofiëring

Behalve door aeratie bij diepere grondwaterstanden kan onder specifieke omstandigheden ook door vernatting oxidatie van veen optreden, waarbij pyriet gevormd wordt (o.a. Smolders et al., 2012). Hiervoor is de veraardingsgraad van het veen en de aanwezigheid van reduceerbaar ijzer essentieel (Van Delft et al., 2005, 2012; Pals et al., 2013). Door veenoxidatie kan stikstof en fosfaat vrijkomen uit de organische stof, maar ook kan fosfaat gemobiliseerd worden door het verkleinen van de fosfaatbuffercapaciteit als gereduceerd ijzer aan sulfiden gebonden worden tot pyriet. Uit onderzoek blijkt echter ook dat bij wisselend natte en droge omstandigheden de fosfaatbindingscapaciteit juist toeneemt door veranderingen in de kristalstructuur van ijzerhydroxiden (Kemmers, 2007; Kemmers en Nelemans, 2007).

Als er sprake is van permanente verzadiging met water is de kans op desorptie en daaropvolgend uitspoeling groter, omdat de kans dat fosfaat opnieuw vastgelegd wordt kleiner is. Daarnaast kan onder permanent verzadigde omstandigheden een deel van de amorfe Fe-hydroxiden in de bodem gereduceerd raken waardoor de fosfaatbindingscapaciteit afneemt. Het optreden van dit proces is afhankelijk van de volgende factoren die in de onderstaande paragrafen worden toegelicht (Lamers et al., 1998; Lucassen, 2000; Van Delft en Jansen 2003; Van Delft et al., 2005):

- Het optreden van permanent waterverzadigde omstandigheden in fosfaathoudende bodemlagen.
- De aanwezigheid van voldoende goed afbreekbare organische stof.
- De hoeveelheid sulfaat in de bodem en het bodemvocht.
- De verhouding tussen Fe- en Al-hydroxiden in de bodem, omdat de laatste niet door reductieprocessen worden beïnvloed.
- De hoeveelheid fosfaat die gebonden is aan Fe-hydroxiden.
- Daarnaast zijn zuurgraad en de aanwezigheid van ijzer- of kalkrijke kwel van belang.

Permanent verzadigde omstandigheden

Het optreden van permanentwaterverzadigde omstandigheden is in dit onderzoek niet betrokken, maar kan bijvoorbeeld van de droogleggingskaart afgeleid worden.

Organische stof

Het optreden van reductieve omstandigheden als gevolg van waterverzadiging is afhankelijk van de aanwezigheid van voldoende afbreekbare organische stof. Dat is beoordeeld in § 3.3 en kaart 5. Het gaat in het geval van interne eutrofiëring vooral om het voorkomen van weinig veraard veen op de grens tussen de verzadigde en onverzadigde zone, die bij vernatting verzadigd kan raken.

Sulfaatgehalte

Door Bobbink et al. (2007) wordt een $\text{Feox/S} < 0.5$ van de vaste fase aangehouden als grens waarbij de fosfaat- (en sulfide)concentratie in het bodemvocht sterk kan gaan oplopen onder anaerobe omstandigheden. Bodemlagen met Fe/S tussen 0.5 en 1 kunnen als risicovol beschouwd worden. Deze ratio geeft een indicatie voor de kans dat ijzer gereduceerd wordt en de buffercapaciteit zal afnemen. Het geeft echter geen informatie over de hoeveelheid fosfaat die vrijkomt, omdat dat ook afhankelijk is van de hoeveelheid fosfaat die aan dit ijzer geadsorbeerd is. In fosfaatarme bodems zal ijzerreductie niet leiden tot fosfaatmobilisatie. In Figuur 4.4 is de Fe/S -ratio van alle bodemonsters uitgezet tegen de PSI. Risico's doen zich voor onder de lijnen met $\text{Fe/S} = 0.5$ en 1, waarbij ijzerreductie kan optreden en rechts van de lijnen met $\text{PSI} = 0.125$ (zand) en 0.05 (veen), waarbij de bodem als fosfaatverzadigd beschouwd kan worden.

Het gros van de monsters heeft een Fe/S -ratio, ruim boven 1, waarbij desorptie onwaarschijnlijk is. Twee monsters uit veenlagen hebben een Fe/S -ratio < 0.5 . Het betreft beide monsters uit een kragge in PS023, waarbij de kans op organische stofafbraak en het daardoor ontstaan van gereduceerde omstandigheden groot is. Omdat in de percelen waar deze horizonten voorkomen de grondwaterstanden ondiep zijn, is dit ook een mogelijke verklaring voor de hoge Pw-waarden die hier gevonden zijn (zie § 4.2.1).

Figuur 4.4 De Feox/S-ratio uitgezet tegen de PSI. De horizontale stippellijnen geven de grenswaarden voor Feox/S = 0.5 en 1, waaronder bij anaerobe omstandigheden ijzerreductie en fosfaatmobilisatie kan optreden (<0.5 waarschijnlijk, 0.5-1 mogelijk). De verticale stippellijnen geven de grenswaarden voor PSI = 0.125 en 0.05 waarboven de kans op fosfaatdesorptie toeneemt bij respectievelijk klei- en zandgronden en veengronden, de monsters uit veenlagen zijn met een rode driehoek gemarkeerd.

Tabel 4.5 Gemiddelde waarden (gem) en standaardafwijking (sd) per horizonttype voor parameters die van belang zijn voor interne eutrofiëring.

Horizont	Aantal	Fe/S (mol/mol)		PSI (mol/mol)		Fractie Fe (mol/mol)		P-ox/Fe-ox (mol/mol)	
		gem	sd	gem	sd	gem	sd	gem	sd
OMf	2	0.23	0.18	0.085	0.055	0.49	0.24	0.165	0.033
Oh	3	2.34	1.94	0.045	0.003	0.68	0.01	0.065	0.003
OAh	1	4.68	0.00	0.062	0.000	0.76	0.00	0.081	0.000
A	12	5.87	1.51	0.102	0.024	0.70	0.07	0.147	0.038
AC	5	6.61	1.15	0.060	0.010	0.72	0.04	0.084	0.015
Bh	1	2.78	0.00	0.032	0.000	0.21	0.00	0.156	0.000
BC	1	4.28	0.00	0.042	0.000	0.53	0.00	0.079	0.000
Eindtotaal	25	4.91	2.34	0.079	0.033	0.66	0.14	0.121	0.046

Verhouding IJzer/Aluminium

Bij reductie wordt een deel van de Fe-hydroxiden omgezet van Fe^{3+} naar Fe^{2+} , waardoor de adsorptiecapaciteit voor P afneemt. Fe^{2+} vormt samen met S pyriet (Van Delft et al., 2005). Hierdoor vindt desorptie van P plaats, omdat de PSI relatief hoger wordt. Al-hydroxiden worden niet beïnvloed. Fosfaatmobilisatie door reductie heeft dus alleen betrekking op Fe-hydroxiden. De verhouding tussen beide hydroxiden is dus van grote invloed op de hoeveelheid fosfaat die door reductie gemobiliseerd kan worden. In Tabel 4.5 is per horizont de gemiddelde waarde van de fractie ijzer in de fosfaatbuffer opgenomen: $\text{Fractie Fe} = \text{Fe-ox}/(\text{Fe-ox} + \text{Al-ox})$. Bij de meeste horizonttypen is deze > 0.60; dit betekent dat ijzer het grootste deel uitmaakt van de fosfaatbuffer. Dat is voor een deel het gevolg van kwelinvloed, waarbij ijzer is aangevoerd en zal mogelijk ook verband houden met de samenstelling van de kleimineralen in het kleidek. De typische 'podzol-horizonten' Bh en BC hebben door uitspoeling een lager aandeel ijzer, waardoor aluminium dominant is binnen de fosfaatbuffer. Opvallend is dat dit ook geldt voor OMf. In deze lagen wordt de fosfaatbuffer dus minder sterk beïnvloed door reductie als gevolg van vernatting.

Aan ijzer gebonden fosfaat

Bij onderzoek naar het effect van inundatie op rivierdalgronden vonden Loeb et al. (2008) dat bij een P-ox/Fe-ox ratio <0.2 het risico voor interne eutrofiëring gering is. Er is dan een overmaat aan

adsorptiecapaciteit aanwezig, waarbij fosfaat zeer sterk wordt geadsorbeerd en nauwelijks in oplossing komt. Bij een P-ox/Fe-ox ratio > 1 ontstaat een groot risico van interne eutrofiëring. Dit traject komt overeen met het verticale traject van de klassiek adsorptie-isotherm volgens Langmuir, die gebaseerd is op de P-ox/(Fe-ox + Al-ox) ratio (i.e. PSI). Omdat bij de gebruikte extractiemethode geadsorbeerd fosfaat van zowel Fe- als Al-hydroxiden bepaald wordt, is de gevonden verhouding sterk afhankelijk van de hiervoor besproken Fe-ox/Al-ox verhouding en niet zomaar toepasbaar. In de onderzochte percelen is het aandeel ijzer in de fosfaatbuffer over het algemeen vrij groot. Vrijwel alle horizonten hebben gemiddeld een lage P-ox/Fe-ox ratio (Tabel 4.5). In Figuur 4.5 is deze verhouding voor alle monsters uitgezet tegen het aandeel Fe in de fosfaatbuffer. Een P-ox/Fe-ox-ratio > 1 met een groot risico op interne eutrofiëring komt nergens voor. In één bovengrondmonster komt een waarde > 0.2 voor. In een bovengrond zal minder snel sprake zijn van permanent verzadigde omstandigheden, dus fosfaatmobilisatie is hier niet te verwachten.

Figuur 4.5 Verhouding P-ox/Fe-ox uitgezet tegen het aandeel Fe in de P buffer.

Zuurgraad en kwel

De mobilisatie van fosfaat wordt in kalkrijke bodems met een hoge pH beperkt door vorming van calciumfosfaten, maar dat is in Noorderpark niet aan de orde. Ook kan fosfaat vastgelegd worden door kalkrijke of ijzerrijke kwel. Dat betekent dat in de kwelrijkere delen de kans op fosfaatmobilisatie geringer is dan in de delen met infiltratie.

4.5 Zuurbuffer

De zuurbuffercapaciteit van de bodem wordt bepaald door verschillende eigenschappen van de bodem, zoals kalkgehalte, basenbezetting en mineralogische samenstelling. De bodems in de onderzochte percelen zijn alle kalkloos, maar hebben deels wel een vrij hoge calciumbezetting (Figuur 4.6). Hierdoor wordt de zuurgraad gebufferd tussen pH-KCl 4,5 en 6,0. Zuurinput wordt gebufferd door uitwisseling van kationen (vooral Ca^{2+}) met waterstofionen aan het adsorptiecomplex (negatief geladen klei- en humusdeeltjes). Daardoor kan de calciumverzadiging afnemen, zonder dat een duidelijke daling van de pH optreedt. Als de calciumverzadiging lager wordt dan 30% neemt de bufferende werking van het adsorptiecomplex sterk af en daalt de pH sneller. Daarom is het van belang te weten hoeveel zuur de bodem kan bufferen voordat dit buffersysteem is uitgeput.

Figuur 4.6 Relatie tussen pH-KCl en Calciumverzadiging.

In kaart 13 is de zuurbuffer van de huidige bovengrond weergegeven voor een wortelzone van 20 cm. Hiervoor is per bemonsterde laag tot 20 cm –mv. uitgerekend hoeveel zuurinput nodig is om de calciumverzadiging te laten dalen tot 30%, de waarde waarbij de zuurbuffer door kationomwisseling is uitgeput (Figuur 4.6). Dit is uitgedrukt in kmol/ha. De omvang van de werkelijke zuurinput is niet bekend, maar voor het studiegebied kan uitgegaan worden van 3 kmol/ha/j uit atmosferische depositie (bron: RIVM). Daarnaast komt ook zuur vrij bij afbraak van organische stof en mogelijk bij pyrietoxidatie bij verlaagde peilen. Daar staat tegenover dat in delen van het gebied waar kwel tot in maaiveld voorkomt, de zuurbuffer weer wordt aangevuld. Als alleen gerekend wordt met atmosferische depositie betekent dit dat bij zuurbuffer < 75 kmol/ha, binnen 25 jaar de kritische grens van 30% calciumverzadiging wordt overschreden. Dat is in de nu onderzochte percelen nergens het geval. Voor lager gelegen delen met een zuurbuffer > 150 k/mol zou dit meer dan 50 jaar duren, terwijl daar juist vaak sprake is van aanvulling door kwel.

5 Inrichtingsadvies

5.1 Advies op basis van de fosfaattoestand

In § 4.2 is de fosfaattoestand in de onderzochte percelen besproken. De realisatiekansen voor vegetatietypen bij actuele fosfaattoestand is weergegeven op kaart 6 en 7, de realisatiekansen na verschillende maatregelen staan op kaart 8 t/m 11. Om tot een inrichtingsadvies te komen, is nagegaan wat de hoogst mogelijke 'winst' aan natuurwaarden kan opleveren, bij een zo gering mogelijke investering (zie Figuur 4.1). Hierbij zijn de volgende overwegingen betrokken:

- Bij welke maatregelen kan de meest prioritaire vegetatie ontwikkeld worden (zie Tabel 5.1) bij de minst ingrijpende maatregel?
 - Blauwgrasland (16AA01) heeft een hogere prioriteit dan dotterbloemhooiland (16AB04) en dotterbloemhooiland boven kamgras (16BC01).
 - Indien bijvoorbeeld 10 cm afgraven voldoende is, wordt dieper afgraven niet voorgesteld.
- Als bij een maatregel de fosfaattoestand optimaal gemaakt kan worden voor een vegetatietype met een hoge prioriteit, wordt deze maatregel geselecteerd.
- Als bij een maatregel de fosfaattoestand niet optimaal, maar wel suboptimaal gemaakt kan worden voor een vegetatietype met een hoge prioriteit, wordt deze maatregel geselecteerd.
- Omdat de maatregel 'afgraven' sterk ingrijpt in de bodemopbouw en relatief kostbaar is, wordt deze alleen geadviseerd op locaties waar de kans op het ontwikkelen van een optimale of suboptimale standplaats voor vegetatietypen met prioriteit 1 of 2 aanwezig is. Er is een aantal redenen om terughoudend te zijn met afgraven als inrichtingsmaatregel:
 - De dekzandruggen in het gebied zijn nog relatief ongeschonden, omdat zij door een veenpakket werden afgedekt en verdienen daarom gespaard te worden uit overwegingen van aardkundige waarden. Delen van het onderzoeksgebied zijn aangewezen als aardkundig waardevol (bron: provincie Utrecht). Mogelijk zijn zij ook archeologisch van belang omdat het vóór en tijdens de veenvorming relatief hooggelegen terreindelen waren. Hiervoor geldt de archeologische verwachtings- en beleidsadvieskaart, vastgesteld door de gemeente Stichtse Vecht op 30-11-2012. Het deel dat onder de gemeente De Bilt valt, bevat eveneens delen met hoge verwachtingswaarden en wordt 28 november 2013 besproken in de gemeenteraad.
 - De dekzandruggen kunnen een rol spelen in de lokale hydrologie en leveren een gradiënt in vochttoestand en zuurgraad.
 - Bij te diep afgraven van de dekzandruggen zal dit een ongunstig substraat opleveren waar hooguit vochtige hei op mogelijk is.
 - De kleidekken in het gebied getuigen van de recente geologische wordingsgeschiedenis van deze regio. Dit vertegenwoordigt een aardkundige waarde die zorgvuldig afgewogen moet worden bij de keuze voor wel of niet afgraven.
- Voor locaties waar met géén van de maatregelen een reële verbetering van de realisatiekansen voor de beoordeelde vegetatietypen te verwachten is, zou het advies 'Niet doen' kunnen gelden. In overleg met de opdrachtgever is echter besloten daar te kiezen voor 'Verschralen', omdat dit in elk geval op termijn kan bijdragen aan een hogere soortenrijkdom en omdat hiermee zo veel mogelijk fosfaat uit het gebied verwijderd kan worden.

Tabel 5.1 Prioritering van de beoordeelde vegetatietypen: 1 = hoge prioriteit, 5 = lage prioriteit.

Vegetatietype	Prioriteit
11AA02 – Associatie van Gewone dophei	4
16AA01 – Blauwgrasland	1
16AB04 – Associatie van Boterbloemen en Waterkruiskruid	2
16BC01 – Kamgrasweide	3
9BA01 – Associatie van Schorpioenmos en Ronde zegge	1
NB – Niet beoordeeld	5

5.2 Definitieve inrichtingskaart

Het uiteindelijke inrichtingsadvies is weergegeven op kaart 14, in de kaartvlakken zijn de vlaknummers van het GIS-bestand opgenomen voor koppeling aan de gegevens in Bijlage 5. In die bijlage is per kaartvlak de fosfaattoestand aangegeven in de wortelzone van 20 cm, voor de uitgangssituatie en de verschillende maatregelen. Vervolgens is aangegeven welke maatregel dan op basis van bovenstaande overwegingen en het stroomschema in Figuur 4.1 gekozen zou kunnen worden en voor welke vegetatietypen deze maatregel een optimale (voor de streep) of suboptimale fosfaattoestand (achter de streep) zou opleveren. Deze maatregelen houden echter geen rekening met de grondwaterstanden waardoor de kans bestaat dat, zeker bij diepere afgraving, een te natte standplaats zou ontstaan. Daarom heeft de opdrachtgever de voorgestelde maatregel per kaartvlak getoetst aan de drooglegging en hierop een keuze gemaakt voor een maatregel. Gerekend is met een peil van maximaal -1.0 m NAP en een minimum peil van -1.3 m voor het gebied Tienhoven. Op basis van deze kaart wordt na overleg met de terreinbeheerders, provincie en het waterschap een definitief inrichtingsadvies opgesteld.

In de lagere delen lijkt veel winst te behalen met inrichtingsmaatregelen die veelal bestaan uit 10 à 20 cm afgraven. Voor de hogere ruggen wordt in het inrichtingsadvies afgraven niet geadviseerd, met verschrallingsbeheer kunnen hier schrale vegetaties gerealiseerd worden. Bovendien zal het reliëf versterkt worden waardoor lokale grondwatersystemen versterkt kunnen worden die de zuurbuffer in de lagere delen kunnen versterken.

De keuze door de opdrachtgever is in de laatste kolommen weergegeven, met de daarbij te realiseren vegetatietypen. In de kolom 'vergelijk' is aangegeven of de keuze overeenkomt met het oorspronkelijke advies. Als hiervan is afgeweken, is dat op kaart 14 met een arcering aangegeven. Op kaart 15 is een inschatting gemaakt van de vegetatietypen waarvoor de fosfaattoestand na inrichting volgens de definitieve keuze optimaal of suboptimaal zal zijn. Vergelijking met kaart 7 geeft dan de behaalde 'winst' in natuurwaarden, vergeleken met de situatie waarbij geen maatregelen genomen worden.

5.3 Effect op zuurbuffer

Het afgraven van een deel van de bovengrond kan ook invloed hebben op de zuurbuffer van de bodem (zie § 4.5). Door het afgraven van een dunne laag kan het zijn dat een laag met een hogere calciumverzadiging en zuurbuffer aan maaiveld komt, waardoor de zuurbuffer toeneemt. Bij het afgraven van bijvoorbeeld het gehele kleidek, met een hoge CEC en hoge zuurbuffer, kan het zijn dat de zuurbuffer afneemt en bij gebrek aan voldoende aanvulling door kwel, uiteindelijk verzuring kan gaan optreden. Om dat in beeld te brengen, is in Figuur 5.1 de zuurbuffer in beeld gebracht voor de huidige bovengrond, bij 10, 20 of 30 cm afgraven en bij de uiteindelijk gekozen maatregelen.

Het blijkt dat bij ondiep afgraven (10 à 20 cm) de zuurbuffer in positieve zin wordt beïnvloed, omdat na afgraven een grotere zuurbuffer gevonden wordt voor de nieuwe bovengrond. Dat is te verklaren uit het feit dat niet al te diep wordt afgegraven en de nieuwe bovengrond nog wel een grote CEC heeft. Omdat de diepere lagen dieper bij het grondwater liggen en minder beïnvloed zijn door oppervlakkige verzuring, hebben deze een hogere calciumbezetting en daarmee ook een grotere zuurbuffer. Bij diep afgraven wordt meestal een lagere zuurbuffer gevonden, omdat dan alleen kaal zand overblijft met een geringe zuurbuffer. Of deze grotere zuurbuffer op termijn in stand blijft, hangt dus af van de mate waarin kwel voorkomt en kan doordringen in de wortelzone. Dat zal ook sterk afhankelijk zijn van de hydrologische inrichting en het peilbeheer.

In een enkel geval lijkt bij de voorgestelde maatregelen de zuurbuffer af te nemen, bijvoorbeeld in het meest zuidelijk perceel (141) waar 30 cm afgraven nodig zou zijn om een gunstige fosfaattoestand te verkrijgen voor blauwgrasland. Dan moet overwogen worden of het afgraven tot de voorgestelde diepte nodig is of dat ook met een geringere diepte volstaan kan worden.

Figuur 5.1 Effect van de maatregelen op de zuurbuffer.

Literatuur

- Bazelmans, J., B. Hoogendoorn, M. v. d. Meulen, P. Vos en H. Weerts, 2011. Atlas van Nederland in het Holoceen. Amsterdam, Bert Bakker.
- Bobbink, R., M. Hart, M. v. Kempen, F. Smolders en J. Roelofs, 2007. Grondwaterkwaliteitsaspecten bij vernatting van verdroogde natte natuurepaleis in Noord-Brabant. Nijmegen, B-WARE Research Centre. Rapport 2007.15.
- Bongers, M.G.H., M.C.C. d. Graaf, S.M. Hennekens, A.J.M. Jansen, H.A.M.M. v. Loon, W.A. Ozinga, N.M. v. Rooijen en J.H.J. Schaminée, 2013. Wegwijs in de natuur; Achtergronden, illustraties en toepassingen van het Informatiesysteem SynBioSys. Wageningen/Velp, Alterra Wageningen UR/Van Hall Larenstein.
- Brouwer, F., J.A.M. ten Cate en A. Scholten, 1992. Bodemgeografisch onderzoek in landinrichtingsgebieden; Bodemvorming, methoden en begrippen. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 157.
- Cate, J.A.M. t., A.F. van Holst, H. Kleijer en J. Stolp, 1995. Handleiding bodemgeografisch onderzoek; Richtlijnen en voorschriften; Deel A: Bodem. Wageningen, SC-DLO. Technisch document 19A.
- Chardon, W.J., 2008. Uitmijnen of afgraven van voormalige landbouwgronden ten behoeve van natuurontwikkeling; Een studie in het kader van 'Bodemdiensten'. Wageningen, Alterra. Alterra-rapport 1683.
- Delft, S.P.J. v. en P.C. Jansen, 2003. Randvoorwaarden natuurontwikkeling Onderlaatsse Laak; Bodemkundige en hydrologische kansen en beperkingen voor de realisatie van natuurdoelen. Wageningen, Alterra. Alterra-rapport 799.
- Delft, S.P.J. v., R.H. Kemmers en A.G. Jongmans, 2005. Pyrietvorming in relatie tot interne eutrofiëring en verzuring. Wageningen, Alterra. Alterra-rapport 1161.
- Delft, S.P.J. v., F. Brouwer, R.H. Kemmers en B. Sijtsma, 2006a. Inrichtingsplan Naardermeer-Oost. Wageningen/'s Gravenland, Alterra/Vereniging Natuurmonumenten.
- Delft, B. v., R. d. Waal, R. Kemmers, P. Mekking en J. Sevink, 2006b. Field guide Humus Forms; Description and classification of humus forms for ecological applications. Wageningen, Alterra.
- Delft, S.P.J. v. en F. Brouwer, 2009. Natuurpotentie projectgebied "Veldweg-Reeënweg" in de Wieden; Bodemchemisch en -geografisch onderzoek. Wageningen, Alterra-Wageningen UR. Alterra-rapport 1917.
- Delft, B. v., F. Brouwer en P. Bolhuis, 2010. Ecohydrologie en bodemchemie Veluwe-meerkust; Resultaten van een Ecopedologisch onderzoek. Wageningen, WUR-Alterra.
- Delft, S.P.J. v., 2012. Fosfaatnalevering Noorderpark en Oostelijke Binnenpolder; Plan van aanpak risico inschatting. Wageningen, Alterra-WageningenUR. Notitie
- Delft, S.P.J. v., 2013. Monitoring Naardermeer-Oost; Evaluatie bodemchemische ontwikkeling in enkele percelen na 4 jaar verschralen. Wageningen, Alterra-WageningenUR.
- Delft, S.P.J. v. en R. Kemmers, 2013. Natuurontwikkeling graslanden kwelrijke flank Oostelijke Vechtplassen; Resultaten van een ecopedologisch en bodemchemisch onderzoek. Wageningen, Alterra. Alterra-rapport 2415.
- Delft, S.P.J. v., G.J. Maas & F. Brouwer, 2014. Fosfaatonderzoek Noorderpark; Bodemonderzoek t.b.v. realisatie soortenrijke schraallanden. Wageningen, Alterra. Alterra-rapport 2493.
- Delft, S.P.J. v., G.J. Maas & R.W. d. Waal, 2015. "De Landschapsleutel OnLine." 2015, <http://landschapsleutel.wur.nl/>. Wageningen, Alterra - WageningenUR.
- Kemmers, R.H. en S.P.J. van Delft, 2001. Bodemkundige aspecten van de uitgangstoestand in het Reestdal en de Westbroekse Zodden bij bevoeiing als herstelmaatregel voor verzuurde beekdalgraslanden. Wageningen, Alterra Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-rapport 196.
- Kemmers, R.H., 2007. Desorptie en adsorptie van fosfaat na vernatting van veengrond uit het Hunzedal. Wageningen, Alterra. Alterra-rapport 1575.
- Kemmers, R.H. en J.A. Nelemans, 2007. Vergroting van de fosfaatadsorptiecapaciteit en afname van de chemische beschikbaarheid van fosfaat in gronden door wisselvochtigheid?; Resultaten van

-
- desorptie en adsorptie-experimenten met zand-, klei- en veengrond. Wageningen, Alterra. Alterra-rapport 1546.
- Kemmers, R.H., S.P.J. v. Delft, M.C. v. Riel, P.W.F.M. Hommel, A.J.M. Jansen, B. Klaver, R. Loeb, J. Runhaar en H. Smeenge, 2011. Landschapsleutel; Leidraad voor natuurontwikkeling. Wageningen, Alterra, onderdeel van Wageningen UR. Alterra-rapport 2140.
- Lamers, L.P.M., H.B.M. Tomassen en J.G.M. Roelofs (1998). "Sulphate induced eutrophication and phytotoxicity in freshwater wetlands." *Environmental Science Technology* 32: 199-205.
- Loeb, R., 2008. On biogeochemical processes influencing eutrophication and toxicity in riverine wetlands. Nijmegen, Radboud Universiteit Nijmegen. Proefschrift
- Lucassen, E., A. Smolders en J. Roelofs (2000). "De effecten van verhoogde sulfaatgehalten op grondwater gevoede ecosystemen." *H2O* 25/26: 28-31.
- Pals, A., S.P. J. v. Delft, R.H. Kemmers en H. d. Mars, 2013. Expertadvies bodemchemie en ecohydrologie Landschap de Liereman en omgeving. Mechelen/Wageningen, HASKONING BELGIUM SA/NV / Alterra-Wageningen UR. Conceptrapport
- Ridder, R. d. en H. Kolkman, 2013. LESA Utrechtse deel N2000 gebied Oostelijke Vechtplassen (landschapsecologische systeemanalyse) Versie 2. Utrecht, Dienst Landelijk Gebied.
- Scholten, A. en G. Rutten, 1987. De bodemgesteldheid van het herinrichtingsgebied Het Noorderpark: resultaten van een bodemgeografisch onderzoek en geschiktheidsbeoordeling voor weidebouw Wageningen, Stichting voor Bodemkartering. Stiboka-rapport 1887.
- Sival, F.P. en W.J. Chardon, 2004. Natuurontwikkeling op fosfaatverzaadigde gronden: fosfaatonttrekking door een gewas. Wageningen, Alterra. Alterra-rapport 1090.
- Smolders, F., J. Loermans en Lamers, L. 2012. Effecten van flexibel peilbeheer op bodemprocessen en waterkwaliteit. B-ware, Radboud Universiteit Nijmegen.

Bijlage 1 Profielbeschrijvingen

De ligging van de boorpunten is weergegeven op kaart 2. Voor alle coderingen en indelingen in deze bijlage wordt verwezen naar de toelichting in hoofdstuk 3 en verder naar de handleiding voor karteringen (Ten Cate et al., 1995), de toelichting bij karteringen (Brouwer et al., 1992) en de veldgids humusvormen (Van Delft et al., 2006b).

Gegevens boorpunten

Monsterlocatie	Boorpunt	X	Y	HOOGTE	STPC	GEBPC_C	GHG	GLG	Gt	OPMERKING
M01	1001	135121	465273		1dp8	ohVz	5	75	IIa	
M02	1002	135240	465294		k2q422	opcHn	35	115	IIIb	
M03	1003	135344	465312		2k422	opWp	15	90	IIIa	
M04	1005	135735	465455		k2q422	opcHn	45	125	VIo	
M05	1004	135619	465417		4i431H	tZn51H	25	110	IIIb	Andere punten iets minder verwerkt
M06	1006	135797	465520		2k422	opWp	20	90	IIIa	
M07	1022	136147	465377		k4d432	opWz	10	85	IIIa	
M08	1034	135897	465260		2k422	opWp	15	90	IIIa	
M09	1018	135259	465081		oR4m221cv6F	opRv51F	10	90	IIIa	
M10	1025	136422	465432		2o422	opcHn	15	90	IIIa	
M11	1020	135766	465257		o1rz9F	opVzF	10	85	IIIa	
M12	1019	135588	465203		2k423	opWp	15	100	IIIa	
M13	1021	135923	465307		2k422F	opWpF	15	100	IIIa	
M14	1023	136370	465465		2k422	opWp	10	90	IIIa	
M15	1008	135183	464989		2k422	opWp	15	90	IIIa	Gegierd perceel
M16	1009	135286	465041		2l422F	zWp	10	90	IIIa	Andere 2 niet-verwerkte 2k, zware zavel
M17	1010	135587	465146		2k422	opWp	15	85	IIIa	
M18	1035	136039	465306		1rz7	opVz	10	55	IIa	
M19	1026	136238	465371		2k422	opWp	10	90	IIIa	
M20	1024	136464	465443		2q422	cHn53	25	110	IIIb	
M21	1028	135445	465050		oR4o222cw5p6	opRn59C	10	75	IIa	
M22	1027	135244	464981		2k423	opWp	10	80	IIa	

Monsterlocatie	Boorpunt	X	Y	HOOGTE	STPC	GEBPC_C	GHG	GLG	Gt	OPMERKING
M23	1029	135729	465163		oR4o225cp9F	opRn59C	10	70	IIa	
M24	1031	135855	465192		2k422	opWp	10	70	IIa	
M25	1032	136034	465253		o1rz7F	opVz	10	65	IIa	
M26	1033	136240	465327		2k422	opWp	10	80	IIIa	
M27	1013	135707	464655		2k423	opWp	10	80	IIa	
M28	1012	135607	464607		2o422	opcHn	20	100	IIIa	
M29	1016	135892	464719		2o422	opcHn	15	100	IIIa	
M30	1015	136019	464772		1dp9H	ohVz	10	80	IIa	
M31	1017	135903	464686		k2q422	opcHn	35	110	IIIb	
M32	1014	135733	464628		2k422F	opWpF	25	110	IIIb	
M33	1007	134982	464923		2o422F	opcHnF	25	100	IIIb	
M34	1011	135393	465076		2k422	opWp	10	85	IIIa	
M35	1030	135789	465162		1kr	Vor	0	20	wIa	Kragge
M36	1036	135663	465120		2k423F	opWpF	10	80	IIa	

Laaggegevens

Monsterlocatie	Boorpunt	LAAG_NR	BOVENGRENS	ONDERGRENS	HOR_CODE	HHor_Code	ORG_STOF	VEEN_C	LUTUM	LEEM	M50	KALK	RIDPING	GEO_FOR_C	OPMERKING
M01	1001	1	0	25	1Ahg	OA	22	DK	16				1	111	
M01	1001	2	25	50	2Cw	Oh	50	DV	2				1	111	
M01	1001	3	50	80	2Cu	Of	70	S	1				1	152	
M01	1001	4	80	100	3AB		12		1	15	150	1		411	
M01	1001	5	100	120	3Bhe		2		1	10	150	1		411	
M02	1002	1	0	25	1Aa		4		13			1	5	692	
M02	1002	2	25	40	2Ah		5		1	14	145	1		411	b.i. dun kleibandje 20% lutm
M02	1002	3	40	70	2Bhe		2		1	9	150	1		411	
M02	1002	4	70	90	2BCe		0.5		1	9	150	1		411	
M02	1002	5	90	120	2Ce		0.1		1	9	150	1		411	
M03	1003	1	0	20	1Ahg		7		12			1	5	321	
M03	1003	2	20	35	2Cw	Oh	45	DV	4			1		111	
M03	1003	3	35	50	3Ahb		12		2	17	150	1		411	
M03	1003	4	50	70	3Bhe		2		1	10	150	1		411	
M03	1003	5	70	100	3BCe		0.5		1	9	155	1		411	
M03	1003	6	100	120	3Ce		0.1		1	9	155	1		411	
M04	1005	1	0	25	1Aa		4		8		145	1	5	692	
M04	1005	2	25	45	1Ah		6		2	12	150	1		411	
M04	1005	3	45	100	1Bhe		3		1	9	150	1		411	
M04	1005	4	100	120	1BCe		0.5		1	9	150	1		411	
M05	1004	1	0	12	1Ap		4		6	16	150	1		693	
M05	1004	2	12	70	1B/C		0.5		1	9	155	1		693	
M05	1004	3	70	100	1Ahb		12		6	16	140	1		411	
M05	1004	4	100	120	1Bhe		5		3	14	145	1		411	
M06	1006	1	0	15	1Ahg		10		12		145	1	5	321	
M06	1006	2	15	25	2Cw	OA	25	DK	12			1		111	
M06	1006	3	25	40	3AB		12		2	14	145	1		411	
M06	1006	4	40	80	3Bhe		2		1	11	150	1		411	
M06	1006	5	80	120	3BCe		0.5		1	9	150	1		411	

Monsterlocatie	Boorpunt	LAAG_NR	BOVENGRENS	ONDERGRENS	HOR_CODE	HHor_Code	ORG_STOF	VEEN_C	LUTUM	LEEM	M50	KALK	RIJPING	GEO_FOR_C	OPMERKING
M07	1022	1	0	20	1Aag			12	8			1	5	692	
M07	1022	2	20	35	1ACg			8	20			1	5	321	
M07	1022	3	35	55	2Cu	Of		80 S	1			1		152	
M07	1022	4	55	65	3Ahb			5	1	10	155	1		411	
M07	1022	5	65	120	3BCe			0.3	1	10	160	1		411	iets podzolering
M08	1034	1	0	15	1Aa			12	10			1	5	692	
M08	1034	2	15	30	1ACg			10	12			1	5	321	
M08	1034	3	30	35	2Cw	Oh		35 DK	8			1		111	verweerd
M08	1034	4	35	50	3Ahb			8	2	16	145	1		411	
M08	1034	5	50	80	3Bhe			2	1	15	150	1		411	
M08	1034	6	80	120	3BC			0.5	1	14	150	1		411	
M09	1018	1	0	15	1Ahg			10	8			1	5	321	toemaak
M09	1018	2	15	55	1A/Cg			14	13			1	5	321	
M09	1018	3	55	100	2Cw	OAh		25 DK	10			1		111	
M09	1018	4	100	115	2Cr	Og		60 DV	5			1		111	iets broekig
M09	1018	5	115	120	3Ahb			10	1	14	150	1		411	
M10	1025	1	0	15	1Aag1			6	8			1	5	692	
M10	1025	2	15	25	1Aag2			5	15			1	5	692	
M10	1025	3	25	45	2Ahb			7	2	14	150	1		411	
M10	1025	4	45	90	2Bhe			2	1	12	150	1		411	
M10	1025	5	90	120	2BC			0.3	1	10	150	1		411	
M11	1020	1	0	25	1Aa			8	8		160	1	5	692	toemaak
M11	1020	2	25	40	1A/Cg			8	12			1	5	321	met puinresten
M11	1020	3	40	90	2Cw	OAh		25 DK	12			1		111	veraard, bont
M11	1020	4	90	110	3Ahb			10	1	12	155	1		411	
M11	1020	5	110	120	3BCe			0.3	1	10	160	1		411	zwak ontwikkeld
M12	1019	1	0	15	1Ah			6	10			1	5	321	
M12	1019	2	15	40	1ACg			4	18			1	5	321	
M12	1019	3	40	55	2Cu	Of		80 S	1			1		152	HEIDETAKJES
M12	1019	4	55	65	3Ahb			10	1	15	150	1		411	
M12	1019	5	65	100	3Bhe			2	1	12	150	1		411	

Monsterlocatie	Boorpunt	LAAG_NR	BOVENGRENS	ONDERGRENS	HOR_CODE	HHor_Code	ORG_STOF	VEEN_C	LUTUM	LEEM	M50	KALK	RIJPING	GEO_FOR_C	OPMERKING
M12	1019	6	100	120	3BCe			0.5		1	10	155	1		411
M13	1021	1	0	20	1Ahg			10	10				1	5	693 toemaak, verwerkt
M13	1021	2	20	40	1A/C			10	5	15	150	1	5		693
M13	1021	3	40	60	2Cw	Od		40 DK	10				1		111 iets herkenbare S
M13	1021	4	60	80	3Ahb			10	1	14	150	1			411
M13	1021	5	80	120	3BCe			0.5	1	12	150	1			411
M14	1023	1	0	15	1Aag			10	10				1	5	692 TOEMAAK
M14	1023	2	15	25	1ACg			10	17				1	5	321
M14	1023	3	25	45	2Cw	Od		50 DV	3				1		111 half verweerde S
M14	1023	4	45	65	3AB			1	1	10	150	1			411
M14	1023	5	65	120	3BCe			0.5	1	10	150	1			411
M15	1008	1	0	20	1Ahg			15	18				1	5	321
M15	1008	2	20	40	2Cw	Od		60 DV	1				1		111 half verweerd S
M15	1008	3	40	65	3AB			10	2	16	145	1			411
M15	1008	4	65	75	3Bhe			5	1	14	150	1			411
M15	1008	5	75	95	3Cgr			0.2	1	10	150	1			411
M15	1008	6	95	120	3BC			0.5	1	10	155	1			411 waterhard
M16	1009	1	0	35	1A/B			5	6	14	145	1			693
M16	1009	2	35	70	2Cw	Od		65 S	1				1		152 1/3 verteerd
M16	1009	3	70	95	3Ahb			14	2	14	145	1			411
M16	1009	4	95	110	3Bhe			3	1	12	145	1			411
M16	1009	5	110	120	3BCe			0.5	1	10	150	1			411
M17	1010	1	0	25	1Ahg			13	16				1	5	321
M17	1010	2	25	45	2Cw	Oh		55 DV	3				1		111 bijna verweerd
M17	1010	3	45	60	3Ahb			10	2	17	150	1			411
M17	1010	4	60	90	3Bhe			2	1	14	150	1			411
M17	1010	5	90	120	3BC			0.5	1	8	150	1			411
M18	1035	1	0	25	1Aag			10	12				1	5	692
M18	1035	2	25	50	2Cu	Od		60 S	2				1		152 iets veraard
M18	1035	3	50	75	2Cr	Of		80 S	1				1		152 lok
M18	1035	4	75	120	3Cr			1	1	10	160	1			411

Monsterlocatie	Boorpunt	LAAG_NR	BOVENGRENS	ONDERGRENS	HOR_CODE	HHor_Code	ORG_STOF	VEEN_C	LUTUM	LEEM	M50	KALK	RIJPING	GEO_FOR_C	OPMERKING	
M19	1026	1	0	20	1Aag			12		9			1	5	692	
M19	1026	2	20	35	1ACg			10		15			1	5	321	
M19	1026	3	35	60	2Cu	Om		70	C	3			1		131	
M19	1026	4	60	70	3Ahb			3		1	14	150	1		411	
M19	1026	5	70	100	3Bhe			1		1	14	150	1		411	
M19	1026	6	100	120	3BC			0.3		1	10	150	1		411	
M20	1024	1	0	25	1Aa			10		8			1	5	692	toemaak
M20	1024	2	25	40	1Ahb			8		3	15	150	1		411	
M20	1024	3	40	70	1Bhe			2		1	12	150	1		411	
M20	1024	4	70	120	1BCe			0.5		1	12	155	1		411	
M21	1028	1	0	20	1Aa			12		12			1	5	692	
M21	1028	2	20	45	1ACg			10		17			1	5	321	
M21	1028	3	45	60	2Cu	Od		55	S	2			1		152	half verweerd
M21	1028	4	60	75	3Ahb			10		2	20	140	1		411	
M21	1028	5	75	85	3Bhe			2		1	18	140	1		411	
M21	1028	6	85	120	3BC			0.5		1	16	140	1		411	
M22	1027	1	0	15	1Aa			10		10			1	5	692	
M22	1027	2	15	30	1ACg			10		16			1	5	321	
M22	1027	3	30	35	2Cw	Oh		40	DV	6			1		111	veraard
M22	1027	4	35	50	3Ahb			10		2	18	140	1		411	
M22	1027	5	50	80	3Bhe			2		1	17	140	1		411	
M22	1027	6	80	120	3BC			0.5		1	10	150	1		411	
M23	1029	1	0	25	1Aag			12		8			1	5	693	
M23	1029	2	25	70	1A/Cg			8		15			1	5	321	
M23	1029	3	70	85	1Cri			10		17			1	3	321	
M23	1029	4	85	100	2Ahb			14		2	12	155	1		411	bijna moerig
M23	1029	5	100	120	2Cr			3		1	10	160	1		411	
M24	1031	1	0	15	1Aag			8		10			1	5	692	
M24	1031	2	15	30	1ACg			6		17			1	5	321	
M24	1031	3	30	35	2Cu	Om		50	DV	2			1		111	half verweerd
M24	1031	4	35	50	3Ahb			10		2	16	140	1		411	

Monsterlocatie	Boorpunt	LAAG_NR	BOVENGRENS	ONDERGRENS	HOR_CODE	HHor_Code	ORG_STOF	VEEN_C	LUTUM	LEEM	M50	KALK	RIJPING	GEO_FOR_C	OPMERKING
M24	1031	5	50	70	3Bhe			2		1	14	145	1		411
M24	1031	6	70	120	3BC			0.5		1	10	150	1		411
M25	1032	1	0	25	1Aag			8		8			1	5	693 puin en zandbijn
M25	1032	2	25	40	1A/C			14		10			1	5	693
M25	1032	3	40	55	2Cu	Om		60 DV		2			1		111 half verweerd
M25	1032	4	55	75	2Cr	Of		85 S		1			1		152 lok
M25	1032	5	75	120	3Cr			1		1	10	160	1		411
M26	1033	1	0	15	1Aag			13		8			1	5	692
M26	1033	2	15	30	2Cw	Oh		45 DV		2			1		111 verweerd
M26	1033	3	30	45	3Ahb			8		2	16	150	1		411
M26	1033	4	45	80	3Bhe			1.5		1	15	150	1		411
M26	1033	5	80	120	3BC			0.5		1	14	150	1		411
M27	1013	1	0	25	1Aa			12		8		145	1	5	692
M27	1013	2	25	45	2ACg			8		20			1	5	321
M27	1013	3	45	65	3Cu1	Od		65 S		1			1		152 half verweerd
M27	1013	4	65	75	3Cu2	Og		50 GL		1			1		160
M27	1013	5	75	95	4Ahb			12		1	15	145	1		411
M27	1013	6	95	120	4Bhe			2		1	11	150	1		411
M28	1012	1	0	25	1Aa			8		9		145	1	5	692
M28	1012	2	25	40	1AB			8		2	16	145	1		411
M28	1012	3	40	70	1Bhe			2		1	12	145	1		411
M28	1012	4	70	100	1BCe			0.5		1	10	150	1		411
M28	1012	5	100	120	1BC			0.3		1	13	150	1		411
M29	1016	1	0	25	1Ahg			12		17			1	5	321 o.i. moerig bandje
M29	1016	2	25	45	2Ahg			10		2	16	145	1		411
M29	1016	3	45	80	2Bhe			3		1	15	145	1		411
M29	1016	4	80	110	2BCe			1		1	10	150	1		411
M29	1016	5	110	120	2Cr			0.2		1	8	150	1		411 loopzand
M30	1015	1	0	15	1Aa			14		14			1	5	693
M30	1015	2	15	45	2AC			2		1	8	170	1		693
M30	1015	3	45	95	3Cu	Om		75 C		2			1		131 b.i. iets verweerd

Monsterlocatie	Boorpunt	LAAG_NR	BOVENGRENS	ONDERGRENS	HOR_CODE	HHor_Code	ORG_STOF	VEEN_C	LUTUM	LEEM	M50	KALK	RIJPING	GEO_FOR_C	OPMERKING
M30	1015	4	95	105	4Ahb			4		1	18	145	1		411
M30	1015	5	105	120	4EB			0.5		1	16	145	1		411
M31	1017	1	0	30	1Aa			6		8		145	1	5	692
M31	1017	2	30	50	1Ah			7		4	17	145	1		411
M31	1017	3	50	75	1Bhe			3.5		1	13	145	1		411
M31	1017	4	75	100	1BCe			0.5		1	9	145	1		411
M31	1017	5	100	120	1Ce			0.2		1	9	145	1		411
M32	1014	1	0	25	1Aa			9		8			1	5	692
M32	1014	2	25	40	1A/B			4		4	16	145	1		693
M32	1014	3	40	60	2ACg			10		18			1	5	321
M32	1014	4	60	70	3Cw	Oh		40 DV		3			1		111
M32	1014	5	70	90	4Ahb			10		1	16	145	1		411
M32	1014	6	90	120	4Bhe			3		1	14	145	1		411
M33	1007	1	0	25	1Aa			6		8		140	1	5	693
M33	1007	2	25	80	1A/B/C			3		2	12	145	1		411
M33	1007	3	80	120	1Ce			0.5		1	8	150	1		411
M34	1011	1	0	25	1Ahg			12		10		145	1	5	321
M34	1011	2	25	35	2Cw	Oh		40 DV		3			1		111 geheel verweerd
M34	1011	3	35	50	3Ahb			8		2	15	145	1		411
M34	1011	4	50	90	3Bhe			2		1	12	150	1		411
M34	1011	5	90	120	3BC			0.5		1	10	150	1		411
M35	1030	1	0	20	1Cu	Omf		90 R		1			1		140 kragge
M35	1030	2	20	120	1Cr	Omf		90 R		1			1		140 iets zandig
M36	1036	1	0	20	1Aag			8		10			1	5	693
M36	1036	2	20	45	1Cg/			0.5		1	12	150	1		411
M36	1036	3	20	45	2Cw/	Oh		40 DK		5			1		111 verweerd
M36	1036	4	45	55	3Ahb			8		2	20	140	1		411
M36	1036	5	55	80	3Bhe			3		2	20	140	1		411
M36	1036	6	80	120	3BC			0.5		1	16	145	1		411

Bijlage 2 Gegevens bodemmonsters

Monsterlocatie	Boorpunt	Coördinaten		Primaire standplaats			Monsterdiepte			Humushorizont			Mengmonster		
		X	Y	Bodemkaart	Boring	DikBoven	Diep1	Diep2	Diep3	H1	H2	H3	MengA	MengB	MengC
M01	1001	135121	465273	PS027	PS019		25 0-25	25-40		OAh	Oh		A03	B04	
M02	1002	135240	465294	PS014	PS014		40 0-25	25-40		A	A		A01	B02	
M03	1003	135344	465312	PS027	PS027		20 0-20	19-34		A	Oh		A07	B11	
M05	1004	135619	465417	PS019	PS012		45 0-16	16-35		A	BC		A12	B01	
M04	1005	135735	465455	PS014	PS014		12 0-25	25-40	38-55	A	A	Bh	A01	B02	C01
M06	1006	135797	465520	PS027	PS027		15 0-15	19-34		A	Oh		A05	B11	
M33	1007	134982	464923	PS014	PS014		15 0-25	25-40		A	A		A02	B02	
M15	1008	135183	464989	PS027	PS027		15 0-20	24-40		A	Oh		A08	B12	
M16	1009	135286	465041	PS027	PS027		25 0-20	22-33		A	AC		A07	B07	
M17	1010	135587	465146	PS027	PS027		50 0-25	24-40		A	Oh		A10	B12	
M34	1011	135393	465076	PS027	PS027		15 0-25	19-34		A	Oh		A10	B11	
M28	1012	135607	464607	PS014	PS014		20 0-25	21-38		A	A		A02	B03	
M27	1013	135707	464655	PS027	PS027		15 0-25	25-40		A	AC		A11	B08	
M32	1014	135733	464628	PS027	PS027		25 0-25	18-33		A	AC		A09	B06	
M30	1015	136019	464772	PS027	PS027		20 0-15	18-33		A	AC		A06	B06	
M29	1016	135892	464719	PS014	PS014		25 0-25	21-38		A	A		A02	B03	
M31	1017	135903	464686	PS014	PS014		15 0-16	21-38	38-55	A	A	Bh	A12	B03	C01
M09	1018	135259	465081	PS027	PS027		35 0-15	20-37		A	AC		A05	B10	
M12	1019	135588	465203	PS027	PS027		25 0-15	18-33		A	AC		A05	B06	
M11	1020	135766	465257	PS019	PS027		25 0-25	25-40		A	AC		A09	B08	
M13	1021	135923	465307	PS027	PS027		25 0-20	19-35		A	AC		A08	B09	
M07	1022	136147	465377	PS027	PS027		25 0-20	22-33		A	AC		A08	B07	
M14	1023	136370	465465	PS027	PS027		25 0-25	24-40		A	Oh		A10	B12	
M20	1024	136464	465443	PS111	PS111		25 0-16	21-38	38-55	A	A	Bh	A12	B03	C01
M10	1025	136422	465432	PS014	PS014		25 0-25	25-40		A	A		A01	B02	
M19	1026	136238	465371	PS027	PS027		15 0-25	19-35		A	AC		A11	B09	
M22	1027	135244	464981	PS027	PS027		20 0-15	19-35		A	AC		A06	B09	

Monsterlocatie	Boorpunt	Coördinaten		Primaire standplaats			Monsterdiepte			Humushorizont			Mengmonster		
		X	Y	Bodemkaart	Boring	DikBoven	Diep1	Diep2	Diep3	H1	H2	H3	MengA	MengB	MengC
M21	1028	135445	465050	PS018	PS027	20	0-20	20-37		A	AC		A08	B10	
M23	1029	135729	465163	PS019	PS027	15	0-25	25-40		A	AC		A11	B08	
M35	1030	135789	465162	PS023	PS023	25	0-20	20-40		OMf	OMf		A04	B05	
M24	1031	135855	465192	PS027	PS027	40	0-15	22-33		A	AC		A05	B07	
M25	1032	136034	465253	PS027	PS027	45	0-25	20-37		A	AC		A09	B10	
M26	1033	136240	465327	PS027	PS027	20	0-15	19-34		A	Oh		A06	B11	
M08	1034	135897	465260	PS027	PS027	20	0-15	19-35		A	AC		A06	B09	
M18	1035	136039	465306	PS027	PS027	15	0-25	24-40		A	Oh		A10	B12	
M36	1036	135663	465120	PS018	PS027	20	0-20	16-35		A	BC		A07	B01	

Bijlage 3 Analyseresultaten

A: Organische stof, fosfaat en zuurbuffer

Meng Monster	O.S. %	Pw mg P2O5/l	Oxalaat extr. (mmol/kg)				CEC en basenbezetting (cmol+ /kg)									
			Al-ox	Fe-ox	P-ox	PSI	CEC	Al	Ca	Fe	K	Mg	Na	Caverz %	pH-KCl	
A01	12.7		8.0	62.3	164.0	22.535	0.100	13.0	1.30	9.30	0.00	0.30	1.90	0.1	71.5	4.34
A02	10.5		14.0	54.4	119.0	19.597	0.113	14.0	0.90	9.50	0.00	0.40	2.40	0.1	67.9	4.52
A03	24.8		4.0	68.1	219.8	17.789	0.062	26.0	0.50	22.60	0.00	0.40	2.70	0.2	86.9	4.8
A04	51		99.0	19.8	38.4	7.232	0.124	35.0	0.10	31.20	0.10	3.60	5.40	0.7	89.1	5.06
A05	17.4		18.0	63.1	178.9	22.761	0.094	24.0	0.20	19.40	0.00	0.70	3.80	0.2	80.8	5.03
A06	18.1		17.0	54.8	169.3	25.602	0.114	23.0	0.20	18.70	0.00	0.50	4.00	0.2	81.3	5.23
A07	15.1		11.0	62.7	187.7	17.822	0.071	20.0	0.30	16.20	0.00	0.50	3.20	0.2	81.0	4.88
A08	17.7		18.0	65.1	211.8	26.700	0.096	26.0	0.10	23.50	0.00	0.60	4.10	0.2	90.4	5.26
A09	10.5		23.0	46.3	84.5	20.824	0.159	18.0	0.10	15.70	0.00	0.30	2.60	0.1	87.2	5.35
A10	17		13.0	58.5	177.0	23.342	0.099	26.0	0.10	22.90	0.00	0.30	4.00	0.2	88.1	5.23
A11	16.6		18.0	54.3	146.8	18.790	0.093	25.0	0.10	22.60	0.00	0.50	3.70	0.2	90.4	5.21
A12	12		15.0	53.9	118.7	21.760	0.126	12.0	1.20	8.40	0.00	0.50	1.90	0.1	70.0	4.42
B01	5.2		4.0	36.7	41.9	3.293	0.042	10.0	0.10	9.10	0.00	0.10	1.10	0.1	91.0	5.45
B02	8		6.0	43.6	65.6	8.943	0.082	14.0	0.30	12.30	0.00	0.20	1.40	0.1	87.9	5.1
B03	6.8		4.0	54.4	69.0	9.589	0.078	11.0	0.90	8.50	0.00	0.20	1.40	0.1	77.3	4.68
B04	38.1		1.0	69.2	149.6	9.266	0.042	48.0	0.30	47.20	0.10	0.20	4.20	0.4	98.3	5.01
B05	15.7		1.0	28.5	13.6	1.937	0.046	16.0	0.10	16.10	0.00	0.00	1.50	0.2	100.0	5.16
B06	7.8		5.0	61.5	120.7	10.751	0.059	16.0	0.10	14.30	0.00	0.10	1.80	0.1	89.4	5.43
B07	17.9		4.0	67.4	218.1	13.269	0.046	37.0	0.00	36.10	0.00	0.20	4.00	0.3	97.6	5.72
B08	10.5		6.0	57.0	133.9	13.431	0.070	22.0	0.10	20.90	0.00	0.10	1.80	0.2	95.0	5.39
B09	14.9		4.0	67.9	180.5	13.883	0.056	34.0	0.10	31.20	0.00	0.10	4.00	0.3	91.8	5.34
B10	15.3		7.0	72.7	234.0	21.244	0.069	27.0	0.00	28.20	0.00	0.20	3.20	0.2	100.0	5.54
B11	26.6		3.0	50.3	113.2	7.781	0.048	30.0	0.00	39.30	0.00	0.40	3.10	0.2	100.0	5.5
B12	45.3		4.0	63.7	130.0	8.523	0.044	67.0	0.00	67.30	0.00	0.20	7.70	0.3	100.0	5.59
C01	4.2		1.0	61.0	16.0	2.486	0.032	8.0	0.40	6.80	0.00	0.10	0.80	0.0	85.0	5.27

B: Totaalbepalingen

Meng Monster	N-tot mg/100 g d	P-tot mg/kg d g	K-tot mg/kg d g	S-tot mg/kg d g
A01	400	622	121	622
A02	400	584	129	584
A03	760	1506	143	1506
A04	1370	3430	1384	3430
A05	690	1107	225	1107
A06	630	1058	201	1058
A07	570	907	157	907
A08	640	1111	187	1111
A09	450	781	125	781
A10	630	1028	123	1028
A11	580	1114	165	1114
A12	430	747	177	747
B01	170	314	43	314
B02	200	374	66.9	374
B03	160	260	57	260
B04	1040	4696	61	4696
B05	460	4171	21	4171
B06	260	559	-1	559
B07	490	1194	45	1194
B08	360	693	41	693
B09	460	1029	42.9	1029
B10	460	886	66.9	886
B11	440	795	43	795
B12	770	2894	67	2894
C01	100	184	21	184

Bijlage 4 Potentiële vegetatietypen

Lijst van vegetatietypen die voor kunnen komen bij de verschillende primaire standplaatsen in het studiegebied. Deze lijst is gebaseerd op de Landschapsleutel en aangevuld voor primaire standplaatsen die nieuw onderscheiden zijn. De beoogde natuurdoelen zijn in de tabel **gemarkeerd**. Omdat de in eerste instantie aangegeven vegetatietypen bij een deel van de primaire standplaatsen niet verwacht kan worden, is de lijst aangevuld met 11BA01, Associatie van gewone dophei voor de dekzandruggen (PS002, PS011 en PS111) en 16BB01, Glanshaverassociatie voor de dekzandruggen met kleidek (PS014).

[illegible]

Vegetatietype		120/121	8	2/11/111	12	14	15	18	19	23	27
09RG_A	Rompgemeenschap van Zomprus (toegevoegd)							1	1		
10AA01	Waterveenmos-associatie		1								
10AA01A	Waterveenmos-ass.; typische subass.		1								
10AA01B	Waterveenmos-ass.; subass. met Drijvende egelskop		1								
10AA02	Associatie van Veenmos en Snavelbies		1								
10AA03	Veenbloembies-associatie		1								
11AA01	Associatie van Moeraswolfsklauw en Snavelbies	1			1	1					
28AA	Dwergbiezen-verbond						1		1		
28AA01	Draadgentiaan-associatie						1		1		
28AA02	Associatie van Borstelbies en Moerasmuur						1		1		
28AA03	Associatie van Dwergbloem en Hauwmos						1		1		
29AA	Tandzaad-verbond						1			1	
29AA01	Associatie van Waterpeper en Tandzaad						1			1	
29AA02	Associatie van Goudzuring en Moerasandijvie						1			1	
29AA03	Associatie van Ganzevoet en Beklierde duizendknoop						1			1	
29AA04	Slijkgroen-associatie						1			1	
08BC	Verbond van Scherpe zegge									1	
08BC01	Oeverzegge-associatie									1	
08BC02	Associatie van Scherpe zegge									1	
08BC02A	Ass. van Scherpe zegge; typische subass.									1	
08BC02B	Ass. van Scherpe zegge; subass. met Wateraardbei									1	
08BC03	Blaaszegge-associatie									1	
08BC04	Associatie van Noordse zegge									1	
08BD01	Galigaan-associatie										1
09AA02	Veenmosrietland										1
09AA03	Associatie van Moerasstruisgras en Zompzegge										1
09AA03B	Ass. van Moerasstruisgras en Zompzegge; subass. met Ronde zegge										1
09BA01	Associatie van Schorpioenmos en Ronde zegge										1
09BA02	Associatie van Vetblad en Vlozegge										1
10AA03	Veenbloembies-associatie		1								
10AB01	Associatie van Draadzegge en Veenpluis										
11AA02	Associatie van Gewone dophei	1			1						
11AA02A	Ass. van Gewone dophei; subass. met Veenmos	1			1						
11AA02B	Ass. van Gewone dophei; subass. met Bosbes	1			1						

Grasland

Vegetatietype		120/121	8	2/11/111	12	14	15	18	19	23	27
11AA02C	Ass. van Gewone dophei; typische subass.	1		1							
11AA02D	Ass. van Gewone dophei; subass. met korstmossen	1		1							
11AA02E	Ass. van Gewone dophei; subass. met Gevlekte orchis	1		1	1						
12BA	Zilverschoon-verbond								1		
12BA01	Associatie van Geknikte vossestaart								1		1
12BA02	Associatie van Moeraszoutgras en Fioringras								1		1
16AA	Verbond van Biezeknoppen en Pijpestrootje							1			
16AA01	Blauwgrasland					1		1		1	1
16AA01A	Blauwgrasland; subass. met Borstelgras					1		1		1	1
16AA01B	Blauwgrasland; typische subass.					1		1			1
16AA01C	Blauwgrasland; subass. met Melkeppe					1		1		1	1
16AA01D	Blauwgrasland; subass. met Parnassia					1		1			1
16AB	Dotterbloem-verbond								1		
16AB01	Veldrus-associatie								1		
16AB02	Associatie van Harlekijn en Ratelaar								1		
16AB03	Associatie van Echte koekoeksbloem en Gevleugeld hertshooi								1	1	1
16AB04	Associatie van Boterbloemen en Waterkruiskruid								1		1
16AB04A	Ass. van Boterbloemen en Waterkruiskruid; subass. met Zomprus								1		
16AB04B	Ass. van Boterbloemen en Waterkruiskruid; subass. met Blauwe zegge								1		
16AB05	Bosbies-associatie								1		
16AB06	Associatie van Gewone engelwortel en Moeraszegge								1		
16BA01	Kievitsbloem-associatie								1		
16BA02	Associatie van Grote pimpernel en Weidekervel								1		
16BB01	Glanshaver-associatie					(1)			1		
16BC01	Kamgrasweide							1	1	1	
16BC01A	Kamgrasweide; typische subass.							1	1	1	
16BC01B	Kamgrasweide; subass. met Moerasrolklaver							1	1	1	1
16BC01C	Kamgrasweide; subass. met Veldgerst							1			
16BC01D	Kamgrasweide; subass. met Ruige weegbree							1			
16RG_A	Rompgemeenschap van Biezenknoppen (toegevoegd)								1		
16RG05	Rompgemeenschap van Blauwe zegge en Blauwe knoop								1		
19AA02	Associatie van Klokjesgentiaan en Borstelgras				1						

Vegetatietype		120/121	8	2/11/111	12	14	15	18	19	23	27
Struweel	09RG04	Rompgemeenschap van Wilde gagel								1	
	10A	Orde van de hoogveenslenken		1							
	10AA01	Waterveenmos-associatie		1	2						
	10AA01A	Waterveenmos-ass.; typische subass.		1							
	10AA01B	Waterveenmos-ass.; subass. met Drijvende egelskop		1							
	10AA02	Associatie van Veenmos en Snavelbies		1							
	10AA03	Veenbloembies-associatie		1							
	11BA02	Moerasheide								1	
	36AA	Verbond der wilgenbroekstruwelen					1	1	1	1	
	36AA01	Associatie van Geoorde wilg					1	1	1		
	36AA02	Associatie van Grauwe wilg					1	1	1	1	
	36RG02	Rompgemeenschap van Wilde gagel			1						
	37AB01	Associatie van Sleedoorn en Eenstijlige meidoorn				1					
	40AA02	Zompzegge-Berkenbroek									1
	40RG01	Rompgemeenschap van Gagelstruwelen			1						
	42AA01D	Berken-Eikenbos; subass. met Pijpestrootje	1		1						
Bos/Climax	10A	Orde van de hoogveenslenken		1							
	10AA01	Waterveenmos-associatie		1							
	10AA01A	Waterveenmos-ass.; typische subass.		1							
	10AA01B	Waterveenmos-ass.; subass. met Drijvende egelskop		1							
	10AA02	Associatie van Veenmos en Snavelbies		1							
	10AA03	Veenbloembies-associatie		1							
	10AB	Draadzegge-verbond		1							
	10AB01	Associatie van Draadzegge en Veenpluis		1							
	39AA	Verbond der elzenbroekbossen						1	1		
	39AA01	Moerasvaren-Elzenbroek						1	1	1	1
	39AA02	Elzenzegge-Elzenbroek						1	1		
	39AA02A	Elzenzegge-Elzenbroek; typische subass.						1	1	1	1
	39AA02B	Elzenzegge-Elzenbroek; subass. met Bittere veldkers						1	1		
	39AA02C	Elzenzegge-Elzenbroek; subass. met Zwarte bes						1	1		
	39AA02D	Elzenzegge-Elzenbroek; subass. met Framboos						1	1		
	39AA02E	Elzenzegge-Elzenbroek; subass. met Zompzegge						1	1	1	
	40AA	Verbond der berkenbroekbossen		1		1					
	40AA01	Dophei-Berkenbroek		1		1					

Vegetatietype		120/121	8	2/11/111	12	14	15	18	19	23	27
40AA01A	Dophei-Berkenbroek; subass. met Eenarig wollegras		1		1						
40AA01B	Dophei-Berkenbroek; subass. met Struikhei		1		1						
40AA01C	Dophei-Berkenbroek; arme subass.		1		1						
40AA02	Zompzegge-Berkenbroek		1		1					1	
42AA01D	Berken-Eikenbos; subass. met Pijpestrootje	1			1	1					
43AA	Verbond van Els en Vogelkers						1	1			
43AA01	Abelen-Iepenbos						1	1			
43AA02	Essen- Iepenbos						1	1			
43AA03	Meidoorn-Berkenbos						1	1			
43AA03A	Meidoorn-Berkenbos; typische subass.						1	1			
43AA03B	Meidoorn-Berkenbos; subass. met Watermunt						1	1			
43AA04	Goudveil-Essenbos						1	1			
43AA05	Vogelkers-Essenbos						1	1			
43AB01F	Eiken-Haagbeukenbos; subass. met Witte klaverzuring						1				

Bijlage 5 Fosfaattoestand bij maatregelen per kaartvlak

OBJECTID	PrimaireStandplaats	Pw	PSI_act	PSI_V	PSI_A1	PSI_A2	PSI_A3	Maatregel	Resultaat	MaatregelDef	ResultaatDef	Vergelijk
20	PS027	18.0	0.096	0.086	0.076	0.042	0.014	Af_20	16AA01 - NG	Af_20	16AA01 - NG	ja
21	PS027	18.0	0.096	0.086	0.071	0.030	0.007	Af_20	16AA01 - NG	Af_20	16AA01 - NG	ja
22	PS027	18.0	0.096	0.086	0.070	0.044	0.022	Af_20	16AA01 - NG	Af_20	16AA01 - NG	ja
23	PS027	11.0	0.071	0.060	0.059	0.030	0.007	Af_10	16AA01 - NG	Af_10	16AA01 - NG	ja
25	PS027	13.8	0.097	0.085	0.070	0.042	0.014	Af_20	16AA01 - NG	Af_20	16AA01 - NG	ja
31	PS027	14.5	0.081	0.069	0.058	0.030	0.007	Af_10	16AA01 - NG	Af_10	16AA01 - NG	ja
32	PS027	23.0	0.159	0.142	0.137	0.081	0.024	Af_30	16AA01 - NG	Af_30	16AA01 - NG	ja
35	PS014	14.0	0.113	0.100	0.104	0.079	0.031	Verschralen	16BB01 - NG	Verschralen	16BB01 - NG	ja
36	PS014	14.0	0.113	0.100	0.104	0.079	0.031	Verschralen	16BB01 - NG	Verschralen	16BB01 - NG	ja
37	PS027	14.0	0.099	0.086	0.073	0.038	0.009	Af_20	16AA01 - NG	Af_20	16AA01 - NG	ja
41	PS027	13.0	0.099	0.087	0.086	0.046	0.010	Af_20	16AA01 - NG	Af_20	16AA01 - NG	ja
84	PS019	4.0	0.062	0.050	0.057	0.047	0.021	Verschralen	16AA01 - NG	Verschralen	16AA01 - NG	ja
85	PS019	4.0	0.062	0.050	0.057	0.047	0.021	Verschralen	16AA01 - NG	Verschralen	16AA01 - NG	ja
86	PS019	4.0	0.062	0.050	0.057	0.047	0.021	Verschralen	16AA01 - NG	Verschralen	16AA01 - NG	ja
87	PS014	8.0	0.100	0.088	0.095	0.086	0.041	Verschralen	16BB01 - NG	Verschralen	16BB01 - NG	ja
88	PS014	8.0	0.100	0.088	0.095	0.086	0.041	Verschralen	16BB01 - NG	Verschralen	16BB01 - NG	ja
89	PS027	11.0	0.071	0.060	0.059	0.033	0.010	Af_10	16AA01 - NG	Af_10	16AA01 - NG	ja
90	PS027	11.0	0.071	0.060	0.059	0.033	0.010	Af_10	16AA01 - NG	Af_10	16AA01 - NG	ja
91	PS027	11.0	0.071	0.060	0.059	0.033	0.010	Af_10	16AA01 - NG	Af_10	16AA01 - NG	ja
92	PS027	11.0	0.071	0.060	0.059	0.033	0.010	Af_10	16AA01 - NG	Af_10	16AA01 - NG	ja
93	PS014	8.0	0.100	0.088	0.095	0.086	0.057	Verschralen	16BB01 - NG	Verschralen	16BB01 - NG	ja
94	PS014	8.0	0.100	0.088	0.095	0.086	0.057	Verschralen	16BB01 - NG	Verschralen	16BB01 - NG	ja
96	PS012	12.8	0.115	0.100	0.067	0.031	0.010	Verschralen	NG - 11AA02	Verschralen	NG - 11AA02	ja
97	PS027	14.3	0.087	0.074	0.059	0.033	0.010	Af_10	16AA01 - NG	Af_10	16AA01 - NG	ja
98	PS027	14.3	0.087	0.074	0.059	0.033	0.010	Af_10	16AA01 - NG	Af_10	16AA01 - NG	ja
104	PS027	15.3	0.086	0.075	0.075	0.059	0.024	Af_20	16AA01 - NG	Af_20	16AA01 - NG	ja
105	PS027	15.3	0.086	0.075	0.075	0.059	0.024	Af_20	16AA01 - NG	Af_20	16AA01 - NG	ja
106	PS027	15.3	0.086	0.075	0.075	0.059	0.024	Af_20	16AA01 - NG	Af_20	16AA01 - NG	ja

OBJECTID	PrimaireStandplaats	Pw	PSI_act	PSI_V	PSI_A1	PSI_A2	PSI_A3	Maatregel	Resultaat	MaatregelDef	ResultaatDef	Vergelijk
107	PS014	8.0	0.100	0.088	0.095	0.086	0.041	Verschralen	16BB01 - NG	Verschralen	16BB01 - NG	ja
108	PS014	8.0	0.100	0.088	0.095	0.086	0.041	Verschralen	16BB01 - NG	Verschralen	16BB01 - NG	ja
109	PS014	8.0	0.100	0.088	0.095	0.086	0.041	Verschralen	16BB01 - NG	Verschralen	16BB01 - NG	ja
110	PS027	23.0	0.159	0.142	0.137	0.093	0.035	Af_30	16AA01 - NG	Af_30	16AA01 - NG	ja
111	PS027	23.0	0.159	0.142	0.137	0.093	0.035	Af_30	16AA01 - NG	Af_30	16AA01 - NG	ja
112	PS027	14.8	0.085	0.073	0.068	0.038	0.009	Af_20	16AA01 - NG	Af_20	16AA01 - NG	ja
113	PS027	14.8	0.085	0.073	0.068	0.038	0.009	Af_20	16AA01 - NG	Af_20	16AA01 - NG	ja
114	PS027	13.0	0.099	0.087	0.085	0.058	0.022	Af_20	16AA01 - NG	Af_20	16AA01 - NG	ja
115	PS027	13.0	0.099	0.087	0.085	0.058	0.022	Af_20	16AA01 - NG	Af_20	16AA01 - NG	ja
116	PS027	13.0	0.099	0.087	0.085	0.058	0.022	Af_20	16AA01 - NG	Af_20	16AA01 - NG	ja
117	PS027	18.0	0.093	0.079	0.084	0.051	0.014	Af_20	16AA01 - NG	Af_20	16AA01 - NG	ja
118	PS027	18.0	0.093	0.079	0.084	0.051	0.014	Af_20	16AA01 - NG	Af_20	16AA01 - NG	ja
119	PS012	12.8	0.117	0.103	0.092	0.073	0.050	Verschralen	NG - 11AA02	Verschralen	NG - 11AA02	ja
120	PS012	12.8	0.117	0.103	0.092	0.073	0.050	Verschralen	NG - 11AA02	Verschralen	NG - 11AA02	ja
121	PS012	12.8	0.117	0.103	0.092	0.073	0.050	Verschralen	NG - 11AA02	Verschralen	NG - 11AA02	ja
122	PS027	18.0	0.096	0.086	0.083	0.059	0.024	Af_20	16AA01 - NG	Af_20	16AA01 - NG	ja
123	PS027	18.0	0.096	0.086	0.083	0.059	0.024	Af_20	16AA01 - NG	Af_20	16AA01 - NG	ja
124	PS027	13.8	0.097	0.085	0.070	0.042	0.014	Af_20	16AA01 - NG	Af_20	16AA01 - NG	ja
125	PS027	13.8	0.097	0.085	0.070	0.042	0.014	Af_20	16AA01 - NG	Af_20	16AA01 - NG	ja
126	PS027	13.8	0.097	0.085	0.070	0.042	0.014	Af_20	16AA01 - NG	Af_20	16AA01 - NG	ja
127	PS027	13.8	0.097	0.085	0.070	0.042	0.014	Af_20	16AA01 - NG	Af_20	16AA01 - NG	ja
128	PS027	13.8	0.097	0.085	0.070	0.042	0.014	Af_20	16AA01 - NG	Af_20	16AA01 - NG	ja
129	PS027	18.0	0.093	0.079	0.088	0.076	0.035	Af_30	16AA01 - NG	Af_30	16AA01 - NG	ja
130	PS027	18.0	0.093	0.079	0.088	0.076	0.035	Af_30	16AA01 - NG	Af_30	16AA01 - NG	ja
131	PS027	13.5	0.103	0.089	0.064	0.033	0.010	Af_20	16AA01 - NG	Af_20	16AA01 - NG	ja
132	PS027	13.5	0.103	0.089	0.064	0.033	0.010	Af_20	16AA01 - NG	Af_20	16AA01 - NG	ja
133	PS027	18.0	0.093	0.079	0.088	0.076	0.035	Af_30	16AA01 - NG	Af_30	16AA01 - NG	ja
134	PS027	18.0	0.093	0.079	0.088	0.076	0.035	Af_30	16AA01 - NG	Af_30	16AA01 - NG	ja
135	PS027	18.0	0.093	0.079	0.088	0.076	0.035	Af_30	16AA01 - NG	Af_30	16AA01 - NG	ja
136	PS027	18.0	0.093	0.079	0.088	0.076	0.035	Af_30	16AA01 - NG	Af_30	16AA01 - NG	ja
137	PS012	12.8	0.117	0.103	0.092	0.073	0.050	Verschralen	NG - 11AA02	Verschralen	NG - 11AA02	ja
138	PS012	12.8	0.117	0.103	0.092	0.073	0.050	Verschralen	NG - 11AA02	Verschralen	NG - 11AA02	ja
139	PS027	23.0	0.159	0.142	0.134	0.063	0.009	Af_30	16AA01 - NG	Af_30	16AA01 - NG	ja
140	PS027	23.0	0.159	0.142	0.134	0.063	0.009	Af_30	16AA01 - NG	Af_30	16AA01 - NG	ja

OBJECTID	PrimaireStandplaats	Pw	PSI_act	PSI_V	PSI_A1	PSI_A2	PSI_A3	Maatregel	Resultaat	MaatregelDef	ResultaatDef	Vergelijk
141	PS027	23.0	0.159	0.142	0.134	0.063	0.009	Af_30	16AA01 - NG	Af_30	16AA01 - NG	ja
142	PS027	23.0	0.159	0.142	0.134	0.063	0.009	Af_30	16AA01 - NG	Af_30	16AA01 - NG	ja
143	PS014	14.0	0.113	0.100	0.105	0.090	0.041	Verschralen	16BB01 - NG	Verschralen	16BB01 - NG	ja
144	PS014	14.0	0.113	0.100	0.105	0.090	0.041	Verschralen	16BB01 - NG	Verschralen	16BB01 - NG	ja
145	PS014	14.0	0.113	0.100	0.105	0.090	0.041	Verschralen	16BB01 - NG	Verschralen	16BB01 - NG	ja
146	PS014	14.0	0.113	0.100	0.105	0.090	0.041	Verschralen	16BB01 - NG	Verschralen	16BB01 - NG	ja
147	PS014	14.0	0.113	0.100	0.105	0.090	0.041	Verschralen	16BB01 - NG	Verschralen	16BB01 - NG	ja
148	PS023	99.0	0.124	0.027	0.085	0.046	0.023	Verschralen	9BA01 - NG	Verschralen	9BA01 - NG	ja
149	PS023	99.0	0.124	0.027	0.085	0.046	0.023	Verschralen	9BA01 - NG	Verschralen	9BA01 - NG	ja
150	PS023	99.0	0.124	0.027	0.085	0.046	0.023	Verschralen	9BA01 - NG	Verschralen	9BA01 - NG	ja
152	PS023	99.0	0.124	0.027	0.085	0.046	0.023	Verschralen	9BA01 - NG	Verschralen	9BA01 - NG	ja
153	PS023	99.0	0.124	0.027	0.085	0.046	0.023	Verschralen	9BA01 - NG	Verschralen	9BA01 - NG	ja
154	PS027	11.0	0.071	0.060	0.057	0.031	0.010	Af_10	16AA01 - NG	Af_10	16AA01 - NG	ja
155	PS027	11.0	0.071	0.060	0.057	0.031	0.010	Af_10	16AA01 - NG	Af_10	16AA01 - NG	ja
156	PS027	11.0	0.071	0.060	0.057	0.031	0.010	Af_10	16AA01 - NG	Af_10	16AA01 - NG	ja
157	PS027	13.0	0.099	0.087	0.085	0.058	0.022	Af_20	16AA01 - NG	Af_20	16AA01 - NG	ja
158	PS027	13.0	0.099	0.087	0.085	0.058	0.022	Af_20	16AA01 - NG	Af_20	16AA01 - NG	ja

Wageningen Environmental Research
Postbus 47
6700 AA Wageningen
T 0317 48 07 00
www.wur.nl/environmental-research

Wageningen Environmental Research
Rapport 2775
ISSN 1566-7197

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life

Wageningen Environmental Research
Postbus 47
6700 AB Wageningen
T 317 48 07 00
www.wur.nl/environmental-research

Rapport 2775
ISSN 1566-7197

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.