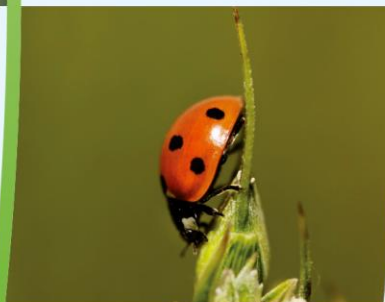


Soil for life

Rapport 1733.N.18

Nulmeting nutriënten en
vegetatie Uiterwaarden
Zwarte Water en Vecht



Rapport 1733.N.18

Nulmeting nutriënten en vegetatie Uiterwaarden Zwarte Water en Vecht

Auteur(s) : **ir. R. Postma (NMI)**
 dr.ir. F.P. Sival (Sival Bodem & Landschap Advies)
 I. Harms MSc (NMI)
 D. Thijssen BSc (NMI)

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

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

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

Disclaimer

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

Verspreiding

Inhoud

	pagina
Samenvatting en conclusies	2
1 Inleiding	4
2 Opzet en uitvoering	5
2.1 Onderzoekslocaties	5
2.2 Bodemonderzoek	6
2.2.1 Bodemprofielen	6
2.2.2 Bodemsamenstelling	8
2.3 Vegetatie-onderzoek	9
2.3.1 Vegetatie-opnamen	9
2.3.2 Biomassaproductie en chemische samenstelling van de vegetatie	10
3 Resultaten	12
3.1 Bodemonderzoek	12
3.1.1 Bodemprofielen	12
3.1.2 Bodemsamenstelling	12
3.2 Vegetatie-onderzoek	13
3.2.1 Vegetatie-opnamen	13
3.2.2 Hoeveelheid en chemische samenstelling van de biomassa	15
4 Interpretatie en advies	18
Literatuur	22
Bijlage 1. Algemene veldgegevens per locatie ten tijde van het veldwerk op 24 april j.l.	23
Bijlage 2. Resultaten van de vegetatie-opnamen voor de uiteenlopende locaties Zwarte Water en Vecht	24
Bijlage 3. Foto's van de vegetatie op de onderzochte locaties ten tijde van het veldwerk op 24 april 2018	25
Bijlage 4. Beschrijving bodemprofielen op de onderzochte locaties	34

Samenvatting en conclusies

De uiterwaarden van de benedenloop van de Overijsselse Vecht en Zwarte water zijn een belangrijk kerngebied binnen de verspreiding van goed ontwikkelde kievitsbloemhooilanden. Het is een van de weinige gebieden in Nederland waar nog een grote populatie van de naamgevende Wilde kievitsbloem voorkomt. In de komende jaren wordt 170 ha landbouwgrond (verdeeld over 10 deelgebieden) in het Natura 2000-gebied Uiterwaarden Zwarte Water en Vecht ingericht voor natuur. Het hoofddoel hiervan is de ontwikkeling van kievitsbloemhooilanden (N2000-opgave). In dat kader heeft NMI in opdracht van de Provincie Overijssel een bodem- en vegetatieonderzoek uitgevoerd naar de potenties van een aantal (voormalige) landbouwpercelen in de uiterwaarden van de Overijsselse Vecht en het Zwarte Water. De inrichtingsmaatregelen zijn met name bedoeld om de hydrologische condities af te stemmen op kievitsbloemhooilanden. Daarnaast zal de bodem verschaald moeten worden om ook daadwerkelijk kievitsbloemhooiland te ontwikkelen. Een optie is om vershraling te versnellen door middel van uitmijnen. Het doel van de hier beschreven studie was om een aantal vragen met betrekking tot uitmijnen in de Uiterwaarden Zwarte Water en Vecht te beantwoorden.

Binnen drie deelgebieden (genummerd 2, 5 en 10) zijn steeds drie percelen onderzocht, die model staan voor 1) een referentiesituatie met een goed ontwikkeld kievitsbloemhooiland, 2) een grasland dat in extensief agrarisch gebruik is en wat een redelijk ontwikkeld kievitsbloemhooiland heeft en 3) een grasland dat in intensief agrarisch gebruik is en waarop kievitsbloemhooiland slecht ontwikkeld is. Op 24 april is het veldwerk gedaan, dat bestond uit een bodemonderzoek en een vegetatieonderzoek. In het kader van het bodemonderzoek zijn mengmonsters van de bovengrond (0-15 cm) onderzocht op de chemische samenstelling (beschikbaarheid nutriënten) en zijn bodemprofielen tot 120 cm diepte in kaart gebracht. Het vegetatie-onderzoek bestond uit vegetatie-opnamen en het bepalen van de hoeveelheid en nutriëntensamenstelling van de biomassa.

De resultaten worden besproken aan de hand van de vragen uit de doelstelling.

1. Wat is de uitgangssituatie ten aanzien van de nutriëntentoestand van de bodem en de vegetatie?

De N-totaalgehalten en de daaruit berekende stikstoflevering (90-160 kg N/ha) liggen in de normale range voor graslanden op kleigrond en van overstromingsgraslanden op zand en veen. De gehalten aan beschikbaar K en de K-voorraad zijn vrij gangbaar voor natuurgraslanden. In blauwgraslanden op zand zijn vergelijkbare waarden van 30 mg K/kg en ca. 60 mg K/kg in matig voedselrijke graslanden gevonden. Beschikbaar P (P-CaCl₂ en P-AL) op de meeste percelen, uitgezonderd van perceel 10.3 en 5.2, komen overeen met waarden die op natuurgraslanden (waaronder blauwgraslanden) zijn gemeten. Voor P-AL zijn dat waarden van 6-8 mg P₂O₅/100 g. Hieruit blijkt dat de P- en K-beschikbaarheid in de bodem op vrijwel alle locaties laag is en dichtbij de referentiewaarden (zie verder) ligt, met uitzondering van locaties 5.2 en 10.3. Op basis van de relatief hoge N-beschikbaarheid is sprake van matig voedselrijke tot voedselrijke omstandigheden. Uit de chemische samenstelling blijkt dat de vegetatie ten tijde van het veldwerk (eind april) op de meeste locaties N-gelimiteerd is, maar dat de vegetatie op de locatie 2.3 P-gelimiteerd is.

2. Wat is de streefwaarde voor N, P en K voor kievitsbloemhooiland in de gebieden?

Op basis van de referentielocaties en literatuurgegevens zijn de volgende streefwaarden (bovengrenzen) afgeleid voor indicatoren van N-, P- en K-beschikbaarheid in de bodem.

Nutriënt	Parameter	Eenheid	Streefwaarde
N	N-totaal	mg N/kg	5000
	NLV	kg N/ha	100
P	P-AL	mg P ₂ O ₅ /100 g	10
	FVG	%	15
K	K-CaCl ₂	mg K/kg	50

3. Op welk nutriënt zou het uitmijnen zich in deze gebieden moeten richten?

Ons advies is om het uitmijnbeheer in percelen in de uiterwaarden van het Zwarte Water en de Vecht te richten op fosfaat, waarbij uitmijnen zou moeten worden toegepast op percelen met een P-AL > 10 mg P₂O₅/100 g. Van de onderzochte locaties is dat alleen locatie 10.3.

Op basis van de vegetatiesamenstelling is er in de meeste gevallen van de bemonsterde locaties sprake van N-limitatie. Op de matig en slecht ontwikkelde Kievitsbloemhooilanden zou daarom kunnen worden gestuurd op een verlaging van de N-beschikbaarheid, maar aangezien de N-depositie in Nederland op een hoog niveau ligt, ligt uitmijnen van stikstof niet voor de hand. Door het gedrag van kali in de bodem zal het zich niet sterk ophopen en kan een eventueel te hoge beschikbaarheid eenvoudig en snel worden verlaagd. Het is echter de vraag of dit een goede herstelstrategie is voor Kievitsbloemhooiland, aangezien er aanwijzingen zijn dat de K-beschikbaarheid ook te laag kan worden.

Fosfor heeft de neiging om zich in de vorm van slecht oplosbare fosfaatverbindingen op te hopen in de bodem, wat de belangrijkste reden is dat een actief uitmijnbeheer vrijwel altijd gericht is op het verlagen van de P-toestand van de bodem. Verder komen de best ontwikkelde kievitsbloemhooilanden voor op locaties met een lage P-beschikbaarheid. Dit was ook het geval in dit onderzoek, waar alle referentielocaties een P-AL <10 en een FVG < 15 hadden.

4. Hoe ziet een bemestingsadvies er uit, zodat het uitmijnproces optimaal verloopt?

Om de P-toestand van locatie 10.3 te verlagen van P-AL 23 naar P-AL 10, is een toediening van N en K gewenst, om de onttrekking van P te maximaliseren. Voor productieve graslanden wordt bij de NLV van 165 een N-gift van ca. 350 kg N per ha geadviseerd. De geadviseerde K-gift wordt afgeleid van de hoogte van de K-CaCl₂ van 66 mg K/kg en de CEC van 277 mmol+/kg. Op basis hiervan wordt voor de eerste snede een K-gift van 100 kg K₂O/ha geadviseerd en voor volgende sneden ca. 70 kg K₂O/ha. Bij vijf sneden wordt het K-advies daarmee 380 kg K₂O per ha per jaar.

5. Wat is de verwachte tijdwinst van uitmijnen ten opzichte van regulier verschrallingsbeheer?

Uitgaande van de benodigde verlaging van de P-toestand, moet er op locatie 10.3 een hoeveelheid van 1118 kg P₂O₅ per ha worden onttrokken om de P-AL te laten dalen 23 naar 10. Dit komt ongeveer overeen met een daling van de fosfaatverzadigingsgraad van 20 naar 15%. Aangezien de P-onttrekking bij uitmijning ca. 90 kg en bij verschrallen ca. 45 kg P₂O₅/ha bedraagt, is er bij uitmijnen ca. 12 jaar nodig voor de benodigde verlaging van de P-toestand en in geval van verschralling ca. 24 jaar.

1 Inleiding

De Provincie Overijssel heeft NMI gevraagd een bodem- en vegetatieonderzoek uit te voeren naar de potenties van een aantal (voormalige) landbouwpercelen in de uiterwaarden van de Overijsselse Vecht en het Zwarte Water voor de ontwikkeling van kievitsbloemhooilanden. Voor het vegetatieonderzoek werkt NMI samen met Sival BL advies. In een onderzoeksvoorstel (Verhagen, 2018) zijn de achtergronden en richtlijnen voor een nul-meting beschreven. De volgende tekst is afkomstig uit dat document.

‘De uiterwaarden van de benedenloop van de Overijsselse Vecht en Zwarte water zijn een belangrijk kerngebied binnen de verspreiding van goed ontwikkelde kievitsbloemhooilanden. Het is een van de weinige gebieden in Nederland waar nog een grote populatie van de naamgevende Wilde kievitsbloem voorkomt (De Goeij & Krekels, 2000).

Komende jaren wordt 170 ha landbouwgrond (verdeeld over 10 deelgebieden) in het Natura 2000-gebied Uiterwaarden Zwarte Water en Vecht ingericht voor natuur. Het hoofddoel hiervan is de ontwikkeling van kievitsbloemhooilanden (N2000-opgave). Deze vegetatie behoort tot het habitatype H6510_B: Glanshaver- en vossenstaartgraslanden (Grote vossenstaart). Binnen de systematiek van SNL behoren deze tot het beheertype vochtig hooiland (beheertype N10.02).

Deze deelgebieden betreffen voornamelijk percelen die nu, dan wel tot enkele jaren terug, in agrarisch gebruik zijn geweest. Deze percelen zullen worden ingericht ten behoeve van de ontwikkeling van kievitsbloemhooilanden; het betreft met name maatregelen om de hydrologische condities af te stemmen op kievitsbloemhooilanden. Daarnaast zal de bodem verschaald moeten worden om ook daadwerkelijk kievitsbloemhooiland te ontwikkelen. In het inrichtingsplan (RHDHV, 2017) wordt voorgesteld om de verschraling te versnellen door middel van uitmijnen. Uitmijnen wordt daarbij beschouwd als een tijdelijk, intensief overgangsbeheer om de bodemcondities geschikt te maken voor de doelvegetatie.’

Het doel van de hier beschreven studie was om de volgende vragen met betrekking tot uitmijnen in de Uiterwaarden Zwarte Water en Vecht te beantwoorden (Verhagen, 2018):

4. Wat is de Ausgangssituatie ten aanzien van de nutriëntentoestand van de bodem en de vegetatie (nulmeting), die als startpunt dient voor een eventueel uitmijnbeheer?
5. Wat is de streefwaarde voor N, P en K voor kievitsbloemhooiland in de Uiterwaarden Zwarte Water en Vecht? Is er daarbij onderscheid tussen het noordelijke deel (voornamelijk klei/veen) en het zuidelijke deel (voornamelijk zavel/zand)?
6. Op welk nutriënt zou het uitmijnen zich in deze gebieden moeten richten?
7. Hoe ziet een bemestingsadvies met betrekking tot de andere nutriënten er uit, zodat het uitmijnproces optimaal verloopt?
8. Wat is de verwachte tijdswinst van uitmijnen ten opzichte van regulier verschrallingsbeheer met betrekking tot de ontwikkeling van kievitsbloemhooiland en weegt dit op tegen de te maken kosten (mestgift, gewas- en bodemanalyses)?

Om de vragen te kunnen beantwoorden is een bodem- en vegetatieonderzoek uitgevoerd, dat tevens bruikbaar was om de Ausgangssituatie vast te leggen (nul-meting). De opzet en uitvoering zijn beschreven in Hoofdstuk 2, de resultaten in Hoofdstuk 3 en de interpretatie en het advies in Hoofdstuk 4.

2 Opzet en uitvoering

2.1 Onderzoekslocaties

Een overzicht van 11 in te richten deelgebieden in de Uiterwaarden Zwarte Water en Vecht zijn weergegeven in Figuur 2.1. Drie van deze deelgebieden zijn in het kader van de hier beschreven studie onderzocht. Dit betreft de gebieden 2, 5 en 10. Deze deelgebieden vormen samen een goed beeld van de variatie in omstandigheden die in de lengterichting van de rivier wordt gevonden.



Figuur 2.1. Overzicht van in te richten deelgebieden in Uiterwaarden Zwarte Water en Vecht.

Binnen de deelgebieden 2, 5 en 10 zijn steeds drie percelen onderzocht, die model staan voor 1) een referentiesituatie met een goed ontwikkeld kievitsbloemhooiland, 2) een grasland dat in extensief agrarisch gebruik is en wat een redelijk ontwikkeld kievitsbloemhooiland heeft en 3) een grasland dat in intensief agrarisch gebruik is en waarop kievitsbloemhooiland slecht ontwikkeld is. De locaties zijn voorafgaand aan het onderzoek geselecteerd door de provincie Overijssel, Landschap Overijssel en Staatsbosbeheer. De meeste geselecteerde percelen zijn in agrarisch gebruik waar regelmatig gemaaid en begraaasd wordt met koeien. De ligging van de betreffende percelen is weergegeven in de Figuren 2.2 t/m 2.4.

Tijdens het veldwerk zijn op basis van de aanwezige vegetatie de locaties 2.1 en 10.1 iets anders gekozen dan oorspronkelijk de bedoeling was. Op de onderzochte locaties 2.1 en 10.1 was het kievitsbloemhooiland beter ontwikkeld en daarom vormden ze een betere referentiesituatie dan de

oorspronkelijk beoogde percelen, gebaseerd op het aantal Gewone kievitsbloemen. De oorspronkelijk beoogde percelen en de locaties die uiteindelijk zijn onderzocht zijn weergegeven in Figuur 2.2 en 2.4.

KWR heeft enige jaren geleden de inundatiefrequentie en -duur van de uiterwaarden langs Zwarte Water en Vecht beschreven (Runhaar et al., 2014). Daaruit blijkt dat de gemiddelde inundatieduur in de periode 2003-2012 voor deelgebied 10 gemiddeld 3-5 dagen per jaar bedroeg en voor de deelgebieden 2 en 5 zo'n 6-20 dagen. Voor de periode 1995-2001 was de inundatieduur gemiddeld genomen wat langer, omdat de waterstand in deze periode gemiddeld wat hoger was. Dit was vooral voor deelgebied 10 het geval, waar de inundatieduur in 1995-2001 gemiddeld 6-10 dagen bedroeg. In deelgebied 10 spelen de aanwezige kades een grote rol bij de inundatieduur: zonder kades zou die in grote delen van het deelgebied variëren van 20 tot >200 dagen per jaar.

Binnen de onderzochte deelgebieden en percelen was er soms sprake van hoogteverschillen op korte afstand. Zo was er binnen het onderzochte perceel 2.1 sprake van een hoog en een laaggelegen deel, waarbij het aantal kievitsbloemen in het laaggelegen deel (waar ook de bemonsteringslocatie was gelegen) veel hoger was dan op het hooggelegen deel.

Op twee van de zes onderzochte percelen was sprake van duidelijke sporen van bemesting. Zowel op perceel 2.3 als op 10.3 waren sporen van een zodebemester zichtbaar, waarmee in het vroege voorjaar rundveedrijfmest is toegediend.

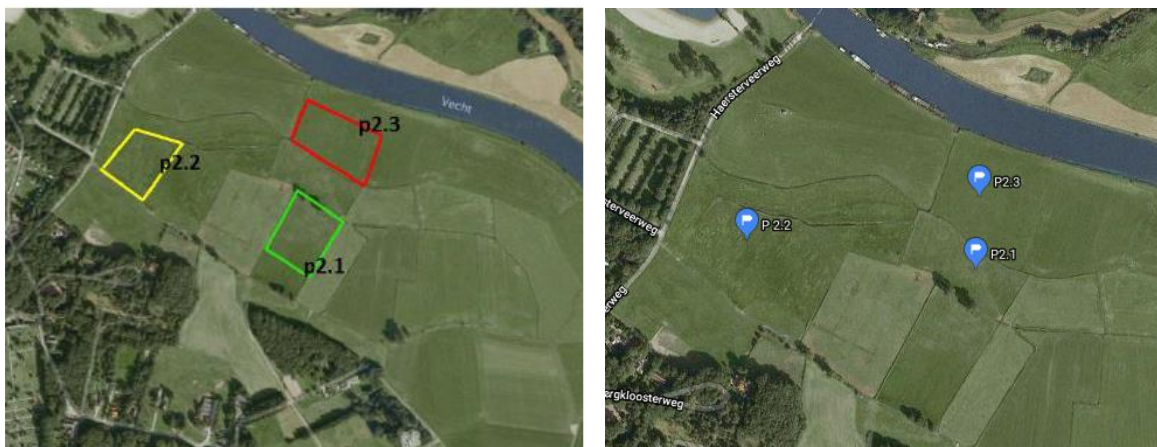
2.2 Bodemonderzoek

Het veldwerk is verricht op 24 april 2018. De datum is zorgvuldig gekozen, waarbij het van belang was dat veldwerk werd gedaan voorafgaand aan de eerste maaisnede. De eerste percelen in het gebied werden vrij snel na 24 april gemaaid. Door het gekozen moment was een vergelijking tussen de percelen goed te maken wat bodem en plantensoorten betreft (zie verder bij 2.3). Voorafgaand aan het veldwerk heeft NMI contact opgenomen met de eigenaren / gebruikers van de betreffende percelen om toestemming te vragen voor de monsternamen. Het bodemonderzoek bestond uit twee onderdelen, waarbij het eerste onderdeel bestond uit het in kaart brengen van de bodemprofielen en het tweede deel uit het bepalen van de bodemsamenstelling in mengmonsters van de bovengrond (0-15 cm).

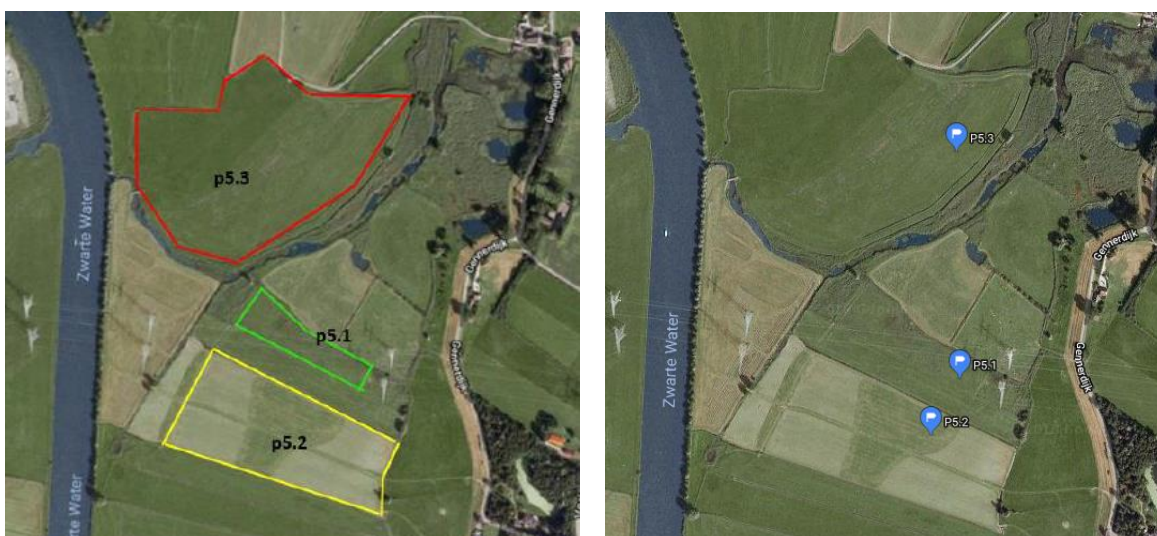
2.2.1 Bodemprofielen

Voor de vegetatie-opnames (zie verder) zijn vlakken van 2 x 2 meter uitgezet. De GPS-coördinaten van de vlakken zijn vastgelegd. Er zijn nabij de vlakken boringen verricht met een Edelmanboor tot 1,20 m diepte, waarvan de profielen zijn beschreven.

Uit de profielbeschrijving is ook de GHG en GLG af te leiden (Tabel 2.1). De actuele grondwaterstand (Gwstand) is in het boorgat gemeten. In bijna alle percelen is de actuele grondwaterstand dieper dan 50 cm en dus bijna buiten bereik van de wortels.



Figuur 2.2. Deelgebied 2 met perceel 2.1 (referentie), 2.2 (extensief beheerd) en 2.3 (intensief beheerd). Begrenzing beoogde locaties (links) en gekozen locaties (rechts).



Figuur 2.3. Deelgebied 5 met perceel 5.1 (referentie), 5.2 (extensief beheerd) en 5.3 (intensief beheerd). Begrenzing beoogde percelen (links) en gekozen locaties (rechts).



Figuur 2.4. Deelgebied 10 met perceel 10.1 (referentie), 10.2 (extensief beheerd) en 10.3 (intensief beheerd). Begrenzing beoogde percelen (links) en gekozen locaties (rechts).

Tabel 2.1. De gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG) en de gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG) in cm, de actuele grondwaterstand (Gwstand in cm). N.g.= niet bepaald.

Locatie	GHG (cm)	GLG (cm)	Gwstand (cm)
2.1	20	<110	70
2.2	> 0	55	55
2.3	>0	50	60
5.1	>0	>80	80
5.2	>0	55	100
5.3	>0	90	75
10.1	>0	n.g.	75
10.2	>0	75	n.g.
10.3	>0	>70	75

2.2.2 Bodemsamenstelling

Monsternamen

Er zijn mengmonsters genomen van de 0-15 cm bodemlaag in een straal van ca. 40 meter rond de vlakken. Het aantal steken bedroeg ca. 20 per bemonsteringspunt.

Laboratoriumbepalingen

In de grondmonsters zijn de volgende fosfaatfracties bepaald door het laboratorium van Eurofins-Agro te Wageningen:

- Een maat voor de directe fosfaatbeschikbaarheid (P geëxtraheerd met 0,01 M CaCl₂);
- Een maat voor de hoeveelheid P die in een groeiseizoen beschikbaar komt voor de vegetatie, ofwel P-AL (P geëxtraheerd met ammoniumlactaat azijnzuur met pH 3,75);
- Een maat voor totaal P, ofwel P-oxalaat (P geëxtraheerd met ammoniumoxalaat-oxaalzuurextract);
- De fosfaatverzadigingsgraad is een maat voor hoe sterk de totaal beschikbare fosfaat gebonden zit aan het reactief oppervlak in de bodem (FVG, berekend op basis van de procentuele verhouding tussen P-ox en ½ keer de som van Fe-ox + Al-ox. Beide laatste parameters worden ook in een ammonium oxalaat bepaling gemeten).

Deze fosfaatfracties leveren de elementen aan waarmee de beschikbaarheid van fosfaat in de bodem op korte en langere termijn goed kunnen worden beschreven.

Daarnaast is de status van de andere nutriënten bepaald, zoals

- Stikstof (N-totaal) en C/N-ratio;
- Kalium (direct beschikbaar, bepaald in een 0,01 M CaCl₂-extract, potentieel beschikbaar, gebonden aan het adsorptiecomplex);
- Magnesium (direct beschikbaar, bepaald in een 0,01 M CaCl₂-extract, potentieel beschikbaar, gebonden aan het adsorptiecomplex);
- Calcium-voorraad (potentieel beschikbaar, gebonden aan het adsorptiecomplex),
- Zwavel (S-totaal) en C/S-ratio;
- Natrium (direct beschikbaar, bepaald in een 0,01 M CaCl₂-extract, potentieel beschikbaar, gebonden aan het adsorptiecomplex).

Tenslotte zijn de volgende karakteristieken bepaald:

- organische stofgehalte;
- pH (bepaald in een 0,01 M CaCl₂-extract);

- CEC en basenverzadiging;
- Textuur: gehalte lutum, zand en silt.

Ammonium- en nitraat-gehalten zijn niet gemeten, omdat die geen goede indicatie geven van de N-beschikbaarheid en in graslanden vrijwel altijd lager zijn dan de detectielimiet.

2.3 Vegetatie-onderzoek

Het vegetatieonderzoek bestond uit vegetatie-opnamen en het bepalen van de hoeveelheid en (chemische) samenstelling van de biomassa. Doordat het veldwerk vroeg in het voorjaar is uitgevoerd (evenals het bodemonderzoek op 24 april 2018), kan dat consequenties hebben gehad voor de resultaten. Vooral de hoeveelheid geproduceerde biomassa zal niet representatief zijn geweest voor de jaarproductie, maar meer indicatief voor de 'vroegheid' van de grond, waarbij hoogteligging, een eventuele inundatie in het voorjaar en textuur (percentage klei, zand) bepalend zijn. Verder zullen de gehalten aan nutriënten in de biomassa relatief hoog zijn geweest en daardoor niet goed te vergelijken met streefwaarden.

2.3.1 Vegetatie-opnamen

Alle plantensoorten van de graslandvegetatie zijn genoteerd van een representatief vlak binnen het perceel. Het vlak heeft een oppervlakte van 2 x 2 meter. De bedekking is bepaald volgens Londo (zie Tabel 2.2).

Tabel 2.2. Bedekking volgens Londo.

Bedekking	Aantal individuen
.1 <1%	r= <2
.2 1-3%	p=2-20
.4 3-5%	a=21-200
1 5-15%	m=>200
2 15-25%	
3 25-35%	
4 35-45%	
5 45-55%	
6 55-65%	
7 65-75%	
8 75--85%	
9 85-95%	
10 95-100%	

Naast van alle soorten is ook de bedekking van kruiden, grassen, mossen en open stukken bepaald (zie Bijlage 1). De plantensoorten zijn gerangschikt naar soorten van de Kievitsbloem associatie (16Ba1), indicatief voor bemeste graslanden en soorten die indicatief zijn voor natte omstandigheden naar de indeling van de Vegetatie van Nederland en de Veldgids Plantengemeenschappen (Schaminée et al. 1996; Schaminée et al. 2010). In totaal kunnen 10 soorten voorkomen.

Tabel 2.3. De lijst van plantensoorten van de Kievitsbloem associatie (16Ba1), een bemeste variant en een natte variant naar de indeling van de Vegetatie van Nederland (VnVcode) en Veldgids Plantengemeenschappen (Schaminée et al. 1996; Schaminée et al. 2010).

Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	Type	VvN code	Subassociatie
Wilde kievitsbloem	<i>Fritillaria meleagris</i>	kA	16Ba1	a. cynosuretusum
Grote vossenstaart	<i>Alopercuris pratensis</i>	kV	16Ba1	a. cynosuretusum
Gewone paardenbloem	<i>Tar officianalus</i>	kO	16Ba1	a. cynosuretusum
Pinksterbloem	<i>Cardamine pratensis</i>	Kk	16Ba1	a. cynosuretusum
Kruipende boterbloem	<i>Ranunculus repens</i>	Bg	16Ba1	a. cynosuretusum
Gulden boterbloem	<i>Ranunculus auricomus</i>		16Ba1	a. cynosuretusum
Gewoon speenkruid	<i>Ranunculus ficaria</i>		16Ba1	a. cynosuretusum
Gestreepte witbol	<i>Holcus lanatus</i>	kK	16Ba1	a. cynosuretusum
Vertakte leeuwentand	<i>Leontodon autumnalis</i>		16Ba1	a. cynosuretusum
Smalle weegbree	<i>Plantago lanceolatum</i>	dK	16Ba1	a. cynosuretusum
<u>Indicatief voor bemest</u>				
Engels raaigras	<i>Lolium perenne</i>			Bemest
Fioringras	<i>Agrostis stolonifera</i>			Bemest
Vogelmuur	<i>Stellaria media</i>			Bemest
Gewoon varkensgras	<i>Polygonum aviculare</i>			Bemest
Straatgras	<i>Poa annua</i>			Bemest
<u>Indicatief voor nat</u>				
Gewone doterbloem	<i>Caltha palustris</i>		16Ba1c	c. calthetosum
Scherpe zegge	<i>Carex acuta</i>		16Ba1c	c. calthetosum
Echte koekoeksbloem	<i>Lychnis flos-cuculi</i>		16Ba1c	c. calthetosum
Twee-rijige zegge	<i>Carex disticha</i>		16Ba1c	c. calthetosum
Liesgras	<i>Glyceria maxima</i>		16Ba1c	c. calthetosum
Veenwortel	<i>Polygonum amphibium</i>		16Ba1c	c. calthetosum

2.3.2 Biomassaproductie en chemische samenstelling van de vegetatie

Na het verrichten van de vegetatie-opname is de vegetatie in het vlak van 2 x 2 meter afgeknipt voor het bepalen van de biomassa (Figuur 2.5). Het materiaal is gewogen en vervolgens in het laboratorium bepaald op het drogestofgehalte en het gehalte aan de nutriënten stikstof (N), fosfor (P), kalium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg), zwavel (S), natrium (Na), chloride (Cl), mangaan (Mn), zink (Zn), koper (Cu) en ijzer (Fe).

Uit de hoeveelheid biomassa en de samenstelling van het materiaal kan de opname van nutriënten door de vegetatie op het moment van de 'oogst' worden berekend.



Figuur 2.5. Knippen vegetatie voor bepaling van de hoeveelheid biomassa.

3 Resultaten

3.1 Bodemonderzoek

3.1.1 Bodemprofielen

De bodemprofielen per locatie zijn met foto en omschrijving weergegeven in Bijlage 4.

Een globale samenvatting van de verschillen tussen de profielen:

- Op locatie 2 is sprake van lemige zandgronden met een venige / kleiige tussenlaag die varieert in dikte van 40-60 cm.
- Op locatie 5 is de profielopbouw nogal variabel:
 - 8.1. Klei op veen,
 - 8.2. Klei op veen (ca 25 cm) op zand,
 - 8.3. Zand met kleiige tussenlaag (ca 15 cm dikte).
- Op locatie 10 is de situatie ook nog vrij variabel, met globaal vooral klei op veen, maar waar op verschillende diepten in het profiel zandlaagjes voorkomen.

3.1.2 Bodemsamenstelling

De resultaten van de chemische samenstelling van de bovengrond (0-15 cm) van de 9 bemonsterde locaties is weergegeven in Tabel 3.1 en 3.2.

Tabel 3.1. Resultaten van enkele algemene bodemparameters in de toplaag (0-15 cm) van de bemonsterde locaties. Grondmonsters genomen op 24 april 2018 en geanalyseerd door Eurofins-Agro.

Locatie	pH	OS, %	Lutum, %	N-totaal, mg N/kg	CN-ratio	NLV, kg N/ha	K-CaCl ₂ , mg K/kg	K-voorraad, mmol+/kg	Mg-CaCl ₂ , mg Mg/kg
P 2.1	5,6	11,4	31	5390	12	140	41	4,8	196
P 2.2	5,2	9,2	22	4850	11	140	52	2,9	134
P 2.3	5,3	7,9	18	3300	14	85	55	3,2	216
P 5.1	6,1	9,4	30	4250	13	110	23	1,4	211
P 5.2	6,0	10,3	31	5250	11	150	33	2,4	381
P 5.3	5,7	8,3	17	4370	11	130	52	4,0	274
P 10.1	6,4	7,2	26	3340	13	90	28	2,7	245
P 10.2	5,0	8,3	28	4120	12	115	41	2,4	294
P 10.3	5,4	11,7	31	5940	11	165	66	3,7	409

Tabel 3.2. Resultaten van de fosfaatbepalingen in de toplaag van de bemonsterde locaties. De grondmonsters zijn genomen op 24 april 2018 en geanalyseerd door Eurofins-Agro. Waarden lager dan de detectielimiet zijn weergegeven met het '<'-teken.

Locatie	P-CaCl ₂ , mg P/kg	P-AL, mg P ₂ O ₅ /100 g	P-ox, mmol P/kg	Al-ox, mmol Al/kg	Fe-ox, mmol Fe/kg	FVG, %	P-totaal, mg P/kg
P 2.1	< 0,3	< 3	28,0	83,4	376	12	246
P 2.2	0,3	4	15,4	50,2	218	11	257
P 2.3	0,2	5	13,2	34,3	207	11	208
P 5.1	< 0,3	< 3	17,3	60,6	363	8	270
P 5.2	0,8	10	37,0	58,6	357	18	259
P 5.3	0,8	8	23,6	37,6	255	16	260
P 10.1	< 0,3	8	24,1	38,6	315	14	239
P 10.2	< 0,3	4	20,3	42,2	289	12	191
P 10.3	0,8	23	28,0	47,9	237	20	307

Bevindingen:

- De toplaag (0-15 cm) van de bemonsterde locaties is steeds kleihoudend: de lutumgehaltes van 20-30% zijn vrij hoog;
- De organische stofgehaltes schommelen rond de 10%, wat vrij normaal is voor grasland op klei;
- De N-totaalgehalten en de daaruit berekende stikstoflevering (NLV; gelijk aan N-mineralisatie) is gekoppeld aan organische stof en liggen in de normale range voor graslanden op kleigrond en van overstromingsgraslanden op zand en veen (Runhaar & Jansen, 2004; Stuijzand et al., 2008);
- De gehalten aan beschikbaar K en de K-voorraad zijn vrij gangbaar voor natuurgraslanden. In blauwgraslanden op zand zijn vergelijkbare waarden van 30 mg K/kg en ca. 60 mg K/kg in matig voedselrijke graslanden gevonden (Stuijzand et al., 2008). Beschikbaar P (P-CaCl₂ en P-AL) op de meeste percelen, uitgezonderd van perceel 10.3 en 5.2, komen overeen met waarden die op natuurgraslanden (waaronder blauwgraslanden) zijn gemeten. Waarden varieerden voor P-CaCl₂ van 0,1 tot 0,3 mg P/kg en die voor P-AL van 6-8 mg P₂O₅/100 g gemeten in natuurgraslanden op veen en op zand (Stuijzand et al. 2008; Sival et al. 2011);
- De verschillen in P-totaal, P-ox en FVG tussen percelen zijn relatief klein; De FVG was overal vrij laag en viel volgens de classificatie van Van Delft et al. (2006) in alle gevallen in de klasse gunstig of zeer gunstig (Tabel 3.3). Dit betekent dat er bij waarden van de FVG tussen 10 en 20% (klasse gunstig) goede perspectieven zijn om de FVG te verlagen tot de gewenste waarde van <10%. In percelen waar de FVG al lager is dan 10%, hoeft de FVG niet verder te worden verlaagd;
- De hoeveelheid P die wordt gemeten met P-ox en P-totaal is vooral van belang voor de hoeveelheid P die aan de bodem moet worden onttrokken om de P-beschikbaarheid (gemeten via P-AL en/of FVG) te laten dalen tot het gewenste niveau.

Tabel 3.3. Beoordeling van de P-beschikbaarheid op basis van de P-verzadigingsgraad (FVG) volgens Van Delft et al. (2006).

FVG (%)	Klasse	Omschrijving	Toelichting
<10	1	zeer gunstig	P in bodemvocht laag
10-20	2	gunstig	Verlagen P door verschralen kansrijk
20-50	3	redelijk	Verlagen door uitmijnen kansrijk
>50	4	ongunstig	Weinig perspectief op korte termijn voor uitmijnen of verschralen

3.2 Vegetatie-onderzoek

3.2.1 Vegetatie-opnamen

De soorten van de vegetatieopname zijn weergegeven in Tabel 3.4 en in Bijlage 2. Opvallend is dat het meeste aantal soorten (zowel totaal als van de Kievitsbloem-associatie) is aangetroffen in perceel 5.1 (Tabel 3.4; Bijlage 2). De meeste soorten in dit perceel, 10, zijn echter geen soorten uit de Kievitsbloem-associatie, maar wel van matig voedselarme omstandigheden. Dit zijn bijvoorbeeld Ruw beemdgras, Gewoon reukgras en Veldzuring.

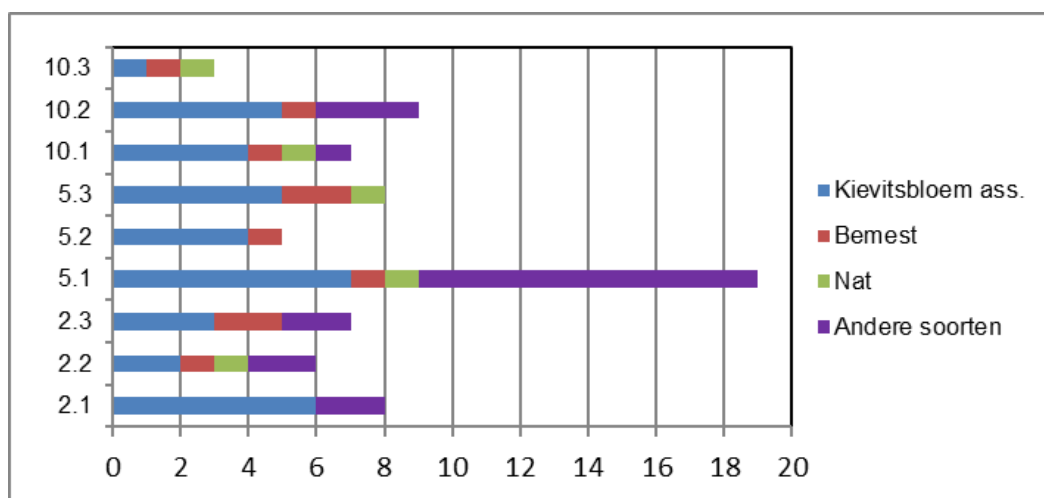
In totaal kunnen 10 soorten uit de Kievitsbloem-associatie voorkomen (zie Tabel 2.3). De meeste soorten van de Kievitsbloem-associatie komen voor in perceel 5.1 met 7 soorten dus 70 % van de soorten uit de Kievitsbloem-associatie, gevolgd door perceel 2.1 met 60% en de percelen 5.3 en 10.2 met 50% van de soorten uit Kievitsbloem-associatie. De goed ontwikkelde locaties (2.1, 5.1 en 10.1)

hebben significant meer soorten uit Kievitsbloem associatie (16Ba1). Dit is vooral het geval in de gebieden 2 en voor 5. De percelen 10.1 en 10.2 verschillen niet zoveel van elkaar, met 4 en 5 soorten. In de andere percelen zijn minder dan 10 soorten aangetroffen met het minst aantal soorten in perceel 10.3 met maar 3 soorten, waarvan slechts 1 uit de Kievitsbloem-associatie, de Grote vossenstaart. Deze is waarschijnlijk gezaaid.

De locaties met matig en slecht ontwikkelde Kievitsbloem associatie (16Ba1) verschillen niet veel van elkaar met betrekking tot het percentage. Op de locatie 10 is de matig ontwikkelde Kievitsbloem-associatie (locatie 10.2) relatief goed en de slecht ontwikkelde Kievitsbloem-associatie (locatie 10.3) heeft veel minder soorten. Het totaal aantal soorten en het aantal soorten van de Kievitsbloem-associatie uitgedrukt als percentage van het maximaal mogelijke aantal soorten uit deze associatie verschilde tussen de gebieden en locaties (Tabel 3.4).

Tabel 3.4. Het aantal en % van het totaal en % van het maximaal aantal soorten van Kievitsbloem associatie 16Ba1.

Aantal soorten	2.1	2.2	2.3	5.1	5.2	5.3	10.1	10.2	10.3
Kievitsbloem ass.	6	2	3	7	4	5	4	5	1
Bemest	0	1	2	1	1	2	1	1	1
Nat	0	1	0	1	0	1	1	0	1
Andere soorten	2	2	2	10	0	0	1	3	0
Totaal	8	6	7	19	5	8	7	9	3
% van max.# soorten van Kievitsbloem-associatie	60	20	30	70	40	50	40	50	10



Figuur 3.1. Grafische weergave van het aantal soorten. Gegevens uit Tabel 3.3.

Van de Kievitsbloem-associatie komen de 8 van de 10 soorten voor als Wilde kievitsbloem, Grote vossenstaart, Gewone paardenbloem, Pinksterbloem, Gulden boterbloem, Gewoon speenkruid, Gestreepte witbol en Smalle weegbree (Bijlage 2). Kruipende boterbloem en Vertakte leeuwentand komen niet voor. Daarnaast komen soorten uit sterk bemeste situaties als Fioringras in alle locaties voor met uitzondering van 2.1. Soorten van natte associaties als Twee-rijige zegge komen voor in perceel 5.1 en in 10.1, Liesgras in perceel 2.2 en Veenwortel komt voor in perceel 5.3 en in 10.3. .

In goed ontwikkelde Kievitsbloem-associaties is de totale bedekking in het voorjaar van 35 tot 50 % voor

een optimale kieming van zaden. Voor een optimale groei van de kandelaren en zwaarden fluctueert de optimale bedekking tussen 55 en 80% (de Goeij & Krekels 2000). De onderzochte percelen hebben met uitzondering van 2.2 niet een lagere bedekking dan 80% (Tabel 3.5). De grassen zijn dominant met Grote vossenstaart in gebied 5 en 10 en Gestreepte witbol in gebied 2.

Tabel 3.5. De totale bedekking en de bedekking met gras, kruid, mos en N-bindsters (in %) per locatie.

	2.1	2.2	2.3	5.1	5.2	5.3	10.1	10.2	10.3
Totaal	95	60	95	95	95	95	90	90	90
Kruid	20	5	20	15	5	40	5	30	5
Gras	75	55	75	75	90	45	95	65	85
Mos	10	0	0	0	0	0	0	0	
N-bindsters	0	0	0	1	0	0	0	0	0

3.2.2 Hoeveelheid en chemische samenstelling van de biomassa

De resultaten van de hoeveelheid en chemische samenstelling van de biomassa is weergegeven in Tabel 3.6. De daaruit berekende nutriëntenopname is ook weergegeven.

Tabel 3.6. Hoeveelheid en chemische samenstelling van de biomassa en de daaruit berekende nutriëntenopname ten tijde van het veldwerk (op 24 april 2018).

Perceel	hoeveelheid biomassa, gram/veldje	drogestof-gehalte, DS, g/kg	drogestof-opbrengst, kg ds/ha	nutriëntengehalte in g per kg drogestof			nutriëntenopname in kg per ha		
				g N/kg ds	g P/kg ds	g K/kg ds	kg N/ha	kg P/ha	kg K/ha
2.1	1027	163	419	29	3,9	14	12	1,6	6
2.2	621	202	314	36	2,6	13	11	0,8	4
2.3	1158	179	518	43	2,8	19	22	1,5	10
5.1	899	187	420	35	2,9	28	15	1,2	12
5.2	1943	196	952	31	3,5	26	30	3,3	25
5.3	1343	189	635	33	3,6	32	21	2,3	20
10.1	878	221	485	38	3,4	25	19	1,6	12
10.2	783	221	433	32	3,5	24	14	1,5	10
10.3	752	198	372	55	3,8	28	20	1,4	10

De mate van voedselrijkdom wordt vaak afgeleid uit de jaarlijkse biomassaproductie van de vegetatie en de hoeveelheid N in de biomassa. Een veelgebruikte classificatie op basis van de biomassaproductie en N-opname van de biomassa op jaarbasis is weergegeven in Tabel 3.7. De variaties van de hoeveelheid biomassa en de nutriëntengehalten leiden tot verschillen in de totale opname van nutriënten. De verschillen in N-, P- en K-gehalten tussen de plots kunnen verklaard worden uit het verschil in soorten, de bodemvruchtbaarheid en de reeds aanwezige hoeveelheid biomassa.

De gehalten in de vegetatie variëren voor N van 29-55 g/kg; voor P van 2,6-3,9 g/kg en voor K van 13-32 g/kg. De N-, P- en K-gehalten waren hoger dan de gehalten die normaalgesproken in vergelijkbare graslanden worden gevonden. In vergelijkbare overstromingsgraslanden zijn stikstofgehalten (gemeten op 10 juni) van 10 tot 19 g/kg gevonden (Runhaar & Jansen, 2004; Kemmers et al., 2008; Stuijfsand et al., 2008) en waren P- en K-gehalten respectievelijk gelijk aan 2-3 g P/kg en 5-20 g K/kg. Voor een deel kunnen de hoge nutriëntengehalten die in deze studie zijn gevonden worden verklaard door het vroege tijdstip van monsternamen, aangezien de gehalten in het voorjaar vaak hoger zijn dan in de zomer (zie ook Loeb, 2015).

Tabel 3.7. Mate van voedselrijkdom op basis van de biomassa productie (ton/ha/jr) en N hoeveelheden in de biomassa (kg N/ha/jr).

		ton/ha/jr	kg N/ha/jr
Oligotroof	zeer voedselarm	<1	<15
Mesotroof	voedselarm	1-2	15-30
Zwak eutroof	matig voedselarm	2-4	30-60
Matig eutroof	matig voedselrijk	4-6	60-120
Eutroof	voedselrijk	6-8	120-180
Hypertroof	zeer voedselrijk	>8	>180

De hoeveelheid biomassa en de N-opname door de biomassa in de uiterwaarden van het Zwarte Water en Vecht zijn alleen ten tijde van het veldwerk op 24 april 2018 bepaald. Zoals reeds is aangegeven in paragraaf 2.3 is dit erg vroeg om betrouwbare uitspraken te kunnen doen over de biomassaproductie en de N-opname op jaarbasis, omdat het groeiseizoen net van start is gegaan sinds medio maart.

Bevindingen:

- Door het vroege tijdstip waarop de vegetatie is bemonsterd, is het moeilijk om op basis daarvan betrouwbare uitspraken te doen over de voedselrijkdom van de locaties. Relaties tussen biomassaproductie en voedselrijkdom zijn gebaseerd op de productie in een heel jaar / groeiseizoen.
- Er is sprake van flinke verschillen in biomassaproductie: deze is relatief hoog op perceel 5.2 (en 5.3) en relatief laag op perceel 2.2 en 10.1-10.3. Deze verschillen zijn beïnvloed door hoogteligging en locatie, die in het vroege voorjaar zal hebben geleid tot verschillen in inundatie. Op percelen die tot voor kort onder water hebben gestaan, heeft de biomassa zich ten tijde van de monsternamen nog weinig gelegenheid gehad zich te ontwikkelen.
- N-gehalten in de biomassa zijn relatief hoog op perceel 2.3 en 5.3 en hoger dan in vergelijkbare overstromingsgraslanden (Runhaar & Jansen. 2004; Kemmers 2008; Stuijzand et al. 2008).
- P-gehalten in de biomassa liggen op perceel 2.2., 2.3 en 5.1 duidelijk lager dan op de overige locaties en in de range voor vergelijkbare overstromingsgraslanden (Runhaar & Jansen. 2004; Kemmers 2008; Stuijzand et al. 2008).
- K-gehalten in de biomassa van perceel 2.1 – 2.3 zijn opvallend laag. Dit zijn de meer zandige locaties, maar de lage gehalten zijn niet direct te verklaren uit de resultaten van grondonderzoek (Tabel 3.1).

3.2.3. N-, P- of K-limitatie

De graslanden kunnen N-, P- of K-gelimiteerd zijn. Bij een extra gift van het limiterende element zal de biomassaproductie van de vegetatie toenemen. Normaalgesproken zijn bijna alle graslanden N gelimiteerd en dat geldt ook voor kievitsbloemhooilanden (Loeb, 2015; Verhagen, 2018). Bij verdroogde graslanden komt naast N-limitatie regelmatig K-limitatie voor: co-limitatie. Er zijn aanwijzingen dat juist in de best ontwikkelde kievitsbloemhooilanden sprake is van co-limitatie van stikstof en kalium (Loeb, 2015), maar anderzijds hebben Kievitsbloemen een grote behoefte aan kalium t.b.v. de zaadzetting (Van den Broek et al., 2010). P-limitatie wordt normaalgesproken alleen aangetroffen in situaties die onder invloed staan van Fe-rijke kwel, waardoor P wordt vastgelegd en niet beschikbaar is voor de vegetatie.

Volgens de indeling van Olde Venterink voor natte graslanden in beekdalen geldt de indeling die is

weergegeven in Tabel 3.8 (Olde Venterink, 2000).

Tabel 3.8. Classificatie van N-, P- en K-limitatie van vegetaties op basis van N/P-, N/K- en K/P-ratio's.

Limitatie	grenswaarden ratio's
N	$N/P < 14,5$ en $N/K < 2,1$
P	$N/P > 14,5$ en $K/P > 3,4$
K	$N/K > 2,1$ en $K/P < 3,4$

Op basis van een vergelijking van de meetgegevens met de grenswaarden in Tabel 3.8 waren alle locaties met uitzondering van 2.3 ten tijde van het veldwerk N-gelimiteerd (Tabel 3.9). Locatie 2.3 was P-gelimiteerd. Conclusie is dat de meeste graslanden niet onder invloed staan van Fe rijk kwelwater en niet K-gelimiteerd zijn. Co-limitatie, waarbij meer dan één nutriënt limiterend is, lijkt niet voor te komen.

Tabel 3.9. Gehalten en ratio's van de nutriënten N, P en K in de vegetatie en type limitatie per locatie (N-limitatie is oranje gearceerd; P-limitatie lichtblauw) ten tijde van het veldwerk op 24 april 2018.

Locatie	g N/kg ds	g P/kg ds	g K/kg ds	N/P	N/K	K/P	limitatie
2.1	29	3,9	14	7,4	2,1	3,6	N
2.2	36	2,6	13	13,8	2,8	5,0	N
2.3	43	2,8	19	15,4	2,3	6,8	P
5.1	35	2,9	28	12,1	1,3	9,7	N
5.2	31	3,5	26	8,9	1,2	7,4	N
5.3	33	3,6	32	9,2	1,0	8,9	N
10.1	38	3,4	25	11,2	1,5	7,4	N
10.2	32	3,5	24	9,1	1,3	6,9	N
10.3	55	3,8	28	14,5	2,0	7,4	N

4 Interpretatie en advies

In dit onderdeel staan de vragen uit de inleiding centraal. Hierna zijn de vragen met antwoorden gegeven.

1. Wat is de Ausgangssituatie ten aanzien van de nutriëntentoestand van de bodem en de vegetatie (nulmeting), die als startpunt dient voor een eventueel uitmijnbeheer?

De Ausgangssituatie van de nutriëntentoestand van bodem en vegetatie is weergegeven in het voorgaande hoofdstuk. Hieruit blijkt dat de P- en K-beschikbaarheid in de bodem op vrijwel alle locaties laag is en dichtbij de referentiewaarden (zie verder) ligt, met uitzondering van locaties 5.2 en 10.3. Vooral locatie 10.3 bevat relatief veel beschikbare P en K. De hoeveelheid N die is opgeslagen in de organische stof is vrij groot, maar dat moet eerst mineraliseren, voordat het beschikbaar is voor de vegetatie, waardoor de N-beschikbaarheid toch laag kan zijn. Een indicatie van de hoeveelheid N die in het groeiseizoen vrij kan komen door mineralisatie is weergegeven met het begrip N-leverend vermogen (NLV; Tabel 3.1) en bedraagt tussen 90 en 160 kg N per ha per jaar. Daarnaast komt er N beschikbaar voor de vegetatie door depositie (ca. 20 kg N per ha) en indien van toepassing, via inundatie. Op basis hiervan is er sprake van matig voedselrijke tot voedselrijke omstandigheden.

Aangezien het veldwerk is verricht op 24 april 2018, kunnen op basis van de geproduceerde hoeveelheid biomassa en de N-opname door de vegetatie geen betrouwbare uitspraken worden gedaan over de voedselrijkdom van de locaties.

Uit de chemische samenstelling blijkt dat de vegetatie ten tijde van het veldwerk (eind april) op de meeste locaties N-gelimiteerd is, maar dat de vegetatie op de locatie 2.3 P-gelimiteerd is.

2. Wat is de streefwaarde voor N, P en K voor kievitsbloemhooiland in de Uiterwaarden Zwarte Water en Vecht? Is er daarbij onderscheid tussen het noordelijke deel (vnl. klei/veen) en het zuidelijke deel (vnl. zavel/zand)?

Om streefwaarden af te kunnen leiden voor de N-, P- en K-beschikbaarheid in de bodem is een grote dataset nodig, waarbij relaties kunnen worden gelegd tussen de bodemsamenstelling en samenstelling van de vegetatie. Het aantal onderzochte locaties is in dit onderzoek eigenlijk te klein om die relaties te kunnen afleiden, aangezien er naast de nutriënten ook andere factoren (zoals de mate waarin sprake is van overstroming, het aanwezige bodemleven, etc.) kunnen zijn die van invloed zijn op de vegetatie-ontwikkeling. Desondanks kan op basis van deze data van bodem en vegetatie een indicatie worden gegeven van de gewenste N-, P- en K-beschikbaarheid voor Kievitsbloem-hooilanden. Daarbij is de waarde van de beschikbaarheidsparameters voor N, P en K in de goed ontwikkelde Kievitsbloemhooilanden (locatie 2.1, 5.1 en 10.1) gebruikt als referentie (Tabel 4.1) en is in aanvulling daarop een vergelijking gemaakt met data uit de literatuur.

De N-beschikbaarheid is relatief lastig in te schatten én te sturen, aangezien die wordt bepaald door de hoeveelheid N die door mineralisatie vrijkomt uit de organische stof, de N-depositie en de hoeveelheid N die wordt aangevoerd met inundatie. De meest geschikte indicator is de parameter NLV (stikstofleverend vermogen), die wordt afgeleid van N-totaal en de C/N-ratio en waarmee een inschatting wordt gegeven van de hoeveelheid stikstof die in een jaar beschikbaar komt voor de vegetatie. Aangezien Kievitsbloemhooilanden worden beschouwd als matig voedselrijk en de N-opname op jaarbasis niet hoger dan 120 kg N per ha dient te zijn (Tabel 3.7), wordt als streefwaarde voor NLV een bovengrens van 100 kg N/ha aangehouden. Overigens komt deze grenswaarde niet duidelijk naar voren uit de resultaten van dit onderzoek (Tabel 3.1), aangezien de

referentielocaties niet in alle gevallen een lagere NLV hadden dan de locaties met een minder goed ontwikkelde Kievitsbloemhooiland-vegetatie.

De hoeveelheid minerale N (ammonium en nitraat) die soms wordt gebruikt (o.a. Loeb, 2015) is geen goede maat voor de N-beschikbaarheid, omdat het teveel het gevolg is van een momentopname, en omdat die in grasland meestal zeer laag is.

Voor fosfaat geldt dat Loeb (2015) aangeeft dat Kievitsbloemhooilanden voorkomen in milieus waarin de P-beschikbaarheid sterk uiteen kan lopen, maar daarentegen stelt Verhagen (2018) dat de botanisch meest waardevolle graslanden worden gevonden bij lage P-beschikbaarheid, waardoor ze gelimiteerd worden door fosfaat. Loeb (2009 en 2015) maakt als indicator voor de fosfaatbeschikbaarheid gebruik van P-Olsen, die niet zo gemakkelijk is te vertalen naar P-AL en FVG die in deze studie zijn gebruikt. In matig voedselrijke natuurgraslanden op veen- en op zandgrond (waaronder blauwgraslanden) varieerden streefwaarden voor P-beschikbaarheid van 0,1 tot 0,3 mg P/kg (voor P-CaCl₂) en van 6-8 mg P₂O₅/100 g voor P-AL (Stuijzand et al. 2008; Sival et al. 2011). Daarom wordt hier voor de Kievitsbloemhooilanden een P-AL van 10 als streefwaarde aangehouden. Alle locaties met uitzondering van 10.3 voldoen daaraan. Een P-AL van 10 komt overeen met een FVG van 15 (Figuur 4.1), wat in het midden ligt van de klasse 'gunstig', zoals gedefinieerd voor Van Delft et al. (2006). Deze waarde wordt daarom gehanteerd als streefwaarde voor de FVG.

Hiervoor is aangegeven dat er aanwijzingen zijn dat in de best ontwikkelde kievitsbloemhooilanden sprake is van co-limitatie van stikstof en kalium (Loeb, 2015), maar anderzijds hebben Kievitsbloemen een grote behoefte aan kalium ten behoeve van de zaadzetting (Van den Broek et al., 2010). Verhagen (2018) geeft dan ook aan dat er voor kalium sprake is van een incompleet beeld, waardoor het lastig is om voor de kaliumbeschikbaarheid een streefwaarde te definiëren. Verhagen werpt de vraag op of de kaliumbeschikbaarheid ook te laag kan worden voor de ontwikkeling van Kievitsbloemhooiland. Adams et al. (2012) geven ook aan dat de omstandigheden niet te schraal moeten worden en beschrijven een werkwijze die vroeger werd toegepast op gedeeltes die niet overstromden, waarbij kalirijk mestvocht ('aalt') werd toegepast. Op basis van de metingen in de referentielocaties is een streefwaarden van 50 mg K/kg grond afgeleid. Deze ligt op een hoger niveau dan de range van 2-12 mg K/kg grond die Loeb (2015) beschrijft, maar is op basis van de metingen in de referentielocaties van dit onderzoek voldoende laag. Bovendien wordt hiermee voorkomen dat de omstandigheden te schraal worden.

Een duidelijk onderscheid in streefwaarden tussen het noordelijke en het zuidelijke deel is niet te maken.

Tabel 4.1. Indicatieve streefwaarden (bovengrenzen) voor indicatoren van N-, P- en K-beschikbaarheid in de bodem voor Kievitsbloemhooilanden.

Nutriënt	Parameter	Eenheid	Streefwaarde
N	N-totaal	mg N/kg	5000
	NLV	kg N/ha	100
P	P-AL	mg P ₂ O ₅ /100 g	10
	FVG	%	15
K	K-CaCl ₂	mg K/kg	50

3. Op welk nutriënt zou het uitmijnen zich in deze gebieden moeten richten?

Op basis van de vegetatiesamenstelling is er in de meeste gevallen van de bemonsterde locaties sprake van N-limitatie. Op de matig en slecht ontwikkelde Kievitsbloemhooilanden zou daarom kunnen worden gestuurd op een verlaging van de N-beschikbaarheid. Zoals eerder aangegeven is het verlagen van de N-beschikbaarheid in de bodem echter lastig en zorgen N-depositie en een eventuele inundatie ook voor de aanvoer van N. Aangezien de N-depositie in Nederland op een hoog niveau ligt, geeft Verhagen (2018) aan dat het niet voor de hand ligt om uitmijnen te richten op stikstof. Wij delen deze inschatting.

Door het gedrag van kali in de bodem zal het zich niet sterk ophopen en kan een eventueel te hoge beschikbaarheid eenvoudig en snel worden verlaagd. Loeb (2015) heeft in een bemestingsproef laten zien dat kaliumlimitatie vrij snel kan worden bereikt en het kan dus een optie zijn om het uitmijnen te richten op kali. Zoals hiervoor reeds is bediscussieerd is het de vraag of dit een goede herstelstrategie is voor Kievitsbloemhooiland (zie ook Adams et al. (2012) en Verhagen (2018)), aangezien er aanwijzingen zijn dat de K-beschikbaarheid ook te laag kan worden. Verder wordt ook bij eventueel optredende overstromingen kali aangevoerd, waardoor deze strategie minder efficiënt zal zijn.

Fosfor (P) heeft de neiging om zich in de vorm van slecht oplosbare fosfaatverbindingen op te hopen in de bodem, wat de belangrijkste reden is dat een actief uitmijnbeheer vrijwel altijd gericht is op het verlagen van de P-toestand van de bodem. Verder geven Verhagen (2018) en Loeb (2015) aan dat de best ontwikkelde kievitsbloemhooilanden voorkomen op locaties met een lage P-beschikbaarheid. Dit was ook het geval in dit onderzoek, waar alle referentielocaties een P-AL <10 en een FVG < 15 hadden. De aanwezigheid van vrij hoge gehalten aan ijzer(hydr)oxiden betekent ook dat een eventuele aanvoer van P met slib in overstromingswater niet meteen zal leiden tot een hogere P-beschikbaarheid, omdat het P wordt vastgelegd aan de ijzer(hydr)oxiden.

Ons advies is dan ook om het uitmijnbeheer in percelen in de uiterwaarden van het Zwarte Water en de Vecht dan ook te richten op fosfaat, waarbij uitmijnen zou moeten worden toegepast op percelen met een P-AL > 10 mg P₂O₅/100 g. Van de onderzochte locaties is dat alleen locatie 10.3.

4. Hoe ziet een bemestingsadvies met betrekking tot de andere nutriënten er uit, zodat het uitmijnproces optimaal verloopt?

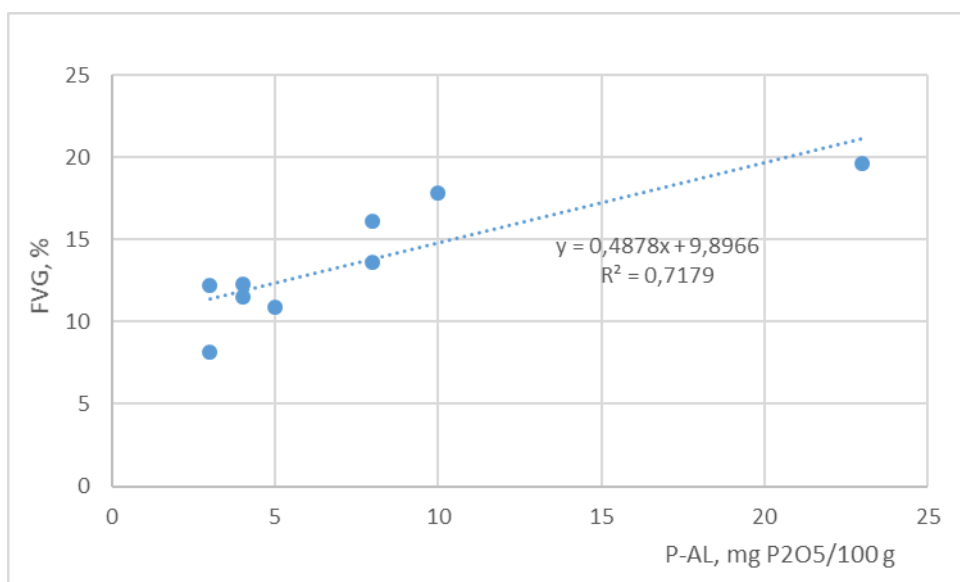
Om de P-toestand van locatie 10.3 te verlagen van P-AL 23 naar P-AL 10, is een toediening van N en K gewenst, om de onttrekking van P te maximaliseren. Daarnaast kan een kalkgift nodig zijn, om de pH te verhogen, wat ten goede kan komen aan de beschikbaarheid van spoorelementen in de bodem en daardoor aan de P-onttrekking.

Voor het bepalen van de hoogte van de gewenste N- en K-gift kan gebruik worden gemaakt van het landbouwkundige bemestingsadvies (CBGV, 2018). Voor productieve graslanden wordt bij de NLV van 165 een N-gift van ca. 350 kg N per ha geadviseerd. De geadviseerde K-gift wordt afgeleid van de hoogte van de K-CaCl₂ van 66 mg K/kg en de CEC van 277 mmol+/kg. Op basis hiervan wordt voor de eerste snede een K-gift van 100 kg K₂O/ha geadviseerd en voor volgende sneden ca. 70 kg K₂O/ha. Bij vijf sneden wordt het K-advies daarmee 380 kg K₂O per ha per jaar.

5. Wat is de verwachte tijdwinst van uitmijnen ten opzichte van regulier verschrallingsbeheer met betrekking tot de ontwikkeling van kievitsbloemhooiland en weegt dit op tegen de te maken kosten (mestgift, gewas- en bodemanalyses)?

Uitgaande van de benodigde verlaging van de P-toestand, kunnen we uitrekenen hoeveel P uit de bodem van locatie 10.3 onttrokken dient te worden om de P-AL tot het gewenste niveau te laten dalen. De gewenste daling van P-AL 23 naar P-AL 10 komt ongeveer overeen met een daling van de fosfaatverzadigingsgraad van 20 naar 15% (Figuur 4.1). Daarvoor moet de P-ox worden verlaagd van 28 naar 21 mmol P/kg, wat betekent dat de onttrekking 7 mmol P/kg dient te bedragen. Dit komt overeen met een hoeveelheid van 1118 kg P_2O_5 per ha.

Aangezien we uit andere studies weten dat de P-onttrekking bij uitmijning ca. 2x zo hoog is dan bij regulier verschrallen (90 in plaats van 45 kg P_2O_5 /ha; Postma et al., 2015), kunnen we de tijdwinst van uitmijnen ten opzichte van verschrallen uitrekenen. In het geval van uitmijnen is ca. 12 jaar nodig voor de benodigde verlaging van de P-toestand en in geval van verschraling is dat ca. 24 jaar. Bijkomend voordeel van het uitmijnen is dat in de tussentijd een gewas met een goede kwaliteit / voederwaarde kan worden geoogst dat goed bruikbaar is als veevoer voor vee (koeien en/of paarden). In het geval van verschraling zal de voederwaarde in het algemeen snel terug lopen.



Figuur 4.1. Relatie tussen P-AL en fosfaatverzadigingsgraad (FVG) op basis van de metingen in grondmonsters afkomstig van de bemonsterde locaties.

Literatuur

- Adams AS, A. Corporaal H. Sluiter & NAC Smits, 2012. Herstelstrategie H6510_B: Glanshaver- en vossenstaarthooilanden (grote vossenstaart).
- CBGV (2018) Bemestingsadvies, Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen. Te downloaden via www.bemestingsadvies.nl.
- De Goeij AAM & RFM Krekels (2000). De wilde kievitsbloem in Overijssel. Verspreiding, ecologie, knelpunten en beschermingsmaatregelen. Bureau Natuurbalans / Limes divergens. Nijmegen.
- Kemmers R, P Bolhuis, EJ Lammers & B de Jong (2008). Voorkomen en bestrijden van Pitrus-dominatie in natte schraalsgraslanden. Praktijk.experiment Gees, Alterra-rapport 1620.
- Loeb R (2015) Bodemchemisch onderzoek kievitsbloemhooilanden Buitenlanden Langeholte en Maatgraven. Rapport B-ware 2015.27, Nijmegen.
- Olde Venterink H (2000). Nitrogen, phosphorus and potassium flows in controlling plant productivity and species richness. Proefschrift. Universiteit Utrecht.
- Oomes MJM (1992). Yield and species density of grasslands during restoration management. J of Veg Sci 3 (2): 271-274.
- Postma et al. (2015). Fosfaatuitmijning voor natuurontwikkeling op voormalige landbouwgrond in Drenthe; Eindrapport 2010-2014. NMI-rapport 1390-VI, NMI, Wageningen, 49 pp.
- RHDHV (2017). Inrichtingsmaatregelen en beheersstrategie Natura 2000-gebied Uiterwaarden Zwarte Water en Vecht. Ontwerp rapportage.
- Runhaar J & PC Jansen (2004). Overstroming en vegetatie. Alterra-rapport 1079
- Runjaar J, BR Raterman & WJ Zaadnoordijk (2014). Inundatieregime kievitsbloemhooilanden langs het Zwarte Water. Rapport KWR 2014.105. Nieuwegein.
- Schaminée, J.H.J., K. Sýkora (2010). Plantengemeenschappen van Nederland. KNNV Uitgeverij. Zeist.
- Schaminée JHJ, AHF Stortelder & EJ Weeda (1996). De Vegetatie van Nederland. Deel 3. Opulus Press, Uppsala en Leiden.
- Sival FP & WJ Chardon (2002). Natuurontwikkeling op voormalige landbouwgronden in relatie tot de beschikbaarheid van fosfaat. SKB rapport SV-511. Gouda.
- Sival FP, RH Kemmers, P. Bolhuis & B. de Jong. 2011. Natuur- en Pitrusontwikkeling in het beekdal van de Geerserstroom. Bodemtoestand 3-5 jaar na inrichting. Alterra-rapport 2129.
- Stuijzand S, R van Ek, J Klein (redactie). 2008. Praktijkervaringen met waterberging en natuur in een beekdal; Achtergrondrapport Beerze. RWS Waterdienst rapport nr. 2007.014; Alterra rapport nr. 1631.
- Van Delft SPJ, WJM de Groot & WJ Chardon (2006). Bemonstering landbouwgronden en bepaling van de beschikbaarheid van fosfaat in verband met voorgenomen natuurontwikkeling. Karakterisering van 7 terreinen in de provincie Limburg. Alterra-rapport 1332, Wageningen.
- Van den Broek T, M. van der Welle, A. Smolders & M Billius, 2010. Terugkeer van paarsgeblokte Weelde. Herstelplan voor kievitsbloemen rond Gouda. Vakblad Natuur, Bos en Landschap september 2010, pp. 14-19.
- Verhagen R (2018). Uitmijnen uiterwaarden Zwarte water en Vecht; achtergronden en richtlijnen voor nul-meting. Projectnr. 0419530.08, Antea Group, Heerenveen, 23 pp.

Bijlage 1. Algemene veldgegevens per locatie ten tijde van het veldwerk op 24 april j.l.

locatie		2.1	2.2	2.3	5.1	5.2	5.3	10.1	10.2	10.3
Opnemer		FSival	FSival	FSival	FSival	FSival	FSival	FSival	FSival	FSival
X		52,53733	52,53769	525.381.614	?	52,57259	52,57607	52,61817	52,61733	52,61943
Y		6,137515	6,133264	6,1375269	?	6,108677	6,109162	6,08235	6,085315	6,085965
Datum:		24-apr-18	24-apr-18	24-apr-18	24-apr-18	24-apr-18	24-apr-18	24-apr-18	24-apr-18	24-apr-18
tijdstip (uur)		10:30	9:30	11:30	14:30	12:30	13:30	15:30	16:15	15:00
temp (C)		11	11	11	11	11	11	11	11	11
weer:		bewolkt	bewolkt	bewolkt	bewolkt	bewolkt	bewolkt	bewolkt	bewolkt	bewolkt
Bodemtype:										
Bodemgebruik:		gras	ext gras	gras	gras	gras	gras	gras	gras	gras
Beheer					gemaaid	beweid				
GHG (cm)		20	> mv	>0	>0	>0	>0	>0	>0	>0
GLG (cm)		<110	55	50	>80	55	90		75	>70
Gwstand (cm)		70	55	60	80	100	75	75		75
Oppervlakte (m)		2*2	2*2	2*2	2*2	2*2	2*2	2*2	2*2	2*2
Totale bedekking (%)		95	60	95	95	95	95	90	90	90
open:		2	5	5	5	5	5	10	10	10
dood:		2	25	1	2	2	2	2	8	5
mos:		1	10	0	0	0	0	0	0	0
kruid:			5	75	75	5	40	5	30	85
gras:			55	20	15	90	45	95	65	5
N-binders:		0	0	0	1	0	0	0	0	0
Hoogte (cm)										
gras:		20	10	16	75	60	55	60	25	7
kruid:		70	50	23	50	40	39	38	10	20
N-binders:		0	0	0	0	0	0	0	0	0

Bijlage 2. Resultaten van de vegetatie-opnamen voor de uiteenlopende locaties Zwarte Water en Vecht

wetenschappelijke	nederlandse naam	type	VvN code	toelichting	locatie								
					2			5			10		
					2.1	2.2	2.3	5.1	5.2	5.3	10.1	10.2	10.3
				totaal aantal soorten	8	6	7	19	5	8	7	9	3
				16Ba1 Kievitsbloem-ass	6	2	3	7	4	5	4	5	1
Wilde kievitsbloem	<i>Fritillaria meleagris</i>	kA	16Ba1	Kievitsbloem-ass	r			.4a		.1r	.2a	.1r	
Grote vossenstaart	<i>Alopecurus pratensis</i>	kV	16Ba1	Kievitsbloem-ass	1			1	5	2	1	2	3
Gewone paardenbloem	<i>Taraxacum officinale</i>	kO	16Ba1	Kievitsbloem-ass	1		2	1	1	.2p		.2p	
Pinksterbloem	<i>Cardamine pratensis</i>	kk	16Ba1	Kievitsbloem-ass	p	.4a	1	.2p	.4p	.4a	.4a	.2p	
Kruipende boterbloem	<i>Ranunculus repens</i>	bg	16Ba1	Kievitsbloem-associatie									
Gulden boterbloem	<i>Ranunculus auricomus</i>		16Ba1	Kievitsbloem-associatie				.2a					
Gewoon speenkruid	<i>Ranunculus ficaria</i>		16Ba1	Kievitsbloem-associatie				.4p	.4p	4			
Gestreepte witbol	<i>Holcus lanatus</i>	kK	16Ba1	Kievitsbloem-associatie	2	1	.4p						
Vertakte leeuwentand	<i>Leontodon autumnalis</i>		16Ba1	Kievitsbloem-associatie									
Smalle weegbree	<i>Plantago lanceolata</i>	dK	16Ba1	Kievitsbloem-associatie	2			.4a			.2p	1	
Bemest				aantal	0	1	2	1	1	2	1	1	1
Engels raaigras	<i>Lolium perenne</i>			Bemest									
Fioringras	<i>Agrostis stolonifera</i>			Bemest		1	3	1	4	2	2	2	3
Vogelmuur	<i>Stellaria media</i>			Bemest			4p			.1p			
Varkensgras				Bemest									
Straatgras	<i>Poa annua</i>			Bemest									
nat				aantal	0	1	0	1	0	1	1	0	1
Gewone doterbloem	<i>Caltha palustris</i>		16Ba1c	nat									
Scherpe zegge	<i>Carex acuta</i>		16Ba1c	nat									
Echte koekoeksbloem	<i>Lychnis flos-cuculi</i>		16Ba1c	nat									
Twee-rijigge zegge	<i>Carex disticha</i>		16Ba1c	nat				2			6		
Liesgras	<i>Glyceria maxima</i>		16Ba1c	nat		3							
Veenwortel	<i>Polygonum amphibium</i>		16Ba1c	nat						.4p			.2p
Andere soorten				aantal	2	2	2	10	0	0	1	3	0
Ruw beemdgras	<i>Poa trivialis</i>			Andere soorten			3	1					
Gewoon reukgras	<i>Anthoxanthum odoratum</i>			Andere soorten				1					
Rood zwenkgras	<i>Festuca rubra</i>			Andere soorten				?					
Rietzwenkgras	<i>Festuca arundinacea</i>			Andere soorten				.4a					
Rode klaver	<i>Trifolium pratense</i>			Andere soorten								1	
Witte klaver	<i>Trifolium repens</i>			Andere soorten			1	.2p					
Scherpe boterbloem	<i>Ranunculus acris</i>			Andere soorten	1	.4a		1				.2p	
Veldzuring	<i>Rumex acetosa</i>			Andere soorten	a	.1r		.4p			.4a	1	
Hondsdrif	<i>Glechoma hederacea</i>			Andere soorten				.1p					
Madeliefje	<i>Bellis perennis</i>			Andere soorten				.2p					
Gewone smeerwortel	<i>Symphytum officinale</i>			Andere soorten				.4p					

Bijlage 3. Foto's van de vegetatie op de onderzochte locaties ten tijde van het veldwerk op 24 april 2018.

Perceel 2.1.



Perceel 2.2.



Perceel 2.3.



Perceel 5.1.



Perceel 5.2.



Perceel 5.3.



Perceel 10.1.



Perceel 10.2.



Perceel 10.3.



Bijlage 4. Beschrijving bodemprofielen op de onderzochte locaties.

Perceel 2.1. Profielbeschrijving

Bodemlaag, cm	Omschrijving
0-20	bruin zand, organische stofhoudend, met wortels
20-30	kleiig zand met donkere / zwarte brokjes
30-60	licht zand met gleyverschijnselen
>60	lichtbruin zand

Grondwaterstand: 70 cm diepte



Profiel 2.2. Profielbeschrijving

Bodemlaag, cm	Omschrijving
0-15	Bruin zand, met wortels
15-45	Vette klei met gleyverschijnselen
45-50	Donkere klei
50-60	Lichtere klei gereduceerd
60-75	Zandige klei
75-110	Lemig zand met harde brokjes pyriet

Grondwaterstand: 55 cm diepte



Profiel 2.3. Profielbeschrijving

Bodemlaag, cm	Omschrijving
0-15	Bruin zand met gley
15-45	Zandig leem/klei met gleyverschijnselen
45-55	Vette bruine klei
55-65	Vette grijze klei
>65	Lemig zand

Grondwaterstand: 60 cm diepte

**Profiel 5.1. Profielbeschrijving**

Bodemlaag, cm	Omschrijving
0-20	Organische stof rijke klei met wortels met gleyverschijnselen
20-60	Licht bruine klei met gleyverschijnselen
>60	Venige donkere klei met fijne wortels tot 70 cm

Grondwaterstand: 80 cm diepte



Profiel 5.2. Profielbeschrijving

Bodemlaag, cm	Omschrijving
0-25	Bruin zandige klei
25-45	Vette klei met weinig gleyverschijnselen
45-48	Venig bandje
48-55	Lemig donker grijs zand
>55	Donker grijs zand

Grondwaterstand: 100 cm diepte

**Profiel 5.3. Profielbeschrijving**

Bodemlaag, cm	Omschrijving
0-20	Zand
20-35	Donker grijze klei met gleyverschijnselen
35-90	Licht grijs grof zand
>90	Donker zand met veenresten

Grondwaterstand: 75 cm diepte



Profiel 10.1. Profielbeschrijving

Bodemlaag, cm	Omschrijving
0-20	Humeus zand
20-60	Klei met gleyverschijnselen
60-80	Zandige klei
>80	Kleiig veen

Grondwaterstand: 75 cm diepte

**Profiel 10.2. Profielbeschrijving**

Bodemlaag, cm	Omschrijving
0-15	Humeuze klei
15-50	Klei met gleyverschijnselen
50-55	Licht grijze zandlaag
55-65	Lichtgrijze zandige kleilaag
65-90	Kleiig veen
>90	Veen

Grondwaterstand: 75 cm diepte



Profiel 10.3. Profielbeschrijving

Bodemlaag, cm	Omschrijving
0-20	Klei
20-40	Klei met gleyverschijnselen
40-50	Lemig zand
50-70	Klei
70-120	Kleiig veen

Grondwaterstand: 70 cm diepte





www.nmi-agro.nl

nutriënten management
instituut nmi bv
nieuwe kanaal 7c
6709 pa wageningen
nmi@nmi-agro.nl