



Herkennen habitatkwaliteit graslanden o.b.v. NDVI

Tim Visser, Mark Kuiper, Dick Melman



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Herkennen habitatkwaliteit graslanden o.b.v. NDVI

Tim Visser¹, Mark Kuiper², Dick Melman¹

m.m.v. Wouter Meijninger¹ en Paul Goedhart¹

1 Wageningen Environmental Research

2 NatuurBeleven

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Environmental Research in opdracht van en gefinancierd door het Wereld Natuur Fonds en Provincie Noord-Holland (projectnummer 520004562).

Wageningen Environmental Research

Wageningen, december 2019

Gereviewd door:

Dr. Wim Ozinga (Wageningen Environmental Research)

Akkoord voor publicatie:

drs. Marion Kluivers-Poodt (teamleider team dierecologie, Wageningen Environmental Research)


Rapport 2977

ISSN 1566-7197

De kern van weidevogelbeheer betreft in Nederland het op orde krijgen van de habitatkwaliteit in de graslanden. Eerdere ervaringen laten zien dat NDVI-satellietbeelden een belangrijke rol kunnen spelen om hier gebiedsdekkend inzicht in te krijgen. In dit onderzoek is op een aantal onderdelen getoetst in hoeverre deze beelden inzicht geven in de feitelijke situatie en in hoeverre ze een betrouwbaar hulpmiddel kunnen zijn bij het plannen en evalueren van weidevogelbeheer. In een eerste analyse is vastgesteld in hoeverre NDVI specifiek is voor het type grasland. Daarnaast is onderzocht in hoeverre NDVI indicierend is voor zwaarte (biomassa) en structuur van de vegetatie, de kruidenrijkdom en de doorwaadbaarheid van de vegetatie (als maat voor verplaatsingsweerstand voor kuikens). Ten slotte is in beeld gebracht hoe de verspreiding van weidevogels gedurende het broed- en opgroeiseizoen samenhangt met de NDVI-waarden. Voor alle aspecten is een (vrij) sterke, vaak significante samenhang gevonden. Daarmee lijken NDVI-beelden bruikbaar om een gebiedsdekkend, realistisch beeld van de feitelijke situatie te geven.

Trefwoorden: NDVI, kruidenrijk grasland, weidevogels, vegetatiestructuur, habitatkwaliteit, agrarisch natuurbeheer

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/510110> 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.

 2019 Wageningen Environmental Research (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research), Postbus 47, 6700 AA Wageningen, T 0317 48 07 00, 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 werkt sinds 2003 met een ISO 9001 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem.

In 2006 heeft Wageningen Environmental Research een milieuzorgsysteem geïmplementeerd, gecertificeerd volgens de norm ISO 14001.

Wageningen Environmental Research geeft via ISO 26000 invulling aan haar maatschappelijke verantwoordelijkheid.

Inhoud

	Verantwoording	5
	Samenvatting	7
1	Inleiding	9
2	Materiaal en methoden	11
	2.1 Studiegebied & locatiekeuze	11
	2.2 Veldwerk	11
	2.2.1 Vegetatie	11
	2.2.2 Weidevogels	15
	2.3 Verwerken NDVI-beelden	15
	2.4 Analyse	16
3	Resultaten	18
	3.1 Graslandfase	18
	3.2 Aandeel kruiden, doorwaadbaarheid, biomassa en structuurvariatie	20
	3.3 Weidevogels	23
4	Discussie	25
5	Conclusie en aanbevelingen	27
	Literatuur	28
	Bijlage 1 Onderzoekspcelen	29

Verantwoording

Rapport: 2977

Projectnummer: 520004562

Wageningen Environmental Research (WENR) hecht grote waarde aan de kwaliteit van onze eindproducten. Een review van de rapporten op wetenschappelijke kwaliteit door een referent maakt standaard onderdeel uit van ons kwaliteitsbeleid.

Akkoord Referent die het rapport heeft beoordeeld,

functie: onderzoeker

naam: dr. Wim Ozinga

datum: 04-02-2020

Akkoord teamleider voor de inhoud,

naam: drs. Marion Kluivers-Poodt

datum: 04-02-2020

Samenvatting

Inleiding

Waar het om de Nederlandse bijdrage gaat, wordt de kern van weidevogelbeheer gevormd door het op orde krijgen van de habitatkwaliteit in grasland (Wymenga et al., 2009), in gebieden die landschappelijk geschikt zijn voor weidevogels (Oosterveld et al., 2014; Van der Geld et al. 2013). Het knelpunt wordt gevormd door structuurrijke, kruidenrijke graslanden, die afgelopen decennia zeer sterk in omvang zijn verminderd (Teunissen et al., 2012; Melman et al., 2016). Ook buiten de traditionele weidevogelgebieden is sprake van een sterke afname van kruidenrijk grasland en bijbehorende biodiversiteit.

In het agrarisch natuurbeheer wordt veel aandacht besteed aan selectie van potentieel geschikte gebieden, waar vervolgens door middel van beheer wordt gestreefd naar behoud en ontwikkeling van kruidenrijk grasland. In het verleden werd het in beheer zijn van grasland als indicatie gebruikt dat het habitat daarmee op orde was (Kleijn, 2012; Melman et al., 2004; 2006). Gebrek aan gebieds- of landsdekkend inzicht in de feitelijke habitatkwaliteit van graslanden was daar debet aan. Met de komst van NDVI-satellietbeelden is daar verandering in gekomen.

De NDVI geeft inzicht in de vitaliteit en biomassa van de vegetatie en wordt ingezet voor een breed scala aan doeleinden, waaronder precisielandbouw en het voorspellen en voorkomen van bosbranden. Er zijn echter ook vanuit ecologisch oogpunt tal van toepassingsmogelijkheden, zoals het via de biomassa onderscheiden van intensief en extensief gebruikte graslanden. Dit is onder andere van belang voor het in beeld krijgen van de structuur en kruidenrijkdom en daarmee de geschiktheid als habitat voor weidevogels. Sinds enkele jaren wordt in het kennissysteem voor weidevogels (Beheer-op-Maat; BoM (Visser et al., 2018)) gebruikgemaakt van NDVI-beelden bij het in beeld brengen van de potentiële habitatkwaliteit voor weidevogels. In de online webtool is een kaart gepubliceerd die inzicht geeft in de productiviteit van het gewas.¹ Deze kaart is gebaseerd op een langjarig gemiddelde van de situatie in de winter en kan worden ingezet om productieve graslanden te onderscheiden van minder productieve graslanden (zie figuur 1).

De NDVI-beelden lijken als hulpmiddel bij het vaststellen van de feitelijke habitatkwaliteit veelbelovend, maar validatie is noodzakelijk om de beelden te kalibreren. Hoe hangen de NDVI-beelden samen met de situatie te velde? Welke eigenschappen van de vegetatie kunnen uit de beelden worden afgeleid? In dit verkennende onderzoek wordt gekeken naar de samenhang tussen NDVI-beelden en:

1. De graslandfase² en kruidenrijkdom
2. De structuur van de vegetatie (biomassa, structuurvariatie, doorwaadbaarheid)

Daarnaast is verkend of er een relatie bestaat tussen de verspreiding van weidevogels en de NDVI-beelden.

Methode

Het onderzoek kan methodisch gezien worden opgeknipt in twee onderdelen, die beide op een andere schaal zijn uitgevoerd. Met betrekking tot de kenmerken van de vegetatie (biomassa, structuurvariatie doorwaadbaarheid en aandeel kruiden) zijn metingen verricht op 58 percelen in de Ronde Hoep, verspreid over 5 telrondes. In deze telrondes zijn tevens de locaties van weidevogels in beeld gebracht. De graslandfase is vastgesteld op 233 percelen verspreid door Nederland.

Voor bovengenoemde percelen zijn de benodigde NDVI-data ingewonnen. Daarbij zijn zowel de volledige reeks aan NDVI-waarden meegenomen als de standaarddeviatie van de NDVI op

¹ De productiviteit is de snelheid waarmee het gras groeit. Deze is hoog bij een hoge mestgift en/of droge bodem en lager bij een lage mestgift en/of vochtige bodem.

² A.d.h.v. Schippers e.a. (2015), waarin de volgende fasen worden onderscheiden: 0= Engels raaigrasland, 1= grassenmix, 2= dominant stadium, 3= gras-kruidenmix, 4= bloemrijk grasland, 5= schraalland.

perceelniveau. Ten slotte is voor ieder perceel het aantal maaibeurten vastgesteld op basis van het aantal plotselinge afnames van de NDVI gedurende het groeiseizoen.

Binnen de statistische analyses (variantieanalyses en -regressies) is verkend wat de relatie is tussen de NDVI-beelden (en afgeleide variabelen zoals de standaarddeviatie en het aantal maaibeurten) en de graslandfase, aandeel kruiden, doorwaadbaarheid, biomassa en structuurvariatie van de vegetatie. Met betrekking tot de relatie tussen de NDVI-beelden en de dichtheid aan weidevogels is een verkennende (visuele) analyse verricht.

Conclusies en aanbevelingen

Herkenning graslandfasen op basis van NDVI

Conclusie:

De graslandfasen verschillen significant van elkaar op het vlak van meerdere parameters die zijn ontleend aan de NDVI. Vooral het winterbeeld van NDVI en het aantal maaibeurten (afgeleid uit scherpe dalingen in de NDVI) lijken indicatief voor de graslandfasen. Ook op het gebied van de standaarddeviatie van de NDVI zijn significante verschillen gevonden tussen de graslandfasen. Ondanks de significante verschillen is op bij de meeste variabelen sprake van overlap tussen de verschillende graslandfasen.

Aanbeveling:

Voor een vergroting van de betrouwbaarheid van de identificatie van graslandfasen lijkt het verstandig om gebruik te maken van Random Forest-modellen als automatische herkenning van de graslandfasen op basis van remote sensing het doel is. Dergelijke modellen kunnen alle variabelen tegelijkertijd meenemen en in onderlinge samenhang interpreteren. Mogelijk kan dit verder worden geoptimaliseerd door het model aan te vullen met andere vegetatie-indexen en afgeleiden (zowel gebaseerd op radar- als satellietbeelden).

NDVI, habitatkwaliteit grasland & weidevogels

Er zijn significante relaties tussen de NDVI-beelden en kenmerken van de vegetatie die de weidevogel-habitatkwaliteit bepalen, waaronder de doorwaadbaarheid en structuurvariatie van de vegetatie. De relatie tussen NDVI-beelden en de dichtheid aan weidevogels is tevens zeer sterk: gezinnen van zowel de Kievit, tureluur als de grutto bezetten de meest extensieve percelen met de hoogste dichtheden. Eerder in het seizoen (tijdens de nestfase) geven de grutto en tureluur de voorkeur aan percelen met gemiddelde NDVI-waarden/gebruiksintensiteit. De gevonden verschillen tussen de soorten laten zich goed verklaren vanuit de verschillen in broedecologie.

Aanbeveling:

De relatie tussen de dichtheid aan weidevogels en NDVI-beelden is zeer sterk. NDVI-beelden geven daarmee een goede indicatie van de habitatkwaliteit en kunnen om deze reden goed worden ingezet als hulpmiddel bij het optimaliseren van het weidevogelbeheer. Dit betreft bijvoorbeeld het identificeren van geschikte locaties voor weidevogelbeheer en het monitoren en evalueren van de beheereffecten.

Algemeen

De algemene conclusie is dat NDVI-beelden een bruikbaar en betrouwbaar instrument kunnen zijn om graslanden te interpreteren naar voor weidevogels relevante habitatkenmerken. De grootste kracht zit in het gebruik voor diagnostische kenmerken op gebiedsniveau: het herkennen van de gunstigste omstandigheden voor weidevogels.

Omdat NDVI-beelden bijna wekelijks worden vervaardigd, lijken ze ook interessant om realtime informatie te genereren over de ontwikkeling van de habitatgeschiktheid gedurende het seizoen. Hiermee zou een zeer krachtig instrument beschikbaar komen voor collectieven om tijdens het seizoen te kunnen bijsturen, zodat er voldoende geschikte habitat is gedurende het gehele opgroeiaseizoen.

1 Inleiding

Waar het om de Nederlandse bijdrage gaat, wordt de kern van weidevogelbeheer gevormd door het op orde krijgen van de habitatkwaliteit in grasland (Wymenga et al., 2009), in gebieden die landschappelijk geschikt zijn voor weidevogels (Oosterveld et al., 2014; Van der Geld et al. 2013). Het knelpunt wordt gevormd door structuurrijke, kruidenrijke graslanden, die afgelopen decennia zeer sterk in omvang zijn verminderd (Teunissen et al., 2012; Melman et al., 2016). In het agrarisch natuurbeheer wordt veel aandacht besteed aan selectie van potentieel geschikte gebieden, waar vervolgens door middel van beheer wordt gestreefd naar behoud en ontwikkeling van grasland dat als habitat geschikt is voor weidevogels. In het verleden werd het in beheer zijn van grasland als indicatie gebruikt dat het weidevogelhabitat daarmee op orde was (Kleijn, 2012; Melman et al., 2004; 2006). Dat daar een kortere of langere tijd mee gemoeid is, werd weinig geproblematiseerd. Gebrek aan gebieds- of landsdekkend inzicht in de feitelijke kwaliteit van graslanden was daar debet aan. Met de komst van NDVI-satellietbeelden is daar verandering in gekomen. De NDVI geeft inzicht in de vitaliteit en biomassa van de vegetatie en wordt ingezet voor een breed scala aan doeleinden, waaronder precisielandbouw en het voorspellen en voorkomen van bosbranden. Verscheidene studies geven aan dat dergelijke beelden ook in het weidevogelbeheer een belangrijke rol kunnen spelen (Howinson et al., 2018; Schotman et al., 2015; Melman et al., 2016).

De NDVI is gebaseerd op de hoeveelheid licht dat wordt weerkaatst door de vegetatie. Hierbij gaat het om de verhouding tussen de hoeveelheid nabij-infrarood licht (wordt sterk weerkaatst door planten) en rood licht (wordt sterk geabsorbeerd door vegetatie). De NDVI is een ratio tussen 0 en 1. Hierbij geldt dat waarden van 0 duiden op water en waarden tussen 0.1 en 0.2 duiden op een kale bodem. De waarden tussen 0.2 en 1.0 duiden op vegetatie, waarbij hogere waarden gepaard gaan met meerdere bladlagen en dus een hogere biomassa. NDVI-beelden worden momenteel voornamelijk ingezet voor precisielandbouw. Er zijn echter ook vanuit ecologisch oogpunt tal van toepassingsmogelijkheden, zoals het via de biomassa onderscheiden van intensief en extensief gebruikte graslanden. Dit is onder andere van belang voor het in beeld krijgen van de structuur en kruidenrijkdom en daarmee de geschiktheid als habitat voor weidevogels.

Sinds enkele jaren wordt in het kennissysteem voor weidevogels (Beheer-op-Maat; BoM (Visser et al., 2018)) gebruikgemaakt van NDVI-beelden bij het in beeld brengen van de potentiële habitatkwaliteit voor weidevogels. In de online webtool is een kaart gepubliceerd die inzicht geeft in de productiviteit van het gewas.³ Deze kaart is gebaseerd op een langjarig gemiddelde van de situatie in april en kan worden ingezet om productieve graslanden te onderscheiden van minder productieve graslanden (zie figuur 1). Hierbij geldt dat de minder productieve graslanden het geschiktst zijn voor weidevogels: door de trage gewasgroei van het gras ontstaat bij adequaat beheer een open, kruidenrijke graslandvegetatie waarin weidevogelkuikens hun voedsel kunnen vinden. De meer productieve graslanden zijn minder geschikt voor weidevogelbeheer: het gras groeit hier dusdanig snel dat een dichte, gesloten vegetatie ontstaat. Een uitgestelde maaidatum levert dan geen geschikte habitat op. Immers, in dergelijke vegetaties kunnen weidevogelkuikens zich moeilijk voortbewegen, laat staan voldoende insecten vangen.

De met behulp van NDVI geproduceerde beelden worden door gebiedskenners herkend als een goed beeld van de situatie te velde en als bruikbaar gezien voor het weidevogelwerk.

³ De productiviteit is de snelheid waarmee het gras groeit. Deze is hoog bij een hoge mestgift en/of droge bodem en lager bij een lage mestgift en/of vochtige bodem.



Figuur 1 De zwaarte van het gewas, gebaseerd op een langjarig gemiddelde van de situatie in april. De lichte groentinten zijn geschikte locaties voor weidevogelbeheer. De donkergroene tinten zijn minder geschikt: de productiviteit is hier dusdanig hoog dat zich hier een zeer gesloten en kruidenarme vegetatie zal ontwikkelen bij uitgesteld maaibeheer, waarin de kuikens zich moeilijk kunnen voortbewegen.

De NDVI-beelden lijken als hulpmiddel bij het vaststellen van de feitelijke habitatkwaliteit dus veelbelovend. Het gebruik van NDVI-beelden hoeft zich niet te beperken tot het bepalen van een langjarig gemiddelde. Men zou deze ook kunnen gebruiken om de ontwikkeling binnen één seizoen te beschrijven: NDVI-beelden worden met een frequentie van 3-5 dagen vervaardigd. Dergelijke toepassingen zijn interessant voor het monitoren en evalueren van ANLb-beheer, of van graslandreservaten. Mogelijke toepassingen van deze info zijn onder meer:

- vaststellen ruimtelijke spreiding soortenrijk/structuurrijk grasland;
- traceren geschikte locaties voor weidevogelbeheer;
- traceren geschikte locaties voor herinzaai t.b.v. creëren soortenrijk grasland;
- monitoren langjarige ontwikkelingen op bedrijven of van gebieden als geheel;
- optimaliseren mozaïeken (bv. oplossen knelpunten t.a.v. beschikbaarheid kuikenland).

De nu gecreëerde beelden lijken veelbelovend, maar validatie is noodzakelijk om de beelden te kalibreren. Hoe hangen de NDVI-beelden samen met de situatie te velde? Welke eigenschappen van de vegetatie kunnen uit de beelden worden afgeleid? In dit verkennende onderzoek wordt gekeken naar de samenhang tussen NDVI-beelden en:

1. De graslandfase⁴ en kruidenrijkdom
2. De structuur van de vegetatie (biomassa, structuurvariatie, doorwaadbaarheid)

Daarnaast wordt verkend of er een relatie bestaat tussen de verspreiding van weidevogels en de NDVI-beelden.

⁴ A.d.h.v. Schippers e.a. (2015), waarin de volgende fasen worden onderscheiden: 0= Engels raaigrasland, 1= grassenmix, 2= dominant stadium, 3= gras-kruidenmix, 4= bloemrijk grasland, 5= schraalland.

2 Materiaal en methoden

2.1 Studiegebied & locatiekeuze

Het veldwerk is uitgevoerd in polder de Ronde Hoep. Dit gebied wordt gekenmerkt door een kern van relatief extensieve graslanden (reservaat voor weidevogels) omringd door een mozaïek van graslanden die sterk verschillen in mate van productiviteit en beheer.

In totaal zijn op 58 percelen metingen verricht. De locatiekeuze is tijdens het veldwerk bepaald en dus niet op voorhand vastgelegd. Hierbij zijn bewust locaties opgezocht die sterk van elkaar verschillen (kruidenrijk – kruidenarm, beweid – niet beweid, open vegetatie – zeer gesloten vegetatie etc.). Als leidraad voor het vinden van sterk verschillende graslanden is gebruikgemaakt van de classificering zoals beschreven in Schippers e.a. (2016). De metingen aan de vegetatie zijn verricht in drie rondes:

1. 30 april/1 mei
2. 14/15 mei
3. 22 juni

Een deel van de analyse is kracht bijgezet door data te gebruiken uit een ander project. Het gaat hierbij om het project 'PoC kruidenrijk grasland', uitgevoerd door Elipsis Earth. Het doel van dit project was onder andere om te verkennen welke mogelijkheden er zijn om met behulp van machine learning kruidenrijk grasland te herkennen en classificeren. Hiertoe zijn op 175 locaties, verspreid over Nederland, foto's genomen van graslanden, in de periode van begin mei tot eind juni. Deze foto's zijn vervolgens geclassificeerd aan de hand van de indeling zoals gebruikt door Schippers (2015). Hiermee kunnen foto's automatisch worden geclassificeerd; in ons geval de foto's die wij tijdens het veldwerk in de Ronde Hoep hebben gemaakt. Deze data zijn gebruikt als aanvulling op de data binnen de analyse die betrekking hebben op de relatie tussen de NDVI-waarde en de verschillende graslandfasen. Binnen de andere onderdelen van deze studie is geen gebruikgemaakt van deze data, aangezien binnen het PoC-project geen aanvullende metingen aan de biomassa, structuurrijkdom en andere kenmerken van de vegetatie zijn verricht.

2.2 Veldwerk

2.2.1 Vegetatie

Op iedere locatie zijn de volgende aspecten gemeten t.a.v. de vegetatie:

A. Ontwikkelingsfase & kruidenrijkdom

A1. Aandeel kruiden

Schatting van het percentage oppervlak dat wordt bedekt door kruiden op perceelniveau.

A2. Graslandfase

Voor ieder perceel is vastgelegd in welke fase het grasland verkeert. Dit is gedaan a.d.h.v. Schippers e.a. (2015), waarin de volgende fasen worden onderscheiden:

0 – Raaigrasland

Gras= sterk glanzend groen

Kruiden= niet tot nauwelijks aanwezig

Aantal soorten per 25 m²: 5-10



Fase 1 – Grassenmix

Gras = grof mozaïek van verschillende grassen. Meerdere groentinten zichtbaar, doordat andere (niet glanzende grassen) hun intrede doen.

Kruiden = beperkt aantal soorten algemene kruiden, zoals de laagblijvende kruipende boterbloem, paardenbloem, pinksterbloem en veldzuring. De kruiden komen meestal alleen in haarden ('eilanden' in de grassenmix) voor. De laatste drie genoemde kruiden komen soms ook vrijwel perceeldekkend voor. (NB De landschappelijke betekenis is dan groot, maar de betekenis voor biodiversiteit beperkt.)

Aantal soorten per 25 m²: 10-15



*Fase 2 – Dominant stadium*_(NB Dit stadium is door doelmatig gebruik te vermijden)

Gras = meer dan de helft is bedekt met gras dat geen sterk glanzende bladonderzijde heeft.

Het gaat om een van de volgende grassen: gestreepte witbol, grote vossenstaart of glanshaver.

Kruiden = niet/nauwelijks zichtbaar.

Aantal soorten per 25 m²: 10-15



Fase 3 – Kruidenmix

Gras = fijn mozaïek van verschillende grassen. Naast de grassen van de vorige fase ('grassenmix') treden nu ook minder productieve grassen op de voorgrond, zoals reukgras, roodzwenkgras en gewoon struisgras.

Kruiden = talrijk aanwezige kruiden komen redelijk gelijkmatig verdeeld over het perceel voor (niet in haarden van één soort).

Aantal soorten per 25 m²: 15-25



Fase 4 – Bloemrijk grasland

Gras = fijn mozaïek van verschillende grassen. Naast de grassen van de vorige fase ('Gras-kruidenmix') doen nu ook schijngrassen hun intrede (zeggen en russen).

Kruiden = talrijk aanwezige kruiden komen gelijkmatig verdeeld over het perceel voor. De kruidenmix bestaat voor een groot deel uit soorten die karakteristiek zijn voor grondsoort en vochttoestand. Het geheel maakt een zeer kleurrijke indruk.

Aantal soorten per 25 m²: ± 20-40



Fase 5 – Schraalland

Val buiten scope van deze studie. Komt in agrarische sferen niet tot nauwelijks voor.

B. Biomassa, structuur en doorwaadbaarheid

B1. Biomassa van de vegetatie

De biomassa van de vegetatie is gemeten met een gewashoogtemeter. De gewashoogtemeter is een eenvoudig te hanteren instrument, bestaande uit een stok met hoogtemarkeringen en een schijf van piepschuim met een diameter van 21 cm die deze stok omsluit (zie figuur 2). Metingen zijn uitgevoerd door vanaf een vaste hoogte (1 m) de schijf te laten zakken om vervolgens de hoogte te noteren waarop de schijf wordt opgevangen door de vegetatie. De metingen zijn langs 5 transecten verricht (zie figuur 3 voor visualisatie van metingen).

De hoogte waarop de schijf wordt opgevangen, is zeer sterk gecorreleerd aan de biomassa van de vegetatie en wordt om deze reden ook wel toegepast door agrariërs om een inschatting te verkrijgen van de potentiële oogst (Karl, 1987). Vanuit ecologisch oogpunt geven de metingen een indicatie weer van de combinatie van hoogte en dichtheid van de vegetatie (biomassa).



Figuur 2 Gewashoogtemeter.



Figuur 3 Visualisatie meetpunten.

B2. Structuurrijkdom van de vegetatie

De structuurrijkdom is berekend door de standaarddeviatie te nemen van de biomassametingen. Hoe hoger de standaarddeviatie, hoe groter de structuurvariatie.

B3. Doorwaadbaarheid van de vegetatie

De doorwaadbaarheid hangt voor een belangrijk deel samen met de biomassa. Er is echter ook een aanvullende meting verricht. Hierbij is gebruikgemaakt van een bal die aan een koord wordt meegetrokken door de vegetatie. In een representatief deel van de vegetatie is langs een lijnvormig traject van ± 100 m genoteerd welk aandeel van de afgelegde afstand de bal minder dan 5 cm van het bodemoppervlak is verwijderd. Onder de 5 cm indiceert o.i. goed doorwaadbaar gewas. Hoger dan 5 cm indiceert slecht doorwaadbaar gewas; het gewas is hier dusdanig dicht dat het 'ophoopt' en de bal van de grond duwt. De meting resulteert in een percentage dat aangeeft welk aandeel van de vegetatie goed doorwaadbaar is. Deze methodiek is door ons ad hoc ontwikkeld. Het is voor ons tevens een verkenning van de bruikbaarheid ervan.

2.2.2 Weidevogels

De aanwezigheid van weidevogelterritoria, -nesten en -gezinnen is in vijf telrondes vastgesteld. De telrondes zijn uitgevoerd in zeven weidevogelvakken:⁵

1. Polder de Ronde Hoep
2. Bovenkerkerpolder
3. Verenigde Binnenpolder Oost + Inlaag
4. Noordpolder beoosten Muiden
5. Duivendrechtpolder
6. Spaarnewoude
7. Aetsveldschepolder Oost



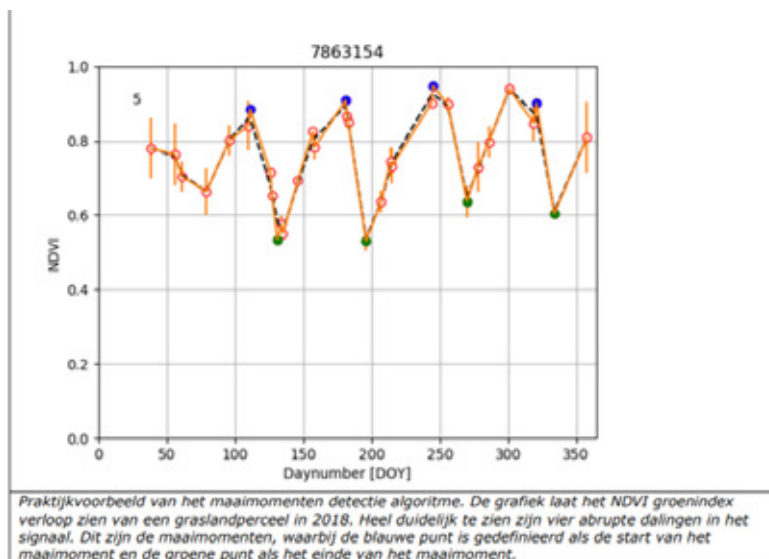
Figuur 4 Linkerzijde: ligging weidevogelvakken. Rechterzijde: weidevogeldata. Groene stippen betreffen gezinnen, rode stippen betreffen paren en territoria.

In totaal zijn 2324 paren en territoria geteld (gedragcode 2 = paar, 3 = territoriaal) en 1228 gezinnen (gedragcode 6 = alarmerend met jongen, 7 = vliegvlug jong, 8 = kuiken 0 tot 10 dagen, 9 = kuiken 10 tot 20 dagen, 10 = kuiken 20 dagen tot vliegvlug).

2.3 Verwerken NDVI-beelden

Alle NDVI-beelden zijn berekend op basis van open source data uit Sentinel 2. Voordat de analyse plaatsvond, zijn alle beelden gecorrigeerd op de aanwezigheid van wolken, de schaduwen daarvan en andere atmosferische afwijkingen. In totaal zijn op deze wijze 73 opnames verzameld in de periode van 1 januari tot en met 22 september. Binnen GIS is met behulp van zonal statistics het gemiddelde en de standaarddeviatie op perceelniveau berekend voor elke opname. Hierbij is gebruikgemaakt van de perceelsgrenzen zoals beschikbaar gesteld in de BRP van 2019. Het aantal maaibeurten per perceel is afgeleid uit het aantal scherpe afnames van de NDVI-waarde gedurende het seizoen.

⁵ Weidevogelvakken vormen vanuit het oogpunt van een weidevogel een ruimtelijke eenheid, ze worden begrensd door onneembare barrières voor weidevogelgezinnen (vaarten, snelwegen etc.).



2.4 Analyse

Het doel van de analyse is om te verkennen welke relatie er bestaat tussen NDVI-beelden en:

1. De graslandfase⁶ en kruidenrijkdom
2. De zwaarte en structuur van de vegetatie (structuurvariatie, doorwaadbaarheid)

De NDVI-beelden zijn op verschillende manieren ingezet als verklarende variabelen, zodat kan worden verkend welke van deze manieren in potentie de meeste verklarende kracht heeft:

1. Momentopname NDVI: bij deze aanpak is gekeken naar de verklarende kracht van de recentste NDVI-waarde t.o.v. de datum van de vegetatieopname (bijvoorbeeld: vegetatieopname op 21 mei, recentste NDVI-waarde is 19 mei).
2. Winterbeeld NDVI: in eerder onderzoek is gebleken dat het winterbeeld een sterke voorspellende waarde lijkt te hebben voor hoe de vegetatie zich later in het seizoen ontwikkelt. Bij deze aanpak wordt de verklarende kracht getest van de laagste NDVI-waarde in de periode van eind januari tot eind maart.
3. Maaifrequentie: de maaifrequentie (afgeleid uit plotselinge veranderingen in NDVI) hangt naar verwachting sterk samen met het type vegetatie. Deze aanpak verkent of dit daadwerkelijk het geval is.

Er zijn verschillende statistische methoden gebruikt, afhankelijk van de aard van de vergelijking en de samenstelling van de data. Onderstaande tabel (tabel 1) toont welke analyses zijn toegepast en om welke reden.

⁶ A.d.h.v. Schippers e.a. (2015), waarin de volgende fasen worden onderscheiden: 0= Engels raaigrasland, 1= grassenmix, 2= dominant stadium, 3= gras-kruidenmix, 4= bloemrijk grasland, 5= schraalland.

Tabel 1 *Overzicht uitgevoerde analyses.*

Afhankelijke variabele	Verklarende variabele	Analyse
Graslandfase	NDVI – momentopname	Seperate een-weg variantieanalyses van {NDVI15feb / NDVI15feb-stdev / NDVImoment / NDVImoment-stdev / AantalMaaibeurten} op graslandfase, gevolgd door een paarsgewijze vergelijking De response #maaibeurt is een telling en geen continue variabele; deze is geanalyseerd met een GLM met de Poisson verdeling en de logaritmische link.
	NDVI – momentopname stdv	
	NDVI – winterbeeld	
	NDVI – winterbeeld stdv	
	Aantal maaibeurten 2019	
Kruidenrijkdom	NDVI – momentopname	Regressieanalyse. Aandeel kruiden en doorwaadbaarheid zijn percentages en dus is logistische regressie met overdispersie gebruikt. Biomassa en Structuurvariatie zijn continue variabelen en daarvoor is een gewone regressie gebruikt.
Biomassa	NDVI – momentopname stdv	
Structuurrijkdom	NDVI – winterbeeld	
Aandeel kruiden	NDVI – winterbeeld stdv	
	Aantal maaibeurten 2019	

NDVI & weidevogels

Ter verkenning is vergeleken hoe de dichtheid aan 1) weidevogelterritoria of -paren en 2) weidevogelgezinnen zich verhoudt tot de NDVI. Hiertoe is allereerst voor ieder van de zeven weidevogelvakken uitgerekend wat het aanbod is van verschillende NDVI-waarden binnen de grenzen van het weidevogelvak. Daarbij is gebruikgemaakt van het winterbeeld. Voor iedere range aan NDVI-waarde (bandbreedte van iedere range is 0.05, dus bijvoorbeeld 0.75-0.8, 0.9-0.95 etc.) is vervolgens uitgerekend met welke dichtheden deze wordt bezet door weidevogels binnen het betreffende gebied. Het eindresultaat is de dichtheid aan weidevogels, per soort, per gebied, per NDVI-banbreedte. Dit is tweemaal gedaan: één keer met alleen de weidevogelterritoria en paren, één keer met alleen de gezinnen.

3 Resultaten

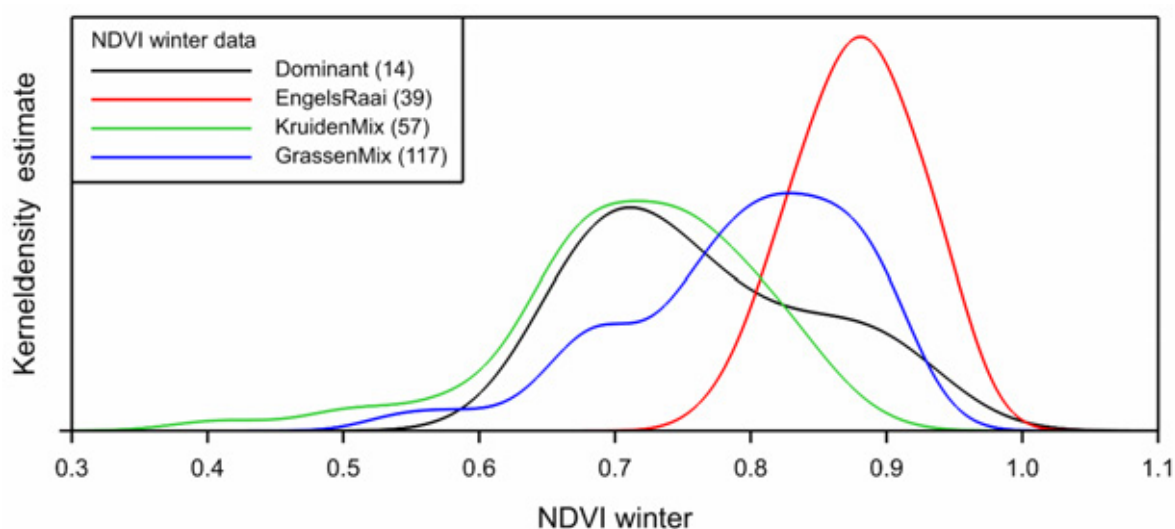
3.1 Graslandfase

Variantieanalyses

De resultaten van de variantieanalyse zijn weergegeven in tabel 2 en worden hieronder apart besproken.

NDVI-winterbeeld

Alle graslandfasen verschillen op het vlak van de NDVI op winterbeeld significant van elkaar (zie tabel 2), met uitzondering van de graslandfasen 'grassenmix' en 'dominant stadium'. Figuur 5 geeft inzicht in de spreiding van de data ten opzichte van de NDVI-waarde van winterbeeld, voor elk van de vier graslandfasen. Hier is duidelijk te zien dat de kruidenmix doorgaans lage NDVI-waarden heeft, van 0.6-0.8. De waarden voor de dominante fase tonen een sterke overlap met de kruidenmix, maar loopt langer door naar de rechterkant van de figuur (hogere NDVI-waarden). De Engels-raaigraslanden hebben duidelijk de hoogste NDVI-waarden. De grassenmix valt, zoals kan worden verwacht, tussen Engels raaigras en kruidenmix in.



Figuur 5 Spreiding van de data t.o.v. de NDVI (winterbeeld). De lijnen representeren de verschillende graslandfasen. De kernel density estimate geeft inzicht in de spreiding van de data. Hoe hoger de lijn, hoe meer datapunten rond de NDVI-waarde in kwestie vallen. De breedte van de kernel density is berekend met de volgende formule (n =aantal waarnemingen): $S3 = 0.90 \times \text{minimum}$ (standard deviation, interquartile range/1.34) $\times n^{-1/5}$.

NDVI winterbeeld standaarddeviatie

De graslandfasen 'Engels Raai' en 'kruidenmix' verschillen significant van elkaar (zie tabel 2). Engels-raaigraslanden hebben een lagere standaarddeviatie, hetgeen duidt op een meer homogene vegetatiestructuur. De overige graslandfasen verschillen niet significant van elkaar, maar tonen wel de rangschikking die vanuit ecologisch oogpunt mag worden verwacht: kruidenmix heeft de grootste standaarddeviatie, gevolgd door dominant stadium en de grassenmix.

NDVI-momentopname & NDVI-momentopname standaarddeviatie

De momentopname lijkt weinig indicatief voor de graslandfase. Kruidenmix en grassenmix verschillen significant van elkaar (zie tabel 2). De overige graslandfasen verschillen niet significant van elkaar.

Aantal maaibeurten

Engels raaigraslanden worden significant vaker gemaaid dan kruidenmix en grassenmix-graslanden (zie tabel 2). Het verschil ten opzichte van dominante graslanden is eveneens bijna significant. Dominante fase-graslanden worden het minst vaak gemaaid. Vanuit de praktijk is bekend dat een uitgestelde maaidatum in combinatie met relatief voedselrijke omstandigheden leidt tot het dominante stadium. Dit past goed op de gevonden resultaten.

Tabel 2 Resultaten variantieanalyse. Onderstaande tabel toont welke graslandfasen significant van elkaar verschillen, op het vlak van 5 verschillende verklarende variabelen (NDVI-winterbeeld, NDVI-winterbeeld standaarddeviatie, NDVI-momentopname, NDVI-momentopname standaarddeviatie, Aantal maaibeurten (gebaseerd op het aantal plotselinge dalingen van de NDVI). Significante resultaten ($p < 0.05$) zijn geel gemarkeerd.

NDVI-winterbeeld					
Graslandfase	Gemiddelde	Graslandfase			
		Dominant stadium	Engels -raai	Kruidenmix	Grassenmix
Dominant	0.764	-			
EngelsRaai	0.878	0.000	-		
KruidenMix	0.714	0.037	0.000	-	
GrassenMix	0.793	0.207	0.000	0.000	-

NDVI-winterbeeld standaarddeviatie					
NDVIfeb-std	Gemiddelde	Graslandfase			
		Dominant stadium	Engels -raai	Kruidenmix	Grassenmix
Dominant	0.0307	-			
EngelsRaai	0.0156	0.194	-		
KruidenMix	0.0333	0.813	0.023	-	
GrassenMix	0.0286	0.843	0.060	0.434	-

NDVI-momentopname					
NDVImoment	Gemiddelde	Graslandfase			
		Dominant stadium	Engels -raai	Kruidenmix	Grassenmix
Dominant	0.890	-			
EngelsRaai	0.863	0.466	-		
KruidenMix	0.840	0.143	0.289	-	
GrassenMix	0.871	0.564	0.713	0.049	-

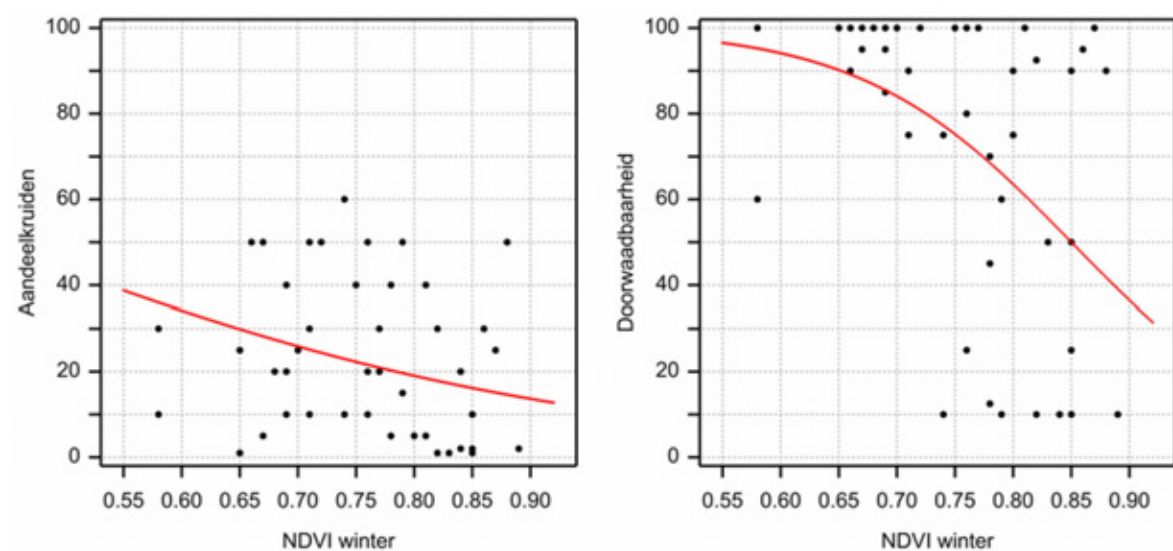
NDVI-momentopname standaarddeviatie					
NDVmon-std	Gemiddelde	Graslandfase			
		Dominant stadium	Engels -raai	Kruidenmix	Grassenmix
Dominant	0.0075	-			
EngelsRaai	0.0133	0.505	-		
KruidenMix	0.0174	0.224	0.439	-	
GrassenMix	0.0112	0.644	0.661	0.096	-

Aantal maaibeurten					
#maaibeurt	Gemiddelde	Graslandfase			
		Dominant stadium	Engels -raai	Kruidenmix	Grassenmix
Dominant	1.333	-			
EngelsRaai	2.216	0.063	-		
KruidenMix	1.474	0.713	0.008	-	
GrassenMix	1.646	0.418	0.025	0.399	-

3.2 Aandeel kruiden, doorwaadbaarheid, biomassa en structuurvariatie

NDVI-winter

De NDVI heeft een significante relatie met het aandeel kruiden ($p=0.032$) en de doorwaadbaarheid van de vegetatie ($p=0.001$) (zie figuur 6). Hoge NDVI-waarden in de winter gaan samen met een laag aandeel kruiden in de vegetatie en het ontstaan van een slecht doorwaadbare vegetatie.

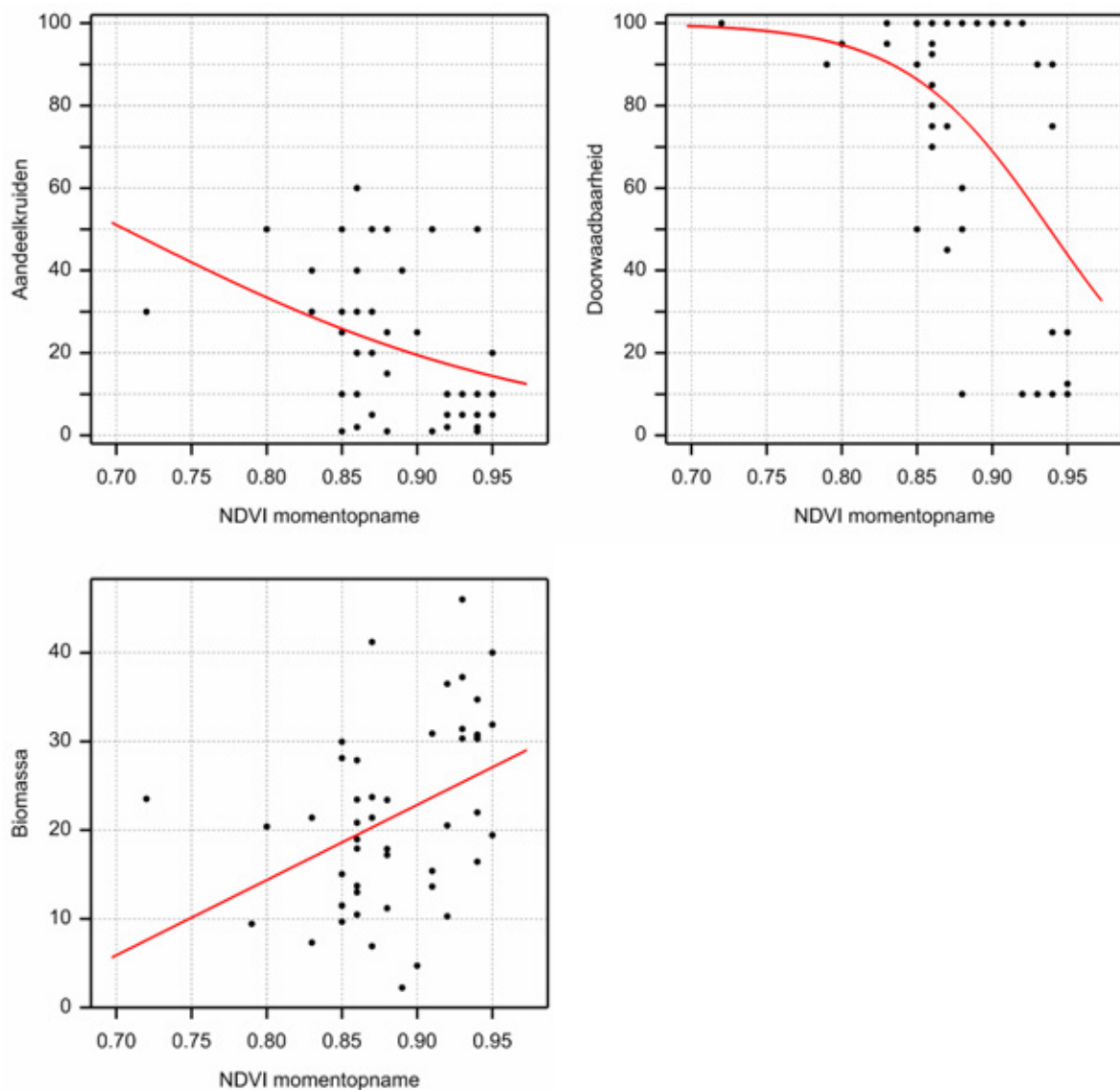


Figuur 6 Relatie tussen NDVI-winter en aandeel kruiden (links) en doorwaadbaarheid van de vegetatie (rechts). Beide y-assen betreffen percentages. Hoe hoger het percentage in de linkerfiguur, hoe hoger het aandeel kruiden in de vegetatie. Hoe hoger het percentage in de rechterfiguur, hoe beter de doorwaadbaarheid van de vegetatie.

NDVI-momentopname

De NDVI heeft een significante relatie met het aandeel kruiden ($p=0.022$), de doorwaadbaarheid ($p=0.001$) en de biomassa ($p=0.006$) (zie figuur 7). Er is geen significante relatie gevonden tussen de momentopname van de NDVI en de structuurvariatie van de vegetatie.

Hoge NDVI-waarden in de momentopname gaan gepaard met een slechte doorwaadbaarheid van de vegetatie, een laag aandeel kruiden en een hogere biomassa.



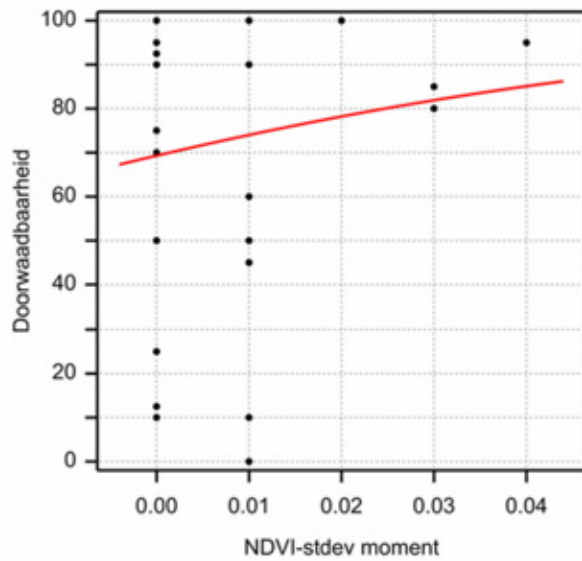
Figuur 7 Relatie tussen de momentopname van de NDVI en het aandeel kruiden in percentages van de vegetatie (linksboven), de doorwaadbaarheid van de vegetatie (rechtsboven) en de biomassa van de vegetatie (linksonder).

NDVI-winter standaarddeviatie

Geen significantie relatie met aandeel kruiden, doorwaadbaarheid, structuurvariatie of biomassa.

NDVI-momentopname standaarddeviatie

De standaarddeviatie van de momentopname van de NDVI is significant gerelateerd aan de doorwaadbaarheid ($p=0.04$). Hogere standaarddeviaties van de momentopname van de NDVI gaan samen met een beter doorwaadbare vegetatie (zie figuur 8).



Figuur 8 Relatie tussen de standaarddeviatie van de NDVI (momentopname) en de doorwaadbaarheid van de vegetatie. De doorwaadbaarheid betreft het aandeel van de vegetatie (in percentages) dat goed doorwaadbaar is.

Aantal maaibeurten (gebaseerd op het aantal plotselinge dalingen van de NDVI)

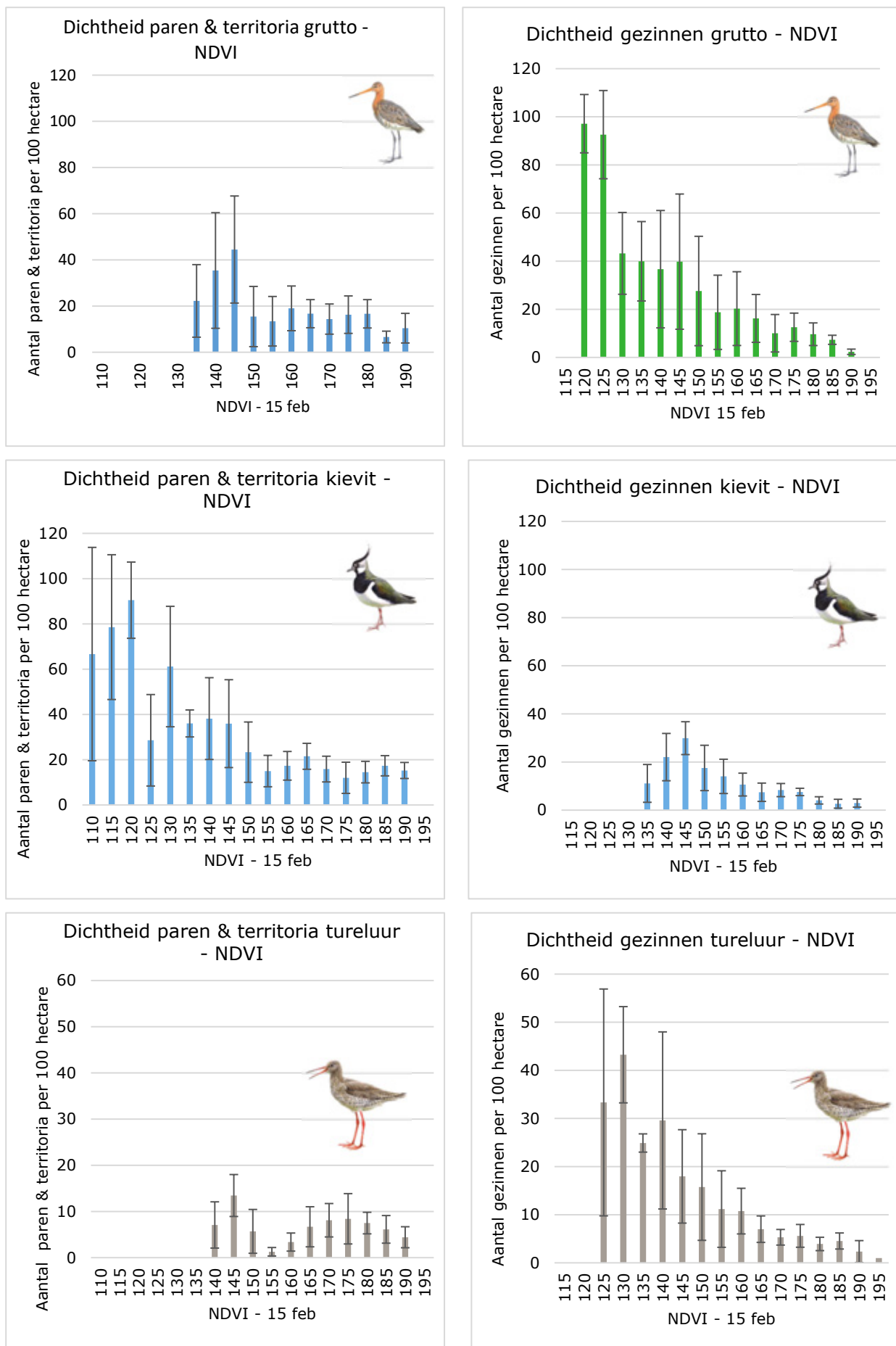
Geen significantie relatie met aandeel kruiden, doorwaadbaarheid, structuurvariatie of biomassa.

3.3 Weidevogels

Figuur 9 toont de relatie tussen de dichtheid aan weidevogels en de NDVI. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen de dichtheid aan paren en territoria (locatie tijdens broeden) en de dichtheid aan gezinnen (locatie na het uitkomen van de eieren). Dit onderscheid is van belang, omdat tijdens beide fasen van de levenscyclus behoefte is aan een ander type grasland.

In figuur 9 kan worden afgelezen dat gruttogezinnen met de hoogste dichtheden (± 100 gezinnen per 100 ha) voorkomen op de meest extensieve percelen (lage NDVI-waarden). Intensief gebruikte percelen (hoge NDVI-waarden) worden niet tot nauwelijks gebruikt ($\pm 2-5$ gezinnen per 100 ha). Dit verband sluit goed aan op de ecologie van de grutto: extensief beheerde graslanden vormen vanwege de structuurrijkdom, goede doorwaadbaarheid en aanwezigheid van dekking zeer geschikte graslanden voor foeragerende gruttokuikens, die al lopend voldoende insecten dienen te vangen. De relatie tussen de NDVI en de dichtheid aan paren & territoria toont een ander beeld: de grutto vestigt zich met de hoogste dichtheden op percelen die redelijk gemiddeld zijn als het gaat om gebruiksintensiteit/NDVI-waarde. Dit hangt naar verwachting samen met de broedecologie van de grutto. De grutto verstopt zijn nest in het gras, waarbij lange grashalmen over het nest worden 'omgebogen'. Op zeer extensieve percelen komt de gewasgroei in het vroege voorjaar traag op gang; op dergelijke percelen staat naar verwachting te weinig gewas om een nest te kunnen verstoppert. De samenhang van beide grafieken onderstreept het belang van zowel extensieve percelen als kuikenland voor weidevogelgezinnen als percelen met gemiddelde gebruiksintensiteit voor tijdens de vestigingsfase.

De tureluur toont nagenoeg hetzelfde beeld als de grutto. De kievit toont een afwijkend beeld als het gaat om de vestigingsfase. De meest extensieve percelen worden door de kievit met de hoogste dichtheden bezet. Wederom sluit dit aan op de broedecologie. In tegenstelling tot de grutto en tureluur verstopt de kievit zijn nest niet, maar prefereert hij percelen die (zeer) schaars begroeid zijn. Door de afwezigheid van een dichte vegetatie kan de omgeving vanaf het nest in de gaten worden gehouden.



Figuur 9 Relatie tussen de NDVI en de dichtheid aan weidevogels. De linkerfiguren betreffen de relaties tussen de dichtheid aan paren en territoria in het vroege voorjaar en de NDVI. De rechterfiguren betreffen de dichtheid aan gezinnen later in het seizoen en de NDVI.

4 Discussie

Herkenning graslandfasen

In dit onderzoek is verkend wat het verband is tussen de NDVI en de graslandfasen van Schippers e.a. (2015). De resultaten laten zien dat:

- De graslandfasen op het vlak van de NDVI-winterbeelden significant van elkaar verschillen. De graslandfasen kunnen langs een as van lage naar hoge NDVI-waarden worden gelegd: kruidenmix, dominant stadium, grassenmix, Engels raaigrasland.
- De graslandfase Engels raaigrasland heeft een significant lagere standaarddeviatie dan de overige graslandfasen. Dit betekent dat deze graslanden een minder grote variatie hebben aan NDVI-waarden binnen de grenzen van het perceel. Dit komt goed overeen met het beeld uit de praktijk: Engels raaigraslanden worden intensief gebruikt (intensieve verzorging, hoge mestgift) en dit leidt tot een vegetatie die op het hele perceel een gelijke hoogte heeft.
- De graslandfasen verschillen significant van elkaar op het gebied van het aantal maaibeurten (gebaseerd op het aantal plotselinge dalingen van de NDVI). Wederom passen de gevonden resultaten goed op wat men zou verwachten vanuit de ecologie: Engels raaigraslanden worden het vaakst gemaaid, kruidenmix het minst en grassenmix valt hier tussenin.
- De graslandfasen 'grassenmix' en 'kruidenmix' verschillen significant van elkaar op het vlak van de NDVI-momentopnamebeelden. De overige graslandfasen verschillen niet significant van elkaar. Ter verklaring: als men naar het verloop van de NDVI-waarde op perceelniveau gaat kijken, lijkt er sprake te zijn van een 'verzadiging' van het NDVI-beeld: na een bepaalde hoogte/dichtheid van de vegetatie neemt de NDVI-waarde nauwelijks verder toe, terwijl die in werkelijkheid de vegetatie wél hoger en zwaarder wordt. Mogelijk kan het gebruik van andere vegetatie-indexen (andere golflengtes, radar i.p.v. remote sensing) hier een uitkomst bieden.

Een kanttekening bij de gevonden resultaten is dat veel van de gevonden verschillen weliswaar significant zijn, maar er niettemin sprake is van aanzienlijke overlap, met name voor de graslandfasen anders dan Engels raaigrasland. De NDVI-waarde valt niet een-op-een samen met de graslandfase. Dit hangt samen met het feit dat de classificatie van Schippers een sterke vereenvoudiging van de werkelijkheid betreft; in het veld komen allerlei tussen- en ontwikkelingsvormen voor die, gemeten in de eendimensionale NDVI, de ruime bandbreedte en overlap kunnen verklaren. Door meerdere kenmerken te betrekken, kan de graslandfase wellicht veel betrouwbaarder worden vastgesteld. Hiervoor kan automatische beeldherkenning met behulp van Random Forest-modellen, toegepast op remote sensing beelden/foto's van de vegetatie die vele kenmerken representeren, soelaas bieden (machine learning). Dergelijke modellen kunnen alle variabelen tegelijkertijd meenemen en in samenhang interpreteren. Daarbij geeft verrijking van dergelijke modellen met andere vormen van input (andere vegetatie-indexen, gebaseerd op zowel radar- als satellietbeelden) naar verwachting een verdere verbetering van het resultaat.

Lessen m.b.t. herkenning graslandfasen m.b.v. NDVI:

- De NDVI-beelden kunnen op verschillende wijze worden gebruikt voor de identificatie van graslandfasen en bijbehorende eigenschappen.
- De betrouwbaarheid/nauwkeurigheid van de verschillende NDVI-parameters waarmee de eigenschappen kunnen worden vastgesteld, kan als volgt wordt gerangschikt (in volgorde van afnemende voorspellende waarde): NDVI-winterbeeld, aantal maaibeurten (gebaseerd op het aantal plotselinge dalingen van de NDVI), NDVI-winterbeeld standaarddeviatie, NDVI-momentopname, NDVI-momentopname standaarddeviatie.
- De verschillen tussen de graslandfasen op het vlak van bovengenoemde variabelen zijn in veel gevallen significant, maar er is sprake van overlap, zodat identificatie niet 100% betrouwbaar is. Dit kan worden ondervangen door gebruik van Random Forest-modellen. Dergelijke modellen kunnen alle variabelen tegelijkertijd meenemen en in onderlinge samenhang interpreteren. Wellicht kan identificatie verder worden geoptimaliseerd door het model aan te vullen met andere vegetatie-indexen en afgeleiden (zowel gebaseerd op radar- als satellietbeelden).

Relatie tussen NDVI en factoren die van belang zijn voor de habitatkwaliteit van graslanden: aandeel kruiden, doorwaadbaarheid, structuurvariatie en biomassa

De regressieanalyses tonen aan dat er een significant verband is tussen de NDVI-waarde en het aandeel kruiden, de doorwaadbaarheid en de biomassa. Het aandeel kruiden en de doorwaadbaarheid hangen sterker samen met de winterbeelden van de NDVI dan met NDVI-momentopnamen. De biomassa hangt logischerwijs sterker samen met de momentopname van de NDVI. Daarenboven blijkt de standaarddeviatie van de momentopname van de NDVI significant gerelateerd te zijn aan de structuurvariatie van de vegetatie.

Lessen m.b.t. NDVI en habitatkwaliteit:

- Er zijn sterke verbanden tussen de NDVI-beelden en kenmerken van de vegetatie die de habitatkwaliteit bepalen (o.a. voor weidevogels).

NDVI & weidevogels

De relatie tussen het winterbeeld van de NDVI en de dichtheid aan weidevogels lijkt zeer sterk te zijn. De dichtheid van weidevogelgezinnen (later in het seizoen) van zowel de grutto, tureluur als kievit is vele malen hoger op percelen met lage NDVI-waarden (extensief beheerde percelen) dan op percelen met hoge NDVI-waarden (intensief beheerde percelen). Dit sluit goed aan op de ecologie van de weidevogels: extensief beheerde graslanden vormen vanwege de grote structuurrijkdom, goede doorwaadbaarheid en aanwezigheid van dekking zeer geschikte graslanden voor foeragerende weidevogelkuikens. Intensief beheerde graslanden zijn slecht doorwaadbaar en hebben veelal een lage structuurvariatie. Om deze reden vormen ze minder geschikte graslanden voor foeragerende weidevogelkuikens.

De relatie tussen de dichtheid aan paren en territoria (vroeg in het seizoen) en de NDVI toont een ander beeld: de grutto en tureluur vestigen zich met de hoogste dichtheden op percelen die redelijk gemiddeld zijn als het gaat om gebruiksintensiteit/NDVI-waarde en niet op de meest extensieve percelen. Dit hangt waarschijnlijk samen met de broedecologie van beide vogels. De grutto en tureluur verstoppen hun nest in het gras, waarbij lange grashalmen over het nest worden 'omgebogen' om het optimaal te verbergen tegen predatoren. Op zeer extensieve percelen komt de gewasgroei in het vroege voorjaar traag op gang. Gedurende de vestigingsfase staat op deze percelen onvoldoende gewas om een nest in te verbergen. Dit vormt waarschijnlijk de reden voor de lage dichtheid waarmee extensief beheerde percelen in het voorjaar worden bezet. De kievit toont het tegenovergestelde beeld van de grutto en vestigt zich in het vroege voorjaar met de hoogste dichtheden op de meest extensieve percelen. Wederom ligt de verklaring waarschijnlijk in de broedecologie. In tegenstelling tot de grutto en tureluur verstopt de kievit zijn nest niet, maar prefereert hij percelen die zeer schaars begroeid zijn. Door de afwezigheid van een dichte vegetatie kan de omgeving vanaf het nest in de gaten worden gehouden.

Lessen m.b.t. NDVI en weidevogels:

- De relatie tussen de dichtheid aan weidevogels en NDVI-beelden is zeer sterk. NDVI-beelden kunnen om deze reden goed worden ingezet als hulpmiddel bij het optimaliseren van het weidevogelbeheer.
- De relatie tussen NDVI-beelden en de dichtheid aan weidevogels is afhankelijk van de levensfase. Zo vestigen de grutto en tureluur zich in het voorjaar met de hoogste dichtheden op percelen met een redelijk gemiddelde NDVI-waarde/gebruiksintensiteit, terwijl de kievit zich juist vooral vestigt op zeer extensieve percelen. Dit hangt waarschijnlijk samen met de broedecologie van de verschillende soorten: grutto en tureluur verstoppen hun nest in lang gewas (verscholen voor predatoren), terwijl de kievit zijn nest op zeer schaars begroeide percelen maakt (zicht op predatoren vanaf het nest). Op zeer (!) extensieve percelen vestigen grutto's en tureluur zich in lagere dichtheden, omdat hier onvoldoende gras is om een nest in te verstoppen. Later in het seizoen – wanneer de weidevogels met kuikens rondlopen – worden de meest extensieve percelen door alle drie de soorten sterk met de hoogste dichtheden bezet. Deze percelen vormen geschikte graslanden voor foeragerende weidevogelkuikens vanwege de structuurvariatie en goede doorwaadbaarheid.
- De hierboven beschreven resultaten bevestigen dat voor een goed functionerende weidevogelkern er voldoende aanbod moet zijn van (zeer) extensieve percelen, in ruimtelijke samenhang met percelen met gemiddelde gebruiksintensiteit.

5 Conclusie en aanbevelingen

Herkenning graslandfasen op basis van NDVI

Conclusie:

De graslandfasen verschillen significant van elkaar op het vlak van meerdere parameters die zijn ontleend aan de NDVI. Vooral het winterbeeld van NDVI en het aantal maaibeurten (afgeleid uit scherpe dalingen in de NDVI) lijken indicatief voor de graslandfasen. Ook op het gebied van de standaarddeviatie van de NDVI zijn significante verschillen gevonden tussen de graslandfasen. Ondanks de significante verschillen is op het vlak van de meeste variabelen sprake van overlap tussen de verschillende graslandfasen.

Aanbeveling:

Voor een vergroting van de betrouwbaarheid van de identificatie van graslandfasen lijkt het verstandig om gebruik te maken van Random Forest-modellen als automatische herkenning van de graslandfasen op basis van remote sensing het doel is. Dergelijke modellen kunnen alle variabelen tegelijkertijd meenemen en in onderlinge samenhang interpreteren. Mogelijk kan dit verder worden geoptimaliseerd door het model aan te vullen met andere vegetatie-indexen en afgeleiden (zowel gebaseerd op radar- als satellietbeelden).

NDVI, habitatkwaliteit grasland & weidevogels

Er zijn significante relaties tussen de NDVI-beelden en kenmerken van de vegetatie die de weidevogel habitatkwaliteit bepalen, waaronder de doorwaadbaarheid en structuurvariatie van de vegetatie. De relatie tussen NDVI-beelden en de dichtheid aan weidevogels is tevens zeer sterk: gezinnen van zowel de kievit, tureluur als de grutto bezetten de meeste extensieve percelen met de hoogste dichtheden. Eerder in het seizoen (tijdens de nestfase) geven de grutto en tureluur de voorkeur aan percelen met gemiddelde NDVI-waarden/gebruiksintensiteit. De gevonden verschillen tussen de soorten laten zich goed verklaren vanuit de verschillen in broedecologie.

Aanbeveling:

De relatie tussen de dichtheid aan weidevogels en NDVI-beelden is zeer sterk. NDVI-beelden geven daarmee een goede indicatie van de habitatkwaliteit en kunnen om deze reden goed worden ingezet als hulpmiddel bij het optimaliseren van het weidevogelbeheer. Dit betreft bijvoorbeeld het identificeren van geschikte locaties voor weidevogelbeheer en het monitoren en evalueren van de beheereffecten.

Algemeen

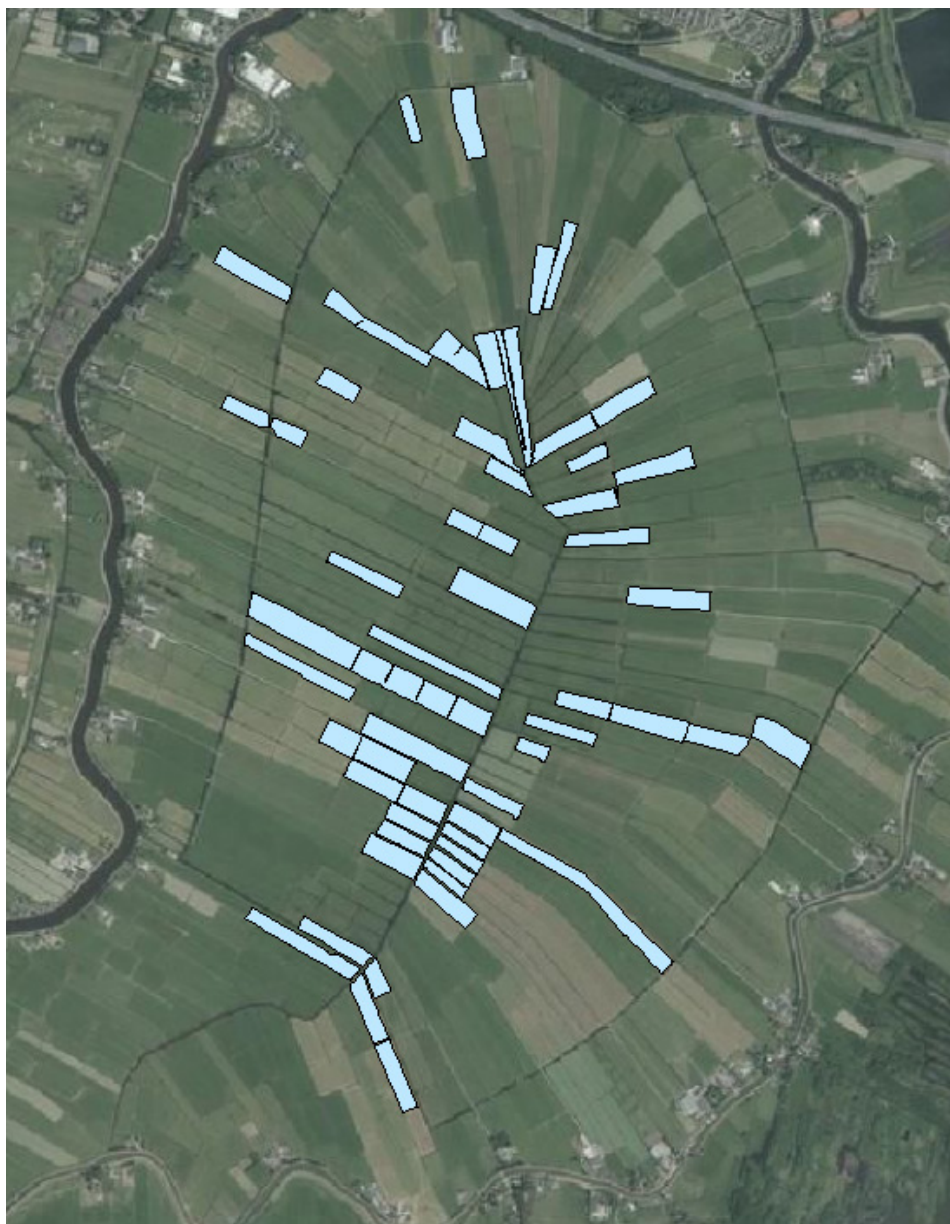
De algemene conclusie is dat NDVI-beelden een bruikbaar en betrouwbaar instrument kunnen zijn om graslanden te interpreteren naar voor weidevogels relevante habitatkenmerken. De grootste kracht zit in het gebruik voor diagnostische kenmerken op gebiedsniveau: het herkennen van de gunstigste omstandigheden voor weidevogels.

Omdat NDVI-beelden bijna wekelijks worden vervaardigd, lijken ze ook interessant om realtime informatie te genereren over de ontwikkeling van de habitatgeschiktheid gedurende het seizoen. Hiermee zou een zeer krachtig instrument beschikbaar komen voor collectieven om tijdens het seizoen te kunnen bijsturen, zodat er voldoende geschikt habitat is gedurende het gehele opgroeiaseizoen.

Literatuur

- Bransby, D.I., & Tainton, N.M. (1977). The disc pasture meter: possible applications in grazing management. *Proceedings of the annual congresses of the Grassland Society of Southern Africa*, 12(1), 115-118.
- Karl, M.G., & Nicholson, R.A. (1987). Evaluation of the forage-disk method in mixed-grass rangelands of Kansas. *Journal of Range Management*, 467-471.
- Kleijn, D. (2012). *De effectiviteit van agrarisch natuurbeheer*. Alterra, Centrum voor Ecosystemen.
- Melman, T.C., Teunissen, W.A., & Guldemon, J.A. (2016). Weidevogels-op weg naar kerngebieden. In *Agrarisch natuurbeheer in Nederland: Principes, resultaten en perspectieven* (pp. 137-161). Wageningen Academic Publishers.
- Melman, T.C., Schotman, A.G.M., & Hunink, S. (2004). Evaluatie weidevogelbeleid. *Achtergronddocument bij Natuurbalans*, 1574-0935.
- Melman, T.C., Schotman, A.G.M., Hunink, S., & de Snoo, G.R. (2006). Evaluatie weidevogelbeheer met een grutto-mozaïekmodel. *De Levende Natuur*, 107(3), 141-145.
- Melman, D., Visser, T., & Staritsky, I. (2018). *Rapportage werkzaamheden kennissysteem BoM 2017* (No. 2865). Wageningen Environmental Research.
- Oosterveld, E.B., L.W. Bruinzeel & E. Wymenga (2014). Ecologie van weidevogels: kennisbundeling voor bescherming en beheer. A&W-rapport 1831. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden
- Paruelo, J.M., Epstein, H.E., Lauenroth, W.K., & Burke, I.C. (1997). ANPP estimates from NDVI for the central grassland region of the United States. *Ecology*, 78(3), 953-958
- Schotman, A.G.M., Melman, T.C.P., Ringrose, J., Meeuwssen, H.A.M., Vanmeulebrouk, B., & Nieuwenhuizen, W. (2015). *Beheer op Maat, op weg naar lerend beheer voor weidevogels* (No. 2643). Alterra, Wageningen-UR.
- Schippers, W., Bax, I., & Gardeniers, M. (2015). *Ontwikkelen van kruidenrijk grasland*.
- Teunissen, W., Schotman, A.G.M., Bruinzeel, L., ten Holt, H., Oosterveld, E., Wymenga, E., & Melman, D. (2012). *Op naar kerngebieden voor weidevogels in Nederland: werkdocument met randvoorwaarden en handreiking* (No. 2012/21). Alterra, Wageningen-UR.
- Van der Geld, J., & en Ron van 't, N.G. (2013). Weidevogels in een veranderend landschap. *Meer kleur in het grasland*. KNNV Uitgeverij Utrecht.
- Visser, T., Melman, D., & Staritsky, I. (2019). *Rapportage werkzaamheden kennissysteem Beheer-op-Maat 2018* (No. 2927). Wageningen Environmental Research.
- Wang, J., Rich, P.M., Price, K.P., & Kettle, W.D. (2005). Relations between NDVI, grassland production, and crop yield in the central Great Plains. *Geocarto International*, 20(3), 5-11.
- Wymenga, E., Foppen, R., Melman, T.C.P., & de Snoo, G.R. (2009). *Prioriteitstelling onderzoeksvragen weidevogels*. Alterra.
- Zambatis, N., Zacharias, P.J.K., Morris, C.D., & Derry, J.F. (2006). Re-evaluation of the disc pasture meter calibration for the Kruger National Park, South Africa. *African Journal of Range and Forage Science*, 23(2), 85-97.

Bijlage 1 Onderzoekspercelen



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

Wageningen Environmental Research
Rapport 2977
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 2977
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.

