



Bepaling weidetijd op melkveebedrijven

Verkenning van aanvullende informatiebronnen over beweiding, met nadere uitwerking voor sensoren en satellietbeelden

J. van Os en G.J. Roerink



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Bepaling weidetijd op melkveebedrijven

Verkenning van aanvullende informatiebronnen over beweiding, met nadere uitwerking voor sensoren en satellietbeelden

J. van Os en G.J. Roerink

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Environmental Research en gesubsidieerd door het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, in het kader van het Beleidsondersteunend onderzoekthema Mest, milieu en Klimaat (projectnummer BO-43-012.02-081).

Wageningen Environmental Research
Wageningen, juni 2021

Gereviewd door:

Ir. T.J.A. Gies, senior onderzoeker (Wageningen Environmental Research)

Akkoord voor publicatie:

C.J. van As MSc, teamleider van Regionale Ontwikkeling en Ruimtegebruik

Rapport 3088
ISSN 1566-7197

Os, J. van, G.J. Roerink, 2021. *Bepaling weidetijd op melkveebedrijven; Verkenning van aanvullende informatiebronnen over beweiding, met nadere uitwerking voor sensoren en satellietbeelden.*


Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 3088. 74 blz.; 42 fig.; 8 tab.; 7 ref.

Vanuit de zuivelketen en met het oog op stikstofemissies wordt de weidetijd bij melkvee steeds belangrijker. Tot nu toe vindt de registratie van weidetijd plaats door de veehouder zelf, waarbij door de zuivelketen steekproefsgewijze controle plaatsvindt. Voor N-emissies wordt de weidetijd vanuit de landbouwtelling gebruikt. Voor borging van de kwaliteit is behoefte aan een onafhankelijke registratie. Daarin zou voorzien kunnen worden door informatie te gebruiken van bestaande bewegingssensoren aan melkvee of satellietbeelden. Maar er zijn ook andere mogelijkheden, zoals een analyse van de vetzuursamenstelling van de melk. Deze rapportage betreft een verkenning van aanvullende bronnen, en een nader onderzoek naar de mogelijkheden van bewegingssensoren en satellietbeelden. In de huidige vorm zijn beide nog niet geschikt om de registratie te vervangen; wel kunnen ze bruikbaar zijn als aanvullende aanwijzingen.

Because of dairy product quality and nitrogen emissions, grazing time of dairy cattle is becoming increasingly important. Until now, the farmer's own registration of grazing time is available, with random checks carried out by the dairy chain. For N-emissions, the grazing time from the agricultural census is used. To ensure quality, there is a need for an independent registration. This could be provided by using information from existing motion sensors to dairy cattle or satellite images. Another option is analyzing fatty acid composition of the milk. This report concerns an exploration of extra data sources and an investigation into the possibilities of sensors and satellite images. In its current form, both are not yet suitable for replacing registration; however, they may be useful as additional clues.

Trefwoorden: beweiding, grasland, melkvee, bewegingssensoren, satellietbeelden, weidetijd

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/548894> 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.

 2021 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
	Woord van dank	7
	Samenvatting	9
1	Inleiding	11
	1.1 Vraagstelling	11
	1.2 Doelgroepen en doelstellingen	12
	1.3 Leeswijzer	13
2	Bestaande bronnen van weide-informatie	15
	2.1 Landbouwtelling	15
	2.2 Kringloopwijzer (KLW)	17
	2.3 Bedrijven Informatie Net (BIN) van WEcR	20
	2.4 Rapportage ZuivelNL	22
	2.5 Aanvullende opties voor data over beweiding	23
3	Pilotbedrijven en sensoren	28
	3.1 Bewegingssensoren en weidetijd	28
	3.2 Sensorinformatie bij melkvee	29
	3.3 Pilotbedrijven in lopende onderzoeksprojecten	31
	3.4 Conclusies bewegingssensoren	32
4	Resultaten sensoren	33
	4.1 Demobedrijf Nieuw Nederlands Weiden met melkrobot	33
	4.2 Bedrijf met alle huiskavel percelen dichtbij	35
	4.3 Fries bedrijf met overdag weiden	37
	4.4 Biologisch bedrijf met dag- en nachtweiden	39
	4.5 Aanvullende analyse van start- en stopmomenten	41
	4.6 Vergelijking van weide- en staldagen	42
	4.7 Conclusies bewegingssensoren en weidetijd	45
5	Detectie van beweiding via satellietbeelden	46
	5.1 Data van satellietbeelden	46
	5.2 Detectie grasafname	49
	5.3 Detectie Koeien	51
6	Demonstratie graslandmonitoring op bedrijfsniveau	55
	6.1 Koeiendetectie op hogeresolutiebeelden	55
	6.2 Maaisnede- en grasscheurdetectie m.b.v. de Groenmonitor	63
	6.3 Weidegangdetectie m.b.v. de Groenmonitor	66
	6.4 Conclusies demonstratie	69
7	Conclusies, discussie en aanbevelingen	70
	7.1 Inventarisatie informatiebronnen van beweiding	70
	7.2 Informatie van bewegingssensoren	70
	7.3 Informatie van satellietbeelden	72
	Literatuur	73

Verantwoording

Rapport: 3088

Projectnummer: BO-43-012.02-081

Wageningen Environmental Research (WENR) hecht grote waarde aan de kwaliteit van zijn 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: senior onderzoeker (Wageningen Environmental Research)

naam: Ir. T.J.A. Gies

datum: 21 april 2021

Akkoord teamleider voor de inhoud,

naam: C.J. van As MSc, teamleider van team Regionale Ontwikkeling en Ruimtegebruik

datum: 21 mei 2021

Woord van dank

Beweiding door melkvee wordt de laatste jaren steeds belangrijker. Consumenten willen graag zuivelproducten van koeien die in de weide hebben gestaan en koeien in de weide zijn een belangrijk onderdeel van het Nederlandse landschappelijke beeld. Daarnaast is de emissie van ammoniak bij beweiden lager dan bij dieren in de stal. Stichting Weidegang is in 2008 opgericht om beweiding te stimuleren en bij te dragen aan de borging van Weidemelk-certificaten, via het Weidemelklogo.

Naast registratie door veehouders ten behoeve van het Weidemelk Certificaat, worden beweiding gegevens van melkvee in Nederland ook verzameld door het CBS via de jaarlijkse Landbouwtelling, de Kringloopwijzer en het Bedrijven Informatie Net van WEcR (BIN). Bij deze sporen speelt registratie door de veehouder een hoofdrol. Uit een verkennende vergelijking van bovenstaande registraties blijken er bij een deel van de bedrijven aanzienlijke verschillen in de data. Dit maakt dat er onzekerheid is over hoeveel uur een koe daadwerkelijk in de weide staat, en of veranderingen in de weidetijd bij de monitoring voldoende naar voren komen. Er is behoefte aan aanvullende, actuele data vanuit onafhankelijke bronnen. Dit was reden voor het ministerie van LNV om Wageningen Environmental Research opdracht te geven voor een verkennend onderzoek of informatie van bewegingssensoren en satellietbeelden daarvoor bruikbaar is.

Het onderliggende rapport gaat eerst in op de verkenning die in 2019 is gedaan door Stichting Weidegang van aanvullende opties voor weide-informatie. Vervolgens wordt verder ingegaan op de mogelijkheden van informatie van bestaande bewegingssensoren in de melkveehouderij en van satellietbeelden. Dat blijkt helaas geen eenvoudige zoektocht, met een pasklaar antwoord. In de zomer van 2020 is een aantal pilotbedrijven gevolgd en is de bruikbaarheid van de gegevens geanalyseerd en vastgelegd in deze rapportage.

Graag willen we de betrokken veehouders – Siebe Bijma, Gerrit de Boer, Henk Kerkers en Peter Oosterhof – hartelijk danken voor het beschikbaar stellen van hun gegevens en hun tijd aan dit onderzoeksproject. Dat geldt ook voor Walter van Everdingen (WEcR), die een eerste analyse heeft gemaakt van data uit het BIN. Ook willen we de leden van de werkgroep Dataverbetering Beweiden bestaande uit Erik Doekes (LNV) voorzitter, Gerrit de Boer (NMV), Cor van Bruggen (CBS), Karel Haan (LNV), Arnout Heuven (provincie Overijssel/ IPO), Kees-Jaap Hin (Stichting Weidegang), Willemien van de Kandelaar (LTO), Mona van Spijk (NZO) en Koos van Wissen (LNV), bedanken voor hun inzet en hun kritische en constructieve opmerkingen over de aanpak en uitvoering van dit onderzoek.

Erik Doekes, voorzitter werkgroep Dataverbetering Beweiden

Samenvatting

Gegevens over beweiding door melkvee in Nederland worden nu verzameld door zuivelbedrijven, door het CBS via de jaarlijkse Landbouwtelling, binnen de Kringloopwijzer en door WEcR via hun Bedrijven Informatie Net. Bij deze sporen speelt registratie door de veehouder een hoofdrol. Registratie van weidetijd is in eerste instantie van belang voor Nederlandse zuivelbedrijven die het keurmerk Weidemelk willen gebruiken. Daarnaast is het ook van belang voor monitoring van de stikstofemissies vanuit de landbouw; beweiding leidt tot een lagere ammoniakemissie. Uit een verkennende vergelijking van bovenstaande registraties blijken er bij een deel van de bedrijven aanzienlijke verschillen in de data. Dit maakt dat er onzekerheid is over hoeveel uur een koe daadwerkelijk in de weide staat, en of veranderingen in de weidetijd bij de monitoring voldoende naar voren komen. Er is behoefte aan aanvullende, actuele data vanuit onafhankelijke bronnen. Onderzoeksvraag is in welke mate er onafhankelijke databronnen beschikbaar zijn over beweiding, waarmee de weidetijd van melkvee verder geborgd kan worden. Deze rapportage beschrijft eerst een brede inventarisatie van de bestaande bronnen en vervolgens een verkennend onderzoek naar de bruikbaarheid van data van bewegingssensoren en satellietbeelden voor het bepalen van weidetijd.

Als actiepunt van een overleg in het najaar van 2018 van de werkgroep NEMA, de PAS-werkgroep landbouw en de projectgroep generieke maatregelen (in het kader van de PAS), is een evaluatie van de huidige brongegevens over beweiding benoemd. Daartoe is een NEMA werkgroep Dataverbetering Beweiden gestart. Deze werkgroep heeft in 2019 eerst gewerkt aan een **overzicht van de verschillende bronnen** van weidedata die momenteel beschikbaar zijn of in ontwikkeling. Ook is een verkennende vergelijking gemaakt van de registratie van beweiding in de Landbouwtelling, de Kringloopwijzer en het Bedrijven Informatie Net. Het blijkt dat er bij een substantieel aantal bedrijven verschillen in geregistreerde weidetijd voorkomen, wat de behoefte aan aanvullende, objectieve informatie versterkt. Als deze objectieve informatie beschikbaar is, zou ook de administratieve last voor veehouders verminderd kunnen worden. Verder bleek dat sommige aanvullende opties kansrijk leken, maar nog onvoldoende onderzocht zijn.

Bewegingssensoren zijn een informatiebron die al op veel melkveebedrijven al aanwezig is. De koeien hebben een sensor in hun oor of om hun hals of poot, die de activiteit van het dier continu registreert. Veehouders gebruiken deze informatie nu vooral voor controle van de gezondheid. Mogelijk kan uit het bewegingspatroon ook worden afgeleid hoe lang de dieren in de weide zijn geweest. In het onderzoek werd beoogd om in het weideseizoen 2020 een beperkt aantal melkveehouders te vinden die gebruikmaken van verschillende sensoren, om daarmee via deze pilotbedrijven te verkennen of er een relatie gevonden kan worden tussen data uit de sensoren en de gerealiseerde beweiding.

Gezien de aanwezige contacten is bij twee leveranciers van sensoren het verzoek neergelegd om gebruik te kunnen maken van de vastgelegde activiteitsregistratie van melkvee op praktijk- en proefbedrijven van Wageningen Research. Uiteindelijk heeft CowManager in samenwerking met vier praktijkbedrijven gehoor gegeven aan het verzoek om mee te werken en gegevens te leveren voor dit project. Dit betrof enerzijds de gegevens van de sensoren die geleverd zijn door CowManager – na toestemming van de betrokken bedrijven – en anderzijds de registratie van de weidetijd per dag van het melkvee op deze bedrijven door de veehouders zelf.

De gegevens van CowManager zijn beschikbaar per koe per uur, en zijn vergeleken met de weidetijden die door de betrokken bedrijven zijn aangeleverd (per kwartier of halfuur). Deze gegevens zijn visueel naast elkaar gezet en er is een analyse met behulp van regressieanalyse gedaan. Ook zijn de resultaten teruggekoppeld met de betrokken veehouders. Daaruit blijkt dat de analyse overeenkomt met het beeld dat de veehouders hebben van de weidegang van hun vee. Als het hek naar de weide opengaat, is er vaak een duidelijke piek in activiteit van de dieren zichtbaar – de dieren lopen naar de weide. Vervolgens volgt een piek in vreetgedrag als de dieren beginnen met het verse

gras. Na enkele uren worden de dieren rustiger en gaan steeds meer over op herkauwen. Tot het eind van de weidetijd, als ze naar de stal teruglopen, is er weer meer activiteit, vaak ook weer gevolgd door een vreetpiek van ruw- en krachtvoer in de stal. Er zijn wel duidelijke relaties zichtbaar tussen de registratie van diergedrag door CowManager en de weidetijden, maar het blijkt lastig om hieruit een goed model te maken dat de mate van beweiding kan voorspellen vanuit de gedragsvariabelen. De verklaarde variatie via de regressieanalyse komt niet veel verder dan ca. 50 procent.

Omdat vreten zowel in de stal als de weide gebeurt, is dat niet voldoende onderscheidend. Bewegen bij begin en eind van de weideperiode is in principe wel onderscheidend, maar omdat melkvee meestal weidt op de huiskavel, hoeven ze niet lang te lopen. Daardoor is de bewegingspiek niet heel groot en wordt de aggregatie per uur afgevlakt, wat betekent dat deze pieken niet voldoende onderscheidend zijn af te lezen uit de bestanden. Conclusie is daarom dat de nu onderzochte sensorinformatie in de vorm van exportbestanden per uur onvoldoende bruikbaar is om op een betrouwbare manier de weidetijd te bepalen. Via softwarematige aanpassingen bij de leverancier zijn waarschijnlijk wel verbeteringen mogelijk door bijvoorbeeld de contactmomenten met de stalantenne beschikbaar te maken en door de aggregatie naar kleinere tijdvakken te doen, bijvoorbeeld per kwartier. Daardoor zal de correlatie van de sensorinformatie met de weidetijd naar verwachting toenemen. Hiervoor is een aanvullende inspanning nodig van de leveranciers van sensoren.

Er zijn in de afgelopen jaren reeds zogenaamde weidepoortjes ontwikkeld: fysieke of digitale systemen, die per dier vastleggen wanneer het naar de weide gaat en wanneer het dier weer terugkeert in de stal. Dat is uiteraard de nauwkeurigste vorm van borging van weidegang; er zijn momenteel vijf systemen goedgekeurd door Stichting Weidegang. In het geval van fysieke poortjes betekent dit echter een extra drempel tussen stal en weide, die weidegang kan belemmeren, wat juist niet de bedoeling is. Digitale poortjes hebben daarom de voorkeur. Maar ook deze hebben een nadeel en dat is de kostprijs: momenteel ca. 5-15 duizend euro per bedrijf. Aanbeveling is daarom om met leveranciers van sensoren in gesprek te gaan om te bekijken welke opties er zijn voor veehouders om de sensorinformatie van hun veestapel beschikbaar te stellen voor een weidetijdregistratie, die als borging ingezet kan worden naar de afnemer van de melk of de overheid die N-emissies wil monitoren.

Als tweede aanvullende databron is gekeken in hoeverre **satellietbeelden** bruikbaar zijn om weidegang en weidetijd te registreren, via twee mogelijkheden:

- Detectie van grasafname in de wei m.b.v. de Groenindex-beelden uit de Groenmonitor.nl;
- Koeiendetectie m.b.v. machine learning-algoritmes en zeer hogeresolutiebeelden (< 0,5 m).

Bij de eerste methode wordt gekeken in hoeverre de grasafname door beweiding te detecteren is met behulp van een tijdsreeks aan satellietbeelden. Het blijkt dat weidegang in principe een impact heeft op het NDVI-sigitaal van de groenmonitor. Echter is dit in veel gevallen zo klein dat het zonder verdere informatie niet te onderscheiden is van ruis. Detectie van maaisnedes en grasscheuren is echter wel goed mogelijk te detecteren uit het satellietsignaal en dat geeft wel een aanwijzing over de mate waarin percelen beweid zijn: namelijk daar waar er minder of geen maaisnedes zijn.

De tweede methode probeert daadwerkelijk koeien te detecteren op de satellietbeelden. Deze moeten echter een zeer hoge resolutie hebben (pixelgrootte < 50 cm) om individuele koeien te kunnen herkennen. Dit is getest op Superview-satellietbeelden uit het satellietdataportaal.nl. Hiermee kan er enkele keren per jaar een momentopname van de weidegang plaatsvinden. Dit is ook mogelijk middels automatische koeidetectie (kunstmatige intelligentie-algoritmes). Hiermee is het goed mogelijk om op bedrijfsniveau een uitspraak te doen of er weidegang plaatsvindt. Het bepalen van het aantal weide-uren is niet mogelijk; dat geldt ook voor het herkennen van nachtbeweiding.

Zodoende bieden satellietdata bouwstenen voor een graslandmonitoringssysteem op perceel- en bedrijfsniveau, waarbij ook uitspraken over weidegang kunnen worden gedaan. Daarbij is nog wel toestemming nodig om de bestaande registratie van gebruikspcelen voor subsidies en mestwetgeving ook voor weidegang te gebruiken.

We moeten echter helaas wel constateren dat een adequate en betrouwbare weidegangregistratie op dag- of uurbasis niet mogelijk is met de huidige stand der techniek rondom satellietbeelden.

1 Inleiding

Beweiding door melkvee wordt de laatste jaren steeds belangrijker. Consumenten willen graag zuivelproducten van koeien die in de weide hebben gestaan. En de emissie van ammoniak blijkt bij beweiden lager te zijn dan bij dieren in de stal. Deze twee aspecten maken dat een betrouwbare registratie van weidegang op melkveebedrijven steeds meer aandacht krijgt. Stichting Weidegang is opgericht om beweiding te stimuleren en bij te dragen aan de borging van Weidemelk-certificaten.

In dit eerste hoofdstuk komen eerst de achtergrond van de huidige beweidingsgegevens aan de orde en de gewenste verbeteringen, vervolgens de onderzoeksvraag voor het gebruik van informatie van bewegingssensoren en satellietbeelden.

1.1 Vraagstelling

Achtergrond/context

In de maatschappij is de afgelopen jaren de aandacht voor beweiding van rundvee toegenomen. Sectorpartijen in de rundveehouderij hebben zich via een Convenant Weidegang verbonden aan een streven naar toename van de weidegang door rundvee (Weesp, 18 juni 2012). Het weiden van rundvee sluit aan bij het natuurlijk gedrag van deze diersoort. Voor een toenemend aantal consumenten is weidegang een bepalende factor bij de keuze van zuivelproducten.

Wat betreft de stikstofproblematiek valt een houderijsysteem met beweiden een stuk gunstiger uit. Bij het verblijf van dieren in de stal komen mest en urine samen in de vorm van drijfmest, die tijdelijk wordt opgeslagen en vervolgens wordt uitgereden. In de weide komen mest en urine meestal niet samen, waardoor veel minder ureum wordt omgezet naar ammoniak, dat kan emitteren naar de lucht (<https://www.clo.nl/indicatoren/nl0101-ammoniakemissie-door-de-land--en-tuinbouw>, zie de tab Bron). In de NEMA-rapportage van 2018 staan de emissiefactoren voor de verschillende veehouderijsituaties (Van Bruggen et al., 2020). Voor melkvee in de stal gaat het om:

- 14,2% van de TAN-excretie (total anorganic nitrogen) in mest en urine in de stal;
- 1% van totale N in de mestopslag buiten de stal (gemiddeld 20% van de mest);
- 19-30,5% van TAN bij emissiearm uitrijden op grasland.

Daar staat tegenover dat de emissiefactor bij beweiding is gesteld op 4% van de TAN-excretie in de weide. Sutton et al. (2015) geven in een internationale review van de ammoniakberekeningen in Nederland wel aan dat de reductie van de uitstoot vanuit de veehouderij mogelijk is overschat door onder andere onzekerheden in emissies door begrazing.

Aanleiding en probleemstelling

In het kader van de Overeenkomst generieke maatregelen binnen het PAS was het verbeteren van de monitoring een belangrijke actie, voortvloeiend vanuit de door de Raad van State vastgestelde gebreken en de tussenevaluatie van het PAS. Ook nu het PAS niet meer van kracht is, is monitoring van activiteiten die N-emissies veroorzaken nog steeds belangrijk om duidelijk te krijgen of de beleidsmaatregelen om emissies te verlagen het gewenste resultaat hebben.

Op 7 september 2018 heeft een bijeenkomst plaatsgevonden van de projectgroep generieke maatregelen, de werkgroep NEMA en de PAS-werkgroep Landbouw, met als doel om het landbouwbedrijfsleven en de PAS-partners inhoudelijk bij te praten over het tot stand komen van de monitoringsdata met betrekking tot de bronmaatregelen PAS. Naar aanleiding van deze bijeenkomst is een aantal actiepunten benoemd. Een van de actiepunten was de evaluatie van de huidige brongegevens over beweiding. De weidetijd die de melkveehouder in de Landbouwtelling (LBT) opgeeft, is het uitgangspunt om de ammoniakuitstoot vanuit weiden, stallen, mestopslag en uitrijden te berekenen in de modellen NEMA en Initiator. Vanuit de melkveehouderijsector bestaan er

vermoedens dat er mogelijk meer beweide wordt dan uit de gegevens van de LBT naar voren komt, omdat in deze opgave een groep melkveehouders niet meer weidetijd registreert dan bijvoorbeeld noodzakelijk is voor het ontvangen van de premie die zuivelondernemingen uitkeren voor weidegang. De emissie van beweiding wordt daardoor mogelijk onderschat en de stalemissie en emissie bij mest uitrijden overschat, wat netto een overschatting betekent van de ammoniakemissie. Het omgekeerde is echter ook denkbaar, namelijk dat er in de praktijk minder wordt beweide dan de norm of de registratie in de LBT, omdat controles slechts steekproefsgewijs plaatsvinden en dat de berekende ammoniakemissie wordt onderschat.

Om dit actiepunt op te pakken, is eind 2018 de NEMA werkgroep Dataverbetering Beweiden opgestart, die in 2019 gewerkt heeft aan een overzicht van de verschillende aanvullende opties voor weidedata die momenteel beschikbaar of in ontwikkeling zijn. Op basis van deskstudy en interviews heeft Stichting Weidegang een analyse gemaakt van mogelijkheden om de weidetijd nauwkeuriger in beeld te brengen. Eerdere ervaringen van Stichting Weidegang om marktpartijen uit te dagen systemen te ontwikkelen voor het vaststellen van weidetijd van individuele koeien zijn daarbij ook meegenomen. De samengevatte resultaten van deze deskstudy zijn opgenomen in hoofdstuk 2 van dit rapport; hierin is ook de analyse opgenomen van de LBT in relatie tot de beweidingnorm het Weidemelk-keurmerk. De LBT is daarbij ook vergeleken met andere bronnen.

Uit deze deskstudy kwam onder andere naar voren dat aanvullend onderzoek naar de mogelijkheden van het gebruik van data van bewegingssensoren en satellietbeelden voor het bepalen van weidetijd informatie kan opleveren naar de bruikbaarheid van deze objectieve bronnen. Vooral vanwege de verwachte grote databeschikbaarheid van deze bronnen, heeft het ministerie van LNV besloten om WEnR opdracht te geven om deze beide bronnen verder te onderzoeken. Dit komt in deze rapportage aan de orde. Een andere kansrijke mogelijkheid, de Weidegang Indicator 2.0, die een combinatie vormt van de digitale weidegangkalender, de Weidegang Indicator (op basis van de tankmelkmonsters) en inspecties, is het naar verwachting mogelijk om een inschatting van de weidedagen op bedrijfs- en groepsniveau te maken. Deze mogelijkheid is, in afwachting van de beschikbaarstelling van de Weidegang Indicator door zuivelbedrijven, nog niet onderzocht. Ten slotte is vanuit de melkveesector nog gewerkt aan een zogenaamde bemestingsapp, waarin ook weidegang zou worden vastgelegd. Momenteel (voorjaar 2021) is de ontwikkeling daarvan echter on hold gezet.

Concluderend kan gesteld worden dat het voor zuivelbedrijven volstaat om te controleren of bedrijven voldoen aan de norm van het Weidemelk-certificaat (720 uur per jaar); extra beweiding boven op de norm wordt niet structureel vastgelegd. In de LBT wordt veehouders gevraagd om de hoeveelheid weidegang in te vullen, die in het voorgaande weideseizoen daadwerkelijk is toegepast: het aantal dieren, weken en uren per dag. Dit is de basis voor emissie-berekeningen.

1.2 Doelgroepen en doelstellingen

Voor de **weidegang-claim** is het belangrijk dat zuivelbedrijven op bedrijfsniveau kunnen vaststellen of een bedrijf voldoet aan de weidegangcriteria die voor het product gelden. Voor de meeste producten is dat een norm van 720 uur, nader gespecificeerd als minimaal 120 dagen van 6 uur weiden per dag. Momenteel zorgt de boer meestal voor registratie van beweiding, waarbij onafhankelijke certificerende instellingen controles uitvoeren. Stichting Weidegang vervult een sleutelrol in de borging van weidegang. Momenteel werken verschillende zuivelbedrijven met registratie van beweiding in een *digitale* weidekalender. Verder heeft Qlip een methode ontwikkeld om op basis van verschillen in de vetzuursamenstelling van de tankmelkmonsters een inschatting te maken van de weidegang van het melkvee (Weidegang Indicator 2.0). Ook zijn er enkele toeleverende bedrijven die fysieke of digitale poortjes hebben ontwikkeld, die detecteren en registreren op welk moment een koe van de stal naar de weide gaat en weer terug. Voor de borging van de kwaliteit van weidemelk is het belangrijk dat er naast de registratie door de boer zelf en de controle door de afnemer, een aanvullende onafhankelijke registratie is. Als zo'n registratie alle weide-uren betrouwbaar in beeld brengt, zou de registratie door de veehouder zelf kunnen vervallen, waardoor een verlaging van de administratieve lastendruk ontstaat.

Voor de berekening van de jaarlijkse **ammoniakuitstoot** vanuit de veehouderij in Nederland wordt het NEMA-model ingezet (Van Bruggen et al., 2020). Hierin is de verdeling van de mestproductie over weide en stal belangrijke input. Deze factor wordt tot nu toe bepaald vanuit de jaarlijkse LBT, waarin rundveehouders o.a. de beweidinggegevens van het melkvee invullen: het aantal koeien en de weken en uren per dag dat geweid wordt. Ervan uitgaande dat veehouders de vraag naar waarheid beantwoorden, zou hiermee de werkelijke weidegang in beeld komen. Daarop vinden echter geen controles plaats, wat bij de registratie van weidegang door zuivelbedrijven wel het geval is. Het is denkbaar dat veehouders gemakshalve hetzelfde invullen als de registratie bij het zuivelbedrijf, wat ertoe kan leiden dat bij de LBT een onderschatting van de werkelijke weidegang plaatsvindt. Door de LBT te vergelijken met andere onafhankelijke bronnen, zou een mogelijke afwijking van de realiteit in beeld kunnen komen.

De berekening van emissies door NEMA gebeurt altijd in het kalenderjaar volgend op het meetjaar. Het doel van NEMA is de monitoring van emissies vanuit de landbouw; daarom zijn bij voorkeur gegevens van meerdere jaren gewenst. Vanuit satellieten zijn er al gegevens van diverse jaren beschikbaar; voor sensoren is dat nog niet duidelijk. Als de conclusie kan worden getrokken dat er voor beweiding mogelijk betere gegevens beschikbaar zijn, is het belangrijk om na te gaan wat het verschil is met de huidige informatiebron en hoe dit verschil als correctie mogelijk ook op voorgaande jaren kan worden toegepast.

Doelstelling onderzoek

De hierboven genoemde Weidegang Indicator 2.0 is in principe een onafhankelijke aanvullende gegevensbron; tot nu toe is deze echter nog niet beschikbaar als input voor NEMA. Ook is er een sterke verbondenheid met de zuivelsector en is er geen noodzaak om meer beweiding te registreren dan voor het keurmerk nodig is. De poortjes die individuele weidetijd per koe registreren, zijn weliswaar erkend als registratiesysteem door Stichting Weidegang en daarom een betrouwbare onafhankelijke registratie, maar worden in de praktijk weinig toegepast vanwege de relatief hoge investeringskosten (ca. 5-15 duizend euro per bedrijf).

Andere kansrijke gegevensbronnen zijn het gebruik van data van bewegingssensoren en satellieten. Bij bewegingssensoren gaat het om sensoren die het melkvee aan oren, hals of poot dragen en de activiteit van de dieren registreren; in eerste instantie voor monitoring van de gezondheid, maar het is denkbaar dat deze bron ook een indicatie geeft van de weidetijd. Satellietbeelden kunnen gebruikt worden om melkvee in de weide te herkennen of de afname van de hoeveelheid weidegras door beweiding. Voor beide bronnen geldt dat de gegevens in principe beschikbaar lijken, maar dat nog onderzocht moet worden of ze inderdaad geschikt zijn als beweidingsindicator.

Doelstelling van het onderzoek is om in aansluiting op de brede inventarisatie van bronnen met weidedata, de bruikbaarheid van bewegingssensoren en satellietbeelden te onderzoeken voor het vaststellen van de weidetijd van melkvee.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden de bestaande bronnen van weide-informatie besproken; dit betreffen:

- LBT
- KLW
- Bedrijven Informatie net (BIN) van WECR
- Rapportage door ZuivelNL

Daarna worden in dit hoofdstuk ook de samengevatte resultaten vermeld van de verkenning van aanvullende databronnen van beweiding.

Vervolgens komen in hoofdstuk 3 de pilotbedrijven en sensoren aan de orde, waarbij ook wordt ingegaan op de mogelijkheden van pilotbedrijven in lopende onderzoeksprojecten. In hoofdstuk 4 volgen de resultaten van de analyse van de gegevens van sensoren van de pilotbedrijven.

In hoofdstuk 5 komen beide mogelijkheden van satellietbeelden aan de orde, namelijk automatische detectie van grasafname en van koeien. Hoofdstuk 6 gaat verder in op graslandmonitoring met satellietbeelden op bedrijfsniveau.

En ten slotte volgt hoofdstuk 7 met conclusies, discussie en aanbevelingen, en als laatste de lijst van gebruikte bronnen.

2 Bestaande bronnen van weide-informatie

In dit hoofdstuk worden de bestaande bronnen voor weide-informatie beschreven. Het betreft in eerste instantie de jaarlijkse LBT, waaraan alle boeren in Nederland verplicht zijn om mee te doen (paragraaf 2.1). Tweede bron is de Kringloopwijzer; deze is weliswaar nog in ontwikkeling, maar bijna alle melkveebedrijven doen eraan mee. Voor het jaar 2017 is een vergelijking gemaakt met de LBT. Derde bron is het Bedrijven Informatie Net van Wageningen Economic Research (WEER); dit is een steekproef van landbouwbedrijven, waarvan naast de financiële boekhouding ook veel andere informatie wordt vastgelegd, onder andere ook beweiding (paragraaf 2.2); hiervan is een eerste vergelijking gemaakt met de LBT. Vierde bron is de registratie van weidegang bij zuivelbedrijven ten behoeve van het keurmerk Weidemelk, waarover jaarlijks wordt gerapporteerd door ZuivelNL.

Het blijkt dat de definitie van weidegang erg bepalend is voor het beeld van de ontwikkeling van de afgelopen jaren. Enerzijds blijkt dat het percentage melkveebedrijven dat weidegang toepast de laatste zeven jaar toeneemt, maar anderzijds blijkt dat het aantal melkkoe-uren in de weide nog steeds afneemt.

Ten slotte wordt dit hoofdstuk afgesloten met de samengevatte resultaten van de deskstudy naar extra bronnen voor registratie van weidetijd.

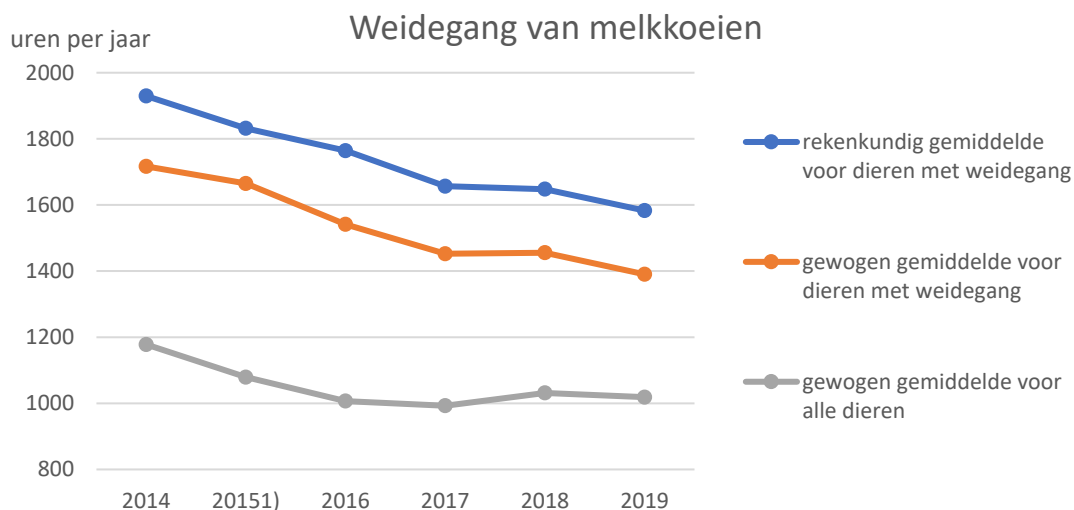
2.1 Landbouwtelling (LBT)

In de jaarlijkse LBT zijn alle landbouwbedrijven verplicht om informatie over de bedrijfsstructuur in te vullen voor statistisch onderzoek naar ontwikkelingen in de landbouw. Hierbij worden jaarlijks vragen gesteld over beweiding. Dit betreft de volgende vragen, zoals hieronder gesteld in de LBT 2020, over de beweiding in het voorgaande jaar:

Beweiding in 2019	
Welke runderen heeft u in 2019 gehouden in (een deel van) het weideseizoen?	
<input type="checkbox"/> Melkgevende melkkoeien	
<input type="checkbox"/> Vrouwelijk jongvee voor de melkveehouderij	
<input type="checkbox"/> Overige runderen	
<input type="checkbox"/> Geen van bovenstaande	
Melkgevende melkkoeien	
Heeft u melkgevende melkkoeien geweid in 2019?	
<input type="radio"/> Nee	
<input type="radio"/> Ja, alle melkgevende melkkoeien zijn geweid	
<input type="radio"/> Ja, een deel van de melkgevende melkkoeien zijn geweid	
Hoeveel procent (%) van uw totale aantal melkkoeien is geweid?	
<input type="text"/> %	
Periode beweiding	
U vult in hoeveel weken u de koeien heeft geweid en het gemiddelde aantal uren per etmaal. Maak hierbij onderscheid tussen het aantal weken dat dag en nacht werd geweid en het aantal weken dat alleen overdag werd geweid.	
Dag en nacht geweid	<input type="text"/> weken <input type="text"/> uren per etmaal
Alleen overdag geweid	<input type="text"/> weken <input type="text"/> uren per etmaal
Vrouwelijk jongvee voor de melkveehouderij	
Heeft u vrouwelijk jongvee voor de melkveehouderij geweid in 2019?	
<input type="radio"/> Ja	
<input type="radio"/> Nee	
Hoeveel weken heeft u het vrouwelijk jongvee jonger dan 1 jaar geweid?	
<input type="text"/>	
Hoeveel weken heeft u het vrouwelijk jongvee van 1 jaar of ouder geweid?	
<input type="text"/>	
Overige runderen	
Heeft u overige runderen geweid in 2019?	
<input type="radio"/> Ja	
<input type="radio"/> Nee	
Hoeveel weken heeft u deze runderen geweid?	
<input type="text"/>	

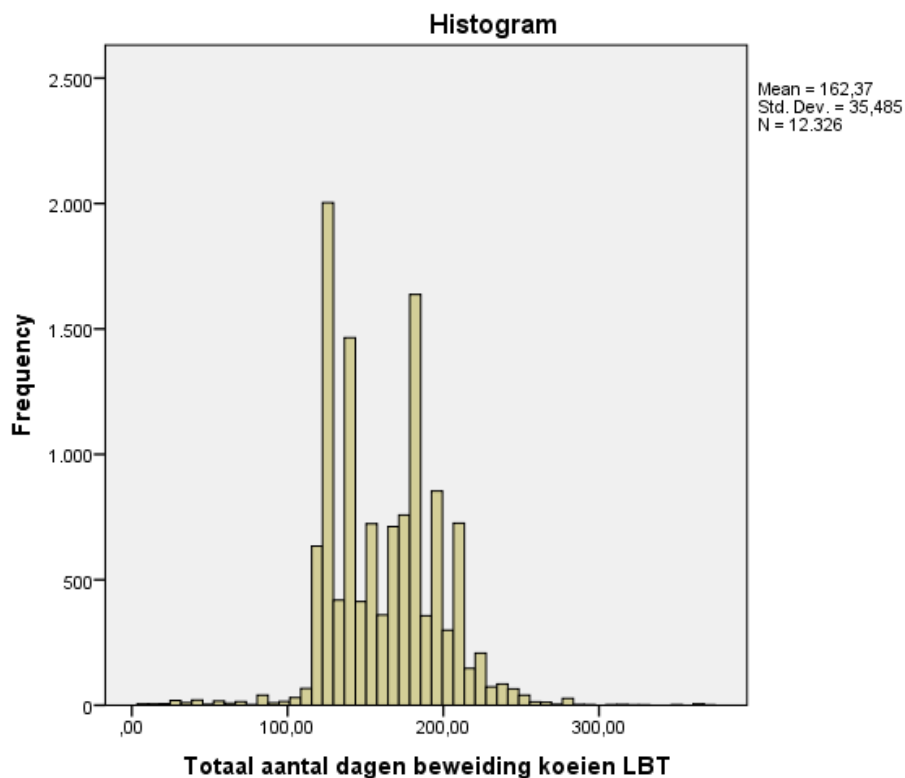
Nieuw is dat in 2020 ook gevraagd is naar beweiding van overige runderen; dat werd in voorgaande jaren nog niet gevraagd.

Figuur 2.1 geeft een landelijke analyse van weidegang door melkvee volgens de CBS-LBT (Van Bruggen, 2020). In deze figuur is duidelijk het verschil zichtbaar tussen de definities van de kengetallen: het gewogen gemiddelde voor alle dieren, het gewogen gemiddelde van alle dieren met weidegang en het rekenkundig gemiddelde van de bedrijven met weidegang. Dit komt doordat in de praktijk weidegang vaker plaatsvindt op kleinere bedrijven, omdat het op grotere bedrijven soms moeilijker is om beweiding rond te zetten. Het gewogen gemiddelde van de LBT van alle dieren van de laatste drie jaren (2017-2019) komt uit op 1014 uur en is daarmee wat lager dan het gemiddelde vanuit BIN; zie paragraaf 2.2, waarin beide registraties naast elkaar zijn gezet, inclusief enkele voorlopige resultaten.



Figuur 2.1 Weidegang van melkkoeien, CBS Landbouwtelling (Van Bruggen, 2020).

In Figuur 2.2 is de frequentieverdeling weergegeven van het aantal dagen met beweiding van melkveebedrijven conform de registratie in de LBT. Als in de opgave van de LBT zowel 17 als 18 weken (respectievelijk 119 en 126 dagen) beschouwd worden als beweiding volgens de weidemelk norm van 120 dagen, blijkt 21% van de bedrijven op 120 dagen te weiden.



Figuur 2.2 Frequentieverdeling van het aantal dagen met beweiding van melkkoeien in 2017 (CBS Landbouwtelling, Van Bruggen, 2019).

2.2 Kringloopwijzer (KLW)

In de KLW komen de volgende variabelen met invulinstructie voor met betrekking tot beweiding van melkkoeien:

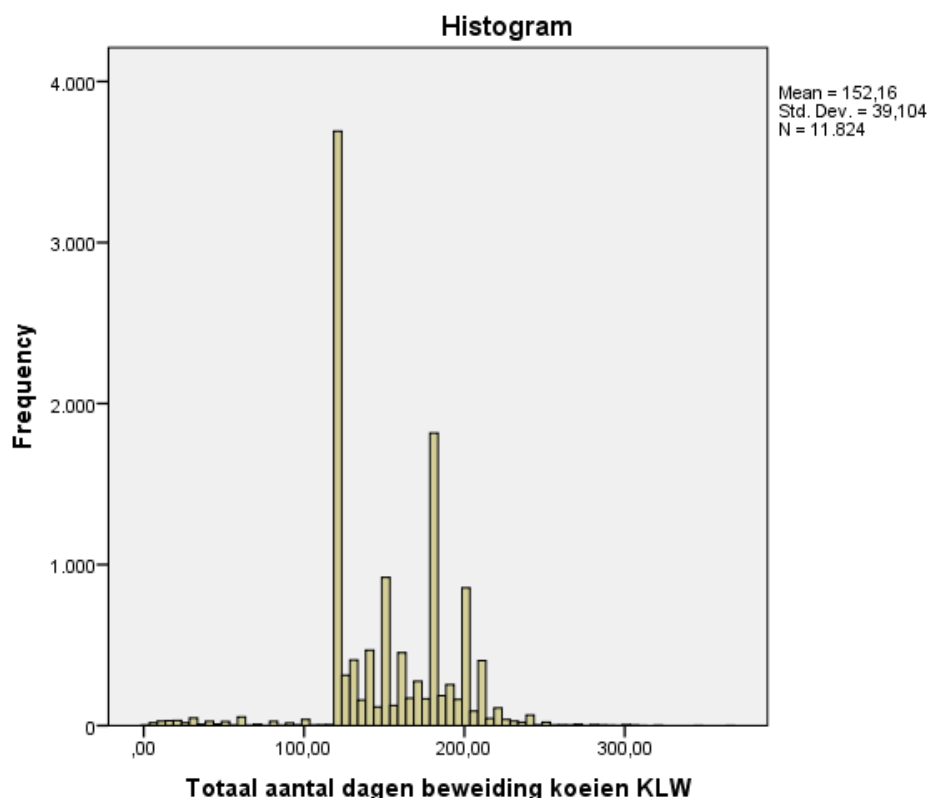
- Weiden beperkt: het aantal dagen dat melkkoeien maximaal 10 uren per dag weiden (alleen overdag of 's nachts);
- Weiden onbeperkt: het aantal dagen dat melkkoeien minimaal 10 uren per dag weiden (zowel overdag als 's nachts);
- Zomerstalvoeren (zstv) beperkt: de melkkoeien staan de gehele zomerperiode op stal en krijgen in de zomer slechts een gedeelte van de dag vers gras als ruwvoer gevoerd en worden daarnaast bijgevoerd met ander ruwvoer;
- Zomerstalvoeren onbeperkt: de melkkoeien staan de gehele zomerperiode op stal en krijgen in de zomer zowel overdag als 's nachts vers gras als ruwvoer gevoerd en worden niet bijgevoerd met ander ruwvoer;
- Combi weiden/zstv beperkt: de melkkoeien weiden overdag of 's nachts en er wordt op stal naast vers gras ook ander ruwvoer bijgevoerd;
- Combi weiden/zstv onbeperkt: de melkkoeien weiden overdag of 's nachts en er wordt op stal alleen vers gras bijgevoerd.

Onbeperkt weiden wil zeggen dat de koeien zowel overdag als 's nachts weiden (10-20 uur per dag). Beperkt weiden houdt in dat de melkkoeien alleen overdag of alleen 's nachts in de weide zijn (2-10 uur per dag). Voor de melkkoeien moet voor deze beide systemen het aantal weidedagen per jaar worden opgegeven en (indien toegepast) het gemiddelde aantal uren beweiding per etmaal voor het betreffende systeem. Als de melkkoeien vers weidegras op stal krijgen, is er sprake van zomerstalvoeding. Ook dan moet worden vastgelegd om hoeveel maanden het gaat en hoe vaak er per etmaal vers gemaaid gras voor de koeien wordt gebracht, zowel overdag als 's nachts ('onbeperkt') of alleen overdag dan wel alleen 's nachts ('beperkt'). Daarnaast kan nog een combinatie voorkomen van weiden en zomerstalvoeren. Hierbij moet naast het aantal dagen van het systeem ook

het aantal uren weidegang per dag worden opgegeven en een keuze worden gemaakt of op stal alleen vers gras wordt gevoerd ('onbeperkt') of naast het verse gras ook nog ruwvoer wordt gevoerd ('beperkt'). Voor jongvee wordt uitgegaan van onbeperkt weiden waarbij het aantal dagen beweiding wordt geregistreerd. In de BEX wordt niet geregistreerd of droge koeien geweid worden. In de berekening is aangenomen dat droge koeien het gehele jaar op stal staan en dat aan deze groep geen vers gras wordt verstrekt. (<https://mijnkringloopwijzer.nl/media/itrcfw3n/rekenregelrapport-klw-2019-versie-18-dec-2019.pdf>)

Van de K LW is tot nu toe geen landelijke rapportage beschikbaar. Wel zijn er resultaten beschikbaar van de Achterhoek, over de periode 2013-2019: de bedrijfsintensiteit daalde tot 18.600 kg melk per ha in 2019. De veebezetting uitgedrukt in GVE/ha daalde daardoor tot 2,3, hetzelfde niveau als in 2013. Net als in 2017 en 2018 steeg ook in 2019 het aandeel bedrijven dat beweiding van de melkkoeien toepast. In 2019 paste 78% van de bedrijven weidegang toe. In 2013 was dit 63%. De gemiddelde melkproductie per koe steeg in zes jaar met ruim 10% en lag in 2018 voor het eerst boven de 10.000 kg FPCM per koe. (<https://vruchtbarekringloopachterhoek.nl/resultaten-kringloopwijzer-2013-2019/>)

In een analyse van de gegevens over 2017 is, om het aantal weidedagen te bepalen, een optelling gemaakt van de dagen met onbeperkt weiden, beperkt weiden en combinaties van weiden met zomerstalvoeding, waarbij een maximum is aangehouden van 210 dagen beweiding (zeven maanden). Dit omdat bij sommige bedrijven sprake was van een duidelijk foute invulling, omdat bijvoorbeeld bij zowel beperkt weiden als beperkt weiden met zomerstalvoeding 180 dagen waren ingevuld. In Figuur 2.3 is de frequentieverdeling opgenomen van weidedagen per melkveebedrijf per jaar volgens de K LW (Van Bruggen, 2019). Uit de figuren blijkt dat het aantal dagen overwegend globaal wordt opgegeven, met een sterke piek op 120 dagen. In de K LW geeft 30% van de bedrijven op 120 dagen te weiden, terwijl dit bij de LBT 21% was.



Figuur 2.3 Frequentieverdeling van het aantal dagen met beweiding van melkkoeien in 2017 (K LW, Van Bruggen 2019).

In Tabel 2.1 is het totaal aantal dagen met beweiding van melkkoeien en het aantal uren weidegang weergegeven. Daaruit blijkt dat het aantal bedrijven met beweiding, het aantal dagen met beweiding en het aantal uren per dag in de LBT hoger is dan in de K LW.

Tabel 2.1 Aantal dagen met weidegang van melkkoeien en aantal uren per dag in Kringloopwijzer en LBT.

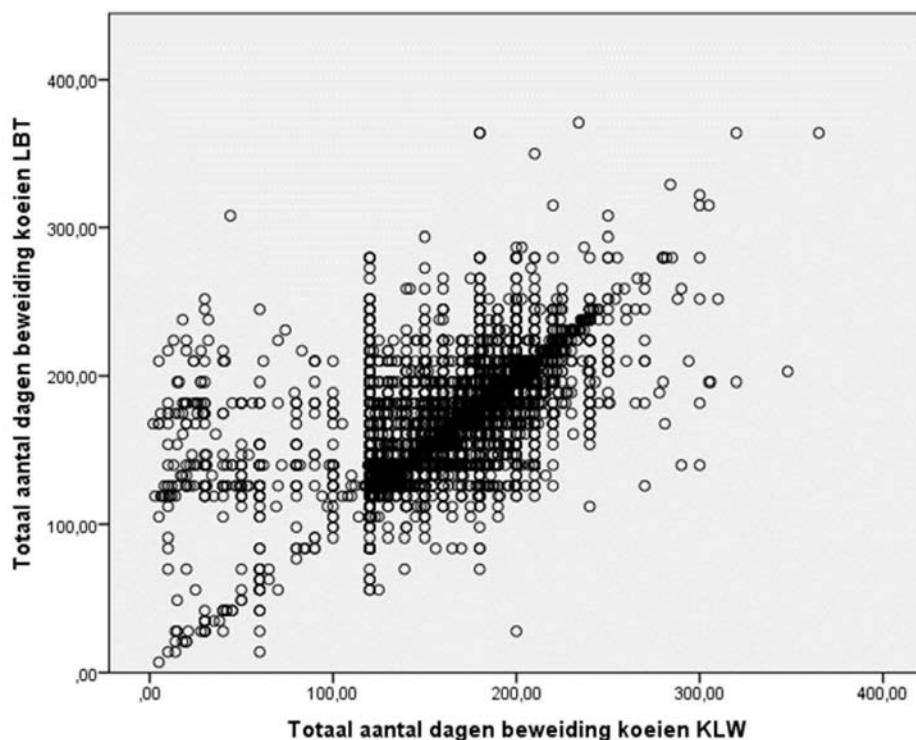
	Gemiddeld	Mediaan	Bedrijven
Totaal aantal dagen beweiding koeien K LW	152,2	150	11.824
Totaal aantal dagen beweiding koeien LBT	162,4	161	12.326
Uren beperkt weiden K LW2017	6,7	6	10.690
Uren onbeperkt weiden K LW2017	17,2	19	2.859
Uren weiden met beperkt zomerstalvoeding K LW2017	6,6	6	376
Uren weiden met onbeperkt zomerstalvoeding K LW2017	7,9	8	163
Uren beperkt weiden 2017 LBT	7,3	7	11.374
Uren onbeperkt weiden 2017 LBT	19,2	20	3.444
Totaal aantal uren beweiding koeien K LW	1.371	1.020	11.824
Totaal aantal uren beweiding koeien LBT	1.611	1.232	12.326

In Tabel 2.2 is het aantal dagen met beweiding van jongvee weergegeven. Het aantal bedrijven dat beweiding van jongvee opgeeft, ligt in de LBT fors hoger dan in de K LW. Ook het gemiddelde aantal weidedagen voor jongvee is in de LBT wat hoger dan in de K LW.

Tabel 2.2 Aantal dagen met weidegang van jongvee in Kringloopwijzer en LBT (Van Bruggen, 2019).

	Gemiddeld	Mediaan	Bedrijven
Dagen weiden kalveren K LW2017	98	90	4.025
Dagen weiden pinken K LW2017	137	150	7.288
Dagen weiden jongvee jonger 1 jaar 2017 LBT	102	98	6.072
Dagen weiden jongvee 1 jaar of ouder 2017 LBT	145	147	9.735

In Figuur 2.4 is voor de bedrijven van de LBT en de K LW die gekoppeld konden worden het aantal beweidedagen van het melkvee in beide registraties weergegeven. Het eerste wat opvalt, is de grote concentratie van bedrijven bij de lijn, waarbij het aantal dagen in beide systemen ongeveer overeenkomt. Verder valt de 120-lijn in de K LW op, waarbij een groep LBT-bedrijven meer weken opgeeft dan de 120 dagen in de K LW. Ten slotte vallen de bedrijven op die in de K LW duidelijk minder beweiding opgeven dan 120 dagen, maar in de LBT 100 tot 200 dagen. Was de K LW op dit punt nog in opbouw, of is ergens iets misgegaan?



Figuur 2.4 Aantal dagen met beweiding van melkkoeien in 2017 in de LBT en de K LW (Van Bruggen, 2019).

Uit bovenstaande vergelijking van LBT en K LW zou de voorzichtige conclusie kunnen worden getrokken dat het stoppen van de weidere registratie boven de 120 dagen per jaar meer speelt bij de K LW dan bij de LBT. Zowel bij jongvee als melkvee wordt er in de LBT meer beweiding geregistreerd dan in de K LW. Het is niet duidelijk of dit samenhangt met het gegeven dat de K LW in 2017 nog in opbouw was. Het resultaat dat heel wat bedrijven een verschillende weidere registratie in LBT en K LW hebben, kan erop wijzen dat ook bij de LBT fouten worden gemaakt bij de beantwoording van deze vraagstelling.

2.3 Bedrijven Informatie Net (BIN) van WEcR

Ook voor de bedrijven in het Bedrijveninformatienet (BIN) van Wageningen Economic Research (WEcR, voorheen LEI) worden gegevens over beweiding vastgelegd. Daarbij wordt de beweiding in het BIN in meer detail vastgelegd, dan in de LBT. Het BIN is een gestratificeerde steekproef van ongeveer 1.500 bedrijven die de land- en tuinbouwbedrijven uit de CBS-LBT (> 25.000 euro SO) representeren. De steekproef omvat ruim 300 melkveebedrijven. In deze paragraaf worden beide registraties naast elkaar gezet. Ook is een eerste vergelijking gemaakt van de resultaten van beide systemen en worden enkele voorlopige conclusies getrokken. Om definitieve conclusies te trekken, is een verdergaande analyse nodig.

In Tabel 2.3 is de registratie van beweiding van melkvee in de LBT en BIN naast elkaar gezet.

Tabel 2.3 *Vergelijking van beweidinggegevens in de LBT en het Bedrijveninformatienet.*

Landbouwtelling (LBT, par. 2.1)	Bedrijveninformatienet (BIN, Van Everdingen, 2021)
Voor beweidingseizoen van voorgaand jaar:	Voor elke beweidingperiode (aaneengesloten periode in het kalenderjaar waarin weidegang is toegepast):
<ul style="list-style-type: none"> • % van het melkvee dat geweid wordt • Weken per jaar onbeperkt weiden (ow) • Weken per jaar beperkt weiden (bw) • Uur per etmaal bij onbeperkt weiden • Uur per etmaal bij beperkt weiden 	<ul style="list-style-type: none"> • Begin- en einddatum (dus gerekend per dag i.p.v. per week) • Systeem: onbeperkt/beperkt/zomerstalvoeding • Aantal uur per etmaal in de weide (bij onbeperkt weiden worden de uren gecorrigeerd naar 20 uur per dag i.v.m. melkperiodes) • Aantal dieren in de weide
Het gemiddelde aantal koe-weide-uren wordt berekend als: fractie melkvee in de weide * (uur-bw * week-bw + uur-ow * week-ow) * 7 dg/wk	Het gemiddeld aantal koe-weide-uren wordt berekend als sommatie van alle weideperiodes in een weideseizoen (kalenderjaar): (aantal dieren in de weide/totaal melkvee veestapel) * (einddatum-begindatum) * weide-uren per etmaal. Er kan gerapporteerd worden over het gehele kalenderjaar, maar ook over delen daarvan. Standaard wordt gerapporteerd over 1 mei-1 november.
Voorbeeld: 20 weken beperkt weiden, 8 uur per dag, voor 90% van het melkvee: $0.90 * (8 * 20) * 7 = 1008$ uur	Voorbeeld: <ul style="list-style-type: none"> • 80% melkvee 60 dagen 8 uur beperkt weiden • 90% melkvee 100 dagen 16 uur onb. weiden
	Wordt: $0.80 * (60 * 8) + 0.90 * (100 * 16) = 1824$ uur
De berekening van het gemiddelde aantal koe-weide-uren kan per bedrijf gebeuren en vervolgens ook voor de landelijke melkveestapel. Bij de landelijke berekening is het belangrijk om het aantal koeien per bedrijf mee te tellen, zodat een gewogen gemiddelde ontstaat, omdat vanuit het oogpunt van emissies alle dieren meetellen. Het volgende voorbeeld van een fictief land met twee bedrijven laat dat zien:	
<ul style="list-style-type: none"> • Bedrijf 1: 50 koeien met 2000 weide-uren per koe • Bedrijf 2: 500 koeien met 0 weide-uren per koe 	
Gemiddelde beweidingsuren van het land:	
<ul style="list-style-type: none"> • Op basis van gemiddelden per bedrijf: $(2000+0)/2 = 1000$ uur per koe. 	
Op basis van voor melkvee gewogen gemiddelde: $(2000*50 \text{ uur} + 0*500\text{uur})/550 \text{ dieren} = 183$ uur per dier.	

Voor de BIN-bedrijven kunnen we nagaan in welke mate de beweidingcijfers overeenkomen met die in de LBT. Daarmee krijgen we een beeld of er verschillen zijn tussen de bronnen. De veronderstelling is dat beweiding in BIN beter overeenkomt met de werkelijkheid dan de LBT, omdat meer details (periodes) nodig zijn en verwacht mag worden dat de registratie meer in de loop van het jaar wordt gedaan dan bij de LBT, waar in april-mei gevraagd wordt naar de beweiding van het voorgaande jaar.

Op de website van Agrimatie staat informatie van de afgelopen jaren van de BIN-bedrijven, onder andere weergegeven voor de groep melkveebedrijven (dat zijn dus niet alle bedrijven met melkkoeien, maar alleen de gespecialiseerde bedrijven). Daarin zie je bijvoorbeeld dat het percentage melkvee dat in de weide komt, in de jaren 2016-2019 in dezelfde orde grootte ligt (65-75% van de koeien heeft weidegang, verschillend per jaar) als in de LBT-publicatie op opendata.cbs.nl. Vanwege de toegepaste selecties moeten de data beter geanalyseerd worden om een faire vergelijking te kunnen maken.

Het BIN geeft aan dat op melkveebedrijven van de totaalaantal beschikbare koe-uren in het weideseizoen ongeveer 24% als koe-weide-uren kunnen worden bestempeld. Dit percentage betreft alle melkkoeien gedurende het weideseizoen, dat is vastgelegd van 1 mei tot 1 november. Dit komt overeen met $0,24 * 24 \text{ uur} * 184 \text{ dagen} = 1060$ per jaar, waarbij de eventuele weide-uren voor 1 mei en na 1 november nog niet zijn meegeteld.

Op verzoek van WEnR heeft WEcR een eerste snelle vergelijking gemaakt van de beweidinginformatie van de BIN-bedrijven in vergelijking met de informatie in de LBT. Voor weideseizoenen 2018 konden 326 steekproefbedrijven met melkvee gekoppeld worden aan een registratie in de LBT. In beide registraties kwamen de bedrijven uit op gemiddeld 100 melkkoeien per bedrijf. Bij de berekening van het gemiddelde is rekening gehouden met de standaardwegingsfactor van de steekproefbedrijven in relatie tot de gehele LBT-populatie van bedrijven met een standaardopbrengst van 25.000 euro of hoger (in de groep van bedrijven met een SO < 25.000 euro komen nauwelijks bedrijven met melkvee voor). Het gemiddelde aantal weide-uren volgens de LBT-registratie van deze bedrijven kwam uit op krap 1.000 uur en dat van de BIN-registratie ongeveer 18% hoger. Als geen rekening wordt gehouden met de wegingsfactoren, dan bedraagt dat verschil ongeveer 12%. Bij veel individuele bedrijven zijn de verschillen klein, maar er zijn ook bedrijven met flinke verschillen. Gemiddeld lijken er volgens BIN meer weide-uren gemaakt te worden dan de LBT aangeeft (Van Everdingen, 2021).

Hierbij moet nadrukkelijk de kanttekening worden gemaakt dat het om een voorlopige, eerste verkenning gaat. Mogelijk is er nog sprake van:

- Invloed van outliers, zowel in waarnemingen als wegingen;
- Correctie of uitsluiting van onwaarschijnlijke antwoord combinaties;
- Verschillen in rekenmethode.

Om dat uit te sluiten, zouden beide benaderingen naast elkaar moeten worden gezet en in detail worden beschreven en is een analyse nodig van bedrijven waar LBT en BIN verschillende resultaten laten zien. Daarbij kan een vergelijking met andere bronnen, zoals Kringloopwijzer of informatie van zuivelondernemingen, mogelijk ook bruikbaar zijn.

De LBT betreft een bijna 100%-registratie van de gehele populatie, waardoor het begrijpelijk is dat deze bron tot nu toe is gebruikt, waar in het verleden BIN werd gebruikt, omdat de vraagstelling nog niet was opgenomen in de LBT. Als nu echter blijkt dat de brede vraagstelling van de LBT toch niet heeft geleid tot een betrouwbare weergave van de werkelijkheid, is aan te bevelen om deze keuze te heroverwegen en te kijken naar alternatieven, waar de cijfers van BIN er een van kunnen zijn.

De beweidingssituatie van een bepaald weideseizoen wordt in de LBT overigens in het daaropvolgende jaar gevraagd. Beweiding in 2019 wordt in de LBT van 2020 opgenomen en voorlopige resultaten daarvan komen gedurende de zomer van 2020 beschikbaar en definitieve resultaten in het eerste kwartaal van 2021. In BIN worden de bedrijven uitgewerkt per bedrijf en op kalenderjaarbasis. In het eerste halfjaar van 2020 komen daarmee de eerste gegevens (bedrijven) over 2019 beschikbaar voor gebruik. Aan het eind van 2020 zijn alle bedrijven uitgewerkt, zodat eind 2020/begin 2021 definitieve cijfers over 2019 kunnen worden gepubliceerd en gebruikt.

Door de meer gedetailleerde vastlegging van beweidinggegevens beschikken BIN-bedrijven reeds over een voldoende weideregistratie om mogelijk mee te doen als pilotbedrijf voor sensoren; als per weideperiode ook de weidepercelen worden vastgelegd, zouden deze bedrijven ook geschikt zijn als pilot voor het onderzoek naar satellietbeelden, maar dat is niet het geval.

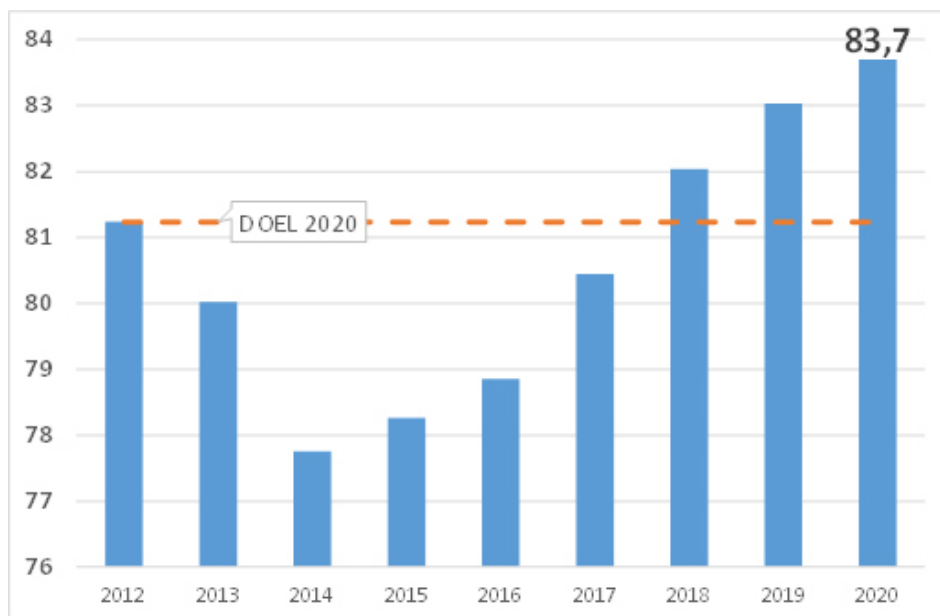
2.4 Rapportage ZuivelNL

Het niveau van weidegang wordt door ZuivelNL vastgesteld als het percentage van de melkveebedrijven dat een vorm van weidegang toepast. Dit kan volledige weidegang betreffen: minimaal 120 dagen van 6 uur per dag, of deelweidegang, waarbij minimaal een kwart van de veestapel buiten komt. Dit percentage wordt vastgesteld door ZuivelNL aan de hand van geborgde gegevens van zuivelondernemingen, in samenwerking met Stichting Weidegang. Het cijfer over het afgelopen weideseizoen wordt jaarlijks in december gepubliceerd. De basis van dit cijfer is de registratie van weidegang door de veehouders zelf, waarbij moet worden bijgehouden op welke dagen wordt geweid en ook op welke uren. Vervolgens worden vanuit de zuivelbedrijven aangekondigde en onaangekondigde controles uitgevoerd om na te gaan of de registratie overeenkomt met de realiteit. Jaarlijks wordt 1-2% van de bedrijven afgekeurd als weidebedrijf.
(<https://www.melkvee.nl/artikel/236578-nieuw-in-2020-begin-en-eindtijd-weidegang-bijhouden/>)

In 2020 is de weidegang verder toegenomen naar 83,7%, hiervan betreft 77,5% volledige weidegang, en 6,2% deelweidegang. De stijging van dit percentage weidegang in de afgelopen vijf jaar is volledig toe te schrijven aan het percentage bedrijven dat volledige weidegang toepast. In Tabel 2.4 en Figuur 2.5 is de ontwikkeling van dit percentage weidegang van de afgelopen negen jaar weergegeven. (<https://www.zuivelnl.org/nieuws/steeds-meer-boeren-laten-de-koe-buiten-lopen>)

Tabel 2.4 Percentage melkveebedrijven met weidegang (Zuivel NL, 2020).

Jaar	Totaal	Volledige weidegang	Deelweidegang
2020	83,7	77,5	6,2
2019	83,0	76,7	6,3
2018	82,0	74,8	7,3
2017	80,4	73,2	7,3
2016	78,9	70,5	8,4
2015	78,3	69,8	8,4
2014	77,8	70,1	7,7
2013	80,0	72,2	7,8
2012	81,2		



Figuur 2.5 Percentage bedrijven met weidegang (ZuivelNL, 2020).

2.5 Aanvullende opties voor data over beweiding

Na enkele bijeenkomsten van de werkgroep Dataverbetering Beweiden is de Stichting Weidegang op basis van deskstudy en interviews en hun jarenlange ervaring aan de slag gegaan om een inventarisatie te maken van aanvullende opties om data over beweiding beschikbaar te krijgen voor de landelijke en regionale emissiemodellen. Vervolgens heeft Stichting Weidegang in een samenvattende tabel een voorlopige beoordeling gemaakt van de nieuwe opties voor beweidinginformatie. Deze inventarisatie en beoordeling zijn besproken in de werkgroep, vervolgens waar nodig verbeterd, en is uitgebreid met extra beoordelingsaspecten. Deze tweede slag is nader beschreven door WENR. In deze paragraaf is het eindresultaat van de inzet van de werkgroep en Stichting Weidegang in 2019 opgenomen. Hieronder worden de verschillende opties kort beschreven, inclusief de aspecten die van belang zijn voor de beoordeling. Ten slotte is de beoordeling samengevat in een tabel en zijn de conclusies opgenomen.

Beoordelingsaspecten

In de beoordeling van nieuwe opties voor beweidinginformatie zijn de volgende aspecten meegenomen:

- Ontwikkeling: is de optie al beschikbaar, of is nog een innovatie traject nodig
- Implementatie/kosten: de invoering kan eenvoudig zijn, of een complex/kostbaar traject
- Gebruik in de sector: het aandeel melkveebedrijven dat de betreffende optie al gebruikt
- Nauwkeurigheid weidedagen: in welke mate kan de optie het aantal weidedagen bepalen?
- Nauwkeurigheid weide-uren: in welke mate kan de optie het aantal weide-uren bepalen?
- Nauwkeurigheid weidekoeien: in welke mate kan de optie het aantal weidekoeien bepalen?
- Robuustheid weidetijd: is de uiteindelijke bepaling van weidetijd robuust of onnauwkeurig?

Nieuwe opties voor beweidinginformatie voor ammoniakemissie

Op basis van de analyse van verschillende nieuwe databronnen anno 2019 bleek dat het niet gelukt is om deze nieuwe databronnen ook daadwerkelijk beschikbaar te krijgen en toe passen in de NEMA- en Initiator-berekeningen. De bronnen bevinden zich in verschillende stadia van mogelijke beschikbaarheid.

Zo kunnen de huidige systemen voor weidegangborging voor de zuivelketen naar verwachting met enkele aanpassingen of aanvullingen voor toepassing binnen de ammoniakmodellen geschikt worden gemaakt. Vervolgens moeten de systemen dan nog wel voor dit doeleinde opnieuw gekalibreerd worden, moet de nauwkeurigheid worden getoetst en moet er toestemming worden verkregen om de data voor deze toepassing te mogen benutten. Dit geldt bijvoorbeeld voor de Weidegang Indicator 2.0 op basis van metingen aan tankmelkmonsters. Bij andere systemen zijn data wel beschikbaar, maar moet eerst nog een innovatietraject doorlopen worden om de concrete mogelijkheden in beeld te brengen om vervolgens een praktisch werkend prototype te ontwikkelen (bv. satellietbeelden) of een infrastructuur te bouwen om data te verzamelen en te ontsluiten (bv. activiteitsensoren). Relevant voor het mogelijke succes van een innovatietraject is dat er een aantrekkelijke en heldere businesscase voor (markt)partijen moet zijn, zodat zij bereid zijn de stap te zetten en tijd en middelen willen investeren om deze oplossingen te ontwikkelen. Andere mogelijkheid is dat de overheid investeert in bepaalde innovatiestappen, waarmee de datavoorziening van de emissiemodellen verbeterd kan worden.

Nieuwe technologie kan ook in combinatie met beschikbare opties of andere technologie worden gecombineerd. Door enerzijds registratie door de veehouder, in combinatie met een objectieve meting, kan extra zekerheid worden verkregen met betrekking tot de borging van beweiding, in relatie tot het keurmerk en ammoniakemissie.

Activiteitsensoren en technologie voor locatiebepaling zijn in potentie nieuwe meetsystemen voor weidetijd en kunnen ook via de bestaande systematiek door Stichting Weidegang worden toegelaten. Bij de toelating wordt de deugdelijkheid van systemen getoetst. Hieronder worden de verschillende systemen op een rij gezet en ten slotte in een scoretabel naast elkaar gezet.

- **De meetsystemen voor individuele koe-registratie** van weidetijd die zijn toegelaten door Stichting Weidegang kunnen heel nauwkeurig inzicht geven in de weidetijd (uren en dagen) van bedrijven en op basis daarvan ook in weidetijd op groepsniveau. Bovendien zijn een data-infrastructuur en een borgingssystematiek ontwikkeld, die gebruikt zouden kunnen worden. Anno 2019 waren slechts zo'n vijftien systemen van vijf leveranciers in gebruik. Vermoedelijk is het gebruik zo laag, omdat de kosten voor de melkveehouder relatief hoog zijn (zo'n € 5.000 tot € 15.000) en het voordeel nog te gering is. Om op groepsniveau iets te kunnen zeggen over de gemiddelde weidetijd, moet minimaal een representatieve groep melkveehouders van voldoende omvang gebruik gaan maken van deze systemen.
- Met de **combinatie** van de digitale weidegangkalender, de Weidegang Indicator (op basis van de vetzuursamenstelling in tankmelkmonsters) en inspecties, is het naar verwachting mogelijk om een inschatting van de weidedagen op bedrijfs- en groepsniveau te maken. In de Weidegang Indicator 2.0 is de overgang van stalperiode naar weideperiode duidelijk zichtbaar en in de kalender vult de melkveehouder zelf de weidedagen in. De combinatie van directe metingen en registratie kan naar verwachting een betrouwbare en robuuste methode opleveren. Voor een betrouwbare inschatting van weidetijd op bedrijfsniveau lijkt deze combinatie niet geschikt, omdat het aantal uren weidegang

en aandeel dieren in de wei naar verwachting door elkaar heen lopen. Wellicht kan de Weidegang Indicator wel worden doorontwikkeld om ook op groepsniveau een betrouwbare uitspraak te kunnen doen van de weidetijd. Voordeel van deze optie is dat de gegevens op dit moment al centraal beschikbaar zijn voor Qlip en dat vanuit Stichting Weidegang jaarlijks 40 procent van de melkveehouders op basis van deze gegevens wordt gecontroleerd. Tijdens deze controle beoordeelt de inspecteur o.a. of de weidegangkalender overeenstemt met het beeld van weidegang op het bedrijf. De volgende stappen moeten worden gezet om de mogelijkheden van deze optie te benutten:

- Digitale kalender wordt door het grootste deel van de melkveehouders gebruikt (anno 2019 is dat ongeveer 20 procent);
 - Weidegang Indicator 2.0 valideren en/of verder ontwikkelen voor deze toepassing;
 - Checken of Qlip bereid is een inschatting te maken van weidetijd;
 - Toestemming krijgen om bovenstaande data voor deze toepassing te mogen gebruiken.
- **Activiteitsensoren aan de koe.** Deze sensoren worden breed in de praktijk gebruikt en het gedrag van koeien in de wei lijkt voldoende afwijkend van het gedrag in de stal om een inschatting van beweiding te kunnen maken. Als het mogelijk blijkt om vanuit de data van activiteitsensoren af te leiden of dieren betrokken zijn bij weidegang, kunnen dergelijke systemen in principe eveneens goedgekeurd worden door Stichting Weidegang. Deze systemen worden momenteel al op veel bedrijven toegepast waardoor veel gegevens (mogelijk over meerdere jaren) voorhanden zijn, waarbij alleen de vertaling naar weidetijd nog ontwikkeld moet worden. Deze investering lijkt tot nu toe voor de aanbieders hiervan te groot. Stappen die moeten worden gezet om dit te realiseren, zijn:
 - Universeel algoritme ontwikkelen dat voor een brede groep bedrijven toepasbaar is. Complexiteit daarbij is de variatie in bedrijfssystemen en wellicht ook de invloed van seizoenen en het weer. Naast dat de technologie vaak net anders is, zijn de sensoren waarschijnlijk ook anders gekalibreerd. Producenten hebben deze stap tot op heden nog niet genomen, omdat er tot nu toe uitsluitend een toepassing is voor de Nederlandse markt. Mogelijk zou de overheid hierin kunnen investeren.
 - Centraal verzamelen van deze data. JoinData heeft een infrastructuur ontwikkeld om dit te kunnen realiseren. Uitdaging daarbij is dat er door melkveehouders verschillende type sensoren worden gebruikt van verschillende fabrikanten, die verschillende data opleveren.
 - Verdere uitbreiding van aantal melkveehouders dat sensoren gebruikt. Om een uitspraak te kunnen doen over weidetijd op groepsniveau moet er een voldoende dekking van geschikte sensoren zijn om een representatieve weidetijd te kunnen inschatten.
 - Met **satellietbeelden** een inschatting van de weidetijd maken kan waarschijnlijk minder nauwkeurig, omdat er soms onvoldoende goede beelden beschikbaar zijn. Daarnaast moeten er meerdere tussenstappen gezet moeten worden om vanuit de beelden bruikbare informatie voor de weidetijd te genereren, die nog ontwikkeld moeten worden. Daar staat echter tegenover dat vanaf 2017 landsdekkende beelden beschikbaar zijn, waardoor de dekking in tijd en ruimte groter is dan van de andere systemen. Luchtfoto's hebben een vergelijkbare ruimtelijke dekking en zijn in de tijd al beschikbaar vanaf 2001, maar dat betreft slechts één opname per jaar, waardoor de dekking in de tijd beperkt is. Belangrijkste belemmering voor luchtfoto's door drones lijkt de kostbaarheid om systematisch en regelmatig beelden te maken van alle weilanden. Voordeel van gebruik van ruimtelijke beelden is dat de berekening van regionale emissies hierdoor kan verbeteren, doordat bekend is welke graslanden worden beweide, welke graslanden meer worden gemaaid en waar meestal meer uitrijemissies zullen plaatsvinden.
 - Voor **CO₂ sensoren in de stal** geldt dat de kosten relatief beperkt lijken in vergelijking met bv. de systemen voor individuele koe registratie. Verder is nader onderzoek nodig voor de relatie van de metingen met weidetijd bij verschillende staltypen en beweidingvormen.

Samengevatte tabel

In Tabel 2.5 wordt een overzicht gegeven van de beoordeling van opties om de weidetijd te bepalen. Ook is de beoordeling per optie toegelicht; uiteraard kunnen ook opties gecombineerd worden. De kolom *Gebruik in de sector* is gemarkeerd, omdat deze cruciaal is voor gebruik binnen de modellering van NEMA en Initiator.

Tabel 2.5 Beoordeling van weidetijd-databronnen naast elkaar (anno 2019, door Stichting Weidegang, met aanvullingen vanuit werkgroep Dataverbetering Beweiden).

	Ontwikkeling	Implementatie/ kosten	Gebruik in de sector	Nauwkeurigheid weidedagen	Nauwkeurigheid weide-uren	Nauwkeurigheid weidekoeien	Robuustheid weidetijd	Toelichting
Ontwikkeling klaar								
Meetsystemen weidetijd	●	○	○	●	●	●	●	Precies, duur, nog bijna niet toegepast
Digitale weidekalender	●	●	◐	●	●	●	◐	Goedkoop, volgend jaar breed toegepast, eigen invulling
Weidegang Indicator 2.0	◐	◐	●	◐	◐	◐	◐	Objectief, indicatie; todo: kalibratie, kosten en beschikbaarstelling
Inspecties	●	◐	◐	◐	◐	◐	◐	Objectief, momentopname, bijna de helft van de weiders
Combinatie weidekalender, WGI, inspecties	●	◐	◐	●	●	●	◐	Sterke combinatie van eigen registratie, controle en objectieve meting in hele seizoen
Nog in ontwikkeling								
Activiteitsensoren	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	Bestaande techniek, breed toegepast, algoritme ontwikkeling
Locatiebepaling	◐	◐	○	●	●	●	●	Nieuwe techniek, kosten, batterijduur
Luchtfoto's (vliegtuigen en drones)	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	Objectief, data vanaf 2001, ontwikkeling algoritme koeherkenning
Satellietbeelden	◐	◐	●	◐	◐	◐	◐	Objectief, indicatie, data vanaf 2017, ontwikkeling algoritme
CO ₂ -sensoren in stal	◐	◐	○	◐	◐	◐	◐	Objectief, goedkope techniek, nog geen data, ontwikkeling algoritme
Legenda								
Ontwikkeling:	●	= nu beschikbaar		○	= innovatietraject			
Implementatie/kosten:	●	= eenvoudig		○	= complex/kostbaar			
Gebruik in de sector:	●	= 100%		○	= 0,1%			
Nauwkeurigheid weidedagen:	●	= groot		○	= klein			
Nauwkeurigheid weide-uren:	●	= groot		○	= klein			
Nauwkeurigheid weidekoeien:	●	= groot		○	= klein			
Robuustheid weidetijd:	●	= groot		○	= klein, fraude			

Conclusies

Het blijkt dat van reeds ontwikkelde bronnen de Weidegang Indicator 2.0 nagenoeg binnen de gehele sector gebruikt wordt; struikelpunt is echter dat de kalibratie, kostenverdeling en beschikbaarstelling nog niet geregeld zijn. Bij de meetsystemen voor weidetijd per individuele koe is dat allemaal wel geregeld, maar is het gebruik binnen de sector – vanwege de kosten – nog minimaal. Ongeveer de helft van de bedrijven wordt weliswaar jaarlijks geïnspecteerd, maar dat is slechts een

momentopname (eens in de twee jaar). De combinatie van weidekalender, WGI en inspecties lijkt het kansrijkst.

Van bronnen die nog in ontwikkeling zijn, scoren de satellietbeelden het best in data-beschikbaarheid: vanaf 2017 zijn tientallen landsdekkende beelden per jaar beschikbaar; het is echter de vraag of hiermee een voldoende betrouwbare weidetijdbepaling mogelijk is. Voor luchtfoto's is de beschikbare datareeks een stuk langer, namelijk vanaf 2001, maar dat betreft slechts een of enkele opnamen per jaar, waarbij niet alleen een algoritme voor automatische koeherkenning ontwikkeld moet worden, maar het ook mogelijk is dat het fotomoment de weidetijd net mist.

De activiteitsensoren worden naar schatting bij ca. de helft van de dieren toegepast, maar het is niet duidelijk of de data een voldoende nauwkeurige bepaling van weidetijd mogelijk maken. Sensoren met locatiebepaling worden nog weinig toegepast en lijken ook kostbaar te zijn. Dat geldt echter niet voor CO₂-sensoren in de stal: deze zijn relatief goedkoop, de relatie met weidegang moet nog verder onderzocht worden. Satellietbeelden, activiteit en CO₂-sensoren lijken de kansrijkste nieuwe bronnen om verder te onderzoeken.

3 Pilotbedrijven en sensoren

In dit hoofdstuk gaan we eerst in op het gebruik van bewegingssensoren in de melkveehouderij in relatie tot weidetijd. Vervolgens komt aan bod welke leveranciers van sensoren gevraagd zijn om aan het onderzoek mee te doen en volgt een beschrijving van welke pilotbedrijven hebben meegedaan aan het onderzoek.

In de laatste paragraaf volgt nog informatie van lopende onderzoeksprojecten gerelateerd aan weidegang. Hoewel het enerzijds voor de hand lag om daarbij aan te haken, bleek het praktisch lastig uitvoerbaar doordat de focus van de projecten verschillend is. Waar dit onderzoek vooral gericht is op borging van de gerealiseerde beweiding, zijn andere onderzoeken erop gericht om beweiding verder te optimaliseren binnen het bedrijfsmanagement.

3.1 Bewegingssensoren en weidetijd

Veel melkveehouders in Nederland gebruiken bewegingssensoren aan poten of oren om daarmee de activiteit van de individuele dieren te volgen. Dit levert informatie op voor het monitoren van de gezondheid en vruchtbaarheid van het melkvee. De kans lijkt groot dat deze informatie ook bruikbaar is voor het detecteren van de hoeveelheid weidegang per dier. Voordeel is dat de veehouder gebruik kan maken van bestaande systemen en gegevens. Wat nog wel ontwikkeld moet worden, is een rekenregel of model dat vanuit de ruwe gegevens per dier het aantal uren weidetijd kan bepalen. In deze rapportage wordt verslag gedaan van de eerste verkenning om te bepalen of deze gegevensbron bruikbaar kan zijn om beweiding uit af te leiden. Als dat lukt, is een volgende stap nodig, waarin wordt nagegaan hoe deze informatie zo breed mogelijk vanuit de sector gebruikt zou kunnen worden. Dit is ook afhankelijk van de ambitie van de overheid en zuivelsector: gaat het alleen om een plus op de LBT met het oog op een betere monitoring van N-emissies of is er ook behoefte om dit in te zetten als (aanvullende) ketenborging?

In dit onderzoek is bij een beperkt aantal bedrijven nagegaan of het mogelijk is om het aantal weide-uren per koe af te leiden uit de dagelijkse gegevens van de bewegingssensoren. Streven was om pilotbedrijven met verschillende beweidingssystemen in het onderzoek te krijgen, zodat voor verschillende systemen duidelijk kan worden of het model werkt. Streven was om ook verschillende sensorsystemen in het onderzoek te betrekken, zodat het onderzoek niet beperkt is tot één marktsegment, maar bredere toepassingsmogelijkheden heeft in de Nederlandse veehouderij. Het testen van alle gebruikte sensoren in Nederland was binnen deze verkenning niet haalbaar.

Naast de gegevens vanuit bewegingssensoren, is ook informatie nodig over de daadwerkelijk toegepaste weidetijd. Daartoe zijn de betrokken veehouders gevraagd om de weidetijd van de melkveestapel handmatig vast te leggen in een weidegangkalender. Idealiter zouden we hierbij over de werkelijke weidetijd per koe willen beschikken om deze te kunnen vergelijken met de berekende weidetijd uit de analyse van de bewegingssensor per koe. Dat is echter een enorme registratielast. Daarom is een vereenvoudigde registratie nodig: een lijst waarin per dag de beweiding per uur van het melkvee kan worden ingevuld; hieronder staat een voorbeeld. Vervolgens kan het berekende beweidingspatroon van de sensordata vergeleken worden met de registratie van de veehouder.

Eventueel zou de weidetijd per bedrijf verkregen kunnen worden van de zuivelfabriek, maar dan zijn alleen de uren waarop de veehouder meldt dat hij weidt én gecontroleerd kan worden door QLIP; dit kan een onderschatting zijn van de werkelijkheid. Daarom lijkt een aanvullende registratie door de veehouder beter.

Tabel 3.1 Voorbeeld formulier voor registratie weidegang op pilotbedrijven.

Naam bedrijf:						
Datum	Afstand perceel	Begin beweiding		Eind beweiding		Opmerkingen
		Hek open	Stal leeg	Stal open	Weide leeg	

In dit onderzoek is gestreefd naar deelname van verschillende bedrijven, zodat bij verschillende beweidingssystemen onderzocht kan worden of het lukt om de gerealiseerde beweiding van het bedrijf af te leiden uit de data van de bewegingssensoren. Daarvoor is het nodig om minimaal enkele weken in het weideseizoen te meten, om daarmee te beschikken over voldoende gegevens. Daarnaast lijkt het goed om ook periodes in de pilot te hebben waarin een afwijkende beweiding plaatsvindt, zoals 's nachts weiden in plaats van overdag, dagen waarop het flink regent of perioden met droog en warm weer waarbij veel minder gras beschikbaar is. Binnen de pilot zijn twee databases opgebouwd, die vervolgens met elkaar zijn vergeleken: enerzijds de dataexports vanuit de sensoren en anderzijds de beweidinglijsten zoals ingevuld door de veehouder.

Ook kan de ligging van de weidepercelen effect hebben op het bewegingspatroon, bijvoorbeeld standweiden op percelen grenzend aan de stal: dan kunnen de dieren met weinig stappen al in de weide zijn. Ook kan het op regenachtige dagen gebeuren dat de dieren voor het hek dicht bij de stal gaan wachten tot ze naar binnen kunnen, waarbij deze uren mogelijk al als staltijd worden herkend. (Maar daarbij kun je je ook afvragen of het terecht is om wachtende koeien voor het hek mee te tellen als weidetijd.)

Als het onderzoek op de pilotbedrijven ook bruikbaar moet zijn voor validatie van dit systeem door Stichting Weidegang (StW), moet ook aan de criteria van StW worden voldaan, waaronder registratie van weidetijd per koe. Daarbij is ook een check bij de bedrijven zelf nodig, gedurende enkele dagen. Alle informatie moet daarvoor in een dossier ingebracht worden, zodat Qlip het daarna kan beoordelen. Voor toelating door StW moet zowel de weidetijd per koe per dag worden geregistreerd, als de weidetijd per dag van alle melkgevende koeien. Daartoe moet in het systeem worden bijgehouden welke dieren vanaf welke datum tot de melkgevende koeien behoren (datum afkalven of start lactatie). Het systeem moet per dier de start- en eindmomenten van de weidegang vastleggen en vervolgens de weidetijd per koe per dag. Het meetsysteem mag een foutmarge van maximaal 5 procent hebben in het aantal dieren in de weide. Vanuit de registratie per dier worden de dagen en uren weidetijd per bedrijf bepaald volgens de vastgestelde rekenregels. De geaggregeerde informatie moet op dagbasis aangeleverd worden aan het Weidegang Register. De volledige beschrijving van de voorwaarden is te vinden op de site [Weidemelk.nl](https://www.weidemelk.nl/images/weidemelk/Legal/ID08.01_Voorwaarden_Witte_Lijst_Meetsystemen.pdf): https://www.weidemelk.nl/images/weidemelk/Legal/ID08.01_Voorwaarden_Witte_Lijst_Meetsystemen.pdf.

3.2 Sensorinformatie bij melkvee

De eerste leverancier is CowManager met sensoren in het oor; het contact is gelegd via Gerrit de Boer, vanuit NMV lid van de begeleidingsgroep, die in zijn bedrijf gebruikmaakt van de CowManager-sensor. De tweede leverancier is Nedap, die sensoren heeft geleverd aan verschillende proefbedrijven binnen Wageningen UR. Het contact is gelegd via Zwier van der Vegte, bedrijfsleider van proefboerderij KTC De Marke (Knowledge Transfer Centre).

Sensor informatie van CowManager

Vanuit CowManager wordt dagelijks een exportbestand gemaakt met de gegevens van de dag ervoor. In dit bestand staat per koe, per uur, een sommatie van gedragswaarnemingen via de CowManager-

sensor, inclusief de temperatuur, zie onderstaand voorbeeld. De gedragsdata per uur zijn voor de veehouders via een webapplicatie in te zien.

Tabel 3.2 Voorbeeld van het exportbestand per uur vanuit CowManager.

1	RegistrationId	CowNumber	TimeStamp	MeasurementCount	NotActive	Ruminating	Eating	Active	HighActive	Temperature
2	459	459	20180612 21:00:00	60	46	0	1	10	3	29.02
3	491	491	20180612 21:00:00	61	12	3	30	8	8	26.17
4	285	285	20180612 21:00:00	60	19	15	7	7	12	28.34
5	430	430	20180612 21:00:00	61	14	9	14	11	13	31.16
6	466	466	20180612 21:00:00	61	15	1	18	3	24	29.18
7	6149	6149	20180612 21:00:00	60	1	1	49	0	9	30.15
8	80	80	20180612 21:00:00	60	14	10	23	2	11	30.18
9	464	464	20180612 21:00:00	60	6	16	2	6	30	30.5
10	517	517	20180612 21:00:00	59	2	6	41	2	8	28.36

Uitleg van de kolommen:

- RegistrationId – levensnummer van de koe, meestal gelijk aan diernummer.
- CowNumber – diernummer op het melkveebedrijf.
- TimeStamp – Datums- en tijdsregistratie van de start van het waarnemingsuur in UTC-tijdzone; bovenstaand voorbeeld heeft betrekking op de waarnemingen van 21.00 – 21.59 uur. Om de waarneming te relateren aan de lokale tijd, moeten er voor Nederland in de zomertijd 2 uur worden bijgeteld.
- MeasurementCount – aantal waarnemingen per koe per uur, meestal 60, in principe 1 waarneming per minuut.
- Gedragswaarnemingen – van NietActief, via resp. Herkauwen, Vreten en Actief naar Hoogactief; sommatie van het aantal metingen per uur per categorie.
- Temperature – gemiddelde oortemperatuur van het dier per uur.

Het tijdsinterval van deze rapportage is per uur. Het is denkbaar dat het gebruik van tijdsintervallen van bijvoorbeeld een halfuur, of een kwartier, tot meer onderscheidende gegevens zou kunnen leiden. Deze optie is nagevraagd bij CowManager, maar helaas is dat momenteel niet beschikbaar.

Een andere optie voor meer specifieke informatie zijn de contactmomenten van de sensoren met de antenne, die bij de meeste bedrijven alleen in de stal is geplaatst. Als het contactmoment tussen antenne en sensor wordt vastgelegd, is dat moment een indicatie dat de dieren in de stal zijn. Het is nog geen zekerheid, omdat contact tussen antenne en sensor ook kan plaatsvinden als de dieren in een perceel weiden dat aan de stal grenst. Ook dit is bij CowManager nagevraagd, maar ook deze informatie is momenteel niet beschikbaar.

Vanaf de maand juni hebben we vier bedrijven bereid gevonden om hun gegevens met ons te delen. Dit betreffen de bedrijven van Gerrit de Boer en een collega, en twee bedrijven die door CowManager zijn aangedragen, omdat zij in het verleden belangstelling hebben getoond om meer te doen met de Sensordata. Hier volgen korte omschrijvingen van de bedrijven:

1. **Fries bedrijf** met alleen overdag weiden – meestal van ongeveer 11 – 17 uur. Slaat soms een dag over, en soms een paar uur korter. Omweiden op verschillende percelen: in juni eerst op 200 m afstand, vanaf 20 juni op ongeveer 450 m.
2. Ander bedrijf in het noorden met de **huiskavel dichtbij**, waarbij de beweiding altijd op relatief korte afstand van de stal kan plaatsvinden: ca. 50 – 100 m. Normaal gesproken gaat het hek vanaf ongeveer 6.30 uur open, is rond 8.30 uur de stal leeg en zijn de koeien tussen 13 en 14 uur weer binnen. Er zijn enkele dagen uitgevallen, geen weidegang dus, en in de tweede week van augustus is tijdens de hittegolf van 2020 nachtbeweiding toegepast, van ca. 23 – 6 uur. Daarna is de weidegang gestopt.
3. **Biologisch** melkveebedrijf. Past dag- en nachtbeweiding toe, melkt om ca. 6.30 en 16.30 uur, op die momenten zijn de koeien in de stal. Overdag is de beweiding meestal verder weg, 's avonds is het dichterbij. Overdag krijgen ze regelmatig een nieuw stuk erbij: stripgrazen.
4. **Demobedrijf** Nieuw Nederlands Weiden – heeft contact met Stichting Weidegang. Melkt met melkrobots en heeft naast CowManager-sensor ook een Lely retourbox en iso-halsbanden. Daarmee zouden de tijdstippen van vertrek en terugkomst (binnen en buiten meldingen) uit de Lelybox vergeleken kunnen worden met de CowManager-data. Dit bedrijf houdt ook een graslandkalender bij, de dagtemperatuur Eindhoven en de voerwinst monitor van Agrovision:

bepaling van drogestofopname in de stal uit ruwvoer en krachtvoer, de rest moet uit de weide komen. Importeert zelf ook de CowManager-bestanden en vergelijkt de vreetminuten in de weide met de berekende grasopname via de voermonitor. Gemiddeld ca. 25 vreetminuten voor 1 kg ds uit weidegras. Beweiding: vaak hebben de koeien een herkenbaar patroon: melkrobot – drinken – weide., bijvoorbeeld; of, Dit bedrijf past vooral schemerweidegang toe: 's morgens vanaf ca. 5 tot 9 uur en 's avonds na 17 uur, totdat het donker is. In het voorjaar is gestart met avondweiden, en in de zomer – vanaf eind mei – is het hek een halfuur later opengegaan, en is ook het ochtendgrazen erbij gekomen. In de hittegolf periode bleek dat de koeien een tot twee uur later met minimaal 75% buiten zijn. Vanaf 21 augustus gaat het hek weer een halfuur eerder open.

Sensor informatie van Nedap

Verschillende proefbedrijven van de WUR maken gebruik van sensoren van Nedap; het betreft in ieder geval De Marke en Dairy campus. Bij De Marke is ook het weidepoortje van Nedap in gebruik: na het robotmelken gaan de dieren de weide in. In 2020 zijn vanuit WLR en WEnR verschillende contacten geweest met Nedap over de mogelijkheden om gegevens van de sensoren beschikbaar te stellen voor verschillende onderzoeksprojecten. De situatie dat Nedap niet vanaf het begin van het project betrokken was, maakte het moeilijk voor Nedap om tijdig met een passend voorstel te komen. Momenteel bekijkt De Marke wat met de huidige gegevens vanuit de verschillende sensoren kan worden gedaan.

3.3 Pilotbedrijven in lopende onderzoeksprojecten

Onderstaande projecten hebben raakvlakken met weidetijd, en zouden in principe kunnen dienen als bron van mogelijke pilotbedrijven. Maar om verschillende redenen bleek dat niet goed uitvoerbaar. Voor de volledigheid worden deze aanpalende projecten hier kort genoemd.

Amazing grazing

Mogelijk zou kunnen worden voortgebouwd op het onderzoek dat in het kader van Amazing Grazing is gedaan naar het meten van grasopname, waarbij de weidetijd ook een van de bepalende factoren is. Hierbij zijn melkkoeien betrokken met drie sensoren, die op verschillende manieren het gedrag van het dier volgen: oorsensoren voor metingen van herkauwtijd, pootsensoren voor metingen rondom liggen, staan en lopen en halssensoren voor metingen van de vreettijd (Holshof et al., 2020). In dit onderzoek was de oorsensor van CowManager, de hals- en pootsensoren van Nedap. Meer resultaten van dit project zijn beschikbaar via (Schils et al., 2019). De tweede stap loopt nog. Voor de bepaling van emissies is de verblijftijd in de weide van belang. Er zijn wel raakvlakken, maar ook verschillen, niet alleen in focus: begrazingstijd versus verblijftijd in de weide, maar ook in invalshoek: innovatie tegenover controle. Deze verschillen maken het gebruik van gegevens van deze pilotbedrijven lastig.

N-Sensorbedrijven

Binnen het N-Sensor project wordt geprobeerd de grasgroei en grasopname te modelleren m.b.v. van een grasgroeimodel, dat verrijkt wordt met satellietdata. Daarvoor is in 2019 een beweidingsproef uitgevoerd op vijf bedrijven. Weidetijd is zorgvuldig bijgehouden en zou ook interessant kunnen zijn als referentiedata voor dit project (Hoving et al., 2020).

Koeien en kansen bedrijven

Dit project is gericht op het onderzoek naar emissieverminderingen op melkveebedrijven, die goed binnen een rendabele bedrijfsvoering passen. Wat betreft invalshoek past dit beter bij dit onderzoeksproject naar aanvullende bronnen van beweidingsdata. Van deze bedrijven worden ook de beweidingsgegevens vastgelegd (<https://www.koeienenkansen.nl/nl/koeien-kansen-1/Projectinformatie.htm>).

Klimaat Enveloppe 2020

Dit project bevindt zich in de opstartfase waarin nieuwe pilot- en demobedrijven worden gezocht, die gericht zijn op vermindering van zowel ammoniakemissie als broeikasgassen. Mogelijk kunnen bedrijven die binnen dit project gaan meedoen, ook meedoen voor beweidingsdata met behulp van satellieten of sensoren. Eventueel is mogelijk budget beschikbaar om enkele daarvan die al sensoren

hebben, uit te rusten met weidepoortjes, zodat een nauwkeurige standaard beschikbaar komt om de sensordata mee te vergelijken. Daarbij wordt ook gekeken naar mogelijkheden voor bv. CO₂- en ammoniaksensoren in de stal.

Veehouderij proefbedrijven

Op De Marke, Zegveld en Dairycampus worden verschillende beweidingssystemen toegepast en geregistreerd. De melkkoeien op De Marke en Dairycampus dragen Nedap-sensoren (zie hierboven).

Verder zijn vanuit deze projecten nog enkele **kanttekeningen** gemaakt bij het gebruik van sensorinformatie voor bepaling van weidetijden met het oog op registratie van de ammoniakuitstoot vanuit melkveebedrijven:

- De ammoniakuitstoot vanuit de stal wordt vooral bepaald door het met mest bevuilde oppervlak en de verversing daarvan; als bijvoorbeeld melkvee bij een melkrobotbedrijf de hele dag in- en uitloopt, komt weliswaar een deel van de mest en urine in de weide terecht, maar zal in elk geval een deel van de stal ook 'normaal' blijven emitteren, in tegenstelling tot stallen die een aantal uren achter elkaar niet gebruikt worden, omdat alle koeien in de weide zijn.
- Dit onderzoek naar bepaling van weidetijd op basis van sensoren, is gericht op het verkennen van mogelijkheden voor controle en borging van beweiding. Dat is een heel andere invalshoek dan veel projecten van Wageningen Livestock Research (WLR), die meer gericht zijn op innovatie, kennisontwikkeling en toepassing in de veehouderij. Je kunt pilot- of demobedrijven niet zomaar inzetten in projecten met een andere invalshoek. Mocht dat toch gewenst zijn, dan is heldere voorlichting en keuzevrijheid voor het individuele bedrijf onmisbaar.
- Er zijn verschillende sensoren op de markt met verschillende hardware; dit betekent dat een algoritme om beweidingstijd af te leiden in principe hardware-specifiek is. Dit kan mogelijk opgelost worden via een tussenbestand, waarin gedragstellingen per tijdseenheid per dier zijn geaggregeerd; een dergelijk standaard tussenbestand zou door de overheid als standaard vereist kunnen worden voor monitoring van weidegang in het kader van de milieuvergunning.
- Het is vreemd dat veehouders die sensoren gebruiken wel de beschikking krijgen over verschillende meldingen uit het systeem, maar niet over de basisgegevens die door hun dieren op hun bedrijf gegenereerd worden. Ook hier zou de overheid sturend kunnen optreden, zoals in het geval van persoonsgegevens via de AVG en satellietbeelden inmiddels al wel is gebeurd.

3.4 Conclusies bewegingssensoren

In dit verkennende onderzoek was het voornemen om gegevens van verschillende type bewegingssensoren in de Nederlandse melkveehouderij te onderzoeken op de bruikbaarheid ervan voor bepaling van de weidetijd van melkvee, voor verschillende beweidingssystemen. Door omstandigheden is het niet gelukt om meerdere leveranciers in het onderzoek te betrekken, waardoor het beperkt is gebleven tot het onderzoek van sensorgegevens van CowManager.

Verder lag het voor de hand om gebruik te maken van bestaande proef- en praktijkbedrijven binnen het onderzoek van Wageningen UR. Dat bleek echter lastig uitvoerbaar, omdat de praktijkbedrijven meestal vanuit de invalshoek van innovatie meedoen aan onderzoeksprojecten, terwijl het hier gaat om een onderzoekproject dat gericht is op borging en controle. Daarom is ervoor gekozen om via bestaande contacten binnen de begeleidingsgroep en CowManager gebruik te maken van vier nieuwe pilotbedrijven, die zich bereid verklaard hebben om aan dit onderzoek mee te doen.

4 Resultaten sensoren

Binnen het onderzoek zijn gegevens van vier bedrijven gebruikt. Dit betreft enerzijds de informatie van de bewegingssensoren van CowManager en anderzijds de registratie van de beweiding door de veehouder zelf. Deze gegevens zijn in de loop van het weideseizoen 2020 beschikbaar gekomen en in het najaar geanalyseerd. In de volgende vier paragrafen staat per bedrijf een beschrijving van de beweiding en de resultaten van regressieanalyse die tussen beide databronnen is uitgevoerd. Doel was om na te gaan of het mogelijk is een model te ontwikkelen dat vanuit de sensorinformatie een voorspelling kan maken van de gerealiseerde beweiding.

Vervolgens is onderzocht of het herkennen van de begin- en eindtijd van beweiding mogelijk beter gaat dan het herkennen van de gehele weidetijd. En ten slotte zijn de gegevens van niet-weidedagen naast die van de weidedagen neergezet.

4.1 Demobedrijf Nieuw Nederlands Weiden met melkrobot

Dit bedrijf heeft veel aandacht voor optimalisatie van het voerrantsoen, in combinatie met weidegang en melkrobots. Het Nieuw Nederlands Weiden is ontwikkeld door Wageningen UR, in nauwe samenwerking met Stichting Weidegang (<https://edepot.wur.nl/445377>). Het is een compromis tussen grasopname, grasbenutting en weidegang. Het is een robuust systeem dat duidelijk en voorspelbaar is, wat prettig is voor de koeien en voor de boer. Het is een soort combinatie van standweiden (de hele zomer op dezelfde kavel) en omweiden (om de paar dagen een nieuw perceel). De kern bestaat uit drie stappen:

1. Eenmalig de huiskavel indelen in percelen van zo veel mogelijk gelijke grootte.
2. Iedere 4/5/6 weken een maai- en weideplatform kiezen. Een platform is een verzameling van percelen die in één keer wordt gemaaid of die meedraaien in het weideplatform.
3. De koeien gaan dagelijks naar een nieuwe weideperceel.

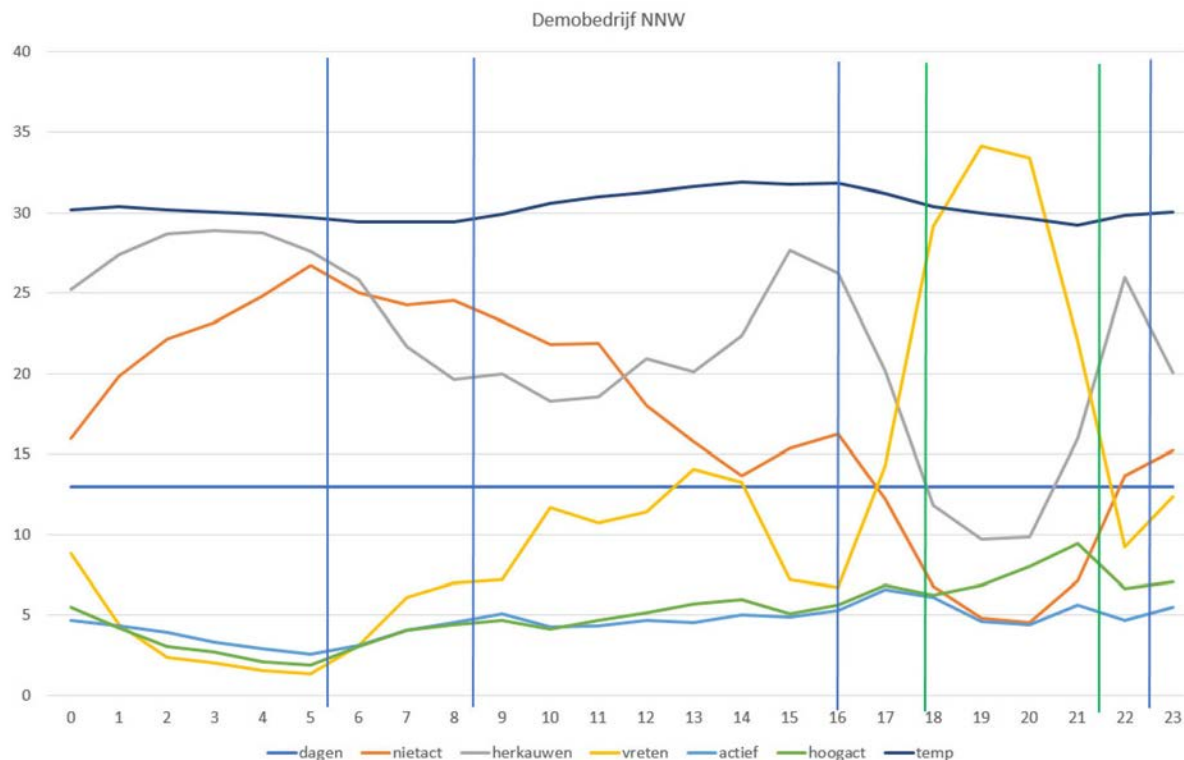
Het weideplatform bestaat uit ca. 4-8 weidepercelen, waarop de koeien gedurende 4/5/6 weken roulerend weiden: elke dag een nieuw perceel. Als het goed is, staat er telkens weer voldoende nieuw gras in het nieuwe weideperceel. Dit geeft een relatief constante beschikbaarheid van weidegras; de verstrekking van ruwvoer en krachtvoer in de stal kan vervolgens afgestemd worden op de ontwikkeling van de grasgroei in de loop van het seizoen.

In principe zouden de koeien met robotmelken continu naar de weide kunnen, maar op dit bedrijf gebeurt het in tijdvakken. Als eerste is de periode van eind juni en beide eerste weken van juli onderzocht. Hierin werd steeds hetzelfde dagritme toegepast, wat 'schemerweiden' genoemd zou kunnen worden:

- Van 5.30 – 8.30 uur hek open (3 uur), hierbij komt meestal niet 75% van de dieren buiten.
- Van 16.30 – 22.30 uur hek open (6 uur), waarbij van 18.00 – 21.30 uur ca. 75% of meer van de dieren buiten is.

In Figuur 4.1 zijn de gemiddelde gedragstellingen per uur weergegeven, samen met beide weidetijden, gemarkeerd via de blauwe verticale lijnen (hek open), en verticale groene lijnen (75% of meer in de weide). Het ochtendweiden blijkt minder goed zichtbaar in het gedrag ten opzichte van het avondweiden; dit komt waarschijnlijk ook doordat bij het ochtendweiden minder koeien meedoen dan bij het avondweiden: daarbij wordt gedurende 3,5 uur door meer dan 75% van de veestapel geweid. Bij het begin van het weiden is een duidelijk piek in het vreten zichtbaar, wat gepaard gaat met een afname van herkauwen. Ook neemt de activiteit van de dieren toe: niet-actief daalt, actief en hoogactief nemen toe. 's Morgens zie je echter dat deze trend zich doorzet in de stal: overdag in de stal wordt ook nieuw ruwvoer verstrekt. In de loop van de middag ontstaat weer meer rust, en in de avond als het hek open gaat, is er een grote piek in vreten. Concluderend kunnen we stellen dat de

avondbeweiding er goed uitspringt, maar de ochtendbeweiding moeilijk lijkt te onderscheiden van het vreten in de stal. Als we deze analyse per individuele koe zouden kunnen doen, ontstaat wellicht voor de ochtendweide ook een veel duidelijker verband. Dat is echter pas mogelijk als de Lely-retourbox is aangesloten en per koe bekend is wanneer zij in de weide was.



Figuur 4.1 Gemiddelde gedragstellingen van 13 weidedagen van Demobedrijf NNW (de verticale blauwe lijnen geven het begin en eind van de weideperiode aan, de groene dat meer dan 75% van het melkvee buiten is).

De bedrijfsleider heeft gemeld dat de aannames in bovenstaande analyse reëel zijn. De voergoot binnen is grotendeels leeg als de koeien naar buiten gaan, waardoor er weinig tot geen overlap is in vreetminuten binnen en buiten (behalve in de septemberperiode). Ook in november loopt het weiden nog steeds door.

Vervolgens zijn de weidetijden toegevoegd aan de dataset, als inschatting van het percentage melkvee dat in de weide is en is een regressieanalyse uitgevoerd van de gedragswaarnemingen met het weidepercentage. Dat leidt tot onderstaande resultaten. De verklaarde variatie is met 49% niet echt groot, de variabelen vreten en niet-actief hebben wel een significant effect. Het toevoegen van andere variabelen aan het model leidt niet tot significante inbreng. De beide gekozen variabelen hebben de grootste relatie met het percentage melkvee in de weide.

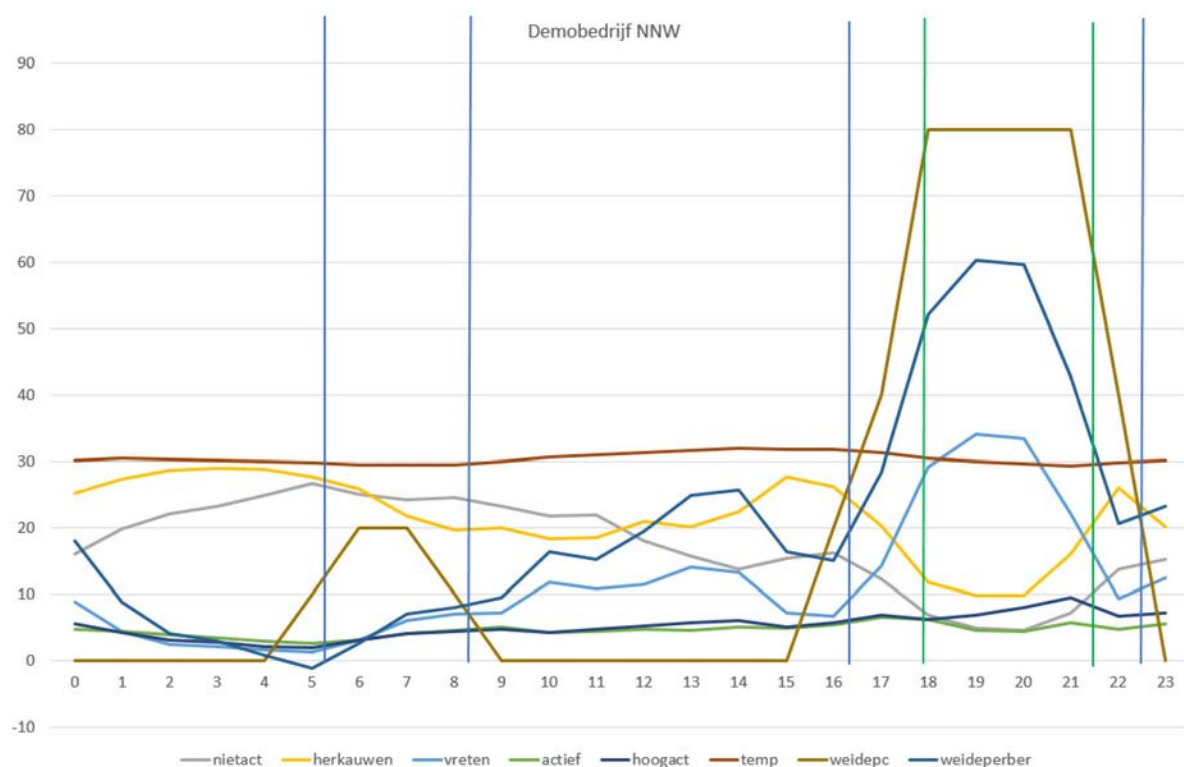
In Figuur 4.2 zijn het ingevoerde percentage weidende koeien en de berekening via het regressiemodel toegevoegd aan de waarnemingen van CowManager. Het blijkt dat het model (weideperber) vooral de vreetlijn volgt en daardoor bij de ochtendvoeding in de stal de gerealiseerde beweiding (weidepc) niet goed bepaalt.

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,700 ^a	,490	,486	21,03213

a. Predictors: (Constant), nietact, vreten

Coefficients ^a						
Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	
	B	Std. Error				
1	(Constant)	20,814	7,196	2,892	,004	
	vreten	1,282	,205	,485	,000	
	nietact	-,888	,288	-,239	,002	

a. Dependent Variable: weidepc



Figuur 4.2 Gedragstellingen van 13 weidedagen van Demobedrijf NNW, samen met het gerealiseerde en berekende weidepercentage (de verticale blauwe lijnen geven het begin en eind van de weideperiode aan, de groene dat meer dan 75% van het melkvee buiten is).

4.2 Bedrijf met alle huiskavel percelen dichtbij

Bij dit bedrijf kan de beweiding altijd op relatief korte afstand van de stal plaatsvinden: ca. 50-100 m. Normaal gesproken gaat het hek vanaf ongeveer 6.30 uur open, is rond 8.30 uur de stal leeg en zijn de koeien tussen 13 en 14 uur weer binnen. Ook voor dit bedrijf is een eerste analyse toegepast op de beweiding in de periode eind juni-begin juli.

Figuur 4.3 geeft de CowManager gemiddelde metingen per uur voor de betreffende periode. De weidetijden van de veestapel zijn met verticale blauwe (hek open-dicht) en groene (alle dieren in de weide) lijnen toegevoegd. In deze figuur zijn drie dagen met een afwijkende weidetijd eruit gehaald, zodat deze de figuur niet verstoren; deze dagen zijn echter wel meegenomen in de regressieanalyse. Ook hier wordt het begin van de weidetijd duidelijk gemarkeerd door een toename in vreten en activiteit en een afname in herkauwen. Na een paar uur in de weide lijkt het vreten klaar (pens vol of

gras op?) en keren de rust en het herkauwen weer terug. Bij de terugkeer in de stal is er weer een toename in activiteit en vreten. Dit gebeurt 's avonds nog een keer; het lijkt erop dat er in de stal veel meer wordt gevreten dan in de weide. Opvallend is ook de temperatuurdip in de weidetijd, die echter wel een vertraging heeft van ca. 3 uur.

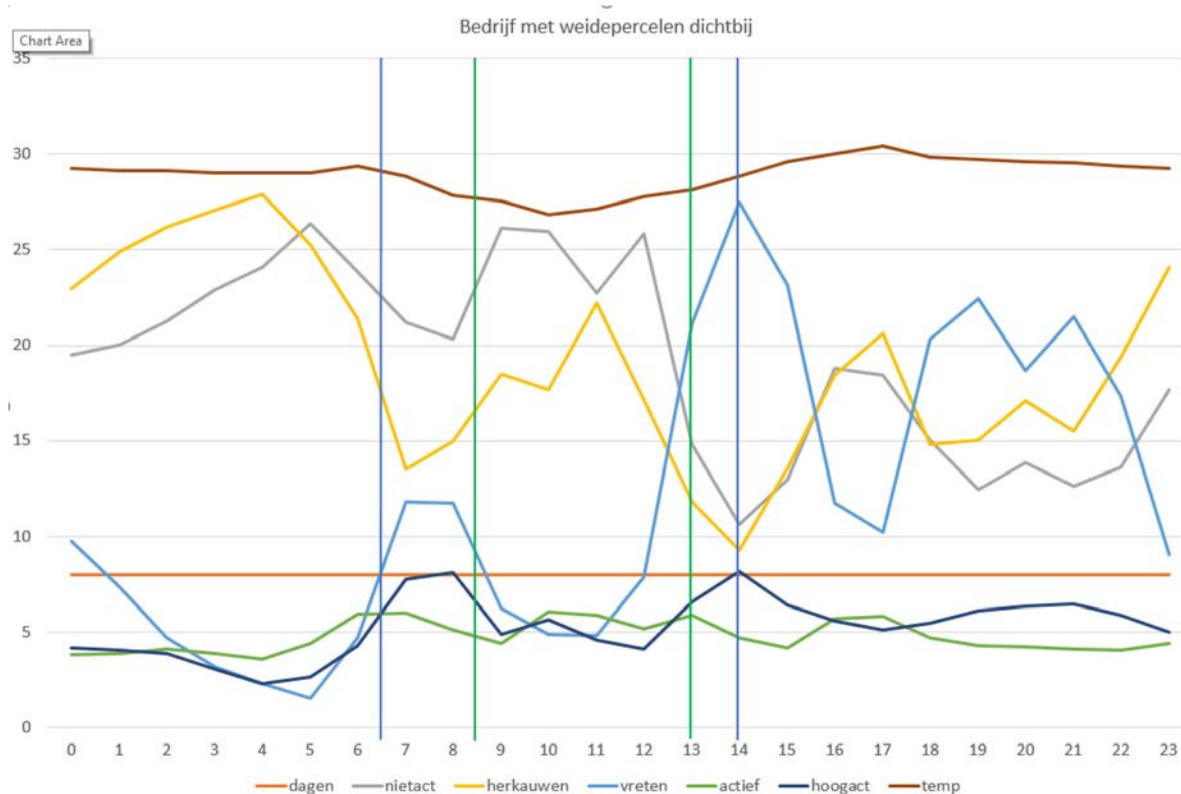
Als bij de regressieanalyse dezelfde factoren worden gebruikt als bij het voorgaande bedrijf, dan blijkt de verklaarde variatie niet hoger uit te komen dan 30%. Als we hier echter ook de variabelen nemen met de meeste correlatie, komen we uit op onderstaande resultaten.

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,619 ^a	,384	,376	29,79267

a. Predictors: (Constant), temp, vreten, nietact

Coefficients ^a						
Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients Beta	t	Sig.	
	B	Std. Error				
1	(Constant)	39,619	31,762	1,247	,213	
	vreten	2,770	,402	,660	,6898	,000
	nietact	6,159	,626	,944	9,843	,000
	temp	-5,664	,903	-,310	-6,271	,000

a. Dependent Variable: weidepc

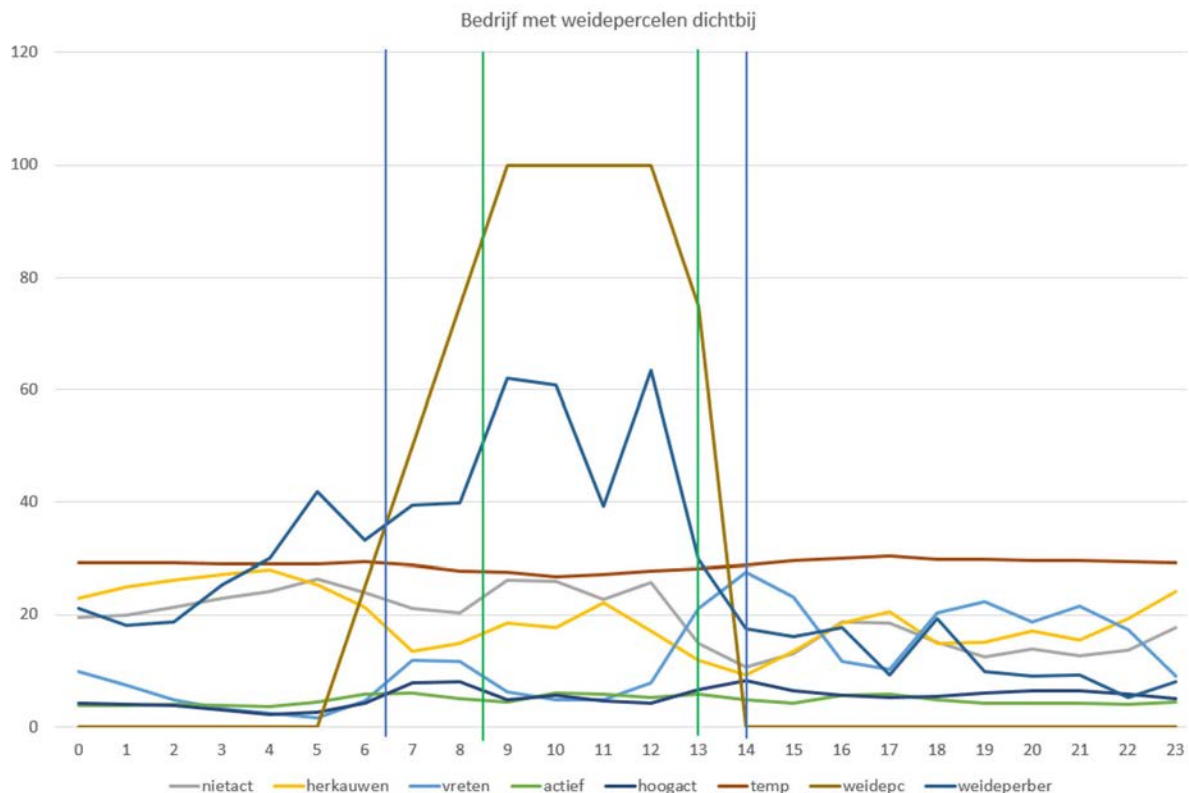


Figuur 4.3 Gedragstellingen van 13 weidedagen van pilotbedrijf met alle huiskavelpercelen dichtbij (de verticale blauwe lijnen geven het begin en eind van de weideperiode aan, de groene dat meer dan 75% van het melkvee buiten is).

De verklaarde variantie is met 38% nog steeds niet goed. Verder valt op dat de variabelen actief en niet-actief geen significante inbreng hebben. Maar het opvallendst is het verschil in coëfficiënten van

de modellen van beide bedrijven. Waar het eerste model een lage positieve constante had en een negatieve coëfficiënt voor niet-actief, heeft dit bedrijf een grotere positieve constante en een positieve coëfficiënt voor niet-actief; eigenlijk wel logisch, want we hadden al gezien dat er veel gerust werd in de weide.

In Figuur 4.4 is het met het model berekende weidepercentage (weideperber) weergegeven samen met de CowManager-data en de werkelijke beweiding (weidepc). De rust van de nacht en de piek in de weidetijd komen er in het via het model berekende percentage niet goed uit.



Figuur 4.4 Gedragstellingen van 13 weidedagen van pilotbedrijf met alle huiskavelpercelen dichtbij, samen met het gerealiseerde en berekende weidepercentage (de verticale blauwe lijnen geven het begin en eind van de weideperiode aan, de groene dat meer dan 75% van het melkvee buiten is).

4.3 Fries bedrijf met overdag weiden

Bij dit bedrijf gaan de dieren altijd in korte tijd naar binnen of naar buiten. De eerste twee dataweken zijn van 8-20 juni: van 8-18 juni ligt het perceel op 200 m afstand, vanaf 19 juni op 450 m. Er zijn enkele dagen waarop niet is geweid, in deze periode betreft het 18 juni. Het bedrijf heeft in principe een standaard weidetijd van plusminus 11 tot 17 uur; soms wijkt het enkele uren af. Dit is zo goed mogelijk toegevoegd aan de dataset, als percentage van de koeien dat per heel uur buiten is. In Figuur 4.5 zijn de gedragstellingen uit CowManager weergegeven, samen met de weideperiode: de blauwe verticale lijnen. De dag zonder weide en twee dagen met enkele uren afwijking zijn hierin niet meegenomen, zodat een gemiddeld beeld ontstaat van de normale weidedagen in deze periode.

Opvallend is de grote vreetpiek aan het begin van de weidegang, maar omdat er ook in de stal twee vreetpieken zijn, is dat niet een goed onderscheidend criterium. Daarvoor zijn actief en hoogactief een betere voorspeller, waarbij aan het begin en einde van de weidegang duidelijke pieken te zien zijn. Na een paar uur weiden keert ook hier de rust weer terug en zijn er veel dieren aan het herkauwen. Opvallend is dat de temperatuur tijdens de weidetijd juist hoger is dan in de staltijd. Het was toen nog

gemiddeld tussen 20 en 25 graden (volgens de sheet van de robotboer), dat is blijkbaar toch al te warm voor de koeien.

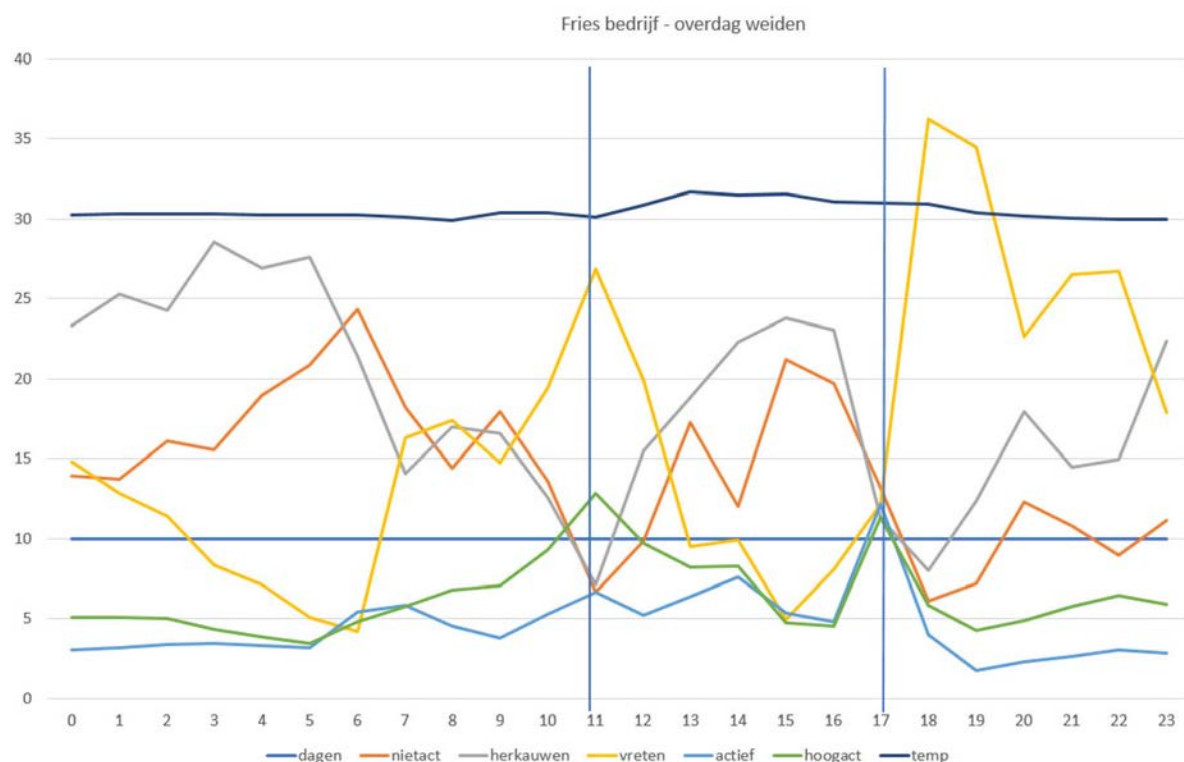
Bij de regressieanalyse zijn wel alle dagen meegenomen en dat levert onderstaande resultaten op. Bij dit bedrijf hebben alleen de variabelen actief en hoogactief van belangrijke correlatie met weidegang. Vreten heeft zelfs een negatieve correlatie: in de stal wordt meer gevreten dan in de weide.

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,455 ^a	,207	,200	38,42526

a. Predictors: (Constant), hoogact, actief

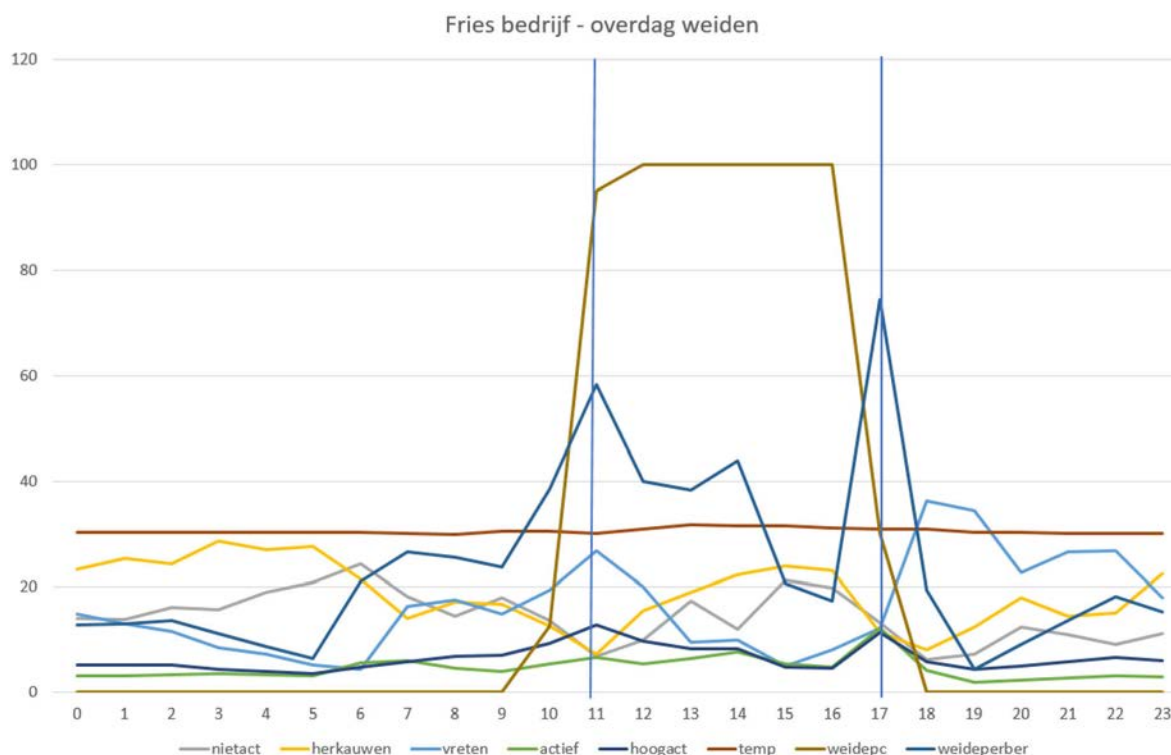
Coefficients ^a						
Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients Beta	t	Sig.	
	B	Std. Error				
1	(Constant)	-17,045	6,223	-2,739	,007	
	actief	3,809	,127	3,381	,001	
	hoogact	4,112	,073	3,831	,000	

a. Dependent Variable: weidepc



Figuur 4.5 Gedragstellingen van 10 weidedagen van Fries bedrijf met overdag weiden (de verticale blauwe lijnen geven het begin en eind van de weideperiode aan).

In Figuur 4.6 is het met het model berekende weidepercentage (weideperber – donkerblauwe lijn) weergegeven, samen met de CowManager-data en de werkelijke beweiding (weidepc). Het begin van de weidetijd wordt goed herkend, maar de latere herkauwuren in de weide niet. De terugkeer naar de stal en de activiteit rond het melken worden ten onrechte als weidetijd bepaald.



Figuur 4.6 Gedragstellingen van 10 weidedagen van Fries bedrijf met overdag weiden, samen met het gerealiseerde en berekende weidepercentage (de verticale blauwe lijnen geven het begin en eind van de weideperiode aan).

4.4 Biologisch bedrijf met dag- en nachtweiden

Dit bedrijf past dag- en nachtbeweiding toe, melkt om ca. 6.30 en 16.30 uur, dan zijn de koeien in de stal. Overdag is de beweiding meestal verder weg, 's avonds is het dichterbij. Overdag krijgen ze regelmatig een nieuw stuk erbij: stripgrazen. De perceelafstanden zijn niet per dag vastgelegd; dit geldt ook voor de weidetijden. Daarom zijn we uitgegaan van bovenstaand standaardritme.

Het ritme is goed zichtbaar in de activiteitengrafiek, die het gemiddelde per uur van een twaalfdaagse periode van 23 juni-5 augustus weergeeft; zie Figuur 4.7. De beide melktijden in de stal zijn gemarkeerd met donderblauwe verticale lijnen. De nacht wordt gekenmerkt door veel herkauwen en niet-actief zijn; vanaf ongeveer 5.00-6.00 uur beginnen dieren nog wat te vreten en gaan op weg naar de melkstal waar ze waarschijnlijk krachtvoer krijgen, om daarna weer op weg te gaan naar de overdagweide met vers gras. Rond 8.00-9.00 uur is een grote piek in vreetgedrag, ook de activiteit gaat omhoog. Rond het middaguur neemt het vreten af en het herkauwen toe; aan het begin van de middag is er weer een vreetmoment, rond 17.00 uur wordt er weer gevreten in de melkstal, en na het melken ontstaat de grootste vreetpiek in de beginnende avonduren. Ook bij dit bedrijf laat het warme weer zich gelden en loopt de oortemperatuur gedurende de dag geleidelijk omhoog.

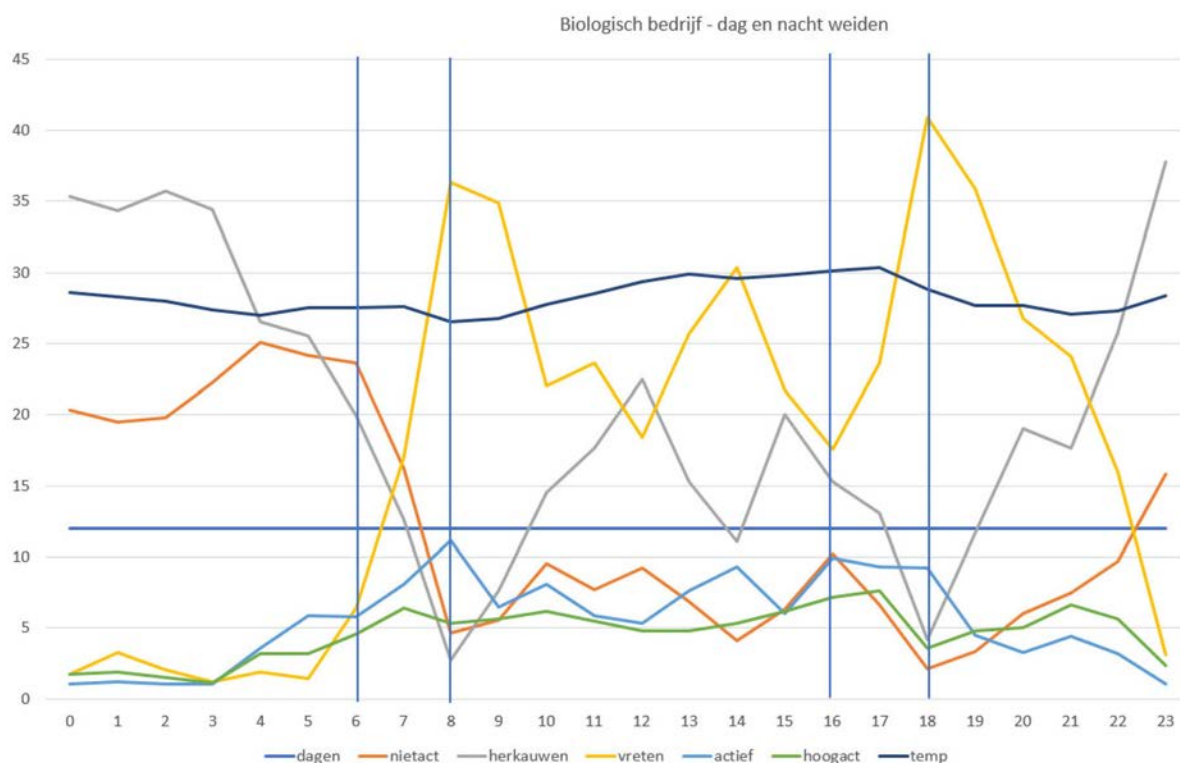
Bij dit bedrijf hebben de variabelen hoogactief, actief en herkauwen een sterke relatie met weidegang. Daarom zijn deze variabelen in het model opgenomen. Het vreten gebeurt wel grotendeels in de weide, maar niet constant, waardoor de correlatie met weidetijd klein is. De verklaarde variatie is met dit model niet groot.

Model Summary					
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	
1	,411 ^a	,169	,160	34,21825	

a. Predictors: (Constant), herkauwen, hoogact, actief

Coefficients ^a						
Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients Beta	t	Sig.	
	B	Std. Error				
1	(Constant)	139,973	10,930	12,806	,000	
	actief	-3,104	,830	-,336	-,740	,000
	hoogact	-5,044	1,079	-,314	-,674	,000
	herkauwen	-,815	,282	-,260	-,893	,004

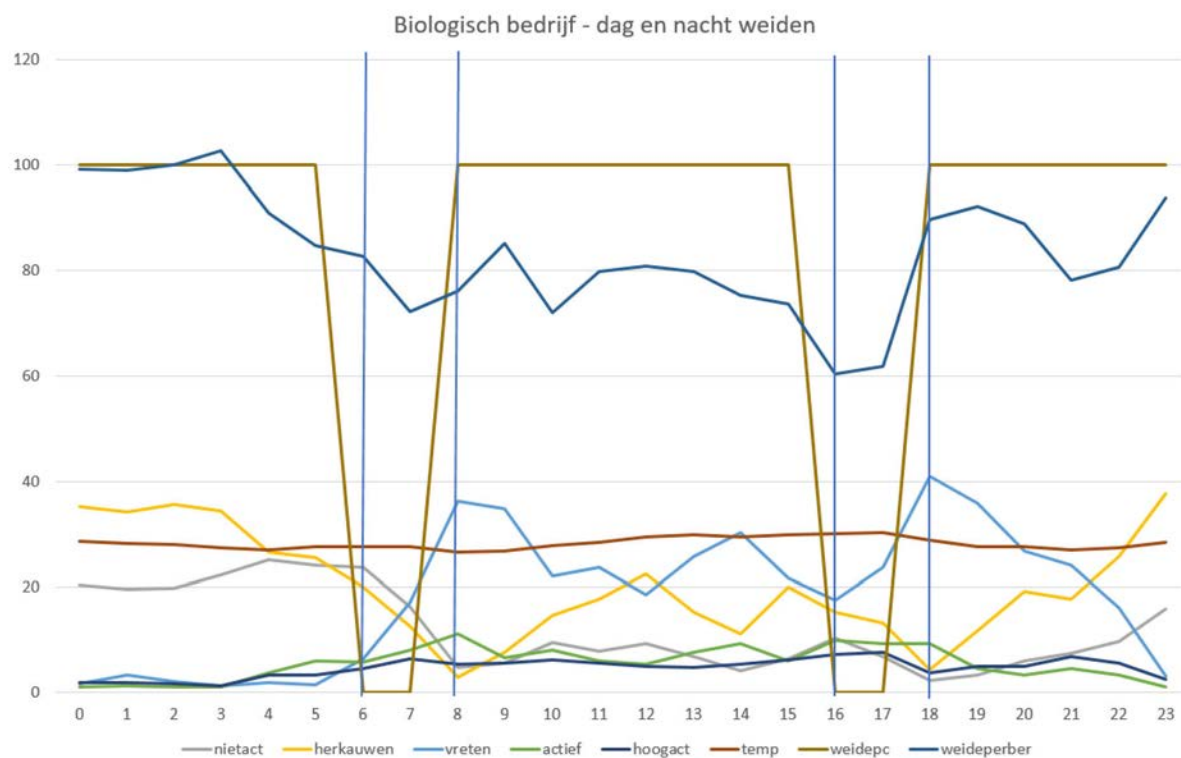
a. Dependent Variable: weidepc



Figuur 4.7 Gedragstellingen van 12 weidedagen van biologisch bedrijf met dag en nacht weiden (de verticale blauwe lijnen geven het begin en eind van de weideperiode aan).

In Figuur 4.8 is het met het model berekende weide percentage (weideperber – donkerblauwe lijn) weergegeven samen met de CowManager-data en de werkelijke beweiding (weidepc). Ook hier geldt dat het begin van de weidetijd goed wordt herkend, maar de latere herkauwuren in de weide niet. De weidetijd gedurende de dag wordt onvoldoende als weidetijd herkend.

Mogelijk is de regressieanalyse hier niet de goede aanpak, maar kan een analyse van het verloop van bepaalde lijnen in de tijd meer informatie opleveren? Eigenlijk betekent dit de keuze van een andere doelvariabele: de weidetijd is lastig te herkennen, maar begin en eind van de weide zijn mogelijk beter herkenbaar? Als alle vier start-stopmomenten herkend kunnen worden, kan ook de weidetijd worden afgeleid. Dit wordt in de volgende paragraaf verder uitgewerkt.



Figuur 4.8 Gedragstellingen van 12 weidedagen van biologisch bedrijf met dag- en nachtweiden, samen met het gerealiseerde en berekende weidepercentage (de verticale blauwe lijnen geven het begin en eind van de weideperiode aan).

4.5 Aanvullende analyse van start- en stopmomenten

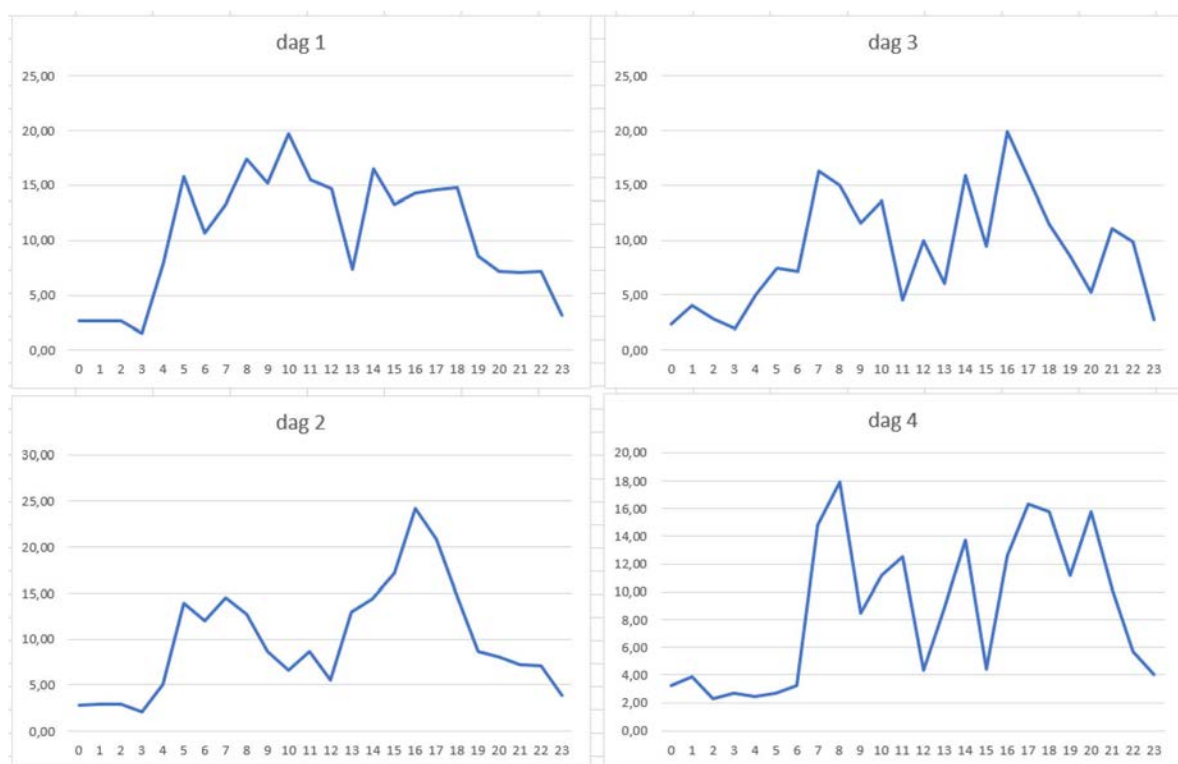
In onderstaand schema is voor de betrokken pilotbedrijven nagegaan op welke manier de start- en stoptijden van het weiden zich manifesteren in de gedragsmetingen van CowManager. Daarbij gaat het om het aantal scores per gedragssoort per uur; HA = hoogactief, Act = actief, HK = herkauwen, NA = niet actief.

Bedrijf	Start weide	Stop weide
Demobedrijf NNW schemerweiden, veel grasopname?	Avond: vreetpiek > 10 per 2 uur, herkauwen en NA 10 per 2 uur omlaag, HA + Act piekt Morgen: minder sterk: 5 / 2 uur, maar daarbij ook klein deel in weide	Vreten weer flink omlaag > 10 / 2 uur Herk en NA weer flink omhoog 10 / 2 uur HA + Act piekt Morgen: veel minder sterk, niet herkenbaar HA + Act piekt beetje
Huiskavel dichtbij, beperkt weiden	Vreetpiek > 5 in 2 uur Herk en NA daling > 10 in 2 uur HA + Act piekt	Veel sterkere vreet piek in de stal En sterkere afname van Herk en NA HA + Act piekt
Fries bedrijf, beperkt weiden	Vreetpiek > 5 in 2 uur Herk + NA daling > 10 in 2 uur HA + Act piekt	Veel sterkere vreet piek in de stal En sterkere afname van Herk en NA HA + Act piekt
Biologisch bedrijf, onbeperkt weiden	Overdag: vreetpiek > 15 per 2 uur, HK+NA >10 omlaag Avond: idem, iets minder sterk	Moeilijk te zien; het ligt dicht bij de start, omdat de dieren na het melken direct weer gaan weiden Eigenlijk zie je nauwelijks een ander patroon, dan bij een bedrijf met de dieren 's nachts in de stal

Conclusies over bedrijven heen:

- Het startmoment weiden kenmerkt zich door:
 - Vreetpiek: + 5 tot 15 waarnemingen in 2 uur
 - HA en Act pieken
- Het stopmoment weiden kenmerkt zich door:
 - Een sterkere vreetpiek in de stal (bij beperkt weiden)
 - Vermindering van vreten – bij schemerweiden, eind van de avond
 - HA en Act pieken
- Zowel het starten als stoppen van weiden kan leiden tot een vreetpiek: bij de start omdat er vers gras is, bij het stoppen omdat er weer nieuw voer in de stal ligt (ruwvoer en/of krachtvoer). Dus eigenlijk is het kijken naar de vreetcurve niet onderscheidend; ook wel logisch, want vreten gebeurt bij de meeste bedrijven zowel in de stal als in de weide.
- Het pieken van Act-HA lijkt wel duidelijk gekoppeld aan begin en eind van de weideperiode. Kunnen deze pieken geselecteerd worden? De kleinste afstand ertussen geeft de weideperiode die er op zijn minst is; maar bij onbeperkt weiden betreffen de korte periodes meestal de staltijd, waarin de koeien worden gemolken, en de langere tijdvakken de weideperiodes.

Het herkennen van de start- en stopmomenten is verder onderzocht, maar gaf helaas ook geen bruikbaar resultaat. De duidelijke pieken bij begin en eind van de weidetijd zijn wel zichtbaar bij het gemiddelde beeld van een dag of tien, maar als de afzonderlijke dagen in beeld worden gebracht, zijn veel meer piekjes in activiteit (HA+Act) zichtbaar. Dit maakt het lastig om de start- en stopweidepieken eruit te halen. Onderstaande voorbeelden van dag 1-4 van het biologisch bedrijf met onbeperkt weiden illustreren dat; zie Figuur 4.9.

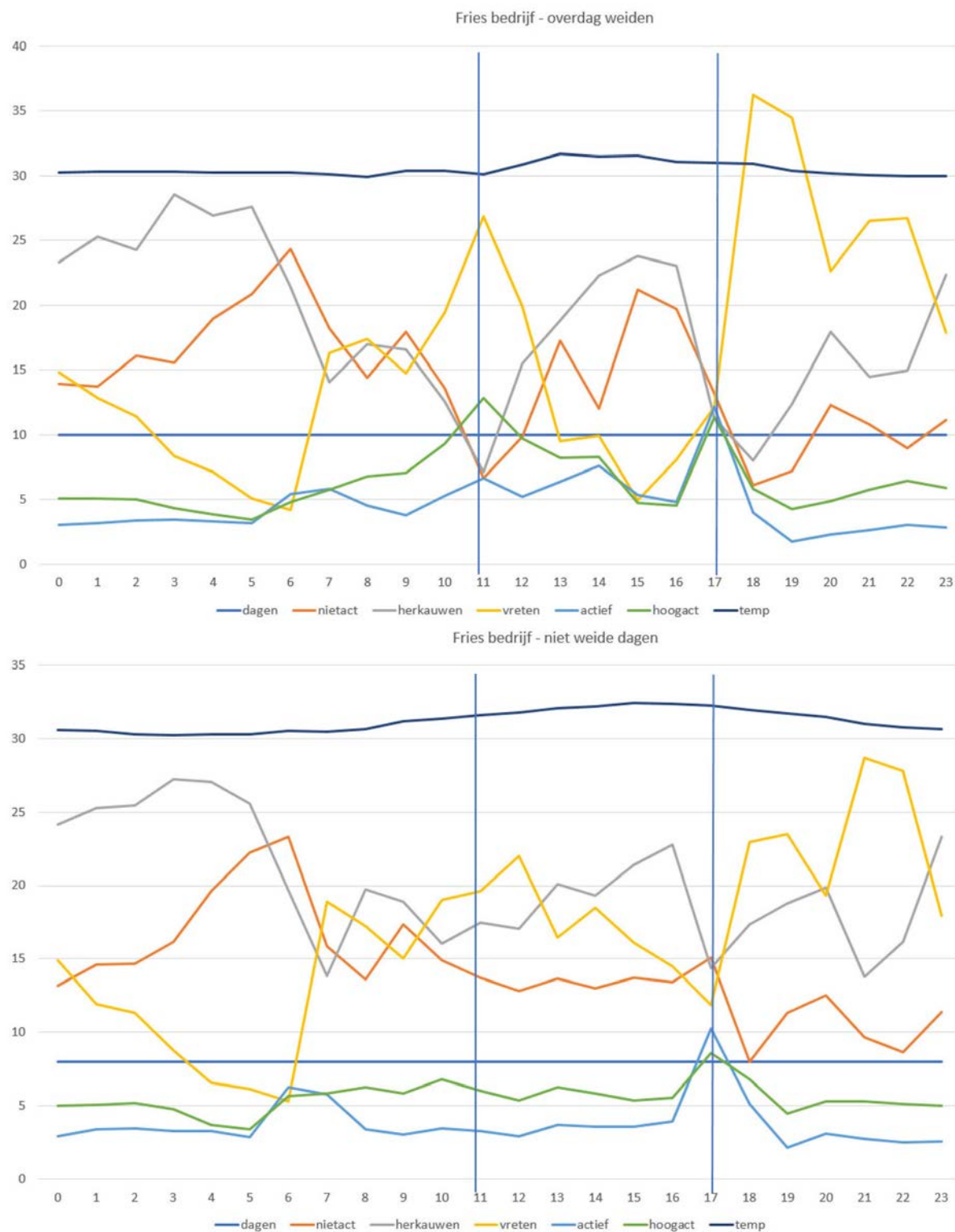


Figuur 4.9 Tellingen het gemiddelde aantal minuten Actief + Hoog-actief per uur van vier afzonderlijke weidedagen van het biologisch bedrijf met dag- en nachtweiden.

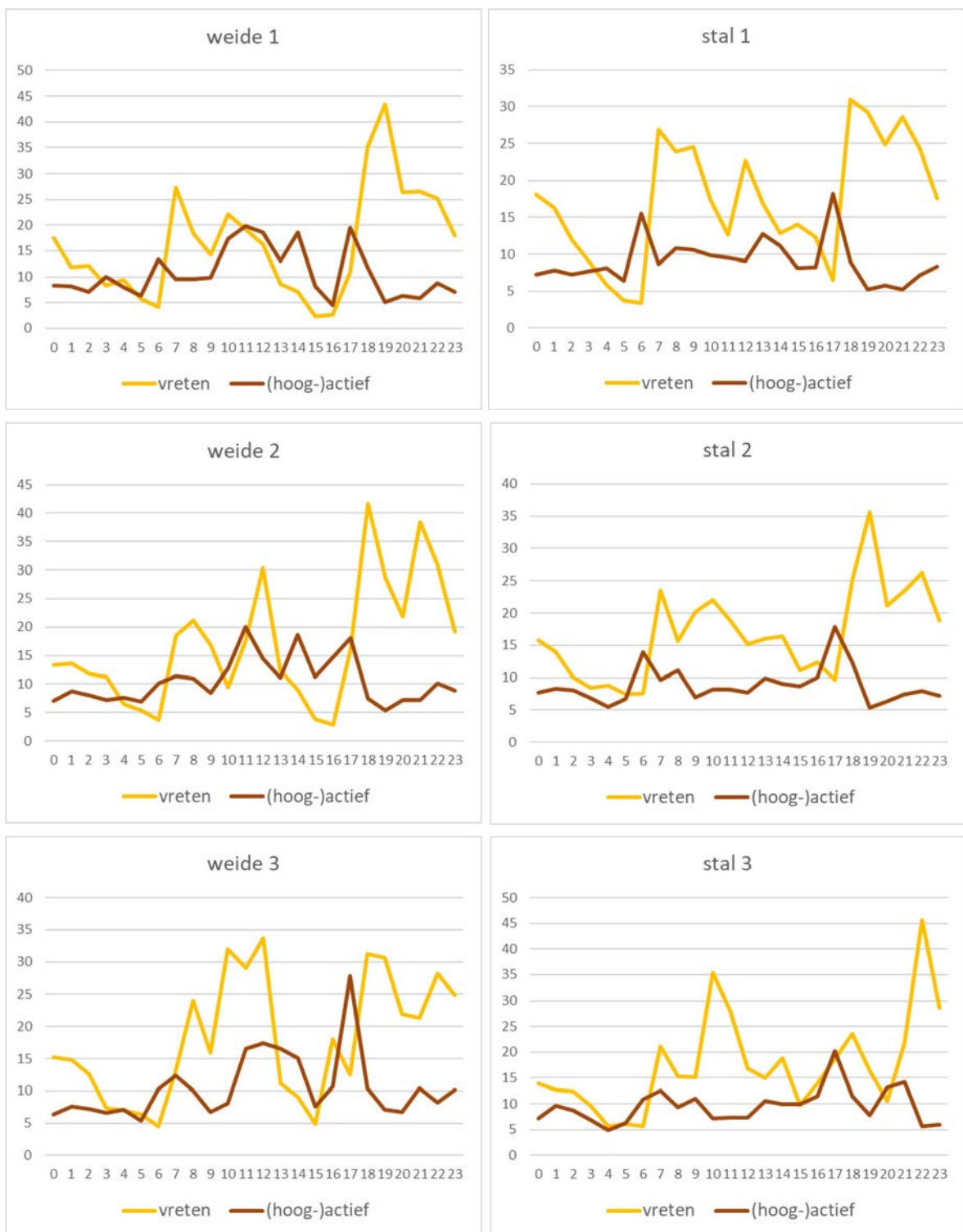
4.6 Vergelijking van weide- en staldagen

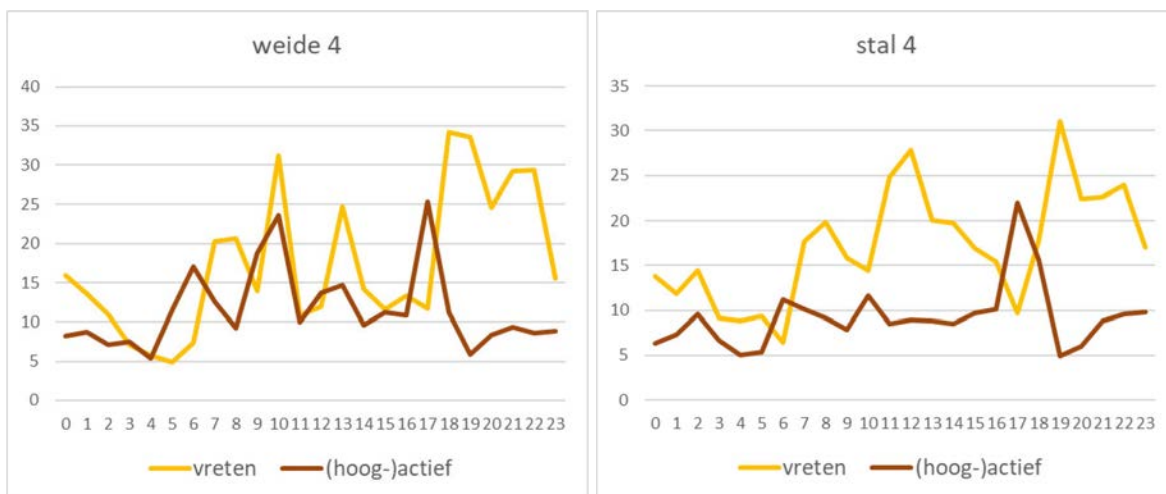
In onderstaande Figuur 4.10 zijn de gemiddelde activiteitscores van de (niet-afwijkende) weidedagen en staldagen van het Friese bedrijf van de periode van 8 juni-6 juli onder elkaar gezet. Beide figuren vertonen veel overeenkomsten, behalve rond 11 uur, het moment waarop de koeien normaal naar de

weide gaan: dat leidt op de weidedagen tot een flinke piek in vreten en activiteit, die op staldagen niet zichtbaar is. Ook bij het binnenkomen in de stal is sprake van een vreetpiek, terwijl bij de staldagen het vreten over de gehele dag meer constant plaatsvindt. Activiteitspieken zijn op de staldagen vooral zichtbaar rond de melktijden. Gemiddeld over 8-10 dagen is een duidelijk verschil in de activiteitslijnen zichtbaar tussen staldagen en weidedagen. De vraag is echter of dit verschil ook zichtbaar is als afzonderlijke dagen achter elkaar worden gezet. Dat is in Figuur 4.11 gedaan, waarin voor vier dichtbij elkaar liggende weide en staldagen van het Friese bedrijf vreten en activiteit zijn neergezet. Het blijkt dan dat de duidelijke verschillen van het gemiddelde plaatje in de afzonderlijke dagen niet altijd meer zichtbaar zijn.



Figuur 4.10 Gedragstellingen van tien weidedagen en acht niet-weidedagen van Fries bedrijf met overdag weiden (de verticale blauwe lijnen geven het begin en eind van de weideperiode aan).





Figuur 4.11 Telling van activiteit en vreten van vier afzonderlijke weidedagen en vier niet-weidedagen van Fries bedrijf met alleen overdag weiden.

4.7 Conclusies bewegingssensoren en weidetijd

Uit de correlatieanalyse van de vier pilotbedrijven blijkt dat het niet eenvoudig is om de relatie te leggen tussen gedragstellingen van de CowManager-bestanden en het al of niet in de weide zijn van melkvee. In eerste instantie wordt de weidetijd gekenmerkt door een stijging van beweging en vreten: de dieren lopen naar de weide en beginnen aan het (verse) gras. Maar na verloop van tijd hebben de dieren genoeg gevreten, waardoor vreetgedrag en activiteit weer omlaaggaan en rusten en herkauwen gaan toenemen. Vreten, rusten en herkauwen gebeuren in de stal ook, waardoor deze activiteiten eigenlijk onvoldoende onderscheidend blijken te zijn.

Het begin en eind van de weidetijd gaat altijd gepaard met een wandeling tussen weide en stal, waardoor een piek in activiteit verwacht zou worden. Deze pieken blijken op sommige dagen duidelijk zichtbaar te zijn, maar op andere dagen niet, doordat er in de weide of stal ook momenten van activiteit ontstaan, waardoor het begin en eind van de weidetijd niet met zekerheid bepaald kan worden. Ditzelfde blijkt ook te gelden voor het onderscheid tussen weidedagen en niet-weidedagen.

Daarom kunnen we concluderen dat de in dit onderzoek beschikbare data van bewegingssensoren (gedragstellingen per koe per uur) weliswaar wel een relatie hebben met de weidetijd (conform registratie per koppel), maar dat deze relatie onvoldoende sterk is om tot een betrouwbare inschatting van de weidetijd te komen.

5 Detectie van beweiding via satellietbeelden

Om de centrale onderzoeksvraag 'In hoeverre is het mogelijk om beweiding plaats- en tijdspecifiek (minimaal op uurbasis) m.b.v. satellietbeelden te detecteren?' te beantwoorden, wordt er gekeken naar twee mogelijkheden om beweiding te detecteren m.b.v. satellietbeelden:

- Detectie van grasafname in de wei m.b.v. de Groenindex-beelden uit de Groenmonitor.nl;
- Koeiendetectie m.b.v. machine learning algoritmes en zeer hogeresolutiebeelden (< 0,5 m).

Beide methodes zijn getest en resultaten worden hieronder beschreven. In paragraaf 5.1 worden het principe en de werking van beide methoden kort beschreven. Vervolgens gaat paragraaf 5.2 verder in op detectie van grasafname en paragraaf 5.3 op detectie van koeien.

5.1 Data van satellietbeelden

Satellietbeelden kunnen op twee manieren informatie geven omtrent beweiding. Een eerste methode is om met zeer hoge resolutiebeelden de individuele koeien te herkennen in weide. De tweede mogelijkheid is om de grasgroei en -afname op perceelniveau te monitoren over de tijd middels de Groenmonitor.nl. Dit geeft gedetailleerde informatie of het grasbeheer van de boer. Zo kunnen maaisnedes herkend worden, alsook de impact van droogte en andere events (ganzenschade, muizenschade, scheuren grasland etc.). Weidegang heeft ook een impact op het satellietsignaal.

Voor beide methoden geldt dat bepaling van weidegang op bedrijfsniveau alleen mogelijk is als bekend is welke percelen door het bedrijf gebruikt worden. Deze informatie kan de veehouder zelf aanleveren, maar veel eenvoudiger is om gebruik te maken van de registratie van percelen, die jaarlijks plaatsvindt in het kader van de Gecombineerde Opgave van gebruikspcelen, ten behoeve van de LBT, toeslagrechten en mestwetgeving. Voor het gebruik van de perceelregistratie voor registratie van beweiding moet nog wel toestemming gevraagd worden bij RVO. Als alleen beweidinginformatie nodig is op regionaal of landelijk niveau, is de koppeling aan bedrijven via de perceelregistratie niet nodig.

Methode 1 Detectie van koeien

Op het Satellietdataportaal.nl staan zeer hoge resolutiebeelden van Nederland. Deze Superview-satellietbeelden met een resolutie van 0,5 m komen ongeveer zes keer per jaar beschikbaar. Een eerste verkenning laat zien dat koeien inderdaad te herkennen zijn op deze satellietbeelden als stipjes in de wei.

Het onderzoek heeft zich gericht op twee deelvragen:

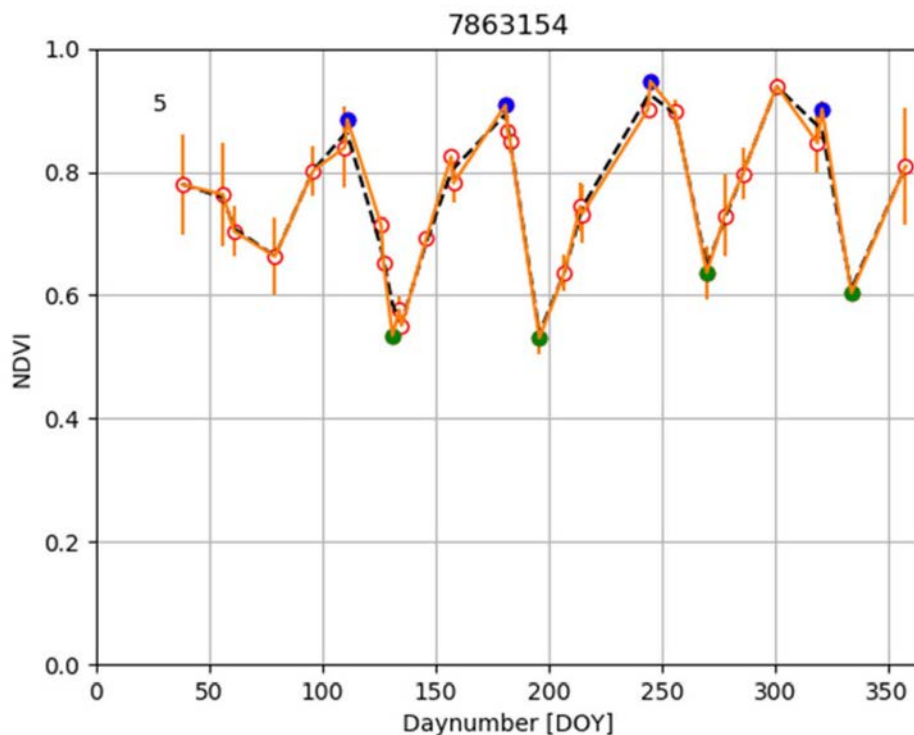
- Wat zijn de technische mogelijkheden en beperkingen van deze methode voor weidegangdetectie?
- Wat is de toegevoegde waarde van deze methode voor de bestaande praktijk? Is het slechts een middel voor borging van de weidegangregistratie of is er meer mogelijk?



Figuur 5.1 Superview-satellietbeeld (0,5 m resolutie) van 23 juni 2019 van graslandpercelen van een melkveehouderij nabij Britsum, Friesland. De koeien zijn duidelijk herkenbaar als stipjes in de wei.

Methode 2 Detectie van grasafname door weidegang

De Groenmonitor.nl levert wekelijks satellietbeelden van Nederland met een resolutie van 10 m. Er worden meerdere opnamen per week gemaakt, waarvan gemiddeld één beeld per week bruikbaar is in verband met verstoring door bewolking. Hieruit worden NDVI-groenindex-kaarten afgeleid die de hoeveelheid groene biomassa kwantificeren als een verhouding tussen 0 (geen vegetatie) tot 1 (meer dan 3 bladlagen gewas).



Figuur 5.2 Praktijkvoorbeeld van het maaimomenten-detectiealgoritme. De grafiek laat het NDVI-groenindex-verloop zien van een graslandperceel in 2018. Heel duidelijk te zien zijn vier abrupte dalingen in het signaal. Dit zijn de maaimomenten, waarbij de blauwe punt is gedefinieerd als de start van het maaimoment en de groene punt als het einde van het maaimoment.

Het maaibeheer van grasland is goed waarneembaar op opeenvolgende satellietbeelden als een plotselinge neergang van de groenindex; immers, de biomassa (gras) wordt gemaaid en vervolgens van het weiland gehaald. Middels slimme algoritmes is het mogelijk het aantal maaisnedes vast te stellen en ook wanneer dit heeft plaatsgevonden.

In principe kan op deze manier ook beweiding worden gedetecteerd; immers, bij een weidegang zullen de koeien ook zorgen voor een daling in de biomassa. In tegenstelling tot maaisnede-detectie is het detecteren van beweiding door vee (oftewel een weidesnede) nog niet zo eenvoudig. Dit komt door de volgende complicerende factoren:

- Het aantal koeien per ha. Zowel een aantal van 5 als 100 koeien in een weiland wordt beweiding genoemd. Echter, dit heeft nogal een impact op de grootte en snelheid van de neergang van het groenindex-signaal van het perceel.
- De beweidingperiode. Hoe langer de periode van beweiding, hoe makkelijker het wordt om beweiding te detecteren. Immers, hoe meer gras wordt verwijderd, hoe groter de neergang in groenindex-signaal wordt.
- Het type beweiding. Het maakt nogal verschil of er één grote huiskavel permanent wordt gebruikt voor beweiding (standweiden) of dat er meerdere percelen achtereenvolgens gebruikt worden gebruikt over de tijd (omweiden) of dat dagelijks een nieuwe strip wordt afgezet om te begrazen (stripweiden).

Beperkingen

In deze rapportage is de haalbaarheid en betrouwbaarheid onderzocht om weidegang rechtstreeks te detecteren uit het remote-sensing-signaal middels koeiendetecie of detectie van grasafname.

De verwachting is dat beide methodes hun beperkingen zullen hebben. Als de resultaten van de koeiendetecie en de weidesnedekaart gecombineerd kunnen worden met andere informatiebronnen, kan een krachtiger graslandbeheer-monitoringssysteem worden opgezet. Hieruit kan beweiding betrouwbaarder naar voren komen dan alleen uit het remote-sensing-signaal. Het gaat daarbij bijvoorbeeld om de gebruiker van de percelen, het maaibeheer en of er natuur- en landschapsbeheer

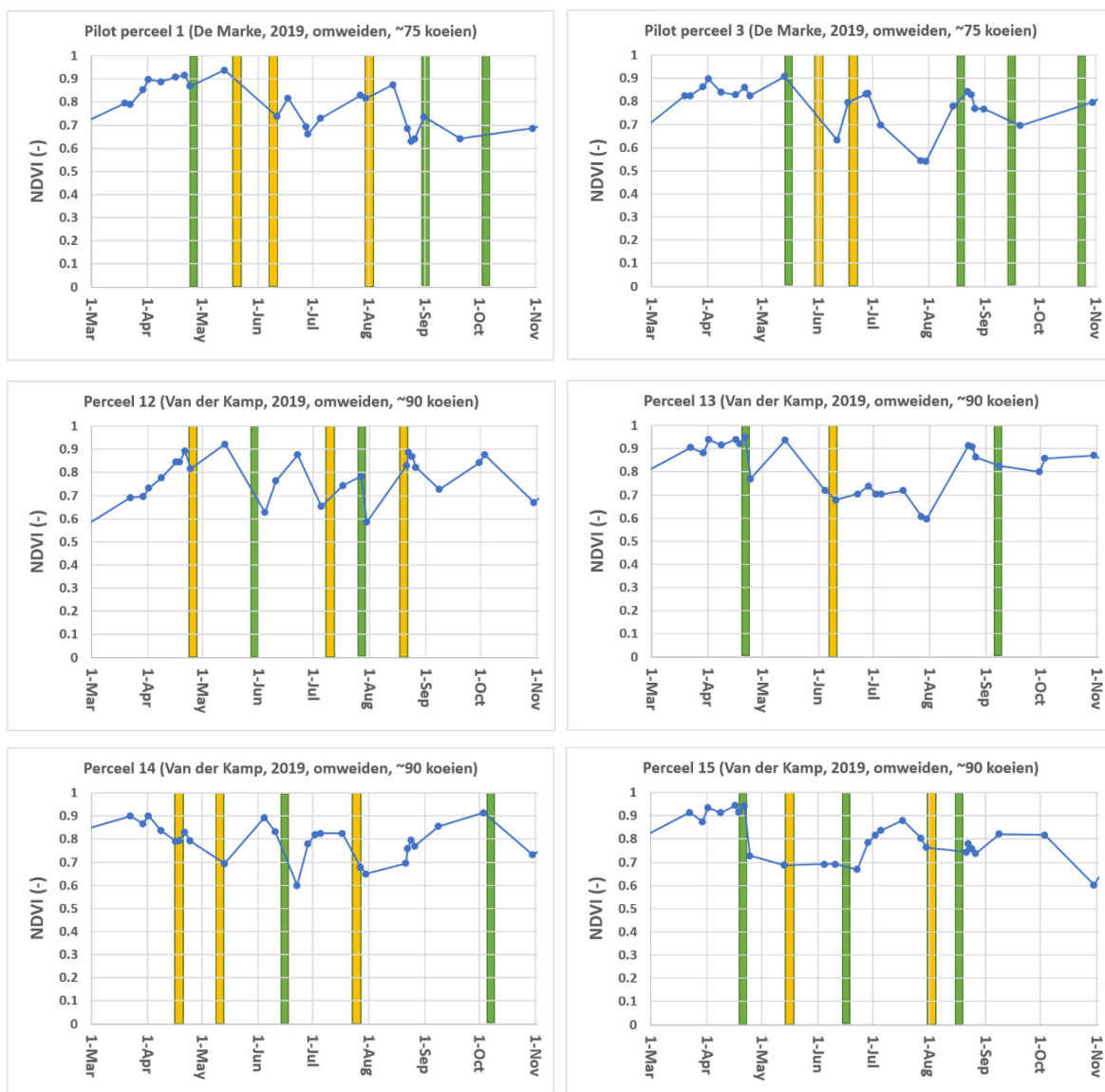
pakketten liggen op de onderzochte graslanden. Pas bij een positieve evaluatie van de resultaten van deze eerste verkenning kan in samenspraak met stakeholders een opzet gemaakt worden voor een praktijkproef waarin de bestaande weidegangregistratie zal worden geïntegreerd met de verschillende borgingsmethodes. Dat is niet opgenomen in deze rapportage.

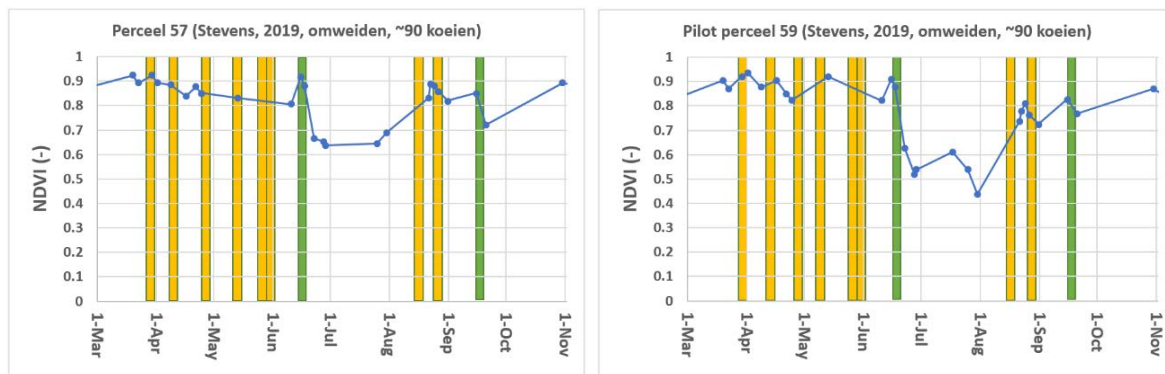
Inputbestanden

- Satellietbeelden met een zeer hoge resolutie uit het Satellietdataportaal.nl. Deze zijn beschikbaar meerdere keren per jaar vanaf 2018.
- Groenmonitor archief: wekelijkse NDVI groenindex beelden 2012-2019, met een resolutie van 10 m.
- Referentiedataset van een melkveebedrijf in Nederland.

5.2 Detectie grasafname

In het kader van het DISAC N-Sensor publiek-private samenwerkingsproject is in 2019 een veldcampagne op grasland uitgevoerd waarbij naast de maaisnedes ook de beweiding is bijgehouden. Dit leverde een achttal percelen op waarbij het NDVI-groenindex-sigitaal kan worden vergeleken met de geregistreerde maai- en weidesnedes. Hieronder wordt voor de acht percelen het NDVI-groenindex-verloop gegeven en vergeleken met de geregistreerde maai- en weidesnedes.





Figuur 5.3 het NDVI groenindex verloop in 2019 van een achttal graslandpercelen met de maaisnede-momenten (de groene balken) en weidesnede-momenten (de gele balken).

Proefboerderij De Marke ligt in de Achterhoek op zandgrond. Middels omweiden is een koppel van ongeveer 75 koeien gerouleerd over o.a. de twee pilotpercelen met nummers 1 en 3. Als we kijken naar het NDVI-verloop, zien we dat er toch nog wel langere periodes zonder waarnemingen zijn, bijvoorbeeld van midden mei tot midden juni, drie weken in juli en van half september tot eind oktober. Zoomen we in op perceel 1, dan valt op dat de eerste maaisnede (eerste groene balk) slechts een minieme impact heeft op het NDVI-sigitaal. De twee daaropvolgende weidesnedes hebben wel een lagere NDVI tot gevolg, maar de derde weidesnede weer niet. De twee laatste maaisnedes lijken ook weinig impact te hebben op het NDVI-sigitaal. Ditzelfde gemêleerde beeld is zichtbaar in perceel 3. De eerste maaisnede en weidesnede hebben een te verwachten negatieve impact op het NDVI-sigitaal, terwijl de latere snedes weinig impact lijken te hebben. Wel is er een behoorlijk NDVI-daling in augustus. Wellicht te verklaren door de droogte? Of is er toch een weide- of maaisnede niet geregistreerd?

Het bedrijf van Van der Kamp is gelegen nabij Kampen op lichte kleigrond. Ongeveer 90 koeien hebben daar weidegang middels omweiden. Van een viertal percelen kon een vergelijking tussen NDVI-verloop en grasbeheer worden gemaakt. Perceel 12 laat een mooi zigzagverloop zien, waarbij de verwachting is dat de NDVI-dalingen overeenkomen met de maai- of weidesnedes. De eerste weidesnede laat een kleine NDVI-neergang zien. Helaas is niet bekend hoe lang de koeien in de wei hebben gelopen. De eerste en ook de tweede maaisnede is duidelijk herkenbaar. De tweede en derde weidesnede echter niet; het NDVI reageert niet of slechts positief op de weidegang. De andere percelen (13, 14 en 15) laten een vergelijkbaar patroon zien, de maaisnedes zijn te herkennen als NDVI-dalingen, terwijl de weidesnedes weinig impact hebben op het NDVI-sigitaal.

Het laatste bedrijf, Stevens, is gelegen in Holten (Overijssel) op zavel en zandgrond. Het betreft een melkveebedrijf met ongeveer 90 koeien dat ook via omweiden weidegang toepast. Het omweiden gebeurt echter veel frequenter dan bij de andere bedrijven, slechts 1 à 2 dagen verblijven de koeien op hetzelfde perceel. Dit heeft tot gevolg dat de grasopname ook gering is per weidesnede en de impact op het NDVI-sigitaal ook minimaal is. De maaisnedes zijn daarentegen wel goed detecteerbaar in het NDVI-verloop.

Conclusies detectie grasafname

- Maaisnedes zijn in de meeste gevallen goed te detecteren middels een scherpe daling in het NDVI-sigitaal.
- Weidesnedes zijn in de meeste gevallen niet detecteerbaar in het NDVI-sigitaal. En als ze impact hebben op het NDVI-sigitaal is het onderscheid tussen maaisnede en weidesnede niet te maken.
- De periode (in dagen of uren) van weidegang is niet te detecteren met deze methode; op zijn best kan worden geconstateerd dat er weidegang plaatsvond.
- Ondanks dat er inmiddels meerdere satellietopnames per week zijn, blijft de bewolking parten spelen. Nog steeds zijn er periodes van 3 of 4 weken zonder waarnemingen, waardoor een maai- of weidesnede kan worden gemist.
- Acht percelen is te weinig voor voldoende statistische onderbouwing van deze voorlopige conclusies.

5.3 Detectie Koeien

(C.A Mucher, S. Los)

In de voorgaande paragraaf is gewerkt met Sentinel-2 satellietbeelden van 10m-resolutie voor maai- en weidesnededetectie. Voor de detectie van individuele koeien is echter een hogere resolutie nodig van minimaal 50 cm. De figuur hieronder laat een drone beeld zien met 2cm-resolutie, een luchtfoto met 7,5cm-resolutie en een Superview-satellietbeeld met een resolutie van 50 cm. Op de eerste twee zijn de koeien nog echt als koeien te herkennen met hun typerende zwart-witpatronen. Op de Superview-beelden zijn de koeien nog slechts als stippen in de wei te zien. Onderscheid tussen koeien en ander vee (paarden, schapen) is niet meer mogelijk. De Superview-satelliet observeert gereflecteerd zonlicht; dit betekent dat de dieren overdag wel zichtbaar zijn, maar 's nachts niet. Met een thermische satelliet zou dat in principe wel kunnen, maar deze satelliettechnologie is nog niet op heel hoge resolutie beschikbaar.

Tabel 5.1 Karakteristieken van verschillende typen beeldmateriaal.

Type beeldmateriaal	Resolutie	Beschikbaarheid NL
Drone opnames	~1 cm	Commercieel, pilot gebied, kan dagelijks
Luchtfoto	~10 cm	Gratis, gehele NL, 1 à 2 keer per jaar
Hogeresolutie-satellietbeeld (Superview, WorldView)	~50 cm	Gratis, geheel NL, ~5 opnames per jaar (satellietdataportaal.nl)



Figuur 5.4 Koeiendetectie op een drone beeld, een luchtfoto en een hogeresolutie-satellietbeeld.

Middels training van een machine learning algoritme (Nanonets, ENVI deep learning module) wordt een vee-detectiemodel gemaakt. Daartoe wordt eerst handmatig een aantal koeien of schapen aangewezen op het beeld, waarna het model zichzelf leert een koe of schaap te herkennen op basis van kleur en vorm en vervolgens kan dit worden toegepast op andere beelden.

De figuur hieronder laat een Superview-satellietbeeld zien met daarop de gedetecteerde koeien als roodgroene vlekken. Rood betekent een hogere waarschijnlijkheid dat het een koe is dan groen (de rand is vaak groen). In een drietal percelen lopen koeien, wat overeenkomt met visuele inspectie. Hier en daar wordt nog een koe gemist en als ze dicht bij elkaar staan, versmelten ze tot een grote koe-massa, met andere woorden het tellen van individuele koeien is dan niet mogelijk.

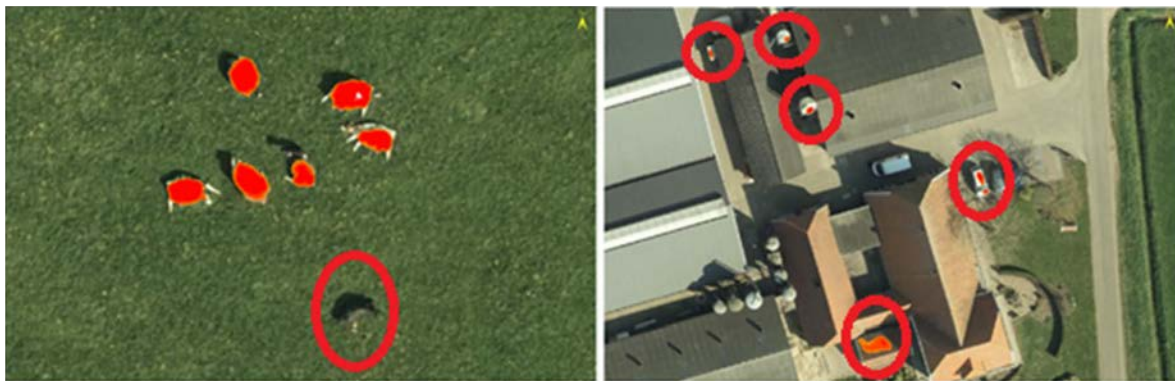


Figuur 5.5 Automatische koeiendetectie op een Superview-satellietbeeld van April 2019.

Dezelfde methode is ook toegepast op luchtfoto's. Hieronder de resultaten. In Figuur 5.5 zijn 56 van de 58 koeien gedetecteerd door het model. Er zijn echter ook nog wel enkele andere objecten op het erf foutief herkend als koe.



Figuur 5.6 Automatische koeiendetectie in de wei en elders (foutief).



Figuur 5.7 Uitsneden van Figuur 5.4 met links een gemiste koe en rechts objecten die foutief gedetecteerd zijn als koe.

Als we het model loslaten op schapen krijgen we eenzelfde beeld met dit verschil dat er meer objecten elders (op het erf) als schap worden gedetecteerd. De overwegend witte schapen zorgen ervoor dat andere witte objecten ook snel als schap worden herkend.



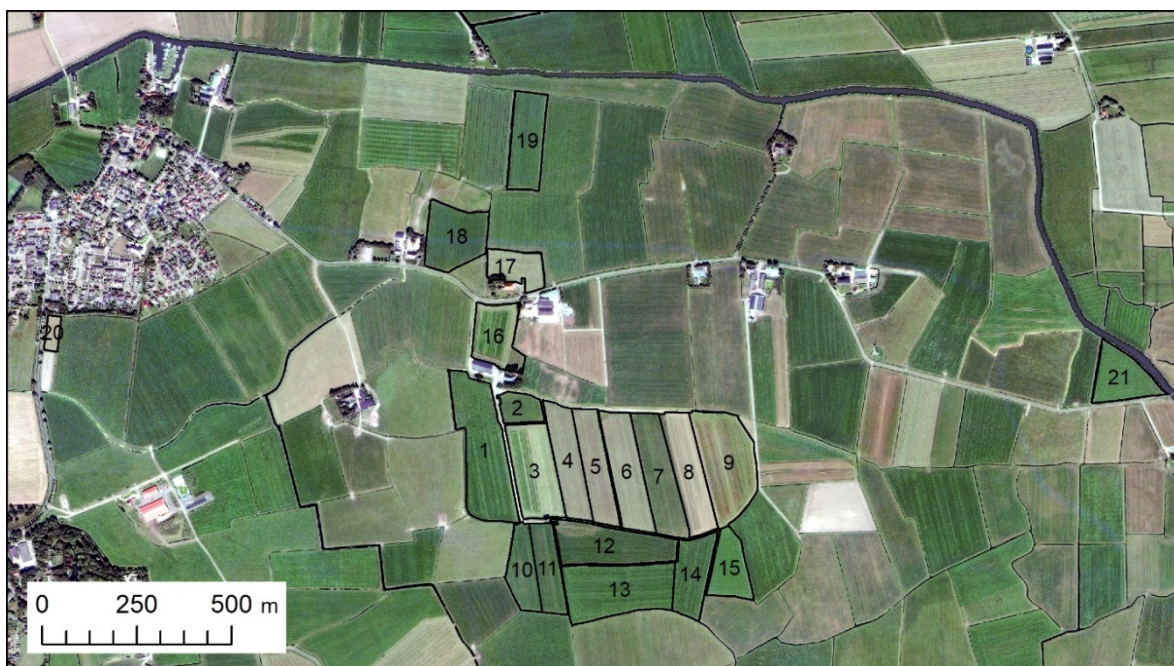
Figuur 5.8 Automatische schapendetectie in de wei en op het dak

Conclusies koe-detectie

- Op hogeresolutiebeelden is het mogelijk om individuele koeien te detecteren met een nauwkeurigheid van ongeveer 80 procent.
- Het onderscheid tussen koeien en ander vee is evenwel niet meer goed te herkennen.
- Het herkennen van nachtweidegang is nog niet mogelijk.
- Dagelijkse of wekelijkse (laat staan op uurbasis) controle op weidegang is niet mogelijk; er zijn (nog) te weinig satellietbeelden gratis beschikbaar voor geheel Nederland.
- De methode leent zich wel voor het incidenteel controleren van de aanwezigheid van koeien in het veld, en kan dus dienen om meer gerichte controles in het veld uit te voeren.
- Als geld geen rol speelt, kan dit wel mogelijk worden gemaakt door inkoop van meer satellietdata of het laten vliegen van drones.

6 Demonstratie graslandmonitoring op bedrijfsniveau

Om meer inzicht te krijgen in wat nu precies mogelijk is in de praktijk om graslandbeheer te monitoren met satellietbeelden, zijn bovenstaande technieken toegepast op een pilotbedrijf. Het betreft het melkveebedrijf van VOF De Boer-Klaver in Britsum, Friesland. Dhr. Gerrit de Boer is tevens lid van de werkgroep Dataverbetering Beweiden en gaat ermee akkoord dat zijn bedrijf als pilotbedrijf is gebruikt.



Figuur 6.1 De 21 graslandpercelen van VOF De Boer-Klaver.

Uit de BRP-percelenregistratie vinden we dat VOF De Boer Klaver 21 graslandpercelen beheert met een totale oppervlakte van 47 ha. Er zijn ongeveer 80 melkkoeien aanwezig. Weidegang vindt plaats middels omweiden over de percelen 1 t/m 16. De percelen 17 t/m 21 zijn niet geschikt voor weidegang, omdat ze verder weg liggen of gescheiden worden van de schuur middels een weg.

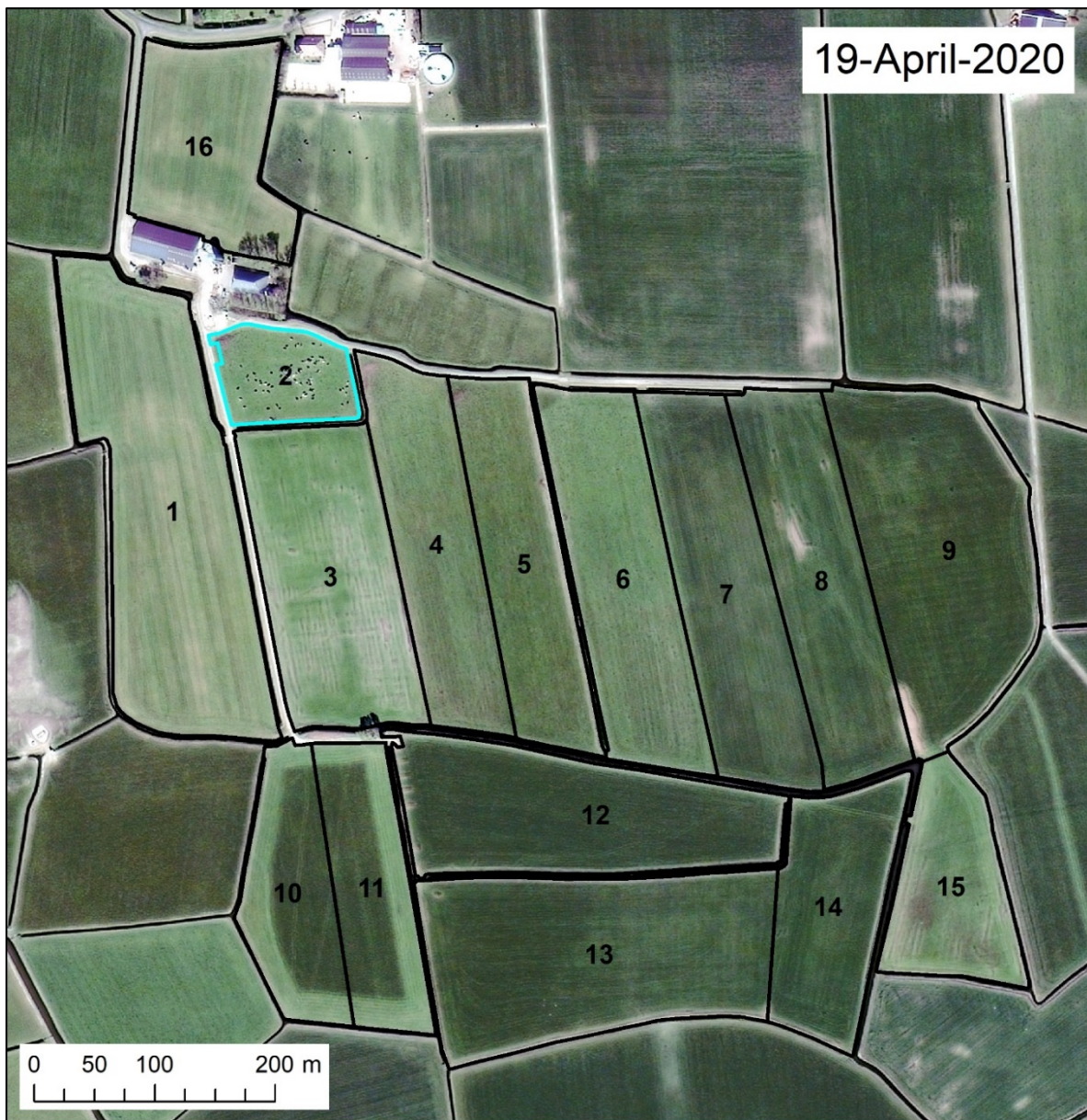
6.1 Koeiendetectie op hogeresolutiebeelden

Satellietdataportaal.nl bevat acht hogeresolutiebeelden (Superview-satelliet met 50cm-resolutie) waarop individuele koeien te detecteren zijn. Dit lijken best veel beelden, echter het zijn er drie in april, eentje in juni, twee in augustus en twee in september; nogal onregelmatig verspreid over het jaar. Ze zijn in Figuur 6.2a t/m 6.2h weergegeven. Middels visuele inspectie heeft de koeiendetectie plaatsgevonden en bij aanwezigheid van koeien is het veld blauw omrand. Op de beelden van 11, 19, 24 april, 22 juni, 1 augustus en 20 september vond inderdaad beweiding plaats. Op de beelden van 12 augustus en 14 september is in geen van de huispercelen een koe te bekennen. Op 12 augustus zal dit waarschijnlijk te maken hebben gehad met de hittegolf die toen plaatsvond en waarbij de koeien veelal overdag op stal werden gehouden om hittestress te voorkomen.

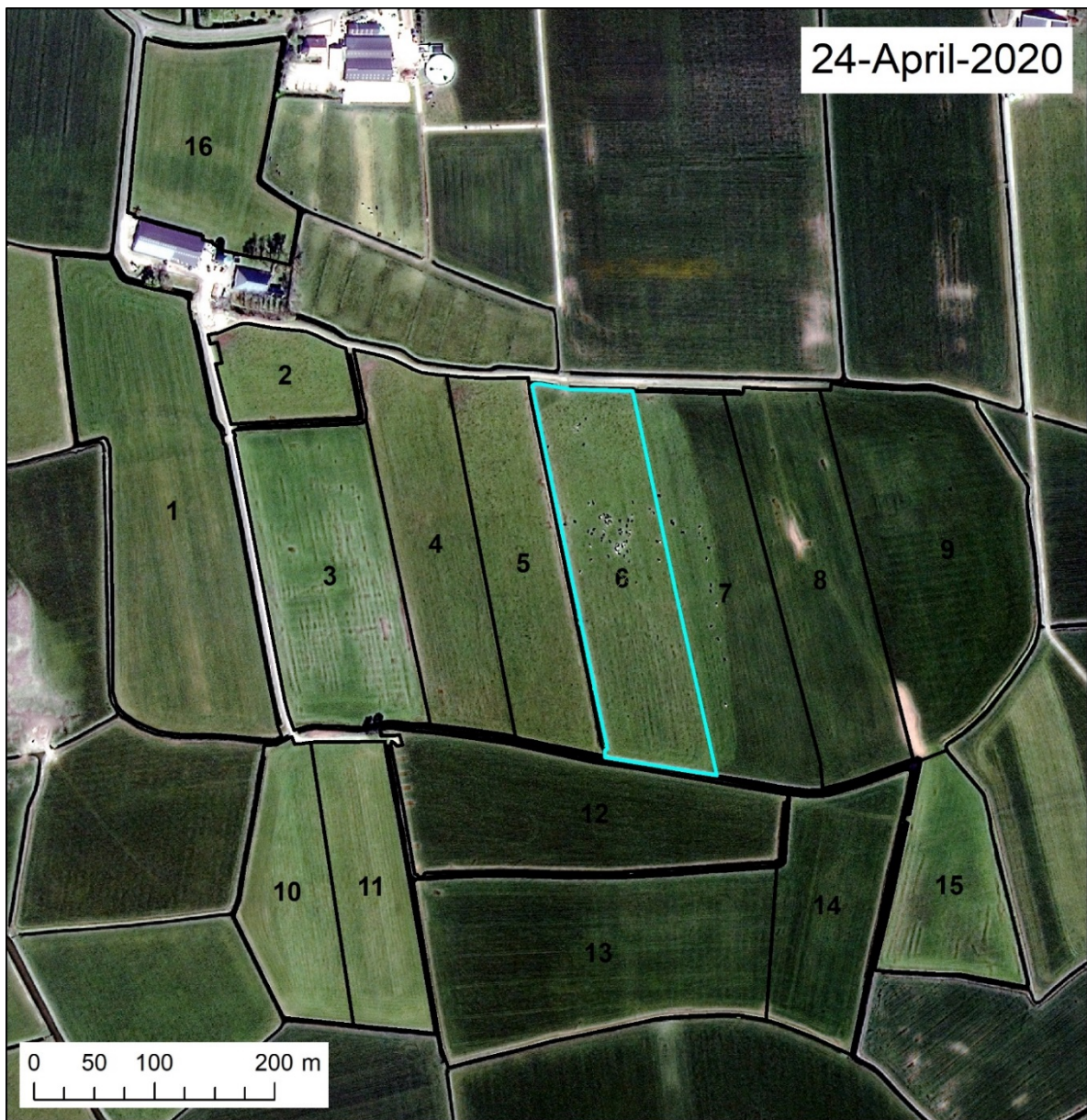
Op percelen 2, 3, 4, 5, 6 en 12 zijn koeien, en dus beweiding, gedetecteerd op satellietbeelden in 2020. Dit klopt met de rapportage van de veehouder, die daarbij ook aangaf dat alle percelen ver genoeg van de stal liggen om geen verbinding meer te maken met de stalantenne van CowManager.



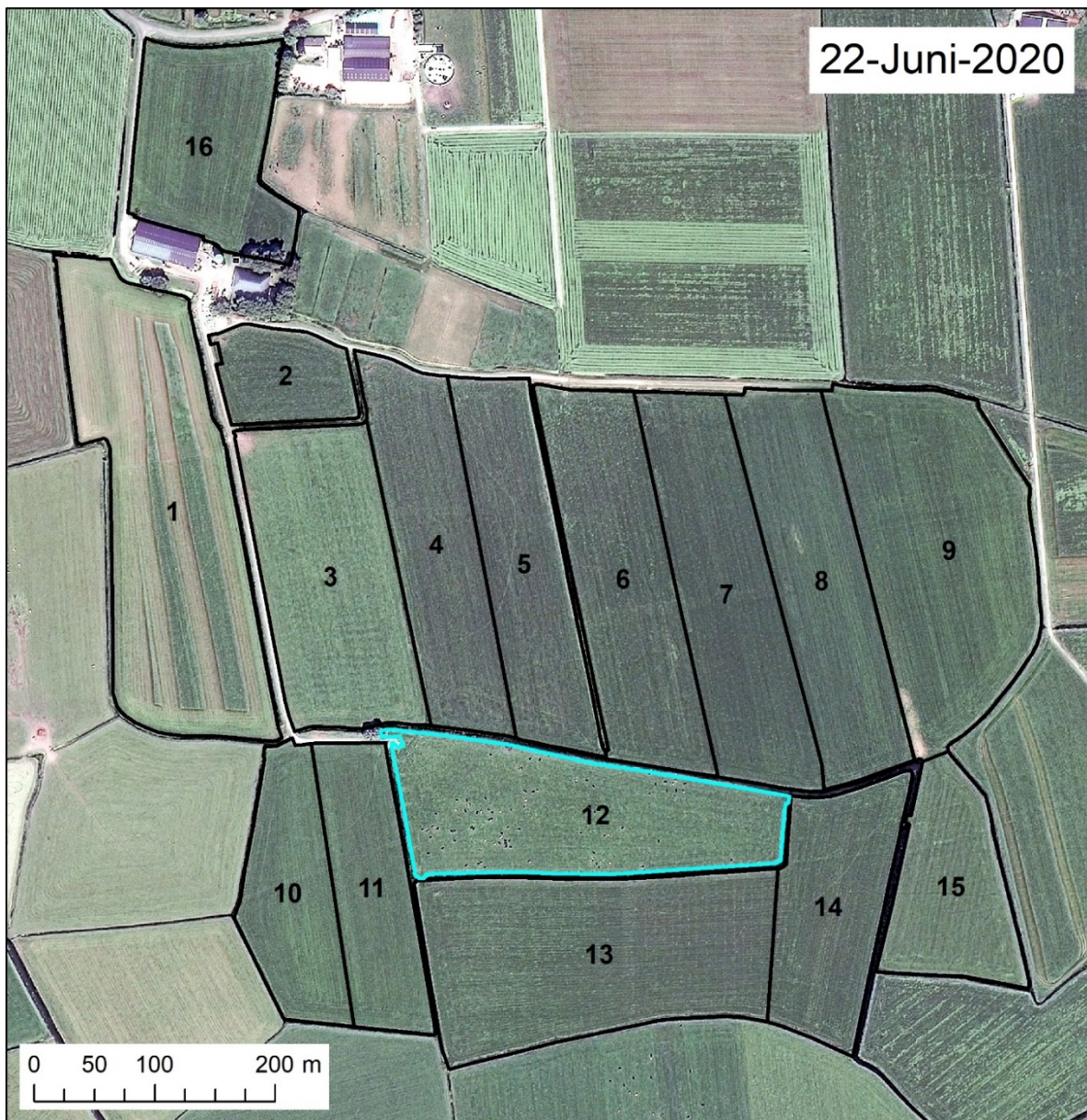
Figuur 6.2a Koeiendetectie op Superview-satellietbeeld van 11 april 2020. In het blauw omrande perceel vindt beweiding plaats.



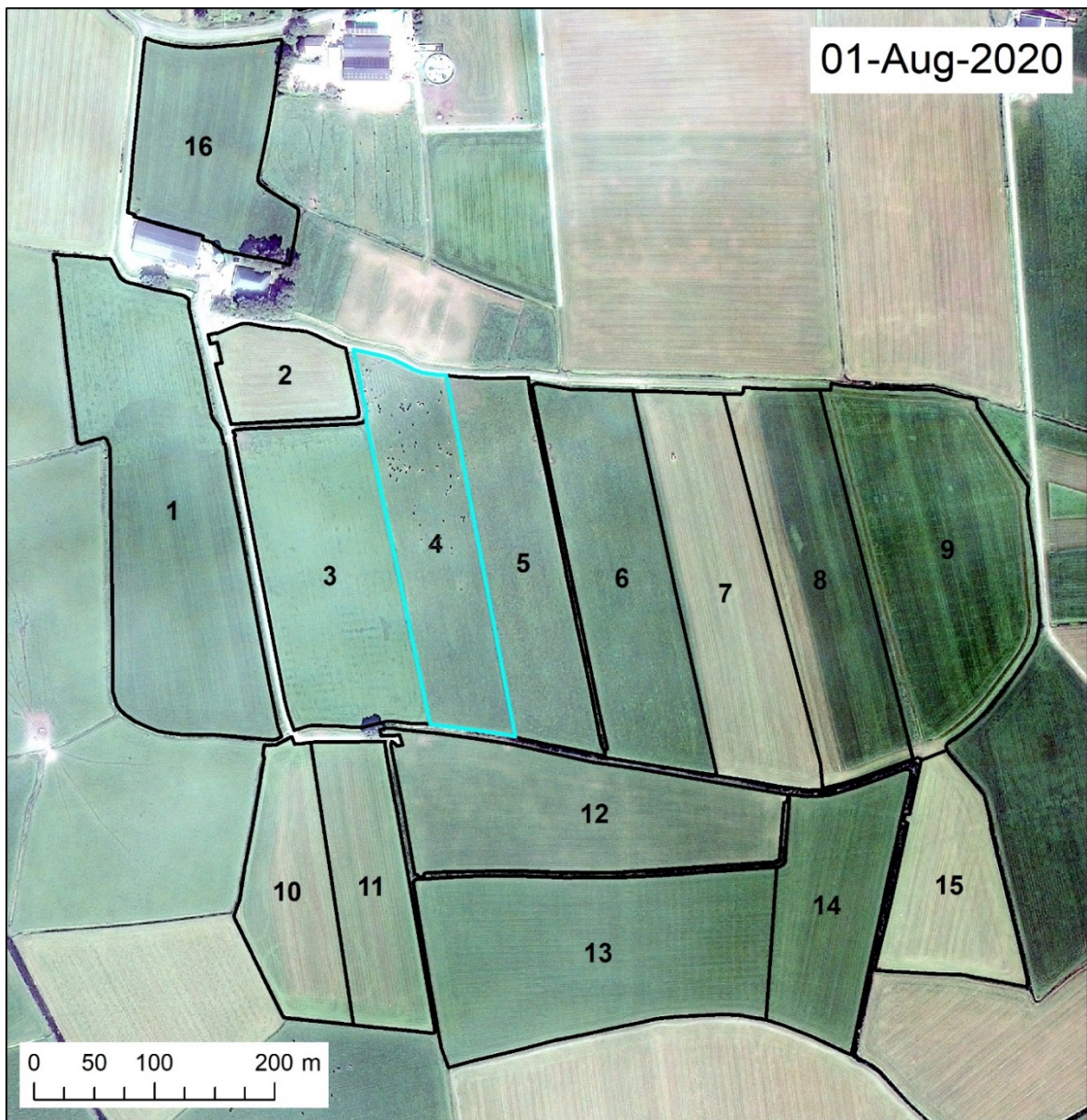
Figuur 6.2b Koeiendetectie op Superview-satellietbeeld van 19 april 2020. In het blauw omrande perceel vindt beweiding plaats.



Figuur 6.2c Koeiendetectie op Superview-satellietbeeld van 24 april 2020. In het blauw omrande perceel vindt beweiding plaats.



Figuur 6.2d Koeiendetectie op Superview-satellietbeeld van 22 juni 2020. In het blauw omrande perceel vindt beweiding plaats.



Figuur 6.2e Koeiendetectie op Superview-satellietbeeld van 1 augustus 2020. In het blauw omrande perceel vindt beweiding plaats.



Figuur 6.2f Koeiendetectie op Superview-satellietbeeld van 12 augustus 2020. Er staan op dit moment nergens koeien in het grasland.



Figuur 6.2g Koeiendetectie op Superview-satellietbeeld van 14 september 2020. Er staan op dit moment nergens koeien in het grasland.

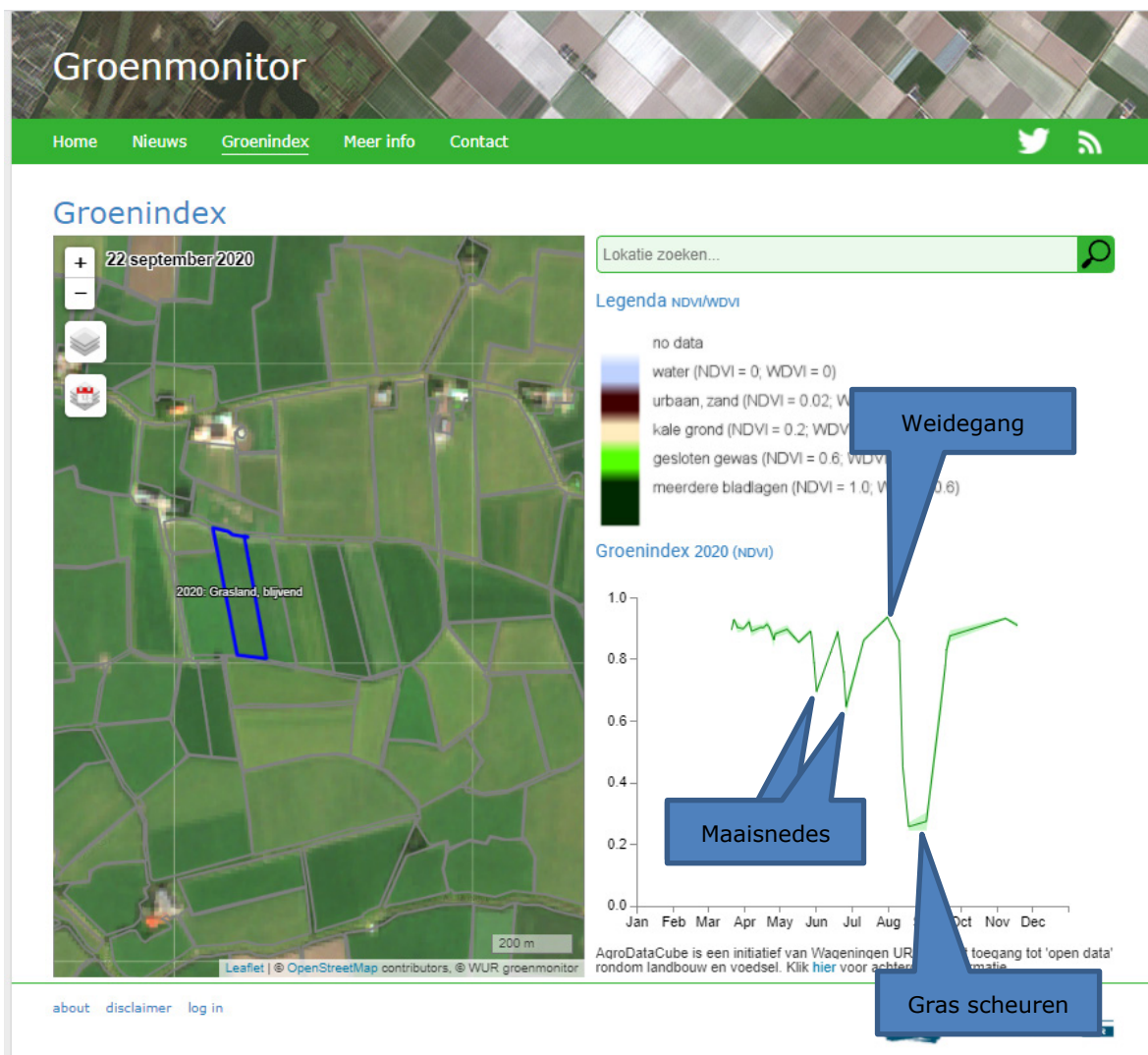


Figuur 6.2h Koeiendetectie op Superview-satellietbeeld van 20 september 2020. In het blauw omrande perceel vindt beweiding plaats.

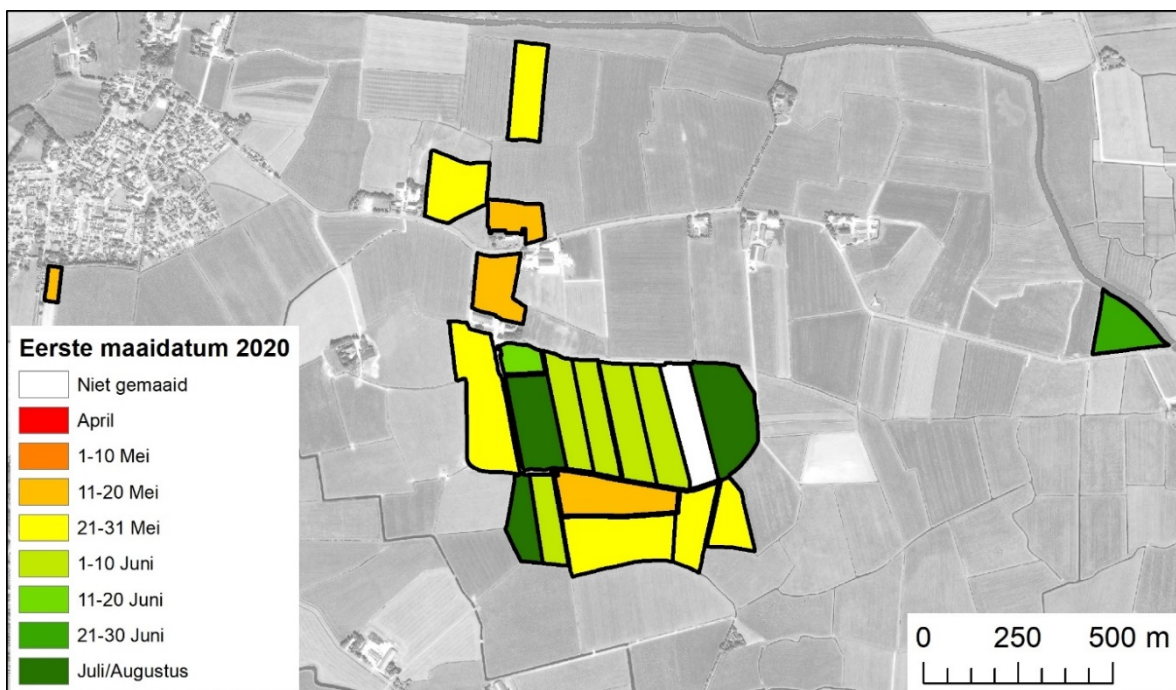
6.2 Maaisnede- en grasscheurdetectie m.b.v. de Groenmonitor

Groenmonitor.nl bevat veel meer satellietbeelden dan satellietportaal.nl. In 2020 zijn er rond de veertig onbewolkte satellietobservaties per perceel voor dit pilotbedrijf. Op basis hiervan kan de grasgroei worden gevolgd en de maaisneden per perceel worden gedetecteerd als neergangen in het NDVI-signaal. Ook wordt grasscheuren afzonderlijk gedetecteerd als een extra grote neergang met waarden onder de $NDVI = 0.3$.

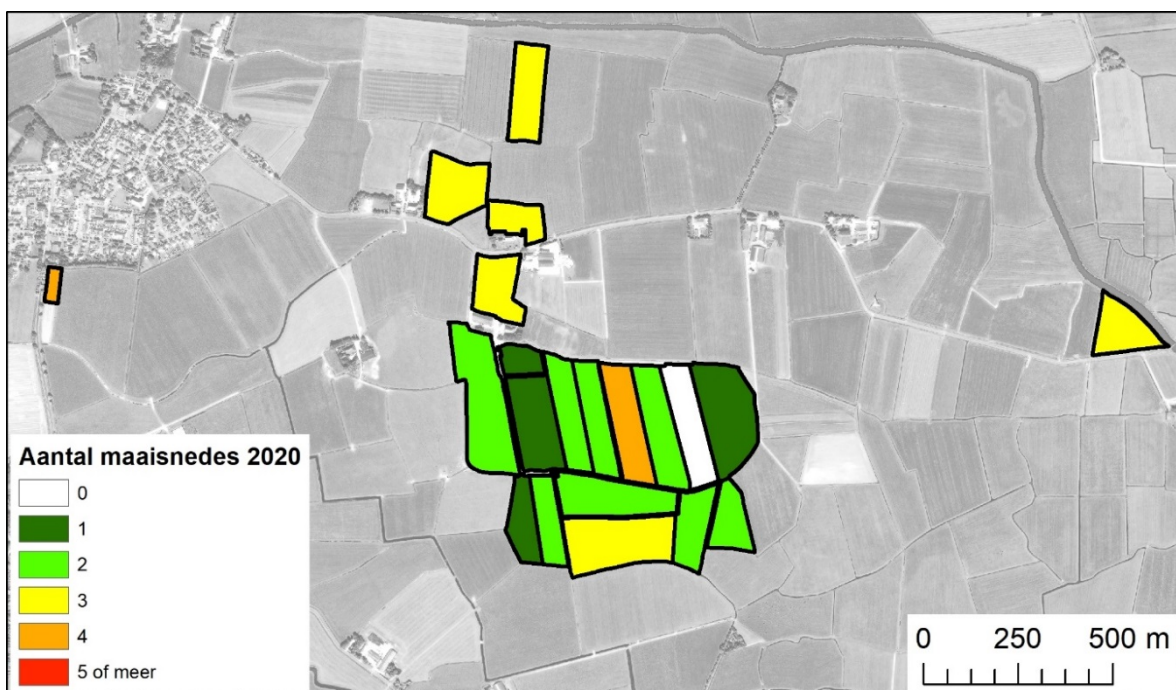
Figuur 6.3 geeft een voorbeeld. De eerste twee neergangen in de NDVI-groecurve zijn maaisneden, waarbij de NDVI niet onder de 0.3 zakt (de waarde van kale grond). De grote NDVI-neergang onder de 0.3 in augustus is het gevolg van grasscheuren en herinzaai. Voor de volledigheid is de weidegang die middels koeiendetectie op Figuur 6.2e is te zien ook aangegeven. Dit is echter niet afzonderlijk te detecteren in het NDVI-signaal. Ook omdat direct na de weidegang het grasscheuren in gang is gezet.



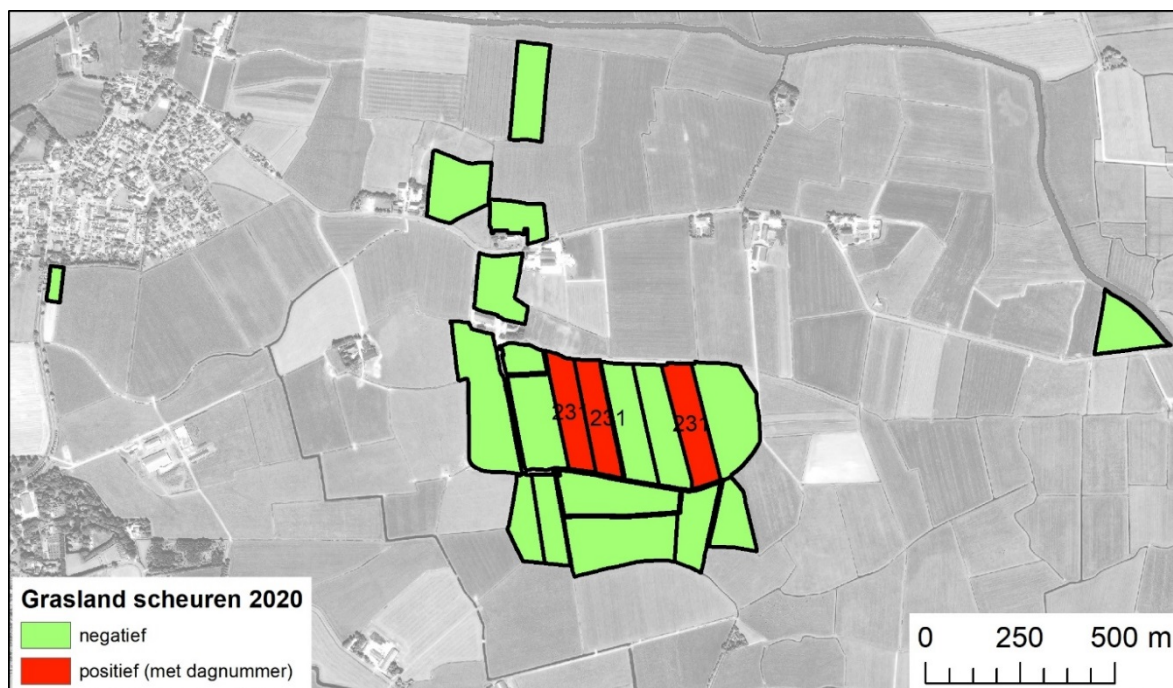
Figuur 6.3 Groenmonitor.nl screenshot het Sentinel-2 satellietbeelden van 22 september 2020 met blauw omrand pilotperceel no. 4 en de NDVI-groecurve van dit perceel. Er zijn twee maaisnedes te detecteren in mei en juni en het gras is gescheurd en opnieuw ingezaaid in augustus. In Figuur 6.2e zijn op het hogeresolutie-satellietbeeld van 1 augustus koeien te zien in dit perceel. Deze weidegang is echter niet duidelijk te detecteren in het NDVI-sigitaal in de grafiek.



Figuur 6.4 De eerste maaidatum per perceel voor het pilotbedrijf.



Figuur 6.5 Het aantal maaisnedes per perceel voor het pilotbedrijf.



Figuur 6.6 Grasscheurdetectie per perceel voor het pilotbedrijf (dagnummer 231 is 18 augustus).

Het maaisnede-detectiealgoritme detecteert de maaidatum (Figuur 6.4 geeft de eerste maaidatum weer), het aantal maaisnedes (Figuur 6.5) en of grasscheuren heeft plaatsgevonden (Figuur 6.6).

De resultaten lijken realistisch, maar moeten nog besproken worden met Dhr. De Boer. Vragen zijn uiteraard of een en ander overeenstemt met de werkelijkheid, maar ook of de datums kloppen of iets verlaat zijn (omdat de satelliet meestal pas een paar dagen later overkomt).

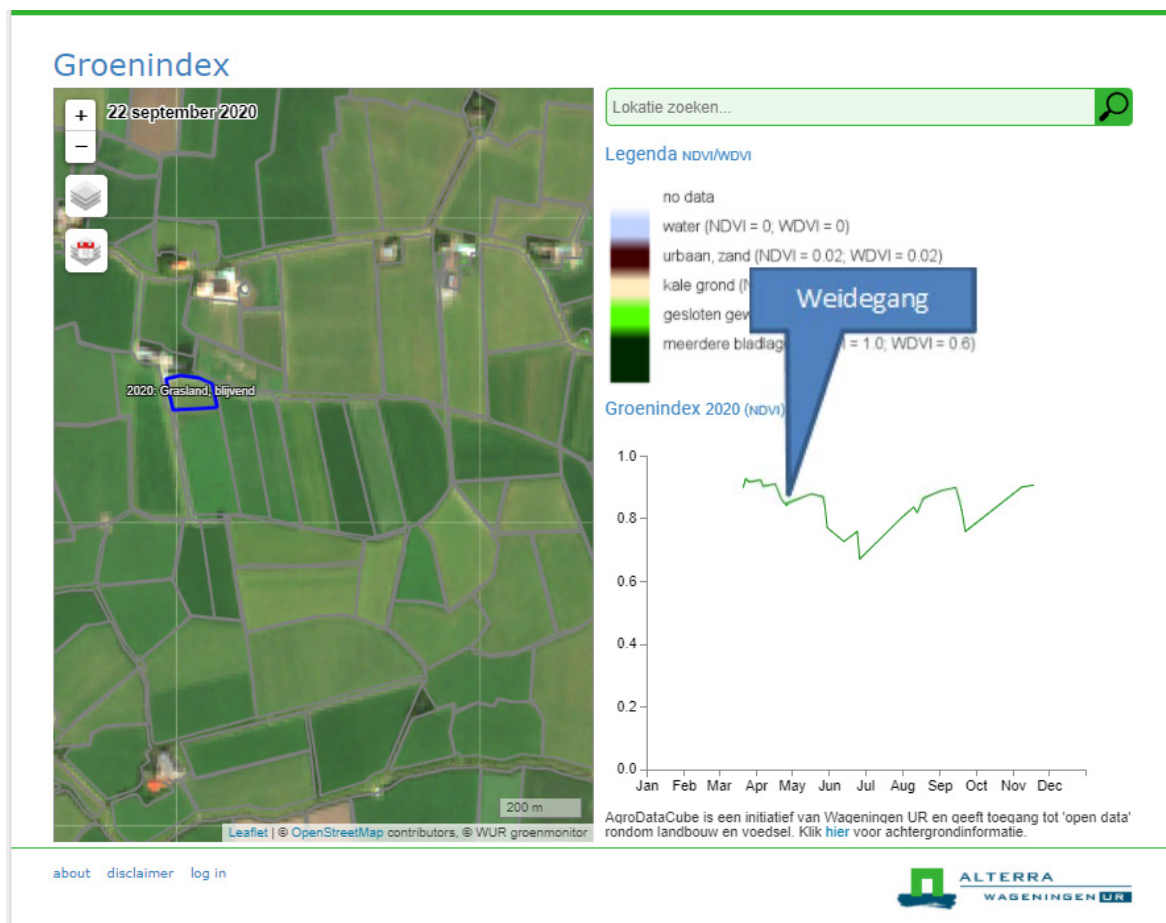
Echter, voor perceel 1, 10 en 11 kan op basis van Figuren 6.7 a, b en c al geconcludeerd worden dat de eerste maaisnede niet correct is gedetecteerd. Duidelijk te zien is dat deze percelen al in april zijn gemaaid op de hogeresolutiebeelden (Figuren 6.7 a, b en c). Wellicht dat voor deze vroege datums in het jaar de grenswaardes in het maaisnede-algoritme moeten worden aangepast.

6.3 Weidegangdetectie m.b.v. de Groenmonitor

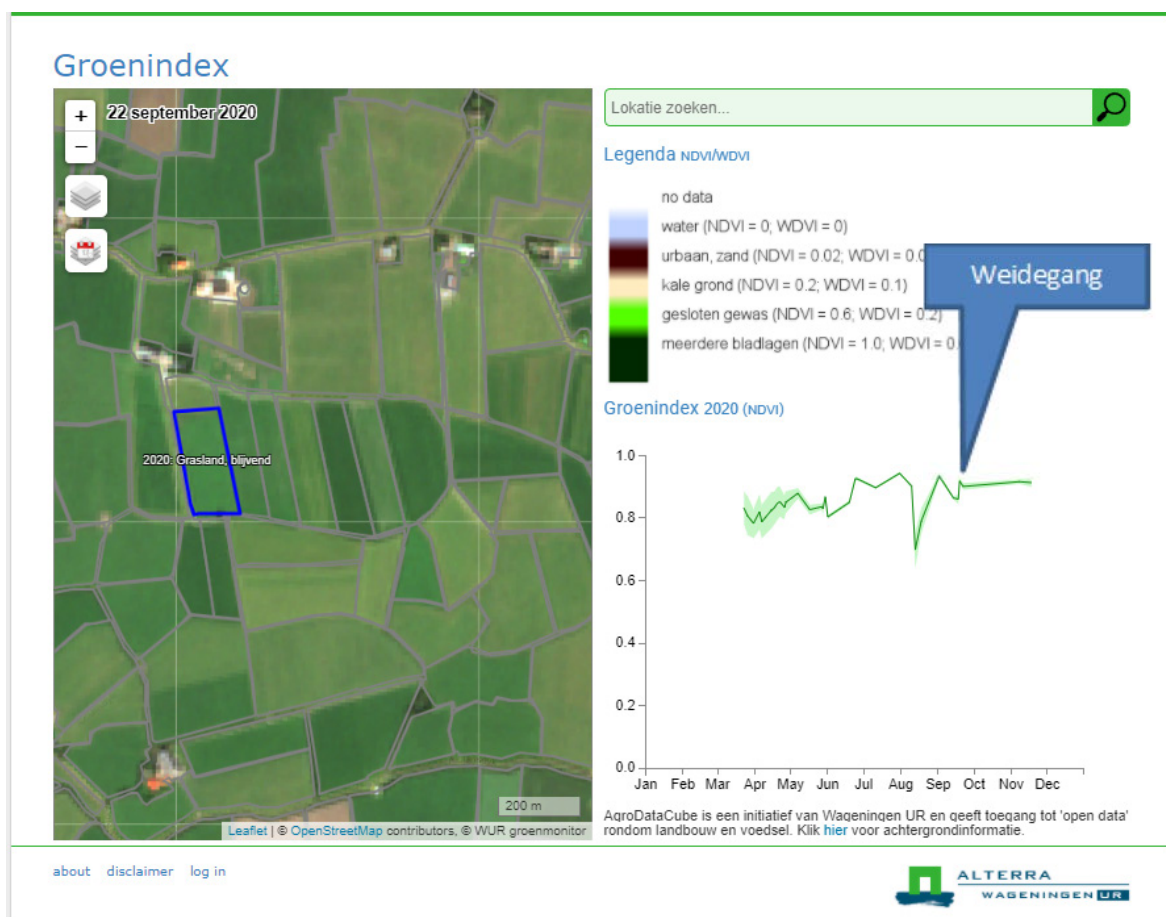
We kunnen voor de percelen waarop we met zekerheid koeien gedetecteerd hebben (zie Figuur 6.7a t/m h) nu ook kijken in hoeverre we deze weidegang terugzien in het NDVI-signaal (precies zoals gedaan is in Figuur 6.3 voor perceel 4). Daarbij is het goed om op te merken dat het jaar 2020 voor dit bedrijf een vreemd jaar was: door veel muizengangen was sprake van een sterke opdroging van de grond, waardoor herstel van het gras na beweiding traag verliep. Ook was er behalve de lange droge periode, tot ver in mei nog nachtvorst. Dit alles maakte het plannen van de beweiding moeilijk.

Voor de percelen 2, 3, 5, 6 en 12 is een screenshot van de Groenmonitor gegeven, met in de NDVI-grafiek aangegeven de dag dat weidegang plaatsvond. Voor percelen 3 en 12 zien we geen enkel signaal dat duidt op weidegang. Voor de andere percelen (2, 5 en 6) zien we echter wel een minieme neergang in het NDVI-signaal, dat ook zo weer weg is. Dit zouden we normaal gesproken als ruis afdoen, echter als we perceel 5 en 6 (met weidegang in april) vergelijken met perceel 12 (zonder weidegang in april), zien we een kleine negatieve piek voor perceel 5 en 6 die niet te zien is in april voor perceel 12. Deze kleine neergangen in NDVI-signaal kunnen we dus toerekenen aan weidegang.

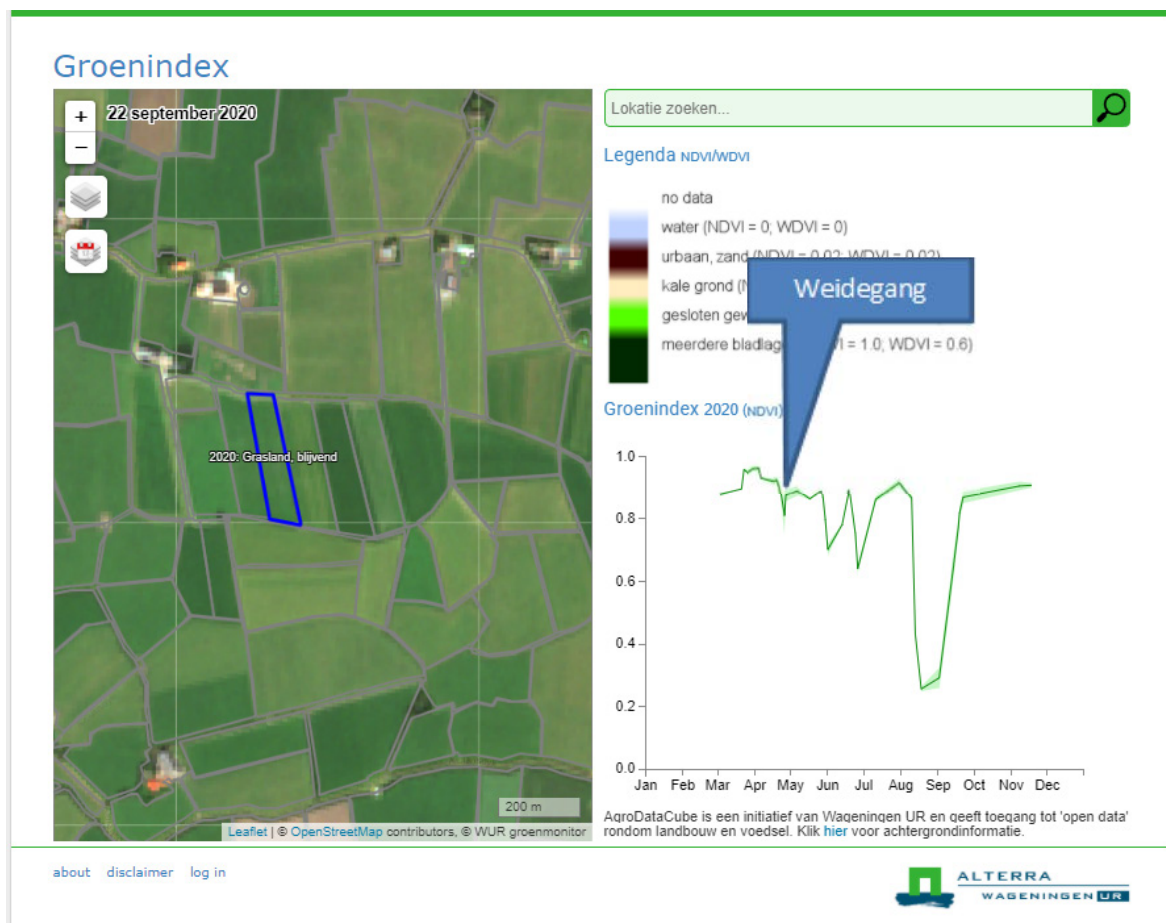
De conclusie is dat weidegang een klein effect heeft op het NDVI-signaal, dat echter op dit moment nog niet te onderscheiden is van ruis. Met het voortschrijden der techniek en verbeterde satellietverwerkingstechnieken zal er echter een moment komen dat ook weidegangdetectie mogelijk is op basis van de NDVI-tijdsreeksen.



Figuur 6.7a Weidegangdetectie in pilotperceel 2.



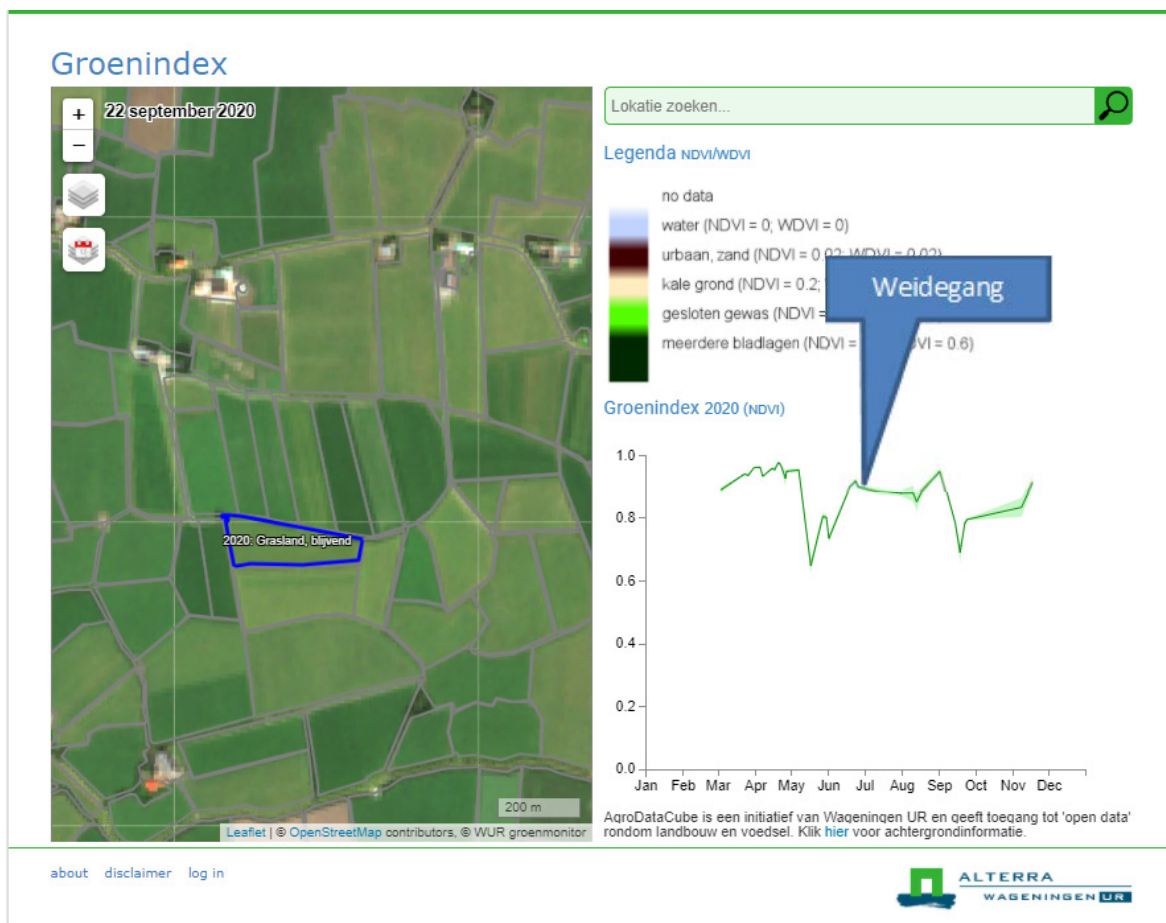
Figuur 6.7b Weidegangdetectie in pilotperceel 3.



Figuur 6.7c Weidegangdetectie in pilotperceel 5.



Figuur 6.7d Weidegangdetectie in pilotperceel 6.



Figuur 6.7e Weidegangdetectie in pilotperceel 12.

6.4 Conclusies demonstratie

Het is goed mogelijk om steekproefsgewijs koeiendetectie toe te passen. Op basis van de huidige satellietbeeldenbeschikbaarheid in het satellietdataportaal.nl kan dit zeker 5 à 8 keer per jaar per perceel. Dit betreft dan heel hogeresolutie-Superview-satellietbeelden met een resolutie van 50 cm.

De Groenmonitor bevat veel meer beelden; in 2020 zijn er ongeveer veertig onbewolkte satellietobservaties per perceel mogelijk. Daarmee is maaidetectie goed mogelijk, echter worden er nog wel maaimomenten gemist en verdere finetuning van de algoritmes is dus nodig. Ook het scheuren van grasland kan betrouwbaar worden gedetecteerd.

Op bedrijfsniveau geeft dit al een redelijk beeld of er weidegang plaatsvindt.

Weidegang heeft in principe een impact op het NDVI-signaal van de Groenmonitor. Echter is dit in veel gevallen zo klein dat het zonder verdere informatie niet te onderscheiden is van ruis. Met het voortschrijden der techniek en verbeterde satellietverwerkingstechnieken zal er echter een moment komen dat ook weidegangdetectie mogelijk is op basis van de NDVI-tijdsreeksen.

7 Conclusies, discussie en aanbevelingen

In dit hoofdstuk zijn de conclusies, discussie en aanbevelingen opgenomen. In paragraaf 7.1 staan ze vermeld voor de inventarisatie van de informatiebronnen van beweiding, in paragraaf 7.2 voor informatie van bewegingssensoren en in paragraaf 7.3 voor informatie vanuit satellietbeelden.

7.1 Inventarisatie informatiebronnen van beweiding

Op basis van de analyse van verschillende databronnen voor beweiding bleek dat er tot nu toe geen bronnen zijn die direct als objectieve aanvulling ingezet kunnen worden. Als eerste kunnen de systemen genoemd worden die al uitontwikkeld zijn:

- Meetsystemen voor individuele weidetijd per koe – zogenaamde fysieke of digitale weidepoortjes – zijn beschikbaar en gecertificeerd door Stichting Weidegang, maar worden vanwege de investeringskosten nog nauwelijks toegepast.
- De digitale weidekalender werd in 2019 nog beperkt toegepast, maar in 2020 is dat verder toegenomen, onder andere doordat zuivelbedrijven daarvoor apps ontwikkeld hebben; deze registratie wordt door de veehouder zelf ingevuld.
- Inspecties door zuivelbedrijven vormen de huidige borging; ca. 40 procent van de bedrijven wordt jaarlijks gecontroleerd; dit is objectief, maar wel een momentopname.
- De Weidegang Indicator 2.0, waarbij op basis van de vetzuursamenstelling van de melk blijkt of dieren geweid zijn, is een objectieve indicator. De nauwkeurigheid, kosten en beschikbaarstelling zijn nog aandachtspunten.
- Combinatie van bovenstaande opties zal tot een robuuster systeem leiden.

Deze systemen worden gebruikt door de zuivelbedrijven, maar het is nog niet duidelijk of ze ook beschikbaar gesteld kunnen worden voor het bepalen van de N-emissies.

Voor andere opties geldt dat nog nadere ontwikkeling nodig is. Dit betreft allereerst bewegingssensoren en satellietbeelden, die in beide volgende paragrafen aan bod komen. Verder geldt het ook voor:

- Locatiebepaling van melkvee – dit is een nieuwe toepassing, mogelijk relatief duur, nog niet in gebruik door de sector.
- Luchtfoto's vanuit vliegtuigen en drones – dit betreft slechts één momentopname per jaar; er zijn meerdere momenten mogelijk, maar dat leidt tot veel extra kosten.
- CO₂-sensoren in de stal – zijn nog niet in gebruik, maar techniek lijkt relatief goedkoop.

Voor N-emissies is momenteel de LBT de gebruikte databron. Hoewel in principe nagenoeg alle bedrijven vertegenwoordigd zijn, is het toch niet zeker dat de beantwoording van de beweidingvragen tot een volledig en juist beeld van beweiding door melkvee leiden. Dit blijkt uit vergelijking van de LBT met beweidingsregistratie in de Kringloopwijzer en het Bedrijven Informatie Net van WECR. Aanbeveling is om de geconstateerde verschillen verder te onderzoeken.

7.2 Informatie van bewegingssensoren

Discussie

Gegevens van bewegingssensoren van melkvee worden ergens opgeslagen en zouden daarom in principe gebruikt kunnen worden bij de bepaling van weidetijd op melkveebedrijven. We hebben in deze pilot twee leveranciers benaderd:

- CowManager – vanaf het begin betrokken. CowManager is bereid geweest om de standaard exportbestanden beschikbaar te stellen, uiteraard alleen na toestemming van de betrokken

veehouders. De bestanden komen beschikbaar in een dagelijkse mailing (één bericht per boer per dag), wat het gebruik nogal bewerkelijk maakt. Voor het leveren van bestanden met terugwerkende kracht, is momenteel nog geen optie beschikbaar. Dat geldt ook voor het leveren van bestanden in kleinere aggregatie tijdvakken dan 1 uur, of het gebruikmaken van de contactmomenten van de stalantenne met de sensoren.

- Nedap – is in de loop van het project gevraagd. Dit onderzoek had echter voor Nedap geen prioriteit, waardoor het verzoek van Wageningen UR niet heeft geleid tot een tijdige, passende overeenkomst om gegevens beschikbaar te stellen. Momenteel onderzoekt De Marke welke gegevens door de eindgebruiker uit het systeem beschikbaar kunnen komen. Complicatie is dat er bij de meeste veehouderijen geen direct contact is tussen veehouder en Nedap; de sensoren van Nedap worden vaak geleverd via bijvoorbeeld melk- of voerautomaten. De gegevens worden opgeslagen bij de veehouder, bij de tussenleverancier of bij Nedap. Dit maakt de beschikbaarheid van deze gegevens niet eenvoudig.

Om de informatie van **sensoren** aan melkvee te onderzoeken, is deze informatie vergeleken met de weideregistratie door de melkveehouder. Deze registratie is steeds voor de gehele melkveekoppel, grofweg per kwartier gedaan. Dit maakt dat de analyse alleen op koppelniveau mogelijk was. De aangeleverde gegevens van CowManager waren weliswaar per individuele koe, maar geaggregeerd per uur. In het onderzoek is een regressieanalyse toegepast om vanuit de activiteitsregistratie van CowManager de weidetijd te bepalen. Uit deze analyse blijkt er wel een correlatie te zijn tussen de activiteitsvariabelen van CowManager en het al of niet beweiden, maar de ontwikkelde regressiemodellen komen niet verder dan een verklaarde variantie van 17-50%. Dat betreft regressiemodellen die per bedrijf gefit zijn. Als een model over alle pilotbedrijven zou zijn ontwikkeld, zou de verklaarde variantie nog een stuk lager uitkomen vanwege de bijkomende variatie tussen de bedrijven. Dit betekent dat de huidige beschikbare exportbestanden vanuit CowManager niet geschikt zijn als alternatieve bron voor registratie van weidetijd voor melkvee.

Het probleem is dat bij de meeste melkveebedrijven het vreten zowel in de weide als in de stal plaatsvindt. Vaak is aan het begin van het weiden weliswaar een vreetpiek in het activiteitenpatroon zichtbaar, maar die kan ook plaatsvinden bij de terugkeer in de stal. Bij een langer verblijf in de weide gaan dieren daar ook liggen en herkauwen, wat eveneens in de stal gebeurt. Dat maakt dat vreten en herkauwen niet echt onderscheidende criteria zijn. Wel zijn in de figuren van de onderzoeksperiode vaak pieken in Actief en Hoogactief zichtbaar bij het begin en eind van de weideperiode. Maar als dat vervolgens per dag bekeken wordt om daaruit de weidetijd per dag te analyseren, komt er geen bruikbaar beeld uit, doordat in andere uren storende, toevallige piekjes kunnen plaatsvinden. Dit betekent dat begin en eind van de weidetijd ook moeilijk per dag is af te lezen.

Als een bedrijf het gehele jaar hetzelfde weidesysteem met dezelfde weidetijd zou hanteren, zouden de gegevens van alle dagen gemiddeld kunnen worden, en is daaruit waarschijnlijk een goede bepaling van de weidetijd mogelijk. Maar in de praktijk zullen bedrijven het systeem aanpassen op de omstandigheden: bij warm weer bijvoorbeeld schemerweiden toepassen. Dan is een robuust systeem nodig, dat ook goed de veranderingen in de tijd registreert. Dit betekent dat informatie van sensoren vooralsnog enkel bruikbaar lijkt als aanvullende bewijsvoering of borging van beweiding. Mogelijk zou een deel van de bedrijven hiermee op afstand gecontroleerd kunnen worden.

Als de weidetijd op pilotbedrijven per individuele koe is vastgelegd, bijvoorbeeld via fysieke of digitale poortjes, is een analyse op dierniveau mogelijk. Dit zou in principe gerealiseerd kunnen worden op De Marke en het demobedrijf NNW, dat in 2021 de Lely-retourbox operationeel wil hebben. Door de modelontwikkeling op dierniveau te doen in combinatie met een activiteitsbestand met kleinere tijdvakken (bv. een kwartier), is het denkbaar dat een veel betrouwbaarder model gerealiseerd kan worden dat ook goed werkt bij verschillende beweidingssystemen.

Conclusies

Samenvattend kunnen we concluderen dat de onderzochte sensorinformatie in combinatie met de weidetijdregistratie niet heeft geleid tot een bruikbare indicatie van de weidetijd op melkveebedrijven. Het feit dat beide bronnen op een relatief grove schaal beschikbaar waren, lijkt een belangrijke oorzaak. De sensorinformatie is weliswaar per koe beschikbaar, maar geaggregeerd per uur, terwijl de

weide-informatie per kwartier/halfuur beschikbaar was, maar dan alleen voor de hele koppel. Dit betekent dat deze weg niet kansloos is, maar dat pas verdergaande ontwikkeling kan plaatsvinden als meer gedetailleerde gegevens beschikbaar komen.

Aanbevelingen

Zowel vanuit de zuivelketen als het stikstofdossier is betrouwbare weide-informatie van belang. Met de gerealiseerde systemen met digitale of fysieke weidepoortjes is maximale betrouwbaarheid binnen handbereik gekomen. Deze systemen zijn al in 2017 ontwikkeld, maar worden nog nauwelijks toegepast, waarschijnlijk vanwege de relatief hoge kosten (ca. 5-15 duizend euro/bedrijf). Daarom is het aan te bevelen om met leveranciers van sensoren in gesprek te gaan, om te bekijken welke kosteneffectieve opties er zijn voor veehouders om de sensorinformatie van hun veestapel beschikbaar te stellen voor een automatische weidetijdregistratie, die als borging ingezet kan worden naar de afnemer van de melk of de overheid die N-emissies wil monitoren. Daarvoor lijken niet per se aanvullende investeringen in hardware nodig te zijn, maar vooral in softwarematige mogelijkheden om vanuit de beschikbare data per niet alleen gezondheidsinformatie beschikbaar te stellen, maar ook een weidetijdindicator.

Tweede aanbeveling is meer van administratieve aard: momenteel vindt registratie van weidegang plaats voor de zuivelketen en voor de overheid. In plaats van deze dubbele registratie is inzetten op één registratie aan te bevelen die door een goede borging een betrouwbare weergave is van de realiteit. Vervolgens kan deze registratie voor beide doelen gebruikt worden.

7.3 Informatie van satellietbeelden

Satellietbeelden alleen bieden niet de totaaloplossing om te komen tot een sluitende monitoring van weidegang.

Weidegang heeft in principe een impact op het NDVI-signaal van de Groenmonitor. Echter is dit in veel gevallen zo klein dat het zonder verdere informatie niet te onderscheiden is van ruis.

Satellietdata kunnen echter wel bouwstenen bieden voor een weidegangcontrolesysteem. Zo kan maaisnede-detectie informatie geven of er weidegang plaatsvindt (percelen die niet gemaaid worden moeten wel beweide worden) en kan er enkele keren per jaar een momentopname van de weidegang plaatsvinden middels automatische koe-detectie op hogeresolutie-satellietbeelden (< 50cm-resolutie), van dieren die overdag weiden. Hiermee is het goed mogelijk om op bedrijfsniveau een uitspraak te doen of er wel of geen weidegang plaatsvindt. Daarbij is nog wel toestemming nodig om de bestaande registratie van gebruikspcelen voor subsidies en mestwetgeving ook voor weidegang te gebruiken.

De centrale onderzoeksvraag was echter in hoeverre is het mogelijk is om beweiding plaats- en tijdspecifiek (minimaal op uurbasis) met behulp van satellietbeelden te detecteren. Helaas moeten we constateren dat een adequate en betrouwbare weidegangregistratie op dag- of uurbasis niet mogelijk is met de huidige stand der techniek rondom satellietbeelden.

Literatuur

- Bruggen, C. van, A. Bannink, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, L.A. Lagerwerf, H.H. Luesink, G.L. Velthof & J. Vonk (2020). Emissies naar lucht uit de landbouw, 1990-2018. Berekeningen met het model NEMA. Wageningen, WOT Natuur & Milieu, WOt-technical report 178. 224 p.; 25 tab.; 8 figs.; 74 ref.; 32 bijl. <https://edepot.wur.nl/521575>
- Bruggen, C. van, 2019 en 2020. Persoonlijke mededelingen, binnen de werkgroep Dataverbetering Beweiden.
- Everdingen, W. van, 2021. Persoonlijke mededelingen.
- Holshof, Gertjan, Ingrid van Dixhoorn, Bert Philipsen, Joop van der Werf, 2020. *Pilot Grasopname: Ervaringen met het genereren en gebruiken van dagelijks kengetal grasopname in de praktijk; Rapportage seizoen 2019*. Wageningen Livestock Research, Openbaar Rapport 1247, <https://edepot.wur.nl/520569>.
- Hoving, I.E., G. Holshof, M. Stienezen en G. Roerink, 2019. Test grasgroeivoorspelling in de praktijk. Resultaten modelmatige schatting drogestofopbrengst en ruw eiwitgehalte. Wageningen Livestock Research, Rapport 1251, <https://edepot.wur.nl/529454>
- Schils, René, Ingrid van Dixhoorn, Nick van Eekeren, Nyncke Hoekstra, Gertjan Holshof, Idse Hoving, Cindy Klootwijk, Bert Philipsen, Kees van Reenen, Leon Şebek, Marcia Stienezen, Marry van den Top, Joop van der Werf, Ronald Zom. Bouwstenen beweiding – Wageningen University and Research & Louis Bolk Instituut, December 2019. <https://edepot.wur.nl/475891>
- Sutton, M.A., Dragosits, U., Geels, C., Gyldenkerne, S., Misselbrook, T.H. (2015). Review on the scientific underpinning of calculation of ammonia emission and deposition in the Netherlands <https://edepot.wur.nl/357694>

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

Wageningen Environmental Research
Rapport 3088
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, 6.800 medewerkers (6.000 fte) en 12.900 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 0000
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, 6.800 medewerkers (6.000 fte) en 12.900 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.

