Louis Bolk Instituut

In samenwerking met

KENNIS TRANSFER CENTRUM Zegveld

WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH

Adaptief weiden in het veenweidegebied - kurzrasen en roterend standweiden

Systeemproef naar effect van beweidingssysteem en intensiteit op gras- en melkproductie, draagkracht en biodiversiteit

Nyncke Hoekstra, Martine Bruinenberg,
Karel van Houwelingen, Gertjan Holshof

© 2022 Louis Bolk Instituut

Adaptief weiden in het veenweidegebied - kurzrasen en roterend standweiden - Systeemproef naar effect van beweidingssysteem en intensiteit op gras- en melkproductie, draagkracht en biodiversiteit

Nyncke Hoekstra[1], Martine Bruinenberg[1], Karel van Houwelingen[2], Gertjan Holshof[3]

[1] *Louis Bolk Instituut* [2] *KTC Zegveld* [3] *Wageningen Livestock Research*

Publicatienummer 2022-023 LbD

45 pagina's

Deze publicatie is beschikbaar via
www.louisbolk.nl/publicaties

www.louisbolk.nl
info@louisbolk.nl
T 0343 523 860
Kosterijland 3-5
3981 AJ Bunnik
@LouisBolk

Louis Bolk Instituut: Onderzoek en advies ter bevordering van duurzame landbouw, voeding en gezondheid

Voorwoord

Deze proef is uitgevoerd in het kader van drie verschillende projecten: Adaptief weiden in het Veenweidegebied (onderdeel van Proeftuin Trots op Krimpenerwaard), Amazing Grazing 2, en Winst & Weidevogels.

Dank aan Alice Blok, Brechtje de Haas en Carmen Versteeg voor hun hulp bij het plaatsen van de insectenvallen en het tellen en determineren van de insecten. Dank aan Pedro Jansen en Yordi Hidskes, Hans Dullaert en Riekje Bruinenberg voor hulp bij veld en labwerk. Daarnaast dank aan de medewerkers van KTC Zegveld voor hun inzet bij het runnen van de beweidingssystemen en uitvoeren van grasland en diermetingen.

Inhoud

Samenvatting **7**

Summary **8**

1 Inleiding **9**

1.1 Achtergrond 9
1.2 Doelstelling 9

2 Onderzoeksopzet **11**

2.1 Proefopzet 11
2.2 Beweidingssysteem 12

3 Materiaal en methode **14**

3.1 Grashoogte en grasproductie 14
3.2 Dierlijke productie 14
3.3 N balans 15
3.4 Bodem en zodemetingen 16
3.5 Biodiversiteit 17
3.6 Statistische analyse 18

4 Resultaten **19**

4.1 Weersomstandigheden 19
4.2 Grasproductie 19
4.3 Dierlijke productie 21
4.4 N balans 26
4.5 Draagkracht en zode 27
4.6 Biodiversiteit 32

5 Discussie **35**

5.1 Productie 35
5.2 N balans 38
5.3 Robuustheid: draagkracht en droogteresistentie 39
5.4 Biodiversiteit 40

6 Conclusies **44**

Literatuur **45**

Samenvatting

Weidende koeien kenmerken het Nederlandse landschap en weidegang levert een bijdrage aan het natuurlijke graasgedrag van de koe. Bij keuze en inrichting van beweidingssysteem spelen naast gras en melkopbrengst ook andere doelstellingen zoals draagkracht, praktische bedrijfsomstandigheden (arbeidsgemak en inspanning, perceelsindeling, bodemtype), N balans en biodiversiteit een rol. Met name op het gebied van gras en melkopbrengst is (de laatste jaren) al veel onderzoek verricht, en is relatief veel informatie beschikbaar. Andere hierboven genoemde doelstellingen zijn nog onderbelicht. In dit rapport doen we een eerste aanzet om ook hier meer informatie over te verkrijgen, zodat ook deze doelstellingen een rol kunnen gaan spelen in de keuze van het beweidingssysteem.
In 2018 is op KTC Zegveld een systeemproef uitgevoerd om de beweidingssystemen kurzrasen (KR) en roterend standweiden (RSW) met elkaar te vergelijken bij twee veebezettingen. Bij de hoge veebezetting werd een deel van de koeien bijgevoerd met krachtvoer met een negatief OEB niveau. Er zijn metingen gedaan aan grasproductie, dierlijke productie en N balans, draagkracht en zode en biodiversiteit. Onderstaande bevindingen zijn gebaseerd op één locatie en één meetjaar.

- In 2018 was de grasproductie hoger voor RSW dan KR. Deze hogere grasproductie resulteerde niet in een hogere melkproductie uit weidegras: Door de hoger voederwaarde en de lagere beweidingsverliezen bij KR t.o.v. RSW was de melkproductie uit gras hoger voor KR.
- Een hogere intensiteit (hogere krachtvoer en ruwvoer bijvoeding) resulteerde in een hogere productie per koe en per ha. Echter, de benutting van weidegras (en van krachtvoer) was lager terwijl de N verliezen hoger waren.
- Lager OEB niveau van het krachtvoer had geen negatief effect op de melkproductie, en kan worden gebruikt om het relatief hoge eiwitgehalte in (kurzrasen) veenweidegras te compenseren en daarmee tevens de import van eiwit van buiten het bedrijf te verkleinen en N benutting te vergroten.
- De hogere zodedichtheid bij KR had een positief effect op de draagkracht, maar in het droge jaar 2018 had dit geen effect op de benutting van het grasland voor weidegang.
- De hogere grashoogte bij RSW ten opzichte van KR en van Ext t.o.v. Int, resulteerde in meer insecten. Bij KR werden minder regenwormen gevonden (met name strooiselbewoners) wat mogelijk gerelateerd is aan de lagere beweidingsverliezen bij dit systeem en daarmee minder beschikbaar organisch materiaal.
- De hogere voedselbeschikbaarheid voor weidevogelkuikens en adulten in combinatie met meer dekkingsmogelijkheden in het hogere gras met meer bossen maken RSW potentieel meer geschikt voor weidevogelbeheer dan KR.

Summary

Grazing cows are an important component in landscape in the Netherlands and grazing contributes to the well-being of cows., In addition to grass and milk production, also other objectives such as load bearing capacity, practical farm conditions (labour, field layout, soil type), N balance and biodiversity play a role, when choosing or designing a grazing system. Particularly in relation to grass and milk production a lot of research has been carried out (recently), resulting in a large amount of available information. Other objectives mentioned above have received much less attention. In the report, we make a start with obtaining information on these objective, so that these can also play an increasingly important role in the choice of grazing system.

At KTC Zegveld, in 2018, a system experiment was carried out in which the grazing systems kurzrasen (KR) and rotational stocked grazing (RSW) were compared at two levels of cattle density. At the high cattle density level, half of the cows were fed with concentrates with a negative OEB (rumen degradable protein balance) level. Grass production, animal production, N balance, load bearing capacity of the sward and biodiversity measurements were carried out throughout the grazing season of 2018. The results below relate therefor to one year and one location only.

- In 2018, grass production was higher for RSW compared to KR. However, this increased production did not result in a higher milk production from grazed grass. In contrast, as a result of the higher nutritional value and the lower grazing losses of the KR sward compared to RSW, the milk production from grazed grass was higher for KR.
- A higher intensity (higher level of concentrate and roughage feeding in stable) resulted in a higher milk production per cow and per ha. However, the utilisation of grazed grass was lower, and N losses were higher.
- A lower OEB level in concentrate did not negatively affect the milk production, and can therefore be applied as a tool to compensate for the relatively high protein levels in (KR) peat meadow grass and reduce the input of protein from outside the farm and increase the N utilisation.
- The higher sward density for KR positively affected the load bearing capacity, however, in the relatively dry 2018, this did not affect the utilisation (e.g. nr of grazing days) of grassland
- The taller sward height of RSW compared to KR and of Ext compared to Int, resulted in a higher number of insects (sticky traps and pitfall traps). Additionally, less earthworms were found for KR, which may be related to the lower grazing losses and diminished availability of fresh organic matter in this system.
- The higher food availability for meadow birds and their chicks, combined with the higher availability of cover and shelter in the taller grass and grass surrounding dung pats make RSW a more suitable grazing system for meadow bird conservation compared to KR.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Weidende koeien kenmerken het Nederlandse landschap en weidegang levert een bijdrage aan het natuurlijke graasgedrag van de koe. De laatste jaren daalde het aantal melkveehouderijen dat aan weidegang doet, maar sinds 2015 geeft het convenant weidegang een impuls aan weidegang om deze trend te keren (Voortgangsrapportage convenant weidegang, 2021).

Beweiding heeft grote invloed (zowel positief als negatief) op milieu (plus: minder ammoniakemissie, CO_2, energieverbruik en methaan emissie; min: meer nitraatuitspoeling, denitrificatie, lachgasemissie, N en P verliezen), op diergezondheid en welzijn (plus: natuurlijke gedrag en gezondheidsaspecten), op gras en melkproductie (min: lager en meer variabel) en kosten en arbeid (plus: lager) (van den Pol *et al*., 2002). Hoe groot deze effecten zijn, is in hoge mate afhankelijk van de inpassing van beweiding in het bedrijf en de keuze van beweidingssysteem. De laatste jaren is er weer opnieuw ingezet op beweidingsonderzoek (Amazing Grazing). Hierbij wordt echter nadrukkelijk ingezet op intensieve systemen en ligt de focus op de productie.

De inzet hier is om invulling te geven aan beweiding als onderdeel van een adaptief melkveebedrijf. Door het benutten van natuurlijke processen en functionele biodiversiteit in bodem, gras, koe en bedrijf, vermindert de afhankelijkheid van externe middelen en vangt het systeem zelf de risico's op van onder andere klimaatfluctuaties, ziekten en plagen.

1.2 Doelstelling

In 2016 en 2017 zijn er op KTC Zegveld (ZV) beweidingsproeven uitgevoerd waarin kurzrasen en strip-grazen met elkaar zijn vergeleken bij twee eiwit niveaus in het rantsoen (Hoekstra *et al.*, 2019, 2020). Hieruit bleek dat percelen waarop kurzrasen werd toegepast een hogere zodedichtheid en een hogere draagkracht hadden, terwijl de droge stofopbrengst juist hoger was bij strip-grazen. Echter, in tegenstelling tot onze verwachtingen was het verschil in melkproductie uit weidegras tussen de beide systemen minimaal. Het project is daarom in 2018 voortgezet met een nieuwe beweidingsproef op KTC Zegveld, in een samenwerkingsverband tussen de projecten Adaptief weiden (Proeftuin Krimpenerwaard), Amazing Grazing 2.0 en Winst en Weidevogels. Het overkoepelende doel van deze proef was het ontwikkelen van optimale beweidingssystemen met het oog op verschillende ecosysteemdiensten, variërend van melkproductie (uit weidegras) tot draagkracht, arbeidsgemak en biodiversiteit.

In dit kader is ervoor gekozen om in een systeemproef de beweidingssystemen kurzrasen en roterend standweiden (RSW) met elkaar te vergelijken. Kurzrasen is een nog relatief onbekend systeem in Nederland dat potentieel veel voordelen biedt met name in het veenweidegebied door het vergroten van de draagkracht (zeer hoge zodedichtheid) en de hoge smakelijkheid en grasbenutting. Roterend standweiden is de basis voor Nieuw Nederlands

Weiden (NNW) dat met name vanuit Stichting Weidegang breed wordt uitgerold als een gebruiksvriendelijk beweidingssysteem.
Beide beweidingssystemen zijn bij twee veebezettingen uitgevoerd, aangezien bij een lagere veebezetting mogelijk ruimte gecreëerd kan worden voor een betere afstemming tussen beweiding en de behoeften van weidevogels (rust, fourageermogelijkheden en dekking). Een tweede doelstelling die hiermee behaald kan worden is het verhogen van de melkproductie uit weidegras.

2 Onderzoeksopzet

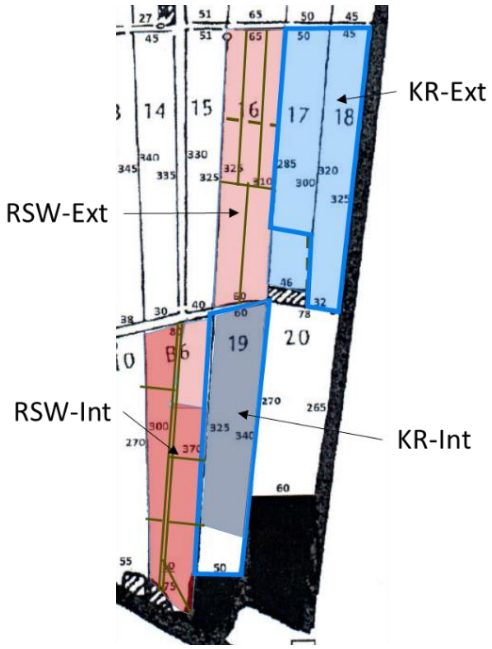
2.1 Proefopzet

De proef bestond uit vier beweidingssystemen: Kurzrasen en roterend standweiden bij hoge veebezetting (7,5 GVE / ha) en lage veebezetting (5 GVE / ha) op de huiskavel.
Om de lage veebezetting te realiseren is het areaal van de twee groepen met lage veebezetting vergroot, bij een gelijk aantal koeien. De groepsgrootte was 12 koeien per groep bij een oppervlakte van 1,6 ha voor de hoge veebezetting en 2,4 ha voor de lage veebezetting. Iedere groep bestond uit 4 Jersey koeien en 8 HF koeien. Dit resulteerde in een totale oppervlakte van 8 ha en 48 koeien voor de 4 systeembehandelingen. De Kurzrasen systemen werden op kavels uitgevoerd waar in 2016 en 2017 ook kurzrasen heeft plaatsgevonden, om hierbij gebruik te maken van de dichte zode die gedurende deze jaren is gecreeerd en ook het inzicht in het lange termijn effect op bodem en beworteling te vergroten.
Voor roterend standweiden zijn twee kavels van elk 2 ha gebruikt en de beweidingsblokken van de hoge en lage veebezetting zijn over deze twee kavels verdeeld om zo een zo gelijk mogelijke uitgangspositie te creëren (zie beschrijving roterend standweiden).
De beoogde ruwvoeropname was 15 kg per koe per dag, een combinatie van weidegras en kuilvoer op stal.

Tabel 1. Overzicht opzet weidesystemen

	Kurzrasen		**Roterend standweiden**	
	Extensief	Intensief	Extensief	Intensief
Veebezetting (GVE / ha)*	5	7,5	5	7,5
Krachtvoergift (kg / koe / dag)	4	7	4	7
Areaal (ha)	2,4	1,6	2,4	1,6
Weideseizoen – start	10/4 – 22/10	10/4 – 2/10	17/4 - 22/10	17/4 – 2/10

*Veebezetting op de huiskavel, dus exclusief veldkavel voor alleen voederwinning



Figuur 1. Plattegrond van de beweidingspercelen. Lichtblauw = Kurzrasen extensief, Grijs = kurzrasen intensief, Lichtrood = roterend standweiden extensief, donkerrood is roterend standweiden intensief. Blauwe lijnen geven het gebied aan waar in 2016 en 2017 ook kurzrasen is toegepast.

2.2 Beweidingssysteem

Kurzrasen

Bij kurzrasen was het streven om de grashoogte gedurende het hele weideseizoen tussen de 4 en 6 cm te houden. Dit werd gestuurd door het bijvoedingsniveau (met kuilgras) aan te passen. Het streven was om de kurzrasen koeien (deeltijd) naar buiten te sturen zodra het gras begon te groeien om op de gewenste streefhoogte blijven.

Roterend standweiden

Bij roterend standweiden is het beweidingsareaal opgedeeld in 6 gelijke percelen, waarbij de koeien dagelijks een nieuw perceel aangeboden kregen. Het doel was om de grashoogte steeds tussen de 8 en 11 cm te houden. Er wordt vanaf 7 mei tot eind juni telkens minimaal 1 perceel uit de rotatie genomen om te maaien voor het creëren van etgroen, zodat de percelen smakelijk blijven. Het streven is om voor eind juni alle percelen een keer gemaaid te hebben. Afhankelijk van de grasgroei, werd het bijvoedingsniveau aangepast, of een extra perceel tijdelijk uit de rotatie genomen om te maaien, zodat de beoogde ruwvoeropname van 15 kg droge stof (ds) per koe per dag kon worden gerealiseerd.

Tijdstip beweiding

Er is gekozen voor overdag weiden. Als er geen ruwvoerbijvoeding op stal nodig was gingen de koeien dag en nacht naar buiten.

Maaien

Maaien stond in dienst van beweiden en de weideresten werden gemaaid voor voederwinning naar inzicht. Zowel de resten die gemaaid werden voor voederwinning, als de onbruikbare resten die na maaien afgevoerd zijn, werden gewogen op de weegbrug.

Bemesting

De bemesting was 30 m^3 drijfmest (eenmalig in het voorjaar) en 115 kg N uit KAS in voorjaar, plus 80 kg N uit KAS in mei.

Bijvoeding

Alle koeien werden bijgevoerd met graskuil. Naast graskuil werd er 7 kg krachtvoer per koe per dag bijgevoerd op het intensieve systeem, en 4 kg per koe per dag op het extensieve systeem. De ruwvoergift (graskuil) in de stal werd aangepast op basis van het actuele weidegrasaanbod en de behoefte.

Het OEB niveau van het gevoerde krachtvoer was negatief (-175) om te compenseren voor eiwitrijk weidegras. Op de intensieve systemen werden de helft van de koeien bijgevoerd met krachtvoer met een OEB niveau van 0. Er werden geen aanvullende bijproducten bijgevoerd.

Duur van het weideseizoen

Voor kurzrasen startte het weideseizoen op 10 april en voor roterend standweiden op 17 april 2018. Voor de extensieve systemen liepen de metingen en het weideseizoen tot 22 oktober (vanwege gebrek aan draagkracht en grasgroei), terwijl de intensieve systemen op 2 oktober werden beëindigd. Op deze manier werd het meest productieve deel van het weideseizoen, en de belangrijkste periode met betrekking tot weidevogelbeheer voor alle systemen meegenomen, terwijl voor de extensieve systemen nog steeds een totaalbeeld van het hele seizoen bepaald kon worden, inclusief de mogelijkheid tot het maximaliseren van het weideseizoen.

3 Materiaal en methode

3.1 Grashoogte en grasproductie

Grashoogte werd op alle percelen wekelijks gemeten met Jenquip plate meter. De grasgroei op de beweide percelen werd wekelijks bepaald door het meten van de toename van de grashoogte onder graskooien (vier kooien per systeem). De toename in grashoogte werd omgerekend naar drogestof toename per ha per dag op basis van kalibratie metingen uitgevoerd in het voorjaar, zomer en najaar van 2016 en 2017 (Hoekstra *et al.*, 2019) met een gemiddelde omrekeningsfactor van cm naar kg ds ha^{-1} van 210 kg ds ha^{-1} cm^{-1}.
Al het gemaaide gras (ruwvoerwinning op percelen die (tijdelijk) niet werden beweid en gemaaide weideresten) werd afgevoerd en gewogen en er werd een monster genomen voor bepaling van het droge stofgehalte en de voederwaarde.
Op basis van de wekelijkse grasgroei van de beweide percelen en de droge stofopbrengst van de gemaaide delen werd de grasproductie per hectare van de systemen berekend.
Bij RSW werd wekelijks en bij KR eens per twee weken een monster voor voederwaardebepaling genomen. Bij het nemen van deze plukmonsters werd het graaspatroon zo goed mogelijk nagebootst. Grasmonsters werden gedroogd op 70 °C en voederwaarde analyse is uitgevoerd door Eurofins.
In oktober werd de botanische samenstelling bepaald door middel van een visuele kartering op perceels niveau.

Om meer inzicht te krijgen in eventuele productieverschillen tussen de verschillende percelen, onafhankelijk van de mogelijke effecten van het toegepaste beweidingssysteem, werden in elk van de vier systemen afgerasterde maaiplots binnen de weidepercelen aangelegd (n=2). Deze plots waren 2,5 bij 8 m, en werden vier keer per jaar geoogst met een Haldrup, waarna de opbrengst en droge stofgehalte werd bepaald. Het bemestingsniveau was 250 kg N per ha, in de vorm van KAS verdeel over de eerste drie snedes.

3.2 Dierlijke productie

De melkproductie werd dagelijks gemeten voor alle koeien en de melkgehaltes werden driewekelijks bepaald. De koeien werden maandelijks gewogen (op twee achtereenvolgende dagen) en de body conditie score (BCS) werd visueel vastgesteld. De geproduceerde meetmelk (vet en eiwit gecorrigeerde melk: FPCM) en de VEM- behoefte van de koeien werden met de volgende formules berekend (Hoekstra et al., 2021).
Meetmelk (FPCM) = Melkproductie × (0.337 + 0.116 × %vet + 0.06 × %eiwit)
De totale VEM behoefte (VEM_{Req}) is de som van de VEM-behoefte voor onderhoud en melkproductie (VEM_{MM}), beweiding (VEM_G), gewichtsverandering (VEM_{LWC}) en dracht (VEM_P) en jeugdgroei (VEM_{YG}) en wordt als volgt berekend:
VEM_{MM} = (42.4 × $gewicht^{0.75}$ + 442 × FPCM) × (1 + (FPCM-15) × 0.00165) + 42.2 × $gewicht^{0.75}$ × 0.19505

VEM_G = (42.4 × gewicht$^{0.7}$) × (1 − 15 × 0.00165) × 0.2 VEM_{LWC} = 4480 VEM per kg live weight loss and 5600 VEM per kg live weight gain.

VEM_P = 0.025 ×W_{Kalf} × ((0.0201 × Exp(−0.0000576 × DP) × (Exp((151.7 − 151.64 × Exp(−0.0000576 × D_P)))) × 1000 / 6.9) / 0.15 × 0.6

waar W_{Kalf} = verwacht kalf gewicht bij geboorte (33 kg voor J and 44 kg voor HF), and D_P = dagen drachtig (days pregnant)

VEM_{YG} = 660 and 330 VEM dag^{-1} for HF in lactatie 1 and 2; 400 and 200 VEM dag^{-1} for J in lactatie 1 and 2.

Het percentage van FPCM uit weidegras ($FPCM_{WG}$) is als volgt berekend:

$\%FPCM_{WG}$ = (1 − (VEM_{Sup_Con} + VEM_{Sup_silage}) / VEM_{Req}) × 100%

waar VEM_{Sup_Con} and VEM_{Sup_silage} de VEM opname in krachtvoer en ruwvoer (kuilvoer) weergeeft. Ruwvoergift werd alleen bijgehouden op systeemniveau. Er werd aangenomen dat het koeras en het eiwitniveau in de bijvoeding geen effect hadden op de ruwvoeropname, terwijl met name van koeras wel verwacht kan worden dat the ruwvoeropname lager is. Verschillen in behoefte en opname tussen Jerseys en HF's worden indirect al meegenomen in de berekening van de VEM-behoefte door de lagere lichaamsgewichten, lagere melkproductie en hogere gehaltes in de melk.

De aanname dat koeras en eiwitniveau van bijvoeding geen effect hebben op de ruvoeropname, moet in het oog worden gehouden bij de interpretatie van het effect van eiwitniveau en koeras op het $\%FPCM_{WG}$ en gerelateerde parameters.

De grasopname in tijdens beweiding werd berekend obv dierproductie:

Grasopname (kg dag^{-1}) = FPCM × $\%FPCM_{WG}$ / VEM_{conc_gras}

waar VEM_{conc_gras} is het VEM gehalte van het beweide gras zoals bepaald tijdens de tweewelijkse bemonstering (zie boven).

De totale melkproductie uit beweiding per ha werd berekend door de gemiddelde meetmelkproductie (kg melk dag^{-1} koe^{-1}) te vermenigvuldigen met het $\%FPCM_{WG}$, het aantal dieren en gedeeld door de oppervlakte.

Melkproductie (FPCM) ha^{-1} = (FPCM dier^{-1} * $\%FPCM_{WG}$ * #dieren) / # ha beweidingsoppervlakte

Op dezelfde manier werd de totaal geschatte drogestofopname uit weidegras per ha berekend voor ieder systeem.

DS ha^{-1} = grasopname dier^{-1} * #dieren / #ha beweidingsoppervlakte

3.3 N balans

Om inzicht te krijgen in de N balans van de verschillende beweidingssystemen worden de volgende kenmerken berekend middels de volgende formules en uitgedrukt in kg per ha:

N input (kg N / ha) = N uit drijfmest +N kunstmest + N krachtvoer + N kuilvoer.

N output = N in afgevoerd gras + N in melkproductie + N in gewichtsverandering, waarbij aangenomen is dat er 0,0302 kg N / kg gewichtsverandering zit).

N verlies (kg N / ha) = N input- N output

Nitrogen Use efficiency (NUE) = N output / N input x 100%

N footprint = N verlies / ton melk

Daarnaast werd ook de N benutting op dierniveau berekend (N output in melk gedeeld door de N opname in krachtvoer, ruwvoer en vers gras)

3.4 Bodem en zodemetingen

Om het effect van beweidingssysteem op de zode en bodemkwaliteit te monitoren, zijn in elk van de vier systemen twee monitorveldjes van 5 x 5 m uitgezet. Alle verdere bodem en grasmetingen zijn in deze monitorveldjes uitgevoerd om zo de vergelijkbaarheid tussen de verschillende bemonsteringen te optimaliseren.
Er waren in totaal vijf meetmomenten: de nulmeting op 3 april, gedurende het beweidingsseizoen op 29 mei, 16 juli en 18 september, en de eindmeting op 5 november. Sommige variabelen werden tijdens elke periode gemeten (bijvoorbeeld draagkracht en droge stofge-

Tabel 2: overzicht van methodes voor bodem en gewasmetingen in de 5 x 5 m monitoringsveldjes

Meting	Methode	Frequentie
Draagkracht	Analoge penetrometer (Eijkelkamp) met conus diameter van 5.0 cm^2, 10 metingen per veldje	R1-R5
Beworteling	Worteldichtheid op 10 en 20 cm diepte: 2 meetvlakken van 10 x 10 cm per veldje	R1 en R5
Bodemstructuur	Structuur beoordelen 0-10 cm en 10-20 cm. 2 plaggen van 20 x 20 x 20 cm per veldje	R5
Zodedichtheid	pointquadratmethode: bedekkingsgraad op grondniveau op 10 plekken per veldje	R1-R5
Indringingsweerstand	Elektronische penetrometer (Eijkelkamp) met een diameter van 2.0 cm^2, 10 metingen per veldje op 0-80 cm	R1 en R5
Insporing	Cm insporing in bodem met vallende "koeienpoot" (Figuur 2). Kegel van 8 kg met diameter van 68 cm vanaf 60 cm hoogte op de zode laten vallen en insporing (cm) in de bodem meten.	R1 en R5
Zodesterkte	Trekkracht (shear vane strength) meter (Turf-Tec USA), 10 metingen per veldje om de roterende trek weerstand van de zode in Nm te bepalen	R1 en R5
Waterinfiltratie	PVC pijp 15 cm hoogte in de bodem tot 10 cm diepte, voeg 500 mL water toe en houd met stopwatch tijd nodig voor infiltratie bij 3 metingen per veldje	R1 en R5
Bodemvochtgehalte en temperatuur	20 steken met grondboor 0-10 cm, drogen op 70°C	R1-R5
	Decagon bodemtemperatuur en vochtsensoren op 10 en 20 cm diepte op 4 locaties voor metingen per uur).	continu op 4 veldjes
	Bodemtemperatuur met i-buttons op 10 en 20 cm	continu
Bodemanalyse	Bodemmonster met graslandboor 0-10 cm, analyse door Eurofins	R1

halte) andere alleen tijdens de nulmeting en de eindmeting (beworteling en bodemstructuur, waterinfiltratie). In Tabel 2 volgt een overzicht van de gebruikte methoden voor de bodem en gewasmetingen en de frequentie van bemonstering.
Om een beter beeld te krijgen van het verloop in bodemtemperatuur en vochtgehalte over de tijd zijn in april 2016 in 4 monitorveldjes Decagon temperatuur en bodemvochtsensoren geïnstalleerd op 10 en 20 cm diepte. Daarnaast werden in juli i-buttons temperatuursensoren in alle 8 monitorveldjes op 10 en 20 cm diepte geplaatst om een meer representatief beeld van de percelen te krijgen.

Figuur 2: a) met de zogenaamde koeienpootmethode wordt de insporing of indeuking van de grond gesimuleerd die op zou treden bij betreding (Janssen, Hoekstra and van Eekeren, no date); b) waterinfiltratiemeting

3.5 Biodiversiteit

Wormen

In april 2018 zijn in alle monitoringsveldjes twee plaggen van 20 x 20 x 20 cm gestoken. De wormen in deze plaggen zijn geteld en gedetermineerd tot op soort.

Vliegende insecten: Plakvallen

Vliegende insecten werden gemonitord met behulp van gele plakvallen (10 x 25 cm, Horticoop) gedurende twee rondes (15 mei en 5 juni) van 48 uur elk. In de extensieve systemen werden zes plakvallen per ronde geplaatst, in de intensieve systemen 4 plakvallen. De vallen werden met behulp van twee stokjes op 3 cm hoogte vanaf de grond geplaatst, gericht op het zuiden. Het gras rondom de vallen werd geknipt, zodat het niet tegen de vallen aan kon plakken. Op percelen waar gedurende de meetperiode geweid werd, werden de plakvallen geplaatst onder graskooien.
Alle insecten werden geteld en verdeeld in 4 grootte klassen < 1mm, 1-4 mm, 4-12 mm en > 12 mm. Individuen kleiner 1mm werden alleen geïdentificeerd als insect of spin, omdat ze te klein waren voor een goede determinatie. Alle andere individuen werden geïdentificeerd op orde niveau: Diptera, Coleoptera, Hymenoptera, Hemiptera, Odonata, Lepidoptera, Orthoptera, Araneae. Daarnaast werden individuen groten dan 4 mm van de orde Diptera, Coleoptera en Hymenoptera geïdentificeerd op familieniveau.

Tijdens het plaatsen van de plakvallen werd de grashoogte rondom de vallen gemeten met een Jenquip folding plate meter (zes metingen per plakval).

Kruipende insecten – Potvallen

Kruipende insecten werden gemeten met behulp van potvallen in de grond. De potvallen bestonden uit plastic bekers met een diameter van 7,5 cm en een diepte van 10 cm die in de grond werden geplaatst (rand gelijk aan de bodemoppervlak) en werden bedekt met een dakje (petrischaal op 3 stokjes). De vallen werden gevuld met een zout/zeep oplossing en werden gedurende twee rondes (15 mei en 7 juni) van elk zeven dagen geplaatst. In elk systeem werden vier vallen geplaatst op 1 m van de plakvallen. Alle invertebraten werden geteld en verdeeld in vier grootteklasses: < 4mm, 4-10 mm en > 10 mm. Individuen werden geïdentificeerd op orde niveau: Diptera, Coleoptera, Hymenoptera, Hemiptera, Psocoptera, Araneae, Mesostigmata, Haplotaxida (*Lumbricidae*), of op klasse niveau: Chilopoda, Diplopoda, Collembola, Gastropoda.

Figuur 3. plakval en potval (met en zonder dakje)

3.6 Statistische analyse

Alle data zijn geanalyseerd in R versie 4.2.1 (R Core Team 2022).

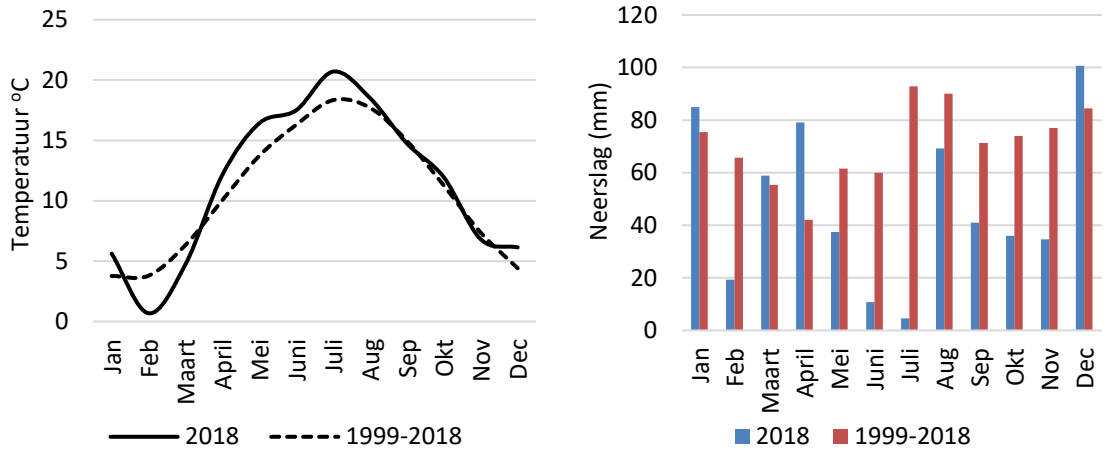
Voor resultaten op dierniveau (gemiddeld over het gehele seizoen) werd het volgende ANOVA model gebruikt: Systeem (KR en RSW) x Intensiteit (Ext en Int) x Ras x OEB (OEB-negatief en OEB-nul).

Voor bodemvariabelen werden eerst de gemiddelden per proefveldje uitgerekend en getest met het model Systeem x Periode (rekening houdend met repeated measures in verschillende periodes). Correlatie tussen draagkracht en bodem en zode factoren werd berekend op basis van de Pearsons correlatie coëfficiënt en de bijbehorende significanties.

4 Resultaten

4.1 Weersomstandigheden

In 2018 was er sprake van een koud voorjaar (februari en maart), gevolgd door een zeer droge en warme zomer en een droog najaar (Figuur 4). De totale neerslag in 2018 was slechts 577 mm, ten opzichte van 850 mm gemiddeld in de periode 1999-2018.



Figuur 4. Verloop van gemiddelde maandelijkse temperatuur en neerslag gedurende 2018 ten opzichte van het langjarig gemiddelde (periode 1999-2018)

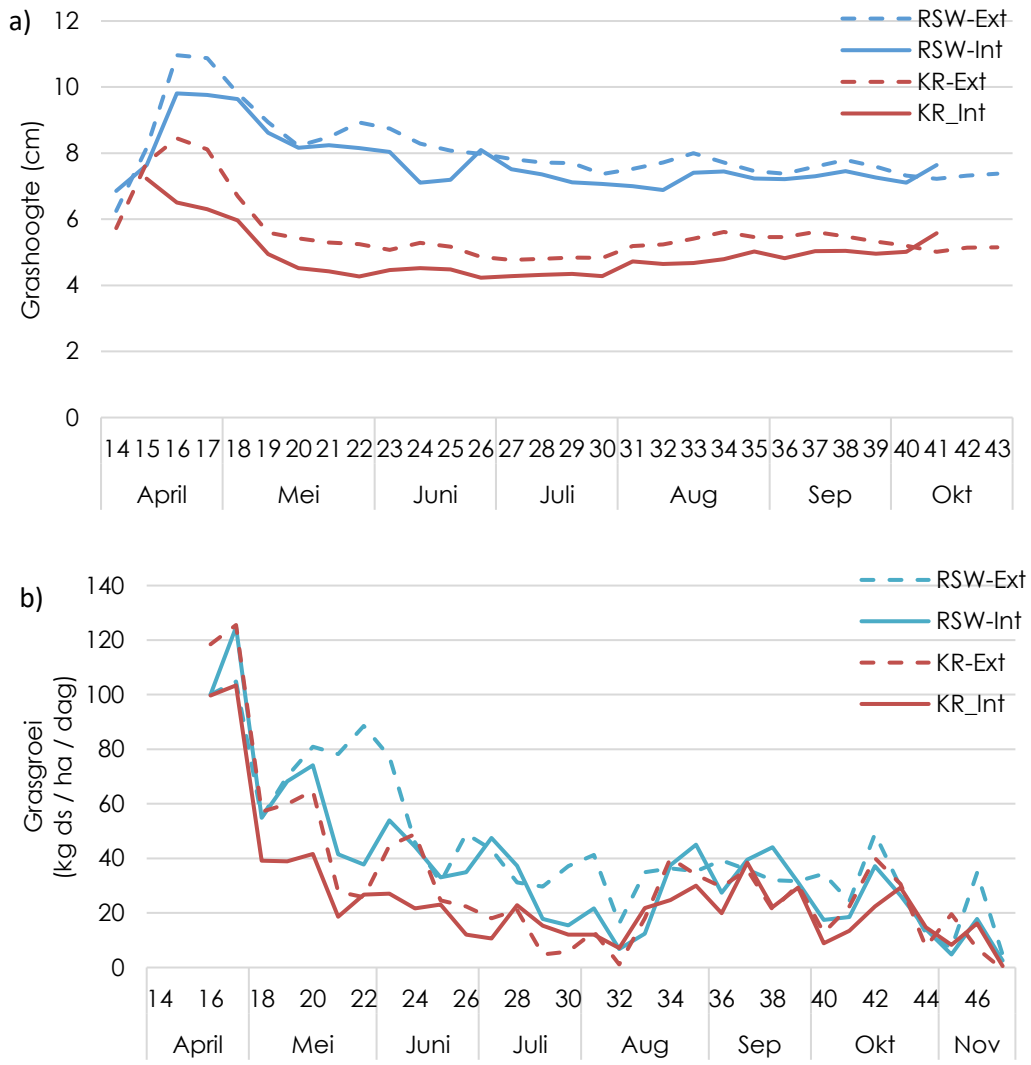
4.2 Grasproductie

4.2.1 Grashoogte

In april was de gemiddelde grashoogte bij kurzrasen met 6 tot ruim 8 cm aan de hoge kant, maar in mei was de grashoogte bij kurzrasen steeds tussen 4 en 6 cm, zoals beoogd (Figuur 5a). Bij RSW steeg de grashoogte in april tot ruim 10 cm, maar nam geleidelijk af tot ongeveer 7 cm. Dat is lager dan de streefwaarde, en mede het gevolg van de droogte in de zomerperiode. Voor beide systemen was de grashoogte bij intensieve beweiding lager dan bij extensieve beweiding.

4.2.2 Grasgroei weidepercelen

De grasgroei op de weidepercelen (bepaald met behulp van graskooien), varieerde van 120 kg drogestof per ha per dag eind april tot minder dan 20 kg ds /ha/dag begin augustus en november (Figuur 5b). De cumulatieve grasopbrengst op basis van deze gegevens was gemiddeld hoger voor RSW dan KR (9,1 en 5,7 ton ds / ha) en hoger voor extensief dan intensief (8,6 en 7,1 ton ds / ha, Tabel 3).



Figuur 5. a) De wekelijkse grashoogte gemeten met grashoogtemeter en b) de wekelijkse grasgroei gemeten onder graskooien voor de vier beweidingssystemen (RSW = roterend standweiden, KR = kurzrasen, Ext = extensief, Int = intensief, zie Tabel 1 voor meer informatie.

4.2.3 Grasgroei maaiveldjes

De grasopbrengst op de gemaaide proefveldjes binnen de systemen was gemiddeld 9,6 ton DS / ha en hier was geen significant verschil tussen de beweidingssystemen. Wel was de opbrengst van RSW-extensief relatief hoog en die van RSW-intensief relatief laag. Deze opbrengst is een indicatie van de potentiële productie van deze percelen, ongeacht beweidingssysteem, maar meer gerelateerd aan perceelsgeschiedenis (inclusief bemesting) of bodemeigenschappen.

De productie gemeten onder de graskooien was gemiddeld 20% lager dan de maai proefveldjes. Het verschil tussen de potentiële en werkelijke productie was groter bij kurzrasen dan bij RSW (33% en 7%) en groter bij intensieve dan bij extensieve beweiding (24% en 17%). De droge stofopbrengst van het gemaaide en afgevoerde gras op de vier systemen varieerde van 0 kg DS per ha voor KR-Int tot 893 kg DS per ha voor KR-Ext (Tabel 3).

Tabel 3. De gemiddelde cumulatieve grasproductie (kg DS / ha) gebaseerd op wekelijkse grashoogtemetingen onder graskooien (indicatie van grasproductie onder beweiding) en de grasopbrengst van gemaaide proefveldjes (indicatie van potentiële grasproductie, sd tussen haakjes) en de opbrengst van gemaaid (en afgevoerd) gras van de beweidingspercelen.

Systeem		Kooien	Maai proefveldjes	Opbrengst gemaaid (en afgevoerd)
KR	**Ext**	7,2	9,7 (0,80)	894
KR	**Int**	5,8	9,8 (0,92)	0
RSW	**Ext**	9,9	11,0 (0,46)	699
RSW	**Int**	8,3	8,7 (0,43)	208

4.2.4 Voederwaarde

De VEM (voeder eenheid melk), DVE (darm verteerbaar eiwit), OEB (onbestendig eiwit balans) VCOS (verteerbaarheid coëfficiënt organische stof) en ruw eiwit (RE) waren iets hoger voor KR ten opzichte van RSW, maar dit verschil was klein en niet significant (Tabel 4). Wel waren de celwanden (NDF, ADF en ADL) significant lager voor KR en suiker significant hoger

Tabel 4. De gemiddelde voederwaarde (g / kg DS) van wekelijkse weidegras monsters van kurzrasen (KR) en roterend standweiden (RWS) bij lage (Ext) en hoge (Int) beweidingsintensiteit.

	KR		RSW		KR	RSW	% verandering	P-waarde*			
	Ext	**Int**	**Ext**	**Int**			**tov RSW**	BI	Sys	W	Sys x W
VEM	929	957	916	920	943	918	3%	ns	ns	***	ns
DVE	95	99	93	89	97	91	7%	ns	ns	***	ns
OEB	67	76	70	59	72	64	11%	ns	ns	***	ns
VCOS	78,4	80,3	77,3	77,9	79,3	77,2	3%	ns	ns	***	ns
Ruw eiwit	237	244	239	223	240	231	4%	ns	ns	***	ns
Ruwe celstof	201	197	219	228	**199**	**224**	-11%	ns	*	***	***
Suiker	112	107	86	95	**109**	**91**	21%	ns	**0,07**	***	*
NDF	497	486	517	520	**492**	**518**	-5%	ns	*	***	***
ADF	233	228	258	256	**230**	**257**	-11%	0,1	***	***	**
ADL	27	27	28	27	**27**	**27**	-2%	0,1	***	***	**

P-waarde voor het effect van BI (beweidingintensiteit Ext vs Int), Sys (systeem, KR vs RSW) en meetweek (W). ns = niet significant, * <0,05; ** < 0,01; * < 0,001.*

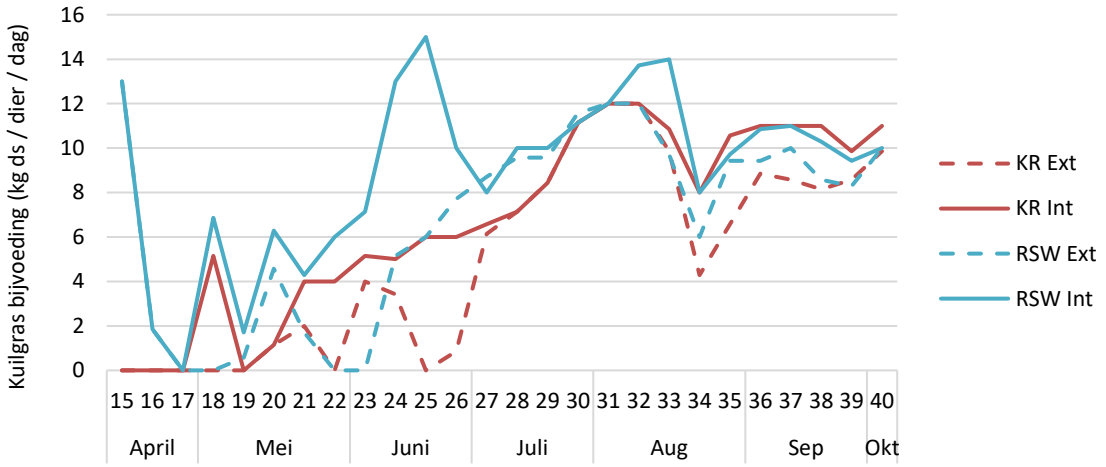
4.3 Dierlijke productie

4.3.1 Voeropname

Beweidingssysteem: De krachtvoergift was gemiddeld 5,5 kg per koe per dag. De kuilvoer opname varieerde van 0 op momenten dat de grasgroei ruim voldoende was, tot ruim 14 kg drogestof per koe per dag op dagen dat de koeien waren opgestald (Figuur 6). De gemiddelde ruwvoerbijvoeding was 6,4 kg per koe per dag voor KR en 8,0 kg drogestof per koe per dag voor RSW, een toename van 25% (Tabel 5). De opname van weidegras (gebaseerd op de VEM balans, zie 3.2) was 7 kg voor KR en 6 kg ds per koe per dag voor RSW, een afname van 14% ($P < 0,05$).

Intensiteit: De krachtvoergift was gemiddeld 4.1 kg per koe per dag voor de extensieve systemen en 6,9 kg voor de intensieve systemen (Tabel 5). De ruwvoerbijvoeding was 27% lager

bij de extensieve systemen ten opzichte van de intensieve systemen (Tabel 5). De opname van weidegras was 8,4 kg voor Ext en 4,6 kg voor Int, een afname van bijna 50 % (P < 0,001).
Koeras en OEB-niveau: De krachtvoergift was iets lager voor J dan HF koeien (5,2 en 5,7 kg per koe per dag, Tabel 6) en er was geen verschil tussen de OEB groepen. We kunnen geen goede inschatting maken van het effect van koeras en OEB-niveau op de ruwvoeropname en weidegrasopname, aangezien dit per systeem bepaald werd.



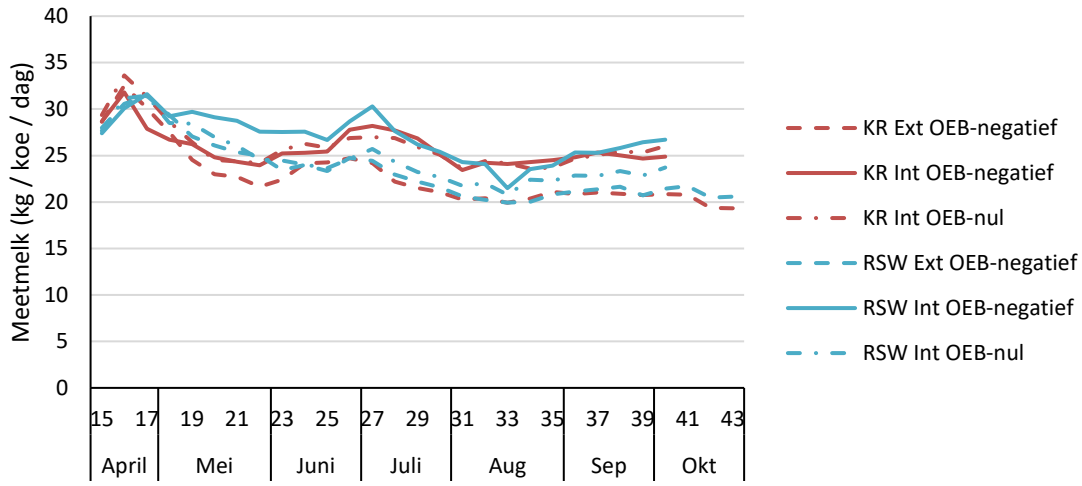
Figuur 6. Wekelijkse kuilgrasbijvoeding (kg ds / dier / dag) voor de vier beweidingssystemen (RSW = roterend standweiden, KR = kurzrasen, Ext = extensief, Int = intensief, zie Tabel 1 voor meer informatie.

4.3.2 Melkproductie

Beweidingssysteem: De gemiddelde melkproductie was 22,9 kg per koe per dag en er was geen significant effect van beweidingssysteem (Tabel 5). Het eiwitgehalte in de melk was 3,6 %, het vetgehalte 4,6 % en de meetmelkproductie (FPCM) was 24,7 kg per koe per dag voor beide systemen (Figuur 7). Het melk ureumgetal was gemiddeld 31,1 voor KR en 26,4 voor RSW, een verschil van 15% (P<0,001). Het aandeel van de melkproductie uit weidegras (gebaseerd op VEM berekeningen, zie 3.2) was 37% voor KR en 31% voor RSW, een relatief verschil van 17% (P < 0,001).
Intensiteit: De gemiddelde melkproductie was 22,0 kg per koe per dag voor de extensieve en 23,9 kg per koe per dag en intensieve systemen (gemiddeld over beweidingssysteem, en ras, bij negatief OEB niveau, Tabel 5). Dit verschil van 9% was net niet statistisch significant (P = 0,06). Er waren geen significante verschillen in eiwit- en vetgehalte, maar de meetmelk-productie was 11% hoger voor het intensieve ten opzichte van het extensieve systeem (P < 0,05). Het melkureumgetal was 16% lager voor het intensieve t.o.v. het extensieve systeem (P < 0,01). Het aandeel van de meetmelk uit weidegras was 45% voor Ext en 23% voor Int, een verschil van bijna 50% (P < 0,001).
Koeras: de gemiddelde melkproductie was 19,2 kg / koe / dag voor Jersey en 25,0 voor HF (P < 0,001; Tabel 6). Echter, vanwege de hogere gehaltes in de melk (Eiwit 4 % voor J en 3,5 % voor HF; Vet 5,5 % voor J en 4,1% voor HF) lag de meetmelkproductie een stuk dichter bij

elkaar (23,4 en 25,4 kg meetmelk / koe / dag voor Jersey en HF, P < 0,05). Er was geen effect van ras op het ureumgetal in de melk.

OEB-niveau: Er was geen significant effect van het OEB-niveau van het krachtvoer op melkproductie, melkgehaltes en meetmelkproductie. Alleen het ureumgetal in de melk was 9% hoger voor OEB-nul ten opzichte van OEB-negatief (toename van 9%, P = 0,06).



Figuur 7. De wekelijkse meetmelkproductie (FPCM) in kg per koe per dag voor beweidingssystemen (RSW = roterend standweiden, KR = kurzrasen) bij extensief (ext) en intensief (Int) beheer met een negatief of neutraal OEB niveau van het krachtvoer, zie Tabel 1 voor meer informatie.

Tabel 5. Het effect van beweidingssysteem (KR = Kurzrasen en RSW = roterend standweiden), Intensiteit (Ext = extensief, Int = intensief) in de periode van 16 april tot 29 september 2018. % geeft de verandering t.o.v. eerste kolom weer (dus bv (RSW-KR)/KR))

	Beweidingssysteem						Intensiteit*					
	KR		RSW		%	P-waarde	Ext		Int		%	P-waarde
Krachtvoer (kg / koe / dag)	5.5	(1.6)	5.6	(1.5)	1%		4.1	(0.7)	6.9	(0.7)	68%	
Bijvoeding (kg / koe / dag)	6.4	(1.2)	8.0	(1.2)	25%	***	6.1	(0.7)	8.3	(1.2)	37%	***
Weidegras (kg ds / koe / d)	7.0	(2.9)	6.0	(2.4)	-14%	*	8.4	(2.2)	4.6	(2)	-46%	***
Melkproductie (kg / koe / d)	22.5	(4.4)	23.3	(4.2)	4%	ns	22.0	(3.6)	23.9	(5.3)	9%	0.06
% Eiwit	3.6	(0.3)	3.6	(0.3)	0%	ns	3.6	(0.3)	3.7	(0.3)	3%	ns
% Vet	4.6	(0.9)	4.5	(0.8)	-3%	ns	4.6	(0.8)	4.5	(0.9)	-1%	ns
Ureumgetal	31.1	(4.5)	26.4	(3.7)	-15%	***	30.5	(4.9)	25.8	(3.6)	-16%	**
OEB (g / koe / d)	438	(169)	426	(165)	-3%	ns	504	(142)	282	(135)	-79%	***
DVE dekking	135%	(20)	132%	(20)	-2%	ns	140%	(20)	124%	(10)	-13%	**
FPCM (kg / koe / d)	24.5	(3.3)	24.8	(3.3)	1%	ns	23.5	(2.6)	26.1	(3.7)	11%	*
%FPCM_Weide	37%	(13)	31%	(11)	-17%	***	45%	(7)	23%	(8)	-48%	***
FPCM_weide	9.5	(3.4)	8.1	(2.9)	-15%	*	11.2	(2.1)	6.6	(2.7)	-41%	***
BCS start	2.7	(0.6)	2.5	(0.3)	-6%	ns	2.7	(0.4)	2.4	(0.6)	-10%	ns
BCS eind - start	-0.2	(0.6)	-0.1	(0.4)	-62%	ns	-0.3	(0.3)	0.2	(0.5)	226%	ns
Koegewicht start	514	(91)	498	(86)	-3%	ns	513.3	(92)	490.3	(88)	-5%	ns
Koegewicht eind - start	55	(37)	57	(76)	3%	ns	39.5	(64)	57.2	(56)	31%	0.09
Celgetal	131	(170)	173	(259)	32%	Int OEB x ras	106	(89)	173	(225)	63%	ns

gemiddelde voor OEB-negatief (dus exclusief OEB-nul). ns = niet significant, * <0,05; ** < 0,01; * < 0,001.*

Tabel 6. Het effect van koeras (HF = Holstein Frisian, J = Jersey) en OEB-niveau van krachtvoer (alleen voor Int) in de periode van 16 april tot 29 september 2018.

	Koeras						OEB-niveau					
	HF		J		%	P	OEB-negatief		OEB-nul		%	P
Krachtvoer (kg / koe / dag)	5.7	(1.6)	5.2	(1.4)	-9%		6.9	(0.7)	6.9	(0.7)	0%	
Melkproductie (kg / koe / d)	25.0	(3.7)	19.0	(2.2)	-24%	***	23.9	(5.3)	23.6	(4.1)	-1%	ns
% Eiwit	3.5	(0.2)	4.0	(0.2)	16%	***	3.7	(0.3)	3.6	(0.4)	-2%	ns
% Vet	4.1	(0.4)	5.5	(0.5)	36%	***	4.5	(0.9)	4.6	(0.8)	1%	ns
Ureumgetal	28.3	(5.1)	29.7	(3.7)	5%		25.8	(3.6)	28.2	(3.6)	9%	0,06
FPCM (kg / koe / d)	25.4	(3.7)	23.3	(1.7)	-8%	*	26.1	(3.7)	25.4	(3.2)	-3%	ns
Krachtvoer (OEB)	-128.5	(82.8)	-133.0	(58.9)	3%		-171.1	(48)	-15.9	(42)	-91%	**
OEB (g / koe / d)*							282	(134)	453	(122)	38%	**
DVE dekking*							124%	(10)	132%	(20)	7%	ns
BCS start	2.6	(0.5)	2.6	(0.5)	1%	ns	2.4	(0.6)	2.7	(0.6)	10%	ns
BCS eind - start	-0.2	(0.5)	-0.2	(0.6)	4%	ns	0.2	(0.5)	-0.4	(0.6)	154%	0.09
Koegewicht start	547.1	(65)	425.8	(76)	-28%	***	490.3	(88)	511.5	(83)	4%	ns
Koegewicht eind - start	71.0	(49)	16.9	(67)	-320%	ns	57.2	(56)	91.6	(34)	38%	ns
Celgetal	189.2	(260)	76.7	(38)	-59%	0.07	173.1	(225)	221.2	(343)	28%	sys x OEB

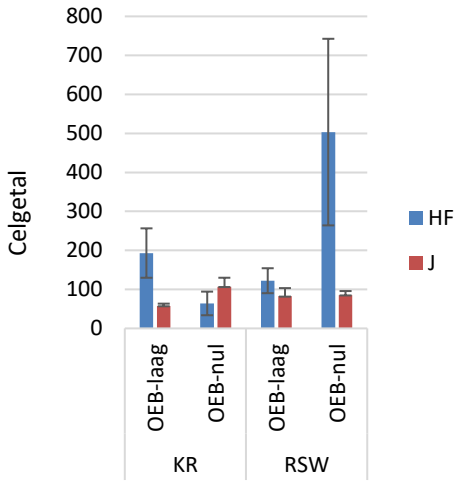
*OEB en DVE-dekking niet berekend, omdat dat sterk afhangt van de ruwvoeropname, en deze niet op ras-niveau bepaald is. ns = niet significant, * <0,05; ** < 0,01; *** < 0,001.

4.3.3 Gewicht en conditiescore

Het gemiddelde koegewicht aan de start van de beweidingsperiode was 547 kg voor HF en 425 kg voor J (Tabel 6). Gemiddeld was er een toename van 44 kg lichaamsgewicht gedurende het weideseizoen. Geen van de behandelingsfactoren hadden een effect op deze gewichtsverandering (Tabel 5 en 6). Alleen voor intensieve ten opzichte van extensieve systemen was er een trend voor een hogere gewichtstoename (57 kg voor Int en 40 kg voor Ext, P = 0.09).

De gemiddelde conditiescore aan de start van de beweidingsperiode was 2,5 voor alle groepen en er was geen significant effect van behandeling op de verandering in conditiescore gedurende het weideseizoen. Alleen voor OEB niveau was er een trend (P = 0,09) voor een lichte toename in BCS (0,2) voor OEB-negatief en een lichte afname (-0,4) voor OEB-nul (binnen het intensieve beweidingssysteem).

Het celgetal in de melk was gemiddeld 197 (Tabel 5 en 6). Bij KR OEB-negatief en RSW OEB-nul was het celgetal hoger voor HF dan voor J, terwijl er geen verschil was voor de andere behandelingen (significante interactie tussen koeras, beweidingssysteem en OEB-niveau, Figuur 8).



Figuur 8. Gemiddelde celgetal gedurende de weideperiode voor HF en J koeras in de KR en RSW beweidingssystemen bij OEB-negatief of OEB-nul niveau in het krachtvoer (gemiddeld over beide intensiteiten).

4.3.4 Systeemniveau

Beweidingssysteem: De meetmelkproductie in kg / ha was vergelijkbaar voor KR en RSW met gemiddeld 25,8 t / ha gedurende het weideseizoen (Tabel 7). Echter, bij RSW werd meer ruwvoer bijgevoerd op stal en als we kijken naar de meetmelkproductie uit weidegras (o.b.v. VEM-berekeningen) was deze 17% lager voor RSW ten opzichte van KR. De hoeveelheid geoogst ruwvoer of gemaaide weideresten waren vergelijkbaar voor beide systemen. De gemiddelde krachtvoergift per 100 kg (ongecorrigeerde) melk was 24 en vergelijkbaar voor beide systemen.

Intensiteit: De meetmelkproductie per ha was 40 % hoger voor het intensieve t.o.v. het extensieve systeem (Tabel 7), maar bij het intensieve systeem werd ook 37% meer ruwvoer en 60% meer krachtvoer bijgevoerd. De meetmelkproductie uit weidegras was dan ook 13%

lager voor het intensieve systeem. Dit wordt ook teruggezien in de gemiddelde krachtvoergift per 100 kg melk: deze was 19 voor Ext en 29 voor Int, een verschil van 35%.
Koeras en OEB-niveau: De effecten van koeras en OEB-niveau werden binnen de systemen getest (en ruwvoeropname niet apart bepaald) en kunnen daarom niet op systeemniveau worden uitgedrukt. De gemiddelde krachtvoergift per 100 kg melk was 17% lager voor HF (23) dan voor J (28). Er waren geen verschillen als gevolg van OEB-niveau.

Tabel 7. Het effect van beweidingssysteem (KR = Kurzrasen en RSW = roterend standweiden) en Intensiteit (Ext = extensief, Int = intensief) op de gemiddelde melk- en grasproductie per ha in de periode van 16 april tot 29 september 2018.

	Beweidingssysteem			**Intensiteit***		
	KR	RSW	**%**	Ext	Int	**%**
Meetmelkproductie (t / ha)	25.6	25.9	1%	20.5	34.1	40%
Meetmelkproductie uit weidegras (t / ha)	10.0	8.5	-17%	9.7	8.6	-13%
Bijvoeding ruwvoer (t ds / ha)	6.7	8.3	20%	5.3	10.9	51%
Krachtvoer (t ds / ha)	5.8	5.8	1%	3.6	9.0	60%
Gras afgevoerd (t ds / ha)	0.54	0.50		0.80	0.10	
Grasopname weide (t ds / ha)	7.3	6.3	-17%	7.3	6.0	-23%
Grasproductie totaal (opname weide + afgevoerd)	7.8	6.8	-16%	8.1	6.1	-34%
Krachtvoer / 100 kg melk	25	24	-3%	19	29	35%

4.4 N balans

Systeem: De N input was iets lager voor KR dan RSW als gevolg van de lagere aanvoer van ruwvoer (Tabel 8). De N output was vergelijkbaar voor beide systemen. Daardoor was het N verlies (kg N / ha) en de N footprint (N verlies / ton melk) iets hoger voor RSW dan KR, terwijl de N gebruik efficiëntie (NUE) iets lager was.

Tabel 8. Het effect van beweidingssysteem (KR = Kurzrasen en RSW = roterend standweiden), Intensiteit (Ext = extensief, Int = intensief) en OEB-niveau krachtvoer op de N input, N output en N balans (kg N / ha).

	Systeem*			**Intensiteit****			**OEB-niveau *****		
	KR	**RSW**		**Ext**	**Int**		**Negatief**	**Nul**	
N input (kg N / ha)	**456**	**508**		**355**	**595**		**595**	**625**	
Drijfmest	120	120		120	120		120	120	
Kunstmest	54	54		54	54		54	54	
Krachtvoer	119	122		58	169		169	198	
Kuilvoer	163	213		124	253		253	253	
N output (kg N / ha)	**158**	**162**		**131**	**194**		**194**	**183**	
Afgevoerd gras	12	12		22	3		3	3	
Melk	144	148		109	189		189	178	
Delta gewicht	10	10		6	13		13	20	
Verlies: Input - Output (kg / ha)	**289**	**337**		**218**	**390**		**402**	**442**	
N footprint (g N loss / ton melk)	**5.6**	**6.4**		**4.4**	**7.1**		**7.3**	**8.2**	
NUE (Output / Input, %)	**37%**	**34%**		**38%**	**34%**		**33%**	**29%**	
Dierniveau									
N opname	512	516	ns	525	491	ns	491	518	ns
N melk	131	135	**	125	144	ns	144	136	ns
N efficiëntie (melk / opname)	26%	27%	***	25%	30%	ns	30%	27%	*

**Gemiddeld over Int en Ext*
***Bij niveau OEB-negatief*
****Bij Int. Zie §3.3 voor berekening*

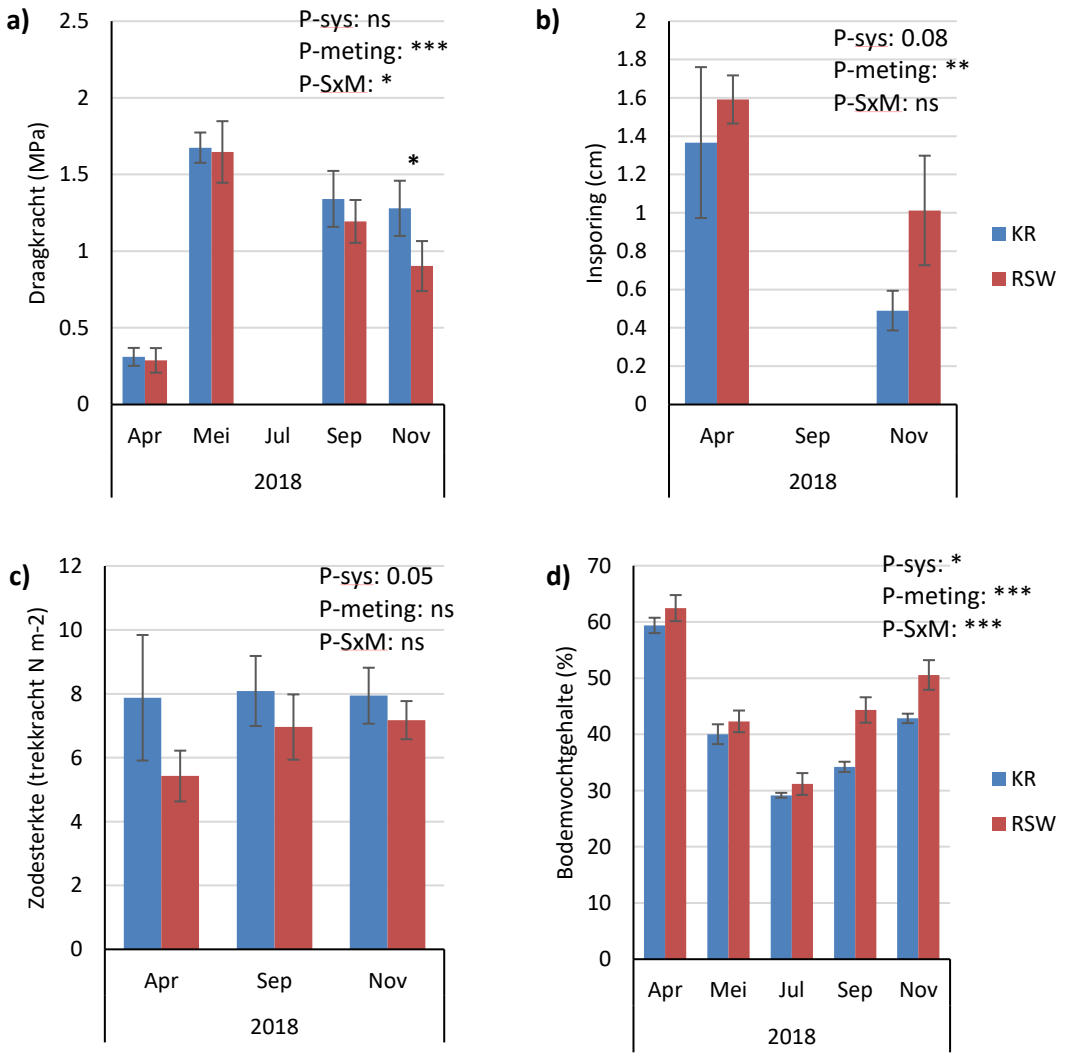
Intensiteit: Zowel de N input als N output waren hoger voor Int dan voor Ext (Tabel 8) en I het N-verlies en de N-footprint waren beide een stuk lager voor Ext dan Int. De NUE was iets hoger voor Ext dan Int (38% vs 34%).

OEB-niveau: Het lagere OEB niveau in krachtvoer, resulteerde in een iets lagere N input, terwijl de N output iets hoger was. Als gevolg daarvan was zowel het N-verlies als de N footprint lager voor OEB-negatief en de NUE iets hoger.

4.5 Draagkracht en zode

4.5.1 Draagkracht en bodemvocht

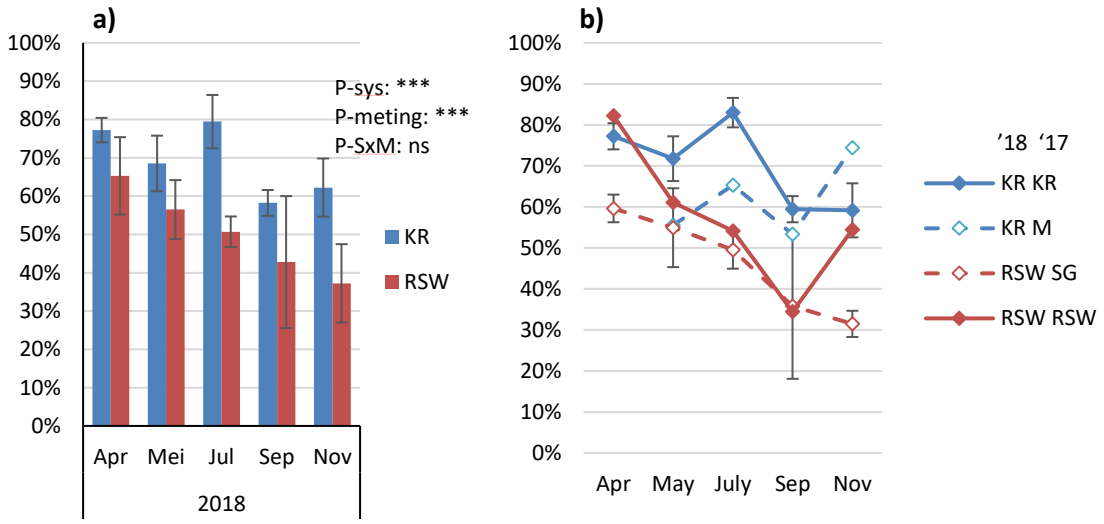
De draagkracht was gemiddeld hoger voor KR dan voor RSW, met name in het najaar (Figuur 9a). Zowel in het voor- als najaar was de insporing gemeten met de koeienpootmethode (Tabel 2) lager en de zodesterkte hoger voor KR dan RSW (Figuur 9b en 9c). Het bodemvochtgehalte was lager voor KR, met name in september (Figuur 9d).



Figuur 9. De a) draagkracht, b) insporing, c) zodesterkte en d) bodemvochtgehalte in de monitoring-plots op de kurzrasen (KR) en roterend standweiden (RSW) percelen gedurende de verschillende meetperiodes in 2018. Foutbalken = SE, n = 4.

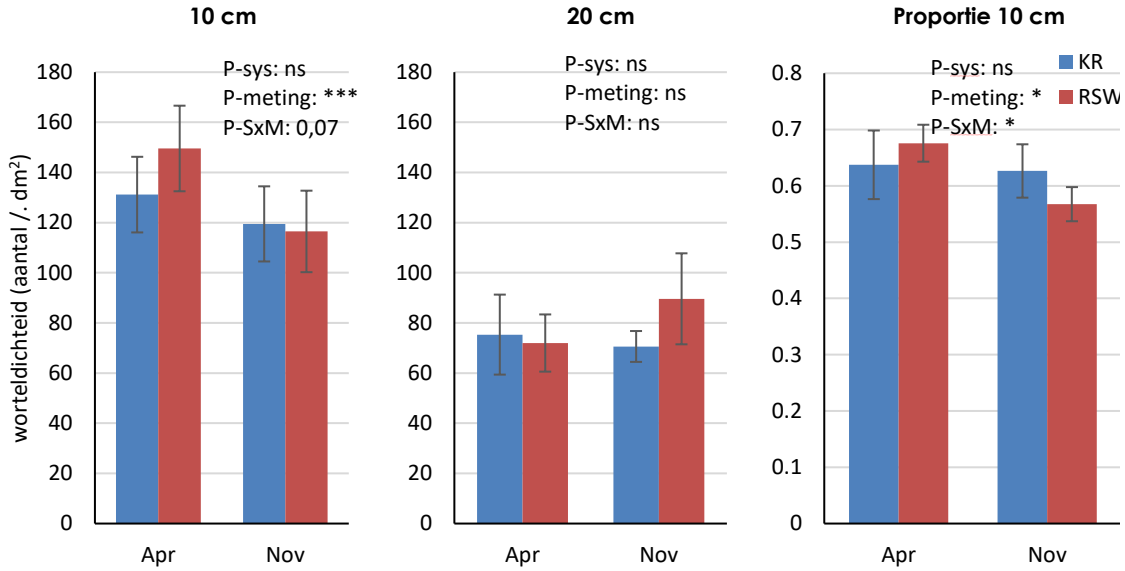
4.5.2 Zodedichtheid en worteldichtheid

De zodedichtheid was significant hoger voor KR dan RSW (Figuur 10a). Daarnaast was de zodedichtheid significant lager in september en november dan in de eerdere meetrondes. Dit is mogelijk gerelateerd aan het afsterven van grasspruiten gedurende de zomerdroogte. In Figuur 10b is het verloop van zodedichtheid gedurende het seizoen weergegeven voor percelen met verschillende voorgeschiedenis. De zodedichtheid van KR percelen die ook in 2017 al KR waren (KR KR) nam iets af (-23%) gedurende het seizoen, mogelijk als gevolg van droogte. De zodedichtheid van KR percelen die in 2017 gemaaid waren nam toe met 34%: dit geeft aan dat het verdichtende effect van KR op zodedichtheid heel snel gaat. De zodedichtheid op RSW percelen nam af met -47% (na stripgrazen in 2017) en -34% (na RSW in 2017). Dit lijkt erop te duiden dat het effect van droogte op zodedichtheid sterker was voor RSW dan KR.



Figuur 10. De zodedichtheid (% bedekking door gras op grondniveau bepaald met de point quadratmeter) van RSW en KR percelen gedurende de vijf meetrondes. B) verloop van zodedichtheid gerelateerd in 2018 ('18: KR = kurzrasen, RSW = roterend standweiden) aan de voorgeschiedenis van het perceel in 2017 ('17 = KR = kurzrasen, M = Maaien, SG = stripgrazen,, RSW = roterend standweiden).

Er waren geen significante verschillen in worteldichtheid tussen de systemen op 10 en 20 cm diepte gemeten in april en november (Figuur 11 a en b). Voor RSW nam de worteldichtheid af tussen april en november, met name op 10 cm diepte (trend P = 0,07), wat resulteerde in een afname in de proportie wortels op 10 cm. Voor KR was deze trend niet zichtbaar.

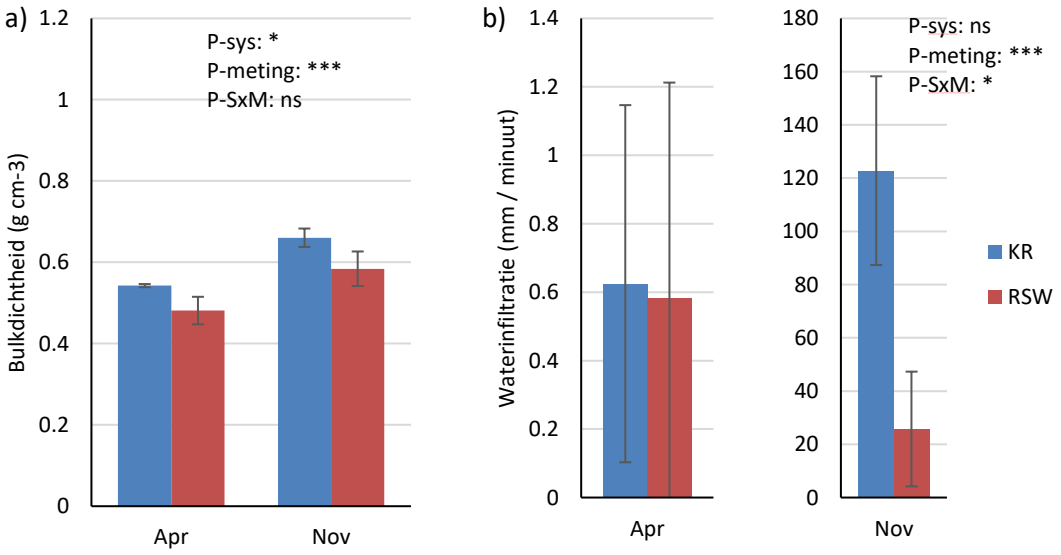


Figuur 11. Worteldichtheid in de monitoringplots op de kurzrasen (KR) en roterend standweiden (RSW) percelen op a) 10 cm diepte, b) 20 cm diepte en c) de proportie op 10 cm diepte gedurende april en november 2018. Foutbalken = SE, n = 4.

4.5.3 Bodemdichtheid en waterinfiltratie

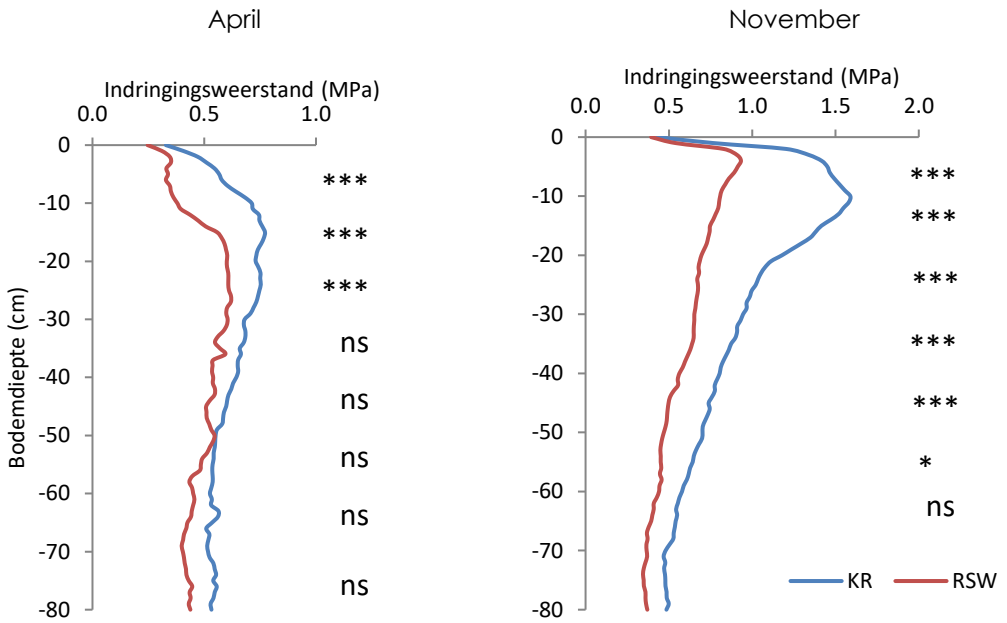
De bulkdichtheid op 5-10 cm diepte was hoger voor KR dan RSW (Figuur 12a) en hoger in november dan april. Dit is mogelijk gerelateerd aan het hogere bodemvochtgehalte in april, wat resulteert in het uitzetten van de veengrond.

De waterinfiltratiesnelheid was heel laag in april en onder deze natte condities waren er geen verschillen tussen de systemen. In november was de infiltratiesnelheid vele malen hoger dan in april, en een stuk hoger voor KR dan RSW.



Figuur 12. a) de bulkdichtheid en b) waterinfiltratiesnelheid in de monitoringplots op de kurzrasen (KR) en roterend standweiden (RSW) percelen gedurende april en november 2018. Foutbalken = SE, n = 4.

In april was de indringingsweerstand tot 30 cm diepte hoger voor KR dan RSW, en in november tot 60 cm diepte (Figuur 13). Daaronder was er geen verschil tussen beide systemen.

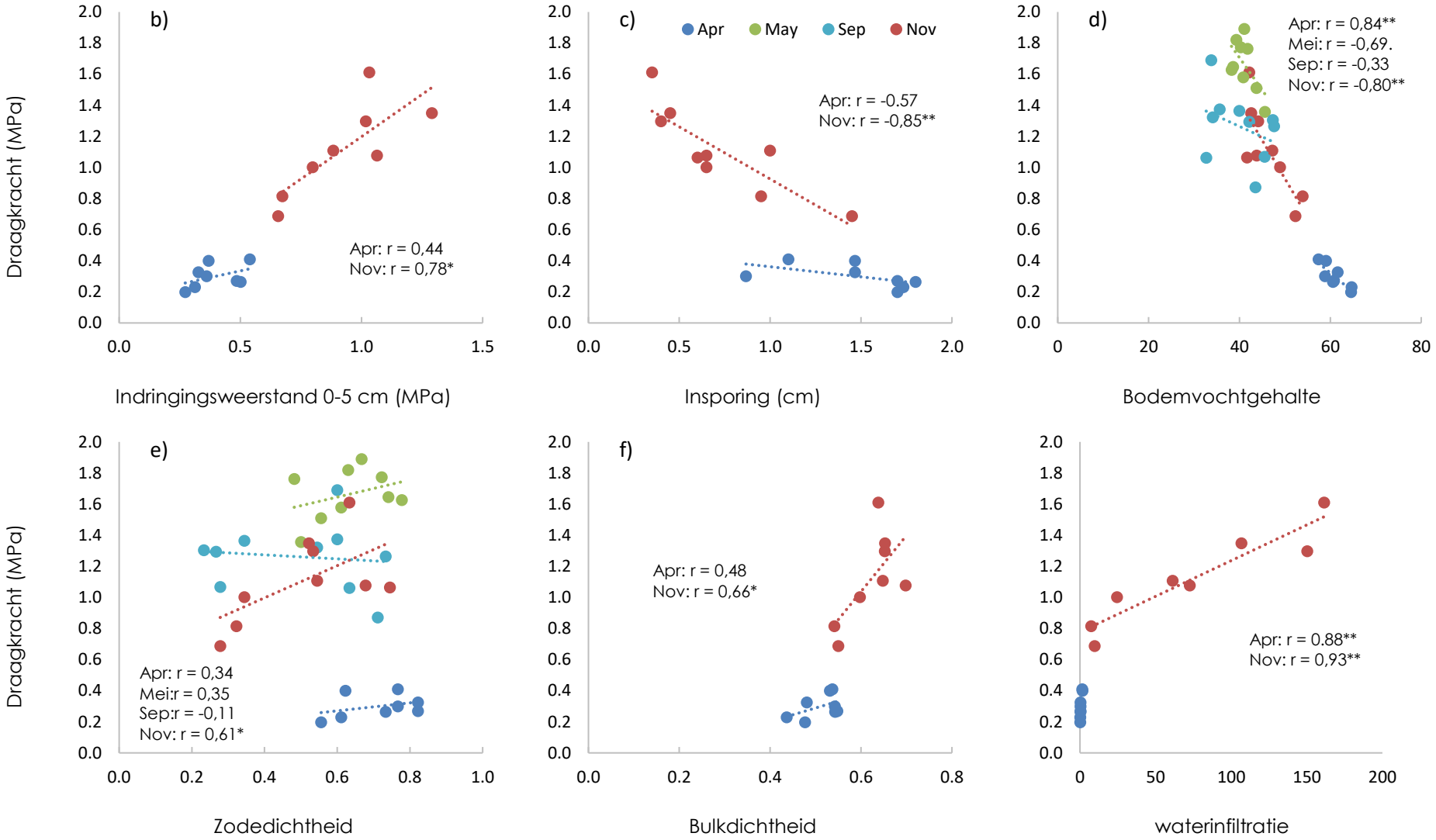


Figuur 13. De indringingsweerstand in de monitoringplots op de kurzrasen (KR) en roterend standweiden (RSW) percelen gedurende a) april en b) november 2018. Foutbalken = SE, n = 4.

4.5.4 Correlaties met draagkracht

Draagkracht wordt standaard gemeten met een penetrometer en uitgedrukt in MPa. Van de andere indicatoren voor draagkracht, was de zodesterkte slechts licht gecorreleerd met draagkracht (Figuur 14a), terwijl indringingsweerstand en insporing een sterke correlatie met draagkracht vertoonden, met name in november toen de spreiding in meetwaarden het grootste was (Figuur 14 b,c).

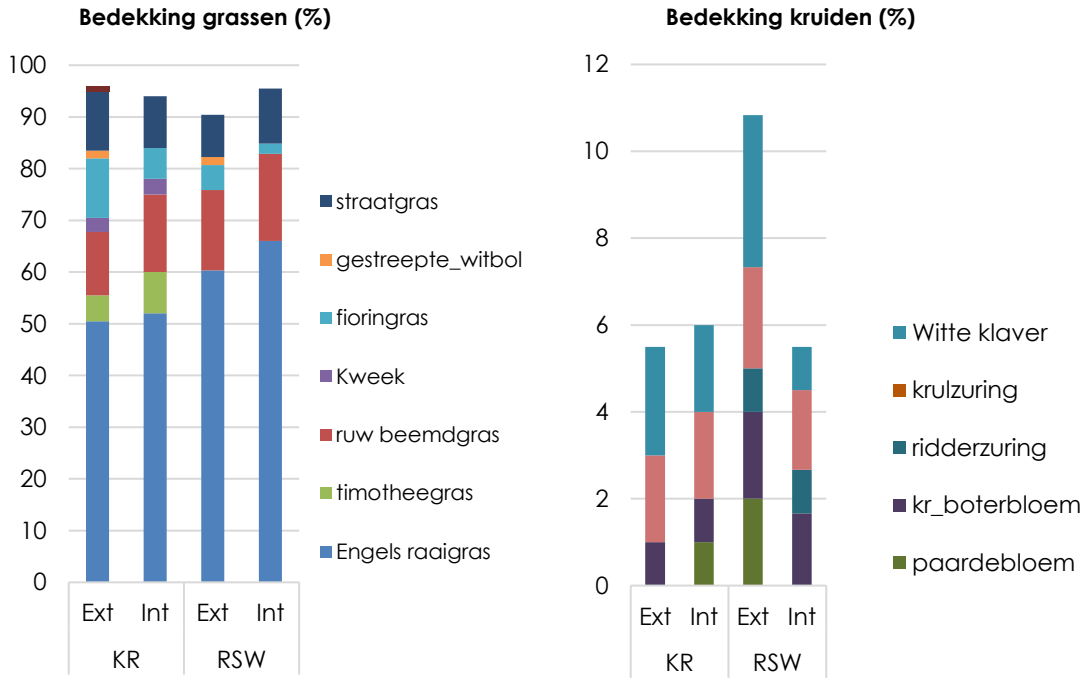
Daarnaast vertoonde draagkracht een sterk negatief verband met bodemvocht, en een positief verband met zodedichtheid (met name in november) en bulkdichtheid (Figuur 14 d-f) en waterinfiltratiesnelheid.



Figuur 14. Correlatie van draagkracht (MPa) met a) zodesterkte, b) indringingsweerstand 0-5 cm, insporing, bodemvochtgehalte, zodedichtheid en bulkdichtheid gedurende april (donkerblauw), mei (groen), september (lichtblauw) en November (Rood) 2018 .

4.6 Biodiversiteit

4.6.1 Botanisch

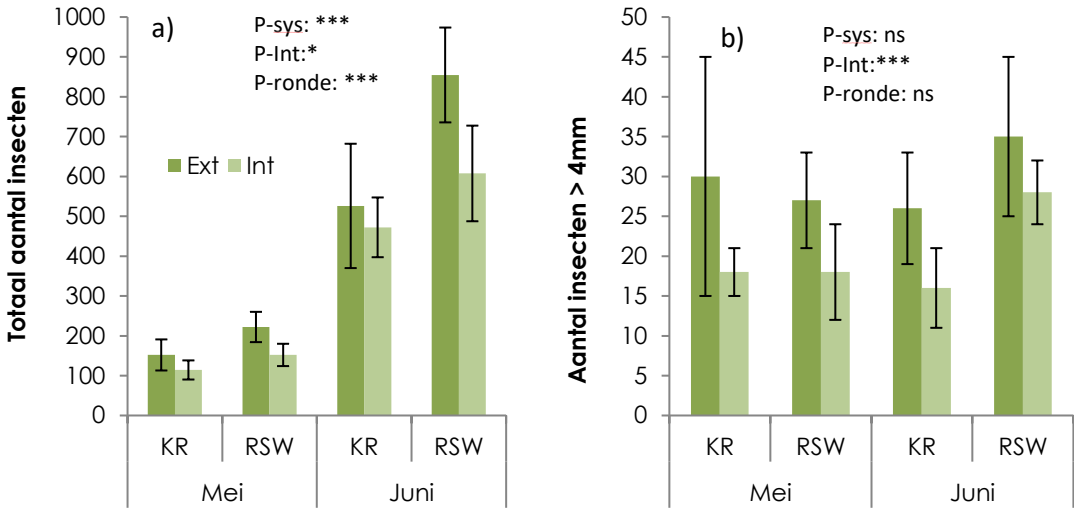


Figuur 15. Botanische samenstelling van de vier beweidingssystemen in oktober 2018

Het aandeel kruiden in oktober 2018 was hoger voor RSW Ext ten opzichte van de andere systemen, met name door het hogere aandeel paardenbloem, kruipende boterbloem, ridderzuring en witte klaver (Figuur 15). Echter, deze verschillen waren deels het resultaat van verschillen in botanische samenstelling voor aanvang van de proef. Opvallend is wel dat het aandeel ridderzuring bij KR consistent laag was (ook in voorgaande jaren). Ook timotheegras lijkt zich beter te handhaven onder KR tov RSW (SG) systemen. Gestreepte witbol kwam alleen voor in beide extensieve systemen.

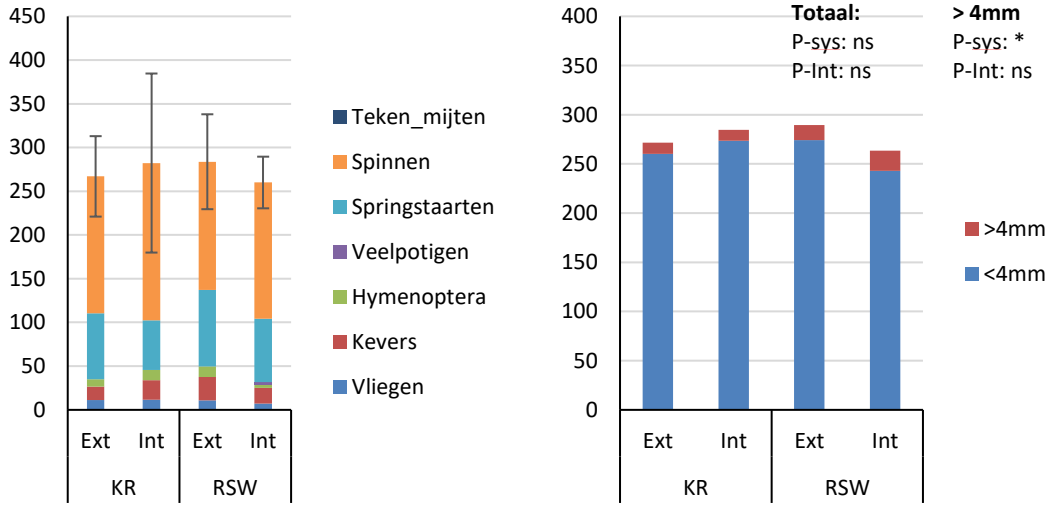
4.6.2 Insecten

Er was een duidelijke toename in het aantal vliegende insecten op de plakvallen in juni ten opzichte van mei (Figuur 16). Deze toename kwam vooral door een toename in het aantal kleine insecten (< 4mm). Het totaal aantal insecten was groter voor RSW dan KR, maar voor de grote insecten was er geen verschil tussen beide systemen. Er waren meer vliegende insecten (in beide grootteklassen in de extensieve dan intensieve systemen (Figuur 16). De vliegende insecten kwamen voor het grootste deel uit de orde diptera.



Figuur 16. Aantal vliegende insecten gemeten met plakvallen in de vier systemen gedurende meet-rondes in mei en juni. a) totaal aantal, b) insecten groter dan 4 mm.

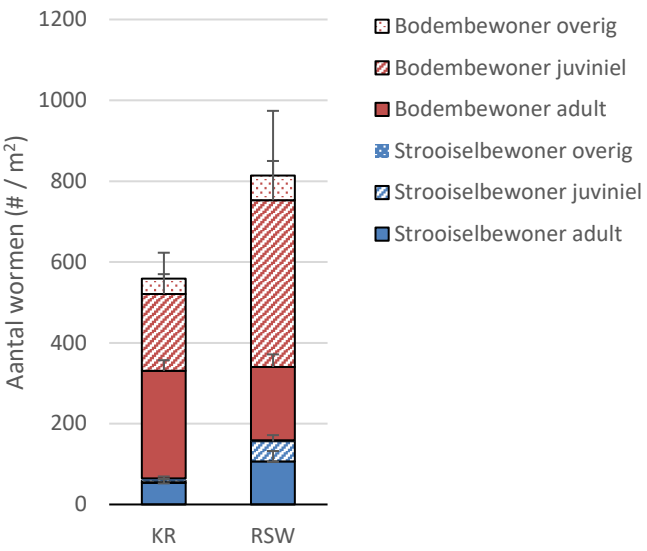
Het totaal aantal kruipende insecten gevangen met potvallen werd niet beïnvloed door beweidingssysteem of intensiteit (Figuur 17). Wel was er een kleine toename in het aantal grote insecten voor RSW ten opzichte van KR.



Figuur 17. Aantal insecten gevangen in potvallen in juni opgedeeld per a) soortgroep en b) grootte-klasse.

4.6.3 Regenwormen

Er waren meer wormen bij RSW dan bij KR voor alle groepen behalve adulte bodembewo-ners, maar dit verschil was alleen statistisch significant voor de juveniele strooiselbewoners en het totaal aantal strooiselbewoners ($P < 0,05$, Figuur 18). Er was geen effect van systeem op worm biomassa (gemiddeld 225 g / m^2)



Figuur 18. Aantal adulte, juveniele en overige bodembewoners en strooiselbewoners van de KR en RSW beweidingssystemen in april 2018 (n=8, gemiddeld over beweidingsintensiteit). Foutbalken geven standaardfout weer van de individuele groepen en het totaal aantal wormen (bovenste foutbalk).

5 Discussie

5.1 Productie

5.1.1 Grasproductie, voederwaarde en opname

Effect van beweidingssysteem:

De grasgroei op de weidepercelen gemeten met behulp van graskooien was 29% hoger was voor RSW dan voor KR (Tabel 3). Dit komt overeen met de verwachtingen op basis van internationale literatuur, die aangeeft dat de maximale grasopbrengst bereikt wordt door te begrazen in het 2-3 bladstadium met een stoppelhoogte van rond de 5 cm (Chapman et al., 2012; Lee et al., 2008). Vlak na beweiding, aan de start van een hergroeiperiode is er weinig bladmateriaal voor fotosynthese en is de groei grotendeels afhankelijk van de suikerreserves in de stoppel en de wortels.

Zodra er voldoende blad is gegroeid, vindt verdere groei plaats op basis van deze fotosynthese en kunnen de suikerreserves weer worden aangevuld (Donaghy and Fulkerson, 1997). Als er te vroeg wordt gemaaid of begraasd (voor het tweede bladstadium), zijn de suikerreserves nog niet aangevuld, hetgeen kan leiden tot uitputting van het gras (afsterven van spruiten) en interen op de wortels. Bij te laat beweiden (na het derde bladstadium) beginnen de oudste bladeren alweer af te sterven en gaat een deel van de groei verloren. Het effect van stoppelhoogte is gestoeld op dezelfde principes, waarbij een te lage stoppel leidt tot uitputting van de suikerreserves en mogelijk afsterven van spruiten, terwijl een te hoge stoppelhoogte leidt tot relatief grote verliezen door afsterven van oud materiaal. Kurzrasen zit met een bladstadium van 1 ver van het ideale stadium, RSW zit daar iets dichterbij, maar het oogststadium is vroeg t.o.v. bijvoorbeeld stripgrazen en omweiden. Daarentegen is de stoppelhoogte aan de hoge kant voor RSW. Enerzijds lijdt dit tot een relatief hoge hoeveelheid bladmateriaal voor fotosynthese, anderzijds zullen verliezen ook groter zijn.

Voor beide systemen geldt dat de productie van weidegras lager was dan de grasproductie in maaiplots (gemiddelde 9,6 ton ds / ha). Er was geen verschil tussen de systemen voor wat betreft de maaiplots, wat aangeeft dat de potentiële productie op de percelen bij gelijk beheer vergelijkbaar was (Tabel 3).

De voederwaarde van de weidegras monsters was hoger voor KR dan RSW, maar de verschillen waren minder groot dan verwacht. Er waren alleen significante verschillen in suikergehalte en de celwanden (ruwe celstof, NDF, ADF en ADL) (Tabel 4). De korte afgraashoogte bij KR en de zeer korte hergroeiperiode zorgen ervoor dat de het opgenomen materiaal voornamelijk bestaat uit zeer jonge bladspruiten met lage gehaltes aan celwanden. Verwacht zou worden dat ook het eiwitgehalte in dit korte, jonge gras van KR hoger zou zijn dan onder RSW. Verschillen in ruw eiwitgehalte waren echter niet significant. Echter, het representatief bemonsteren van opgenomen weidegras bij KR is lastig, omdat er weinig gras staat en er daardoor snel relatief te diep wordt bemonsterd (Hoekstra et al., 2019).

De berekende opname van weidegras (op basis van VEM-balans, Tabel 7) was gemiddeld 6,3 ton kg drogestof per ha voor RSW en 7,3 kg voor KR, een verschil van 17%. Dit is een verrassend resultaat, aangezien de grasgroei op de weidepercelen hoger was voor RSW. Wat hierbij opvalt is dat voor KR de opname hoger is dan de gemeten grasgroei, terwijl bij RSW het omgekeerde geldt. Er zijn een aantal mogelijke oorzaken die deze verschillen verklaren

- Ten eerste bevestigt dit het beeld dat er een betere benutting van weidegras is bij KR dan RSW. Dit is een combinatie van een lager aandeel bossen rond mestflatten (minder hoog en minder oppervlakte) en lagere beweidingsverliezen in het algemeen (minder vertrapping, weinig tot geen verliezen door afstervend bladmateriaal).

Daarnaast zijn er twee zaken die samenhangen met de meetmethodes:

- VEM-waarde van gras KR en RSW weide: De geanalyseerde VEM waarde van het opgenomen gras tijdens beweiding onder KR was lager dan verwacht en is dus mogelijk onderschat (vanwege lastige bemonstering, zie boven). Het gebruiken van deze lagere VEM-waarde in plaats van de werkelijke waarde van het opgenomen gras in de opnameberekening resulteert dan in een relatieve overschatting van de grasopname bij KR (meer kg droge stof nodig om aan VEM-behoefte te voldoen).
- Schatting groei: Het kan zijn dat de grasgroei van KR gemeten onder de graskooien onderschat wordt. Er zijn aanwijzingen dat er bij een lagere grashoogte sprake is van een hogere grasdichtheid per cm. Echter, de resultaten van de kalibratie gaven geen aanleiding om de gebruikte vergelijking aan te passen voor KR.

Effect van intensiteit:

De grasgroei op de beweide percelen was 21% lager op intensieve dan extensieve systemen. Dit komt deels door de lagere uitschaarhoogte in deze percelen, wat mogelijk leidt tot een vertraging in hergroei. Daarnaast was er ook een verschil in de opbrengst van de maaiplots (12% lager voor Int), wat aangeeft dat de potentiële productie bij gelijk beheer iets lager was op de intensieve systemen. Dit kan een combinatie zijn van bodemfactoren en botanische compositie. Er waren geen verschillen in voederwaarde.

De grasopname van weidegras (berekend op basis van VEM-balans) was lager bij de hoge beweidingsintensiteit dan bij lage intensiteit (-28%). Enerzijds weerspiegelt dat de verwachting dat grasopname lager is bij een hoger niveau van (krachtvoer) bijvoeding op stal. Daarnaast kan ook de genoemde lagere grasgroei een rol spelen: deze lagere grasopname is dus mogelijk niet alleen een gevolg van het systeem (hogere veebezetting, meer krachtvoer bij de hogere intensiteit), maar kan gedeeltelijk ook een gevolg zijn van de perceelsselectie.

5.1.2 Melkproductie

Beweidingssysteem:

In de huidige proef lag de meetmelkproductie voor KR en RSW gemiddeld op ongeveer hetzelfde niveau: 24,5 kg koe^{-1} dag^{-1} voor KR en 24,8 kg koe^{-1} dag^{-1} voor RSW. De krachtvoergift was gelijk voor beide systemen, maar het graskuil bijvoedingsniveau was lager voor

KR: 6,4 t.o.v. 8,0 kg DS koe^{-1} dag^{-1}. Op basis van de VEM aanbod in de vorm van krachtvoer en kuilgras is het percentage van de VEM behoefte voor melkproductie (inclusief onderhoud) uit weidegras berekend. De meetmelkproductie uit weidegras was 15% lager voor RSW dan KR. Dit bevestigt het hierboven geschetste beeld, dat de geringe grasproductie in het KR systeem optimaal wordt benut voor melkproductie. Er waren geen significante verschillen in verloop van conditiescore en koegewicht gedurende de weideperiode.

Intensiteit

De gemiddelde melkproductie per koe en het eiwitgehalte waren iets hoger (niet statistisch significant) voor de intensieve ten opzichte van de extensieve systemen. De meetmelkproductie was 11% hoger voor Int (26,1 kg / koe / dag) dan voor Ext (23,5 kg / koe / dag). Zowel het kracht als het kuilgras bijvoerniveau lagen hoger voor Int dan Ext. Het aandeel melkproductie uit weidegras was 48% lager voor Int dan voor Ext. Verloop in koegewicht en conditiescore lieten geen significante verschillen zien.
De hogere meetmelkproductie per ha gecombineerd met de lagere meetmelkproductie uit weidegras geeft aan dat de benutting van weidegras lager is bij hogere niveaus van bijvoeding. Dit komt ook tot uiting in de het hogere krachtvoerverbruik op Int (29 kg/100 kg melk) vergeleken met Ext (19 kg/100 kg melk).
Een meer intensieve bedrijfsvoering door een hoger niveau van bijvoeding (zowel kuil als krachtvoer) resulteerde dus in een hogere melkproductie, maar dit gaat ten koste van de benutting van weidegras.

OEB

Binnen het intensieve beweidingssysteem werd de helft van de groep bijgevoerd met krachtvoer met een negatief OEB niveau (-171) of met een "normaal" OEB niveau (-15,9). Dit leidde tot een OEB op rantsoenniveau van respectievelijk 282 en 453 - nog altijd voldoende voor de groep met een negatief OEB niveau in het krachtvoer.
Het OEB niveau had dan ook geen effect op de (meet)melkproductie van de koeien. Het lage OEB niveau resulteerde in een iets lagere gewichtstoename, maar de conditiescore bleef juist iets beter op peil (geen significante verschillen). Echter, door de infrequente metingen van gewicht en conditiescore (twee opeenvolgende dagen per maand), kunnen hier geen sterke conclusies aan worden verbonden.

Koeras:

Zoals verwacht was de ongecorrigeerde melkproductie lager voor J dan voor HF koeien, maar waren de vet- en eiwitgehaltes hoger, waardoor het verschil in meetmelkproductie relatief beperkt was (23,3 en 25,4 kg / koe / dag voor J en HF). Het celgetal in de melk was lager voor J dan HF ($P = 0,07$), maar omdat dit verschil alleen zichtbaar was bij KR met OEB-negatief en RSW met OEB-nul, kan aangenomen worden dat dit niet zozeer veroorzaakt is door een bepaalde behandeling, maar diergebonden is.

Omdat koeras en OEB-niveau alleen werden gevarieerd binnen de systeemgroepen (en de ruwvoerbijvoeding werd bepaald op groepsniveau) is het niet mogelijk om conclusies te trekken over deze behandelingen op systeem niveau (hectare basis).

5.2 N balans

De systeemgrenzen van de N-balans berekeningen werden mede bepaald door de proefopzet, en zijn daarom niet per definitie representatief voor het gehele systeem. De berekeningen zijn gebaseerd op alleen de weideperiode. Drijfmest en kuilvoer bijvoeding zijn beschouwd als externe inputs, terwijl dit normaalgesproken (grotendeels) binnen de balans valt. Ook N verliezen in de winterperiode (bv ammoniakverliezen uit drijfmest gedurende de stalperiode), vallen buiten beschouwing. Echter, ook met deze beperkingen waren er duidelijke verschillen tussen de geteste behandelingen.

Systeem:

De N verliezen (kg N / ha) en N footprint (kg N / ton melk) waren iets lager voor KR dan RSW en de N benutting (N use efficiency) was iets hoger (37 en 34%). Wel was het ureumgetal in melk significant hoger bij KR dan RSW (31,1 en 26,4 mg / dL). Dit komt overeen met verschillen tussen KR en stripgrazen in een vergelijkbare proef in 2016 en 2017 (Hoekstra *et al*., 2020). Hoge ureumgehaltes (>25 mg dL^{-1}) zijn een indicatie van inefficiënt stikstofgebruik en duiden op een verhoogde uitscheiding van stikstof naar de urine met potentieel hogere verliezen naar het milieu in de vorm van ammoniak, N_xO en nitraatuitspoeling (Duinkerken *et al*., 2011; Jonker *et al*., 2002). Deze verliezen vallen grotendeels buiten de stikstofbalans zoals opgesteld in de huidige proefopzet, en geven aan dat de resultaten daarvan met enige voorzichtigheid geïnterpreteerd moeten worden. Voor individuele koeien hebben extreem hoge waarden (>40 mg dL^{-1}) mogelijk ook een nadelig effect of diergezondheid en vruchtbaarheid. In de huidige proef was er een positief verband tussen het aandeel weidegras in het rantsoen (hoger voor KR) en het ureumgetal. Maar ook bij een gelijk aandeel weidegras, was het ureumgetal iets hoger voor KR dan RSW. Dit zou gerelateerd kunnen zijn aan het hogere ruw eiwit niveau in kurzrasen gras ten opzichte van RSW. Verschillen in eiwitgehalte tussen KR en RSW waren weliswaar niet significant, maar numeriek zat er wel meer eiwit in KR, wat ook conform de verwachting is.

Intensiteit:

Intensiteit had een groter effect op de N balans dan beweidingssysteem: de hogere intensiteit resulteerde in hogere N verliezen (zowel in kg / ha, als in g N / ton melk, Tabel 8). De hogere inputs in de vorm van krachtvoer en ruwvoer werden slechts ten dele gecompenseerd door een hogere melkproductie. Het melk ureumgetal was hoger voor Ext dan Int, wat aangeeft dat de balans op jaarbasis (en voor het hele systeem) mogelijk dicht bij elkaar ligt voor de beide systemen. Het hogere ureumgetal was gerelateerd aan een hoger aandeel

weidegras met een relatief hoog ruw eiwitgehalte en een hoge OEB. De N benutting op dierniveau was negatief gecorreleerd aan de OEB op rantsoenniveau.

OEB-niveau:

Het lager OEB niveau in krachtvoer, resulteerde in een lagere N input, terwijl de N output wat hoger uitviel. Daardoor was zowel het N verlies als de N footprint (g N / ton melk) lager voor het lage OEB niveau. Echter het effect was minder groot dan dat van Intensiteit. Het lagere ureumgetal bij het lage OEB niveau bewijst dat het goed mogelijk is het hoge ruw eiwitgehalte in weidegras zonder productieverlies te compenseren met een lager eiwit en met name een lagere OEB gehalte in het krachtvoer. Het is hierbij wel belangrijk de OEB in het rantsoen op een veilig niveau te houden. Door gras en krachtvoer goed op elkaar af te stemmen, kan het hogere N gehalte in het weidegras bij KR verwaard worden door een lagere N aanvoer van buiten het bedrijf.

5.3 Robuustheid: draagkracht en droogteresistentie

5.3.1 Draagkracht

Draagkracht is een belangrijke parameter met een grote impact op graslandbenutting, omdat het de lengte van het weideseizoen (in- en uitschaar datums) mede bepaalt. Over het algemeen wordt een draagkracht van boven 0,7 MPa gezien als voldoende voor beweiding zonder schade aan de zode (Beuving *et al*., 1989). Draagkracht is afhankelijk van een aantal factoren, waaronder bodemvochtgehalte, zodedichtheid en worteldichtheid. Draagkracht was hoger voor KR dan RSW, met name in november. Alleen gedurende de meting begin april was de gemeten draagkracht voor beide systemen lager dan 0,7 MPa, en daarmee beperkend voor weidegang. Echter, gedurende de rest van het droge jaar 2018 was draagkracht in geen geval de beperkende factor voor beweiding.
De draagkracht was met name gecorreleerd aan het bodemvochtgehalte, zowel binnen als tussen de meetperiodes. Dit komt overeen met literatuur en eerder onderzoek op KTC Zegveld (Hoekstra et al., 2019; Bilotta et al., 2007). Het is onduidelijk of het iets lagere bodemvochtgehalte bij KR (Figuur 9d) een direct gevolg is van het beweidingssysteem, of meer een perceelseffect (zie ook Hoekstra et al., 2019).
Draagkracht was ook positief gerelateerd aan de zodedichtheid, met name in november. Zodedichtheid was gemiddeld hoger voor KR dan RSW en nam ook sterker af voor RSW. de sterke afname van de zodedichtheid voor RSW, Dit duidt mogelijk op een sterker effect van droogte op zodedichtheid voor RSW.
Daarnaast lieten metingen gedurende het seizoen zien, dat ook na een lichte maaisnede op KR percelen, de zodedichtheid zich relatief snel herstelt en al in september bijgetrokken is (Figuur 10b). Binnen KR systemen lijkt daardoor wel ruimte te zijn voor lichte maaisnedes, waarbij het verlies in zodedichtheid al voor het aantreden van de natte herfstperiode hersteld kan zijn.

Er was geen significant verschil in worteldichtheid tussen beide beweidingssystemen en ook geen relatie tussen beworteling en draagkracht.

5.3.2 Droogteresistentie

Gedurende 2018 was er geen duidelijk verschil in effect van droogte op grasgroei tussen de beide systemen. Omdat de grasgroei minder snel is, is de waterbehoefte voor KR mogelijk lager dan voor RSW. Echter, er is geen tot weinig "staande" grasbiomassa waarmee een tijdelijke droogte overbrugd kan worden. Anderzijds, is het gras, zodra de groei weer start, meteen beschikbaar voor beweiding.
Ook beworteling kan een belangrijke rol spelen in het overbruggen van droge periodes. De worteldichtheid en -diepte kunnen afnemen onder het zeer intensieve beweiding bij kurzrasen. Echter, de gemeten verschillen in worteldichtheid op 10 en 20 cm tussen KR en RSW waren klein en niet significant (Figuur 11). Bij RSW was er wel de tendens dat de beworteling relatief dieper werd (van april tot november), terwijl er geen verandering was bij KR.
Er is geen indicatie dat de tendens tot verschil in bewortelingsdiepte een effect had op verschillen in grasproductie tussen beide systemen gedurende de droge periodes (Figuur 5).

5.4 Biodiversiteit

In deze proef hebben we naar het effect van beweidingssysteem en intensiteit op verschillende aspecten van biodiversiteit (botanisch, insecten, wormen) gekeken. Het gaat om de resultaten van slechts één meetjaar, wat het lastig maakt om sterke conclusies te trekken. De kurzrasen percelen waren sinds 2015 onder hetzelfde beheer, maar de RSW percelen waren in 2016 en 2017 deels in gebruik als perceel voor stripgrazen en deels voor RSW.

5.4.1 Botanisch

Er waren een aantal trends zichtbaar in de ontwikkeling van de botanische samenstelling, maar het is lastig vast te stellen of dit een behandelingseffect is, of een (historisch) perceels effect. Het aandeel ridderzuring was lager bij KR dan RSW, wat mogelijk gerelateerd is aan de zeer korte graashoogte van KR en de hoge zodedichtheid. Het aandeel Engels raaigras was lager voor KR dan RSW, maar dit werd deels gecompenseerd door een hoger aandeel timotheegras bij KR. Kweekgras was alleen zichtbaar bij KR.
Er waren geen consistente verschillen in kruidensamenstelling als gevolg van intensiteit of beweidingssysteem. Over het algemeen wordt aangenomen dat kurzrasen een positief effect heeft op witte klaver (heeft hele lage groeipunten en kan bij lage graashoogte beter concurreren met gras), maar dat er ook andere (hogere) kruiden zijn, die juist heel slecht gedijen bij de zeer korte beweidingshoogte en frequente beweiding. Daarnaast is er bij RSW meer gelegenheid voor bloei rondom bosvorming.

5.4.2 Insecten

Het totaal aantal vliegende insecten gevangen met behulp van plakvallen was drie keer zo hoog in juni dan in mei. Het grootste deel van de gevangen insecten waren vliegen, maar in juni waren andere ordes ook meer aanwezig. Deze resultaten komen overeen met andere studies die ook een toename van insecten laten zien in grasland van begin mei tot eind juni (Klein *et al*.,2007; Schekkerman & Beintema, 2007), gerelateerd aan de hogere temperatuur en activiteit van insecten in die periode.

Het totaal aantal vliegende insecten was hoger voor RSW dan voor KR en hoger voor Ext dan voor Int. Deze verschillen lijken in sterke mate gecorreleerd aan de grashoogte: Andere onderzoeken laten ook een positief verband tussen grashoogte en het aantal insecten zien (Hoekstra en Jansma, 2021; Kleijn et al., 2007; Kleijn et al., 2010; Schekkerman & Beintema, 2007). Echter, in de meeste studies wordt hierbij met name gekeken naar het effect van uitgestelde maaidatum en gaat het om grashoogtes die vele malen hoger zijn dan in de huidige studie.

Naast het totaal aantal insecten, is met name het aantal grote insecten (> 4mm) van belang, omdat deze de belangrijkste voedselbron voor weidevogelkuikens vormen (Schekkerman and Beintema, 2007). Voor de grote insecten was er alleen een significant effect van intensiteit, waarbij er meer insecten waren op extensieve dan intensieve systemen. Dit lijkt ook grotendeels gerelateerd aan de grashoogte.

Er was geen significant effect van systeem of intensiteit op het (totaal) aantal kruipende insecten gevangen in potvallen. Wel was het aantal kruipende insecten groter bij RSW dan KR.

5.4.3 Wormen

De wormbiomassa is in april 2018 bepaald, aan het begin van het beweidingsseizoen. Dit is dus met name een reflectie van het historische beheer (kurzrasen ten opzichte van een combinatie van stripgrazen en roterend standweiden). Het aantal wormen was hoger voor RSW dan KR percelen voor alle groepen met uitzondering van de adulte bodembewoners (Figuur 18). Mogelijk is dit gerelateerd aan de zeer lage beweidingsverliezen van het kurzrasensysteem, die mogelijk de voedselbeschikbaarheid voor met name strooiselbewonende wormen beperkt.

5.4.4 Biotoop voor weidevogels

De mate waarin een beweidingssysteem kan geschikt is voor weidevogels kan worden ingeschat op basis van drie weidevogel kernbehoeften: voeding, veiligheid en rust (Van Eekeren et al., 2022, Figuur 19).

Het aanbod van voedsel (insecten) voor weidevogelkuikens was hoger voor RSW en extensieve systemen, hetgeen gerelateerd was aan de hogere grashoogte. Grutto kuikens foerageren voor vliegende insecten die bij voorkeur tussen 4 en 7 mm grootte zijn. Maar ze kunnen ook 1,5 mm bladluizen tot >15 mm langpootmuggen eten (Schekkerman and Beintema,

2007). Scholekster- en kievitskuikens foerageren op grondactieve ongewervelden groter dan 4 mm (Beintema et al., 1991; Oosterveld et al., 2007; van der Weijden and Guldemond, 2006).

Figuur 19. Schematisch overzicht van vogelwensen, weidemogelijkheden bedrijfsvoering en omgeving in relatie tot weidevogelbeheer (Van Eekeren et al., 2022).

Ook de voedselbeschikbaarheid voor adulte weidevogels zou lager kunnen zijn voor kurzrasen systeem, door relatief lagere beschikbaarheid van dood organisch materiaal als voedsel voor wormen (strooiselbewoners). Met name strooiselbewoners zijn van belang als voedsel voor weidevogels, aangezien dit relatief grote wormen zijn, die met name in de bovenste 10 cm van de bodem bewegen en daarmee goed beschikbaar zijn.

Wat betreft veiligheid hebben verschillende vogelsoorten andere voorkeuren. Kurzrasen heeft een zeer korte vegetatie waar scholeksters en kieviten de voorkeur aan geven om te broeden (Oosterveld et al., 2007). Beide soorten zouden ook in RSW-systemen kunnen broeden, aangezien 8 cm hoog gras nog steeds korter is in vergelijking met andere studies. Om

grutto's en tureluurs te laten broeden, moet de vegetatie minimaal 15 cm hoog zijn (Oosterveld et al., 2007), wat beide beweidingssystemen ongeschikt maakt. De optimale grashoogte voor de grutto's is 15 tot 23 cm (van der Weijden en Guldemond, 2006). In gras korter dan 15 cm werden vrijwel geen paren grutto's gevonden, ongeacht of de herkomst van het veld agrarisch of kruidenrijk was (Oosterveld et al., 2007; Schekkerman en Beintema, 2007). Daarnaast was er bij kurzrasen nauwelijks sprake van bosvorming rond mestflatten. Naast de extreem korte grashoogte beperkt dit de dekkingsmogelijkheden voor predatoren nog extra.

Wat betreft rust zijn er verschillende afwegingen. Bij KR zijn de koeien elke dag op hetzelfde perceel, en is er dus nooit sprake van echte rust. Maar de veedichtheid per ha (op één dag) is wel altijd laag, doordat de hele weideareaal beschikbaar is. Het risico op vertrapping van kuikens en nesten is dan relatief laag. Bij RSW komen de koeien gemiddeld om de 7 dagen terug op hetzelfde perceel en zijn er dus steeds 6 percelen die niet beweid worden. De veedichtheid is dan wel 7 x zo hoog als bij kurzrasen, maar nog steeds vele malen lager dan bij bijvoorbeeld stripweiden (maar hier zijn de rustperioden 16 tot 25 dagen). Ook De lagere intensiteit resulteerde in een lagere veedichtheid en daarmee lager risico op vertrapping.

6 Conclusies

Bij keuze en inrichting van beweidingssysteem spelen naast gras en melkopbrengst ook andere doelstellingen zoals draagkracht, praktische bedrijfsomstandigheden (arbeidsgemak en inspanning, perceelsindeling, bodemtype), N balans en biodiversiteit een rol. Met name op het gebied van gras en melkopbrengst is (de laatste jaren) al veel onderzoek verricht, en is relatief veel informatie beschikbaar. Andere hierboven genoemde doelstellingen zijn nog onderbelicht. In dit rapport doen we een eerste aanzet om ook hier meer informatie over te verkrijgen, zodat ook deze doelstellingen een rol kunnen gaan spelen in de keuze van het beweidingssysteem. Onderstaande bevindingen zijn gebaseerd op één locatie en één meetjaar.

- In 2018 was de grasproductie hoger voor RSW dan KR. Deze hogere grasproductie resulteerde niet in een hogere melkproductie uit weidegras: Door de hoger voederwaarde en de lagere beweidingsverliezen bij KR tov RSW was de melkproductie uit gras hoger voor KR.
- Een hogere intensiteit (hogere krachtvoer en ruwvoer bijvoeding) resulteerde in een hogere productie per koe en per ha. Echter, de benutting van weidegras (en van krachtvoer) was lager in het intensieve systeem terwijl de N verliezen hoger waren.
- Lager OEB niveau van het krachtvoer had geen negatief effect op de melkproductie, en kan worden gebruikt om het relatief hoge eiwitgehalte in (kurzrasen) veenweidegras te compenseren en daarmee tevens de import van eiwit van buiten het bedrijf te verkleinen en N benutting te vergroten.
- De hogere zodedichtheid bij KR had een positief effect op de draagkracht, maar in het droge jaar 2018 had dit geen effect op de benutting van het grasland voor weidegang.
- De hogere grashoogte bij RSW ten opzichte van KR en van Ext tov Int, resulteerde in meer insecten.
- Bij KR werden minder regenwormen gevonden (met name strooiselbewoners) wat mogelijk gerelateerd is aan de lagere beweidingsverliezen bij dit systeem en daarmee minder beschikbaar organisch materiaal.
- De hogere voedselbeschikbaarheid voor weidevogelkuikens en adulten in combinatie met meer dekkingsmogelijkheden in het hogere gras met meer bossen maken RSW potentieel meer geschikt voor weidevogelbeheer dan KR.

Literatuur

Beuving, J, Klaas Oostindie, and Th Vellinga. 1989. "Vertrappingsverliezen Door Onvoldoende Draagkracht van Veengrasland."

Bilotta, G S, R E Brazier, and P M Haygarth. 2007. "The Impacts of Grazing Animals on the Quality of Soils, Vegetation, and Surface Waters in Intensively Managed Grasslands." In Advances in Agronomy, 94:237–80. Elsevier. http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0065211306940061.

Chapman, D F, J Tharmaraj, M Agnusdei, and J Hill. 2012. "Regrowth Dynamics and Grazing Decision Rules: Further Analysis for Dairy Production Systems Based on Perennial Ryegrass (*Lolium Perenne* L) Pastures." Grass and Forage Science 67 (1): 77–95. https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.2011.00824.x.

Donaghy, D J, and W J Fulkerson. 1997. "The Importance of Water-Soluble Carbohydrate Reserves on Regrowth and Root Growth of Lolium Perenne L.)." Grass and Forage Science 52 (4): 401–7. https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1997.tb02372.x.

Duinkerken, G van, M C J Smits, G André, L B J Šebek, and J Dijkstra. 2011. "Milk Urea Concentration as an Indicator of Ammonia Emission from Dairy Cow Barn under Restricted Grazing." Journal of Dairy Science 94 (1): 321–35. https://doi.org/10.3168/jds.2009-2263.

Hoekstra, Nyncke, Gertjan Holshof, René Schils, Bert Philipsen, Kees van Reenen, Karel van Houwelingen, and Nick van Eekeren. 2019. "The Effect of Kurzrasen and Strip-Grazing on Grassland Performance and Soil Quality of a Peat Meadow." Sustainability 11 (22): 6283. https://doi.org/10.3390/su11226283.

Hoekstra, Nyncke, Gertjan Holshof, Ronald Zom, Bert Philipsen, René Schils, and Nick van Eekeren. 2020. "The Effect of Grazing System and Level of Concentrate Protein Feeding on Milk Production and N Use Efficiency of Dairy Cows on Peat Meadows." Sustainability 12 (3): 1–16. https://doi.org/10.3390/su12031055.

Hoekstra, Nyncke, and Anne Jansma. 2021. "Beweiding En Weidevogelbeheer Bevindingen En Aanbevelingen Vanuit Project Vogels En Voorspoed."

Jonker, J. S., R. A. Kohn, and J. High. 2002. "Use of Milk Urea Nitrogen to Improve Dairy Cow Diets." Journal of Dairy Science 85 (4): 939–46. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74152-0.

Kleijn, D., Dimmers, W., van Kats, R., Melman, D. and Schekkerman, H. (2007) De voedselsituatie voor gruttokuikens bij agrarisch mozaïekbeheer. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1487.

Lee, J M, D J Donaghy, and J R Roche. 2008. "Effect of Defoliation Severity on Regrowth and Nutritive Value of Perennial Ryegrass Dominant Swards." Agronomy Journal 100 (2): 308. https://doi.org/10.2134/agrojnl2007.0099.

Kleijn, D., Schekkerman, H., Dimmers, W.J., van Kats, R.J.M., Melman, D. and Teunissen, W.A. (2010) Adverse effects of agricultural intensification and climate change on breeding habitat quality of black-tailed godwits (*Limosa l. limosa*) in the Netherlands. Ibis, 152, p. 475-486.

Pol, A van den, W J Corré, H Hopster, GCPM van Laarhoven, and C W Rougoor. 2002. "Belang van Weidegang." http://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/391327.

Schekkerman, H. and Beintema, A.J. (2007) Abundance of invertebrates and foraging success of black-tailed godwit (Limosa limosa) chicks in relation to agricultural grassland management. Ardea 95, p. 39-54.

"Voortgangsrapportage Convenant Weidegang." 2021.

Van Eekeren, N. en Bestman, M., 2012 Toename bedrijfsrisico, leer anders te denken. Vfocus december 2012, 36-37.

Van Eekeren, Nick, Jan de Wit, Carmen Versteeg, Nyncke Hoekstra, Jeroen Pijlman, Pedro Jans-sen, Joachim Deru, Martine Bruinenberg, Astrid Manhoudt, Anne Jansma, Diederik Sleurink, Piet-jan de Jong, Teus Verhoeff, Barend Meerkerk, Rene Schepens, Frank Lenssinck., 2022. Winst & Weidevogels, Weidemaatregelen voor (functionele agro-biodiversiteit. Louis Bolk Instituut, 56p.