
SENSORDATA JUIST INTERPRETEREN

Afstudeerwerkstuk



5 MEI 2020
Daan Feddes

Deze literatuurstudie onderzoekt de invloed van de bedrijfsspecifieke en koegebonden factoren die invloed hebben op sensordata van herkauwactiviteit, ligtijd en vreetgedrag van melkkoeien om zo complexe sensordata juist te kunnen interpreteren.

Onderwijsinstantie en major:

Aeres Hogeschool Dronten
De Drieslag 4, 8251 JZ Dronten
088 020 6000
Dier- en Veehouderij, Bachelor, voltijd

Opdrachtnemer:

Daan Feddes
3024010
Student Dier- en Veehouderij
3024010@aeres.nl
+31 (0)6 37448442

Opdrachtgever:

Aeres Hogeschool Dronten
Afdeling examencommissie

Bedrijf afstudeerstage

De Heus Voeders B.V.
Rubensstraat 175, 6717 VE Ede
Afdeling Rundveehouderij
Contactpersoon Theo van der Weiden
tweiden@deheus.com
Stagebegeleiders T. van der Weiden, A. Geurtsen, M. van de Pas

Begeleiding vanuit Aeres Hogeschool Dronten:

1^e lezer
Mevrouw G. Klop
Docent veevoeding
g.klop@aeres.nl

5 mei 2020, Dronten

DISCLAIMER

Dit rapport is gemaakt door een student van Aeres Hogeschool als onderdeel van zijn/haar opleiding. Het is géén officiële publicatie van Aeres Hogeschool. Dit rapport geeft niet de visie of mening van Aeres Hogeschool weer. Aeres Hogeschool aanvaardt geen enkele aansprakelijkheid voor enige schade voortvloeiend uit het gebruik van de inhoud van dit rapport.

Voorwoord

Voor u ligt het afstudeerwerkstuk van Daan Feddes, 23 jaar en woonachtig in Dronten. Dit afstudeerwerkstuk is geschreven in het kader van mijn afstuderen aan de opleiding Dier- en Veehouderij op Aeres hogeschool in Dronten. Dit afstudeerwerkstuk bevat een literatuurstudie die de invloed onderzoekt van de bedrijfsspecifieke en koegebonden factoren die invloed hebben op sensordata van herkauwactiviteit, ligtijd en vreetgedrag van melkkoeien. Door dit inzichtelijk te maken kunnen rundveespecialisten sensordata correct interpreteren en aan de hand daarvan advies maken voor de melkveehouder. Ik heb dit afstudeerwerkstuk geschreven om mijn kennis over de toepassing van sensordata in de Nederlandse melkveehouderij te vergroten. Sensordata in de melkveehouderij vind ik namelijk een interessant en boeiend onderwerp waarvan ik denk dat het in de toekomst een steeds belangrijkere rol gaat spelen.

Ik wil een woord van dank richten aan mijn afstudeerdocente Geronda Klop voor haar begeleiding en feedback op mijn afstudeerwerkstuk. Daarnaast wil ik ook mijn stagebegeleiders A. Geurtsen, M. van de Pas en T. van der Weiden van De Heus Voeders bedanken voor hun begeleiding en hulp bij het maken van dit afstudeerwerkstuk.

Daan Feddes

Dronten, mei 2020

Samenvatting

Rundveespecialisten van De Heus Voeders hebben aangegeven dat het juist interpreteren van complexe sensordata als lastig kan worden ervaren. Uit vooronderzoek is gebleken dat het gebruik van sensordata heel nuttig kan zijn bij het managen en sturen van een melkveehouderij.

Rundveespecialisten kunnen op basis van gemeten sensordata passende adviezen maken voor veehouders. Uit enquêteonderzoek onder de rundveespecialisten van De Heus Voeders is gebleken dat hun klanten het meeste werken met sensoren die herkauwactiviteit, ligtijd en vreetgedrag meten. Om het vraagstuk op te lossen omtrent complexe sensordata interpreteren, is dit onderzoek uitgevoerd. Om dit vraagstuk te beantwoorden is de volgende hoofdvraag opgesteld:

Welke mogelijkheden zijn er om bedrijfsspecifieke en koegebonden factoren die invloed hebben op sensordata van herkauwactiviteit, ligtijd en vreetgedrag van melkkoeien te beïnvloeden?

Om deze hoofdvraag te beantwoorden is de hoofdvraag opgesplitst in drie deelvragen:

1. *Welke bedrijfsspecifieke en koegebonden factoren hebben invloed op sensordata van de herkauwactiviteit van melkkoeien en wat houdt die invloed precies in?*
2. *Welke bedrijfsspecifieke en koegebonden factoren hebben invloed op sensordata van de ligtijd van melkkoeien en wat houdt die invloed precies in?*
3. *Welke bedrijfsspecifieke en koegebonden factoren hebben invloed op sensordata van het vreetgedrag van melkkoeien en wat houdt die invloed precies in?*

Alle drie de deelvragen zijn in het hoofdstuk resultaten beantwoord doormiddel van een literatuurstudie. De bronnen die gebruikt zijn binnen de literatuurstudie zijn gewaarborgd op betrouwbaarheid en herkomst. In de literatuurstudie zijn verschillende factoren gevonden die invloed hebben op sensordata. Naast de beschrijving van deze factoren is ook de invloed van de factoren beschreven. Hierdoor is aangetoond welke factoren er invloed kunnen hebben en hoe rundveespecialisten deze kunnen beïnvloeden door middel van adviezen.

In de discussie van dit onderzoek zijn de resultaten beoordeeld op bruikbaarheid en betrouwbaarheid. Hieruit blijkt dat de aanpak voor deze studie correct en betrouwbaar is maar dat de resultaten erg breed zijn. Er zijn velen factoren waaruit een rundveespecialist kan kiezen om afwijkende sensordata te onderbouwen. Hiermee is de hoofdvraag wel beantwoord maar om de resultaten efficiënt te kunnen gebruiken is er een aanbeveling op gesteld. Rundveespecialisten van De Heus Voeders wordt aanbevolen om de resultaten van de literatuurstudie (bijlage 3), het format (bijlage 4) en de drie checklists (bijlage 5) te combineren met eigen kennis en zintuigelijke waarnemingen in de stal. Op deze manier heeft de rundveespecialist het meeste kans om complexe sensordata op een juiste en makkelijke manier te interpreteren. De checklists vatten de factoren uit de resultaten samen en geven daarbij signalen en richtlijnen over wanneer een factor afwijkend is. Het format geeft optimale waardes weer van herkauwactiviteit, liggedrag en vreettijd en geeft aan wanneer deze afwijken.

Summary

Cattle specialists at De Heus Voeders have indicated that correctly interpreting complex sensor data can be experienced as difficult. Preliminary research has shown that the use of sensor data can be very useful in managing and steering a dairy farm. Cattle specialists can make appropriate advice for dairy farmers based on measured sensor data. Survey research among the cattle specialists at De Heus Voeders has shown that their customers work the most with sensors that measure recuperation activity, lying down time and eating behavior. In order to solve the problem of interpreting complex sensor data, this research was carried out. In order to answer this question, the following main question has been formulated:

What possibilities are there to influence farm-specific and cow-specific factors that influence the sensor data of rumination activity, lying down time and eating behavior of dairy cows?

In order to answer this main question, the main question has been divided into three sub-questions:

- 1. Which farm-specific and cow-related factors influence the sensor data of the rumination activity of dairy cows and what exactly does this influence mean?*
- 2. Which farm-specific and cow-related factors influence the sensor data of the lying time of dairy cows and what exactly does that influence mean?*
- 3. Which farm-specific and cow-related factors influence the sensor data of the feeding behavior of dairy cows and what exactly does that influence mean?*

All three sub-questions were answered in the results chapter by means of a literature study. The sources used in the literature study are guaranteed for reliability and origin. In the literature study, various factors were found that influence sensor data. In addition to the description of these factors, the influence of the factors is also described. This has demonstrated which factors can influence and how cattle specialists can influence these by means of advice.

In the discussion of this study, the results were assessed for usability and reliability. This shows that the approach for this study is correct and reliable, but the results are very broad. There are many factors from which a cattle specialist can choose to substantiate deviating sensor data. This has answered the main question, but a recommendation has been made to use the results efficiently. Cattle specialists at De Heus Voeders are recommended to combine the results of the literature study (Appendix 3), the format (Appendix 4) and the three checklists (Appendix 5) with their own knowledge and sensory observations in the stable. In this way, the cattle specialist has the best chance of correctly and easily interpreting complex sensor data. The checklists summarize the factors from the results and provide signals and guidelines for when a factor is different. The format shows optimal values of rumination activity, lying behavior and eating time and indicates when these deviate.

Inhoud

Voorwoord	2
Samenvatting.....	3
Summary	4
1 Inleiding	7
1.1 Leeswijzer	7
1.2 Opkomst van sensortechnologie	7
1.3 Ligtijden	8
1.4 Herkauwactiviteit	10
1.5 Vreetgedrag	10
1.6 Data interpretatie	10
1.7 Factoren en invloeden	11
2 Aanpak	13
2.1 Literatuur vergaren en selecteren	13
3 Resultaten.....	15
3.1 Factoren van invloed op herkauwactiviteit	15
3.1.1 Bedrijfsspecifieke factoren herkauwactiviteit	15
3.1.2 Koegebonden factoren herkauwactiviteit	16
3.2 Factoren van invloed op ligtijd	17
3.2.1 Bedrijfsspecifieke factoren ligtijd	17
3.2.2 Koegebonden factoren ligtijd	18
3.3 Factoren van invloed op vreetgedrag	19
3.3.1 Bedrijfsspecifieke factoren vreetgedrag	20
3.3.2 Koegebonden factoren vreetgedrag	21
4 Discussie	23
4.1 Interpretatie resultaten deelvragen	23
4.1.1 Interpretatie resultaten deelvraag één	24
4.1.2 Interpretatie resultaten deelvraag twee	24
4.1.3 Interpretatie resultaten deelvraag drie	25
4.2 Reflectie resultaten	26
4.3 Reikwijdte resultaten	27
4.4 Reflectie onderzoeksmethode en proces	27
4.5 Terugkoppeling praktijk	28
5 Conclusie en aanbevelingen	29
5.1 Conclusie	29
5.2 Aanbevelingen	32

Bibliografie	33
Bijlage 1 – Uitslag enquête	37
Bijlage 2 – Checklist schriftelijk rapporteren.....	38
Bijlage 3 – Literatuurstudie	40
Deel 1: Bedrijfsspecifieke en koegebonden factoren herkauwactiviteit	40
1.1 Bedrijfsspecifieke factoren herkauwactiviteit.....	40
1.2 Koegebonden factoren herkauwactiviteit.....	42
Deel 2: Bedrijfsspecifieke en koegebonden factoren ligtijd.....	44
2.1 Bedrijfsspecifieke factoren koecomfort	44
2.2 Koegebonden factoren ligtijd	45
Deel 3: Bedrijfsspecifieke en koegebonden vreetgedrag.....	47
3.1 Bedrijfsspecifieke factoren vreetgedrag	47
3.2 Koegebonden factoren vreetgedrag	49
Bijlage 4 – Format sensordata interpreteren	51
Bijlage 5 – Checklists factoren, invloeden, richtlijnen en signalen	52

1 Inleiding

1.1 Leeswijzer

In dit eerste hoofdstuk 'inleiding' is het onderwerp ingeleid. De context rondom het onderwerp is beschreven en de aanleiding waarom er voor dit onderwerp is gekozen. Doormiddel van achtergrondinformatie is de relevantie van het onderwerp aangetoond en is er duidelijk gemaakt welke informatie er nog ontbreekt. Aan het einde van de inleiding krijgt het onderzoek vorm doormiddel van een onderzoeksvraag, deelvragen en doelstelling. In hoofdstuk twee 'aanpak en planning' is de juiste wijze beschreven voor het zoeken, selecteren en gebruiken van bruikbare bronnen voor het onderzoek. Daarnaast is er een planning weergegeven voor het onderzoek. In het derde hoofdstuk 'resultaten' zijn de resultaten weergegeven van de literatuurstudie. De resultaten geven antwoord op de deelvragen die systematisch bijdragen aan het beantwoorden van de hoofdvraag. 'Discussie' is de titel van het vierde hoofdstuk waarin de methode en de resultaten van de literatuurstudie zijn beoordeeld en bediscussieerd. Daarnaast is er beschreven wat de beperkingen van de literatuurstudie zijn en hoe de resultaten toegepast kunnen worden in de praktijk. Tot slot is in het laatste hoofdstuk 'conclusie en aanbeveling' het vraagstuk van het onderzoek beantwoord op basis van de gevonden resultaten in de vorm van een conclusie. Aan de hand van de conclusie is er een aanbeveling geformuleerd die beschrijft wat men aan de gevonden conclusie heeft en hoe men dit kan toepassen. Na hoofdstuk 5 is de bibliografie van dit vooronderzoek weergegeven. In deze bibliografie staan alle bronnen vermeld die gebruikt zijn bij het schrijven van dit afstudeerwerkstuk. Tot slot heeft dit afstudeerwerkstuk vijf bijlages, bijlage één is de uitslag van een enquête waarnaar verwezen wordt in de tekst, bijlage twee bevat de Checklist Schriftelijk Rapporteren, bijlage 3 bevat de uitgebreide versie van de uitgevoerde literatuurstudie, bijlage 4 bevat het Format sensordata interpreteren en bijlage 5 bevat de drie Checklists factoren, invloeden, richtlijnen en signalen.

1.2 Opkomst van sensortechnologie

Sensordata is een onderwerp dat in de afgelopen jaren steeds belangrijker is geworden. Dit komt vooral door schaalvergroting, automatisering en digitalisering binnen de Nederlandse melkveehouderij. In de afgelopen 17 jaar heeft de melkveehouderij te maken gehad met een schaalvergroting, het aantal veehouderijbedrijven nam af maar het aantal koeien per bedrijf nam toe. In 2000 waren er nog 30.000 bedrijven met gemiddeld 51 koeien per bedrijf, in 2016 waren er nog maar 18.000 melkveehouders met gemiddeld 97 koeien per bedrijf (CBS, 2017). Deze schaalvergroting was vooral mogelijk door de toenemende automatisering en digitalisering in de melkveehouderijsector. Doordat de gemiddelde veehouder tegenwoordig meer koeien houdt daalt de beschikbare tijd per individuele koe en wordt er meer op koppelniveau naar dieren gekeken. Dit is niet altijd gunstig voor de individuele koe (Koopman, 2014). Er zijn wel steeds meer technologische hulpmiddelen op de markt om de veehouder te helpen om zowel het hele koppel als wel ieder dier apart in de gaten te houden (Lokhorst, 2016). Zo hoort men ook in de Nederlandse melkveehouderij sector steeds vaker de term "Smart Dairy Farming" langs komen, dit is een containerbegrip dat eigenlijk alles omvat op het gebied van moderne informatie- en communicatietechnologieën binnen de melkveehouderij (Smart-Akis, 2019).

Big Data is een groot onderdeel van Smart Dairy Farming. Big Data is een hoeveelheid gegevens van verschillende bronnen, met verschillende meetfrequenties en van verschillende kwaliteit (Kamphuis, 2017). Zo zijn er bijvoorbeeld sensoren die data generen over stalklimaat, melksamenstelling en

dieractiviteiten. Dit zijn allemaal verschillende sensoren, die verschillende parameters meten en op verschillende manieren. Al deze sensordata samen is een voorbeeld van Big Data. Door de verschillende soorten data (Big Data) met elkaar te combineren, in bijvoorbeeld een management systeem, kunnen afwijkingen gemakkelijk opgespoord worden (Koopman, 2014). Op dit moment zijn er sensoren op de markt die data generen over:

- Tochtdetectie
- Temperatuur
- Geboorte activiteit
- Pens verzuring
- Positie
- Precisievoeding
- Lichaamsconditie score
- Herkauwactiviteit
- Mastitis
- Melkanalyse
- Liggedrag en activiteit (4D4F, 2018):

Al deze sensoren generen data die niet alleen bruikbaar zijn voor het management van de melkveehouder maar ook voor derde partijen zoals:

- Dierenartsen die de data gebruiken voor advisering over gezondheid
- Onderzoeksinstituten die de data gebruiken om onderzoeken mee uit te voeren
- Zuivelafnemers die de data gebruiken om melkqualiteit te bepalen (Müller, 2003)

Ook in de diervoedersector is sensordata erg handig. Het kan gebruikt worden om problemen binnen een veestapel op te zoeken en aan de hand daarvan adviezen te maken (Bikker, 2014). In bijlage 1 staat de uitslag van de enquête "Het belang van sensordata voor rundveespecialisten van De Heus Voeders". Uit dit enquête onderzoek, met een respons 50% van de rundveespecialisten van De Heus Voeders in Nederland, is gebleken dat rundveespecialisten niet alle sensoren even bruikbaar en belangrijk vinden bij de advisering aan de melkveehouder. Uit de enquête kwam naar voren dat er drie sensoren zijn die de rundveespecialisten van De Heus het meest gebruiken en het belangrijkste vinden bij de onderbouwing van adviezen aan de melkveehouder. Dit zijn de sensoren die data generen over ligtijd, herkauwactiviteit en vreetgedrag.

1.3 Ligtijden

Ligtijd is de tijd dat een koe ligt en in rust is. De manier waarop een koe normaliter ligt is weergegeven in figuur 1.



Figuur 1: Afbeelding van de normale positie van een liggende koe. (Zalix)

Liggen heeft voor een melkkoe verschillende functies:

- Als een koe ligt kan ze spieren ontspannen en rust geven die ze anders gebruikt bij het staan en bewegen (Munksgaard, 2005).
- Een koe heeft ongeveer 45 minuten remslaap nodig per dag. Deze remslaap kan alleen plaats vinden in de lighouding (Ternman, 2019).
- Een koe herkaut het best en langst in een liggende positie. Herkauwen is nodig voor een goede vertering van het voedsel en een betere opnamen van voedingstoffen (Cooper, 2007).
- Als een koe ligt, liggen de poten horizontaal waardoor de klauwen minimaal belast worden. Hierdoor heeft de koe minder klauwproblemen (Rushen, 2007).

Als een koe te veel of te weinig ligt kan dit effect hebben op het welzijn, productie en de gezondheid van de koe (Maselyne, 2017). Een koe kan bijvoorbeeld te lang liggen door letsel of klauwproblemen. Ze kan dan moeilijker opstaan en zal langer blijven liggen dan normaal. Hierdoor zal de koe ook minder vaak gaan vreten, minder voer opnemen en daalt de melkproductie. Een koe kan ook te kort liggen door bijvoorbeeld overbezetting. Bij overbezetting zijn er niet genoeg lig- en/of vreetplekken beschikbaar voor alle koeien in een koppel waardoor er altijd onderlinge concurrentiestrijd is tussen de koeien. Een gevolg van deze onderlinge concurrentiestrijd is een daling in figuren per koe per dag (Fregonesi, 2007). Als koeien te lang staan en te weinig liggen kunnen er problemen ontstaan als daling in productie, daling in voeropname, klauwproblemen en stress (Maselyne, 2017). Door de ligtijden van melkkoeien in kaart te brengen kan men zien of de koeien teveel of te weinig liggen en of er dus een probleem is (Vasseur, 2012, Maselyne, 2017). Een normale gezonde koe ligt tussen de 11 en 14 uur per dag. Ligtijden van individuele koeien kunnen variëren door lactatiestadium, productieniveau en pariteit (Vasseur, 2012). In de melkveehouderij deelt men de lactatie van een koe vaak op in vier delen. Bij elk deel van de lactatiecyclus hoort een optimale ligtijd (Steensels, 2012, Maselyne, 2017, Ito, 2009, Jensen 2005):

- Groep 1 = 0 tot 99 lactatiedagen – Optimale ligtijd ligt tussen de 10.5 en 12 uur
- Groep 2 = 100 tot 199 lactatiedagen – Optimale ligtijd ligt tussen 11.5 en 13 uur
- Groep 3 = 200 > lactatiedagen – Optimale ligtijd ligt tussen de 12 en 13 uur
- Groep 4 = Droogstand – Optimale ligtijd ligt tussen de 13 en 15 uur

Groep 1 ligt het minst. Dit komt omdat de koeien aan een nieuwe lactatie beginnen. Hierbij vindt vaak een wisseling van diergroep. In deze eerste 100 lactatiedagen stijgt de productie tot een piekniveau en zal de koe dus ook meer en vaker naar het voerhek komen. Al deze factoren zorgen voor een onrustiger patroon in de ligtijden in vergelijking met de andere lactatiegroepen. De koeien uit groep 2 dalen vaak gestaag in productie, zitten al langer in dezelfde diergroep en zijn al 100 dagen gewend aan het rantsoen en de andere dagelijkse gebeurtenissen. Om deze redenen is de lengte van de ligtijden van groep 2 langer dan groep 1. Koeien uit groep 3 liggen het langst van de lacterende koeien. Dit heeft dezelfde reden als bij groep 2 alleen daalt de productie nog meer en zal de koe nog minder vaak naar het voerhek komen en dus meer tijd over houden om te liggen (Løvendahl, 2016, Munksgaard, 2005). Groep 4 zijn de koeien in droogstand. Droge koeien liggen meer dan lacterende koeien omdat deze niet gemolken hoeven te worden en dus ook geen sta-tijden tijdens en rondom het melken ervaren. Ook vreet een droge koe minder lang en minder vaak omdat het dier geen melk produceert en dus minder voer hoeft op te nemen (Beauchemin, 2018).

Samenhangend met het lactatiestadium heeft het productieniveau van een koe ook invloed op de ligtijd. Een koe met een hoge productie moet meer voer opnemen om deze productie te realiseren. Meer opname betekent langer en vaker aan het voerhek staan (Løvendahl, 2016). Naast productieniveau, kan de ligtijd ook beïnvloed worden door pariteit. Uit onderzoek is gebleken dat

alleen de eerste pariteit invloed heeft op het liggedrag van een koe. Tussen pariteit 2 en hoger is geen verband aangetoond in verschil in ligtijden. Tussen pariteit 1 en pariteit 2 of hoger is wel een verband gevonden. Koeien met pariteit 1, vaarzen, liggen gemiddeld een half uur minder lang per dag in vergelijking met koeien van een hogere pariteit (Vasseur, 2012, Jensen, 2005).

1.4 Herkauwactiviteit

Herkauwactiviteit is de tijd dat een koe actief aan het herkauwen is. Herkauwen is een mechanisch proces waarbij de koe een opgerispte voerbolus tussen onder- en bovenkaak kleiner maakt zodat een betere vertering kan plaatsvinden in de magen. Bij het herkauwen komt speeksel vrij, dit speeksel bevat natriumbicarbonaat en ureum. Natriumbicarbonaat fungeert als buffer in de pens, want het verhoogt hiermee de pH in de pens. Het ureum is een voedingsbron voor de bacteriën in de pens en onderdrukt de schuimvorming zodat de koe kan blijven boeren. Herkauwen is dus voor een koe noodzakelijk voor een goede vertering van het voedsel en optimale werking van de pens (Beauchemin, 2018).

Een koe herkauwt gemiddeld 30 tot 70 seconden per bolus, daarna rispt het dier de volgende bolus op. Een koe maakt gemiddeld 60 kauwslagen per bolus / per minuut. Dit proces kan zich blijven herhalen tussen de 0 en 2 uur achter elkaar. Een koe kan fysiologisch maximaal tot 10/12 uur per dag herkauwen. Deze uitschieters kunnen voorkomen bij koeien die een zeer vezelrijk dieet krijgen. De gemiddelde herkauwtijd van een koe is gemiddeld 7 uur per dag met een spreiding van 2.5 uur tot 10.5 uur per dag. Optimale herkauwtijd ligt tussen de 7 en 11 uur per dag. Een plotselinge daling in de herkauwactiviteit kan duiden op ziekte en of een verlaagde voerinname. Herkauwactiviteit is daarom een goede indicator om diergezondheid mee te monitoren en om de kwaliteit van het rantsoen in de gaten te houden. (Beauchemin, 2018).

1.5 Vreetgedrag

Vreetgedrag heeft betrekking op het voeropnamepatroon gedurende een etmaal. Anders dan bij herkauwen, verblijft het voer tijdens het vreten maar even in de bek van de koe en wordt het vrijwel direct doorgeslikt. Tijdens het vreten worden de lippen, tanden en tong van de koe gebruikt om voer in de mond te brengen, waar het wordt gekauwd. Bij grazen gebruikt de koe vooral de tong om het gras af te grazen terwijl bij de inname van een TMR rantsoen of krachtvoer voornamelijk de lippen worden gebruikt. Gemiddeld vreet een koe zo'n vijf tot acht maaltijden per dag en besteed ze 4.5 uur aan vreten, met een spreiding tussen de 2,4 en 8,5 uur per dag (Beauchemin, 2018).

Een vezelrijk rantsoen levert minder vreettijd op dan een vezelarm rantsoen omdat de koe sneller verzadigd is en langer over de vertering doet (Mertens, 1997). Analyseren van vreetgedrag is een goede indicator om diergezondheid te monitoren en om de kwaliteit van het rantsoen in de gaten te houden (Huzzey, 2007).

1.6 Data interpretatie

Door ligtijden, herkauwactiviteit en vreetgedrag te monitoren kunnen afwijkende situaties als diergezondheidsproblemen en rantsoen afwijkingen snel en gemakkelijk in kaart worden gebracht. Sensortechniek kan nuttig en waardevol zijn voor verschillende doeleinden, mits men de data goed kan analyseren en interpreteren. Indien sensordata correct en eenvoudig gelezen kan worden, kunnen rundveespecialisten gemakkelijker afwijkingen binnen een veestapel of rantsoen vinden en op basis daarvan passend advies geven aan de melkveehouder. Rundveespecialisten van De Heus

Voeders hebben aangegeven dat het uitlezen en interpreteren van sensordata erg complex is. Door de complexiteit van de informatie wordt sensordata van melkkoeien nu niet of nauwelijks gebruikt in de advisering aan de melkveehouder. Dit komt ook omdat er bij afwijkende data geen eenvoudige 'handleiding' bestaat waarin men de oorzaak van de afwijkingen kan zoeken.

Om het interpreteren van de complexe sensordata te vereenvoudigen moet men begrijpen welke factoren er invloed hebben op het dataverloop, maar ook wat deze invloed inhoudt. Het gaat hier om bedrijfsspecifieke en koegebonden factoren die invloed hebben op de gedragingen van de melkkoe waardoor de herkauwactiviteit, ligtijd of vreetgedrag verandert en dus ook het dataverloop van deze parameters verandert. Men mag dit niet verwarren met factoren die invloed hebben op de betrouwbaarheid van verzamelde data als bijvoorbeeld niet geijkte sensoren. Als de bedrijfsspecifieke en koegebonden factoren bekend zijn en men begrijpt wat de invloed van deze factoren is, kan men complexe data beter en gemakkelijker verklaren. Het niet goed kunnen interpreteren van complexe data, door gebrek aan informatie, is op dit moment één van de voornaamste redenen waarom veel vergaarde data onbenut blijft. Er zijn bijvoorbeeld veehouders die gebruik maken van activiteitsensoren om alleen tochtigheden bij de koeien te signaleren, terwijl er veel meer informatie uit de activiteitmonitoring van koeien kan worden gehaald. Bijvoorbeeld de gezondheidsstatus en locatie van het dier. Sensordata blijft vaak onbenut of veehouders gebruiken geen sensoren omdat het lastig is om data correct te interpreteren en te vertalen naar attenties, praktische adviezen en werkinstructies (Koopman, 2014).

Als men zeker weet dat data op een technisch betrouwbare manier verzameld is kan er naar het verloop van de data gekeken worden. Het verloop van de data bepaalt of data afwijkt of niet. Als data afwijkt moet men nagaan waarom dit zo is. Er moet gekeken worden naar welke bedrijfsspecifieke en koegebonden factoren er invloed kunnen hebben op het dataverloop en of deze aan elkaar te koppelen zijn, om zo tot een goed antwoord te komen waarom de sensordata afwijkt. Als men de oorzaak van afwijkende data begrijpt, data correct interpreteert, kan er een oplossing geformuleerd worden om afwijkende data te verbeteren. Juist dit aspect is heel belangrijk voor rundveespecialisten om data op een goede manier te interpreteren en op basis daarvan passende adviezen te formuleren.

1.7 Factoren en invloeden

In hoofdstuk 1.6 is beschreven dat rundveespecialisten data van ligtijden, herkauwactiviteit en vreetgedrag kunnen gebruiken bij de advisering aan melkveehouders en waarom dat zinvol is. In de hoofdstukken 1.4 tot en met 1.5 zijn de meest voorkomende bedrijfsspecifieke en koegebonden factoren beschreven die invloed hebben op het dataverloop van herkauwactiviteit, ligtijd en vreetgedrag van melkkoeien. Dit zijn enkel de bekendste bedrijfsspecifieke en koegebonden factoren. Er zijn echter velen andere minder bekende bedrijfsspecifieke en koegebonden factoren die invloed kunnen hebben op het dataverloop. Deze literatuurstudie onderzoekt niet alleen alle bedrijfsspecifieke en koegebonden factoren die invloed hebben op het dataverloop, maar ook wat de invloed van deze factoren dan precies is en hoe deze dus beïnvloed kan worden. Voor dit onderzoek is daarom de volgende hoofdvraag opgesteld:

Welke mogelijkheden zijn er om bedrijfsspecifieke en koegebonden factoren die invloed hebben op sensordata van herkauwactiviteit, ligtijd en vreetgedrag van melkkoeien te beïnvloeden?

Om deze hoofdvraag te beantwoorden zijn de volgende drie deelvragen opgesteld:

1. *Welke bedrijfsspecifieke en koegebonden factoren hebben invloed op sensordata van de herkauwactiviteit van melkkoeien en wat houdt die invloed precies in?*
2. *Welke bedrijfsspecifieke en koegebonden factoren hebben invloed op sensordata van de ligtijd van melkkoeien en wat houdt die invloed precies in?*
3. *Welke bedrijfsspecifieke en koegebonden factoren hebben invloed op sensordata van het vreetgedrag van melkkoeien en wat houdt die invloed precies in?*

De doelstelling van deze literatuurstudie is een informatiebron creëren voor rundveespecialisten en andere belanghebbende waarmee het uitlezen van complexe sensordata van herkauwactiviteit, ligtijd en vreetgedrag van melkkoeien vereenvoudigd wordt en men op een correcte manier de sensordata kan interpreteren. Dit moet er voor zorgen dat sensordata beter toepasbaar wordt voor rundveespecialisten bij de advisering aan de melkveehouder. Deze informatiebron beschrijft naast bekende bedrijfsspecifieke en koegebonden factoren ook bedrijfsspecifieke en koegebonden factoren die voor rundveespecialisten vaak minder bekend zijn. Doordat ook de invloed van deze factoren beschreven is, is de informatiebron een goed hulpmiddel om afwijkingen binnen de sensordata te verklaren en op te lossen. Sensordata in de rundveevoeding advies sector is een relevant onderwerp omdat steeds meer melkveehouders in Nederland met sensoren gaan werken (Koopman, 2014).

2 Aanpak

In dit hoofdstuk is beschreven hoe de literatuur in deze literatuurstudie is verzameld.

2.1 Literatuur vergaren en selecteren

Deze literatuurstudie hanteert een kwalitatieve onderzoeksmethode om informatie te vergaren. In deze literatuurstudie zijn voornamelijk wetenschappelijke bronnen geraadpleegd om zo de betrouwbaarheid van de studie zo hoog mogelijk te houden. De gevonden informatie komt naast wetenschappelijke bronnen ook uit andere bronnen als vakbladen, hbo-lesboeken en een enquête. Bij het zoeken naar literatuur zijn vier wetenschappelijke databanken geraadpleegd om de benodigde literatuur te verzamelen, dit zijn: Google Scholar databank, Science Direct databank, Springer databank en Wiley databank. Bij het zoeken naar de juiste literatuur is er gebruikt gemaakt van verschillende zoektermen. De zoektermen zijn in het Engels geformuleerd omdat het merendeel van de wetenschappelijke artikelen in het Engels gepubliceerd zijn. Per deelvraag zijn er verschillende zoektermen gebruikt:

- Deelvraag 1 (Welke bedrijfsspecifieke en koegebonden factoren hebben invloed op sensordata van de herkauwactiviteit van melkkoeien en wat houdt die invloed precies in?)
Lying time dairy cows, optimal lying time dairy cows, influences lying time dairy cows, lying time cows, Daily lying time dairy cows, lying time cow, lying time parity, lying time lactation stage cow.
- Deelvraag 2 (Welke bedrijfsspecifieke en koegebonden factoren hebben invloed op sensordata van de ligtijd van melkkoeien en wat houdt die invloed precies in?):
Average rumination time of dairy cows, ruminate influences, ruminating, influences rumination dairy cows, rumination cow, rumination cow parity, rumination cow lactation stage.
- Deelvraag 3 (Welke bedrijfsspecifieke en koegebonden factoren hebben invloed op sensordata van het vreetgedrag van melkkoeien en wat houdt die invloed precies in?):
Eating behavior dairy cows, cow eating time, average eating time cow, eating bouts dairy cows, eating time parity, eating time lactation stage.

De zoektermen zijn apart, gecombineerd en in delen opgezocht. Als er na de zoekopdracht een artikel gevonden was werd er gekeken of het artikel geschikt is om op te nemen als bron. Dit gebeurde in verschillende stappen:

1. Stap 1 is het beoordelen van de titel, past de titel bij de informatie die gezocht wordt? Nee is verwerpen en ja is door naar stap 2.
2. Is het artikel peer-reviewed? Nee, ga na hoe betrouwbaar de bron is (uit welk vakblad komt het artikel, wie is de auteur, welke bronnen worden gebruikt in het artikel, etc.). Ja, dan wordt er gekeken naar stap 3.
3. Is het artikel relevant. Alles na 2010 is geschikt. Is het artikel van voor 2010 dan wordt er gekeken naar het onderwerp van het onderzoek en nagegaan of dit onderwerp in de afgelopen 30 jaar drastisch is verandert. Is het nog relevant? De onderzoek factoren van het onderzoek worden vergeleken met de huidige onderzoek factoren, als deze overeenkomen is het artikel geschikt. Als het niet overeen komt wordt er gekeken of recentere onderzoeken van na 2010 het oudere onderzoek geciteerd hebben en of deze recentere onderzoeken dan wel relevant en geschikt zijn.
4. Als het artikel betrouwbaar en relevant is wordt er verder gekeken naar de inhoud. Allereerst worden de onderdelen "Abstract" en "Introductie" van het artikel gelezen. Met deze twee

delen kan er worden bepaald wat er ongeveer in de rest van het artikel staat en of het deze informatie bruikbaar is voor de literatuurstudie. Nee, dat is het artikel niet geschikt. Ja, dan wordt er gekeken naar de "Resultaten" en "Discussie" van het onderzoek. Als het niet bruikbaar is wordt het artikel verworpen en als het wel bruikbaar is wordt het hele artikel gelezen. Niet wetenschappelijke artikelen worden helemaal gelezen en er wordt nagegaan of de bron betrouwbaar genoeg is.

5. Tijdens het lezen van het gehele artikel wordt er gekeken naar de bronvermeldingen van referentie artikelen. Als er in de tekst interessante of bruikbare feiten worden onderbouwt met andere bronnen kunnen ook die bronnen bekeken worden om te kijken of die ook geschikt zijn.
6. Tot slot wordt er gekeken naar de referentielijst van het wetenschappelijk artikel, deze staat vaak onderaan het artikel. Dit zijn vaak bronnen die over hetzelfde onderwerp/vakgebied gaan. Door de titels van de referentiebronnen te bekijken kan er gemakkelijk beoordeeld worden of er eventuele gelijksoortige bruikbare artikelen tussen zitten.

Als een bron helemaal goedgekeurd was en geschikt werd bevonden werd het opgenomen in de literatuurlijst van de literatuurstudie. Het noteren van de bronnen gebeurde volgens de APA-stijl. Er is voor deze onderzoeksmethode gekozen omdat deze methode goed past bij een literatuurstudie en omdat men met deze methode bruikbare en betrouwbare bronnen kan vinden.

3 Resultaten

In dit hoofdstuk zijn de resultaten weergegeven van de literatuurstudie waardoor er antwoord is gegeven op de hoofdvraag van het onderzoek. Het hoofdstuk resultaten is ingedeeld op basis van de drie deelvragen. Elke deelvraag is uitgewerkt en beantwoord. De antwoorden van de drie uitgewerkte deelvragen vormen samen het antwoord op de hoofdvraag - *Welke mogelijkheden zijn er om bedrijfsspecifieke en koegebonden factoren die invloed hebben op sensordata van herkauwactiviteit, ligtijd en vreetgedrag van melkkoeien te beïnvloeden?*. De factoren zijn samengevat in tabelvorm. In bijlage 3 staat de complete literatuurversie waarin alle factoren en invloeden uitgebreid staan beschreven. De resultaten in dit hoofdstuk zijn een samenvatting van de literatuurstudie.

In dit hoofdstuk staan de factoren beschreven die invloed hebben op herkauwactiviteit, ligtijd en vreetgedrag. Echter is alleen beschreven of tijden en activiteiten toenemen of afnemen. Er is niet beschreven in welke maten iets toeneemt of afneemt. Hier is bewust voor gekozen, omdat de spreiding van de toename of afname die wordt veroorzaakt door de een factor geen vaste waarden heeft en kan variëren. Als een koe bijvoorbeeld klauwproblemen heeft kan de totale ligtijd per dag toenemen, maar hier kan geen vaste waarden aan worden verbonden. Er kan niet worden vastgesteld dat een koe altijd drie uur langer ligt per dag als ze kreupel is maar wel “dat” een koe langer ligt door kreupelheid.

3.1 Factoren van invloed op herkauwactiviteit

De deelvraag die in deze paragraaf wordt behandeld is deelvraag 1 - *Welke bedrijfsspecifieke en koegebonden factoren hebben invloed op sensordata van de herkauwactiviteit van melkkoeien en wat houdt die invloed precies in?*. Om deelvraag 1 te beantwoorden is er literatuuronderzoek gedaan naar het vraagstuk: welke bedrijfsspecifieke en koegebonden factoren hebben invloed op de herkauwactiviteit van melkkoeien en wat houdt die invloed in? Als er factoren zijn die herkauwactiviteit beïnvloeden betekend dit dat die factoren ook invloed hebben op het verloop van de sensordata van de herkauwactiviteit. De verschillende factoren met bijbehorende invloed zijn in tabelvorm beschreven en onderverdeeld in bedrijfsspecifieke en koegebonden factoren.

3.1.1 Bedrijfsspecifieke factoren herkauwactiviteit

Er zijn verschillende bedrijfsspecifieke factoren die invloed kunnen hebben op de herkauwactiviteit van melkkoeien. In tabel 1 is beschreven welke factoren dit zijn en wat voor invloed deze factoren op de herkauwactiviteit kunnen hebben.

Tabel 1: Bedrijfsspecifieke factoren herkauwactiviteit

Factor	Beschrijving	Invloed op dagelijkse herkauwactiviteit	Bron
Kwaliteit voer	Bestaat uit - Smakelijkheid: NH ₃ , boterzuur, geur, melkzuur, suiker, RAS - Conservering: DS-gehalte, melkzuur, azijnzuur	Kwaliteit voer daalt → voeropname daalt → herkauwactiviteit daalt	Aerden & Hulsen, 2013
Structuur voer	Bestaat uit NDF, ADF, ADL en deeltjesgrootte	Structuur stijgt → verzadigingswaarde stijgt → voeropname daalt → herkauwactiviteit stijgt	White, 2017 Beauchemin, 2018

Koecomfort	Bestaat uit hygiëne ligbox, afmetingen ligbox t.o.v. grootte koe, boxbedekking	Koecomfort daalt → ligtijd daalt → herkauwactiviteit daalt	Cooper, 2007 Van Raalte, 2013
Beschikbaarheid voer	Voer ligt te ver van het voerhek af, te laat voeren of onvoldoende hoeveelheid voeren	Geen of onbereikbaar voer → opname daalt → herkauwactiviteit daalt	Aerden & Hulsen, 2013
Wijzigingen rantsoen	Structuur en kwaliteit voer veranderen	Opname daalt of stijgt → herkauwactiviteit daalt of stijgt	Aerden & Hulsen, 2013, Beauchemin, 2018
Melk- en wachttijden	Perioden waarin koeien verplicht moeten staan wachten	Melk- en wachttijden stijgen → herkauwactiviteit daalt	Beauchemin, 2018 Munksgaard, 2005
Voerselectie	Smakelijke kleine componenten worden uit voer geselecteerd	Voerselectie stijgt → herkauwactiviteit daalt	Aerden & Hulsen, 2013 Beauchemin, 2018
Overbezetting	Minder vreetplekken of ligboxen dan koeien. Rangorde conflicten nemen toe	Overbezetting stijgt → veroorzaakt stress en daling voeropname → herkauwactiviteit daalt	Aerden & Hulsen, 2013 Grant, 2001 Müschner-Siemens, 2020
Waterbeperking	Koe heeft water nodig voor melkproductie, vertering en stofwisselingsprocessen	Wateropname daalt → voeropname daalt → herkauwactiviteit daalt	Burgos, 2001

3.1.2 Koegebonden factoren herkauwactiviteit

Er zijn verschillende koegebonden factoren die invloed kunnen hebben op de herkauwactiviteit van melkkoeien. In tabel 2 is beschreven welke factoren dit zijn en wat voor invloed deze factoren op de herkauwactiviteit kunnen hebben.

Tabel 2: Koegebonden factoren herkauwactiviteit

Factor	Beschrijving	Invloed op dagelijkse herkauwactiviteit	Bron
Nieuwe omgeving	De eerste uren in een nieuwe omgeving is de koe voornamelijk bezig met verkennen	Eerste uren in nieuwe omgeving → geen of weinig voeropname / herkauwactiviteit → herkauwactiviteit daalt	Aerden & Hulsen, 2013 Hulsen, 2016
Stress	Pijn, angst en plotselinge veranderingen veroorzaken stress	Stress neemt toe → voeropname daalt → herkauwactiviteit daalt	Aerden & Hulsen, 2013 Barragan, 2018 Hulsen, 2016
Pensacidose	Evenwicht in pens verstoord door daling pH in de pens	Voeropname daalt → herkauwactiviteit daalt	Krause, 2006 Van Raalte 2013
Afkalven	6 uur voor en na afkalven besteed koe meer tijd aan staan en ervaart stress	Voeropname daalt → herkauwactiviteit daalt. Onder het afkalven helemaal geen herkauwactiviteit	Pahl, 2014

Tocht	Een tochtige koe besteed meer tijd aan socialiseren en minder aan vreten	Voeropname daalt → herkauwactiviteit daalt.	Hulsen, 2016
Klauwproblemen	Koe is minder mobiel en heeft moeite met opstaan en liggen	Aantal vreetbeurten daalt → voeropname daalt → herkauwactiviteit daalt.	Aerden & Hulsen, 2013 Norrington, 2014
Hittestress	Koe kan warmte niet kwijt en lijdt hierdoor aan stress	Stress neemt toe → voeropname daalt → herkauwactiviteit daalt	Aerden & Hulsen, 2013 Müschner-Siemens, 2020
Ras	Door fysiologische verschillen tussen koe rassen is er ook verschil in herkauwactiviteit	Kleine koe → kleine mond → langer herkauwen op voer dan grote koe (bij zelfde hoeveelheid DS opname)	Aikman, 2008 Beauchemin, 2018
Productieniveau	Hoge melkproductie vergt een hoge voeropname	Productie stijgt → voeropname stijgt → herkauwactiviteit stijgt	Johnston, 2018 Stone, 2017
Ketose	Energiebehoefte van de koe is hoger dan de energie inname, koe breekt lichaamsvet af voor energie	Voeropname daalt → herkauwactiviteit daalt	van der Drift, 2012 Kaufman, 2016
Ziekte	Er zijn verschillende ziektes die een koe kan oplopen. Veel voorkomend ziektebeeld is daling in de voeropname	Voeropname daalt → herkauwactiviteit daalt	Hulsen, 2016 Shirmann, 2016

3.2 Factoren van invloed op ligtijd

De deelvraag die in deze paragraaf wordt behandeld is deelvraag 2 - *Welke bedrijfsspecifieke en koegebonden factoren hebben invloed op sensordata van de ligtijd van melkkoeien en wat houdt die invloed precies in?*. Om deelvraag 2 te beantwoorden is er literatuuronderzoek gedaan naar het vraagstuk: welke bedrijfsspecifieke en koegebonden factoren hebben invloed op de ligtijd van melkkoeien en wat houdt die invloed in? Als er factoren zijn die de ligtijd beïnvloeden betekent dit dat die factoren ook invloed hebben op het verloop van de sensordata van ligtijd. De verschillende factoren met bijbehorende invloed zijn beschreven in tabelvorm en onderverdeeld in bedrijfsspecifieke en koegebonden factoren.

3.2.1 Bedrijfsspecifieke factoren ligtijd

Er zijn verschillende bedrijfsspecifieke factoren die invloed kunnen hebben op de ligtijd van melkkoeien. In tabel 3 is beschreven welke factoren dit zijn en wat voor invloed deze factoren op de ligtijd kunnen hebben.

Tabel 3: *Bedrijfsspecifieke factoren ligtijd*

Factor	Beschrijving	Invloed op dagelijkse ligtijd	Bron
Koecomfort	Bestaat uit hygiëne ligbox, afmetingen ligbox t.o.v. grootte koe, boxbedekking	Koecomfort daalt → ligtijd daalt	Fregonesi, 2001 Manninen, 2002 Tucker, 2003
Beschikbaarheid voer	Voer ligt te ver van het voerhek af, te laat voeren	Koe gaat staan wachten bij voerhek → ligtijd	Cook, 2009 Cooper, 2007

	of onvoldoende hoeveelheid voeren		
Voerselectie	Smakelijke kleine componenten worden uit voer geselecteerd	Koe gaat van vreetplek naar vreetplek om overal voer uit te selecteren → ligtijd daalt	Munksgaard 2005 King, 2016 De Vries, 2005
Vers voer aanbieden	Vers voer aanbieden doormiddel van voeren of voer aanschuiven is een trigger voor koeien om naar het voerhek te komen	Vers voer aanbieden met een tussenperiode korter dan een uur → koeien blijven bij het voerhek staan wachten tot er weer vers voer aangeboden wordt → ligtijd daalt	Cook, 2009 Cooper, 2007
Overbezetting	Minder vreetplekken of ligboxen dan koeien. Rangorde conflicten nemen toe	Lage rangorde koeien hebben geen plek om te liggen of voelen niet veilig om te gaan liggen → ligtijd daalt	Fregonesi, 2007
Melk en wachttijden	Perioden waarin koeien verplicht moeten staan wachten	Koe moet verplicht wachten en kan niet liggen → wachttijden nemen toe → ligtijd neemt af	Beggs, 2018 Munksgaard, 2005
Beweiding	Bij beweiding hebben koeien meer tijd nodig zelfde DS inname te realiseren als bij stalvoeding	Aantal uren beweiding neemt toe (door bijv. korte dun staand gras) → ligtijd neemt af	Aerden & Hulsen, 2013 Ketelaar-de Lauwere, 1999 Thompson, 2019

3.2.2 Koegebonden factoren ligtijd

Er zijn verschillende koegebonden factoren die invloed kunnen hebben op de ligtijd van melkkoeien. In tabel 4 is beschreven welke factoren dit zijn en wat voor invloed deze factoren op de ligtijd kunnen hebben.

Tabel 4: Koegebonden factoren ligtijd

Factor	Beschrijving	Invloed op dagelijkse ligtijd	Bron
Pensacidose	Evenwicht in pens verstoord door daling pH in de pens	Eetlust en voeropname daalt → traagheid / koe blijft langer liggen → ligtijd neemt toe	Krause, 2006 De Vries, 2009
Ketose	Energiebehoefte van de koe is hoger dan de energie inname, koe breekt lichaamsvet af voor energie	Eetlust en voeropname daalt → traagheid / koe blijft langer liggen → ligtijd neemt toe	Van der Drift, 2012 Kaufman, 2016
Ziekte	Er zijn verschillende ziektes die een koe kan oplopen. Veel voorkomend ziektebeeld is toenemende ligtijd	Eetlust en voeropname daalt → traagheid / koe blijft langer liggen → ligtijd neemt toe	Hulsen, 2016 Shirmann, 2016

Klauwproblemen	Koe is minder mobiel waardoor het moeite heeft met opstaan en liggen	Koe met klauwproblemen staat niet gemakkelijk op en blijft langer liggen → ligtijd neemt toe	Ito, 2010
Afkalven	Dag voor en na afkalven besteed koe meer tijd aan staan en beleefd stress	Ligtijd neemt af rondom afkalven	Jensen, 2012
Tocht	Koe besteed in tochtigheid meer tijd aan socialiseren	Meer tijd socialiseren (staand) → ligtijd neemt af	Hulsen, 2016
Stress	Pijn, angst en plotselinge veranderingen veroorzaken stress	Stress neemt toe → koe wordt onrustig → ligtijd neemt af	Aerden & Hulsen, 2013 Barragan, 2018 Hulsen, 2016
Nieuwe omgeving	De eerste uren in een nieuwe omgeving is de koe voornamelijk bezig met verkennen	Lopend / staand nieuwe omgeving verkennen → ligtijd neemt af	Aerden & Hulsen, 2013 Hulsen, 2016
Hittestress	Koe kan liggend warmte niet kwijt en lijdt hierdoor aan stress	Warmte stijgt → koe blijft staan om af te koelen / stress stijgt → ligtijd neemt af	Aerden & Hulsen, 2013 Heinicke, 2018
Pariteit	Koeien van eerste pariteit (vaarzen) hebben meer ligbeurten maar liggen per ligbeurt korter dan koeien met pariteit ≥ 2	Totale ligtijd vaarzen gemiddeld 30 minuten korter	Vasseur, 2012
Lactatiestadium	Eerste 100 dagen lactatie veel stress momenten als nieuw rantsoen en nieuwe omgeving gecombineerd met top in melkproductie	Lactatiestadium neemt toe → ligtijd neemt toe	Steensels, 2012 Vasseur, 2012
Productieniveau	Hoge melkproductie vergt een hoge voeropname	Melkproductie stijgt → voeropname stijgt → vreettijd stijgt → meer ligbeurten → totale ligtijd blijft gelijk	Løvendahl, 2016 Munksgaard, 2005

3.3 Factoren van invloed op vreetgedrag

De deelvraag die in deze paragraaf wordt behandeld is deelvraag 3 - *Welke bedrijfsspecifieke en koegebonden factoren hebben invloed op sensordata van het vreetgedrag van melkkoeien en wat houdt die invloed precies in?* Om deelvraag 3 te beantwoorden is er literatuuronderzoek gedaan naar het vraagstuk: welke bedrijfsspecifieke en koegebonden factoren hebben invloed op het vreetgedrag van melkkoeien en wat houdt die invloed in? Als er factoren zijn die vreetgedrag beïnvloeden betekent dit dat die factoren ook invloed hebben op het verloop van de sensordata van vreetgedrag. De verschillende factoren en bijbehorende invloed zijn beschreven en onderverdeeld in bedrijfsspecifieke en koegebonden factoren.

3.3.1 Bedrijfsspecifieke factoren vreetgedrag

Er zijn verschillende bedrijfsspecifieke factoren die invloed kunnen hebben op het vreetgedrag van melkkoeien. In tabel 5 is beschreven welke factoren dit zijn en wat voor invloed deze factoren op het vreetgedrag kunnen hebben.

Tabel 5: Bedrijfsspecifieke factoren vreetgedrag

Factor	Beschrijving	Invloed op dagelijks vreetgedrag	Bron
Kwaliteit voer	Bestaat uit - Smakelijkheid: NH ₃ , boterzuur, geur, melkzuur, suiker, RAS - Conservering: DS-gehalte, melkzuur, azijnzuur	Kwaliteit voer daalt → opname daalt → vreettijd daalt	Aerden & Hulsen, 2013
Structuur voer	Bestaat uit NDF, ADF, ADL en deeltjesgrootte	Structuur voer stijgt → verzadigingswaarde stijgt → opname daalt → vreettijd daalt	Beauchemin, 2018 White, 2017
Koecomfort	Bestaat uit hygiëne ligbox, afmetingen ligbox t.o.v. grootte koe, boxbedekking	Koecomfort daalt → koe gaat minder goed liggen / opstaan → aantal voerbeurten neemt af → opname daalt → vreettijd per vreetbeurt neemt toe	Aerden & Hulsen, 2013 Cook, 2004
Beschikbaarheid voer	Voer ligt te ver van het voerhek af, te laat voeren of onvoldoende hoeveelheid voeren	Geen voer → geen opname → vreettijd daalt → aantal vreetbeurten neemt af	Aerden & Hulsen, 2013 King, 2016
Wijzigingen rantsoen	Structuur en kwaliteit voer veranderen	Verandering structuur en kwaliteit voer kunnen vreetgedrag positief en negatief beïnvloeden	Beauchemin, 2018
Melk en wachttijden	Perioden waarin koeien verplicht moeten staan wachten	Verplichte wachttijden buiten het bereik van voerhek → periodes zonder opname → opname daalt → vreettijd daalt	Aerden & Hulsen, 2013 Munksgaard, 2005
Voerselectie	Smakelijke kleine componenten worden uit voer geselecteerd	Koeien selecteren voer → vreettijd per vreetbeurt en totale vreettijd nemen toe	Aerden & Hulsen, 2013 Beauchemin, 2018
Overbezetting	Minder vreetplekken of ligboxen dan koeien. Rangorde conflicten nemen toe	Overbezetting → rangorde conflicten → vreettijd / aantal vreetbeurten / opname ranglage dieren daalt	Grant, 2001 Müschner-Siemens, 2020
Vers voer aanbieden	Vers voer aanbieden doormiddel van voeren of voer aanschuiven is een trigger voor koeien om naar het voerhek te komen	Frequentie vers voer aanbieden stijgt → opname stijgt → aantal vreetbeurten stijgt → vreettijd stijgt	Aerden & Hulsen, 2013 King, 2016 De Vries, 2005
Beweiding	Bij beweiding hebben koeien meer tijd nodig	Koeien die vers gras moeten weiden voor DS opname	Aerden & Hulsen, 2013

	zelfde DS inname te realiseren als bij stalvoeding	hebben gemiddeld een uur meer vreettijd	Beauchemin, 2018
Waterbeperking	Koe heeft water nodig voor melkproductie, vertering en stofwisselingprocessen	Wateropname daalt → vreettijd / aantal vreetbeurten / opname daalt	Burgos, 2001

3.3.2 Koegebonden factoren vreetgedrag

Er zijn verschillende koegebonden factoren die invloed kunnen hebben op het vreetgedrag van melkkoeien. In tabel 6 is beschreven welke factoren dit zijn en wat voor invloed deze factoren op het vreetgedrag kunnen hebben

Tabel 6: Koegebonden factoren vreetgedrag

Factor	Beschrijving	Invloed op dagelijks vreetgedrag	Bron
Nieuwe omgeving	De eerste uren in een nieuwe omgeving is de koe voornamelijk bezig met verkennen	Vreetbeurten daalt → vreettijd daalt → opname daalt	Aerden & Hulsen, 2013 Hulsen, 2016 Müschner-Siemens, 2020
Stress	Pijn, angst en plotselinge veranderingen veroorzaken stress	Eetlust daalt → vreetbeurten daalt → vreettijd daalt → opname daalt	Aerden & Hulsen, 2013, Barragan, 2018, Hulsen, 2016
Pensacidose	Evenwicht in pens verstoord door daling pH in de pens Energiebehoefte van de koe is hoger dan de energie inname, koe breekt lichaamsvet af voor energie	Eetlust daalt → vreetbeurten daalt → vreettijd daalt → opname daalt	Krause, 2006 Van Raalte, 2013
Afkalven	6 uur voor en na afkalven besteed koe meer tijd aan staan en beleefd stress	Vreetbeurten daalt → vreettijd daalt → opname daalt	Jensen, 2012
Tocht	Koe besteed in tochtigheid meer tijd aan socialiseren i.p.v. vreten en liggen	Vreetbeurten daalt → vreettijd daalt → opname daalt	Hulsen, 2016
Klauwproblemen	Koe is minder mobiel waardoor het moeite heeft met opstaan en liggen	Vreettijd per vreetbeurt neemt toe → aantal vreetbeurten daalt → totale vreettijd en opname daalt	Aerden & Hulsen, 2013 Norrington, 2014
Hittestress	Koe kan liggend warmte niet kwijt en lijdt hierdoor aan stress	Temperatuur stijgt → stress stijgt → eetlust daalt → vreetbeurten daalt → vreettijd daalt → opname daalt	Aerden & Hulsen, 2013 Müschner-Siemens, 2020
Ras	Door fysiologische verschillen tussen koe rassen is er ook verschil in vreetgedrag	Grote koe / kleine koe met zelfde DS inname → Grote koe kortere vreettijd door grotere bek	Aikman, 2008 Beauchemin, 2018

Productieniveau	Hoge melkproductie vergt een hoge voeropname	Productie stijgt → energiebehoefte stijgt → vreettijd, vreetbeurten en opname stijgen	Johnston, 2018 Stone 2017
Ketose	Energiebehoefte van de koe is hoger dan de energie inname, koe breekt lichaamsvet af voor energie	Eetlust daalt → vreetbeurten daalt → vreettijd daalt → opname daalt	Van der Drift, 2012 Kaufman, 2016
Ziekte	Er zijn verschillende ziektes die een koe kan oplopen. Veel voorkomend ziektebeeld is negatief effect vreetgedrag	Eetlust daalt → vreetbeurten daalt → vreettijd daalt → opname daalt	Hulsen, 2016, Shirmann, 2016

4 Discussie

In dit hoofdstuk is de doelstelling herhaald en zijn de resultaten van het onderzoek beoordeeld. De resultaten zijn geïnterpreteerd en gereflecteerd. Daarna is de reikwijdte van de resultaten beschreven. Ook is de onderzoeksmethode en het onderzoeksproces beoordeeld. Tot slot is de terugkoppeling met de praktijk uitgelegd.

De doelstelling van dit onderzoek is een informatiebron creëren voor rundveespecialisten van De Heus waarmee het uitlezen van complexe sensordata van herkauwactiviteit, ligtijd en vreetgedrag van melkkoeien vereenvoudigd wordt en men op een juiste manier de sensordata kan interpreteren. Om deze doelstelling te behalen is de volgende hoofdvraag voor dit onderzoek opgesteld:

Welke mogelijkheden zijn er om bedrijfsspecifieke en koegebonden factoren die invloed hebben op sensordata van herkauwactiviteit, ligtijd en vreetgedrag van melkkoeien te beïnvloeden?

Om de hoofdvraag te beantwoorden is deze opgedeeld in drie deelvragen. De deelvragen en hoofdvraag zijn beantwoord doormiddel van een literatuuronderzoek. De interpretatie en reflectie van de resultaten van de deelvragen zijn in de volgende paragrafen weergegeven.

4.1 Interpretatie resultaten deelvragen

In hoofdstuk 3 zijn de resultaten van de drie deelvragen in tabelvorm opgesomd. Er zijn verschillende bedrijfsspecifieke en koegebonden factoren gevonden en beschreven. Ook is de invloed van de factoren beschreven en onderbouwd met betrouwbare bronnen. Tabel 1 tot en met 6 in het hoofdstuk resultaten geven een samenvatting weer van de resultaten en vormen een informatiebron over de factoren die sensordata van herkauwactiviteit, ligtijd en vreetgedrag kunnen beïnvloeden. Het is een informatiebron die bruikbaar is voor rundveespecialisten maar er zit geen gradatie in de factoren. Er zijn twee vragen die belangrijk zijn voor een rundveespecialist, twee vragen die gradatie kunnen brengen binnen de factoren:

- 1 Welke factoren hebben veel invloed op de sensordata van herkauwactiviteit, ligtijd en vreetgedrag en welke minder?
- 2 Op welke factoren kan een rundveespecialist veel invloed uitoefenen en op welke minder?

Door het beantwoorden van de twee vragen ontstaat er een beeld over welke factoren veel invloed hebben op sensordata en of deze ook goed beïnvloedbaar zijn voor rundveespecialisten. Dit is interessant om te weten voor een rundveespecialist omdat de rundveespecialist met deze vragen kan bepalen welke oorzaken (factoren) het effectiefst verholpen kunnen worden door middel van advies. Op deze manier kan de effectiviteit van de adviezen vergroot worden. Door het beantwoorden van de twee vragen kan een rundveespecialist bepalen waar de risico's of kansen liggen bij het adviseren over het verhelpen van de oorzaak. In de volgende sub-paragrafen zijn de twee vragen toegepast op de resultaten van de drie deelvragen van het onderzoek.

Er zijn factoren die wel invloed hebben op de sensordata van herkauwactiviteit, ligtijd en vreetgedrag maar die niet beïnvloed kunnen worden door een rundveespecialist. Bij het bepalen van de oorzaak van afwijkende sensordata moet wel rekening worden gehouden met deze factoren maar dit zijn dus factoren (oorzaken) waar een rundveespecialist geen advies voor kan maken. Een rundveespecialist kan wel aan de veehouder verklaren waarom deze factoren invloed hebben op de sensordata maar de rundveespecialist kan deze factoren niet beïnvloeden door middel van advies. Deze factoren zijn niet meegenomen in de volgende sub-paragrafen. Het betreft de factoren: afkalven, tocht, ras, pariteit, lactatiestadium en productieniveau.

4.1.1 Interpretatie resultaten deelvraag één

In de resultaten van deelvraag één zijn er zeven factoren die er uit springen en extra interessant zijn voor rundveespecialisten, dit zijn: kwaliteit voer, structuur voer, beschikbaarheid voer, wijzigingen voer, voerselectie, ketose en pensacidose. De resultaten van deelvraag één bevatten de bedrijfsspecifieke en koegebonden factoren die invloed hebben op de sensordata van herkauwactiviteit. De factoren zijn in tabel 7 onderverdeeld in vier categorieën om te bepalen welke factoren een grote invloed hebben op de sensordata van herkauwactiviteit en of een rundveespecialist grote invloed kan uitoefenen op deze betreffende factoren.

Tabel 7: Categorisatie resultaten deelvraag 1

Factor	Invloed op sensordata van herkauwactiviteit: klein	Invloed op sensordata van herkauwactiviteit: groot	Mogelijke invloed van rundveespecialist op de factor: groot	Mogelijke invloed van rundveespecialist op de factor: klein
Kwaliteit voer		x	x	
Structuur voer		x	x	
Koecomfort	x			x
Beschikbaarheid voer		x	x	
Wijzigingen rantsoen		x	x	
Melk- en wachttijden	x			x
Voerselectie		x	x	
Overbezetting	x			x
Waterbeperking		x		x
Stress	x			x
Pensacidose		x	x	
Klauwproblemen	x		x	
Hittestress		x		x
Ketose		x	x	
Ziekte		x		x

De factoren kwaliteit voer, structuur voer, beschikbaarheid voer, wijzigingen voer, voerselectie, ketose en pensacidose zijn factoren die een grote invloed kunnen hebben op de sensordata van herkauwactiviteit en daarnaast ook goed beïnvloedbaar zijn voor rundveespecialisten. Bij het adviseren over deze factoren is de kans het grootst dat het advies effectief is.

4.1.2 Interpretatie resultaten deelvraag twee

In de resultaten van deelvraag twee zijn er vijf factoren die er uit springen en extra interessant zijn voor rundveespecialisten, dit zijn: voerselectie, beweiding, pensacidose, ketose en klauwproblemen. De resultaten van deelvraag twee bevatten de bedrijfsspecifieke en koegebonden factoren die invloed hebben op de sensordata van ligtijd. De factoren zijn in tabel 8 onderverdeeld in vier categorieën om te bepalen welke factoren een grote invloed hebben op de sensordata van ligtijd en of een rundveespecialist grote invloed kan uitoefenen op deze betreffende factoren.

Tabel 8: Categorisatie resultaten deelvraag 2

Factor	Invloed op sensordata van lichttijd: klein	Invloed op sensordata van lichttijd: groot	Mogelijke invloed van rundveespecialist op de factor: groot	Mogelijke invloed van rundveespecialist op de factor: klein
Koecomfort		x		x
Beschikbaarheid voer	x		x	
Voerselectie		x	x	
Vers voer aanbieden	x		x	
Overbezetting		x		x
Melk- en wachttijden	x			x
Beweiding		x	x	
Pensacidose		x	x	
Ketose		x	x	
Ziekte		x		x
Klauwproblemen		x	x	
Stress	x			x
Nieuwe omgeving		x		x
Hittestress		x		x

De factoren voerselectie, beweiding, pensacidose, ketose en klauwproblemen zijn factoren die een grote invloed kunnen hebben op de sensordata van lichttijd en daarnaast ook goed beïnvloedbaar zijn voor rundveespecialisten. Bij het adviseren over deze factoren is de kans het grootst dat het advies effectief is.

4.1.3 Interpretatie resultaten deelvraag drie

In de resultaten van deelvraag drie zijn er tien factoren die er uit springen en extra interessant zijn voor rundveespecialisten, dit zijn: kwaliteit voer, structuur voer, beschikbaarheid voer, wijzigingen rantsoen, voerselectie, vers voer aanbieden, beweiding, pensacidose, klauwproblemen, hittestress en ketose. De resultaten van deelvraag drie bevatten de bedrijfsspecifieke en koegebonden factoren die invloed hebben op de sensordata van vreetgedrag. De factoren zijn in tabel 9 onderverdeeld in vier categorieën om te bepalen welke factoren een grote invloed hebben op de sensordata van vreetgedrag en of een rundveespecialist grote invloed kan uitoefenen op deze betreffende factoren.

Tabel 9: Categorisatie resultaten deelvraag 3

Factor	Invloed op sensordata van vreetgedrag: klein	Invloed op sensordata van vreetgedrag: groot	Mogelijke invloed van rundveespecialist op de factor: groot	Mogelijke invloed van rundveespecialist op de factor: klein
Kwaliteit voer		x	x	
Structuur voer		x	x	
Koecomfort	x			x
Beschikbaarheid voer		x	x	
Wijzigingen rantsoen		x	x	
Melk- en wachttijden	x			x
Voerselectie		x	x	

Overbezetting		x		x
Vers voer aanbieden		x	x	
Beweiding		x	x	
Waterbeperking		x		x
Nieuwe omgeving	x			x
Stress	x			x
Pensacidose		x	x	
Klauwproblemen		x	x	
Hittestress		x		x
Ketose		x	x	
Ziekte		x		x

De factoren kwaliteit voer, structuur voer, beschikbaarheid voer, wijzigingen rantsoen, voerselectie, vers voer aanbieden, beweiding, pensacidose, klauwproblemen, hittestress en ketose zijn factoren die een grote invloed kunnen hebben op de sensordata van vreetgedrag en daarnaast ook goed beïnvloedbaar zijn voor rundveespecialisten. Bij het adviseren over deze factoren is de kans het grootst dat het advies effectief is.

4.2 Reflectie resultaten

In paragraaf 4.1 zijn de resultaten van de deelvragen geïnterpreteerd en is beschreven bij welke resultaten (factoren) de grootste kansen liggen voor de rundveespecialisten van De Heus. Bij de bepaling van de hoeveelheid invloed die een rundveespecialist op een factor heeft, in tabel 7,8 en 9, is aangenomen dat de hoofdexptise van een rundveespecialist kennis over veevoeding is. Dat aangenomen, is het aannemelijk dat een rundveespecialist de meeste invloed kan uitoefenen op factoren die in verband staan met de veevoeding, bijvoorbeeld kwaliteit voer, ketose, pensacidose en voerselectie. Als deze factoren ook nog eens veel invloed uitoefenen op de sensordata van herkauwactiviteit, ligtijd of vreetgedrag zijn dit de factoren die het best als eerst kunnen worden verholpen. De adviezen die een rundveespecialist maakt om deze factoren te verhelpen hebben de grootste kans op effectiviteit. Ook de factoren die veel invloed hebben op de sensordata maar lastig beïnvloedbaar zijn voor rundveespecialisten, zijn de moeite waard om te bekijken. De kans dat een advies op deze factoren effectief is, is kleiner maar mag daarom niet worden genegeerd.

Desondanks is bij het zoeken naar de oorzaak van afwijkende sensordata belangrijk dat een rundveespecialist alle factoren uit de resultaten in acht neemt, ook deze die minder invloed hebben op sensordata of factoren waarop rundveespecialisten minder invloed kunnen uitoefenen. Tenslotte is het van belang voor een rundveespecialist om te bepalen of de afwijkende sensordata op koppelniveau heerst of op individueel dier niveau. Dit is belangrijk voor de advisering over de oplossing van de oorzaak. Als bijvoorbeeld 60 procent van de dieren afwijkende sensordata ligtijd heeft door klauwproblemen is de kans groot dat het een voedingsprobleem is (Ito, 2010). Als maar één koe van de koppel afwijkende sensordata ligtijd heeft door klauwproblemen is de kans groot dat het incidenteel is en hoeft er niet direct naar het rantsoen van de gehele groep gekeken te worden. De resultaten van de deelvragen geven antwoord op de hoofdvraag waardoor de doelstelling van dit onderzoek behaald is.

4.3 Reikwijdte resultaten

De resultaten van dit onderzoek vormen een overzichtelijke informatiebron over welke bedrijfsspecifieke en koegebonden factoren invloed hebben op sensordata van herkauwactiviteit, ligtijd en vreetgedrag van melkkoeien. De invloed van de factoren is ook beschreven waardoor duidelijk is gemaakt hoe men deze factoren kan beïnvloeden. Dit alles zorgt ervoor dat het uitlezen van complexe sensordata vereenvoudigd wordt en rundveespecialisten van De Heus op een juiste manier de sensordata kunnen interpreteren. De informatiebron die door de resultaten is gevormd is dus een hulpbron voor het vergemakkelijken van het uitlezen en interpreteren van complexe sensordata. De rundveespecialisten van De Heus kunnen met de resultaten van dit onderzoek verklaren waarom sensordata afwijkt en wat hier aan gedaan kan worden. Oftewel welke mogelijkheden er zijn om de factoren te beïnvloeden.

Naast afwijkingen in sensordata verklaren is het voor de rundveespecialisten ook van belang om te weten waarom de gedraging van een koe afwijkt. Door afwijkingen binnen het verloop van sensordata te analyseren kunnen rundveespecialisten velen ziekten, voedingsproblemen, ongemakken, en andere bedrijfsproblemen in kaart brengen en verhelpen.

De resultaten van dit onderzoek zijn onderbouwd met bronnen die voornamelijk onderzoeken bevatten die gericht zijn op lacterende Holstein melkkoeien die jaarrond gehuisvest zijn in vrijloop stallen en gevoerd worden vanaf een voergang. De bevindingen in de resultaten zijn dus het best toepasbaar bij lacterende Holstein melkkoeien die jaarrond gehuisvest zijn in vrijloop stallen en gevoerd worden vanaf de voergang.

4.4 Reflectie onderzoeksmethode en proces

De methode waarmee dit onderzoek is uitgevoerd is een literatuurstudie. Bij het literatuur verzamelen voor dit onderzoek is het zoekplan aangehouden dat is beschreven in hoofdstuk 2 - Aanpak. Hierdoor zijn er voldoende wetenschappelijke bronnen gevonden om de resultaten te onderbouwen en is de betrouwbaarheid van de resultaten gewaarborgd. Dit rapport is geschreven als informatiebron voor de rundveespecialisten van De Heus die werkzaam zijn in de Nederlandse melkveehouderij. Desondanks is meer dan de helft van de bronnen onderzoeken die zijn uitgevoerd in het buitenland, in een ander milieu en in andere omstandigheden dan in Nederland. Hierdoor daalt de toepasbaarheid van die bronnen in dit onderzoek. Toch is er voor gekozen om deze bronnen te gebruiken, omdat er niet voldoende in Nederland uitgevoerde onderzoeken beschikbaar waren om de resultaten te onderbouwen. Door het gebruiken van de buitenlandse onderzoeken is er toch genoeg literatuur verzameld om alle factoren te beschrijven.

Een ander aandachtspunt binnen de onderzoeksmethode is dat er gebruik is gemaakt van bronnen uit studieboeken voor het hbo. Men mag er van uit gaan dat er in dit soort boeken geen onwaarheden staan maar deze boeken hebben niet dezelfde betrouwbaarheid als bronnen van wetenschappelijke peer-reviewed onderzoeken. Het gebruik van studieliteratuur als bron is niet meteen nadelig voor het onderzoek maar kan wel de betrouwbaarheid van het onderzoek verlagen. Bij het schrijven van dit onderzoek zijn er geen ernstige belemmeringen geweest en is alles volgens planning verlopen. Er was meer dan voldoende literatuur voorhanden maar de moeilijkheid zat in alles tot in één overzichtelijke literatuurstudie verwerken. Vooral het afbakenen van de te behandelen factoren was een kritiek punt en duurde langer dan gepland.

4.5 Terugkoppeling praktijk

De informatiebron die is ontstaan uit resultaten van deze literatuurstudie is een hulpmiddel voor het verklaren van oorzaken van afwijkende sensordata. Er kan niet gegarandeerd worden dat door middel van de informatiebron, de oorzaak van een afwijking zeker weten verklaard kan worden. De informatiebron dient als hulpmiddel maar uiteindelijk moet de rundveespecialist zelf de beslissing afwegen om welke factor(en) het gaat. Als bijvoorbeeld de ligtijd van een kreupel koe extreem hoog is kunnen er bepaalde factoren, op basis van de resultaten van deze literatuurstudie, uitgesloten worden. Toch blijven er dan nog meerdere factoren over. Het is aan de rundveespecialist om zelf het dier te bekijken en vast te stellen dat het om kreupelheid gaat. De resultaten kunnen dus gebruikt worden als hulpmiddel maar niet als handleiding om met zekerheid de oorzaak van de afwijking vast te stellen. Het beste resultaat wordt behaald als de rundveespecialist door middel van de informatiebron, eigen expertise, eigen zintuigen en door gesprekken met de melkveehouder bepaalt welke factor(en) de afwijkende sensordata veroorzaakt. Als de sensordata afwijkende factoren zijn vastgesteld kan de rundveespecialist bepalen welke factor verhelpen het meest effectief is. Hier is geen vast protocol voor omdat elke melkveehouderij, melkveehouder en bedrijfssituatie weer anders. Deze afweging moet de rundveespecialist zelf maken op basis van eigen inschattingen.

Dit onderzoek maakt deel uit van een afstudeerstageopdracht van De Heus. Deze opdracht heeft een soortgelijke doelstelling als van dit onderzoek: hulpmiddelen creëren die het uitlezen van complexe sensordata vereenvoudigd waardoor rundveespecialisten van De Heus deze sensordata juist kunnen interpreteren. De opdracht bestaat uit drie onderdelen; een literatuurstudie, een format en drie checklists. Het format bevat de optimale herkauwactiviteit, ligtijd en vreetgedrag van melkkoeien, zie bijlage 4. Doormiddel van het format kan een rundveespecialist bepalen of de gemeten sensordata van een melkveehouderij in de buurt komt van de optimale tijden of dat de sensordata juist afwijkt. Als bepaald is dat de sensordata afwijkt moet men zich afvragen waarom dit zo is. Om deze vraag te beantwoorden zijn er drie checklists opgesteld, één voor de herkauwactiviteit, één voor de ligtijd en één voor het vreetgedrag, zie bijlage 5. Elke checklist bevat de factoren die invloed hebben op sensordata, de beschrijving van de invloed van die factoren en tot slot richtlijnen en signalen per factor. De rundveespecialisten kunnen met het format bepalen of sensordata afwijkt en vervolgens de oorzaak van de afwijkende data verklaren met de checklists. De informatie in de checklists en het format zijn gebaseerd op de literatuurstudie uit dit onderzoek. De literatuurstudie is onderdeel van het eindproduct van dit onderzoek en dus de basis van het format en de checklists. De combinatie van format en checklists, met de literatuurstudie als achtergrondinformatie, moet er voor zorgen dat sensordata beter toepasbaar wordt voor rundveespecialisten bij de advisering aan de melkveehouder.

5 Conclusie en aanbevelingen

5.1 Conclusie

Dit onderzoek is opgezet om een vraagstuk te beantwoorden op het gebied van sensordata van melkkoeien. Rundveespecialisten van De Heus voeders hebben aangegeven dat het interpreteren van complexe sensordata van melkkoeien lastig en complex is. Hierdoor is de vraag ontstaan naar een informatiebron die het juist interpreteren van complexe sensordata vergemakkelijkt. Om sensordata juist te interpreteren moet men weten wanneer sensordata optimaal is en wanneer iets afwijkt. Als data afwijkt moet men nagaan waarom het afwijkt, door welke factoren wijkt het verloop van de data af? Tot slot komt dan de vraag; hoe kan ik deze factoren beïnvloeden zodat het verloop van de data weer optimaal wordt? Om dit vraagstuk omtrent complexe sensordata te beantwoorden is dit onderzoek opgezet met de hoofdvraag:

Welke mogelijkheden zijn er om bedrijfsspecifieke en koegebonden factoren die invloed hebben op sensordata van herkauwactiviteit, ligtijd en vreetgedrag van melkkoeien te beïnvloeden?

Door het beantwoorden van de hoofdvraag is de doelstelling van dit onderzoek behaald: 'Een informatiebron creëren voor rundveespecialisten van De Heus waarmee het uitlezen van complexe sensordata van herkauwactiviteit, ligtijd en vreetgedrag van melkkoeien vereenvoudigd wordt en men op een juiste manier de sensordata kan interpreteren'. De hoofdvraag is in drie deelvragen opgesplitst. De antwoorden op de drie deelvragen samen vormen het antwoord op de hoofdvraag waarmee de doelstelling behaald is. De antwoorden op de deelvragen zijn gevonden door middel van een literatuurstudie.

Deelvraag 1 luid:

Welke bedrijfsspecifieke en koegebonden factoren hebben invloed op sensordata van de herkauwactiviteit van melkkoeien en wat houdt die invloed precies in?

Uit de literatuurstudie kwamen de volgende koegebonden factoren naar voren die invloed hebben op herkauwactiviteit:

- Kwaliteit voer – Invloed: smakelijkheid en conservering
- Structuur voer – Invloed: NDF, ADL en deeltjesgrootte
- Koecomfort – Invloed: boxafmetingen, bedekking en hygiëne
- Beschikbaarheid voer – Invloed: hoeveelheid beschikbaar voer
- Wijzigingen rantsoen – Invloed: wijziging in fysische eigenschappen
- Melk- en wachttijden – Invloed: perioden van gedwongen wachten
- Voerselectie – Invloed: inname eenzijdige voercomponenten
- Overbezetting – Invloed: stress en niet genoeg lig- en vreetplekken
- Waterbeperking – Invloed: water nodig voor voeropname en herkauwen

Uit de literatuurstudie kwamen de volgende bedrijfsspecifieke factoren naar voren die invloed hebben op herkauwactiviteit:

- Nieuwe omgeving – Invloed: toename gedraging verkennen
- Pensacidose – Invloed: traagheid, daling voeropname en herkauwactiviteit
- Afkalven – Invloed: daling voeropname en herkauwactiviteit
- Tocht – Invloed: uitzonderlijk veel tijd besteden aan socialiseren

- Klauwproblemen – Invloed: verminderde mobiliteit
- Hittestress – Invloed: ongemak, daling voeropname en herkauwactiviteit
- Stress – Invloed: ongemak, pijn en angst
- Ras – Invloed: fysiologische verschillen tussen rassen
- Productieniveau – Invloed: hoge voeropname nodig voor hoge productie
- Ketose – Invloed: traagheid, daling voeropname en herkauwactiviteit
- Ziekte – Invloed: traagheid, daling voeropname en herkauwactiviteit

Deelvraag 2 luid:

Welke bedrijfsspecifieke en koegebonden factoren hebben invloed op sensordata van de ligtijd van melkkoeien en wat houdt die invloed precies in?

Uit de literatuurstudie kwamen de volgende bedrijfsspecifieke factoren naar voren die invloed hebben op ligtijd:

- Koecomfort – Invloed: boxafmetingen, bedekking en hygiëne
- Beschikbaarheid voer – Invloed: hoeveelheid beschikbaar voer
- Voerselectie – Invloed: langere tijd aan voerhek om te selecteren
- Vers voer aanbieden – Invloed: langere tijd aan voerhek aan het wachten op voer
- Overbezetting – Invloed: stress en niet genoeg vreet- en ligplekken
- Melk- en wachttijden – Invloed: perioden van gedwongen wachten
- Beweiding – Invloed: meer tijd nodig voor droge stof opname

Uit de literatuurstudie kwamen de volgende koegebonden factoren naar voren die invloed hebben op de ligtijd:

- Pensacidose – Invloed: traagheid en minder vreettijd
- Ketose – Invloed: traagheid en minder vreettijd
- Ziekte – Invloed: traagheid en minder vreettijd
- Klauwproblemen – Invloed: verminderde mobiliteit
- Afkalven – Invloed: daling in andere gedragingen dan liggen
- Tocht – Invloed: uitzonderlijk veel tijd staand besteden aan socialiseren
- Stress – Invloed: ongemak, angst en pijn
- Nieuwe omgeving – Invloed: toename gedraging verkennen
- Hittestress – Invloed: ongemak en staand afkoelen
- Pariteit – Invloed: eerste pariteit koeien liggen minder
- Lactatiestadium – Invloed: late lactatie langere ligtijd dan vroege lactatie
- Productieniveau – Invloed: hoge productie vraagt veel vreettijd

Deelvraag 3 luid:

Welke bedrijfsspecifieke en koegebonden factoren hebben invloed op sensordata van het vreetgedrag van melkkoeien en wat houdt die invloed precies in?

Uit de literatuurstudie kwamen de volgende bedrijfsspecifieke factoren naar voren die invloed hebben op vreetgedrag:

- Kwaliteit voer – Invloed: Smakelijkheid en conservering
- Structuur voer – Invloed: NDF, ADL en deeltjesgrootte
- Koecomfort – Invloed: boxafmetingen, bedekking en hygiëne
- Beschikbaarheid voer – Invloed: hoeveelheid beschikbaar voer
- Wijzigingen rantsoen – Invloed: wijziging in fysische eigenschappen

- Melk- en wachttijden – Invloed: perioden van gedwongen wachten
- Voerselectie – Invloed: lange tijd aan voerhek door selectie
- Overbezetting – Invloed: te weinig vreet- en ligplekken
- Vers voer aanbieden – Invloed: stimulans om naar voerhek te komen
- Beweiding – Invloed: meer tijd nodig voor droge stof opname
- Waterbeperking – Invloed: water nodig voor voeropname

Uit de literatuurstudie kwamen de volgende koegebonden factoren naar voren die invloed hebben op vreetgedrag:

- Nieuwe omgeving – Invloed: toename gedraging verkennen
- Pensacidose – Invloed: traagheid, voeropname en vreettijd daalt
- Afkalven – Invloed: daling in andere gedragingen dan liggen
- Tocht – Invloed: uitzonderlijk veel tijd besteden aan staand socialiseren
- Klauwproblemen – Invloed: verminderde mobiliteit
- Hittestress – Invloed: ongemak, daling opname
- Stress – Invloed: ongemak, daling opname
- Ras – Invloed: fysiologische verschillen
- Productieniveau – Invloed: hoge productie vraagt hoge voeropname
- Ketose – Invloed: traagheid, voeropname en vreettijd daalt
- Ziekte – Invloed: traagheid, voeropname en vreettijd daalt

Uit dit onderzoek is naar voren gekomen waarom complexe sensordata juist interpreteren, als lastig wordt ervaren. Zoals in de literatuurstudie te zien is kan afwijkende sensordata veroorzaakt worden door veel verschillende factoren, waardoor het vaststellen van de oorzaak bij afwijkende data als complex kan worden ervaren. De resultaten van dit onderzoek vormen een samenvattende informatiebron van alle bedrijfsspecifieke en koegebonden factoren die invloed kunnen hebben op het sensordata verloop van de herkauwactiviteit, ligtijd en vreetgedrag van melkkoeien. Deze informatiebron kunnen rundveespecialisten van De Heus gebruiken om de oorzaak van afwijkende sensordata beter te verklaren om zo de complexe sensordata op een juiste manier te interpreteren.

In de discussie wordt aangegeven dat de informatiebron een hulpmiddel is en geen handleiding, omdat het gebruik van de informatiebron niet gegarandeerd leidt tot het vinden van de oorzaak van afwijkende sensordata. De informatiebron dient als hulpmiddel maar uiteindelijk moet de rundveespecialist zelf de beslissing afwegen om welke factor(en) het gaat. Het beste resultaat wordt behaald als de rundveespecialist door middel van de informatiebron, eigen expertise, eigen zintuigen en door gesprekken met de melkveehouder bepaalt welke factor(en) de afwijkende sensordata veroorzaken. Als de factor(en) zijn gevonden die de afwijkende sensordata veroorzaken kan er naar een oplossing worden gezocht. Oftewel, op welke manieren kan de betreffende factor beïnvloed worden?

Bij de interpretatie van de resultaten van het onderzoek in de discussie kwam naar voren dat niet elke factor even veel invloed heeft op herkauwactiviteit, ligtijd en vreetgedrag. Ook kan een rundveespecialist niet altijd evenveel invloed uitoefenen op een factor. Deze twee aspecten zorgen ervoor dat niet elk advies altijd even effectief kan zijn. Elke melkveehouderij, melkveehouder en bedrijfssituatie zijn verschillend. De rundveespecialist moet zelf de afweging maken welke factor aanpakken het effectiefst is. Tot slot is in de discussie beschreven dat dit onderzoek onderdeel is van een afstudeeropdracht van De Heus. Deze opdracht heeft een zelfde soort doelstelling als dit onderzoek; hulpmiddelen creëren die het uitlezen van complexe sensordata vereenvoudigd waardoor rundveespecialisten van De Heus deze sensordata juist kunnen interpreteren. De opdracht

bestaat uit drie onderdelen; een literatuurstudie, een format en drie checklists. Het format bevat de optimale herkauwactiviteit, ligtijd en vreetgedrag van melkkoeien. De drie checklists bevatten de factoren die invloed hebben op sensordata van herkauwactiviteit, ligtijd en vreetgedrag, beschrijving van de invloed van die factoren en tot slot richtlijnen en signalen van de factoren. De rundveespecialisten kunnen met het format bepalen of sensordata afwijkt en vervolgens de oorzaak van de afwijkende data verklaren met de checklists. Een combinatie van format en checklists, met de literatuurstudie als achtergrondinformatie, kan er voor zorgen dat sensordata beter toepasbaar wordt voor rundveespecialisten bij de advisering aan de melkveehouder.

5.2 Aanbevelingen

Op basis van de conclusies zijn de aanbevelingen opgesteld.

De resultaten van het onderzoek zijn een samenvatting van de literatuurstudie en vormen een samenvattende informatiebron. De informatiebron bevat alle bedrijfsspecifieke en koegebonden factoren die invloed kunnen hebben op de sensordata van herkauwactiviteit, ligtijd en vreetgedrag. Als sensordata afwijkt is de aanbeveling aan de rundveespecialisten van De Heus om de informatiebron uit dit onderzoek te raadplegen. Omdat de informatiebron een overzicht geeft van de factoren en de invloed van de factoren, is de kans op het succesvol verklaren van de oorzaak van de afwijking groter. Daarnaast is de aanbeveling om bij het zoeken naar een oorzaak niet alleen te vertrouwen op de informatiebron omdat dit niet gegarandeerd leidt tot het vinden van de oorzaak. Rundveespecialisten hebben de meeste kans op het vinden van de oorzaak van afwijkende sensordata, als deze de informatiebron gebruiken in combinatie met eigen zintuigen, met eigen expertise en met gesprekken met de veehouder. De aanbeveling is om deze combinatie te hanteren omdat dan de kans het grootst is op het vinden van de factor(en) die de afwijkende sensordata veroorzaakt.

Als eenmaal bekend is welke factor de afwijkende sensordata veroorzaakt kan de rundveespecialist een advies creëren waarmee de factor positief beïnvloed kan worden om zo de oorzaak te verhelpen. Nu kan het ook voorkomen dat afwijkende sensordata door meerdere factoren wordt veroorzaakt. Logischerwijs moeten alle factoren worden beïnvloed om er voor te zorgen dat de sensordata niet meer afwijkt. Toch is de aanbeveling aan de rundveespecialisten om eerst na te gaan bij welke factoren verhelpen, de kans op effectiviteit het grootst is. De aanbeveling is om eerst de factoren aan te pakken die het meeste invloed hebben op de sensordata en het best beïnvloed kunnen worden door de rundveespecialist. Er kan worden aangenomen dat adviezen die juist deze factoren aanpakken een grote effectiviteit hebben. Elke melkveehouderij, melkveehouder en bedrijfssituatie is anders, waardoor het kan zijn dat factoren niet altijd dezelfde mate van invloed hebben op het verloop van sensordata en dat rundveespecialisten niet altijd dezelfde mate van invloed hebben op de factoren. Om deze reden wordt de rundveespecialisten aanbevolen om zelf elke situatie goed in te schatten en te bepalen of factoren veel of weinig invloed hebben op de sensordata en of de rundveespecialist deze factoren goed of slecht kan beïnvloeden.

Tot slot worden de rundveespecialisten van De Heus aanbevolen om de informatiebron uit deze literatuurstudie te combineren met het format (bijlage 3) en de drie checklists (bijlage 4). Met het format kunnen de rundveespecialisten bepalen of sensordata afwijkt en vervolgens de oorzaak van de afwijkende sensordata verklaren met de checklists en informatiebron als achtergrondinformatie. Door deze drie te combineren wordt het uitlezen van complexe sensordata van herkauwactiviteit, ligtijd en vreetgedrag van melkkoeien vereenvoudigd en kan men op een juiste manier de sensordata interpreteren.

Bibliografie

- 4D4F. (2018). Data Driven Dairy Decisions for Farmers; Technology Warehouse. Opgeroepen op oktober 17, 2019, van 4D4F: 4d4f.eu: <https://4d4f.eu/content/technology-warehouse>
- Aerden, D., Hulsen, J. (2013). Voersignalen – Praktijkids voor het gezond voeren van melkkoeien (1^e druk). Zutphen, Nederland: Roodbont Publishers B.V..
- Aikman, P.C., Reynolds, C.K., Beever, D.E. (2008). Diet Digestibility, Rate of Passage, and Eating and Rumination Behavior of Jersey and Holstein Cows. *Journal of Dairy Science*, 91(3), 1103-1114.
- Barragan, A.A., Piñeiro, J.M., Schuenemann, G.M., Rajala-Schultz, P.J., Sanders, D.E., Lakritz, J., Bas, S. (2018). Assessment of daily activity patterns and biomarkers of pain, inflammation, and stress in lactating dairy cows diagnosed with clinical metritis. *Journal of Dairy Science*, 101(9), 8248-8258.
- Beauchemin, K. (2018). Invited review: Current perspectives on eating and rumination activity in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 101(6), 4762-4784.
- Beggs, D.S., Jongman, E.C., Hemsworth, P.E., Fisher, A.D. (2018). Implications of prolonged milking time on time budgets and lying behavior of cows in large pasture-based dairy herds. *Journal of Dairy Science*, 101(11), 10391-10397.
- Bikker, J.P., van Laar, H., Rump, P., Doorenbos, J., van Meurs, K., Griffioen, G.M., Dijkstra, J. (2014). Technical note: Evaluation of an ear-attached movement sensor to record cow feeding behavior and activity. *Journal of dairy science*, 97(5), 2974-2979.
- Burgos, M.S., Senn, M., Sutter, F., Kreuzer, M., Langhans, W. (2001). Effect of water restriction on feeding and metabolism in dairy cows. *American Journal of Physiology*, 280(49-2), R418-R427.
- CBS. (2017). Grotere melkveebedrijven en meer melk. Opgeroepen op oktober 10, 2019, van CBS: <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2017/18/grotere-melkveebedrijven-en-meer-melk>
- Cook, N.B., Bennett, T.B., Nordlund, K.V. (2004). Effect of Free Stall Surface on Daily Activity Patterns in Dairy Cows with Relevance to Lameness Prevalence. *Journal of Dairy Science*, 87(9), 2912-2922.
- Cook, N.B., Kenneth, V.N. (2009) The influence of the environment on dairy cow behavior, claw health and herd lameness dynamics. *The Veterinary Journal*, 179(3), 360-369.
- Cooper, M.D., Arney, D.R., Phillips, C.J.C. (2007). Two- or Four-Hour Lying Deprivation on the Behavior of Lactating Dairy Cows. *Journal of dairy science*, 90(3), 1149-1158.
- van der Drift, S., Jorritsma, R. (2012). Veel variatie in ketose. *Veeteelt; magazine van het Koninklijk Nederlands Rundvee Syndicaat NRS*, februari 2012, 44-45.
- Fregonesi, J.A, Leaver, J. (2001). Behaviour, performance and health indicators of welfare for dairy cows housed in strawyard or cubicle systems. *Livestock Production Science*, 68(2-3), 205-216.
- Fregonesi, J.A., Leaver, J. (2002). Influence of space allowance and milk yield level on behaviour, performance and health of dairy cows housed in strawyard and cubicle systems. *Livestock Production Science*, 78(3), 245-257.

- Fregonesi, J.A., Tucker, C.B. (2007). Overstocking Reduces Lying Time in Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 90(7), 3349-3354.
- Grant, R.J., Albright, J.L. (2001). Effect of Animal Grouping on Feeding Behavior and Intake of Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science*, 84, E156-E163.
- Heinicke, J., Hoffmann, G., Ammon, C., Ammon, B., Ammon, T. (2018). Effects of the daily heat load duration exceeding determined heat load thresholds on activity traits of lactating dairy cows. *Journal of Thermal Biology*, 77, 67-74.
- Hulsen, J. (2016). Koe signalen – Praktijkgids voor koegericht management (1e druk). Zutphen, Nederland: Roodbont Publishers B.V..
- Huzzey, J.M., Veira, D.M., Weary, D.M., von Keyserlingk, M.A.G. (2007). Prepartum Behavior and Dry Matter Intake Identify Dairy Cows at Risk for Metritis. *Journal of Dairy Science*, 90(7), 3220-3233.
- Ito, K., von Keyserlingk, M.A.G., Le Blanc, S.J., Weary, D.M. (2010). Lying behavior as an indicator of lameness in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 93(8), 3553-3560.
- Ito, K., Weary, D.M., von Keyserlingk, M.A.G. (2009). Lying behavior: Assessing within- and between-herd variation in free-stall-housed dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 92(9), 4412-4420.
- Jensen, M.B. (2012). Behaviour around the time of calving in dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science*, 139(3-4), 195-202.
- Jensen, M.B., Pedersen, L.J., Munksgaard, L. (2005). The effect of reward duration on demand functions for rest in dairy heifers and lying requirements as measured by demand functions. *Applied Animal Behaviour Science*, 90(3-4), 207-217.
- Johnston, C., DeVries, T.J. (2018). Short communication: Associations of feeding behavior and milk production in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 101(4), 3367-3373.
- Kamphuis, C. (2017). Big data in de melkveehouderij; hoe zit dat eigenlijk? Opgeroepen op oktober 15, 2019, van Big Data Alliance: <https://www.bigdata-alliance.org/news/big-data-de-melkveehouderij-hoe-zit-dat-eigenlijk/>
- Kaufman, E.I., Le Blanc, S.J., Mc Bride, B.W., Duffield, T.F., De Vries, D.J. (2016). Association of rumination time with subclinical ketosis in transition dairy cows. *Journal of Dairy Scienc*, 99(7), 5604-5618.
- Ketelaar-de Lauwerea, C.C., Ipema, A.H., van Ouwerkerk, E.N.J., Hendriks, M.M.W.B., Metz, J.H.M., Noordhuizen, J.P.T.M., Schouten, W.G.P. (1999). Voluntary automatic milking in combination with grazing of dairy cows: Milking frequency and effects on behavior. *Applied Animal Behaviour Science*, 64(2), 91-109.
- King, M.T.M., Crossley, R.E., De Vries, T.J. (2016). Impact of timing of feed delivery on the behavior and productivity of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 99(2), 1471-1482.
- Koopman, W. (2014). Datastroom vraagt vertaalslag naar veehouder. *Veeteelt; magazine van het Koninklijk Nederlands Rundvee Syndicaat NRS*, mei 2017, 43-47.
- Krause, K.M., Garrett, R.O. (2006). Understanding and preventing subacute ruminal acidosis in dairy herds: A review. *Animal Feed Science and Technology*, 126(3-4), 215-236.

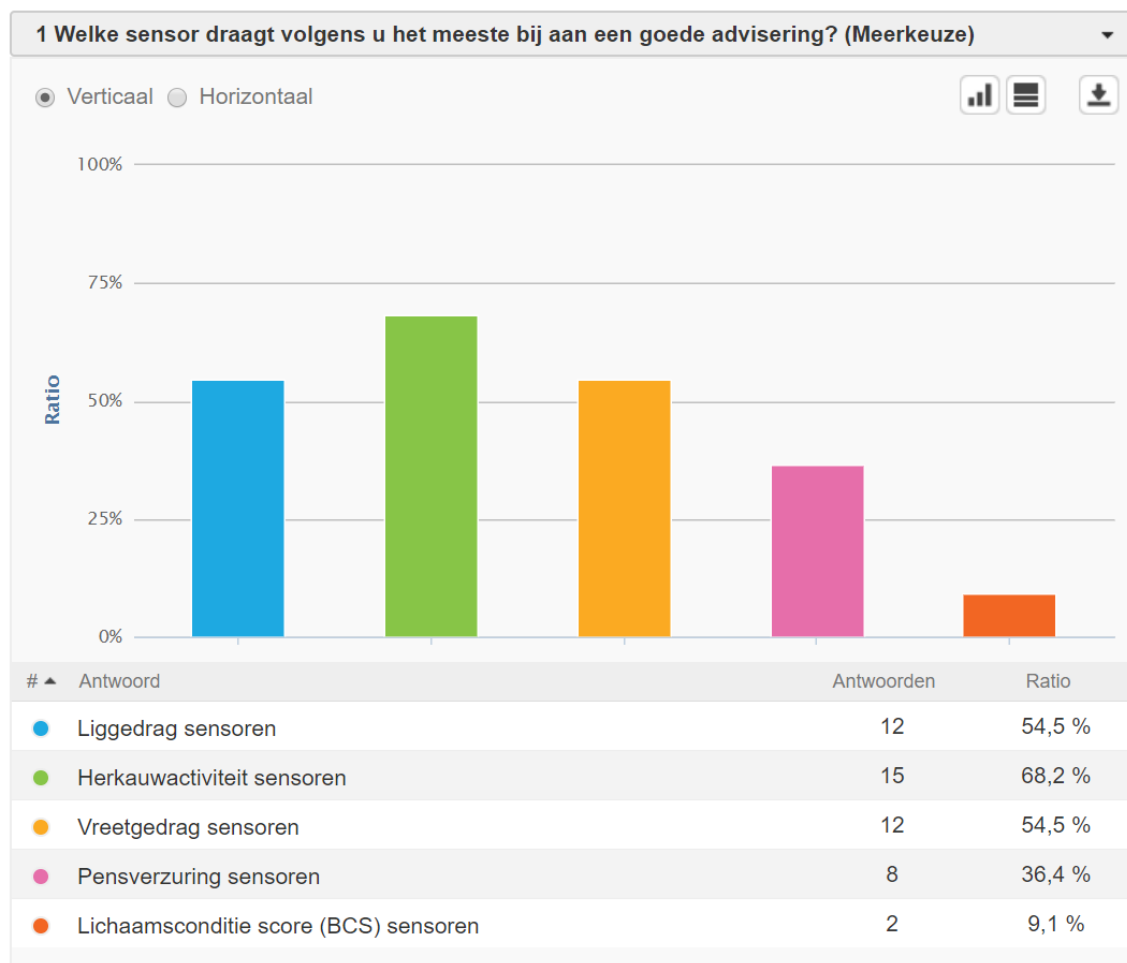
- Lokhorst, C. (2016). Smart Livestock Management: Slimme techniek in de melkveehouderij. *Wageningen Livestock Research*, 15-22.
- Løvendahl, P., Munksgaard, L. (2016). An investigation into genetic and phenotypic variation in time budgets and yield of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 99(1), 408-417.
- Manninen, E., de Passillé, A.M., Rushen, J., Narring, M., Saloniemi, H. (2002). Preferences of dairy cows kept in unheated buildings for different kind of cubicle flooring. *Applied Animal Behaviour Science*, 75(4), 281-292.
- Maselyne, J., Pastell, M., Thomsen, P.T., Thorup, V.M., Hänninen, L., Vangeyte, J., van Nuffel, A., Munksgaard, L. (2017). Daily lying time, motion index and step frequency in dairy cows change throughout lactation. *Research in Veterinary Science*, 110(1-3).
- Mertens, D.R. (1997). Creating a System for Meeting the Fiber Requirements of Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 80(7), 1463-1481.
- Müller, R., Schrader, L. (2003). A new method to measure behavioural activity levels in dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science*, 83(4), 247-258.
- Munksgaard, L., Jensen, M., Pedersen, L., Hansen, S., & Matthews, L. (2005). Quantifying behavioural priorities - effects of time constraints on behaviour of dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science*, 92(1-21), 3-14.
- Narring, m., Häggman, J., Simojoki, H., Tamminen, P., Winckler, C., Pastell, M. (2014). Short communication: Lameness impairs feeding behavior of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 97(7), 4317-4321.
- Pahl, C., Hartung, E., Grothmann, A., Mahlkow-Nerge, K., Haeussermann, A. (2014). Rumination activity of dairy cows in the 24 hours before and after calving. *Journal of Dairy Science*, 97(11), 6935-6941.
- van Raalte, S. (2013). Wat zeggen uw koeien? Opgeroepen op januari 20, 2020 van Agrio Melkvee: <https://www.melkvee.nl/artikel/71759-wat-zeggen-uw-koeien/>
- Rushen, J., Haley, D., de Passillé, AM. (2007). Effect of Softer Flooring in Tie Stalls on Resting Behavior and Leg Injuries of Lactating Cows. *Journal of Dairy Science*, 90(8), 3647-3651.
- Smart-Akis. (sd). Wat is Smart Farming? Opgeroepen op oktober 15, 2019, van Smart-Akis - Smart Farming Thematic Network: <https://www.smart-akis.com/index.php/nl/netwerk/wat-is-smart-farming/>
- Shirrmann, K., Weary, D.M., Heuwieser, W., Chapinal, N., Cerri, R.L.A., von Keyserlingk, M.A.G. (2016). Short communication: Rumination and feeding behaviors differ between healthy and sick dairy cows during the transition period. *Journal of Dairy Science*, 99(12), 9917-9924.
- Steensels, M., Bahr, C., Berckmans, D., Halachmi, I., Antler, A., Maltz, E. (2012). Lying patterns of high producing healthy dairy cows after calving in commercial herds as affected by age, environmental conditions and production. *Applied Animal Behaviour Science*, 136(2-4), 88-95.
- Stone, A.E., Jones, B.W., Becker, C.A., Bewley, J.M. (2017). Influence of breed, milk yield, and temperature-humidity index on dairy cow lying time, neck activity, reticulorumen temperature, and rumination behavior. *Journal of Dairy Science*, 100(3), 2395-2403.

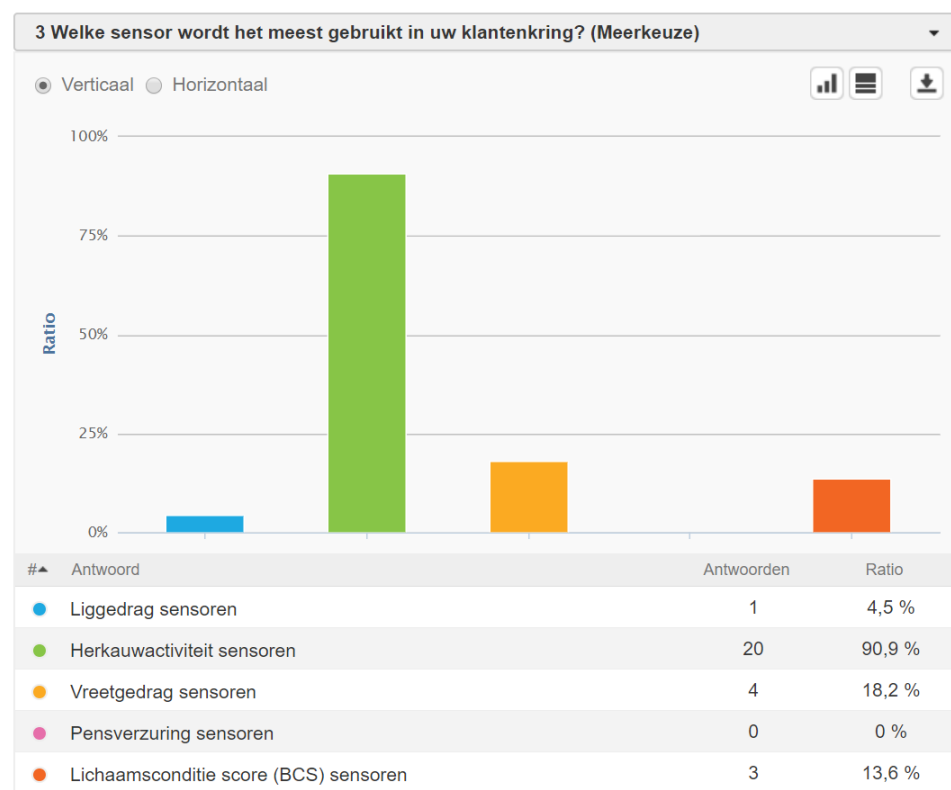
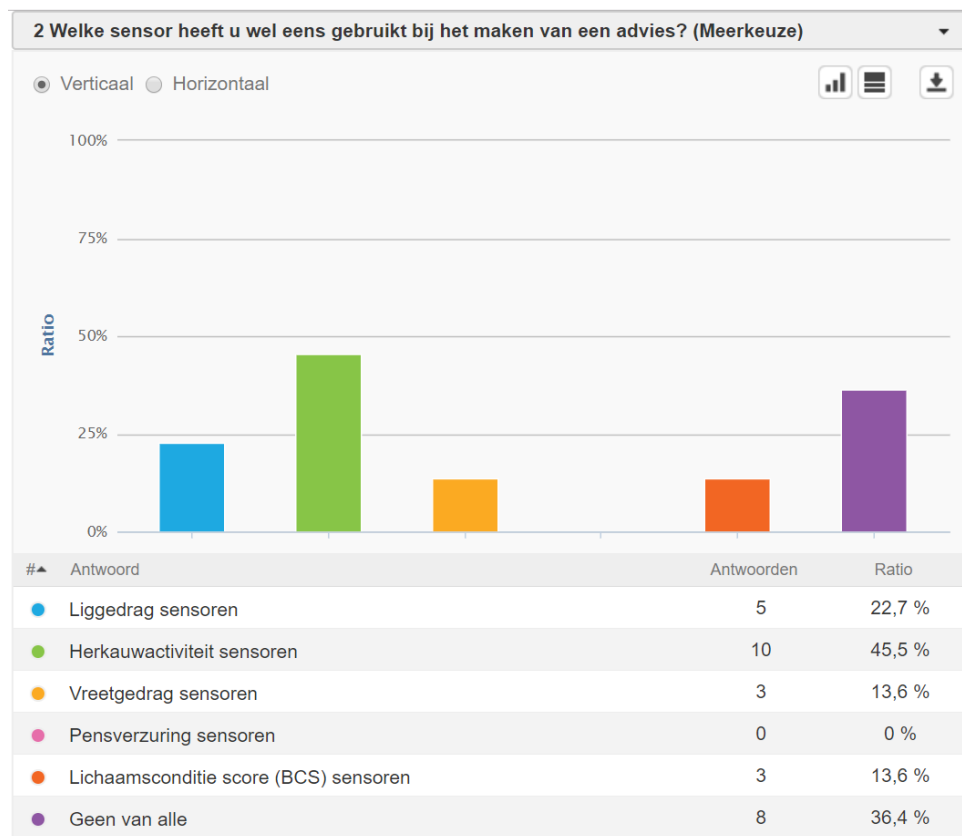
- Ternman, E., Nilsson, E., Peetz, P. N., Pastell, M., Hänninen, L., & Agenäs, S. (2019). Rapid eye movement sleep time in dairy cows changes during the lactation cycle. *Journal of Dairy Science*, 102(6), 5458-5465.
- Thompson, A.J., Weary, D.M., Bran, A., Daros, R.R., Hötzel, M.J., von Keyserlingk, M.A.G. (2019). Lameness and lying behavior in grazing dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 102(7), 6373-6382.
- Tucker, C.B., Weary, D.M., Fraser, D. (2003). Effects of Three Types of Free-Stall Surfaces on Preferences and Stall Usage by Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 86(2), 521-529.
- Vasseur, E., Rushen, J., Haley, D.B., de Passillé, A.M. (2012). Sampling cows to assess lying time for on-farm animal welfare assessment. *Journal of Dairy Science*, 95(9), 4968-4977.
- de Vries, T.J., Beauchemin, K.A., Dohme, F., Schwartzkopf-Genswein, K.S. (2009). Repeated ruminal acidosis challenges in lactating dairy cows at high and low risk for developing acidosis: Feeding, ruminating, and lying behavior. *Journal of Dairy Science*, 92(10), 5067-5078.
- de Vries, T.J., von Keyserlingk, M.A.G. (2005). Time of Feed Delivery Affects the Feeding and Lying Patterns of Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 88(2), 625-631.
- White, R.R., Beth Hall, M., Firkins, J.L., Kononoff, P.J. (2017). Physically adjusted neutral detergent fiber system for lactating dairy cow rations. I: Deriving equations that identify factors that influence effectiveness of fiber. *Journal of Dairy Science*, 100(12), 9551-9568.
- Zalix. (sd). Liggende koe. Opgehaald van Zalix.nl:
<http://zalix.nl/beeldbank/displayimage.php?pid=41304>

Bijlage 1 – Uitslag enquête

Het belang van sensordata voor rundveespecialisten van De Heus Voeders

Deze enquête heeft Daan Feddes afgenomen bij rundveespecialisten van De Heus Voeders. Er was een respons van 50%, 25 specialisten. Deze enquête is afgenomen als onderdeel van de afstudeeropdracht van Daan Feddes voor de opleiding Dier- en Veehouderij aan de Aeres Hogeschool in Dronten.





Bijlage 2 – Checklist schriftelijk rapporteren

Checklist Schriftelijk Rapporteren 2018

Naam: Daan Feddes

Klas: 4DVB

*De beoordelingscriteria die met een * zijn aangegeven, zijn 'killing points'. Wanneer de beoordelaar daarvan meer dan vijf heeft aangekruist, dien je het rapport/verslag op alle onvoldoende onderdelen te verbeteren. In het afstudeerwerkstuk zijn geen 'killing points' toegestaan.*

1. Het taalgebruik

- ☐ Bevat niet meer dan drie grammaticale, spel- en typefouten per duizend woorden; het rapport/verslag is dan afgekeurd*
- ☐ Heeft een actieve schrijfstijl*
- ☐ Is zakelijk, formeel en objectief*
- ☐ Is coherent (verwijs- en verbindingswoorden)*
- ☐ Heeft een adequate interpunctie*
- ☐ Bevat niet de persoonlijke voornaamwoorden 'ik/ mij/me, jij/je/jou, jullie, u, wij/we/ons'*
- ☐ Is doelgroepgericht*
- ☐ Heeft een uniforme stijl*

2. De ordening

- ☐ Het verslag/rapport heeft een logisch opbouw
- ☐ Elk hoofdstuk heeft een logische alineastructuur
- ☐ Elk hoofdstuk kent een introductie (m.u.v. H.1)

3. Het rapport/verslag

- ☐ Is vrij van plagiaat*
- ☐ De pagina's zijn genummerd*
- ☐ Heeft een uniforme opmaak

4. De omslag

- ☐ Bevat de titel
- ☐ Vermeldt de auteur(s)

5. De titelpagina/het titelblad

- ☐ Heeft een specifieke titel*
- ☐ Vermeldt de auteur(s)*
- ☐ Vermeldt de plaats en de datum*
- ☐ Vermeldt de opdrachtgever(s)*

6. Het voorwoord:

- ☐ Bevat de persoonlijke aanleiding tot het schrijven van het rapport/verslag
- ☐ Bevat persoonlijke bedankjes (persoonlijke voornaamwoorden toegestaan)

7. De inhoudsopgave:

- ☐ Vermeldt alle genummerde onderdelen van het rapport/verslag*
- ☐ Vermeldt de samenvatting en de bijlage(n)
- ☐ Is overzichtelijk/gestructureerd
- ☐ Heeft een correcte paginaverwijzing

8. De samenvatting:

- ☐ Is een verkorte versie van het gehele rapport/verslag
- ☐ Bevat de conclusies
- ☐ Bevat suggesties voor verder onderzoek

- ☐ Bevat geen persoonlijke mening
- ☐ Staat direct na de inhoudsopgave

9. De inleiding

- ☐ Is hoofdstuk 1*
- ☐ Beschrijft het kader/de context en de aanleiding*
- ☐ Geeft inhoudelijke relevante achtergrondinformatie*
- ☐ Bevat de probleemstelling/de onderzoeksvraag*
- ☐ Vermeldt het doel*
- ☐ Bevat een leeswijzer voor het rapport/verslag*

10. Materiaal en methode

- ☐ Beschrijft de gevolgde onderzoeksmethode
- ☐ Motiveert de keuze voor de gevolgde onderzoeksmethode
- ☐ Past bij de probleemstelling/de onderzoeksvraag*
- ☐ Beschrijft de variabelen/eenheden
- ☐ Beschrijft de methode van data-analyse

11. De (opmaak van de) kern

- ☐ De hoofdstukken en de (sub)paragrafen met maximaal drie niveaus zijn genummerd*
- ☐ De hoofdstukken en (sub)paragrafen hebben een passende titel
- ☐ Een hoofdstuk beslaat ten minste één pagina
- ☐ Een nieuw hoofdstuk begint op een nieuwe pagina
- ☐ De zinnen lopen door (geen 'enter' binnen een alinea gebruiken)
- ☐ De figuren zijn (door)genummerd en hebben een passende titel (onder de figuur)*
- ☐ De tabellen zijn (door)genummerd en hebben een passende titel (boven de tabel)*
- ☐ Tabellen en figuren zijn zelfstandig te begrijpen
- ☐ In de tekst zijn er verwijzingen naar figuren en/of tabellen*
- ☐ De tekst bevat verwijzingen naar de desbetreffende bijlage(n)
- ☐ De tekst is ook zonder verwijzingen te begrijpen

12. De discussie

- ☐ Vermeldt de interpretatie(s) van de resultaten
- ☐ Bevat een vergelijking met relevante literatuur
- ☐ Geeft de valide argumentatie weer
- ☐ Evalueert de gevolgde onderzoeksmethode
- ☐ Bevat een kritische reflectie op de eigen bevindingen

13. De conclusies en aanbevelingen

- ☐ Bevatten antwoord(en) op de onderzoeksvraag
- ☐ Zijn gebaseerd op relevante feiten
- ☐ Bevatten geen nieuwe informatie*

14. De bronvermelding

- ☐ Verwijzingen in de tekst zijn conform de APA-normen*
- ☐ De bronnenlijst is conform de APA-normen*

15. De bijlagen

- ☐ Zijn genummerd
- ☐ Zijn voorzien van een passende titel
- ☐ Bevatten geen eigen analyse
- ☐ Zijn overzichtelijk weergegeven



Bijlage 3 – Literatuurstudie

In deze bijlage zijn de uitgebreide resultaten van de literatuurstudie uitgewerkt. Alle bedrijfsspecifieke en koegebonden factoren die invloed hebben op het dataverloop van herkauwactiviteit, ligtijd en vreetgedrag zijn in deze literatuurstudie beschreven. Hoofdstuk 3 'Resultaten' bevat de beknopte versie van deze uitgebreide literatuurstudie. De literatuurstudie is in drie delen verdeeld:

- Deel 1: Bedrijfsspecifieke en koegebonden factoren die invloed hebben op het dataverloop van de herkauwactiviteit van melkkoeien.
- Deel 2: Bedrijfsspecifieke en koegebonden factoren die invloed hebben op het dataverloop van de ligtijd van melkkoeien.
- Deel 3: Bedrijfsspecifieke en koegebonden factoren die invloed hebben op het dataverloop van het vreetgedrag van melkkoeien.

Deel 1: Bedrijfsspecifieke en koegebonden factoren herkauwactiviteit

Bedrijfsspecifieke en koegebonden factoren die invloed hebben op het dataverloop van de herkauwactiviteit van melkkoeien. Beschrijving van welke factoren er invloed hebben en wat die invloed dan precies inhoud.

1.1 Bedrijfsspecifieke factoren herkauwactiviteit

Kwaliteit voer: Herkauwactiviteit staat in verband met de voeropname van een koe. Als een koe minder voer opneemt door slechte kwaliteit van het voer zal het dier ook minder herkauwen, omdat er minder voer is om te herkauwen. De voeropname van een koe wordt voor beïnvloed door de kwaliteit van het voer. De kwaliteit van het voer bepaald men door de smakelijkheid (NH₃, boterzuur, geur, melkzuur, suiker, RAS) en conservering (DS-gehalte, melkzuur, azijnzuur) van het voer te beoordelen. Goed geconserveerd voer ruikt fris en zurig. Rotting, schimmel, ammoniak en boterzuur zijn signalen dat de conservering niet goed is gelukt. Rotting, broei en schimmel bederven de smaak van het voer omdat ze de smaakvolle suikers in het voer consumeren en een muffe rottende geur produceren. Ook grond in het voer vermindert de voeropname en smakelijkheid (Aerden & Hulsen, 2013).

Structuur voer: Naast de kwaliteit van het voer wordt de voeropname ook beïnvloed door de structuur van het voer. De structuur van het voer beoordeeld men door het NDF, ADF en ADL gehalte (ruwe celstof) van het voer te bepalen en de deeltjesgrootte. De structuur van voer wordt uitgedrukt in structuurwaarde en is gekoppeld aan het ruwe celstofgehalte. De structuurwaarde is een bepaald procentueel deel van het ruwe celstofgehalte van een voersoort. Bijvoorbeeld, de structuurwaarde van kuilgras is 1.15% van het ruwe celstofgehalte in kuilgras. Hoe hoger het ruwe celstofgehalte, hoe hoger de structuurwaarde en hoe langer een koe moet herkauwen op een voerbolus. Naast structuur heeft ook deeltjesgrootte invloed op de herkauwactiviteit van melkkoeien. Een koe herkauwt om de deeltjesgrootte van het ingenomen voer te verkleinen. Als men de deeltjesgrootte van het voer verkleind door bijvoorbeeld hakselen of snijden zal de herkauwactiviteit verminderen, omdat de deeltjes kleiner zijn en de koe er dus minder lang op hoeft te herkauwen. Grote deeltjes en een hoger ruw celstof gehalte zorgen ook voor een hogere verzadigingswaarde waardoor een koe minder voer opneemt maar wel meer herkauwt (White, 2017, Beauchemin, 2018).

Koecomfort: Koeien herkauwen het best in een liggende, comfortabele rust-positie. Koeien liggen het meest en langst in een comfortabele ligbox die voldoet aan de juiste box afmetingen met zachte box bedekking en voldoende box hygiëne. Als een koe niet goed kan liggen vertoont ze rusteloosheid, zoals veel bewegen onder het liggen (andere ligpositie aannemen). Een koe die rusteloos is herkauwt minder lang en vaak. Slecht koecomfort kan er ook toe leiden dat koeien moeite hebben met opstaan of niet gemakkelijk kunnen gaan liggen. Op deze momenten twijfelt een koe, is ze rusteloos en herkauwt ze minder (Cooper, 2007, Van Raalte 2013).

Beschikbaarheid voer: Onder juiste stalomstandigheden vreten koeien 10 tot 14 maaltijden verdeeld over de dag. Op deze manier is de pens doorlopend goed gevuld en kan de koe het gewenste herkauwpatroon vertonen van 7-10 uur per dag herkauwen, verdeeld over 11 periodes. Als de koe beperkt wordt in de voeropname zal dit ook effect hebben op de lengte en tijdstippen van herkauwen. Als er bijvoorbeeld maar de helft van de dag voer ligt voor de koeien zullen de koeien maar een bepaalde periode voer opnemen en dus ook maar een beperkte periode herkauwen. Om de koeien het gewenste herkauwpatroon te laten vertonen moet er de hele dag door voldoende vers, smakelijk worden aangeboden (Aerden & Hulsen, 2013).

Wijzigingen rantsoen: De herkauwactiviteit van koeien kan veranderen door plotselinge wijzigingen in het rantsoen, bijvoorbeeld door het starten met voeren van een nieuwe graskuil. Wijzigingen in het rantsoen betekent vaak ook wijziging in structuur, smakelijkheid, hoeveelheid, samenstelling en deeltjesgrootte waardoor de herkauwactiviteit ook wijzigt. Daarnaast is een koe een gewoontedier en heeft elke verandering invloed op de gesteldheid van de koe. Koeien moeten dus niet alleen wennen aan de voer-technische wijzigingen in het rantsoen maar ook aan het feit dat er iets veranderd in de dagelijks routine (Aerden & Hulsen, 2013, Beauchemin, 2018).

Melk- en wachttijden: Melktijden en wachttijden zijn onvermijdelijk als een koe in lactatie is, maar deze tijden hebben wel een negatieve invloed op de herkauwactiviteit. Dit komt omdat de koe gedwongen moet wachten. De koe krijgt in deze periodes beperkt de mogelijkheid om natuurlijk gedrag te vertonen als herkauwen, vreten en liggen. Lange wachttijden rondom en tijdens het melken zorgen dus ook voor lange periodes waarin herkauwactiviteit negatief beïnvloed wordt en daalt (Beauchemin, 2018, Munksgaard, 2005).

Voerselectie: Om er voor te zorgen dat een koe de gewenste herkauwactiviteit laat zien moet het rantsoen voldoende structuur, smakelijkheid en de juiste deeltjesgrootte bevatten. Het kan zijn dat een rantsoen dit allemaal bevat maar dat de variatie in herkauwactiviteit tussen de koeien toch varieert. Dit kan komen doordat de koeien voer selecteren. Koeien kunnen voer selecteren doordat de verschillende componenten binnen het rantsoen niet goed gemengd zijn of een grotere deeltjeslengte hebben. Hierdoor kunnen de koeien de meest smakelijke en kleine componenten uit het rantsoen selecteren. Het gevolg is dat de koeien snel te veel of te weinig van een component innemen, waardoor bijvoorbeeld het aandeel ruwe celstof dat een koe inneemt kan variëren en dus ook de herkauwactiviteit verandert. Door voerselectie verliest de veehouder het overzicht op wat en hoeveel een koe opneemt (Aerden & Hulsen, 2013, Beauchemin, 2018).

Overbezetting: Men spreekt van overbezetting als er meer koeien aanwezig zijn dan dat er vreetplekken of ligplaatsen zijn. Binnen een veestapel heerst altijd een rangorde. De volgorde binnen de rangorde komt tot stand door onderlinge conflicten tussen dominante en minder dominante koeien. Als er overbezetting is zorgt dit er voor dat deze rangorde bepalende conflicten vaker plaats vinden omdat koeien met elkaar moeten concurreren om een vreetplek of ligplaats. Deze conflicten zorgen voor stress waardoor het welzijn vermindert en de herkauwactiviteit afneemt (Müschner-Siemens, 2020). Overbezetting heeft een negatieve invloed op de voeropname van ranglage koeien.

Rangordestrijd zorgt ervoor dat ranglage dieren sneller en minder eten, in minder maaltijden in vergelijking tot ranghoge dieren. Minder voeropname zorgt voor minder voer om te herkauwen en dus verlaagt ook de herkauwactiviteit bij overbezetting (Aerden & Hulsen, 2013, Grant, 2001).

Waterbeperking: Een koe heeft een bepaalde water behoefte om stofwisselingsprocessen in het lichaam te reguleren, voer te verteren en melk te produceren. Uit onderzoek van (Burgos, 2001) blijkt dat een tekort aan waterinname bij een koe invloed heeft op de voerinname. Als de koe niet voldoende water op kan nemen daalt de voeropname per maaltijd en ook de totale voeropname per dag. Minder voeropname betekent ook daling in herkauwactiviteit.

1.2 Koegebonden factoren herkauwactiviteit

Nieuwe omgeving: Het welzijn van koeien staat in verband met rust en regelmaat. Nieuwe situaties of plotselinge veranderingen in de omgeving of dagindeling van een koe kan leiden tot nieuwsgierigheid en stress. Nieuwsgierigheid levert geen stress op maar de koe is dan wel afgeleid en besteed minder tijd aan vreten, liggen en herkauwen en meer tijd met verkennen. Als een koe bijvoorbeeld in een nieuwe huisvesting is geplaatst is het te verwachten dat herkauwactiviteit de eerste uren na verhuizing lager is dan normaal. Stress is een factor die het welzijn van de koe aantast. Een verminderd welzijn van de koe heeft een negatieve invloed op de herkauwactiviteit (Aerden & Hulsen, 2013, Hulsen, 2016).

Stress: Pijn, angst en plotselinge nieuwe veranderingen veroorzaken stress. Pijn kan veroorzaakt worden door bijvoorbeeld ziekte, klauwproblemen, stofwisselingsziekte of verwondingen. Pijn veroorzaakt stress bij een koe en stress beïnvloedt het welzijn van een koe op een negatieve manier. Hierdoor vermindert de herkauwactiviteit. Pijn kan er ook voor zorgen dat een koe minder gaat vreten waardoor de herkauwactiviteit daalt. Angst veroorzaakt net als pijn stress. Ook dit heeft een negatief effect op het welzijn en dus de herkauwactiviteit (Aerden & Hulsen, 2013, Barragan, 2018, Hulsen, 2016).

Pensacidose: Pensacidose ook wel pensverzuring genoemd, is een daling van de pH in de pens van de koe. Bij de fermentatie van snel fermenteerbaar en koolhydraat rijk voer komen vluchtige vetzuren vrij. Overtollige vluchtige vetzuren die de pens niet kan opnemen zorgen voor een daling van de pH in de pens. Daling van de pH in de pens compenseert de koe met speeksel productie die bicarbonaat bevat en de pH buffert. Herkauwen bevordert de speekselproductie en dus de pH buffer in de pens. Als een koe te veel overtollige vluchtige vetzuren in de pens heeft en te weinig herkauwt bestaat de kans op pensverzuring. Pensverzuring veroorzaakt verminderde herkauwactiviteit, diarree, een lagere voeropname en een lagere melkgift. Een verlaagde herkauwactiviteit door een tekort aan structuurrijk voer kan de oorzaak zijn van pensverzuring maar een verlaagde herkauwactiviteit kan ook een indicator zijn van pensverzuring. Ook extreem veel herkauwen op een voerbolus kan duiden op pensverzuring, omdat de koe dan doormiddel van extra herkauwen de pH van de pens probeert te verlagen (Krause, 2006, Van Raalte 2013).

Afkalven: De herkauwactiviteit van een koe daalt aanzienlijk in de 24 uur voor en na afkalven. Gemiddeld twee uur voor het afkalven stopt de koe helemaal met herkauwen. Zes uur na afkalven begint de koe weer met herkauwen (Pahl, 2014).

Tocht: Een koe in tocht besteed minder tijd aan vreten en herkauwen en meer aan sociaal gedrag, springen op andere dieren en staande toch. Hierdoor neemt de herkauwactiviteit sterk af of stopt zelfs helemaal in de tochtperiode. Na de tochtperiode kan de herkauwactiviteit ook minder zijn, omdat er in de tochtperiode minder voer is opgenomen (Hulsen, 2016).

Klauwproblemen: Klauwproblemen veroorzaken pijn, stress en verminderen het welzijn van melkkoeien, waardoor de herkauwactiviteit afneemt. Het belemmert de koeien in het lopen, liggen en opstaan. Het gevolg hiervan is dat de koe minder mobiel is. Een gezonde koe eet tien á 14 maaltijden per dag. Een kreupele koe komt door moeite met opstaan en liggen en slechte mobiliteit minder vaak naar het voerhek en neemt dan meer voer op dan normaal om zo toch genoeg binnen te krijgen. Toch daalt de opname van een kreupele koe omdat het in de mindere voerperiodes niet lukt om genoeg voer op te nemen. Een mindere voeropname leidt tot een verlaging in de herkauwactiviteit. Ook hebben koeien een verhoogde kans op pensacidose omdat kreupele koeien enkele keren op een dag vreten en dan meer voer dan normaal opnemen (Aerden & Hulsen, 2013, Norring, 2014).

Hittestress: Hittestress kan ontstaan door warme temperaturen en een hoge luchtvochtigheid. Koeien gedijen het best tussen de -5°C en 18°C. Boven de 20°C en 60% luchtvochtigheid bestaat het risico op hittestress. In deze omstandigheden bestaat de kans dat een koe niet voldoende kan afkoelen en hierdoor stress ervaart. Stress vermindert het welzijn van de koe en de herkauwactiviteit. Naast het negatieve effect van stress op de herkauwactiviteit gaat een koe door de warmte ook minder vreten. Bij hogere temperaturen heeft de koe meer energie nodig om het lichaam af te koelen, maar gaat juist minder voer opnemen door de warmte. Hierdoor vergroot de kans op pensacidose. Hittestress leidt tot verminderde opname, conditie, weerstand, herkauwactiviteit, productie en vergroot de kans op pensacidose (Aerden & Hulsen, 2013, Müschner-Siemens 2020).

Ras: Volgens (Aikman, 2008) verschillen koe rassen onderling van elkaar in mate van herkauwactiviteit. Dit komt door de fysiologische verschillen tussen de rassen. Een Jersey koe heeft bijvoorbeeld een hogere herkauwactiviteit dan een Holstein koe als deze twee dezelfde droge stof inname (DMI) hebben. Dit komt omdat bij een gelijke DMI de Jersey koe vaker kleinere bolussen moet herkauwen omdat de Jersey koe kleiner gebouwd is en dus ook een kleinere bek heeft (Beauchemin, 2018).

Productieniveau: Hoog productieve koeien hebben dagelijks een hogere herkauwactiviteit dan laag productieve koeien. Dit komt omdat hoog productieve koeien meer voer opnemen en dus ook meer moeten herkauwen. Dit geldt alleen als de hoogproductieve en laagproductieve koeien op de zelfde manier gehuisvest zijn, hetzelfde rantsoen krijgen en van hetzelfde ras zijn (Johnston, 2018, Stone, 2017).

Ketose: Ketose, ook wel slepende melkziekte genoemd, ontstaat als de energieopname minder is dan de energiebehoefte. Dit komt vaak voor in de eerste maanden na afkalven, omdat de energiebehoefte in die periode omhoog schiet door de stijgende melkproductie. Om het energietekort aan te vullen breekt de koe lichaamsvet af waarbij giftige ketonen vrij komen. Door het energietekort kan het lichaam de ketonen niet meer afvoeren en ontstaat er ketose. Koeien met ketose verliezen eetlust en nemen minder voer op, waardoor ook de herkauwactiviteit daalt. Verschijnselen van ketose zijn verminderde voeropname, conditie, productie, herkauwactiviteit en traagheid. Door de ketonen ruikt de uitgedemde lucht van koeien met ketose naar aceton (van der Drift, 2012, Kaufman, 2016).

Ziekte: Er bestaan naast de veel voorkomende pensacidose en ketose nog veel meer soorten ziekten die een koe kan oplopen. Een ziekteverschijnsel dat in veel gevallen voorkomt is een vermindering van de voeropname en dus de herkauwactiviteit of helemaal stoppen met herkauwen (Hulsen, 2016, Shirmann, 2016).

Deel 2: Bedrijfsspecifieke en koegebonden factoren ligtijd

Bedrijfsspecifieke en koegebonden factoren die invloed hebben op het dataverloop van de ligtijd van melkkoeien. Beschrijving van welke factoren er invloed hebben en wat die invloed dan precies inhoud.

2.1 Bedrijfsspecifieke factoren koecomfort

Koecomfort: De mate van koecomfort heeft invloed op de ligtijd bij koeien om verschillende redenen. Koecomfort in verband met ligtijd betreft onder andere de afmetingen van een ligbox, het soort ligbox en de bedekking in de ligbox. Door box afmetingen die te krap zijn of door box bedekkingen die niet comfortabel liggen of smerig zijn kan een koe afwijkend liggedrag vertonen. De koe zal minder snel gaan liggen en sneller opstaan als ze ligt, hierdoor daalt de ligtijd van de koe. Verschillende onderzoeken als (Tucker, 2003), (Manninen, 2002) en (Fregonesi, 2001) tonen aan dat koeien voorkeur geven aan huisvesting met hoog koecomfort en hierdoor ook langer liggen.

Beschikbaarheid voer: In deel 1.1 is beschreven wat het effect is van wel of geen continue beschikbaarheid van voer op het gedrag van de koe. Onderzoek van (Cooper, 2007) toont aan dat als er periodes zijn waarin de koe geen toegang heeft tot voer dit zal leiden tot afwijkend liggedrag. Als voer niet beschikbaar is en de koe wel hongerig is kan dit er tot leiden dat de koe bij het voerhek blijft staan wachten tot er weer voer beschikbaar is. Dit resulteert in een dagelijks kortere ligtijd en kan er voor zorgen dat er periodes ontstaan waarin de koe ongewenst lang in een aaneengesloten staande positie doorbrengt (Cook, 2009).

Voerselectie: In deel 1.1 is beschreven wat de kwaliteit van voer inhoud en wat voerselectie is. Als de kwaliteit van het voer minder is zal de koe langer aan het voerhek staan om smakelijk voer uit te selecteren. Als de koe niet voldoende opneemt door mindere kwaliteit voer zal de koe ook vaker dan wenselijk naar het voerhek terug komen om te vreten. Hierdoor zal de totale ligtijd per dag dalen, zal het aantal sta periodes toenemen en zal de tijd van de sta periodes toenemen (Aerden & Hulsen, 2013, Beauchemin, 2018).

Vers voer aanbieden: Uit het onderzoek van (DeVries, 2005) en (King, 2016) blijkt dat het aanbieden van vers voer een grootte invloed heeft op het vreetgedrag. Aanschuiven van voer of nieuw voer voeren is een stimulans voor een koe om naar het voerhek te komen. De frequentie van nieuw voer aanbieden kan invloed hebben op de ligtijd van koeien. Bij een hoge frequentie van nieuw voer aanbieden bestaat de kans dat koeien lange op één volgende periodes aan het voerhek blijven staan wachten op nieuw voer. Deze situatie kan ook plaatsvinden als men afwijkt van vaste voertijden. Als men bijvoorbeeld altijd vlak na het melken nieuw voer aanbied raken de koeien aan dit patroon gewend en verwachten de dieren ook vers voer na het melken. Als men van deze situatie afwijkt binnen het voermanagement en de koeien op een ander tijdstip voert kan de situatie ontstaan dat koeien na het melken gaan staan wachten of het nieuwe voer dat niet komt. De totale dagelijkse ligtijd zal hier niet onder lijden, omdat koeien liggen meer prioriteit geven dan vreten of andere gedragingen volgens (Munksgaard, 2005). Wel kunnen deze 'wacht situaties' leiden tot ongewenste lange aaneensluitende sta periodes.

Overbezetting: In deel 1.1 is beschreven wat overbezetting en rangorde inhoud. Volgens het onderzoek van (Fregonesi, 2007) heeft overbezetting invloed op het liggedrag van koeien. Koeien hebben binnen een veestapel een duidelijke rangorde die bepaald wordt door onderlinge conflicten en confrontaties. Door overbezetting bij ligboxen of vreetplekken nemen deze onderlinge conflicten en confrontaties toe waardoor koeien die laag in rangorde zijn belemmert worden om een natuurlijk gedrag te uiten. Dit houdt in dat een koe die laag in rangorde is niet altijd kan vreten of liggen op eigen tijd. Dit levert stress op en zorgt ervoor dat ranglage dieren vaak lang moeten wachten om te

gaan vreten of liggen. Hierdoor neemt de totale dagelijkse ligtijd af en ontstaan er ongewenste periodes waarin ranglage dieren lange aaneengesloten periodes staan en maar korte periodes liggen.

Melk- en wachttijden: In deel 1.1 is beschreven dat wachttijden rondom en tijdens het melken invloed hebben op het gedrag van melkkoeien. Als een koe meer dan drie uur per dag beperkt is in de tijd om te gaan liggen, vreten, drinken en socialiseren zal de ligtijd hier in eerste instantie niet onder lijden volgens het onderzoek van (Munksgaard, 2005), omdat liggen de hoogste prioriteit heeft. Echter als de periodes van verplicht wachten meer dan vier uur in totaal duren zal ook de totale dagelijkse ligtijd hier onder lijden omdat er dan niet genoeg tijd over blijft om voldoende te liggen en te vreten. Lange wachttijden rondom en tijdens het melken leveren stress op (Beggs, 2018).

Beweiding: Koeien gehouden in een systeem met weidegang hebben minder ligtijd dan koeien die die gehuisvest zijn in een systeem met stalvoeding. Dit komt omdat koeien die vreten van een voergang sneller en meer kunnen vreten dan een koe die in de weide gras vreet. Grazende koeien nemen kleinere happen vers gras en moeten afstanden afleggen om het weidegras tot zich te nemen. Hierdoor houden koeien die voorraad vreten van een voergang meer tijd over om te liggen (Aerden & Hulsén, 2013, Ketelaar-de Lauwere, 1999, Thompson, 2019).

2.2 Koegebonden factoren ligtijd

Pensacidose: Wat pensacidose inhoud en hoe het ontstaat is beschreven in deel 1.2.. Pensacidose veroorzaakt een verminderde eetlust waardoor voeropname daalt en de koe langer ligt per ligbeurt (Krause, 2006, DeVries, 2009).

Ketose: In deel 1.2 is beschreven wat ketose inhoud en wat de oorzaak is. Een gevolg van ketose is verminderde eetlust en traagheid. Hierdoor blijft een koe met ketose lang liggen. Het aantal ligbeurten neemt af maar de ligtijd per ligbeurt neemt toe. Hierdoor neemt de totale dagelijkse ligtijd ook toe (van der Drift, 2012, Kaufman, 2016).

Ziekte: Er bestaan naast de veel voorkomende pensacidose en ketose nog veel meer soorten ziekten die een koe kan oplopen. Een ziekteverschijnsel dat in veel gevallen voorkomt is een toename van totale dagelijkse ligtijd en een toename in ligtijd per ligbeurt (Hulsén, 2016, Shirmann, 2016).

Klauwproblemen: Zoals al is beschreven in deel 1.2, zorgen klauwproblemen voor pijn en stress bij koeien. Ook beperken klauwproblemen koeien in mobiliteit. Koeien hebben door de klauwproblemen vaak pijn bij liggen, opstaan en staan. Koeien met klauwproblemen gaan daardoor minder snel liggen en opstaan. Hierdoor ontstaan ongewenst lange periodes van aaneengesloten staan of liggen. Aantal ligbeurten daalt, maar de keren dat een koe gaat liggen met klauwproblemen ligt ze erg lang. Dit geldt ook voor de sta periodes. Deze nemen ook af maar als de koe gaat staan blijft ze een lange periode achter elkaar staan. Een koe met klauwproblemen heeft hierdoor of een hele korte totale dagelijkse ligtijd of een hele lange totale dagelijkse ligtijd (Ito, 2010).

Afkalven: Uit onderzoek van (Jensen, 2012) blijkt dat het liggedrag van een koe veranderd in de periodes voor en na het afkalven. In de 24 uur voor afkalven en de eerste zes uur na afkalven daalt de ligtijd van een koe maar gaat de koe wel vaker liggen. Zes uur na afkalven gaat de koe minder vaak liggen maar de ligtijd per ligbeurt neemt wel toe. 24 uur na afkalven pakt de koe haar normale liggedrag weer op.

Tocht: Een koe in de tochtperiode besteed minder tijd aan vreten, liggen en meer aan sociaal gedrag, springen op andere dieren en staande tocht. Hierdoor neemt de totale dagelijkse ligtijd af, gaat een koe minder vaak liggen en daalt de ligtijd per ligbeurt (Hulsén, 2016).

Stress: Pijn, angst en plotselinge nieuwe veranderingen veroorzaken stress. Pijn en angst kunnen verschillende oorzaken hebben zoals is beschreven in 1.2.. Pijn kan een koe hinderen in mobiliteit zoals bij klauwproblemen maar kan ook net zo als angst ervoor zorgen dat een koe bepaalde plekken vermijdt. Stress tast het welzijn van een koe aan waardoor het dier belemmert wordt in het uiten van haar natuurlijk gedrag als liggen, vreten, drinken en socialiseren. Een koe die pijn heeft bij het opstaan kan heel lang blijven liggen maar de koe kan ook heel lang blijven staan omdat de pijn een belemmering is om te gaan liggen. Een koe in angst kan wel een gewenste totale dagelijkse ligtijd halen maar gaat door de angst veel vaker staan, waardoor het aantal ligperiodes stijgt maar de ligtijd per ligbeurt daalt. Een koe met stress of angst kan afwijkend liggedrag vertonen door lange ongewenste periodes aaneengesloten te blijven staan (Aerden & Hulsen, 2013, Barragan, 2018, Hulsen, 2016).

Nieuwe omgeving: In deel 1.2 is uitgelegd wat voor invloed nieuwe omgevingen en stress op het gedrag van een koe kunnen hebben. Door nieuwe omgevingen, situaties of gebeurtenissen kunnen koeien nieuwsgierig raken en dit kan het liggedrag van de koe beïnvloeden. Als een koe bijvoorbeeld is verhuisd naar een nieuwe omgeving is het mogelijk dat het dier de eerste uren naar verhuizing niet gaat liggen, vreten of drinken maar eerst alles gaat onderzoeken uit nieuwsgierigheid (Aerden & Hulsen, 2013, Hulsen, 2016).

Hittestress: In deel 1.2 is beschreven wat hittestress inhoud en wat de oorzaak is. Uit het onderzoek van (Heinicke, 2018) blijkt dat koeien met hittestress minder liggen. Hoe warmer de temperatuur en hoe hoger de luchtvochtigheid, hoe minder de koeien gaan liggen. Warmte heeft effect op het aantal keren liggen en de lengte per ligbeurt. Koeien die hittestress ervaren liggen in totaal dagelijks minder omdat de koeien sneller opstaan en dus de ligtijd per ligbeurt daalt. Dit komt omdat koeien staand de warmte in het lichaam gemakkelijker kwijt kunnen raken (Aerden & Hulsen, 2013).

Pariteit: Uit onderzoek van (Vasseur, 2012) blijkt dat ligtijden verschillen tussen koeien van verschillende pariteit. Koeien van eerste pariteit hebben meer ligbeurten, maar deze zijn korter dan die van koeien van hogere pariteiten. Hierdoor is de totale dagelijkse ligtijd van eerste pariteit koeien lager dan die van hogere pariteit koeien.

Lactatiestadium: Uit onderzoek van (Vasseur, 2012) blijkt dat ligtijden verschillen tussen koeien van verschillend lactatiestadium. In de eerste 100 dagen na afkalven (vroeg lactatie) vertonen koeien een lagere totale dagelijkse ligtijd in vergelijking met koeien boven de 100 dagen na afkalven (midden en late lactatie). De koeien in vroeg lactatie liggen minder lang per ligbeurt maar hebben wel meer ligbeurten. Het onderzoek van (Steensels, 2012) benadrukt het grote verschil in ligtijd tussen koeien in de eerste 100 dagen lactatie en koeien die 100 dagen of meer in lactatie zijn.

Productieniveau: Het onderzoek van (Løvendahl, 2016) toont aan dat koeien met een hoge melkproductie meer ligbeurten hebben dan koeien met een lage melkproductie. Dit komt omdat een koe met een hoge productie meer voer moet opnemen en daarom vaker aan het voerhek staat. Dit heeft geen invloed op de totale dagelijkse ligtijd tussen hoog en laag productieve koeien. Volgens het onderzoek van (Munksgaard, 2005) komt dit doordat koeien liggen als hoogste prioriteit hebben. Koeien met een hoge productie hebben een hogere totale dagelijkse vreettijd. Deze vreettijd gaat ten koste van andere gedragingen als socialiseren maar niet ten koste van de totale dagelijkse ligtijd. Hoogproductieve koeien liggen in totaal dagelijks evenveel als laag productieve koeien maar hebben meer ligbeurten die korter duren.

Deel 3: Bedrijfsspecifieke en koegebonden vreetgedrag

Bedrijfsspecifieke en koegebonden factoren die invloed hebben op het dataverloop van het vreetgedrag van melkkoeien. Beschrijving van welke factoren er invloed hebben en wat die invloed dan precies inhoud.

3.1 Bedrijfsspecifieke factoren vreetgedrag

Kwaliteit voer: In deel 1.1 staat beschreven wat de kwaliteit van het voer bepaald. Bij voer van lage kwaliteit zal een koe langer aan het voerhek staan dan bij voer van hoge kwaliteit, omdat de koe dan meer tijd besteed aan het uitsélectioneren van smakelijk voer. Door de lage kwaliteit van het voer zal de koe zich niet helemaal vol vreten en vaker terug komen naar het voerhek door hongergevoel. Lage kwaliteit voer zorgt voor meer en langere vreetbeurten, minder opname per vreetbeurt, in totaal minder opname en in totaal langere vreettijd (Aerden & Hulsén, 2013).

Structuur voer: In deel 1.1 staat beschreven hoe men de structuur van voer bepaald. Als de deeltjesgrootte toe neemt binnen een rantsoen zal de koe een langere vreettijd hebben, omdat de koe er langer over doet om het voer op te vreten. De deeltjesgrootte heeft geen invloed op het aantal vreetbeurten. Volgens het onderzoek van (White, 2017) heeft het ruwe celstofgehalte (structuur) van een rantsoen weinig effect op de vreettijd. Wel heeft het ruwe celstofgehalte van een rantsoen effect op de verzadigingswaarde van het rantsoen. Bij een hoog ruwe celstofgehalte heeft het rantsoen een hoge verzadigingswaarde en zal de koe sneller vol zitten dan bij een rantsoen met een laag ruwe celstofgehalte, waardoor de vreettijd afneemt. Het ruwe celstofgehalte heeft geen invloed op aantal vreetbeurten (Beauchemin, 2018).

Koecomfort: In deel 1.1 staat beschreven wat koecomfort inhoud. Een matig koecomfort kan de oorzaak zijn van afwijkingen binnen het vreetgedrag van koeien. Als de ligbox bijvoorbeeld verkeerd is afgesteld kan dit er toe leiden dat de koe slecht kan opstaan of gaan liggen. De koe zal hierdoor minder vaak naar het voerhek komen, de vreettijd per vreetbeurt zal toenemen maar de totale vreettijd zal afnemen, de opname per vreetbeurt zal toenemen maar de totale opname zal dalen. Slecht koecomfort is dus een belemmering voor de koe om het gewenste vreetgedrag te vertonen (Aerden & Hulsén, 2013, Cook, 2004).

Beschikbaarheid voer: Een koe kan het gewenste vreetgedrag vertonen als er de hele dag vers, kwalitatief en voldoende voer voor het voerhek ligt. Als dit niet het geval is en de koeien hebben een tijd niet gevreten dan kunnen de koeien na het voermoment in één keer heel veel voer opnemen. Dit verhoogt de kans op pensverzuring, wat een negatief effect heeft op de voeropname. Wisselende beschikbaarheid van voer geeft ook wisselende voerpatronen waardoor de pens niet altijd optimaal gevuld is. Dit heeft een negatief effect op de werking van de pens. Als men in bepaalde periodes de beschikbaarheid van voer onttrekt van de koe kan dit resulteren in afwijkend vreetgedrag als langere vreetperiodes, vermindering van vreetperiodes, stijging in opname per vreetperiode (Aerden & Hulsén, 2013, King, 2016).

Wijzigingen rantsoen: Een rantsoenwijziging kan afwijkend vreetgedrag veroorzaken. Als bijvoorbeeld de kwaliteit van het nieuwe rantsoen minder is of de structuur gewijzigd kan dit lijden tot afwijkend vreetgedrag. Dit is beschreven in deel 1.1 (Beauchemin, 2018).

Melk- en wachttijden: Zoals is beschreven in deel 1.1 zijn wachttijden tijdens en rondom het melken perioden waarin een koe niet haar eigen gang kan gaan. Als een koe bijvoorbeeld wilt vreten maar dit niet kan, omdat het dier in de wachtruimte staat voor de melkstal, is de koe beperkt in het uitvoeren van natuurlijk gedrag. Uit onderzoek van (Munksgaard, 2005) blijkt dat als koeien beperkt worden in

het tijdsbudget voor de uiting van natuurlijk gedrag de vreesnelheid hier onder lijdt. Dit komt door de prioriteit die een koe geeft aan liggen, vreten, drinken en socialiseren als het tijdsbudget van deze activiteiten gedwongen beperkt wordt. Deze prioriteit begint een rol te spelen als een koe meer dan drie uur per dag niet vrijuit kan liggen, eten, drinken en socialiseren. In deze beperkende situaties geeft een koe altijd de prioriteit aan liggen en daarna pas aan eten, drinken en de minste prioriteit aan socialiseren. Het beperken van het tijdsbudget voor de uiting van natuurlijk gedrag heeft tot gevolg dat de tijd per vreetbeurt afneemt, maar de opname niet veranderd omdat de koe bij tijdgebrek sneller gaat vreten (Aerden & Hulsen, 2013).

Voerselectie: Voerselectie kan er toe lijden dat dominante koeien langere periodes aan het voerhek staan dan andere koeien. De dominantere koeien gaan van voerplek naar voerplek om telkens het smakelijkste voer uit te selecteren. Dit smakelijke voer is vaak het krachtvoer, mais en bijproducten, waardoor structuurrijk ruwvoer overblijft. Als voerselectie toeneemt neemt ook de variatie in vreetpatronen tussen de koeien binnen een koppel toe. Minder dominante dieren krijgen na de dominante dieren het minder smakelijke voer dat nog voor het voerhek ligt wat vaak bestaat uit ruwvoer met minder smakelijkheid, meer structuur, hogere verzadigingswaarde en een andere samenstelling. Deze voereigenschappen geven een ander vreetgedrag, deze zijn beschreven in deel 1.1 (Aerden & Hulsen, 2013, Beauchemin, 2018).

Overbezetting: Overbezetting heeft een negatieve invloed op het vreetgedrag van ranglage koeien. Rangordestijd zorgt ervoor dat ranglage dieren sneller en minder eten, in minder maaltijden in vergelijking tot ranghoge dieren. Overbezetting zorgt voor meer rangorde bepalende conflicten die veel stress opleveren. Stress vermindert het welzijn, voeropname en vreetmomenten van de koe. De keren dat ranglage koeien wel aan het voerhek staan vreten ze sneller dan normaal (Grant, 2001, Müschner-Siemens 2020).

Vers voer aanbieden: Uit het onderzoek van (DeVries, 2005) en (King, 2016) blijkt dat het aanbieden van vers voer een grootte invloed heeft op het vreetgedrag. Als voer net aangeschoven is of er is net nieuw voer gevoerd, is dit een grote trigger voor koeien om naar het voerhek te komen om te vreten. Met meerdere keren per dag voeren of voer aanschuiven komt de koe vaker naar het voerhek waardoor de koe meerdere kortere vreetperiodes heeft en minder voer opneemt per portie. Dit zorgt er voor dat de pens doorlopend goed gevuld is, waardoor de kans op pensacidose vermindert (Aerden & Hulsen, 2013).

Beweiding: Het vreetgedrag van een grazende koe verschilt van een koe die voer opneemt via stalvoeding, dit is beschreven in deel 2.1.. Bij stalvoeding kan de koe het voer direct opnemen van de voergang. Bij weidegang moet de koe al grazend hap voor hap kleine beetjes opnemen. Hierdoor is de totale dagelijkse vreettijd bij weidegang langer dan bij stalvoeding (Aerden & Hulsen, 2013, Beauchemin, 2018).

Waterbeperking: Een koe heeft een bepaalde water behoefte om de metabolische processen in het lichaam te reguleren, voer te verteren en melk te produceren. Uit onderzoek van (Burgos, 2001) blijkt dat een tekort aan waterinname bij een koe invloed heeft op de voerinname. Als de koe niet voldoende water op kan nemen daalt de voeropname per maaltijd en ook de totale voeropname per dag.

3.2 Koegebonden factoren vreetgedrag

Nieuwe omgeving: Het welzijn van koeien staat in verband met rust en regelmaat. Nieuwe situaties of plotselinge veranderingen in de omgeving of dagindeling van een koe kan leiden tot nieuwsgierigheid en stress. Nieuwsgierigheid levert geen stress op maar de koe is dan wel afgeleid en besteed minder tijd aan vreten (Aerden & Hulsen, 2013, Hulsen, 2016). Als een koe bijvoorbeeld in een nieuwe huisvesting is geplaatst is het te verwachten dat de vreettijd de eerste uren na verhuizing lager is dan normaal. Stress is een factor die het welzijn van de koe aantast. Een verminderd welzijn van de koe heeft een negatieve invloed op de voeropname en vreettijd (Müschner-Siemens 2020).

Pensacidose: In deel 1.2 is beschreven wat pensacidose is en wat het veroorzaakt. Het gevolg van pensacidose is een verminderde eetlust. Hierdoor daalt de voer opname, daalt het aantal vreetbeurten en daalt de vreettijd (Krause, 2006, Van Raalte 2013).

Afkalven: Volgens het onderzoek van (Jensen, 2012) daalt de vreetactiviteit in de eerste twee uur voor afkalven, dit komt voornamelijk doordat de weeën de laatste twee uur voor afkalven een piek behalen en de koe gaat liggen om te persen. Ook de eerste uren na afkalven komt een koe minder naar het voerhek en is de vreettijd per vreetbeurt korter dan normaal. Dit komt omdat de koe na afkalven de prioriteit geeft aan het verzorgen van het kalf.

Tocht: Een koe in de tochtperiode besteed minder tijd aan vreten en meer aan sociaal gedrag, springen op andere dieren en staande toch. Hierdoor neemt het aantal vreetbeurten af, de lengte per vreetbeurt en de opname per vreetbeurt (Hulsen, 2016).

Klauwproblemen: Klauwproblemen veroorzaken pijn, stress en verminderen het welzijn van melkkoeien, waardoor de herkauwactiviteit afneemt. Het belemmert de koeien in het lopen, liggen en opstaan. Het gevolg hiervan is dat de koe minder mobiel is. Een kreupele koe zal minder vaak naar het voerhek komen, de tijd per vreetbeurt stijgt hierdoor en de opname per vreetbeurt ook. De totale opname zal dalen door de verlaging in het aantal vreetbeurten (Aerden & Hulsen, 2013, Norring, 2014).

Hittestress: In deel 1.2 is beschreven wat hittestress inhoud. Door de hittestress zal de koe minder voer gaan opnemen. Met hoge temperaturen heeft het lichaam van de koe echter meer energie nodig, maar door de warmte gaat de nog minder voer opnemen. Bij warme temperaturen en hittestress zal een koe minder vaak vreten, minder voer opnemen per vreetbeurt en minder tijd per vreetbeurt besteden. Hierdoor zal de totale voeropname per dag ook verminderen (Aerden & Hulsen, 2013, Müschner-Siemens 2020).

Stress: In deel 1.2 is beschreven wat stress inhoud. Pijn en angst veroorzaken stress en pijn kan een koe belemmeren in mobiliteit. Hierdoor zal een koe minder vaak vreten, minder voer opnemen per vreetbeurt en minder tijd per vreetbeurt besteden. Hierdoor zal de totale voeropname per dag ook verminderen (Aerden & Hulsen, 2013, Barragan, 2018, Hulsen, 2016).

Ras: In deel 1.2 is beschreven dat koeien rassen fysiologisch van elkaar verschillen, waardoor ook het vreetgedrag kan verschillen. In het onderzoek van (Aikman, 2008) is aangetoond dat Jersey koeien met soortgelijke productie als Holstein koeien evenveel voer kunnen opnemen in totaal. Jersey koeien herkauwen langer waardoor het voer het lichaam sneller passeert en er nieuw voer kan opgenomen worden. Vreettijd per vreetbeurt verschilt niet omdat de Holstein koe sneller eet maar ook meer voedsel per vreetbeurt opneemt. Jersey koeien kunnen door kleinere bekken minder snel vreten dan Holstein koeien maar kunnen ook minder opnemen per vreetbeurt (Beauchemin, 2018).

Productieniveau: Hoog productieve koeien hebben dagelijks totaal een hogere voeropname dan laag productieve koeien. Dit komt omdat de koeien niet sneller eten of meer eten per vreetbeurt, maar omdat hoog productieve vaker naar het voerhek komen om te vreten en dus meer vreetbeurten hebben dan laag productieve koeien. Door de stijging in vreetbeurten stijgt ook de totale tijd per dag van vreettijd (Johnston, 2018, Stone 2017).

Ketose: In deel 1.2 is beschreven wat ketose is en wat de oorzaak is. Ketose vermindert de eetlust van koeien. Hierdoor verminderd de opname per vreetbeurt, daalt het aantal vreetbeurten, daalt de tijd per vreetbeurt en verminderd de totale opname per dag (van der Drift, 2012, Kaufman, 2016).

Ziekte: Er bestaan naast de veel voorkomende pensacidose en ketose nog veel meer soorten ziekten die een koe kan oplopen. Een ziekteverschijnsel dat in veel gevallen voorkomt is een vermindering van de voeropname, het aantal vreetbeurten en een daling in de tijd per vreetbeurt (Hulsen, 2016, Shirmann, 2016).

Bijlage 4 – Format sensordata interpreteren

	Ligtijd	Herkauwactiviteit	Vreetgedrag
Optimaal	≥ 2^e kalfs: 0 – 60 dgn = 10,5 – 11,5 uur 60 – 120 dgn = 11 – 12,5 uur > 120 dgn 12 – 13,5 uur Droog = 13 – 15 uur Vaarzen: 0 – 60 dgn = 9,5 – 11 uur 60 – 120 = 10,5 – 12 uur > 120 dgn 11,5 – 13 uur Koppel melkkoelen: > 12,5 uur 8 – 10 ligbeurten van 1,5 uur / dag	480 – 600 min. / dag (8 – 10 uur) Droog = gem. 10% hoger Herkauwslagen per voerbolus = 60 slagen	240 – 360 min. / dag (4 – 6 uur) 10 – 14 vreetbeurten / dag
Wanneer afwijking / Wanneer actie ondernemen	> 1 uur afwijking t.o.v. optimale ligtijd > 2 uur afwijking t.o.v. ligtijd voorgaande 24 uur > 2 ligbeurten afwijking t.o.v. optimaal aantal ligbeurten > 2 uur afwijking t.o.v. optimale tijd per ligbeurt	< 430 min. = laag > 630 min. = hoog 10% afwijking t.o.v. voorgaande 24 u. 10 slagen afwijking t.o.v. de optimale 60	< 200 min. = laag > 400 min. = hoog 15% afwijking t.o.v. voorgaande 24 u. 3 vreetbeurten afwijking t.o.v. optimale 10 – 14 beurten

Bijlage 5 – Checklists factoren, invloeden, richtlijnen en signalen

Checklist factoren die invloed hebben op herkauwactiviteit

Bedrijfsspecifieke factoren

Factor	Beschrijving invloed	Richtlijnen
Beschikbaarheid voer	Geen of onbereikbaar voer → minder opname → minder herkauwact.	Minimaal 22.5 uur/dag bereikbaar voer voor voerhek, 5 - 10% restvoer en dat max. 90 min.
Koecomfort	Passende boxafmetingen, bedekking en hygiëne. Hoog koecomfort → langer liggen → stijging herkauwact.	Boxafmetingen en hygiënescore zie bijlage 5.1 CCI: > 85% (berekening bijlage 5.1)
Kwaliteit voer	Smakelijkheid (NH ₃ , boterzuur, geur, melkzuur, suiker, RAS) en conservering (DS-gehalte, melkzuur, azijnzuur). Kwaliteit stijgt → opname stijgt → herkauwact. stijgt	NH ₃ = ≤ 8 // Boterz.= ≤ 3 Geur= fris, zurig // Azijnz.= 10-20 DS-gehalte= 35-45% // Melkz.= 10-40 Suiker= 60-120 // RAS= 90-120
Overbezetting	Overbezetting stijgt → stress en ongemak neemt toe → herkauwact. daalt	Melkkoeien max. bezetting: 100% Droge koeien max. bezetting: 90%
Structuur voer	NDF, ADL en deeltjesgrootte (DG) Structuur neemt toe → herkauwact. stijgt	NDF= 420-500 // ADL= 20-25 DG= 0-25 mm. Bepaling d.m.v. schudbox
Voerselectie	Voerselectie stijgt → opname vezelrijke componenten daalt → herkauwact. daalt	Max. 5% selectie, controleren d.m.v. schudbox op 4 plekken toe te passen
Wachttijden	Wachtijd stijgt → gedwongen wachten stijgt → herkauwact. daalt	Max. 3 uur / dag, max. 1.5 uur per wachtbeurt
Wijzigingen rantsoen	Wijziging in kwaliteit en structuur → herkauwact. daalt of stijgt	Max. 10% afwijking herkauwact. na wijziging t.o.v. voorgaande 24u

Koegebonden factoren

Factor	Beschrijving invloed	T.o.v. voorgaande 24 uur
Afkalven	24 uur voor en na afkalven daalt de herkauwact.	Herkauwact. kan dalen t/m 130 min./24u. → 10 - 25%
Hittestress	Hittestress / ongemak neemt toe → herkauwact. daalt	Herkauwact. kan dalen t/m 60 min./24u. → 0-15% Koeien ervaren hittestress bij THI ≥ 68
Klauwproblemen (KP)	Minder mobiel → daling opname → daling herkauwact.	Beginnende KP: geen effect op herkauwact. Signaal gevorderde KP: daling herkauwact. ≥ 10%
Pensverzuring	Pensverzuring neemt toe → herkauwact. daalt	Signalen: 10-25% daling herkauwact., ≥ 0.2 punten daling in melkvet, meer dan 70 herkauwslagen op 1 herkauwbolus
Productieniveau	Productie stijgt → opname stijgt → herkauwactiviteit stijgt	Richtlijnen binnen bedrijf: ≤ 20 kg melk/dag = 500 min. herkauwact. 30 kg melk/dag = 550 min. herkauwact. ≥ 40 kg melk/dag = 600 min. herkauwact.
Slepende melkziekte	Vermindert opname → herkauwact. daalt	Signalen: ≥ 0.2 punten daling in melkeiwit, ≥ 0.2 punten stijging in melkvet, vet/eiwit-verhouding ≥ 1.5, daling herkauwact. ≥ 10-20%,
Stress	Pijn, angst en nieuwe situaties → ongemak → herkauwact. daalt	Signaal: 10-20% daling in herkauwact.
Tocht	Meer socialiseren → herkauwact. daalt	Signaal: 10-30% daling in herkauwact.
Verschillen tussen rassen	Verschil in fysiologie → verschil in herkauwact.	Holstein 480 – 600 min herkauwact. Jersey 420 – 540 min herkauwact.
Ziekte	Vermindert opname → herkauwact. daalt	Signaal: daling herkauwact. ≥ 10-30%,

Checklist factoren die invloed hebben op lichttijd

Bedrijfsspecifieke factoren

Factor	Beschrijving invloed	Richtlijnen
Beweiding	Meer tijd nodig om DS op te nemen → gem. 1 uur minder lichttijd t.o.v. stalvoeding	Dagelijkse lichttijd mag max. 1.5 uur afwijken door weidegang t.o.v. lichtijden bij stalvoeding
Beschikbaarheid voer	Geen of onbereikbaar voer → koe gaat staan wachten → lichttijd daalt	Minimaal 22.5 uur/dag bereikbaar voer voor voerhek, 5 - 10% restvoer en dat max. 90 min
Koecomfort	Passende boxafmetingen, bedekking en hygiëne. Hoog koecomfort → langer liggen	Boxafmetingen en hygiënescore zie bijlage 5.1, CCI: > 85% (berekening bijlage 5.1)
Overbezetting	Overbezetting stijgt → stress neemt toe, aantal ligplaatsen neemt af → lichttijd daalt	Melkkoeien max. bezetting: 100% Droge koeien max. bezetting: 90%
Vers voer aanbieden	Te vaak of op onregelmatige tijdstippen vers voer aanbieden → koeien gaan staan wachten op nieuw voer → lichttijd daalt	Optimaal 1 keer/2 uur, max. 1 keer/90 min., min. 1 keer/4 uur
Voerselectie	Koe selecteert → meer tijd aan voerhek → lichttijd daalt	Max. 5% selectie, controleren d.m.v. schudbox op 4 plekken toe te passen
Wachttijden	Lange wachttijden → minder tijd over om te liggen → lichttijd daalt	Max. 3 uur / dag, max. 1.5 uur per wachtbeurt

Koegebonden factoren

Factor	Beschrijving invloed	T.o.v. voorgaande 24 uur
Afkalven	24 uur voor en na afkalven daalt lichttijd maar stijgt het aantal ligbeurten	Het aantal ligbeurten kan stijgen tot 21 keer/24u. en de lichttijd dalen tot 2u./24u.
Hittestress	Liggend warmte niet kwijt → veroorzaakt stress → lichttijd en ligbeurten dalen	Lichttijd kan dalen tot 3u./24u. en ligperiodes kunnen afnemen tot 33 min./ligbeurt. Koeien ervaren hittestress bij THI ≥ 68
Klauwproblemen (KP)	Minder mobiel → opstaan/liggen kost moeite → lichttijd stijgt / ligbeurten neemt af	Beginnende KP: lichttijd daalt met ≥ 1.5 uur Gevorderde KP: lichttijd stijgt met ≥ 1.5 uur
Lactatiestadium (LS)	Lactatiestadium neemt toe → lichttijd neemt toe	0 – 60 dgn = 10.5 – 11.5 uur 60 – 120 dgn = 11 – 12.5 uur > 120 dgn 12 – 13.5 uur. Max. afwijking omlaag: 1 uur
Pariteit	1 ^e pariteit vaarzen liggen gemiddeld half uur korter dan pariteit ≥ 2	Verschil lichttijd tussen pariteit 1 en ≥ 2 max. 45 min
Pensverzuring	Vermindert opname → minder energie, activiteit → lichttijd stijgt / ligbeurten neemt af	Signalen: toename lichttijd met 60 – 90 min
Productieniveau	Productie neemt toe → vreetbeurten en ligbeurten nemen toe → lichttijd blijft gelijk	Richtlijn binnen bedrijf: ≤ 20 kg melk/dag = 8 ligbeurten 30 kg melk/dag = 9 ligbeurten ≥ 40 kg melk/dag = 10 ligbeurten
Slepende melkziekte	Vermindert opname → minder energie, activiteit → lichttijd stijgt / ligbeurten daalt	Signalen: ≥ 0.2 punten daling in melkeiwit, ≥ 0.2 punten stijging in melkvet, vet/eiwit-verhouding ≥ 1.5, lichttijd toename ≥ 1.5 – 3 uur,
Stress	Pijn, angst en nieuwe situaties → ongemak → lichttijd daalt	Signalen: lichttijd afname ≥ 1.5 - 3 uur
Tocht	Meer socialiseren → lichttijd daalt / ligbeurten daalt	Signaal: lichttijd afname ≥ 1.5 - 5 uur
Ziekte	Opname daalt → minder energie, activiteit → lichttijd stijgt / ligbeurten daalt	Signaal: lichttijd toename ≥ 1.5 - 4uur

Checklist factoren die invloed hebben op vreetgedrag

Bedrijfsspecifieke factoren

Factor	Beschrijving invloed	Richtlijnen
Beschikbaarheid voer	Geen voer → geen opname → vreettijd daalt	Minimaal 22.5 uur/dag bereikbaar voer voor voerhek, 5 - 10% restvoer en dat max. 90 min
Beweiding	Meer tijd nodig om DS op te nemen → gem. 1 uur meer vreettijd	Totale dagelijkse vreettijd mag max. 1.5 uur afwijken door beweiding t.o.v. vreettijden bij stalvoeding
Koecomfort	Koecomfort daalt → aantal vreetbeurten neemt af / vreettijd stijgt	Boxafmetingen en hygiënescore zie bijlage 5.1, CCI: > 85% (berekening bijlage 5.1)
Kwaliteit voer	Smakelijkheid (NH ₃ , boterzuur, geur, melkzuur, suiker, RAS) en conservering (DS-gehalte, melkzuur, azijnzuur). Kwaliteit stijgt → opname stijgt	NH ₃ = ≤ 8 // Boterz.= ≤ 3 Geur= fris, zurig // Azijnz.= 10-20 DS-gehalte= 35-45% // Melkz.= 10-40 Suiker= 60-120 // RAS= 90-120
Overbezetting	Overbezetting neemt toe → opname / vreettijd daalt	Melkkoeien max. bezetting: 100% Droge koeien max. bezetting: 90%
Structuur voer	NDF, ADL en deeltjesgrootte en (DG). Structuur neemt toe → opname daalt	NDF= 420-500 // ADL= 20-25 DG= 0-25 mm. Bepaling d.m.v. schudbox
Vers voer aanbieden	Frequentie voer aanbieden daalt → aantal vreetbeurten / vreettijd daalt	Optimaal 1 keer/2 uur, max. 1 keer/90 min., min. 1 keer/4 uur
Voerselectie	Voerselectie neemt toe → vreettijd stijgt	Max. 5% selectie, controleren d.m.v. schudbox op 4 plekken toe te passen
Wachttijden	Wachtperiode = geen opname → vreettijd daalt	Max. 3 uur / dag, max. 1.5 uur per wachtbeurt
Water beperking	Water aanbod beperkt → water opname beperkt → voeropname / vreettijd daalt	Schoon helder drinkwater met doorstroomsnelheid ≥ 15 L. / min., 10% koeien kunnen tegelijk drinken
Wijziging rantsoen	Wijziging kwaliteit en structuur → opname / vreettijd daalt of stijgt	Max. 10% afwijking herkauwact. na wijziging t.o.v. voorgaande 24u

Koegebonden factoren

Factor	Beschrijving invloed	T.o.v. voorgaande 24 uur
Afkalven	24 uur voor en na afkalven daalt de opname en de vreettijd	De vreettijd kan dalen tot 80 min./24u. en de opname kan dalen tot 3.8 kg/24u.
Hittestress	Opname / aantal vreetbeurten / vreettijd daalt	Opname kan dalen tot 40%. Signalen: daling vreetbeurten ≥ 3, daling vreettijd ≥ 1 uur Koeien ervaren hittestress bij THI ≥ 68
Klauwproblemen (KP)	Aantal vreetbeurten / vreettijd / opname daalt	Signalen gevorderde KP: opname daalt met ≥ 15%, Vreetbeurten daalt met ≥ 3 beurten
Pensverzuring	Opname en vreettijd daalt maar aantal vreetbeurten neemt toe	Signalen: voeropname kan dalen tot 40%, vreetbeurten daling van 1 - 6
Productieniveau	Productie stijgt → voeropname, vreettijd en vreetbeurten nemen toe	Richtlijn binnen bedrijf: ≤ 20 kg melk/dag = 15 kg DS – 10 vreetbeurten 30 kg melk/dag = 20 kg DS – 12 vreetbeurten ≥ 40 kg melk/dag = 25 kg DS – 14 vreetbeurten
Slepende melkziekte	Opname / aantal vreetbeurten / vreettijd daalt	Signalen: daling opname ≥ 0-30%, daling vreetbeurten ≥ 1- 6 beurten
Stress	Pijn, angst en nieuwe situaties → ongemak → opname / aantal vreetbeurten / vreettijd daalt	Signalen: 10-20% daling opname, 1-3 vreetbeurten daling, 0-1 uur daling vreettijd
Tocht	Meer socialiseren → opname / aantal vreetbeurten / vreettijd daalt	Signalen: 10-40% daling opname, 1-5 vreetbeurten daling, 0-2 uur daling vreettijd
Ziekte	Opname / aantal vreetbeurten / vreettijd daalt	Signalen: 10-30% daling opname, 1-4 vreetbeurten daling, 0-1.5 uur daling vreettijd

Bijlage 5.1 - Aanvullende informatie checklists

Boxafmetingen

Globale boxafmetingen van R-afscheiding ligbox, voor een gemiddelde HF koe met een schofthoogte van 148 cm en romplengte van 177 cm.

(Bron: Gezondheidsdienst voor Dieren).

Onderdeel	Norm	Wanneer afwijkend
Netto lengte ligbed	177 tot 180 cm	< / > 25 cm
Knieboom plaatsing	1,75 tot 1,80 meter vanaf de achterrand box, onder de schoftboom.	< / > 25 cm
Knieboom	±15 cm hoog	< / > 5 cm
Kopruimte vanaf knieboom	Min. 99 cm	< / > 15 cm
Totale boxlengte	Min. 177 + 99 = 276 cm	< / > 30 cm
Box breedte melkkoe	115 – 120 cm	< / > 10 cm
Box breedte droge koe	130 cm	< / > 10 cm
Schoftboom plaatsing, recht boven de knieboom	118 tot 120 cm hoogte	< / > 15 cm
Afstand schoftboom tot achterrand box	177 tot 180 cm	< / > 25 cm
Hoogte van ligbed boven de stalvloer	15 tot 20 cm	< / > 5 cm
Hoogteverschil voorin en achterin ligbox:	8 tot 10 cm (afschot van 3 – 4%)	< / > 5 cm

Hygiëne score

Door het scoren van het aantal besmeurde ligboxen kan men bepalen of de boxmaten goed zijn afgesteld op de koeien. Het kan ook zijn dat er heel veel variatie zit tussen de grootte maat van de koeien binnen de veestapel. De hygiënescore wordt 5 uur na het boksen schoonmaken uitgevoerd.

% Bevuilde boxen	Score	Actie ondernemen
10%	10 - Uitstekend	Nee
20%	8 - Goed	Nee
30%	6 - Voldoende	Nee
40%	4 - Zorgwekkend	Ja
50%	2 - Slecht	Ja

Berekening CCI

CCI staat voor Cow Comfort Index. De CCI is een methode om et koecomfort in de stal te monitoren. De CCI wordt 1 tot 2 uur voor de normale tijd van melken berekend: het aantal dieren dat ligt in de box gedeeld door het aantal dieren dat geheel of deels in de boxen staat. Bijvoorbeeld: in een stal met 100 dieren, 15 koeien aan het voerhek, bij de drinkbak of daartussen in en de andere (85) dieren zijn deels of helemaal in de ligboxen. Als er 70 dieren in de boxen liggen is de CCI: $70/85 = 82\%$.