

# Hijgende koeien in de zomer, is dat eigenlijk wel nodig?

'Literatuuronderzoek over hittestress bij melkvee'



# HIJGENDE KOEIEN IN DE ZOMER, IS DAT EIGENLIJK WEL NODIG?

Opdrachtgever: DMS  
Voorkoopstraat 3  
4112NM Beusichem  
E-mail: [Info@dmsadvies.nl](mailto:Info@dmsadvies.nl)  
Tel: +31345501885

Opdrachtnemers: Willeke van Dijk  
[540262676@has.nl](mailto:540262676@has.nl)

Begeleider: Coen van Bentum (DMS)

Docent: Mari van Barneveld  
[M.vBarneveld@has.nl](mailto:M.vBarneveld@has.nl)

Plaats en datum: Beusichem, 25-6-2021

## Voorwoord

Voor u ligt het literatuuronderzoek 'Wat voor invloed heeft hittestress op de gezondheid van melkvee en wat voor rol spelen voeding en huisvesting daarin?'. Dit onderzoek is uitgevoerd met informatie uit literatuur en in vergelijking gebracht met de database van Dirksen Management Support. Deze database bestond uit ongeveer 300 melkveehouders door heel Nederland. Dit literatuuronderzoek is geschreven in het kader van een periferiestage, tijdens mijn derde jaar van de opleiding Dier- en Veehouderij aan de HAS in Den Bosch. Het literatuuronderzoek is in opdracht van mijn stagebedrijf Dirksen Management Support (DMS) geschreven. Van mei 2021 tot en met juni 2021 ben ik met het schrijven van het literatuuronderzoek bezig geweest.

Ik wil DMS bedanken voor de stageplek, in het bijzonder wil ik Coen van Bentum en Robin de Bruyn bedanken voor de begeleiding tijdens mijn stage. Ook wil ik Mari van Barneveld bedanken voor de begeleiding vanuit HAS Hogeschool.

Ik wens u veel leesplezier toe.

Willeke van Dijk

Beusichem, 25-6-2021

## Samenvatting

Hittestress is een steeds vaker voorkomend probleem in de melkveehouderij, door de steeds warmere zomers in Nederland. De melkgift en gehalten in de melk dalen, ook heeft hittestress invloed op de gezondheid van de veestapel. Het doel van dit onderzoek was dan ook om te onderzoeken wat hittestress precies inhoud en wat voor gevolgen dat kan hebben voor een koe en wat er kan worden gedaan om hittestress te verminderen. Hiervoor is de volgende onderzoeksvraag opgesteld: Wat voor invloed heeft hittestress op de gezondheid van melkvee en wat voor rol spelen voeding en huisvesting daarin?.

Om een antwoord te kunnen geven op de onderzoeksvraag is een literatuuronderzoek uitgevoerd, waarbij deelvragen zijn opgesteld. Ook is er data uit de database van DMS gebruikt om de literatuur nog verder te onderbouwen. Uit de deelvragen kwam naar voren dat hittestress ontstaat wanneer een koe zijn temperatuur niet meer constant kan houden en dus opwarmt. Hittestress hangt samen met de temperatuur en de luchtvochtigheid, bij een hoge luchtvochtigheid kan er bij een lage temperatuur al hittestress plaatsvinden. Door hittestress daalt de melkgift en de gehalten in de melk, ook heeft het invloed op de vruchtbaarheid van de koe. Voldoende droge stof opname en verkoeling in de stal, door ventileren en of vernevelen, kan hittestress verminderen. Ook is het belangrijk dat een koe genoeg water op kan nemen en gelegenheid heeft tot schaduw.

## Inhoudsopgave

<b>1. Inleiding</b>	6
<b>2. Materiaal en methode</b>	8
<b>3. Literatuurstudie</b>	9
3.1 <b>Deelvraag 1: Wat is hittestress?</b>	9
3.1.1 Thermoregulatie	9
3.1.2 Wanneer heeft een koe last van hittestress	10
3.2 <b>Deelvraag 2: Wat voor gevolgen heeft hittestress op de samenstelling van de melk?</b>	12
3.2.1 Dalende melkproductie	12
3.2.2 Vet en eiwitgehaltenes in de melk	13
3.2.3 Celgetal, fosfor en zuurtegraad in de melk	14
3.3 <b>Deelvraag 3: Wat voor gevolgen heeft hittestress op de gezondheid van de veestapel?</b>	16
3.3.1 Effecten op lichamelijke gezondheid	16
3.3.2 Effecten op vruchtbaarheid	16
3.3.3 Droogstand tijdens warme periode	17
3.3.4 Effecten van hittestress op kalveren	17
3.4 <b>Deelvraag 4: Wat voor rol kan voeding spelen wanneer er hittestress optreedt bij melkvee?</b>	19
3.4.1 Veranderingen in het rantsoen	19
3.4.2 Minderalen/ sporenelementen en vitamines	20
3.4.3 Wateropname van een koe	21
3.5 <b>Deelvraag 5: Wat voor rol speelt de huisvesting van het melkvee wanneer er hittestress optreedt?</b>	22
3.5.1 Optimaal gebruik maken van natuurlijke hulpbronnen	22
3.5.2 Ventileren in koeienstal	23
3.5.3 Vernevelen in warme periodes	24
3.5.4 Weidegang tijdens warme periodes	25
<b>4. Conclusie</b>	26
<b>5. Discussie</b>	27
<b>6. Bibliografie</b>	28

## 1. Inleiding

Het klimaat in Nederland veranderd. Volgens het KNMI moeten we de komende jaren in Nederland rekenen op hogere temperaturen, een sneller stijgende zeespiegel, nattere winter met daarbij heftigere buien en droge zomers. Door de opwarming van de aarde neemt niet alleen de gemiddelde temperatuur toe, maar ook de temperatuur van de warmste dagen. Sinds 1900 is de temperatuur van de warmste dag ruim 3 graden toegenomen. Hierdoor neemt het aantal hittegolven toe en komen hittegolven steeds vaker voor in Nederland. (KNMI, sd)

De optimale omgevingstemperatuur voor melkkoeien ligt tussen de -5°C en 18°C. Een koe weet zich geen raad met hoge temperaturen, de koe moet zich aanpassen en dit kan voor problemen zorgen. De temperatuur en luchtvochtigheid bepalen of een koe hittestress ervaart. (Poelarends, Hogeveen, Verstappen-Boerekamp, Sampimon, & Miltenburg, 2000) In Nederland is de gemiddelde relatieve vochtigheid in de zomer tussen de 74-80% (KNMI, 2020). Met deze luchtvochtigheid en temperaturen tussen de 25°C en 29°C vindt er al hittestress plaats.

Gevolgen van hittestress zijn onder andere; verminderde droge stof opname, verlaagde melkproductie met lagere vet en eiwitgehaltenes en een verminderde vruchtbaarheid. (Lely, sd) De voedingsbehoefte van een koe veranderen tijdens hittestress, er moet rekening worden gehouden met de verminderde droge stof opname en de verandering van nutriënten behoefte. Belangrijk is om een nutriëntenoverschot te vermijden en om een normale pens functie te behouden. Om de prestaties van de koe tijdens de hittestress te behouden kunnen er verschillende maatregelen worden getroffen. (West, 2003)

Dit onderzoek wordt opgezet door Dirksen Management Support (DMS). DMS brengt veehouders uit heel Nederland bij elkaar doormiddel van studiegroepen. Het doel is dat veehouders van elkaar kunnen leren. Dit doen ze door ervaringen en bedrijfsgegevens met elkaar te delen en te vergelijken. Dit houdt de veehouder scherp en zorgt voor nieuwe inzichten. Het motto van DMS luidt dan ook als volgt: "Alleen ben je sneller, samen kom je verder!". Ook geeft DMS individueel advies aan veehouders die meer verdieping zoeken of antwoorden zoeken op specifieke vraagstukken. Ze verlenen advies op gebied van voeding, kringlooplandbouw en of kostprijs. (DMS, sd)

Doordat de zomers in Nederland steeds warmer worden en er dus meer hittestress onder de koeien kan ontstaan, is het belangrijk om te weten hoe daar mee om kan worden gegaan. Het doel van deze studie was daarom ook om inzichten te krijgen in wat hittestress precies inhoudt en wat er tegen gedaan kan worden. Deze informatie is aan DMS overgebracht zodat zij hun klanten van adviezen voor hittestress kunnen voorzien. De onderzoeksvraag luidt dan ook als volgt:

"Wat voor invloed heeft hittestress op de gezondheid van melkvee en wat voor rol spelen voeding en huisvesting daarin?"

Om antwoord te geven op de onderzoeksvraag wordt er een kwantitatief onderzoek uitgevoerd met behulp van deskresearch. Hiervoor is data uit de literatuur gebruikt en data uit de database van Dirksen Management Support.

Het volgende hoofdstuk van dit literatuuronderzoek geeft aan hoe het onderzoek naar hittestress is opgezet en uitgevoerd. In hoofdstuk 3 zijn de deelvragen beschreven om een antwoord te krijgen op de hoofvraag. Tot slot worden in hoofdstuk 4 en 5 de conclusie en discussie beschreven.



## 2. Materiaal en methode

In dit hoofdstuk wordt beschreven hoe het literatuuronderzoek naar hittestress bij melkvee is opgezet.

Om een antwoord te krijgen op de hoofdvraag, namelijk: "Wat voor invloed heeft hittestress op de gezondheid van melkvee en wat voor rol spelen voeding en huisvesting daarin?" waren er enkele deelvragen opgesteld.

Deelvraag 1: Wat is hittestress?

Deelvraag 2: Wat voor gevolgen heeft hittestress op de samenstelling van de melk?

Deelvraag 3: Wat voor gevolgen heeft hittestress op de gezondheid van de veestapel?

Deelvraag 4: Wat voor rol kan voeding spelen wanneer er hittestress optreedt bij melkvee?

Deelvraag 5: Wat voor rol speelt de huisvesting van het melkvee wanneer er hittestress optreedt?

Deze deelvragen zijn beantwoord door betrouwbare bronnen te gebruiken. Hiervoor werden de volgende zoekfuncties gebruikt; Google Scholar, GreenI en de WUR Library. De zoektermen die daarbij zijn toegepast zijn: hittestress, heat stress, klimaat, voeding melkvee, dairy cattle nutrition, huisvesting, housing.

Om de klanten van DMS te informeren hoe met hittestress om kan worden gegaan, was er een factsheet gemaakt. Hierdoor kon de veehouders in 1 blik zien wanneer er hittestress bij de koeien aanwezig was en hoe hij zou kunnen handelen. Ook werd er een presentatie gegeven aan de onafhankelijke adviseurs van DMS, zodat zij de informatie en adviezen over hittestress in het veld konden toepassen.



### 3. Literatuurstudie

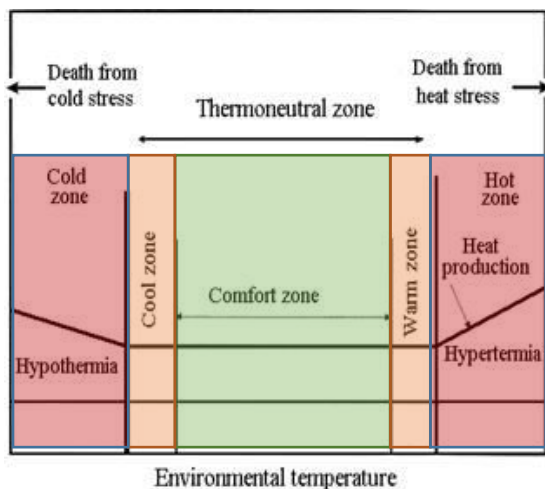
Om een antwoord te krijgen op de hoofdvraag: "Wat voor invloed heeft hittestress op de gezondheid van melkvee en wat voor rol spelen voeding en huisvesting daarin?" zijn er deelvragen opgesteld en hieronder uitgewerkt.

#### 3.1 Deelvraag 1: Wat is hittestress?

Hittestress wordt gedefinieerd (door het algemeen Nederlands Woordenboek) als een aandoening bij mensen en dieren veroorzaakt door extreme hitte, die zich kan uiten in diverse lichamelijke klachten. Of als een aandoening waarbij mensen en dieren warmte niet kwijt kunnen na een periode van extreme hitte. (ANW, 2017)

##### 3.1.1 Thermoregulatie

Een rund is homeotherm, dat betekent dat het dier er naar streeft om zijn lichaamstemperatuur constant te houden onafhankelijk van de omgevingstemperatuur (E.A. Raven, 2010). Ze kunnen hun inwendige lichaamstemperatuur dus binnen nauwe grenzen constant houden, dit doen ze om alle processen in het lichaam optimaal te laten verlopen. Een complex systeem in de hersenen van thermosensoren, thermo-effectoren en een thermo regulerend centrum maken dit mogelijk. Enkele begrippen zijn belangrijk om hittestress te definiëren, namelijk: De comfortzone, de thermo neutrale zone en de onderste en bovenste kritische temperatuur van een dier.

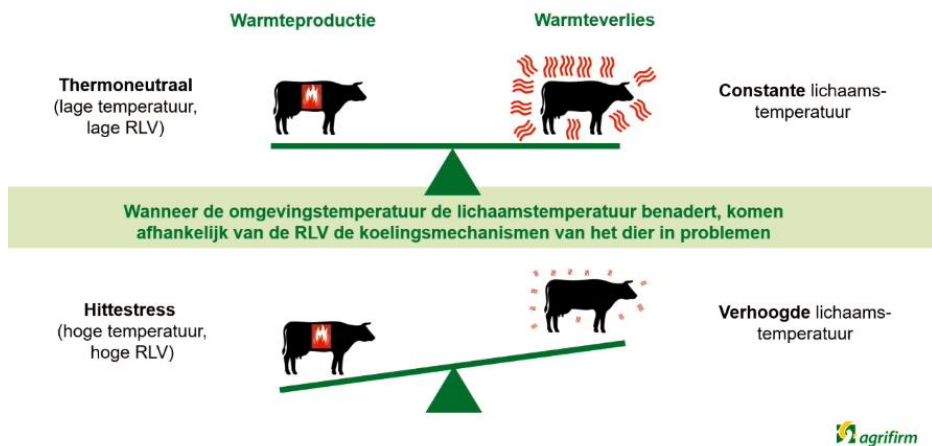


Figuur 1- Thermoregulatie, groen kost een dier geen energie, oranje kost een dier wel energie maar heeft geen gevolgen, rood is hittestress.

De comfortzone is een omgevingstemperatuur waarbinnen een dier zijn lichaamstemperatuur kan handhaven door vasomotie in de huid, zoals in groen in figuur 1 is weergegeven. Vasomotie betekent in het Latijn stimulatie van de doorbloeding. Hierbij wordt geen extra energie verbruikt en kan het dier efficiënt produceren. Wanneer de temperatuur beneden de comfort zone komt, de cool zone zoals in oranje aangegeven in figuur 1, stijgt de warmteproductie van een dier om een normale lichaamstemperatuur te behouden. Als de temperaturen boven de comfort zone uitstijgen, de warmte zone zoals ook in oranje in figuur 1 is weergegeven, geeft het dier extra warmte af of gaat hij minder warmte

produceren. Dit doen koeien door te transpireren en/of te hijgen (Melkvee, 2015).

De thermo neutrale zone zijn de temperaturen waarbij een dier zijn lichaamstemperatuur nog constant kan houden, maar dit kan hem soms wel extra energie kosten. De thermo neutrale zone is begrensd door een bovenste en onderste kritische temperatuur. Als de temperatuur boven de bovenste kritische temperatuur komt, ondervindt de koe hittestress zoals in figuur 1 in het rood aangegeven is. De grenzen van de thermo neutrale zone zijn van vele factoren afhankelijk zoals, luchtvochtigheid, lichtsnelheid, de leeftijd en ras van het diersoort, voersamenstelling en opname en het productieniveau. (Dopharma, 2013) Hieronder in figuur 2 wordt schematisch weergegeven wanneer een koe zijn lichaamstemperatuur nog constant kan houden en wanneer dit niet meer lukt en er dus hittestress optreedt. Zo is er te zien dat bij de thermo neutrale zone de balk dus nog in evenwicht is. Wanneer er hittestress optreedt, lukt het de koe niet meer om genoeg warmte kwijt te raken en verhoogd zijn lichaamstemperatuur.



Figuur 2- Schematische weergaven overschrijding thermo neutrale zone

### 3.1.2 Wanneer heeft een koe last van hittestress

Hittestress hangt samen met temperatuur en luchtvochtigheid. Wanneer de relatieve luchtvochtigheid hoger is treedt er bij een lagere temperatuur hittestress op. De comfortzone van een koe ligt ongeveer tussen de -5°C en 18°C. Zoals hieronder in figuur 3 is weergegeven, heeft een koe bij 27°C altijd al last van milde hittestress. De koeien kunnen prima overweg met milde en normale hittestress, alleen kost de koeien dit extra energie wat ten kostten kan gaan van de productie. (GD, sd)

Temp. (°C)	Relatieve Luchtvochtigheid (%)																				
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
15	58	58	58	58	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59
16	59	59	59	59	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	61	61	61	61
17	60	60	60	60	61	61	61	61	61	61	61	61	62	62	62	62	62	62	62	62	63
18	61	61	61	61	62	62	62	62	62	62	63	63	63	63	63	64	64	64	64	64	64
19	62	62	62	62	63	63	63	63	63	63	64	64	64	64	65	65	65	65	66	66	66
20	62	63	63	63	64	64	64	64	64	65	65	65	65	66	66	66	67	67	67	67	68
21	63	64	64	64	65	65	65	66	66	66	66	67	67	67	67	68	68	68	69	69	69
22	64	64	65	65	66	66	66	67	67	67	68	68	69	69	69	70	70	70	71	71	72
23	65	65	66	66	67	67	67	68	68	69	69	70	70	70	71	71	72	72	73	73	73
24	66	66	67	67	68	68	68	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75	75
25	66	67	67	68	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75	75	76	76	77
26	67	68	68	69	70	70	71	71	72	72	73	74	74	75	75	76	76	77	78	78	79
27	68	69	69	70	71	71	72	72	73	74	74	75	76	76	77	77	78	79	79	80	81
28	69	69	70	71	72	72	73	74	74	75	76	76	77	78	78	79	80	80	81	82	82
29	70	70	71	72	73	73	74	75	75	76	77	78	78	79	80	81	81	82	83	83	84
30	70	71	72	73	74	74	75	76	77	77	78	79	80	81	81	82	83	84	84	85	86
31	71	72	73	74	75	75	76	77	78	79	80	80	81	82	83	84	84	85	86	87	88
32	72	73	74	75	76	76	77	78	79	80	81	82	83	83	84	85	86	87	88	89	90
33	73	74	75	76	77	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	90	91
34	74	75	76	77	78	79	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93
35	74	75	76	77	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
36	75	76	77	78	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	94	95	96	97
37	76	77	78	79	81	82	83	84	85	86	87	88	90	91	92	93	94	95	96	97	99
38	77	78	79	80	82	83	84	85	86	87	89	90	91	92	93	95	96	97	98	99	100
39	78	79	80	81	83	84	85	86	87	89	90	91	92	94	95	96	97	99	100	101	102
40	78	80	81	82	84	85	86	87	89	90	91	92	94	95	96	98	99	100	101	103	104

Figuur 3- Hittestress bij melkvee waarbij: groen= geen hittestress, geel= milde hittestress, oranje= hittestress, donkeroranje= ernstige hittestress, rood= dodelijke hittestress. (Wageningen university & research, 2018)

Om te bepalen of een klimaatomgeving hittestress veroorzaakt bij melkkoeien, wordt vaak de indicator Temperatuur Luchtvochtigheid Index (THI) gebruikt. De THI gebruikt de twee belangrijke en makkelijk te meten parameters, namelijk temperatuur en relatieve luchtvochtigheid. Er komen verschillende variaties voor de berekening van de THI. Zo geeft Van Laer de volgende formule voor de berekening van de THI:

$$THI = 0,8 \times T + ((RV/100) \times (T-14,4)) + 46,4$$

Terwijl Brügemann de volgende formule hanteert:

$$THI = (1,8 \times T + 32) - (0,55-0,0055 \times RV) \times (1,8 \times T - 26)$$

In beide formules zijn de definities van de symbolen als volgt:

THI = Temperatuur luchtvochtigheid index (Temperature Humidity Index),

RV = Relatieve luchtvochtigheid (in %),

T = Luchttemperatuur (in oC).

Het nadeel van De Temperatuur Luchtvochtigheid Index (THI) is dat de zonnestraling en windsnelheid ontbreken en dat er verschillende formules zijn om de THI te berekenen. Ook is er geen eenduidig beeld over vanaf welke drempelwaarde negatieve effecten optreden bij Holstein koeien. (Timmerman, Reenen, Holster, & Evers, 2018)

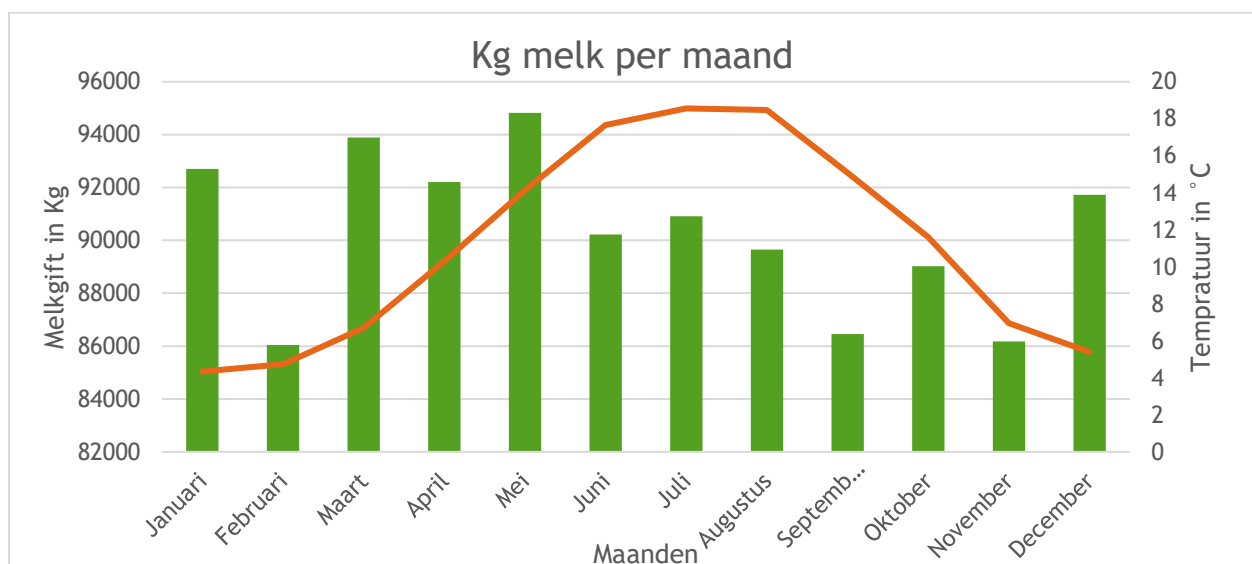
## 3.2 Deelvraag 2: Wat voor gevolgen heeft hittestress op de samenstelling van de melk?

Tijdens de warme periode in het jaar kan de melkgift en samenstelling van het melkvee veranderen. De meest voorkomende reden hiervoor is een verminderde drogestof opname van het melkvee.

### 3.2.1 Dalende melkproductie

Hittestress heeft een negatief effect op de prestaties van het melkvee. Hoe hoger de THI, hoe groter de daling in melkproductie. Uit onderzoek is gebleken dat bij een temperatuur van 29 °C en een relatieve luchtvochtigheid van 40%, de melkopbrengst van Holstein, Jersey en Brown Swiss koeien tussen de 93 en 98 procent was van het normaal. Wanneer de relatieve luchtvochtigheid opliep tot 90% was de melkopbrengst tussen de 69 en 83 procent van het normaal. De melkgift daalde met 0,2 kg per toename in THI wanneer de THI hoger was dan 72. (West, 2003) Daarnaast toont Nederlands onderzoek op 47 melkveebedrijven in 1995, 1996, 1997 een daling melkproductie van -4,0%, 5,4% en -12,5% uit. Ook blijkt uit dat onderzoek dat de daling in melkproductie het grootst was bij de hoogproductieve dieren. (Hogeveen, J. Poelarends, Sampimin, & Miltenburg, 2001)

Uit de database van DMS komen de gegevens zoals in figuur 4 te zien is. Hierin is de gemiddelde melkgift per maand van jaarlijks 300 melkveehouders van 2016-2020 weergegeven, tegenover de temperatuur per maand. Uit de data blijkt dat de melkgift daalt wanneer de temperatuur stijgt, van de maand mei naar de maand juni daalt de melkgift met 8%. Daarentegen is de melkgift in de warmere maanden bijna gelijk aan het gemiddelde over het hele jaar. De gemiddelde melkgift van 2016-2020 is 90318,5 kg melk per maand en de gemiddelde melkgift over de 3 warmste maanden juni, juli en augustus was 90261,4 kg per maand. Dit is een verschil van 57,13 kg melk per maand en dus nagenoeg gelijk.



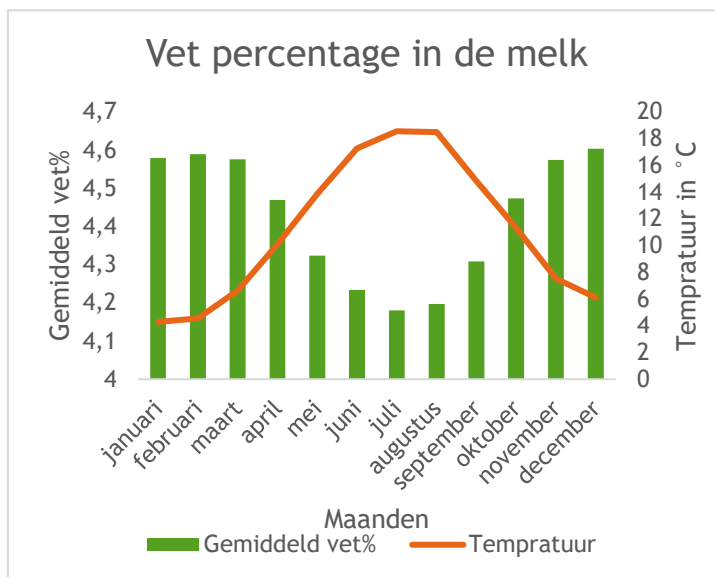
Figuur 4- Kg melk per maand van 2016 tot en met 2020 van jaarlijks +- 400 melkveehouders

Onderzoek dat op 484 melkveebedrijven is uitgevoerd, toont aan dat het effect van hittestress afhangt van de pariteit. Vaarzen blijken minder gevoelig te zijn dan 2<sup>e</sup> en 3<sup>e</sup> kalf koeien. De productiedaling waren bij vaarzen gemiddeld 29,5 kg melk, bij 2<sup>e</sup> kalfkoeien gemiddeld 33,7 en bij 3<sup>e</sup> kalfskoeien gemiddeld 34,7 kg. (Bernabucci, et al., 2014) Vaarzen zouden in verwachting minder last moeten hebben van hittestress. Ze genereren in vergelijking met koeien veel minder metabole warmte en hebben een groter oppervlak in verhouding tot het inwendige lichaamsgewicht. (Heinicke, Ibscher, Belik, & Amon, 2019) Uit de gegevens van DMS, van maandelijkse MPR gegevens van ruim 20 veehouders tussen juli 2020 en juli 2021, blijkt echter dat de melkgift van vaarzen in de warme maanden net zo hard of zelfs harder daalt dan bij 2<sup>e</sup> kalfskoeien of oudere koeien.

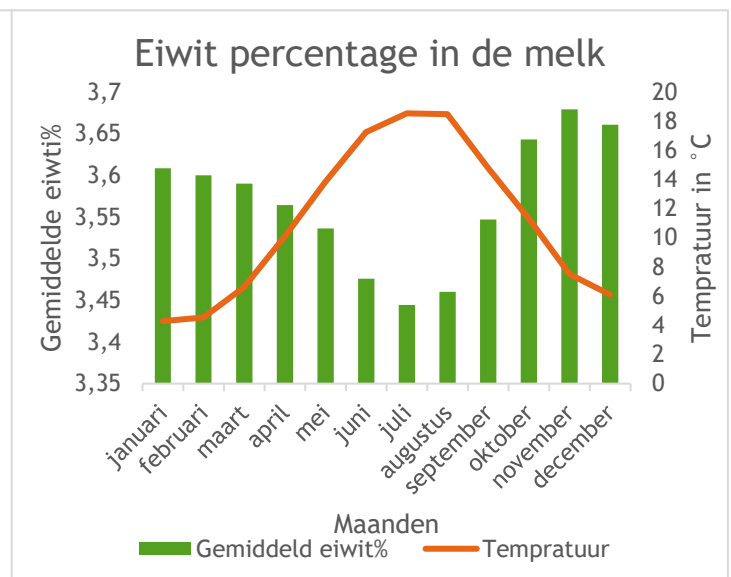
### 3.2.2 Vet en eiwitgehaltenes in de melk

Naast daling van de melkproductie laten verschillende onderzoeken ook een daling in het vet- en eiwitgehalte in de melk zien, als gevolg van hittestress. Het percentage vet en eiwit in de melk neemt af wanneer de THI stijgt. (Bryant, Lópes-Villalobos, Pryce, Holmes, & Johnson, 2010) Daarbij zijn dalingen van vet- en eiwitgehaltenes tot 16% en 17% in verschillende studies aangetoond (Timmerman, Reenen, Holster, & Evers, 2018).

Deze trend is ook te zien in jaarlijkse gegevens van 300 melkveehouders tussen 2015 en 2020, uit het databestand van DMS. Zo is in figuur 5 en 6 weergegeven dat het vet- en eiwitpercentage in de melk daalt wanneer de temperatuur stijgt. Het vetpercentage in de maand juli is het laagst en heeft een verschil van 5,5% met het gemiddelde vetpercentage. Tussen het hoogste en laagste vetpercentage zit een verschil van 10%. Het eiwitpercentage is in de maand juli het laagst en geeft een verschil van 3,5% weer met het gemiddelde. Tussen het hoogste en laagste eiwitpercentage zit een verschil van 7%. Het vetpercentage in de melk daalt het hardst in warme periode.



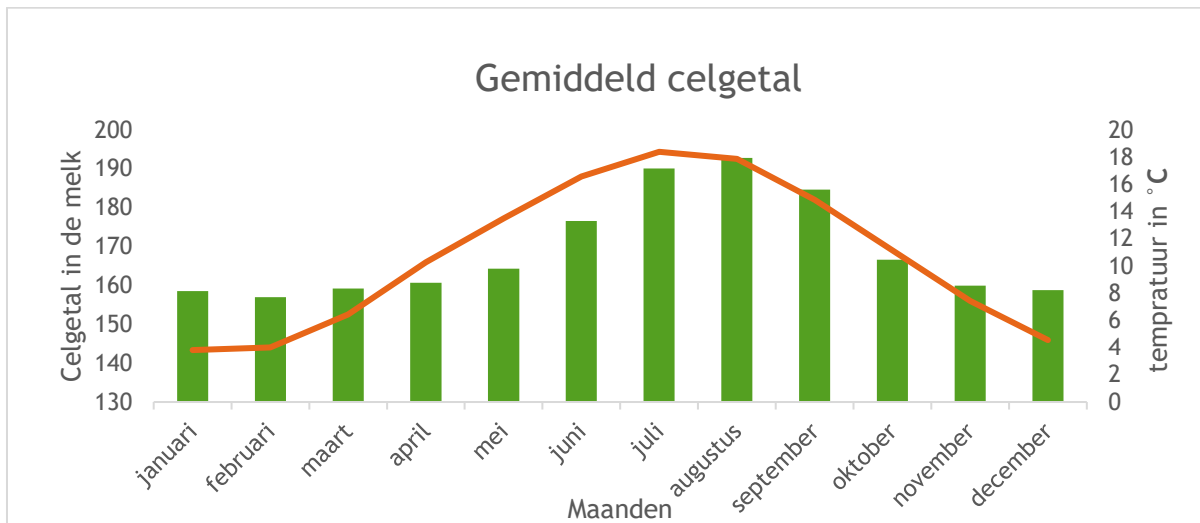
Figuur 5- Gemiddeld vet % in de melk uit database van DMS



Figuur 6- Gemiddeld eiwit % in de melk uit database van DMS

### 3.2.3 Celgetal, fosfor en zuurtegraad in de melk

Uit onderzoek einde jaren 90tig blijkt dat er een hoger celgetal in de melk optreedt tijdens de warme periode in Nederland. Dit was een verhoging tussen de 8 en 15 procent. Ook bleken de koeien met de hoogste melkproductie (>39kg/dag), de hoogste toename in celgetal (21%) te hebben. (Hogeveen, J. Poelarends, Sampimin, & Miltenburg, 2001) De data van DMS bevestigt dat het celgetal verhoogd wanneer de temperatuur stijgt, zoals te zien is in figuur 7. Hierin is het gemiddelde celgetal per maand tegenover de gemiddelde temperatuur per maand te zien. De data is verkregen uit de database van DMS van jaarlijks 300 melkveehouders in een periode van 2015 tot 2020. In de maand augustus is het gemiddelde celgetal het hoogst, 14% hoger dan het gemiddelde celgetal over 5 jaar.



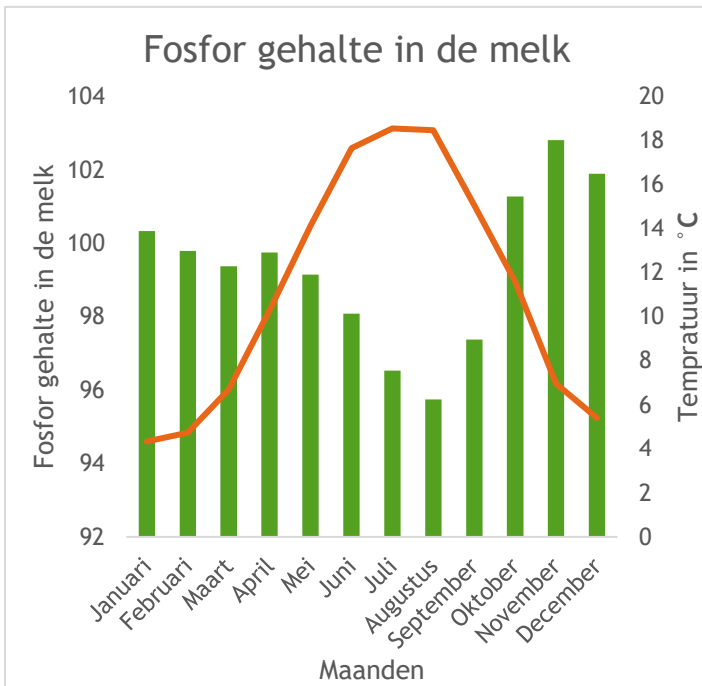
Figuur 7-Gemiddeld celgetal uitgezet tegenover de gemiddelde temperatuur over een periode tussen 2015 en 2020, van jaarlijks 300 melkveehouders.

Uit de database van DMS blijkt dat het fosfor gehalte in de melk daalt wanneer de temperatuur stijgt, zoals in figuur 7 weergegeven is. Fosfor is een essentieel mineraal dat koeien in voldoende mate nodig hebben om gezond te blijven. Hoeveel fosfor de koeien opnemen hangt af van de droge stof opname en het fosforgehalte in het rantsoen. De meeste fosfor gebruikt de koe voor de productie van melk. Wanneer er een tekort aan fosfor ontstaat, kan een koe kleine reserves uit zijn boten halen. Wanneer deze reserves op zijn heeft dit een verminderde droge stof opname, vermindering van het lichaamsgewicht en een verminderde melkproductie als gevolg. (GD, sd) Een verminderde droge stof opname bij de koeien kan een reden zijn voor het verlaagde fosforgehalte in de melk.

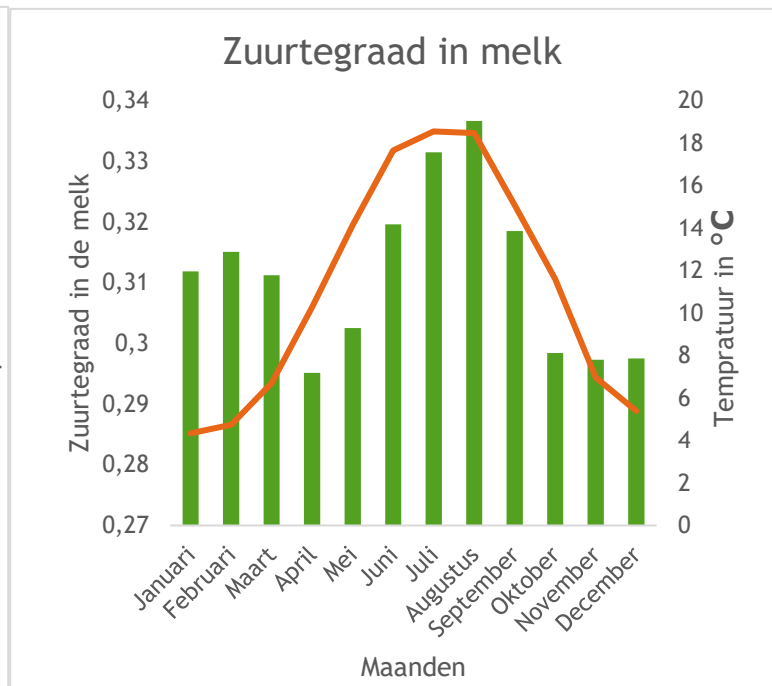
Naast een dalend fosforgehalte vindt er een stijging in de zuurtegraad van de melk plaats wanneer de temperatuur stijgt, zoals in figuur 9 is weergegeven. In de maand augustus was de zuurtegraad 8% hoger dan de gemiddelde zuurtegraad tussen 2016 en 2020. Een verhoogde zuurtegraad zorgt voor een zure en ranzige smaak aan de melk, met een lager kwaliteit eindproduct als gevolg. Wanneer het membraan van de melkvetbolletjes beschadigd raken heeft het enzym lipoproteïne-lipase vrije toegang tot het vet. Hierdoor vindt er



vetsplitsing plaats, hoe meer vetsplitsing plaatsvindt hoe hoger de zuurtegraad. Een hogere zuurtegraad kan het gevolg zijn van grote hoeveelheden lucht dat wordt vermengt met de melk of door het niet snel genoeg koelen van de melk. Hoe sneller de melk gekoeld wordt hoe minder risico op een hoge zuurtegraad. (WUR) Verder is er over het kiemgetal en ureum gehalte in de melk geen bewijs dat deze veranderen wanneer de koeien hittestress ervaren.



Figuur 8- Fosfor gehalte in de melk van jaarlijks +- 400 melkveehouders over de periode van 2016 tot en met 2020



Figuur 9-Zuurtegraad in de melk van jaarlijks +- 400 melkveehouders over de periode van 2016 tot en met 2020



### 3.3 Deelvraag 3: Wat voor gevolgen heeft hittestress op de gezondheid van de veestapel?

Tijdens een warme periode is de koe vooral bezig om zijn temperatuur constant te houden, dus zichzelf af te koelen. Dit kost een koe energie wat zorgt voor een verminderde voeropname, verminderde melkproductie en daarbij een terugval in conditie. Ook komt daarbij de weerstand onder druk te staan waarbij er meer zieke koeien en een hoger celgetal waargenomen wordt. De vruchtbaarheid van de melkkoeien komt ook onder druk te staan tijdens warme periodes.

#### 3.3.1 Effecten op lichamelijke gezondheid

Glucose is een belangrijke brandstof van het lichaam van een koe, voor de hersenen, rode bloedsellen en nieren. Ook is glucose nodig om aan de melkvraag van een lacterende koe te voldoen. Wanneer er hittestress optreedt, wordt de glucose absorptie lager en de glucose metabolisme juist hoger. Hierdoor wordt glucose omgezet in energie voor cel gebruik en komt er minder glucose in het bloed. Wat resulteert in een lagere melkgift en een verminderde vruchtbaarheid. (Abbas, et al., 2020) Ook is er tijdens warme periodes een verminderde doorstroming van bloed naar het maag-darmkanaal, wat er voor zorgt dat de darmwand beter doorlaatbaar wordt. Een beter doorlaatbare darmwand heeft als gevolg dat er makkelijker toxine en ziekteverwekkers in de darm kunnen dringen. (Twerda, 2021) Deze ongewenste stoffen komen in de bloedbaan waarbij het immuunsysteem geactiveerd wordt, dit kost een dier veel energie wat ten koste gaat van de weerstand en melkproductie van de koe.

Als een koe het warm heeft blijft hij meer staan, waardoor hij meer oppervlakte heeft om zijn warmte kwijt te kunnen. Dit geeft echter wel een hogere belasting op het beenwerk van de koe, waardoor er meer klauwproblemen ontstaan tijdens hittestress. Om dit te voorkomen is het belangrijk dat de klauwen hard en sterk zijn. (Pijl, 2021)

#### 3.3.2 Effecten op vruchtbaarheid

Hittestress zorgt voor een grote vermindering van de vruchtbaarheid bij lacterende melkkoeien. Afnemende vruchtbaarheid van melkkoeien vormt een negatief effect op de winstgevendheid van de veestapel, wat leidt tot een hoog vervangingspercentage en hogere kosten (Biffani, Bernabucci, Vitali, Lacetera, & Nardone, 2016). Dit probleem wordt steeds groter omdat verbetering in de melkgift het voor de koeien moeilijker maakt om zijn lichaamstemperatuur te regelen met warm weer (Hansen, 2007). Hoge temperaturen hebben negatieve effecten op de eicel en de ontwikkeling van het embryo, waardoor er meer embryonale sterfte optreedt. De gevolgen van hittestress op de vruchtbaarheid zijn niet alleen tijdens de warme periode te merken maar ook nog daarna. Het eitje dat in november ovuleerd is tijdens de warme periode in september al ontstaan en heeft dus de hitte meegemaakt. De eicelkwaliteit kan hierdoor negatief beïnvloed zijn, wat verminderde vruchtbaarheid als gevolg kan hebben. (Melkveebedrijf, 2016)

Vanaf een THI van 65 is een sterke afname in drachtige koeien vastgesteld. De afname was het sterkst bij hoogproductieve koeien. Ook is er op een Duits melkveebedrijf met 1150 melkkoeien in de periode van mei 2010 t/m oktober 2012, onderzoek gedaan naar het kengetal 'conception rate (CR)'. De conception rate geeft het percentage dieren weer dat 63-84 dagen geleden geïnsemineerd is en daarvan drachtig is geworden. Het geeft niet aan hoe snel de koeien drachtig worden maar hoe goed de koeien drachtig worden van de inseminaties, twee maanden geleden. (CRV, 2015) Uit het onderzoek kwam naar voren dat koeien tijdens een kortdurende periode van hittestress, waarbij de  $THI \geq 73$  was op de dag van bevruchting, 37% minder kans hadden om drachtig te worden. Tijdens een langdurige periode van hittestress, waarbij de  $THI \geq 73$  van dag 21 tot dag 1 voor bevruchting, hadden de koeien 63% minder kans om drachtig te worden in vergelijking tot koeien die bevrucht waren tijdens een periode zonder hittestress. Ook bleek uit dit onderzoek dat koeien die kunstmatig geïnsemineerd werden minder kans hadden om drachtig te worden dan koeien die op natuurlijke wijze geïnsemineerd werden. (Schüller, Burfeind, & Heuwieser, 2015)

### 3.3.3 Droogstand tijdens warme periode

Een koe die afgekalfd heeft of droog heeft gestaan in de warme periode, gaat minder melk produceren in volgende lactatie. Door de warmte is het uierweefsel dat hersteld moest worden, minder goed hersteld. En minder uierweefsel betekent minder melk. Ook raakt de immuun functie van een droge koe sneller verstoord in warme periodes, zo blijven koeien makkelijker aan de nageboorte staan, is er meer klinische mastitis na afkaveren en een verhoogd celgetal. Dit is een gevolg van de verminderde werking van witte bloedcellen omdat er niet genoeg glucose voorradig is. Ook zorgen hete periodes voor een verminderde biestkwaliteit, dit komt doordat de koe minder droge stof opneemt en omdat de bloedtoevoer naar het uier minder is waardoor er minder biest wordt aangemaakt. Een verminderde biest kwaliteit heeft negatieve gevolgen voor het kalf, net zoals de afgenomen overdracht van voedingsstoffen door de placenta. Deze kalveren hebben kans op een verminderde melkgift met een hogere afvoerpercentage als gevolg. (Twerda, 2021)

### 3.3.4 Effecten van hittestress op kalveren

Hittestress bij kalveren kan voor gezondheidsproblemen zorgen en een verminderde voeropname, met als gevolg een verminderde jeugdgroei die later niet meer ingehaald kan worden. Door zweten en/of diarree en te weinig vocht tot de beschikking van de kalveren, drogen de kalveren tijdens warme periodes sneller uit. Water zorgt er voor dat het kalf niet uitdroogt en helpt bij de regulatie van de lichaamstemperatuur. Daarom is het belangrijk dat het kalf toegang heeft tot koel en voldoende schoondrinkwater. Het voer aan het voerhek moet schoon en vers zijn om de voeropname te stimuleren. Ook is het belangrijk dat het op de heeste momenten van de dag rustig is in de stal, daarom is het raadzaam om de voermomenten, het uitmesten en instrooien 's ochtends en 's avonds uit te voeren.

De huisvesting van de kalveren is ook van belang tijdens warme periodes. Het ligbed van de kalveren moet altijd schoon en droog zijn, zo wordt broei voorkomen en ontstaat er geen broedplaats voor vliegen en bacteriën. Vliegen kunnen voor stress zorgen bij kalveren en de bacteriën die vliegen met zich mee dragen kunnen voor diarree zorgen. Ook is het belangrijk om verkoeling voor de kalveren te creëren. Wanneer de kalveren buiten staan, plaats de hokjes dan in de schaduw of zet een parasol neer voor schaduw. Voor meer luchtstroming in de iglo's zou er een klinker aan de achterzijde geplaatst kunnen worden, zodat de lucht door de iglo kan trekken. Binnen kunnen isolatie, ventilatoren en of sproeiers op het dak helpen voor verkoeling voor de kalveren. (Agrifirm, 2019) (Trouw nutrition, 2020)

### 3.4 Deelvraag 4: Wat voor rol kan voeding spelen wanneer er hittestress optreedt bij melkvee?

Tijdens hittestress nemen de koeien minder droge stof op, daarentegen nemen de koeien wel meer water op. Het kost een koe veel energie om koel te blijven, daarom is het belangrijk dat hij die energie uit het voer wel opneemt.

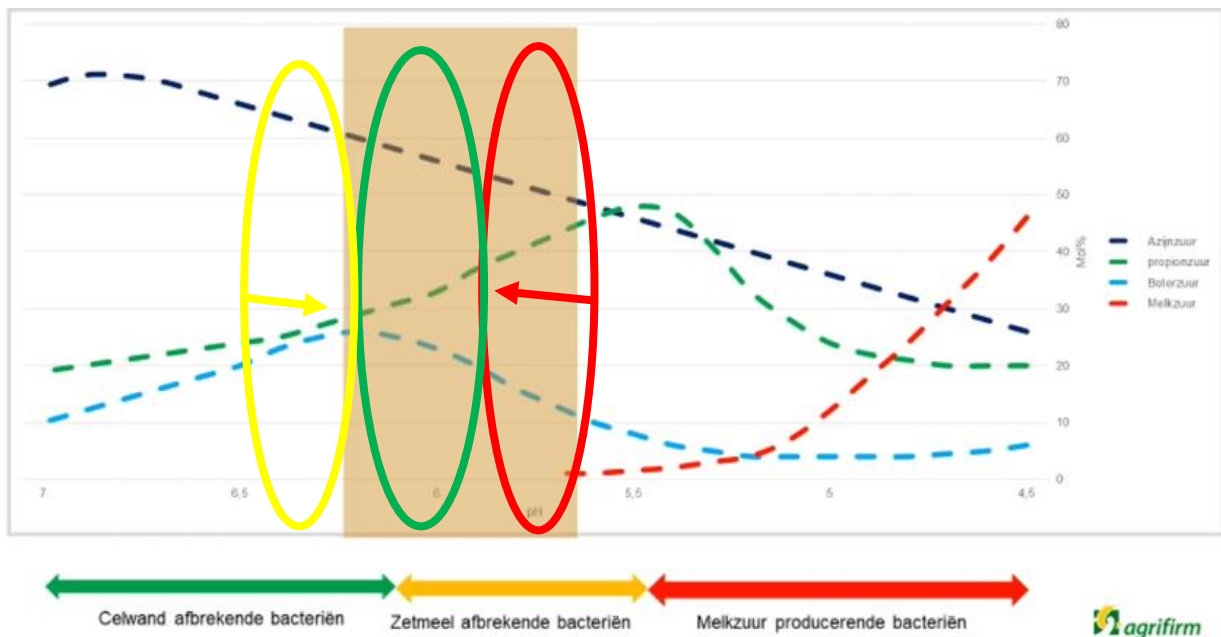
De ruwvoeropname moet tijdens hittestress gemaximaliseerd worden. Dit kan door s 'nachts te weiden, op een koel moment. Ook bevordert vaker voeren en aanschuiven de opname van een koe, hierdoor blijft het voer vers en ontstaat er minder broei aan het voerhek. Ook kunnen er broeiremmers gebruikt worden om het voer zo koel mogelijk te houden. Wanneer er vaker gevoerd wordt is het van belang dat de voerresten wel weggehaald worden, de voerresten worden juist eerder warm. Hierdoor blijft het voer zo fris mogelijk.

#### 3.4.1 Veranderingen in het rantsoen

Tijdens hittestress zijn koeien gevoeliger voor pensverzuring. Bij de vertering van ruwvoer komt warmte vrij en daarom zal een koe minder ruwvoer opnemen. Vaak blijft de krachtvoeropname nagenoeg gelijk, wat kan resulteren in pensverzuring. De verlaagde ruwvoeropname en verhoogde ademhaling (hijgen), zorgen voor een verlaagde herkauwactiviteit. Hierdoor produceren de koeien minder speeksel waardoor er een lagere beschikbaarheid van het bufferende bicarbonaat ontstaat. Hierdoor zal er ook eerder pensverzuring plaatsvinden. Pensverzuring leidt tot een verminderde pens werking en fermentatie. Dit heeft negatieve gevolgen op de melkproductie en eiwitgehaltes van de koe. (Bicarz, sd)

Bij een ruwcelstofrijk rantsoen ligt de pens Ph van de koe wat hoger, zoals ook in figuur 10 is weergegeven. Wanneer er meer krachtvoerders en zetmeelachtige in het rantsoen aanwezig zijn daalt de Ph in de pens. Wanneer er een te lage pens Ph ontstaat, krijgen de koeien pensverzuring. Hoe dichter er op het randje wordt gevoerd van wel of geen pensverzuring, hoe meer melk een koe produceert. Tijdens hittestress is het van belang dat er minder op dat randje wordt gevoerd, dus naar een hogere pens Ph, zoals in figuur 10 in de rode cirkel schematisch is weergegeven. Bij een rantsoen met veel krachtvoer en zetmeelachtig kan er voor worden gekozen om meer ruwe celstof aan het rantsoen toe te voegen. Wanneer de pens Ph hoger wordt, blijft de koe tijdens de warme makkelijker gezond.

Rantsoenen met weidegras en of een hoog aandeel ruwvoer, met minder krachtvoer, krijgen de koeien een hogere pens ph. Die bedrijven hebben minder kans op pensverzuring bij het melkvee en zouden zelfs wat meer krachtvoerders of zetmeelachtige toe kunnen voegen aan het rantsoen, zoals in figuur 10 in het geel is weergegeven. Hierdoor wordt het rantsoen wat geconcentreerder en krijgen de koeien meer energie binnen om hun temperatuur op peil te houden. (Pijl, 2021)



Figuur 10- Pens ph schematisch weergegeven in relatie met rantsoenen. Met in het donkerblauw azijnzuur, groen propionzuur, lichtblauw boterzuur en rood melkzuur weergegeven. (Pijl, 2021)

Een hoogproductieve koe produceert veel warme, ook in zijn pens. Om die warmte te onderdrukken kan er pensbestendig vet bijgevoerd worden, zo komt de energie niet in de pens maar in de darm vrij. Hierdoor zal de Ph in de pens niet stijgen en is er minder kans op pensverzuring, ook komt de energie dan vrij zonder extra verteringswarmte (Megalac, sd).

### 3.4.2 Minderalen/ sporenelementen en vitamines

Doordat de koeien minder droge stof opnemen en herkauwen, krijgen ze minder mineralen en sporenelementen binnen. Daarom is het belangrijk om meer te voeren en dus de concentratie te verhogen. (West, 2003) Vooral extra kalium en natrium zijn belangrijk omdat ze deze uit zweten tijdens hittestress.

Wanneer er hittestress plaatsvindt, komen er meer vrije radicalen vrij. Vrije radicalen zijn agressieve stoffen die in ongunstige gevallen schade aan brengen aan cellen en of weefsels. Antioxidanten zijn vitamines en spoorelementen die bijvoorbeeld aanwezig zijn in groente en fruit en zij 'vangen' de vrije radicalen weg. (Voedingscentrum, sd) Het is dus belangrijk om genoeg antioxidant bij te voeren wanneer er hittestress plaatsvindt zoals, vitamine E, selenium en koper. Zo wordt de overdaad aan vrije radicalen geneutraliseerd, wat een positieve invloed heeft op de gezondheid en vruchtbaarheid van de koe.

Zoals in hoofdstuk 3.2.3 uitgelegd is kan hittestress ervoor zorgen dat de darm beter toelaatbaar wordt, wat negatieve gevolgen kan hebben. Om dit te verminderen kan er (organisch gebonden) zink bijgevoerd worden, dit versterkt de cel bindingen (tight junctions) en zorgt voor ondersteuning bij het herstel van de darmcellen. (Pijl, 2021)

### 3.4.3 Wateropname van een koe

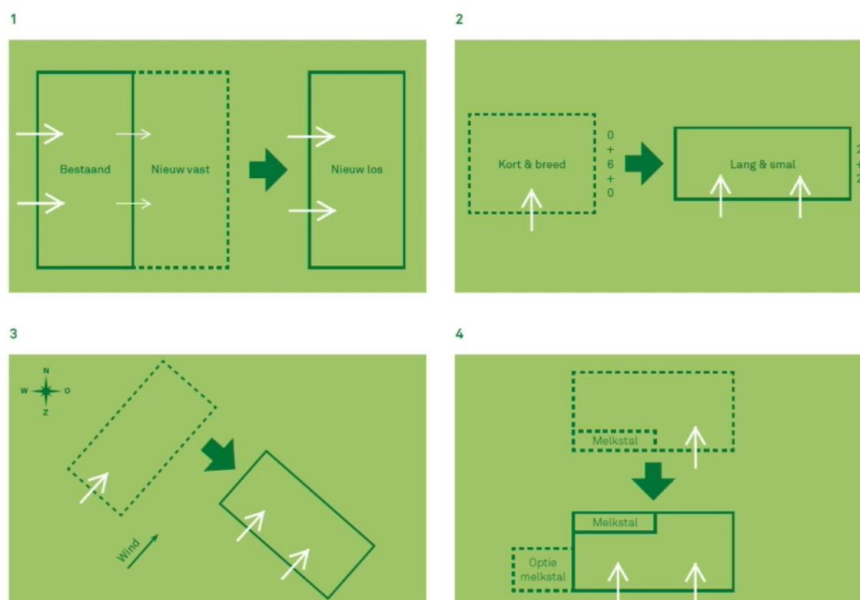
Water is misschien wel de belangrijkste voedingsstof voor een melkkoe. Wateropname hangt nauw samen met de droge stof opname en melkgift. (West, 2003) Een koe drinkt tijdens hete periodes zo'n 200 liter per koe per dag. Een koe drinkt niet totdat ze genoeg heeft, maar totdat ze er genoeg van heeft. Daar is het van belang dat er genoeg water capaciteit is, als het een koe te lang duurt stopt ze met drinken. De voorkeur wordt gegeven aan open water bakken, zo kan een koe snel veel water opnemen. Sneldrinkers hebben een grote waterdruk nodig, ook als ze allemaal gebruikt worden. De richtlijnen zijn dat er ongeveer 8-10 cm waterbak per koe aanwezig moet zijn in de stal. Het aantal drinkpunten is ook van belang, bazige koeien kunnen de waterbakken voor zichzelf houden, waardoor koeien in een lagere rang minder en minder lang kunnen drinken. (Pijl, 2021)

### 3.5 Deelvraag 5: Wat voor rol speelt de huisvesting van het melkvee wanneer er hittestress optreedt?

Volgens het KNMI wordt het steeds warmer in Nederland. Daarom is het van belang dat het stalklimaat voor de koeien op hete dagen optimaal wordt gemaakt. Dit gedaan worden door verschillende methodes door natuurlijke hulpbronnen, wind, water, schaduw en zand. Ook komen er steeds meer innovatieve stalconcepten en bouwmethodes op de markt, die voor een beter binnenklimaat zorgen met meer melk als gevolg.

#### 3.5.1 Optimaal gebruik maken van natuurlijke hulpbronnen

De wind in Nederland waait de meeste uren vanuit het zuidwesten, de tweede meest voorkomende windrichting is het noordoosten. Om gebruik te maken van wind als natuurlijke ventilatie, moet er rekening worden gehouden met de stand van de stal. Wanneer er uitbreiding van een stal plaatsvindt, kan er op de windrichting ingespeeld worden. Wanneer er gekozen wordt om de stal in de breedte aan te bouwen zal de natuurlijke ventilatie van de wind afnemen, zoals in figuur 11 links boven in is weergegeven. Voor de beste ventilatie zou de stal los van de oude stal gebouwd moeten worden, zo heeft de wind meer kans om door de stal te trekken. Ook kan er voor worden gekozen om de stal in de lengte aan te bouwen, zo ontstaat er alleen een langere zijgevel. Een brede stal ventileert slechter dan een lange smalle stal, zoals in figuur 11 rechts bovenin is weergegeven. Ook kan er worden gekeken hoe de stal op de windrichting wordt gebouwd. Wanneer de stal met de kop in de windrichting staat, wordt er weinig geventileerd. Als de stal met de zijgevel in de windrichting staat kan er meer wind door de stal heen waaien, zoals in figuur 11 links onderin weergegeven is. Ook kan de melkstal aan de kant van de windrichting zorgen voor minder ventilatie door de stal heen. (Wind, 2021)



Figuur 11- Stal weergegeven op 4 verschillende methodes om de windtoevoer in de stal te verbeteren



Met natuurlijke ventilatie is het belangrijk dat de zijgevel zo open mogelijk is, dat kan gerealiseerd worden door de goot zo hoog mogelijk te maken en de muur zo laag mogelijk. Een dakoverstek zorgt er dan voor dat de regen de stal niet binnenkomt, ook kan dit voor schaduw in de stal zorgen. Wanneer de stal verkeerd op de windrichting staat voor voldoende natuurlijke ventilatie, kan er voor worden gekozen om ventilatieopeningen in de kopgevel van de stal te maken of de deuren open te zetten.

Om de warmte instraling tegen te gaan kunnen de lichtplaten aan de Noordoost zijde van de stal geplaatst worden of met een zon werende coating, zo is er minder directe instraling van de zon. Dakisolatie is volgens deskundige de meest effectieve methode om de hitte zo lang mogelijk buiten de stal te houden (Feenstra, 2017).

Enkele praktische oplossingen zijn;

- Creëer schaduw; plant bijvoorbeeld een boom aan
- Weer de zoninstraling door de ramen op het zuiden wit te kalken
- Mest strohokken uit, deze houden veel warmte vast
- Sproei installatie op het dak

### 3.5.2 Ventileren in koeienstal

Door ventilatoren in de stal te bevestigen, kan er voor meer luchtbeweging in de stal worden gezorgd. Luchtbeweging zorgt er voor dat de gevoelstemperatuur afneemt. Bij ventilatie is het belangrijk dat de windsnelheid minimaal 2,5 m/s is. Een goede plaatsing van deze ventilatoren is van essentieel belang en geheel afhankelijk van de stal. Ventilatoren zijn windmakers, ze laten de lucht circuleren maar ze brengen geen frisse lucht in de stal. Vaak worden ze op de verkeerde plek aangebracht zoals, boven de voergang i.p.v. boven de lichtboxen. Dat zorgt ervoor dat het voer verdroogd en er verdringing aan het voerhek ontstaan, omdat de koeien in de luchtstroom van de ventilator willen staan. Ook staan de koeien per dag langer, wat klauwproblemen als gevolg kan hebben. (Veeteelt, 2016)

De meest gunstige plek voor een ventilator is dus boven de ligboxen en op een plek waar ze frisse lucht de stal in kunnen blazen. Bij hoge stallen kan er dwarsventilatie toegepast worden, zoals in afbeelding 1 te zien is. Ook kan een High volume Low speed (HVLS) ventilator gebruikt worden, zoals op afbeelding 2 zichtbaar is, deze hangt midden in de stal. Deze ventilator zorgt voor veel luchtverplaatsing maar minder voor luchtverversing. Als laatste optie kan er ook voor een buisventilatie gekozen worden, zoals op afbeelding 3 te zien is. Hierbij hangt er een buis/luchtzak in de stal die doormiddel van een ventilator in de kopgeven, frisse lucht de buis in zuigt die dit gericht over de stal verdeeld. Deze ventilatie is ook geschikt voor lage stallen. (Wind, 2021)



Afbeelding 1- Dwarsventilatie in koeienstal



Afbeelding 2- HVLS ventilator in koeienstal



Afbeelding 3- Buisventilatie melkveestal

### 3.5.3 Vernevelen in warme periodes

Onderzoek toont aan dat koeien meer produceren wanneer er ventilatoren, waterbesprenkeling en schaduw in de stal aanwezig is. Dit verhoogd het koecomfort en vermindert de stress bij de koeien, wat de productie verhoogd. (Igono, Johnson, Steevens, Krause, & Shanklin, 1987)

Als het te warm is in de stal, kan er doormiddel van ventileren de gevoelstempratuur naar beneden worden gehaald. Wanneer dat niet voldoende is kan er gekoeld worden, dit kan worden gedaan door de lucht in de stal te bevochtigen. Water wordt onder een hoge druk verneveld in de stal en verdeeld door ventilatoren. Het systeem koelt de koeien zonder dat de koeien nat worden, de tempratuur in de stal kan 6-7 graden zakken. Omdat de stal nat wordt gemaakt door het vernevelen stijgt de luchtvochtigheid, daarom is het belangrijk om te blijven ventileren om die natte lucht de stal weer uit te blazen. Ook moet er niet aan een stuk door verneveld worden, bijvoorbeeld voor 2 min vernevelen en ventileren en vervolgens 5 min alleen ventileren, zo wordt de vochtige lucht de stal weer uitgeblazen. Bij een luchtvochtigheid van 80% moet er worden gestopt met vernevelen.

Een andere manier om de koeien te koelen kan door Soaking toe te passen. Bij Soaking worden de koeien nat gedruppeld met water, water onttrekt de warmte uit de koe waardoor hij afkoelt. Bij Soaking wordt niet alleen de vacht van de koe nat maar wordt de koe tot op de huid nat. Dit wordt aangeraden wanneer de staltemperatuur 30°C bereikt. Ook bij dit systeem moet er geventileerd blijven worden, zoals bij het vernevelen. Aangeraden wordt om 10s met een grove druppel te sproeien, daarna 3 min te ventileren en dit voor een half uur te herhalen. Daarna 1,5 ventileren met een lichtsnelheid van 3m/s. Een geautomatiseerd systeem zorgt voor arbeidsefficiëntie. (Wind, 2021) Onderzoek wijst ook uit dat koeien overdag en op warmere dagen meer tijd door brachten aan het voerhek waar sproeiers geïnstalleerd waren, in vergelijking met koeien zonder sproeier voorziening. Wanneer de koeien mochten kiezen tussen wel of geen sproeiers aan het voerhek, nam de voorkeur voor voerhekken met sproeiers toe. Koeien vermeden het om hun hoofd nat te maken. (Chen, Schütz, & Tucker, 2013)

Het gevaar van vernevelen of druppel is dat de luchtvochtigheid in de stal alleen maar toeneemt, waardoor het juist averechts werkt en de koeien sneller oververhit raken. Daarom is het noodzakelijk om te blijven ventileren met luchtaanvoer van buiten en niet aan een stuk door te vernevelen of te druppelen.

#### 3.5.4 Weidegang tijdens warme periodes

Om hittestress tegen te gaan kan het weidemanagement aangepast worden. Dit is een maatregel die direct toegepast kan worden en waar weinig tot geen investeringen voor nodig zijn, wel kan het zorgen voor een verandering van de bedrijfsvoering. Bij beweiden geldt jong geleerd is oud gedaan. Jongvee wat geleerd heeft om te weiden onder variabele omstandigheden, zal als koe beter in staat zijn om met wisselingen in het weidesysteem om te gaan. Het moment wanneer er geweid wordt kan aangepast worden en kan op verschillende manieren worden ingevuld.

- 's avonds en 's nachts weiden of direct na het melken 's ochtends en 's avonds (bijv. van 7.00-10.00 en van 19.00-22.00). Zo staan de koeien op stal op de heetste periode van de dag met de meeste zonne-instraling.
- De koeien overdag weiden in een perceel waar schaduw aanwezig is en 's nachts in de percelen zonder schaduw.
- Vorm van beweidings- en stalsysteem toepassen waarbij koeien de keuzevrijheid hebben in toegang tot schaduw, verkoeling, weide en/of stal.

Om de voeropname te verhogen tijdens warme periodes kan het helpen om sneller door te rouleren en roteren met percelen of stripgrazen toe te passen. Zo blijft het gras smakelijk, wat de voeropname stimuleert en blijft het zijn voederwaarde behouden. Daarbij moet in de gaten worden gehouden of er op langere termijn nog voldoende grasaanbod overblijft. (Timmerman, Reenen, Holster, & Evers, 2018)

Verschillende onderzoeken in onder andere Nieuw-Zeeland en België wijzen uit dat, schaduwverstreking in de wei en of in de wachtruimte voor de melkstal leidde tot een hogere melkproductie. De samenstelling van de melk bleek niet te veranderen. Wanneer de gemiddelde zonnestraling toenam, nam het gebruik van schaduw toe.

## 4. Conclusie

In dit onderzoek is er gezocht naar een antwoord op de vraag: 'Wat voor invloed heeft hittestress op de gezondheid van melkvee en wat voor rol spelen voeding en huisvesting daarin?' Hiervoor is een kwantitatief onderzoek uitgevoerd naar hittestress bij melkvee.

Uit de resultaten is gebleken dat hittestress optreedt wanneer een koe zijn temperatuur niet meer constant kan houden en dus boven zijn thermo neutrale zone komt. Zichzelf koel houden kost de koeien extra energie wat ten koste gaat van de melkproductie. Naast een daling van de melkproductie vindt er ook een daling in het vet en eiwit plaats, het vetgehalte daalt de afgelopen 5 jaar in de warme periodes met 5,5% van het gemiddelde en het eiwit met 3,5%. Daarnaast stijgt het celgetal in de melk tijdens de warme periode. Hittestress heeft ook invloed op de gezondheid van het melkvee, er is minder glucose beschikbaar in het bloed wat resulteert in de lagere melkgift en een verminderde vruchtbaarheid. Ook hebben hoge temperaturen negatieve gevolgen op de eicel en ontwikkeling van het embryo.

Voeding en huisvesting kunnen er voor zorgen dat de koe goed door de warme periodes heen komt. De koeien gaan minder ruwvoer opnemen en de krachtvoeropname blijft nagenoeg gelijk, waardoor de kans op pensverzuring toeneemt. Daarom is het belangrijk om de pens pH omhoog te krijgen, door wat minder krachtvoerders en zetmeelachtige aan de koe aan te bieden en wat meer ruwe celstof. Door een verminderde droge stof opname krijgen de koeien ook minder mineralen binnen, daarom is het van belang dat er wel genoeg mineralen aan de koeien aangeboden worden.

Bij stalbouw kan er rekening worden gehouden met de windrichting, zodat de natuurlijke ventilatie optimaal is. Ook kunnen ventilatoren zorgen voor verkoeling in de stal, voor optimaal gebruik het belangrijk dat deze buitenlucht de stal in kunnen blazen. Wanneer de temperaturen erg hoog zijn in de stal kan er ook voor worden gekozen om te vernevelen of te druppelen in de stal, hierdoor wordt de koe of de lucht rond de koe nat waardoor de koe zijn warmte beter kwijt kan. belangrijk hierbij is dat de vochtige lucht de stal weer uitgeblazen wordt zodat een hoge luchtvochtigheid wordt vermeden. Met weidegang kan er voor worden gekozen om op de minst warme momenten van de dag te weiden, ook bied schaduw veel comfort aan de koeien.

Uit dit literatuuronderzoek is gebleken dat hittestress invloed heeft op de gezondheid, melkgift en melksamenstelling. Huisvesting en voeding spelen een rol met hittestress en kunnen er voor zorgen dat de koe minder hittestress ervaart.



## 5. Discussie

Dit onderzoek is doormiddel van literatuuronderzoek uitgevoerd. Er zijn verschillende bronnen gebruikt, zoals wetenschappelijke artikelen van de WUR of uit het Journal of Dairy Science. Verder is er ook gebruik gemaakt van websites en Webinars, welke een minder hoge betrouwbaarheid hebben als wetenschappelijke artikelen. De gegevens, uit de database van DMS, die gebruikt zijn om met onderzoeken te vergelijken, zijn valide in Nederland. De database bestaat uit melkveehouders door heel Nederland, ook zijn er geen melkveehouders uitgeselecteerd dus veelal alle situaties vallen onder dit onderzoek. Er zijn verder geen eigen datagegevens uit het buitenland gebruikt, wel literaire onderzoeken in het buitenland, maar dit zou kunnen zorgen voor verschillende uitkomsten met andere landen.

Uit de resultaten is gekomen dat hittestress invloed heeft op de gezondheid van het melkvee en daarbij ook de melkgift en gehalten in de melk dalen. Daarnaast spelen huisvesting en voeding een rol in het verminderen van hittestress bij melkvee. Dit komt overeen met de verwachtingen. Daarbij viel op dat de melkgift in de warme periode wel daalde, maar nagenoeg gelijk was aan het gemiddelde over het gehele jaar. Dit zou kunnen komen doordat de melkgift in de maand februari ook laag was, wat de gemiddelde melkgift over het jaar verlaagd. Daarnaast is aangetoond dat het fosforgehalte in de melk en de zuurtegraad van de melk veranderen tijdens de warme periode, dit is in literaire bronnen niet bevestigd.

De data van DMS is verkregen in maanden en uitgezet tegenover een gemiddelde tempratuur in die maand. Hieruit kan niet afgelezen worden of er op dat moment daadwerkelijk hittestress plaatsvond. Dit zou van invloed kunnen zijn op de resultaten. Voor een vervolgonderzoek zouden er proeven uitgevoerd kunnen worden in de stal, om daadwerkelijk te zien wat er gebeurt wanneer er hittestress plaatsvindt. Een andere oplossing zou zijn dat de data van onder ander melkgift per dag beschikbaar zou komen, zodat er nog duidelijker met tempratuur en luchtvochtigheid aangetoond kon worden dat de koeien hittestress hadden en wat de gevolgen daarvan waren.

## 6. Bibliografie

- Abbas, Z., Sammad, A., Hu, L., Fang, H., Xu, Q., & Wang, Y. (2020). *Glucose Metabolism and Dynamics of Facilitative Glucose Transporters (GLUTs) under the Influence of Heat Stress in Dairy Cattle*. Opgehaald van MDPI: <https://www.mdpi.com/2218-1989/10/8/312/htm>
- Agrifirm. (2019, Augustus 19). *Tips om hittestress bij jongvee te beperken*. Opgehaald van Agrifirm: <https://www.agrifirm.nl/nieuws/tips-om-hittestress-bij-jongvee-te-beperken/>
- ANW. (2017, mei 30). *Algemeen Nederlands Woordenboek*. Opgehaald van hittestress: <https://www.ensie.nl/anw/hittestress>
- Bernabucci, U., Biffani, S., Buggiotti, L., Vitali, A., Lacetera, N., & Nardone, A. (2014). The effects of heat stress in Italian Holstein dairy cattle. In *Journal of Dairy Science* (pp. 471-486).
- Bicarz. (sd). *Het hittestress-seizoen is weer begonnen*. Opgehaald van Bicarz: <https://altijdbicarz.nl/hittestress-seizoen-is-weer-begonnen/>
- Biffani, S., Bernabucci, U., Vitali, A., Lacetera, N., & Nardone, A. (2016). Short communication: Effect of heat stress on nonreturn rate of Italian Holstein cows. In *Journal of Dairy Science* (pp. 5837-5843).
- Bryant, J., López-Villalobos, N., Pryce, J., Holmes, C., & Johnson, D. (2010). Quantifying the effect of thermal environment on. In *New Zealand Journal of Agricultural Research* (pp. 327-336). The Royal Society of New Zealand 2007.
- Chen, J., Schütz, K., & Tucker, C. (2013, Augustus ). Dairy cows use and prefer feed bunks fitted with sprinklers. *Journal of Dairy Science*, pp. 5035-5045.
- CRV. (2015, april 24). *IS DE VRUCHTBAARHEID VAN MIJN VEESTAPEL GOED?* Opgehaald van CRV: <https://www.crv4all.nl/vruchtbaarheid/is-de-vruchtbaarheid-van-mijn-veestapel-goed/>
- DMS. (sd). *Welkom bij Dirksen Management Support B.V.* Opgehaald van DMS: <https://www.dmsadvies.nl/>
- Dopharma . (2013, augustus 12 ). *Hittestress*. Opgehaald van Dopharma: <https://www.dopharma.nl/technical-support/hittestress-2/>
- E.A.Raven. (2010). *Is de Serrestal een geschikt huisvestingssysteem*. WUR.
- Feenstra, J. (2017). Het wordt steeds heter, hoe houden we de koeien koel? *Veeteelt*, 20-25.
- GD. (sd). *Fosfor*. Opgehaald van GD: <https://www.gddiergezondheid.nl/fosfor>
- GD. (sd). *Voorkom hittestress*. Opgehaald van GD: <https://www.gddiergezondheid.nl/nl/Diergezondheid/Management/Hittestress-rundvee#:~:text=De%20optimale%20omgevingstemperatuur%20voor%20melkvee,om%20zich%20zelf%20te%20koelen.>

- Hansen, P. (2007). Exploitation of genetic and physiological determinants of embryonic resistance to elevated temperature to improve embryonic survival in dairy cattle during heat stress. In *Theriogenology* (pp. 242-249).
- Heinicke, J., Ibscher, S., Belik, V., & Amon, T. (2019). Journal of Thermal Biology. In *Journal of Thermal Biology* (pp. 23-32). Berlin.
- Hogeveen, H., J. Poelarends, J., Sampimin, O. C., & Miltenburg, H. D. (2001). *HEAT STRESS IN A MILD CLIMATE: DUTCH EXPERIENCES*. Wageningen: Wageningen University.
- Igono, M., Johnson, H., Steevens, B., Krause, G., & Shanklin, M. (1987). Physiological, Productive, and Economic Benefits of Shade, Spray, and Fan System Versus Shade for Holstein Cows During Summer Heat. *Journal of Dairy Science* , pp. 1069-1079.
- KNMI. (2020). *Gemiddelde relatieve vochtigheid voor de zomer*.
- KNMI. (sd). *Klimaat van Nederland*. Opgehaald van KNMI: <https://www.knmi.nl/klimaat>
- Lely. (sd). *Voorkoming van hittestress*. Opgehaald van Lely: <https://www.lely.com/nl/farming-insights/voorkoming-van-hittestress/>
- Megalac. (sd). *Met pensbestendig vet hittestress voorkomen* . Opgehaald van Megalac range : <https://www.megalac.nl/actueel/met-pensbestendig-vet-hittestress-voorkomen>
- Melkvee. (2015, juli 2). *Bescherm uw droge koeien tegen hittestress*. Opgehaald van Melkvee: <https://www.melkvee.nl/artikel/73902-bescherm-uw-droge-koeien-tegen-hittestress/>
- Melkveebedrijf. (2016, december 5). *Hittestress tot december?* Opgehaald van Melkveebedrijf nieuws voor de melkveehouder: <https://www.melkveebedrijf.nl/fokkerij-melkvee/vruchtbaarheid-melkvee/hittestress-tot-december/>
- Pijl, H. (2021, april 13). Voeding- en Transitie Specialist Rundvee bij Agrifirm.
- Poelarends, J., Hogeveen, H., Verstappen-Boerekamp, J., Sampimon, O., & Miltenburg, H. (2000). Koeien reageren verschillend op hittestress. *Praktijkonderzoek* , 41-43.
- Schüller, L., Burfeind, O., & Heuwieser, w. (2015). *What is the most effective breeding strategy of dairy cows under short and long term heat stress?* Berlin: Freie Universität Berlin.
- Timmerman, M., Reenen, K. v., Holster, H., & Evers, A. (2018). *Verkennde studie naar hittestress bij melkvee tijdens weidegang in gematigde klimaatstreken*. Wageningen: Wageningen Livestock Research.
- Trouw nutrition. (2020, juni 5). *Hoe voorkomt u hittestress bij uw kalveren?* Opgehaald van Trouw Nutrition : <https://www.trouwnutrition.nl/News/hoe-voorkomt-u-hittestress-bij-uw-kalveren/1628553>
- Twerda, J. (2021, april 2021). Concept & Application Manager Rundvee bij Agrifirm. (Agrifirm, Interviewer)
- Veeteelt. (2016). Een fris stalklimaat voor een koele koe. *Veeteelt*, 31-35.



Voedingscentrum . (sd). *Antioxidanten*. Opgehaald van Voedingscentrum :  
<https://www.voedingscentrum.nl/encyclopedie/antioxidanten.aspx>

West, J. (2003). Effects of Heat-Stress on Production in Dairy Cattle. In *Journal of Dairy Science* (pp. 2131-2144).

Wind, E. (2021, april 13). Senior-adviseur bedrijfsontwikkeling bij Agrifirm.

WUR. (sd). *Hoe u een verhoogde zuurtegraad kunt voorkomen*. Opgehaald van Edepot:  
<https://edepot.wur.nl/277588>