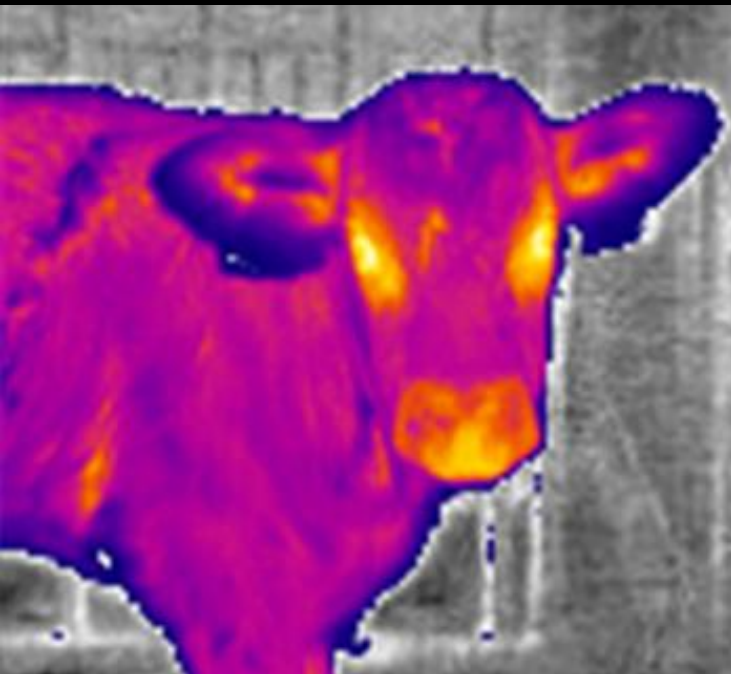


2021

De ontwikkeling van temperatuur bij kalveren volgen met behulp van thermografie



Lisa Veldhuis

GD Royal

30-1-2021

Afstudeerwerkstuk

De ontwikkeling van temperatuur bij kalveren volgen met behulp van thermografie

Auteur:

Lisa Veldhuis

Opleiding: Dier- en Veehouderij

E-mailadres: lisa-veldhuis@hotmail.com

Opleidingsinstituut:

Aeres Hogeschool Dronten

E-mailadres: info.hogeschool.dronten@aeres.nl

Opdrachtgever:

GD Royal

Arnsbergstraat 7

7418 EZ Deventer

Begeleider: Annet Velthuis

A.velthuis@gddiergezondheid.nl

Afstudeerdocent:

Geronda Klop

G.klop@aeres.nl

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

Naar aanleiding van de opleiding Dier- en veehouderij die ik volg aan de Aeres Hogeschool te Dronten heb ik dit afstudeerwerkstuk mogen schrijven. Het afstudeerwerkstuk is onderdeel van het vierde jaar van mijn opleiding. In het afstudeerwerkstuk is onderzocht of het mogelijk is om met behulp van thermografische camera het temperatuurverloop van Cryptosporidiose vast te stellen bij jonge kalveren. Dit onderzoek is uitgevoerd in samenwerking met Royal GD te Deventer.

Ik wil graag alle mensen bedanken die mij hebben geholpen met het tot stand brengen van dit afstudeerwerkstuk. Als eerste wil ik graag Annet Velthuis (Project manager bij GD Royal) bedanken voor de begeleiding en goede feedback van het afstudeerwerkstuk. Daarnaast wil ik ook de andere stagiaires van GD Royal en projectleiders Angela Deterink, Thijs Derkman en Karien Griffioen bedanken voor het verzamelen en maken van de thermografische foto's in de praktijkstal en het proactief meedenken en juiste adviezen geven tijdens de online bijeenkomsten gedurende het onderzoek

Als laatste wil ik graag Geronda Klop, mijn afstudeercoach vanuit Aeres Hogeschool Dronten, bedanken voor de coaching en feedback tijdens het onderzoek.

Ik wens u veel leesplezier toe.

Vaassen, Januari 2021

Inhoudsopgave

Voorwoord	3
Samenvatting	5
Abstract	6
1. Inleiding	7
1.2 Hoofd -en deelvragen	10
2. Materiaal en Methode	12
2.1 Materiaal	12
2.2 Methode	12
2.2.1 Methode per deelvraag	12
3. Resultaten	15
3.1 Gestandaardiseerde manier thermografische foto's	15
3.2 Herhaalbaarheid thermografische foto's	16
3.3 Temperatuur range	17
3.4 Thermografische temperatuur vergelijken met rectale temperatuur	17
3.5 Verloop thermografische temperatuur bij Cryptosporidiose	18
3.5.1 De neus	18
3.5.2 Het oor	19
3.5.3 Het oog	21
4. Discussie	23
5. Conclusie en aanbevelingen	26
Literatuurlijst	29
Bijlage 1: Standard Operating Procedure	
Bijlage 2: Correlatie tussen rectale temperatuur en thermografische temperatuur van het oog per kalf	
Bijlage 3: Checklist schriftelijk rapporteren	

Samenvatting

Het kalversterfte % in Nederland is 10.3%, doodsoorzaak nummer één is diarree. Een kalf met diarree heeft vaak koorts dat gemeten wordt door een rectale thermometer, maar er zijn andere middelen om temperatuur te meten. Thermografie is een manier op de temperatuur bij dieren te meten. Uit onderzoek blijkt dat mastitis en klauwproblemen eerder vastgesteld kunnen worden voordat er klinische symptomen optreden. In dit onderzoek wordt er onderzocht of het mogelijk is om door middel van thermografie het temperatuurverloop van Cryptosporidiose vast te stellen en hierdoor door eerder Cryptosporidiose bij kalveren te kunnen vaststellen, voordat er klinische symptomen optreden. De doelstelling is om eerder Cryptosporidiose te kunnen vast stellen en hierdoor eerder een behandeling te kunnen starten om het welzijn van het kalf te verbeteren en het antibiotica gebruikt te verminderen, daarnaast zou het mogelijk zijn om de rectale thermometer te vervangen voor de thermografische camera, hierdoor wordt het kalf minder belast en is de besmetting van kalf tot kalf minder. Ook is de thermografische camera een minder tijdrovende manier om de temperatuur van de kalveren te meten.

In dit onderzoek zijn 20 gezonde kalveren (referentiewaarde) gemeten met de thermografische camera en 26 kalveren met Cryptosporidiose. Bij het maken van de foto is de kop in beeld om de temperatuur van het oog, neus en oor te kunnen analyseren. Hieruit werden de koudste en warmste punten van het oog, neus en oor geanalyseerd. Er is onderzocht of er een verschil in temperatuur verloop is bij de referentiewaarde en de kalveren met Cryptosporidiose.

Uit de resultaten blijkt dat kalveren met Cryptosporidiose een lagere neus temperatuur hebben vergeleken met de gezonde kalveren. Het koudste punt van het oor blijft in de referentiewaarde, maar het warmste punt van het oor heeft een lagere temperatuur dan de referentiewaarde. Het koudste punt van het oog is gelijk aan de referentiewaarde, maar bij het warmste punt op het oog komt deze vanaf dag zeven onder de referentiewaarde.

Met de thermografische camera is het mogelijk om aan de hand van de neus temperatuur vast te stellen of het dier Cryptosporidiose heeft. Aan de hand van de temperatuur van het oor en het oog is het niet mogelijk om vast te stellen of het kalf Cryptosporidiose heeft.

Om een beter inzicht te krijgen in het temperatuur verloop bij gezonde kalveren is er vervolgonderzoek nodig . Ook zal de thermografische foto's dichterbij genomen moeten worden, om de nauwkeurigheid te verbeteren.

Abstract

The calf mortality rate in the Netherlands is 10.3%, the number one cause of death being diarrhea. A calf with diarrhea often has a fever that is measured by a rectal thermometer, but there are other means of measuring temperature. Thermography is a way to measure temperature in animals. Research shows that mastitis and hoof problems can be diagnosed earlier than clinical signs occur. In this research it is investigated whether it is possible to determine the temperature course of Cryptosporidiosis by means of thermography and therefore to diagnose Cryptosporidiosis in calves earlier, before clinical symptoms occur. The objective is to be able to diagnose Cryptosporidiosis earlier and thus to be able to start treatment earlier in order to improve the well-being of the calf and reduce the use of antibiotics, in addition, it would be possible to replace the rectal thermometer with the thermographic camera, thus reducing the burden on the calf and the contamination from calf to calf. Also, the thermographic camera is a less time consuming way to measure the temperature of the calves.

In this study, 20 healthy calves (reference value) were measured with the thermographic camera and 26 calves with Cryptosporidiosis. When taking the picture, the head is in view to analyze the temperature of the eye, nose and ear. From this, the coldest and warmest points of the eye, nose and ear were analyzed. It was examined whether there was a difference in temperature progression in the reference and calves with Cryptosporidiosis.

The results show that calves with Cryptosporidiosis have a lower nose temperature compared to the healthy calves. The coldest point of the ear remains in the reference value, but the warmest point of the ear has a lower temperature than the reference value. The coldest point of the eye is equal to the reference value, but with the warmest point on the eye, it comes below the reference value from day seven.

With the thermographic camera, it is possible to determine if the animal has Cryptosporidiosis based on the nose temperature. Based on the temperature of the ear and eye it is not possible to determine if the calf has Cryptosporidiosis.

To get a better understanding of the temperature progression in healthy calves, follow-up testing is needed. Also, the thermographic pictures will have to be taken closer, to improve accuracy.

1. Inleiding

Een kalf krijgt maar één keer de kans om uit te groeien tot duurzame en productieve melkkoe. Om inzicht te krijgen hoe de kalveropfok op het bedrijf verloopt, is de KalfOK- score een indicatie. De KalfOK- score krijgt de veehouder elk kwartaal een bedrijfsoverzicht en een indicatie van de sterke en zwakke punten in de kalveropfok (Zuivel NL, z.d.). In de KalfOK-score wordt ook elk kwartaal de kalversterfte gepresenteerd. Het gemiddelde kalversterftepercentage van het derde kwartaal van 2020 is 10.3% (Zuivel NL, z.d.). De kalversterfte in Nederland ligt al meerdere jaren boven de 10% (Ferwerda- van Zonneveld, Bos, Plomp, van der Gaag & Antonis, 2017).

Een hoge kalversterfte is een economisch verlies, maar zorgt ook voor een vertraging van de genetische vooruitgang in de veestapel. Kalversterfte leidt tot vertraging van het vervangen van minder productieve koeien of het vergroten van de veestapel met als bijgevolg een tekort aan vervangende vaarzen. Hierdoor kan het noodzaak zijn om dieren elders te kopen, waardoor de vervangingskosten op het melkveebedrijf oplopen (Torsein, Lindberg, Sandgren, Waller, Törnquist & Svensson, 2011). Op de korte termijn is het van belang voor het bedrijfseconomische resultaat van een melkveebedrijf, het welzijn van het kalf en het arbeidsplezier van de melkveehouder om ziekte bij kalveren te voorkomen. Diarree en longproblemen zijn meeste voorkomende problemen in de eerste levensmaanden van het kalf (Ryckaert, Anthonissen & Winters, 2015). Geschat wordt dat de kosten voor een kalf met diarree tussen de € 75 en € 145 euro liggen. In deze berekening zijn alleen de kosten voor het geneesmiddel en dierenartskosten meegenomen. De werkelijke kosten zullen hoger liggen, omdat de kosten voor extra arbeid, gewicht verlies en extra opfokkosten er nog bij zullen komen (Lührmann, 2009). Een kalf dat diarree heeft gehad, kan als koe minder melk produceren en heeft een verlaagde vruchtbaarheid dan bij koeien die als kalf geen diarree hebben gehad. Als gevolg van een lagere productie en vruchtbaarheid zal de koe vervroegd worden afgevoerd wat ten koste gaat van de levensduur (Lorenz, Fagon & More, 2011). Kortom een juiste kalveropfok met een lage infectiedruk bepaald de productie en levensduur van de koe.

Doodsoorzaak nummer één (56%) onder kalveren is een combinatie van vochtverlies door diarree en te weinig verstrekking van vocht. Op nummer twee komen de luchtwegaandoeningen (23%), andere oorzaken zijn gewricht- en navelontstekingen en een trauma (Ferwerda- van Zonneveld et al., 2017).

Diarree is een dunne, waterige ontlasting wat leidt tot groeivertraging, uitval, extra veterinaire kosten en vermindering van arbeidsplezier (De greidhoeke, z.d.). De oorzaken van kalverdiarree kunnen niet- infectieus of infectieus zijn. Niet -infectieuze oorzaken kunnen zijn voedingsfouten (onjuiste temperatuur, mengverhouding en verkeerde toediening melk), verkeerde huisvesting (tocht, vervuild hok, vochtig strooisel en bijwerkingen van medicijnen (Dierenkliniek Benschop Oudewater, z.d.). De symptomen van een niet- infectieuze diarree zijn: geen koorts, kalveren zijn nog redelijk actief, goede drinklust en een witte of gele kleur van de mest, ook wel kleischijters genoemd. (Melkvee, 2012). Om uit te sluiten of het gaat om een infectieuze of niet- infectieuze diarree gaat, is het mogelijk om een test te doen. Een voorbeeld van een test die kan uitsluiten of het om een infectieuze of niet- infectieuze diarree gaat, is de ELISA-methode (Heijden & Ferreira, 2018). Kalveren die een niet- infectieuze diarree hebben kunnen andere kalveren niet besmetten. Kalveren die een infectieuze kalverdiarree hebben kunnen wel andere kalveren besmetten. Symptomen van een infectieuze diarree zijn: lusteloosheid, een zwak zuigreflex, uitdrogingsverschijnselen, verminderde eetlust, een kalf die veel ligt en slap is, koude oren, neus en poten door een verminderde bloeddorstrooming (Olson, Sisco, Berge, Adams-Progar, & Moore, D. A. 2019. Door een lagere bloeddorstrooming kan in de eindfase zorgen voor onderkoeling (< 38.5 °C) (Naylor, Streeter, Torgerson, 2012).

Infectieuze diarree is geen ziekte op zichzelf, maar is een symptoom als gevolg van een of meerdere pathogenen die op een bedrijf voorkomen (Marcinkowski, 2004). Voorkomen is beter dan genezen bij ziektes en dit geldt ook voor diarree. Veel kalveren lopen door slechte hygiëne in de afkalfstal en/of eenling box al een besmetting op voordat het kalf de eerste biest heeft gehad. Om de infectiedruk te verlagen voor het kalf en de weestand te verhogen zijn de volgende punten belangrijk (GD Royal, z.d.)

- Kalveren worden geboren zonder antilichamen en daarom is het belangrijk om binnen twee uur na de geboorte drie liter biest van goede kwaliteit (>50 IgG/ L) te vertrekken aan het kalf om passieve immuniteit op te bouwen (Lora et al., 2018).
- Geef elk kalf een eigen drinkemmer en reinig na elke voerbeurt de drinkemmer met 65 °C

- Zorg voor een schone afkalfruimte en goede hygiëne bij afkalven.
- Haal het kalf na de geboorte direct weg bij de moeder en huisvest het kalf de eerste 14 dagen individueel in een schone iglo.
- Werk van jong naar oud en verzorg zieke dieren als laatste
- Desinfecteer de iglo als het kalf de iglo verlaten heeft.

Wanneer de ziekteverwekker het kalf ziek maakt, en zich hecht in de darmwand veroorzaakt de ziekteverwekker schade aan de darmwand. De ziekteverwekker hecht zich aan de darmvlokken waardoor de darmvlokken afsterven met als gevolg ontstekingen en een verminderde activiteit van spijsverteringsenzymen. Hierdoor wordt het verteringsstelsel van het kalf aangetast en wordt het darmoppervlak verkleind met als gevolg dat het kalf minder voedingsstoffen kan opnemen (Wersch, 2003). De beschadigde darmvlokken zijn een grote kans voor een secundaire besmetting. Wanneer het kalf minder voedingsstoffen kan opnemen loopt het kalf een groeivertraging op wat effect heeft op de korte en lange termijn.

Er zijn vier groepen pathogene organismen waardoor kalveren een infectieuze diarree krijgen. De groepen bestaan uit virussen, zoals Rota, Corona of BVD. De tweede groep bestaat uit bacteriën, zoals *Escherichia coli* (*E.coli*) en *Salmonella*. De derde groep bestaat uit protozoa, zoals *Cryptosporidium parvum* en Coccidiose en de maagdarmwormen vormen de laatste groep (kalverendiarrée, z.d.). Van deze vier groepen zijn Rota- en coronavirussen en *E.coli* en *Cryptosporidiose* de meeste voorkomende pathogenen die een infectieuze diarree bij kalveren veroorzaken (Torsein et al, 2011).

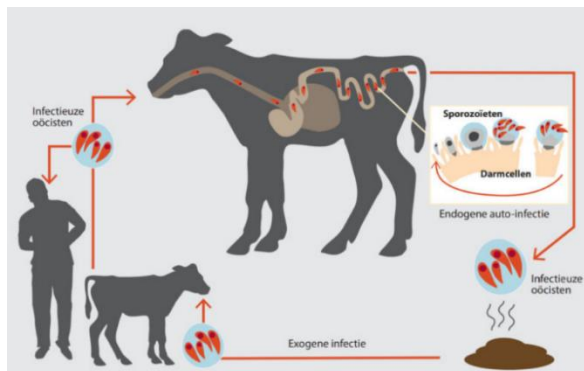
Bij 33% van de infectieuze diarree gevallen wordt de diarree veroorzaakt door Rota en Corona virussen. Rota en Corona zijn twee families van virussen en veroorzaken diarree bij kalveren tussen de drie en 28 dagen oud (Corona- en Rotavirus bij kalveren, z.d.). De symptomen van kalveren die lijden aan Rota- en Coronavirus zijn waterdunne en/of slijmerige diarree met vaak een bruinegeel tot witgele kleur. Daarnaast zijn ze lusteloos, hebben koorts en een verminderde eetlust (Diarree bij kalveren door Rota- Coronavirus, 2012). Omdat het een virus is kan het kalf niet worden behandeld met een antibiotica. Om het kalf te ondersteunen en om uitdroging te voorkomen is het verstrekken van een elektrolyten een oplossing. Door koeien en vaarzen tussen de twaalf en drie weken voor afkalven te vaccineren met Rotavec maken ze antistoffen aan die in de biest terecht komen. Door de biest te voeren aan het pasgeboren kalf ontstaat er een beschermende barrière in de dunne darm van het kalf tegen Rota en Corona virussen (Jongvee- opfok, z.d.).

E.coli is een bacterie die een acute diarree veroorzaakt bij jonge kalveren en treedt meestal op bij kalveren tussen de 5 – 10 dagen oud (Royal GD z.d.). Deze vorm van diarree wordt veroorzaakt door de *E.coli* K99- bacterie die gifstoffen produceert. Hierdoor treedt er maldigestie (het onvoldoende verteren van voedingsstoffen) en malabsorptie (het tekort schieten van nutriënten uit voeding), waardoor 60-80% van de voeding geabsorbeerd wordt (Kalverdiarree, z.d.).

Hierdoor kan de bacterie zich hechten aan de darmcellen en zal daar toxines gaan produceren. De toxines zorgen ervoor dat het water en de zouten uit de darmwand lekken, waardoor de ontlasting waterig zal zijn met ernstige uitdroging als gevolg met een vergrootte kans tot sterfte (Smolenaars, 2013). Ook kunnen de toxines een bloedvergiftiging veroorzaken, waardoor er soms al sterfte optreedt voordat de diarree bij het kalf gezien wordt (Royal GD, z.d.). Het is mogelijk om drachtige koeien te vaccineren tegen *E.coli*. Het vaccineren tegen *E.coli* geeft meer antistoffen in de biest en in de melk tot 28 dagen in lactatie. De kalveren nemen de antistoffen op en dit resulteert na voldoende opname in minder klinische symptomen en sterfte tot gevolg (Moons, 2016).

Cryptosporidiose wordt beschouwd als de meest voorkomende ziekteverwekker bij kalveren in de eerste twee levensweken (Arsenopoulos, Theodoridis & Papadopoulos, 2017). *Cryptosporidium parvum* is een protozoaire eencellige parasiet genaamd *Cryptosporidium*. De *Cryptosporidium* vermenigvuldigt zich snel in de darmen van het kalf en hierbij vormen ze oöcysten. Oöcysten zijn een soort eitje die worden uitgescheiden in de mest en op deze manier komen de oöcysten in de omgeving terecht. Als de oöcysten in de omgeving terecht komt worden ze besmettelijk voor andere dieren. De besmetting gebeurt voornamelijk via de mond (oraal) (*Cryptosporidiose* bij kalveren, 2018). In figuur 1 is schematische weergegeven hoe de ontwikkelingscyclus van de ziekteverwekker

Cryptosporidium is. De mest van kalveren met Cryptosporidiose is waterige vla- achtige gele- groene diarree (Crypto bij kalveren aanpakken, 2019). De Cryptosporidium geeft bij jonge kalveren lichte koorts, diarree, uitdroging, buikpijn en gewichtsverlies (Cappellen, 2010).



Figuur 1 Ontwikkelingscyclus van Cryptosporidium (Elite, 2020)

Een infectieuze diarree gaat vaak gepaard met koorts. Koorts is een verhoging van de lichaamstemperatuur van het dier. Koorts ontstaat doordat de hypofyse het lichaam van het kalf aanzet tot een grotere activiteit om het virus, bacterie of parasiet te bestrijden. Door het bestrijden van het virus, bacterie of parasiet wordt de warmteproductie groter, maar de warmteafgifte daalt doordat de bloedvaten gaan vernauwen. Door de vernauwing stijgt de kerntemperatuur van het lichaam, maar voelt de oppervlakkige huid kouder aan door vernauwing van de bloedvaten. Dit is een fysiologisch proces van het kalf om warmte vast te houden (Laval & Walst, 2002). Om onderkoeling of koorts te meten bij kalveren wordt er rectaal een thermometer in gebracht, maar uit onderzoek is gebleken dat de herhaalbaarheid van een meting met een rectale thermometer niet altijd juist is (Burfeind, Keyserlingk, Weary, Veira, & Heuwieser, 2010). De rectale temperatuur voor een pasgeboren kalf ligt tussen de 38.6 en 40.5 °C en voor oudere kalveren tussen de 38.5 en 39.5°C (Boccardo et al., 2019). Heeft een kalf koorts dan is de rectale temperatuur >39.5 °C en hoge koorts is > 40.5 °C en heeft het kalf een rectale temperatuur van < 38.5 °C, dan is het kalf onderkoeld (Naylor et al., 2012). Het dagelijks controleren van de rectale temperatuur van kalveren belast het kalf en is arbeidsintensieve taak voor de ondernemer (Knauer, Godden, & McDonald, 2016). Bij het inbrengen van een rectale thermometer moet het kalf gefixeerd worden om de thermometer juist in te brengen wat ervoor zorgt dat het kalf extra stress krijgt. Als de rectale thermometer te diep of ondiep wordt ingebracht geeft dit een verschil in temperatuur, maar ook als de temperatuur gemeten wordt voor of na de ontlasting kan dit leiden tot afwijkingen (Burfeind et al., 2010). Naast het rectaal meten van de lichaamstemperatuur, is er ook een mogelijkheid om de lichaamstemperatuur te meten door middel van een pens- bolus. De pens-temperatuur-bolus is een systeem dat blijvend de temperatuur in de pens controleert, hierdoor kan detectie van ziektes vroegtijdig worden opgespoord. Echter, zijn de pens-temperatuur-bolussen alleen beschikbaar voor volwassen melkkoeien, omdat ze niet gevalideerd zijn voor kalveren (Knauers et al., 2016). Een andere manier om temperatuur verandering waar te nemen is thermografie. Diagnostische thermografie is mogelijk een hulpmiddel om het ziekteproces en temperatuurverandering bij kalveren te monitoren.

Thermografie is een contactloze manier om de temperatuur van mensen, dieren of voorwerpen in beeld te brengen. Dit gebeurt met een thermografische camera die een optiek voor infrarood heeft. Normaal glas heeft een filter die infraroodstraling tegenhoudt en een detector die de golflengte analyseert (Wat is thermografie, z.d.). Bij dieren is de lichaamstemperatuur een indicatie voor gezondheidsproblemen of is een aanwijzing voor een verminderde vitaliteit (Thermografie in de diergeneeskunde, z.d.). Een dier met een ontsteking of ander letsel gaat het afweermechanisme van het dier harder werken. Door de werking van het afweermechanisme ontstaat er een hogere doorbloeding en dit vertaalt zich in een hoger oppervlaktetemperatuur die door middel van een thermografische camera in beeld wordt gebracht (Casas-Alvarado et al., 2020). Uit de literatuur blijkt dat in de binnenkant van het oog de mediale canthus zit en dit gebied een maat is voor de kerntemperatuur van het lichaam en de lichaamstemperatuur en eventueel koorts of onderkoeling gemeten kan worden (Childs, Wai, Tsai, Wu, & Li, 2012). Met een thermografie camera kan er een thermografie beeld gemaakt worden van de binnenkant van het oog en kan zonder het inbrengen van een rectale thermometer de lichaamstemperatuur van het kalf vastgesteld worden.

Uit onderzoek is gebleken dat klinische mastitis eerder vastgesteld kan worden door middel van thermografie. De thermische camera kan tot 1 -1.5 ° C temperatuurverandering op de uier detecteren bij koeien die een klinische mastitis hebben (Hovinen, Siivonen Taponen, Hänninen, Pastell, Aisla, & Pyörälä, 2008). Daarnaast is de thermografische camera een veelbelovend diagnostisch hulpmiddel voor het detecteren van klauwproblemen bij runderen. Een combinatie van thermografisch beelden en een klinisch onderzoek zou een techniek zijn om kreupelheid eerder te detecteren en hierdoor kan de genezing sneller gaan verlopen (Alsaad, Syring, Dietrich, Doherr, Gujan, & Steiner, 2014). Maar niet alleen ontstekingen en kreupelheid kan met behulp van thermografie eerder worden vastgesteld, ook is het mogelijk om de voerefficiëntie van vleesvee vast te leggen. Studies naar het energiemetabolisme hebben aangetoond dat de productie van rundvlees efficiënter is met een lager warmteverlies en methaanproductie. Hierdoor heeft het vleesvee met een lagere lichaamsoppervlaktetemperatuur een betere voer efficiëntie dan dieren met een hoge lichaamsoppervlakte temperatuur (McManus, Tanure, Peripolli, Seixas, Fischer, Gabbi, & Costa, 2016). Thermografie maakt het ook mogelijk om stress bij dieren te detecteren. Een dier dat stress ervaart, daar wordt de hypothalamus-hypofyse- bijnierschors geactiveerd en wordt als gevolg hiervan warmte geproduceerd. De veranderingen in de warmteproductie en warmteverlies kan met thermografie worden gedetecteerd en is nuttig als algemene indicator van stress (McManus et al, 2016)

Bij kalveren is er een eerder onderzoek geweest of er met infrarood thermografie diarree eerder kan worden vastgesteld. Dit is onderzocht op een koppel kalveren die geïnfecteerd waren met het Bovine Virus Diarree, ook wel BVD genoemd (Schaefer, et al 2004). Hieruit bleek dat het mogelijk is om de diagnose BVD eerder vastgesteld kon worden door middel van thermografie. Uit de studie blijkt dat dieren met behulp van thermografie vier tot zes dagen voor het begin van de klinische symptomen verhoging detecteerde in het gebied van het oog bij de kalveren. Op een afstand van een meter vertoonde de thermografische camera de beste overeenkomsten in temperatuurmetingen beïnvloeden (Church, Hegadoren, Paetkau, Miller, Regev-Shoshani, Schaefer & Schwartzkopf-Genswein, 2014).

Uit het literatuuronderzoek is er geen studie gevonden die die verklaard of het mogelijk is om Cryptosporidiose eerder vast te stellen is door middel van thermografie.

Is dit onderzoek wordt er onderzocht of het mogelijk is om met behulp van thermografie Cryptosporidiose verloop te kunnen vaststellen. Er is onderzocht hoe het temperatuurverloop is bij een besmetting van Cryptosporidiose en of thermografie het mogelijk maakt om ziekte kalveren eerder te ontdekken.

1.2 Hoofd -en deelvragen

De hoofdvraag van het onderzoek is 'Is het mogelijk om met behulp van thermografie het temperatuur verloop van Cryptosporidiose vast te kunnen stellen en hierdoor in de toekomst door middel van thermografie eerder Cryptosporidiose vast te kunnen stellen, voordat er klinische symptomen optreden?' Om deze hoofdvraag juist te kunnen beantwoorden zijn er een deelvragen opgesteld.

De eerste deelvraag is: Kan er op een gestandaardiseerde manier thermografische beelden van jonge kalveren worden genomen en de gegevens hieruit worden geanalyseerd?

De tweede deelvraag is: Wat is de herhaalbaarheid van de gemeten temperatuur op de thermografische beelden op kalveren genomen binnen een korte tijdsperiode?

De derde deelvraag is: Wat is de normale range voor temperatuur voor oog, neus en oor van een gezond kalf tot veertien dagen op de thermografische foto's?

De vierde deelvraag is: Hoe is de ontwikkeling van temperatuur van het oog vergeleken met rectale lichaamstemperatuur?

De vijfde deelvraag is: Hoe verloopt de thermografische temperatuur van oog, neus en oor van kalveren tot veertien dagen met Cryptosporidiose en hoe verschilt dit van gezonde kalveren zonder Cryptosporidiose?

De doelstelling van het onderzoek is om voor de toekomst eerder Cryptosporidiose vast te kunnen stellen bij kalveren en hierdoor eerder de behandeling te kunnen starten om het welzijn van het kalf te verbeteren en antibiotica gebruik te verminderen. Daarnaast zou het mogelijk kunnen zijn om in plaats van een thermometer die

rectaal wordt ingebracht bij kalveren te vervangen door een thermografie camera. Hierdoor wordt het kalf minder belast en kan besmetting van kalf tot kalf worden voorkomen, omdat het niet inwendig wordt toegepast en als laatste is het een minder tijdrovende manier voor de melkveehoud(st)er om de temperatuur te meten van de kalveren en ook met de schaalvergroting in de melkveehouderij die zich door zet. Door de schaalvergroting is het nodig meer vreemd arbeid op het bedrijf in de schakelen, waardoor de aandacht naar de kalveren kan verslappen (Beldman, Jager, Dellen & Zijlstra, 2006). Met behulp van thermografie kan het mogelijk zijn om zonder kennis persoonlijke kennis het van kalf, een ziek kalf te kunnen herkennen.

In dit onderzoek wordt de thermografie toegepast op kalveren tot veertien dagen die Cryptosporidiose hebben en wordt er onderzocht hoe het temperatuur verloop is bij jonge kalveren.

2. Materiaal en Methode

In dit hoofdstuk is beschreven welke materialen er zijn gebruikt en hoeveel kalveren er zijn geanalyseerd. Daarnaast is de methode van het nemen en analyseren van de foto's die zijn genomen met de warmtecamera beschreven.

2.1 Materiaal

De thermografische camerabeelden zijn gemaakt op kalveren tot 14 dagen oud die gehuisvest zijn in de praktijkstal rund van GD Royal. Van 2 november 2020 tot 2 december 2020 zijn er foto's gemaakt van 27 kalveren. De kalveren zijn mannelijke Holstein- Frisian en kruising Holstein -Frisian x Belgisch blauw. Gedurende de veertien dagen is er van elk kalf een thermografische foto gemaakt. Daarnaast is er een dataset opgesteld van gezonde jonge kalveren (vier dagen oud) zonder Cryptosporidiose is gebaseerd op de 20 zuivere Holstein kalveren van melkveebedrijf Veldhuis in Vaassen. De gezonde kalveren zijn kalveren die geen symptomen vertonen van diarree en geen koorts hebben.

De materialen die zijn gebruikt tijdens het onderzoek zijn:

- De Testo 881 warmtecamera.
- 7.5 mm lens voor de Testo 881 warmtecamera.
- Geheugenkaart van 2 GB in de Testo 881 warmtecamera.
- Testo IR- Software, het softwareprogramma van de Testo 881 warmtecamera om de camerabeelden te analyseren.

2.2 Methode

Gedurende het onderzoek is er van elk kalf vanaf dag twee tot en met dag veertien een foto in de middag (tussen 16:00 en 19:00 uur) gemaakt van de kop, waarbij de oren, neus en ogen in beeld zijn. Er is gekozen om een foto van het linkeroog te maken, omdat uit de literatuur blijkt dat in het oog de mediale canthus zit en dit gebied een maat is voor de kerntemperatuur van het lichaam en de lichaamstemperatuur en eventueel koorts of onderkoeling gemeten kan worden (Childs., et al, 2012). Kalveren met diarree krijgen (meestal) koude oren en neus, dit komt door een verminderde bloedstroom doorbloeding (Yáñez-Pizaña et al., 2019). Met behulp van de warmtecamera is het temperatuur verloop van ogen, neus en oren in kaart gebracht om eventueel vroegtijdig diarree te herkennen. Alle zieke kalveren in het onderzoek hebben de diarree Cryptosporidiose en de controle groep heeft geen symptomen van diarree. Dit is gebaseerd op de aanwezige mest in het hok dit niet afwijkende is.

2.2.1 Methode per deelvraag

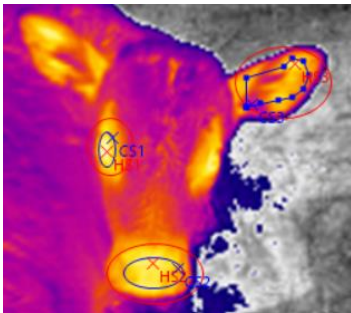
Elke dag is er van elk kalf de foto geanalyseerd en bij gehouden in een databestand. In dit onderzoek zijn er meerdere personen die foto's maken van de kalveren. Om ervoor te zorgen dat de foto's om de juiste manier genomen worden is er een Standard Operating Procedure (SOP) opgesteld.

De methode van deelvraag 1 is als volgt: Om een juiste SOP te ontwikkelen zijn er de volgende stappen genomen. Als eerste is de gebruiksaanwijzing zorgvuldig gelezen en met deze informatie is de camera getest op diverse voorwerpen en handen van personen. Met deze informatie is de eerste versie van de SOP geschreven en is deze gelezen door andere stagiaires. Met de feedback van de andere stagiaires is de SOP verbeterd en definitief gemaakt voor het onderzoek.

Voor deelvraag 2 wordt de herhaalbaarheid van de thermografische foto's geanalyseerd. Om de herhaalbaarheid van de camera te onderzoeken zijn er op 20 mannelijke/ vrouwelijke Holstein- kalveren testbeelden gemaakt met de thermografische camera. Van elk kalf zijn er tien foto's gemaakt in verschillende posities op één meter afstand. Van elk kalf wordt in het Testo IR- Softwareprogramma het koudste punt van het oog, neus en oor bepaald en het warmste punt van het oog, neus en oor. De waardes hiervan zijn opgenomen in een dataset (in totaal 200 foto's). Hieruit is een standaarddeviatie berekend voor de herhaalbaarheid van de thermografische foto's. Het resultaat geeft aan wat een standaarddeviatie is voor de herhaalbaarheid van de thermografische foto's. De standaarddeviatie geeft de spreiding weer van een populatie.

Om deelvraag 3 te kunnen beantwoorden is de volgende methode gebruikt: Om een te weten wat de temperatuur range is voor de thermografische foto's voor een gezond kalf zijn er op melkveebedrijf Veldhuis van 20 kalveren

ieder tien foto's gemaakt van gezonde kalveren. Tijdens het maken van de foto is er geen afwijkende mest geconstateerd en bij controle twee dagen later van de mest later had de mest geen afwijkende score. In figuur 2 is een thermografische foto weergegeven van een kalf. De rode lijn met daarin een kruis geeft aan wat de hoogst gemeten temperatuur is in het oog, neus en oor. De blauwe lijn met daarin een blauw kruis geeft aan wat de laagst gemeten temperatuur is van het oog, neus en oor. Dit is gedaan bij de 200 foto's en de temperatuur gegevens hiervan zijn geplaatst in een dataset.



Figuur 2 Thermografische foto van een gezond kalf

Van de 200 foto's is de minimale, maximale en gemiddelde temperatuur berekend van het oog, neus en oor van een gezond kalf. Om te weten wat de temperatuur range is voor de neus, oor en oog van een gezond kalf is er een 95% percentiel berekend. Om het 95% percentiel te berekenen is er eerst het 97.5% percentiel en het 2.5% percentiel berekend. De temperaturen tussen de 2.5% en de 97.5% percentiel is de temperatuur range waarin 95% van de temperaturen liggen voor een gezond jong kalf. Op basis van deze waarden is er een temperatuur ranch voor oog, neus en oor ontstaan en is deze gebruikt als referentiewaarde.

Bij deelvraag 4 wordt de thermografische temperatuur vergeleken met de rectale temperatuur van het kalf. De rectale temperatuur wordt vergeleken met de temperatuur van het oog, omdat in het oog de mediale canthus zit en dit gebied een maat is voor de kerntemperatuur van het lichaam. Voorafgaand aan het onderzoek worden er bij vijf kalveren gedurende vijf dagen de rectale temperatuur en de thermografische temperatuur gemeten. De gegevens van de vijf kalveren worden geanalyseerd en hieruit wordt een normaalwaarde opgesteld voor een gezond kalf zonder diarree. Tijdens het onderzoek wordt er elke dag gedurende veertien dagen van elk kalf ($n=27$) de rectale temperatuur gemeten met een thermografische thermometer van het warmste punt op het oog en verwerkt in het databestand. De rectale temperatuur is vergeleken met de warmste temperatuur van het oog. In een spreidingsdiagram wordt de gekeken per kalf of er een correlatie is tussen de rectale temperatuur en de thermografische temperatuur van het warmste punt op het oog. Per kalf is er een gemiddelde van veertien dagen genomen van de rectale temperatuur en de thermografische temperatuur. Deze gegevens zijn geplaatst in het spreidingsdiagram.

Bij deelvraag 5 wordt het thermografisch temperatuur verloop van het oog, neus en oor onderzocht. Vanaf levensdag één tot en met levensdag veertien is er van elk kalf een foto genomen waarbij de kop van het kalf volledig in beeld is. De foto's worden in het Testo IR- softwareprogramma geanalyseerd op het warmste en koudste plekje van het oog, neus en oor. De gegevens zijn genoteerd in het Excel bestand. Tijdens het onderzoek zijn de kalveren die een neus, oor en oog temperatuur hebben die ligt buiten deze temperatuur range voor gezonde kalveren bestempeld als kalf met een afwijkende gezondheid. De temperaturen van oog, neus en oor worden vergeleken met de een groep die veel diarree heeft en weinig diarree heeft. De groep die veel diarree heeft, is de groep die meer dan vijf dagen diarreescore drie of vier heeft in de veertien dagen van het onderzoek. De groep die weinig diarree heeft, heeft tijdens het onderzoek minder dan vijf dagen diarreescore drie gehad. De diarreescore is gegeven aan de hand van de mestmonsters tijdens de studie. De mestmonsters werden in bekertjes geanalyseerd. Korte uitleg van de diarreescore:

- 1: Normale stevig mest, mogelijk iets pasteus, maar zal niet uit de beker gaan bij schuin houden.
- 2: Pudding- achtige: brijachtig, zal langzaam over de rand gaan bij schuin houden van de beker
- 3: Matige diarree, zoals yoghurt/schenkstroop, zal makkelijk over de rand gaan van een beker bij schuin houden.

4: Ernstige, waterdunne diarree (appelsap), zal bij schuin houden volledig uit de beker stromen

Of er significante verschillen zitten tussen de gezond kalveren en kalveren met veel of weinig diarree is er een ANOVA-toets uitgevoerd. Hierbij is de afhankelijke variabele het oog, neus of oor. En de onafhankelijke variabele de groep waarin zij vallen: gezond, weinig diarree of veel diarree. Ligt de P- waarde van de ANOVA- toets <0.005 dan is er een Tukey uitgevoerd om te onderzoeken welke groepen significant aan elkaar zijn.

3. Resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten weergegeven. De resultaten geven antwoord op de hoofdvraag en deelvragen van het onderzoek. Als eerste wordt er in de resultaten antwoord gegeven om de deelvragen en vervolgens wordt er antwoord gegeven op de hoofdvraag 'Is het mogelijk om met behulp van thermografie het temperatuur verloop van Cryptosporidiose vast te kunnen stellen?'.

3.1 Gestandaardiseerde manier thermografische foto's

Deelvraag 1 van het onderzoek is 'Kan er op een gestandaardiseerde manier thermografische beelden van jonge kalveren worden genomen en de gegevens hieruit worden geanalyseerd?' Hiervoor is een Standard Operating Procedure (SOP) opgesteld voor het onderzoek. Stap 1 tot en met stap 7 wordt toegelicht hoe de camera werkt tot het analyseren van de foto's door middel van een softwareprogramma. De uitgebreide SOP is bijgevoegd in de bijlage 1.

Stap 1: Opstarten Testo 881 warmtecamera en batterij checken en vervangen.



In drukken om camera op te starten. En controleer de batterij status recht boven op display.

Batterij leeg, druk op de zwarte knop en batterij springt uit de camera. Plaats volle batterij terug

Stap 2: Datum en tijd instellen en het scherp stellen van het beeld.

Om de foto's te kunnen verwerken moet de datum en tijd juist zijn ingesteld.

1. Druk één keer op de **OK-knop**.

2. Het menu verschijnt en schuif de joystick (de knop waar OK opstaat) naar onder totdat de rode balk op **configuratie** staat. Schuif de joystick naar rechts en klik op **tijd/datum**.

3. Controleer of de juiste datum en tijd er staat weergegeven, mocht dit niet juist zijn. Voor stap 4 van 4.2.3

Voor het analyseren van de foto's moet de foto scherp en van goede kwaliteit zijn. Tijdens het maken moet het beeld altijd opnieuw worden scherp geteld.

1. Motorfocusschakelaar aan rechterzijkant van het apparaat richting display schuiven. Op dit moment is de motorfocus ingeschakeld

2. Het beeld focussen of scherpstellen gebruikt de Motorfocusregelaar . Door de motorfocusregelaar naar voren of naar achter te duwen wordt het beeld scherp gesteld.

3. Staat het beeld scherp schakel de motorfocus uit. Om de motorfocus uit te schakelen moet motorfocusschakelaar richting de lens worden geschoven. Staat de motorfocusschakelaar met het handje richting de lens dan kan de motorfocusschakelaar niet meer gebruikt worden. Is het beeld niet scherp genoeg herhaal stap 2.

Stap 3: Het maken van een foto van een kalf in de praktijkstal rund

1. De foto wordt gemaakt na het voeren van de kalveren 's avonds iedere dag. Van elk kalf wordt er elke dag drie foto's gemaakt. De foto wordt gemaakt achter de blauwe Duck tape lijn, deze is op de grond geplakt voor de kalverbox (zie foto).

2. Het beeld bevriest door eenmaal op de Trigger- Toets te drukken (2).

3. Is het beeld goed en staat erboven in het display de juiste mapnaam: [Crypto III studie]: Trigger- toets eenmaal indrukken om het beeld op te slaan. Staat er niet de juiste mapnaam boven in het display. Door op de linker oranje toets (3) te drukken en vervolgens de joystick (4) naar links, recht, boven of onder te bewegen richting de gewenste map [Crypto III studie]. Sta je op het mapje [Crypto III studie] druk één keer op OK (4). Elk kalf heeft een eigen map in de camera

3. Is de foto niet naar wens: druk één keer op >ESC< en de camera is gereed op een nieuwe foto te maken.

Stap 4: Opbergen van de Testo 881 warmtebeeldcamera

1. Na gebruik van de Testo 881 de lens schoonmaken met een brillendoekje, deze liggen in het kantoor van de praktijkstal rund.

2. Vervolgens de beschermkap op de lens plaatsen en terug plaatsen in koffer.

Stap 5: Downloaden Testo 881 softwareprogramma

1. Leg de bijgeleverde cd in het cd-station van de computer

2. Pictogram deze computer openen en cd-station selecteren en het bestand Setup.exe starten. Vervolgens de stappen van de installatiewizard volgen.

3. Klik het oranje Testo icoon aan op het bureaublad en het programma wordt gestart.

Stap 6: Foto's openen in het Testo softwareprogramma

1. Haal de geheugenkaart uit de camera en breng het in de computer. Klik de foto aan de geanalyseerd moet worden

4. De foto verschijnt in het programma en met het menu boven de foto kan de foto geanalyseerd worden op hotspots en coldspots. Daarnaast kan er ook een temperatuurprofiel gemaakt worden en een histogram. Door met de computermuis op het pictogram te gaan staan verschijnt er een informatiebalk met de functie van het pictogram.

Stap 7: Hotspot en coldspot vinden in foto en data kopiëren naar Exel

Om het warmste punt en/of het koudste punt in de foto te vinden, kan er in het softwareprogramma de optie hotspot of coldspot worden geselecteerd.

1. Eén keer klikken op de blauwe of rode pictogram en de opties rechthoek, cirkel, elips en vrije vorm worden weergegeven. Voor dit onderzoek gaat de voorkeur uit naar een cirkel of elips

2. In de foto kan het gewenste deel (oor, oog, neus) worden geselecteerd en het programma zoekt de coldspot (CS) en/of de hotspot (HS). Kijk goed dat er geen deel uit de omgeving geselecteerd wordt, alleen dat deel van het kalf wat geanalyseerd moet worden selecteren. De gegevens die het programma geeft kunnen gekopieerd worden naar Exel.

3.2 Herhaalbaarheid thermografische foto's

Deelvraag 2 van het onderzoek is 'Wat is de herhaalbaarheid van de gemeten temperatuur op de thermografische beelden op kalveren genomen binnen een korte tijdsperiode?'

Om de herhaalbaarheid van de thermografische beelden vast te stellen is er van elk kalf de standaarddeviatie berekend. De standaarddeviatie geeft de spreiding weer van een populatie. In tabel 1 is de gemiddelde standaarddeviatie weergegeven van het oog, oor en neus op basis van de data set van de gezonde kalveren. Warm is het warmste punt van het oog, oor en neus en koud is het koudste punt van het oog, oor en neus.

Uit de tabel blijkt dat het de warmste punten de laagste standaard deviatie hebben er is minder spreiding van het oog, oor en neus dan van de koudste punten. De koudste punten van het oog, oor en neus hebben een grotere standaarddeviatie en is er meer spreiding tussen de foto's.

Tabel 1 Standaarddeviatie van oog, oor en neus van gezonde kalfjes (n=20)

Kalf	St. Dev oog warm	St. Dev oog koud	St. Dev oor warm	St. Dev oor koud	St. Dev neus warm	St. Dev neus koud
Gemiddeld	0,8	2,8	1,5	4,8	0,9	1,7

3.3 Temperatuur range

Deelvraag 3 van het onderzoek is “Wat is de normale range voor temperatuur voor oog, neus en oor van een gezond, jong kalf op de thermografische beelden?”.

In tabel 2 is de temperatuur weergegeven van de 200 thermografische beelden van de kalveren op melkveebedrijf Veldhuis. De minimale temperatuur geeft aan wat de laagst gemeten temperatuur is van de foto's van de neus, oog of oor en de maximale temperatuur geeft aan wat de hoogst gemeten temperatuur is van de neus, oog of oor. Neus koud staat voor het koudst gemeten plek van de neus en neus warm staat voor de koudst gemeten temperatuur van de neus. Dit geldt ook voor oog koud en warm en oor koud en warm. Het gemiddelde geeft aan wat de gemiddelde temperatuur is van de tien foto's van de neus, oog of oor van de in totaal 20 kalveren. In de laatste kolom is het 2.5% en 97.5% percentiel weergegeven. Uit het percentiel kan geconcludeerd worden dat 95% van de temperaturen liggen tussen de twee percentiele. Uit deze gegevens kan een normale range gemaakt worden voor de temperatuur van de thermografische beelden van de neus, oog en oor van een jong gezond kalf. De gegevens zijn gebaseerd op een kalf van gemiddeld vier dagen oud (n=20).

Tabel 2 Temperatuur thermografische beelden (n=20, dag vier van het kalf)

	Minimale temp	Maximale temp	Gemiddelde	ST. Dev	Percentiel 2.5%	Percentiel 97.5%
Neus koud	24,8	28,3	26,8	1,7	23.3	29.6
Neus warm	31,6	33,4	32,5	1,8	30.5	34.5
Oog koud	24,7	30,3	27,5	2,8	22.8	30.5
Oog warm	34,0	35,5	34,7	1,5	33.0	36.1
Oor koud	21,1	25,9	23,4	2,6	16.0	28.4
Oor warm	30,7	33,6	32,1	1,5	28.5	34.9

In tabel 3 is de normale range weergegeven die tijdens het onderzoek gehanteerd worden als referentie waarde voor een gezond kalf van de neus, oog en oor. Mocht de temperatuur van het kalf buiten deze temperatuur range vallen, dan wordt het kalf vastgesteld als kalf met een afwijkende gezondheid. De gegevens zijn gebaseerd op 20 kalveren van vier dagen oud.

Tabel 3 Temperatuur range voor een gezond jong kalf (n=20, levensdag vier)

Temperatuur range	
Neus koud	23.3 – 29.6 °C
Neus warm	30.5 – 34.5 °C
Oog koud	22.8 – 30.5 °C
Oog warm	33.0 – 36.1 °C
Oor koud	16.0 – 28.4 °C
Oor warm	28.5 – 34.9 °C

3.4 Thermografische temperatuur vergelijken met rectale temperatuur

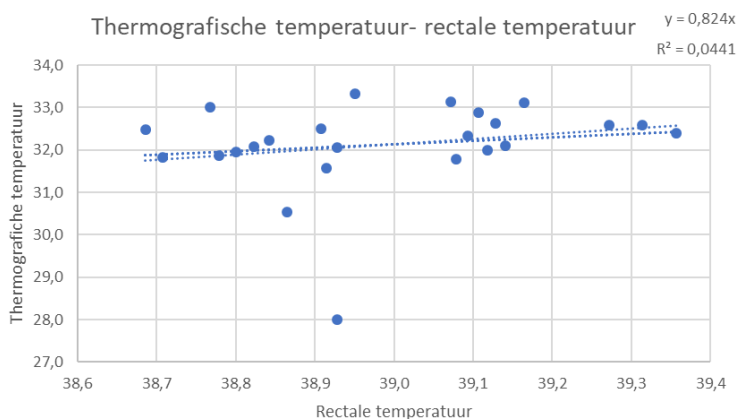
Deelvraag 4 van het onderzoek is 'Hoe verloopt de thermografische temperatuur van het oog vergeleken met de rectale temperatuur?' In tabel 4 is de rectale temperatuur vergeleken met de thermografische temperatuur van het oog bij de kalveren op melkveebedrijf Veldhuis die geen Cryptosporidiose hebben. Het gemiddeld verschil van de

thermografische temperatuur en de rectale temperatuur van de vijf kalveren is 4 °C verschil. De temperatuur van het oog is de hoogst gemeten thermografische temperatuur van het oog.

Tabel 4 Rectale °C vergelijken met thermografische °C van het oog (N=5)

Gemiddelde rectaal	Gemiddeld foto (oog)	Vershil
39.3 °C	35.3 °C	4 °C

In de praktijkstal werd dagelijks de temperatuur gemeten van de 26 kalveren (één kalf afgevallen wegens onjuiste data) die Cryptosporidiose hebben, daarnaast werd er ook elke dag een thermografische foto gemaakt. De rectale temperatuur is vergeleken met de thermografische temperatuur van het warmste punt van het oog. Per kalf is er een spreidingdiagram gemaakt, deze zijn bijvoegt in bijlage 2. Hieruit blijkt dat dertien kalveren een R^2 hebben boven de >0.05. En er bij dertien kalveren een correlatie is tussen rectale temperatuur en de thermografische temperatuur. De gemiddelde thermografische temperatuur en de gemiddelde rectale temperatuur is weergegeven in figuur 3.



Figuur 3 Rectale temperatuur vergeleken met thermografische temperatuur van de 26 kalveren met Cryptosporidiose. Elk kalf is een punt in het spreidingsdiagram. De plaats van het punt is een gemiddelde thermografische van het oog of rectale temperatuur van veertien dagen.

In figuur 3 is de R^2 0,0441, dit betekent dat er een zwakke correlatie is tussen de rectale temperatuur en de thermografische temperatuur van het oog over de gemiddelden van de 26 kalveren. De gemiddelde rectale temperatuur van de 26 kalveren is 39,0 °C en van de gemiddelde temperatuur van de thermografische foto's van de 26 kalveren is 32,2 °C. De rectale temperatuur en de thermografische temperatuur is beide lager dan bij de gezonde kalveren op melkveebedrijf Veldhuis. Het verschil tussen thermografisch en rectaal bij de gezonde kalveren is 4 °C en bij de zieke kalveren is het verschil 6.8 °C.

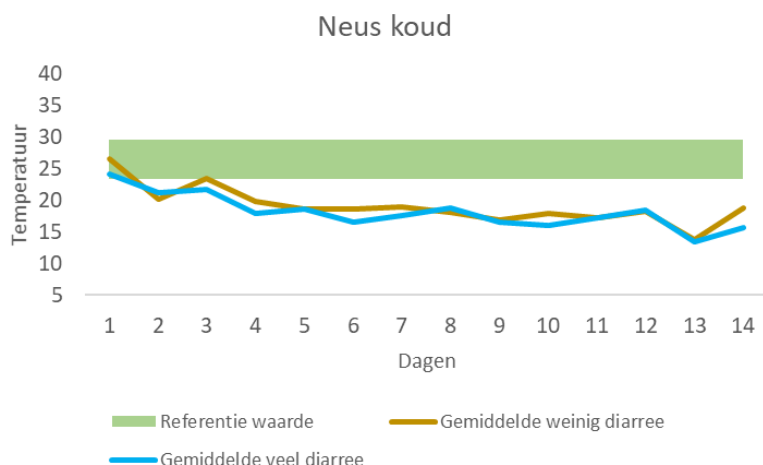
3.5 Verloop thermografische temperatuur bij Cryptosporidiose

Deelvraag 5 van het onderzoek is: 'Hoe verloopt de thermografische temperatuur van oog, neus en oor van jonge kalveren met Cryptosporidiose en hoe verschilt dit van gezonde kalveren zonder Cryptosporidiose?'. De resultaten van deze deelvraag worden weergegeven. Als eerste wordt het temperatuur verloop van de neus weergegeven, vervolgens van het oor en als laatste van het oog. De resultaten zijn opgedeeld in kalveren met veel diarree en kalveren met weinig diarree. Kalveren die in veertien dagen tijd meer dan vijf dagen Cryptosporidiose hebben gehad worden beschouwd in dit onderzoek als kalveren met veel diarree. Zitten de kalveren onder de vijf dagen diarree worden ze beschouwd in dit onderzoek als kalveren met weinig diarree. Dag 1 in de studie is de dag dat de kalveren besmet worden met Cryptosporidiose. In het onderzoek is er één kalf afgevallen wegens onjuiste data. Het aantal kalveren voor de studie is 26.

3.5.1 De neus

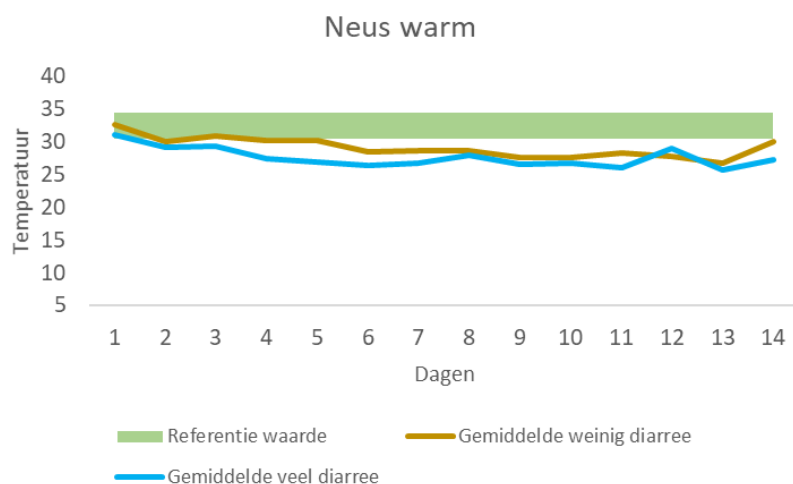
In figuur 5 in het temperatuur verloop van 26 kalveren weergegeven die Cryptosporidiose hadden. In figuur 3 is het koudste punt op de neus van het kalf vergeleken met kalveren die veel diarree hadden en kalveren die weinig diarree hadden. Het groene vlak in de grafiek is de referentiewaarde gebaseerd op de 20 kalveren van

melkveebedrijf Veldhuis (zie: hoofdstuk 3.3). De blauwe lijn (veel diarree) zit gedurende de veertien dagen onder de gele lijn (weinig diarree). Beide lijnen zitten onder de referentiewaarde van de gezonde kalveren. Op dag drie is er bij beide lijnen een lichte stijging te zien in temperatuur en vervolgens daalt deze tot dag dertien. Op dag dertien is er een stijging te zien bij beide lijnen.



Figuur 5 Temperatuur verloop koudste punt op neus. De referentiewaarde is het 95% percentiel van de gezonde kalveren (n=20, dag vier). Gemiddelde veel diarree is het gemiddelde van de 26 kalveren per dag onderverdeeld in veel diarree (meer dan vijf dagen diarreescore drie of vier) en weinig diarree (minder dan vijf dagen diarreescore drie of vier).

In figuur 6 is het temperatuur verloop weergegeven van het warmste punt op de neus van de 26 kalveren met Cryptosporidiose. Beide lijnen zitten op dag 1 nog in de referentiewaarde. Daarna zakken bij lijnen, maar blijft de lijn voor kalveren met weinig diarree in de referentiewaarde. De lijn voor veel diarree zit consequent onder de lijn van kalveren met weinig diarree, behalve op dag twaalf. Op dag twaalf komt de lijn voor veel diarree boven de lijn met weinig diarree. Op dag veertien, richting genezing van de Cryptosporidiose, komen de kalveren met weinig diarree richting de referentiewaarde en blijven de kalveren met veel diarree onder de referentiewaarde. Het grootste temperatuurverschil tussen de twee groepen is vanaf dag drie tot en met dag 8.

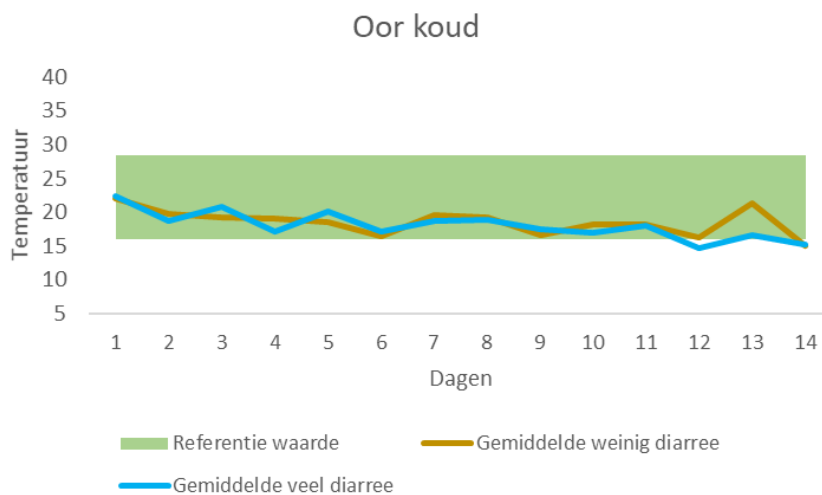


Figuur 6 Temperatuur verloop warmste punt op neus. De referentiewaarde is het 95% percentiel van de gezonde kalveren (n=20, dag vier). Gemiddelde veel diarree is het gemiddelde van de 26 kalveren per dag onderverdeeld in veel diarree (meer dan vijf dagen diarreescore drie of vier) en weinig diarree (minder dan vijf dagen diarreescore drie of vier).

3.5.2 Het oor

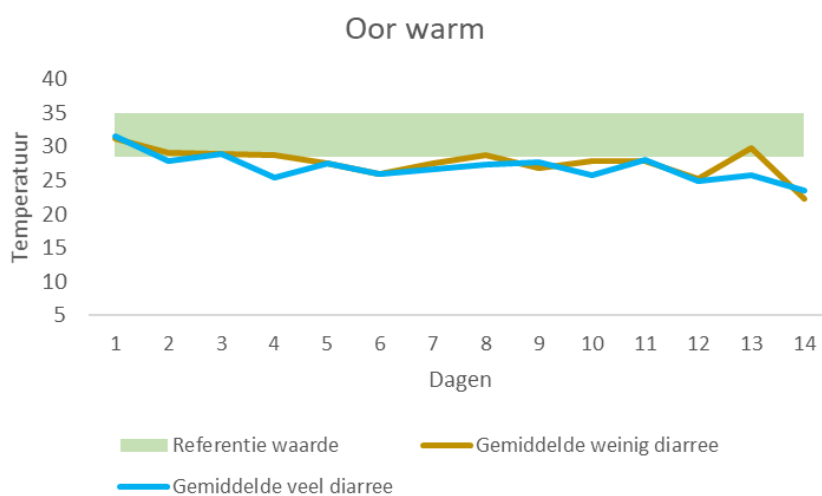
In figuur 7 is van de 26 kalveren het temperatuur verloop weergegeven van het koudste punt op het oor, verdeeld in veel en weinig diarree. De lijn met kalveren die weinig diarree hebben gehad tijdens dit onderzoek, blijft gedurende de veertien dagen in de referentie waarde. De lijn van weinig diarree wisselt van hoog naar laag. Vanaf dag een tot en met dag zes daalt de temperatuur, maar vanaf dag zes is er temperatuur verhoging te zien. Vervolgens daalt de

temperatuur vanaf dag acht en op dag negen valt te temperatuur nog net binnen de referentiewaarde. Vervolgens stijgt de temperatuur weer, maar op dag twaalf valt de temperatuur weer net binnen de referentie waarde. Op dag dertien is er een forse temperatuur verhoging te zien, die vervolgens op dag veertien weer sterk daalt.



Figuur 7 Temperatuur verloop koudste punt op het oor. De referentiewaarde is het 95% percentiel van de gezonde kalveren (n=20, dag vier). Gemiddelde veel diarree is het gemiddelde van de 26 kalveren per dag onderverdeeld in veel diarree (meer dan vijf dagen diarreescore drie of vier) en weinig diarree (minder dan vijf dagen diarreescore drie of vier).

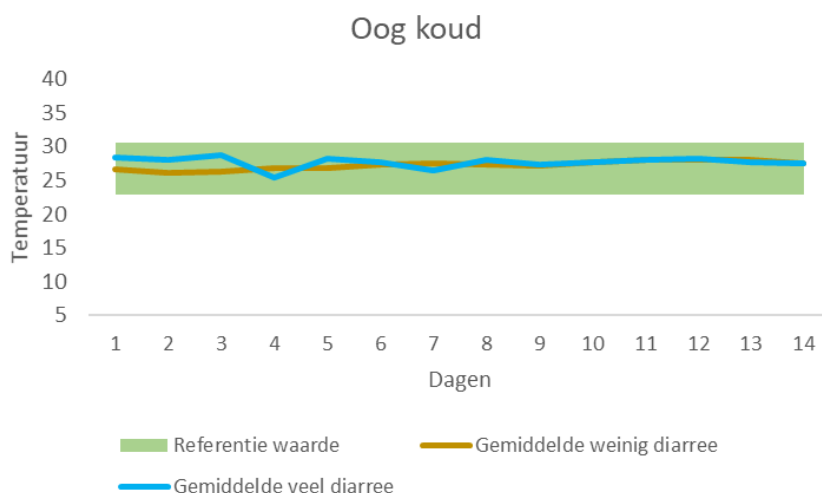
In figuur 8 is het temperatuur verloop weergegeven van het warmste punt op het oor van de 26 kalveren met Cryptosporidiose. Op dag 1, de dag van besmetting, zakt de temperatuur bij beide groepen. Op dag twee blijft de temperatuur bij de groep met weinig diarree stabiel en bij de groep van veel diarree stijgt de lijn. De lijn van weinig diarree heeft een stabiele lijn tot dag twaalf, daarna is er een temperatuur stijging te zien op dag dertien en is de temperatuur in de referentie waarde. Vervolgens daalt de temperatuur sterk op dag veertien sterk. Op dag veertien is de laagst gemeten temperatuur gemeten gedurende de veertien studiedagen. De lijn met veel diarree zit gedurende de veertien dagen onder de lijn van weinig diarree of ligt op dezelfde hoogte. Uitgezonderd op dag negen, op deze dag komt de temperatuur van de groep met veel diarree boven de groep van weinig diarree. Op dag vier is er een dip te zien in de temperatuur bij veel diarree. Vervolgens stijgt de temperatuur lichtelijk en blijft hij na genoeg stabiel tot en met dag tien. Op dag elf is er een stijging in de temperatuur te zien, maar die zakt op dag twaalf weer. Op dag veertien zakt de temperatuur van de groep met veel diarree, maar is de temperatuur hoger op dag veertien dan bij de groep met weinig diarree.



Figuur 8 Temperatuur verloop warmste punt op oor. De referentiewaarde is het 95% percentiel van de gezonde kalveren (n=20, dag vier). Gemiddelde veel diarree is het gemiddelde van de 26 kalveren per dag onderverdeeld in veel diarree (meer dan vijf dagen diarreescore drie of vier) en weinig diarree (minder dan vijf dagen diarreescore drie of vier).

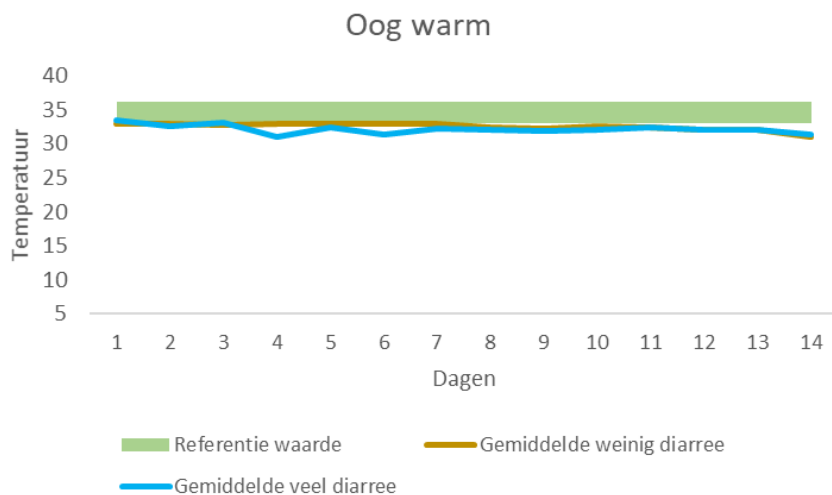
3.5.3 Het oog

In figuur 9 is de temperatuur verloop weergegeven van het koudste punt in het oog van kalveren met Cryptosporidiose. Beide groepen blijven de veertien studiedagen in de referentie waarde.



Figuur 9 Temperatuur verloop koudste punt in oog. De referentiewaarde is het 95% percentiel van de gezonde kalveren (n=20, dag vier). Gemiddelde veel diarree is het gemiddelde van de 26 kalveren per dag onderverdeeld in veel diarree (meer dan vijf dagen diarreescore drie of vier) en weinig diarree (minder dan vijf dagen diarreescore drie of vier).

In figuur 10 is het temperatuur verloop weergegeven van het warmste punt op het oog van de kalveren met Cryptosporidiose. Beide lijnen zijn na genoeg evenwijdig aan elkaar. De groep met weinig diarree blijft tot en met dag zeven in de referentie waarde, daarna zakt de lijn onder de referentie waarde. De lijn van weinig diarree blijft daarna constant, maar op dag veertien zakt de temperatuur iets. De lijn van veel diarree heeft iets meer variatie gedurende de veertien dagen. Tot en met dag drie blijft de lijn constant, maar daarna op dag vier zakt de temperatuur. Vervolgens stijgt de temperatuur op dag vijf, maar zakt al snel weer op dag zes op vervolgens stijgt de temperatuur op dag zeven. Vanaf dag acht blijft de temperatuur constant, maar blijft wel onder de referentie waarde.



Figuur 10 Temperatuur verloop warmste punt op het oog. De referentiewaarde is het 95% percentiel van de gezonde kalveren (n=20, dag vier). Gemiddelde veel diarree is het gemiddelde van de 26 kalveren per dag onderverdeeld in veel diarree (meer dan vijf dagen diarreescore drie of vier) en weinig diarree (minder dan vijf dagen diarreescore drie of vier).

Voor de statische analyse is er een ANOVA- toets toegepast. De resultaten van de ANOVA- toets zijn weergegeven in tabel 5. Uitgezonderd van de koudste punt van het oog, is de temperatuur significant verschillend tussen de groepen kalveren. De gezonde groep kalveren (uitgezonderd van koudste plek oog) is verschillend van veel en weinig diarree, maar veel diarree en weinig diarree zijn niet verschillend van elkaar. De koudste plek van het oog heeft geen significant verschil.

Tabel 5 De gemiddelde temperatuur (graden Celsius) van oor, oog en neus bij kalveren zonder (Gezond; n=20), met weinig (Weinig diarree; n=14) en veel (VD; n=12) diarree. Getallen met een verschillende superscript letter zijn significant ($P < 0,05$) verschillend tussen groepen.

Temperatuur	Gezond	Weinig diarree	Veel diarree	P-waarde
Warmste plek*				
Oor	32,0 ^a	27,2 ^b	28,2 ^b	<0,001
Oog	34,6 ^a	32,6 ^b	32,1 ^b	<0,001
Neus	32,5 ^a	29,1 ^b	27,4 ^b	<0,001
Koudste plek**				
Oor	23,4 ^a	18,8 ^b	19,3 ^b	<0,001
Oog	27,5	27,1	28,3	=0,076
Neus	26,8 ^a	19,0 ^b	18,9 ^b	<0,001

* Warmste plek betekent het warmst gemeten puntje op het oor, oog en neus van het kalf

** Koudste plek betekent het koudst gemeten puntje op het oor, oog en neus van het kalf

4. Discussie

In de discussie wordt er teruggekeken naar de methode van het onderzoek en worden de resultaten toegelicht en bediscussieerd. De doelstelling van het onderzoek is om voor de toekomst eerder Cryptosporidiose vast te kunnen stellen bij kalveren en hierdoor eerder de behandeling te kunnen starten om het welzijn van het kalf te verbeteren. Daarnaast zou het mogelijk kunnen zijn om in plaats van een thermometer die rectaal wordt ingebracht bij kalveren te vervangen door een thermografie camera. Hierdoor wordt het kalf minder belast en kan besmetting van kalf tot kalf worden voorkomen, omdat het niet inwendig wordt toegepast en als laatste is het een minder tijdrovende manier voor de melkveehoud(st)er om de temperatuur te meten van de kalveren.

Standard Operating Procedure

De Standard Operating Procedure (SOP) is afgestemd op de praktijkstal rund. Gedurende het onderzoek is er niet van de SOP afgeweken en dit geldt ook voor het analyseren van de foto's. Voor de praktijk betekent het dat een SOP nodig is om op een gestandaardiseerde manier foto's te maken, maar moet wel afgemeten worden per bedrijf. Elk bedrijf heeft andere omstandigheden en een SOP moet hier juist op afgestemd zijn om de juiste data te verkrijgen. In de literatuur is beschreven dat de afstand tussen de thermografische camera en het object één meter moet zijn voor een voor de beste overeenkomsten in temperatuurmetingen. Echter, waren zat er in dit onderzoek nog veel spreiding tussen de foto's. De foto's werden gemaakt vanaf een Duck tape lijn die geplaatst was op de grond. Alleen kwam het voor dat het kalf de ene dag achterin het hok stond en de volgende dag midden in het hok stond, dit zorgde ervoor dat de spreiding zat in de afstand tussen de thermografische camera en het kalf. Ook was er vooraf geen overzicht gemaakt wie wanneer de foto ging maken, dit zorgde ervoor dat soms werd vergeten om een foto te maken.

Herhaalbaarheid camera

Om in de toekomst het welzijn van het kalf te verbeteren door middel van het vervangen van de rectale thermometer door een thermografische camera is het belangrijk om de herhaalbaarheid van de camera te onderzoeken. Bij het maken van de foto's op de gezonde kalveren kwam er naar voren dat de herhaalbaarheid (uitgerekend door middel van standaarddeviatie) van de camera bij oog warm (St. DEV= 0.8) en neus koud (St. DEV= 0.9) acceptabel is, maar bij de andere onderdelen zat de standaarddeviatie boven de >1.5 en zelf een van 4.8. Uit de literatuur blijkt weersomstandigheden een rol speelt bij de thermografische camera. De omstandigheden van beide stallen zijn anders wat de thermografische beelden kunnen beïnvloeden. Voor een valide methode zou het beter zijn geweest om de herhaalbaarheid van de foto's in de praktijkstal te onderzoeken. Daarnaast geeft nieuwe literatuur aan dat kalveren om acht uur 's ochtends de laagste temperatuur hebben van de dag en tussen vijf en tien uur 's avonds de hoogste temperatuur hebben (Hill, Bateman Suarez-Mena, Dennis & Schlotterbeck, 2016). De foto's op melkveebedrijf Veldhuis zijn in de ochtend gemaakt terwijl de foto's in de praktijkstal tussen vier en zeven uur 's avonds zijn gemaakt. Dit maakt de metingen ook minder betrouwbaar. Om te onderzoeken of buitentemperatuur invloed heeft op de thermografische foto's is er van een glas water een foto gemaakt. Het glas water heeft een temperatuur van 40 °C (gemeten met een thermometer) en is gefotografeerd bij verschillende omgevingstemperaturen, 's ochtends, 's middags en 's avonds.

De temperaturen van het glas water zijn weergegeven in tabel 6. Tussen de metingen zit maximaal 1,1 °C verschil. Voor een temperatuur is dit een groot verschil, want dit zou betekenen dat het mogelijk is dat een kalf voor 'gezonder' aangezien wordt, maar er daadwerkelijk er al wel een infectie aan het optreden is. Dit maakt het risico groot dat er kalveren gemist worden door het gebruik van de thermografische camera. Bij gebruik van de thermografische camera in de praktijk betekent dit dat er inzichtelijk gemaakt moet worden wat de windsnelheid in de stal is en of de windsnelheid een grote rol heeft op de thermografische temperatuur. Het gebruik maken van een thermografische camera zou mogelijk alleen nuttig zijn in een afgesloten stal die zoveel mogelijk afgeschermd is van luchtstroom. Daarnaast zou het registreren van de omgevingstemperatuur van belang zijn bij het meten met een thermografische camera.

Zo kan er onderzocht worden of de omgevingstemperatuur en windsnelheid invloed heeft op de thermografische metingen.

Temperatuur water

ochtend	39.0 °C
middag	38.9 °C
Avond	39.2 °C

Tabel 6 Validatie temperatuur foto van een glas wat met een watertemperatuur van 40 °C

Temperatuur range

Om te weten welke thermografische temperatuur hoort bij een gezond kalf is er een temperatuur range opgesteld. De temperatuur range is opgesteld aan de hand van 20 gezonde kalveren (vertoonde geen klinische symptomen bij het maken van de foto). Echter, de foto's zijn gemaakt op dag vier van het kalf. Het is onduidelijk voor dit onderzoek of de temperatuur range hetzelfde blijft gedurende de veertien dagen, of dat het wisselt gedurende de veertien dagen. Mocht een kalf een andere temperatuur range krijgen op bijvoorbeeld op dag tien, dan is het mogelijk dat een dier wat nu afwijkende is toch een goede temperatuur heeft voor zijn leeftijd. In de literatuur is er geen informatie gevonden over een temperatuur range bij kalveren tot en met dag veertien. De 'gezonde' kalveren op melkveebedrijf Veldhuis hebben voorafgaand de foto geen mest onderzoek gehad. Het zou mogelijk zijn dat de kalveren een beginnende infectie hebben, maar nog geen klinische symptomen hebben. Voor een betere methode om een temperatuur range op te stellen zou de aanpak verbeterd kunnen worden door voorafgaand de foto een mestonderzoek uit te voeren om er zeker van te zijn dat een kalf ook daadwerkelijk gezond is. De temperatuur range die voor dit onderzoek is opgesteld is niet betrouwbaar voor de praktijk, omdat het onduidelijk is of de temperatuur range past bij een kalf tot en met veertien dagen oud. En daarnaast zijn de kalveren behandeld als 'gezond', maar kan het mogelijk zijn dat er een beginnende infectie een het optreden is, maar het kalf geen klinische symptomen vertoond.

Thermografische temperatuur en rectale temperatuur

Per kalf is er een spreidingsdiagram gemaakt en hieruit blijkt dat dertien kalveren een $R^2 > 0.05$. Dit betekent dat er bij dertien kalveren een correlatie is tussen rectale temperatuur en thermografische temperatuur. Uit de resultaten blijkt dat er geen correlatie is tussen de rectale temperatuur en de thermografische temperatuur van het oog van de gemiddelde van de 26 kalveren. Dit was ook geconcludeerd uit het onderzoek van (Bell, Macrae, Mitchell, Mason, Jennings & Haskell, 2020) waarin onderzocht werd of er een correlatie is tussen temperatuur van het warmtebeeld en de rectale temperatuur. Uit de literatuur blijkt dat in de binnenkant van het oog de mediale canthus zit en dit gebied een maat is voor de kerntemperatuur van het lichaam en de lichaamstemperatuur en eventueel koorts of onderkoeling gemeten kan worden. In dit onderzoek is dit niet bevestigd. Voor de berekening van de correlatie is er een gemiddelde genomen van veertien dagen per kalf voor de rectale temperatuur en de thermografische temperatuur. Voor betere analyse zou het gewenst zijn om te toetsen of er per kalf per dag gedurende de veertien dagen een correlatie is.

Bediscussieerd kan worden of zoals eerder besproken het tijdstip een rol kan spelen in temperatuur. Een ander discussiepunt is de afstand waarin de foto's is genomen en mogelijke rol kan spelen bij de thermografische temperatuur. In dit onderzoek was de binnenkant van het oog niet altijd goed zichtbaar door de afstand, waardoor de meting gebaseerd is op het gehele oog en niet van de binnenkant van het oog waarin de mediale canthus zich bevindt. Voor de praktijk betekent dit, dat de thermografische camera geen koorts bij kalveren kan vaststellen.

Temperatuur verloop van het oog, neus en oor

Bij het analyseren van de resultaten is er een referentiewaarde genomen, gebaseerd op gezonde kalfjes op melkveebedrijf Veldhuis. De referentiewaarde is gebaseerd op een thermografische temperatuur op levensdag vier van het kalf. Er is onderzocht of het temperatuur verloop bij kalveren die Cryptosporidiose hebben anders is dan bij de gezonde kalveren. Dit kan betekenen dat voor de toekomst het mogelijk is om Cryptosporidiose eerder vast te stellen en eerder een behandeling te kunnen starten. Neus koud en warm, oor warm en oog warm vanaf dag zeven liggen buiten de referentiewaarde. Oor koud en oog koud blijven in de referentiewaarde van de gezonde kalveren.

Het is onduidelijk of de referentiewaarde ook past bij een kalf wat ouder is dan vier dagen. Om dit te onderzoeken zou de in plaats van alleen op dag vier een foto te nemen van een gezond kalf, zoals in dit onderzoek. Maar zou het beter zijn om van dag nul tot en drie weken een foto te maken en aan de hand hiervan een referentiewaarde op te stellen voor gezonde kalfjes. De keuze tot drie weken is, omdat een kalf met Cryptosporidiose ziek wordt op een leeftijd van vijf tot veertien dagen oud. Door drie weken te monitoren kan er gemonitord worden of het kalf de ziekte goed doorstaan heeft of dat er mogelijk andere ziekteverwekkers een rol spelen. Op deze manier zou het een mogelijkheid zijn voor in de toekomst om dagelijks met de thermografische camera in de stal te kijken en mogelijke temperaturen verhogingen of verlagingen te constateren bij kalfjes, voordat ze klinische symptomen van diarree vertonen. Uit de literatuur blijkt dat de schaalvergroting in de melkveehouderij gaat doorzetten en hierdoor biedt de thermografie camera een oplossing, omdat er met meer vreemd arbeid gewerkt zou gaan worden. Met meer vreemd arbeid wordt de aandacht per dier verslapt en met de thermografie camera is de kennis per kalf minder nodig, omdat er met de thermografie camera en diagnosticeren van diarree mogelijk maakt.

5. Conclusie en aanbevelingen

In dit hoofdstuk zijn de conclusies van het onderzoek beschreven. De hoofdvraag en de deelvragen worden beantwoord en worden er aanbevelingen voor de praktijk beschreven. De doelstelling van het onderzoek is om voor de toekomst eerder Cryptosporidiose vast te kunnen stellen bij kalveren en hierdoor eerder de behandeling te kunnen starten om het welzijn van het kalf te verbeteren. Daarnaast zou het mogelijk kunnen zijn om in plaats van een thermometer die rectaal wordt ingebracht bij kalveren te vervangen door een thermografische camera. Hierdoor wordt het kalf minder belast en kan besmetting van kalf tot kalf worden voorkomen, omdat het niet inwendig wordt toegepast en als laatste is het een minder tijdrovende manier voor de melkveehouder om de temperatuur te meten van de kalveren. In dit onderzoek wordt de thermografie toegepast op kalveren die Cryptosporidiose hebben.

Gestandaardiseerde manier

De eerste deelvraag is: Kan er op een gestandaardiseerde manier thermografische beelden van jonge kalveren worden genomen en de gegevens hieruit worden geanalyseerd?

Om een gestandaardiseerde manier te ontwikkelen om de thermografische beelden te maken is er een Standard Operating Procedure (SOP) ontwikkeld. De Standard Operating Procedure is een goede methode om iedereen te voorzien van de juiste informatie om de thermografische camera juiste te gebruiken en op een gestandaardiseerde manier thermografische foto's te maken. De andere stagiaires gaven aan dat de SOP duidelijk en overzichtelijk was, ze konden zonder aanwezigheid van de projectleider op een juiste manier de foto's maken. De foto's waren over het algemeen goed bruikbaar om te analyseren. Echter, is er een aantal keren geen foto gemaakt door werkdruk, vergeten, wisseling van andere medewerkers per dag, etc. Hierdoor missen er bij kalveren een aantal dagen. Voor een volgend onderzoek waarbij er van meerdere personen handelingen verwacht wordt, is het een aanbeveling om een overzicht te maken wanneer een foto gemaakt dient te worden en hierbij een paragraaf te zetten. Hierdoor is het duidelijk voor iedereen wanneer er een handeling verwacht wordt en daarnaast is het ook duidelijk voor de persoon die de foto's analyseert wanneer er geen foto is gemaakt voor een juiste analyse.

Herhaalbaarheid thermografische foto's

De tweede deelvraag is: Wat is de herhaalbaarheid van de gemeten temperatuur op de thermografische beelden op kalveren genomen binnen een korte tijdsperiode?

Voor het starten van het onderzoek is er een dataset gemaakt op basis van 20 kalveren. De kalveren zijn mannelijk en vrouwelijk en zijn van het ras Holstein-Frisian. De metingen van de kalveren zijn uitgevoerd op melkveebedrijf Veldhuis in Vaassen en zijn gezond tijdens het fotograferen. Op melkveebedrijf Veldhuis werd er van 20 kalveren elk tien foto's gemaakt in verschillende posities van het kalf. De standaarddeviatie geeft de spreiding weer van een populatie. Uit de berekening voor de standaarddeviatie blijkt de warmste punten van het oog, oor en de neus de laagste standaarddeviatie hebben dan de koudste punten van het oog, oor en de neus, deze hebben een hogere standaarddeviatie. Op basis van de standaarddeviatie kan geconcludeerd worden dat er minder temperatuurspreiding tussen de populatie zit op de warmste punten van het oog, oor en de neus. Als eerst is de spreiding van oog warm het minst ($\sigma = 0.8$), daarna de spreiding van neus warm ($\sigma = 0.9$) en de hoogste spreiding is van het oor warm ($\sigma = 1.5$).

De spreiding tussen het koudste punten van het oog, oor en de neus liggen hoger dan de warmste punten. De minste spreiding van de koudste punten is van de neus ($\sigma = 1.7$), daarna van het oog ($\sigma = 2.8$) en de meeste spreiding zit bij oor koud ($\sigma = 4.8$). Dit geeft aan dat bij het maken van thermografische foto's de herhaalbaarheid van de warmste punten de minste spreiding geeft tussen de foto's en een betere herhaalbaarheid is. Bij de koudste plekken geeft de neus de minste spreiding van de thermografische foto's en er een betere herhaalbaarheid is.

Een aanbeveling is om voor een volgend onderzoek is om te onderzoeken of de omgevingstemperatuur en de windsnelheid bepalend zijn voor de wisselende temperaturen op de thermografische foto's. Uit onderzoek blijkt dat omgevingstemperatuur, zonlicht en windsnelheid de temperatuur van de thermografische camera kunnen beïnvloeden (Church et al., 2014). Daarnaast blijkt uit hetzelfde onderzoek dat de afstand tussen het die en de

camera de temperatuurmeting kan beïnvloeden. Bij een afstand van 0.5 naar drie meter nam het temperatuur verschil met 2 °C toe. Dit is een behoorlijk verschil en kan een kalf dat ziek is worden gemist door de thermografische camera. Bij dit onderzoek in de praktijkstal werd de foto gemaakt vanaf een lijn die voor het kalverhokje geplaatst was, maar de ene keer stond het kalf voorin het hok en de andere keer achterin het hok. Dit kan de temperatuurverschillen verklaren. Een aanbeveling is voor validatie om de afstand tussen het kalf het de thermografische camera te meten, voordat de foto wordt gemaakt.

Temperatuur range voor gezonde kalveren

De derde deelvraag is: Wat is de normale range voor temperatuur voor oog, neus en oor van een gezond, jong kalf op de thermografische foto's?

Op de normale range voor temperatuur voor oog, neus en oor te bepalen is er gebruikt gemaakt van de data set die voor het onderzoek is gemaakt bij melkveebedrijf Veldhuis op basis van 20 gezonde jonge kalveren (n=20, gemiddeld vier dagen oud). Van 20 kalveren zijn er 10 foto's per kalf gemaakt, dit zijn in totaal 200 foto's. Van de 200 foto's is de temperatuur van de neus, oog en oor geanalyseerd. Op basis hiervan is er een temperatuur range bepaald voor gezonde jonge kalveren. De range is bepaald door het 2.5% percentiel en de 97.5% percentiel te berekenen en tussen deze twee temperaturen wordt een kalf gezien als kalf met een temperatuur die past bij een gezond jong kalf. Uit het percentiel kan geconcludeerd worden dat 95% van de temperaturen liggen tussen de twee percentiele. De temperatuurrange is weergegeven in tabel 7.

	Temperatuur range
Neus koud	23.3 – 29.6 °C
Neus warm	30.5 – 34.5 °C
Oog koud	22.8 – 30.5 °C
Oog warm	33.0 – 36.1 °C
Oor koud	16.0 – 28.4 °C
Oor warm	28.5 – 34.9 °C

Tabel 7 Temperatuurrange gezonde kalveren (n=20)

Een aanbeveling is om voor een volgend onderzoek een temperatuurrange voor gezonde kalveren te ontwikkelen van dag tot dag. In dit onderzoek is er een moment opname gemaakt voor een gezond kalf van vier dagen oud. Maar het is onduidelijk of deze temperatuurrange past bij een kalf van vijf dagen en ouder. Om er zeker van te zijn welke temperatuur bij welke leeftijd hoort is het van belang van elke kalf van geboorte tot circa veertien dagen een foto te maken en hierbij de temperatuur te analyseren, zodat het duidelijk is welke temperatuur bij een kalf hoort van een andere leeftijd. Wanneer de temperatuurrange tot veertien dagen goed ontwikkeld is, zou een temperatuurrange over de gehele periode van jongvee opfok ontwikkelen kunnen worden. Op deze manier kan er in de melkveehouderij, maar ook in de kalverenhoudery de ontwikkeling van temperatuur goed gevolgd worden en ziektes bij kalveren eerder te kunnen ontdekken.

Ontwikkeling temperatuur oog en rectale temperatuur

De vierde deelvraag is: Hoe is de ontwikkeling van temperatuur van het oog vergeleken met de rectale lichaamstemperatuur?

Het gemiddeld verschil tussen de rectale lichaamstemperatuur en de thermografische temperatuur van het oog bij melkveebedrijf Veldhuis is 4 °C verschil. Dit is gebaseerd op vijf kalveren die gedurende vijf dagen gevolgd zijn. Elke dag is de rectale lichaamstemperatuur opgenomen en is er een foto van het oog gemaakt die vervolgens geanalyseerd is op de thermografische temperatuur. Het gemiddelde verschil tussen rectaal en thermografisch bij de zieke kalveren is 6,8 °C, dit is hoger dan bij de zieke kalveren. Uit de resultaten blijkt dat er een zwakke correlatie is tussen de rectale temperatuur en de thermografische temperatuur van de gemiddelde van de 26 kalveren van het oog. Van de 26 kalveren is er bij dertien kalveren wel een correlatie tussen rectale temperatuur en rectale temperatuur. Het gemiddelde verschil tussen rectaal en thermografisch bij de zieke kalveren is 6,8 °C, dit is hoger dan bij de zieke kalveren. Een aanbeveling is om bij een volgend onderzoek meer gezonde kalveren te fotograferen

met de thermografische camera in plaats van vijf in dit onderzoek. Dit is om een duidelijker beeld te krijgen van het verschil in rectale temperatuur en thermografische temperatuur bij gezonde kalveren. Een tweede aanbeveling is om de correlatie per kalf per dag te berekenen voor een nauwkeuriger berekening. Daarnaast is een aanbeveling om de afstand tussen de camera en het oog van het kalf te verkleinen om op deze manier het analyseren gemakkelijker en nauwkeuriger te maken.

Verloop thermografische temperatuur bij Cryptosporidiose

De vijfde deelvraag is: Hoe verloopt de thermografische temperatuur van oog, neus en oor van jonge kalveren met Cryptosporidiose en hoe verschilt dit van gezonde kalveren zonder Cryptosporidiose?

Bij neus koud zitten beide groepen op dag één nog in de referentiewaarde, maar vervolgens komen ze eronder tot en met dag veertien. Constant zit veel diarree onder de groep met weinig diarree, uitgezonderd op dag acht. Op dag veertien is te zien dat beide lijnen weer herstellende zijn naar de referentiewaarde. Bij neus warm is de start van beide groepen gelijk, maar vanaf dag drie tot en met dag acht is er een temperatuur verschil te zien. De groep met veel diarree heeft een koudere neustemperatuur dan de groep met weinig diarree. Vanaf dag acht liggen de temperaturen dicht bij elkaar en komt de groep met veel diarree op dag twaalf boven de temperatuur met weinig diarree.

Bij het oor koud zitten beide groepen in de referentiewaarde tot dag twaalf, daarna gaat veel diarree met de temperatuur naar beneden en stijgt de temperatuur met weinig diarree. Op dag veertien wanneer ze herstellende zijn liggen de temperaturen van beide groepen bij elkaar. Bij oor warm is de temperatuur start hetzelfde, maar op dag drie komt de groep met veel diarree buiten de referentiewaarde. Op dag vier gebeurt dit bij de groep met weinig diarree. Op dag twaalf gaat de groep met weinig diarree omhoog in temperatuur, maar daalt de temperatuur bij de groep met veel diarree. Op dag veertien liggen beide temperaturen bij elkaar.

Bij oog koud blijven beide groepen gedurende de veertien dagen in het referentiegebied. De groep veel diarree zit tot en met dag drie hoger in temperatuur dan de groep met weinig diarree. Op dag drie is er bij de groep met veel diarree een temperatuur daling te zien, maar vervolgens stijgt de temperatuur en komen beide groepen op hetzelfde niveau. Bij oog warm is de temperatuur start hetzelfde. Op dag vier is er een dip te zien bij veel diarree, maar deze herstelt zich weer en liggen de lijnen op hetzelfde niveau.

Het antwoord op de hoofdvraag: 'Is het mogelijk om met behulp van thermografie het temperatuur verloop van Cryptosporidiose vast te kunnen stellen en hierdoor in de toekomst door middel van thermografie eerder Cryptosporidiose vast te kunnen stellen, voordat er klinische symptomen optreden?'

Voor de toekomst is het mogelijk om eerder Cryptosporidiose te kunnen vaststellen, alleen zou er meer onderzoek naar het temperatuurverloop gedaan moeten worden. Het is duidelijk dat bij een Cryptosporidiose, maar ook mogelijk voor andere ziekteverwekkers, de neus van het kalf daalt op dag drie voordat hij daadwerkelijk diarree krijgt. Bij het oog en het oor is het niet mogelijk om aan de hand van het temperatuurverloop Cryptosporidiose vast te kunnen stellen. De beste methode om temperatuur daling te monitoren is via de neus van het kalf. Dit zou in de toekomst verder ontwikkelt moeten worden door middel van een goede temperatuurrange op te stellen tot drie weken oud, omdat kalveren met Cryptosporidiose ziek worden op een leeftijd van vijf tot veertien dagen oud. Door tot drie weken te monitoren kun je vast stellen of het kalf de ziekte goed doorstaan heeft of dat er mogelijk nog andere ziekteverwekkers een rol spelen. Daar in tegen is de voorspelling dat de schaalvergroting in de veehouderij voortgezet wordt en er meer vreemde arbeid om bedrijven wordt ingezet, zou het mogelijk zijn dat thermografie meer wordt ingezet als diagnostisch hulpmiddel om zieke kalveren te onderscheiden van de gezonde kalveren.

- Alpro breeding.nl (2012). Diarree bij kalveren door Rota- Coronavirus. Opgeroepen op 23 september 2020, van <https://www.alprobreeding.nl/gezondheid/gezondheidshandboek/artikel/diarree-bij-kalveren-door-rota-coronavirus/>
- Alsaad, M., Syring, C., Dietrich, J., Doherr, M. G., Gujan, T., & Steiner, A. (2014). A field trial of infrared thermography as a non-invasive diagnostic tool for early detection of digital dermatitis in dairy cows. *The Veterinary Journal*, 199(2), 281-285.
- Arsenopoulos, K., Theodoridis, A., & Papadopoulos, E. (2017). Effect of colostrum quantity and quality on neonatal calf diarrhoea due to *Cryptosporidium* spp. Infection. *Comparative immunology, microbiology and infectious diseases*, 53, 50-55.
- Bell, D. J., Macrae, A. I., Mitchell, M. A., Mason, C. S., Jennings, A., & Haskell, M. J. (2020). Comparison of thermal imaging and rectal temperature in the diagnosis of pyrexia in pre-weaned calves using on farm conditions. *Research in Veterinary Science*.
- Beldman, A. C. G., Jager, J. H., Dellen, L. V., & Zijlstra, J. (2006). *Nationale en internationale ontwikkelingen rond schaalvergroting in de melkveehouderij*. LEI.
- Boccardo, A., Sala, G., Coppoletta, E., Bronzo, V., Proserpio, M., Belloli, A. G., & Pravettoni, D. (2019). Frequency and severity of neonatal calf diarrhea cases treated with a standard veterinary hospital protocol do not affect heifer reproduction performance and first lactation production. *Livestock Science*, 230, 103836.
- Burfeind, O., Von Keyserlingk, M. A. G., Weary, D. M., Veira, D. M., & Heuwieser, W. (2010). Repeatability of measures of rectal temperature in dairy cows. *Journal of dairy science*, 93(2), 624-627.
- Cappellen, J (2010). Zorgen om *Cryptosporidium*. Opgeroepen op 7 oktober 2020, van <https://edepot.wur.nl/154525>
- Casas-Alvarado, A., Mota-Rojas, D., Hernández-Ávalos, I., Mora-Medina, P., Olmos-Hernández, A., Verduzco-Mendoza, A., ... & Martínez-Burnes, J. (2020). Advances in infrared thermography: surgical aspects, vascular changes, and pain monitoring in veterinary medicine. *Journal of Thermal Biology*, 102664
- Childs, C., Zu, M. M., Wai, A. P., Tsai, Y. T., Wu, S., & Li, W. (2012). Infra-red thermal imaging of the inner canthus: correlates with the temperature of the injured human brain. *Rapid determination of sexually transmitted infections by real-time polymerase chain reaction using microchip analyzer Engineering*, 5, 53-6.
- Church, J. S., Hegadoren, P. R., Paetkau, M. J., Miller, C. C., Regev-Shoshani, G., Schaefer, A. L., & Schwartzkopf-Genswein, K. S. (2014).
- Stockmanship.eu. (2018) *Cryptosporidiose bij kalveren*. Opgeroepen op 13 oktober 2020, van <https://www.stockmanship.eu/2018/11/16/crypto-of-cryptosporidiose-bij-kalveren-deel-1/>
- Delta T techniek (z.d.). Wat is thermografie? Opgeroepen op 23 september 2020, van <https://www.delta-t-techniek.nl/wat-is-thermografie/>
- Denkavit. (Z.d.) Corona -en Rotavirus bij kalveren. Opgeroepen op 23 september 2020, van <https://denkavit.com/nl/nieuws/corona-en-rotavirus-in-de-melkveehouderij>
- De greidhoeke. (z.d.). *Kalverdiarree*. Opgeroepen op 10 september 2020, van <http://www.degreidhoeke.nl/rundvee/kalverdiarree.html>
- Dierenartsenpraktijk de Wolden (z.d.). Jongvee-opfok. Opgeroepen op 23 september, van <https://dierenartsenpraktikdewolden.nl/rund/jongvee-opfok.html>
- Dierenkliniek Benschop Oudewater. (z.d.). *Wat is kalverdiarree*. Opgeroepen op 10 september 2020, van [dkbo.nl: https://www.dkbo.nl/Kalverdiarree](https://www.dkbo.nl/Kalverdiarree)
- DKBO.nl (z.d.) *Welke verschillende oorzaken zijn er?* . Opgeroepen op 14 september 2020, van [Wat is kalverdiarree: https://www.dkbo.nl/Kalverdiarree](https://www.dkbo.nl/Kalverdiarree)
- Farmosan. (z.d.). *Kalveropfok*. Opgeroepen op 7 september 2020, van <https://www.farmosan.nl/Herkauwers/Melkveehouderij/Kalveropfok/Diarree/#:~:text=van%20een%20kalf-,Meer%20dan%20de%20helft%20van%20de%20kalversterfte%20heeft%20te%20maken,kalveren%20diarree>

%20veroorzaken%20of%20overergeren.Ferwerda- van Zonneveld, R, Bos, B, Plomp, M, van der Gaag, M & Antonis, A (2017). Kalversterfte kan minder als zorgvraag kalf centraal staat. Opgeroepen op 7 oktober 2020, van https://www.wur.nl/upload_mm/5/0/0/ba8b3ecd-9fba-4be5-9d83-40eb6640611f_Essay-KalfCentraal-LR-ONLINE-A.pdf

Gezondheidsdienst voor dieren (z.d.) Aanpak van Diarree. Opgeroepen op 23 september 2020, van <https://www.gddiergezondheid.nl/diergezondheid/dierziekten/diarree>

GD Royal. (z.d.). *Diarree*. Gddiergezondheid.nl. Opgeroepen op 27 oktober 2020, van <https://www.gddiergezondheid.nl/diergezondheid/dierziekten/diarree>

Heijden, H & Ferreira, H (2018) Hoe werkt de ELISA, opgeroepen op 27 oktober 2020, van <https://edepot.wur.nl/402859>

Hill, T. M., Bateman II, H. G., Suarez-Mena, F. X., Dennis, T. S., & Schlotterbeck, R. L. (2016). Changes in body temperature of calves up to 2 months of age as affected by time of day, age, and ambient temperature. *Journal of dairy science*, 99(11), 8867-8870.

Hovingen, M., Siivonen, J., Taponen, S., Hänninen, L., Pastell, M., Aisla, A. M., & Pyörälä, S. (2008). Detection of clinical mastitis with the help of a thermal camera. *Journal of Dairy Science*, 91(12), 4592-4598.

Knauer, W. A., Godden, S. M., & McDonald, N. (2016). Preliminary evaluation of an automated indwelling rumen temperature bolus measurement system to detect pyrexia in preweaned dairy calves. *Journal of dairy science*, 99(12), 9925-9930.

Lavel, W & Walst, C. (2002) Het bloed stroomt ... Opgeroepen op 29 oktober 2020, van <https://maken.wikiwijs.nl/bestanden/659838/Het%20bloed%20stroomt%20theorie.pdf>

Lora, I., Gottardo, F., Contiero, B., Ava, B. D., Bonfanti, L., Stefani, A., & Barberio, A. (2018). Association between passive immunity and health status of dairy calves under 30 days of age. *Preventive veterinary medicine*, 152, 12-15.

Lorenz, I., Fagen, J. & More, S.J. Calf health from birth to weaning. II. Management of diarrhoea in pre-weaned calves. *Ir Vet J* 64, 9 (2011). Opgeroepen op 7 oktober 2020, van <https://doi.org/10.1186/2046-0481-64-9>

Lührmann, B., Was Kostet eine Kälberkrankheit? Viele Landwirte unterschätzen die Gesamtkosten einer Erkrankung bei Kälbern in Landpost 2009. p. 10-11.

Marcinkowski, D., 2004. Electrolytes are the first line of defense for treating scours. University of Maine Cooperative Extension

McManus, C., Tanure, C. B., Peripolli, V., Seixas, L., Fischer, V., Gabbi, A. M., ... & Costa Jr, J. B. G. (2016). Infrared thermography in animal production: An overview. *Computers and Electronics in Agriculture*, 123, 10-16.

MDS animal health (z.d.) Kalverdiarree, opgeroepen op 27 oktober 2020, van <https://my.msd-animal-health.be/farmer/knowledge-center/knowledge-template/?itemId=2401>

Melkvee. (2012, augustus 29). *Verschil tussen infectieuze- en voedingsdiarree*. Opgeroepen op 10 september 2020, van [melkvee.nl: https://www.melkvee.nl/artikel/70226-het-verschil-tussen-infectieuze-en-voedingsdiarree/](https://www.melkvee.nl/artikel/70226-het-verschil-tussen-infectieuze-en-voedingsdiarree/)

Moons, L (2016) *Escherichia coli* infecties bij neontale kalveren: etiologie behandeling en preventie. Opgeroepen op 29 oktober 2020, van https://lib.ugent.be/fulltxt/RUG01/002/351/391/RUG01-002351391_2017_0001_AC.pdf

Naylor, J. M., Streeter, R. M., & Torgerson, P. (2012). Factors affecting rectal temperature measurement using commonly available digital thermometers. *Research in Veterinary Science*, 92(1), 121-123.

Olson, A., Sischo, W. M., Berge, A. C. B., Adams-Progar, A., & Moore, D. A. (2019). A retrospective cohort study comparing dairy calf treatment decisions by farm personnel with veterinary observations of clinical signs. *Journal of dairy science*, 102(7), 6391-6403.

Ryckaert, L., Anthonissen, A., & Winters, J., (2015) Preventie en ziekten bij opfok van jongvee voor de melkveehouderij. Opgeroepen op 18 januari 2021, van <https://www.rundveeloket.be/sites/default/files/inline-files/Ziektepreventie%20bij%20jongvee.pdf>

- Schaefer, A. L., Cook, N., Tessaro, S. V., Deregt, D., Desroches, G., Dubeski, P. L., & Godson, D. L. (2004). Early detection and prediction of infection using infrared thermography. *Canadian journal of animal science*, 84(1), 73-80.
- Smolenaars, A. (2013). E-coli-diarree bij kalveren voorkomen. Opgeroepen op 23 september 2020, van <https://edepot.wur.nl/316079>
- Torsein, M., Lindberg, A., Sandgren, C. H., Waller, K. P., Törnquist, M., & Svensson, C. (2011). Risk factors for calf mortality in large Swedish dairy herds. *Preventive Veterinary Medicine*, 99(2-4), 136-147.
- Trotect.com (z.d.). Thermografie in de diergeneeskunde: efficiënt en veelzijdig. Opgeroepen op 23 september 2020, van <https://nl.trotec.com/oplossingen-voor-de-industrie/overzicht/diergeneeskunde/>
- Van Wersch, G. (2003). Gevaarlijke diarree bij kalf. Opgeroepen op 23 september 2020, van <https://edepot.wur.nl/152971>
- Yáñez-Pizaña, A., Mota-Rojas, D., Ramírez-Necoechea, R., Castillo-Rivera, M., Roldán-Santiago, P., Mora-Medina, P., & González-Lozano, M. (2019). Application of infrared thermography to assess the effect of different types of environmental enrichment on the ocular, auricular pavilion and nose area temperatures of weaned piglets. *Computers and Electronics in Agriculture*, 156, 33-42.
- Zuivel NL (z.d) De KalfOk – score. Opgeroepen op 27 oktober 2020, van <https://www.zuivelnl.org/uploads/images/Diergezondheid-dierenwelzijn/infolder-kalfok-update-21092020.pdf>

Bijlage 1: Standard Operating Procedure

Stap 1: Opstarten Testo 881 warmtecamera en batterij checken en vervangen.

1. Om de Testo 881 in te schakelen (2) indrukken.
2. Beschermkap van lens halen (1).
3. Om de Testo 881 uit te schakelen  (2) indrukken.

4. Linksboven in het display staat de weergegeven of de accu volgeladen is. Mocht de accu leeg zijn dan ligt er een volgeladen accu in de kantoorruimte van de praktijkstal. De aangewezen verantwoordelijke zorgt ervoor dat er altijd een opgeladen reserveaccu aanwezig is. De accu vervang je door op de zwarte ontgrendelknop te drukken. De accu springt uit de accuschacht en kan er voorzichtig uitgehaald worden. Bij het plaatsen van de nieuwe accu moet de accu volledig in de accuschacht geschoven worden om goed contact te laten maken. De camera wordt automatisch gestart.



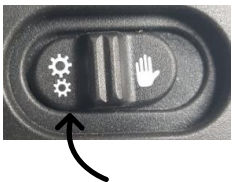
Stap 2: Datum en tijd instellen en het scherp stellen van het beeld.

Om de foto's te kunnen verwerken moet de datum en tijd juist zijn ingesteld.

1. Druk één keer op de **OK-knop**.
2. Het menu verschijnt en schuif de joystick (de knop waar OK opstaat) naar onder totdat de rode balk op **configuratie** staat. Schuif de joystick naar rechts en klik op **tijd/datum**.
3. Controleer of de juiste datum en tijd er staat weergegeven, mocht dit niet juist zijn. Voor stap 4 van 4.2.3
4. Stel de juiste tijd in door één keer op het vakje te drukken waar de rode rand omheen staat. Door de joystick naar onder of boven de schuiven kunnen de uren worden ingesteld. Door de joystick één keer naar rechts te schuiven kunnen de minuten worden ingesteld. Tijd goed, druk één keer op de OK-knop en schuif de joystick naar onder en één keer te klikken om de datum in te stellen. Datum juist, druk één keer op de OK toets en klikt op het oranje knopje rechts van het display waar toepassen boven staat. Datum en tijd is dan juist ingesteld.

Voor het analyseren van de foto's moet de foto scherp en van goede kwaliteit zijn. Tijdens het maken moet het beeld altijd opnieuw worden scherp geteld.

1. Motorfocusschakelaar aan rechterzijkant van het apparaat (2) richting display schuiven.



Op dit moment is de motorfocus ingeschakeld

2. Het beeld focussen of scherpstellen gebruikt de Motorfocusregelaar (3). Door de motorfocusregelaar naar voren of naar achter te duwen wordt het beeld scherp gesteld.

3. Staat het beeld scherp schakel de motorfocus uit. Om de motorfocus uit te



schakelen moet motorfocusschakelaar richting de lens worden





geschoven. Staat de motorfocusschakelaar met het handje richting de lens dan kan de motorfocusschakelaar niet meer gebruikt worden. Is het beeld niet scherp genoeg herhaal stap 2.

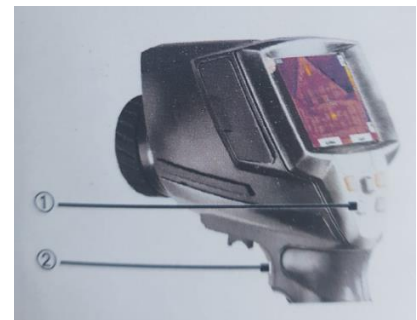
Stap 3: Het maken van een foto van een kalf in de praktijkstal rund

1. De foto wordt gemaakt na het voeren van de kalveren 's avonds iedere dag. Van elk kalf wordt er elke dag drie foto's gemaakt. De foto wordt gemaakt achter de blauwe Duck tape lijn, deze is op de grond geplakt voor de kalverbox (zie foto). Probeer tijdens de het maken van de foto het kopje van het kalf zo goed mogelijk in beeld te krijgen en probeer de eenling box of andere verstorende voorwerpen te vermijden op de foto. De volgorde van het maken van de foto's is van hoknummer van laag naar hoog.



2. Het beeld bevriest door eenmaal op de Trigger- Toets te drukken (2).

3. Is het beeld goed en staat erboven in het display de juiste mapnaam: [Crypto III studie]: Trigger- toets eenmaal indrukken om het beeld op te slaan. Staat er niet de juiste mapnaam boven in het display. Door op de linker oranje toets (3) te drukken en vervolgens de joystick (4) naar links, recht, boven of onder te bewegen richting de gewenste map [Crypto III studie]. Sta je op het mapje [Crypto III studie] druk één keer op OK (4). Elk kalf heeft een eigen map in de camera. De het studienummer van het kalf is het mapje waarin de foto moet worden opgeslagen, bijvoorbeeld A1, C2 enz.



Verschijnt er in het display een vakje met rode rand waarin staat dat de afbeelding is opgeslagen dan kan de volgende foto gemaakt worden. Is dit niet het geval moet de foto opnieuw worden genomen.



3. Is de foto niet naar wens: druk één keer op >ESC< en de camera is gereed op een nieuwe foto te maken.

Stap 4: Opbergen van de Testo 881 warmtebeeldcamera

1. Na gebruik van de Testo 881 de lens schoonmaken met een brillendoekje, deze liggen in het kantoor van de praktijkstal rund.

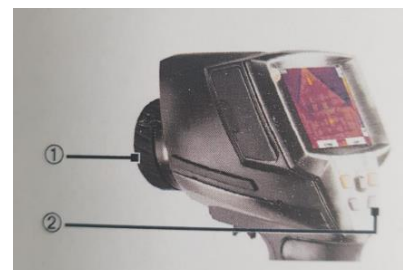
2. Vervolgens de beschermkap op de lens plaatsen (1)

3. De Testo 881 warmtebeeldcamera opbergen in de beschermkoffer.

Om de foto's te kunnen analyseren is er gebruik gemaakt van het Testo IR- Softwareprogramma. Dit programma is geleverd bij de Testo 881 warmtecamera.

Stap 5: Downloaden Testo 881 softwareprogramma

1. Leg de bijgeleverde cd in het cd-station van de computer



2. Pictogram deze computer openen en cd-station selecteren en het bestand Setup.exe starten. Vervolgens de stappen van de installatiewizard volgen.

3. Klik het oranje Testo icoon aan op het bureaublad en het programma wordt gestart.

Stap 6: Foto's openen in het Testo softwareprogramma

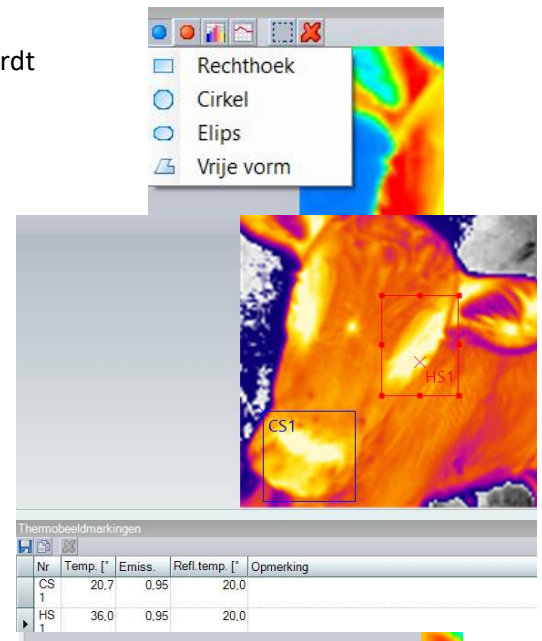
1. Open het klepje aan de linkerkant gezien vanaf het display van de warmtebeeldcamera. Als het klepje geopend kan de blauwe geheugenkaart uitgenomen worden door en een keer voorzichtig op te drukken.

2. De blauwe geheugenkaart kan worden ingebracht in de SD- kaart poort van de computer.



3. Linksboven in het scherm klikken op het mapje en vervolgens klikken op de gewenste foto.

4. De foto verschijnt in het programma en met het menu boven de foto kan de foto geanalyseerd worden op hotspots en coldspots. Daarnaast kan er ook een temperatuurprofiel gemaakt worden en een histogram. Door met de computermuis op het pictogram te gaan staan verschijnt er een informatiebalk met de functie van het pictogram.



Stap 7: Hotspot en coldspot vinden in foto en data kopiëren naar Exel

Om het warmste punt en/of het koudste punt in de foto te vinden, kan er in het softwareprogramma de optie hotspot of coldspot worden geselecteerd.

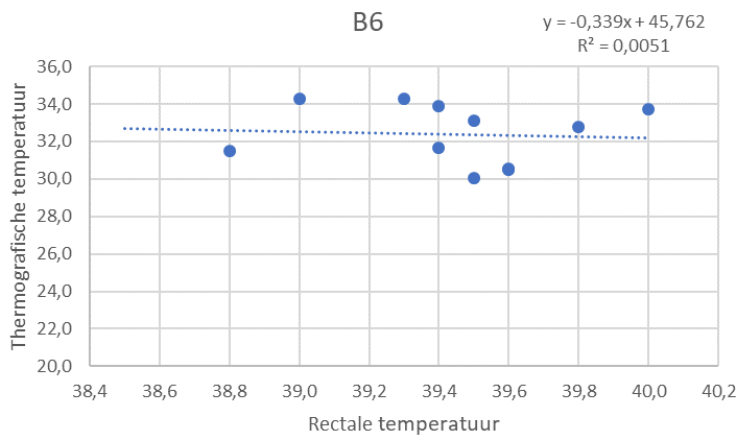
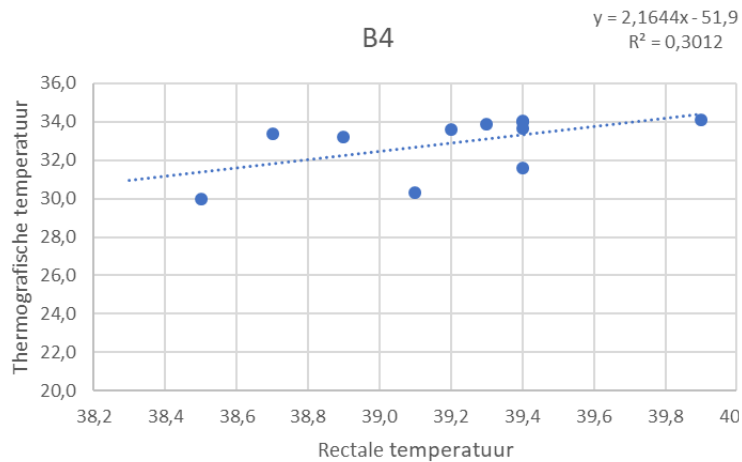
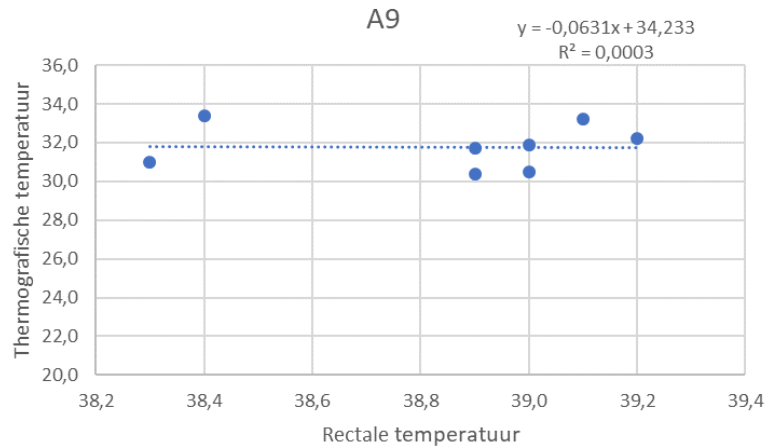
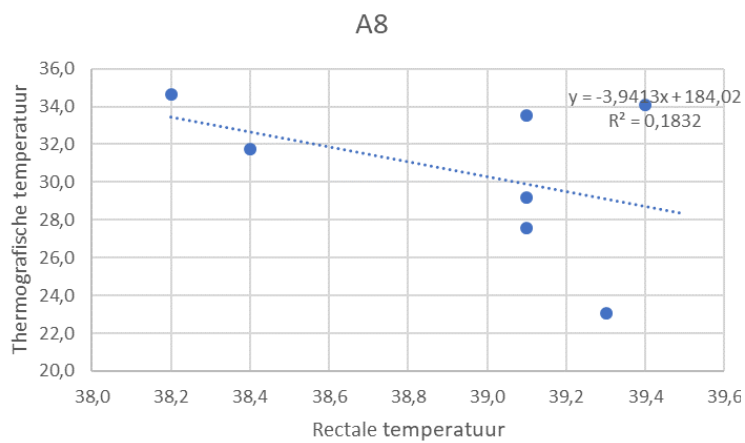
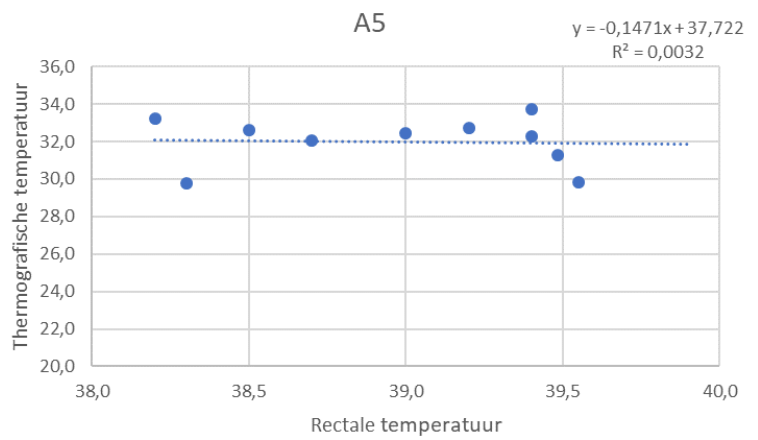
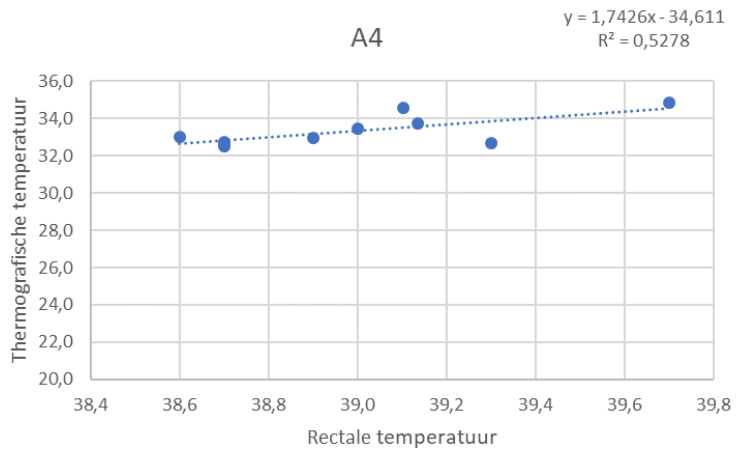
1. Eén keer klikken op de blauwe of rode pictogram en de opties rechthoek, cirkel, elips en vrije vorm worden weergegeven. Voor dit onderzoek gaat de voorkeur uit naar een cirkel of elips

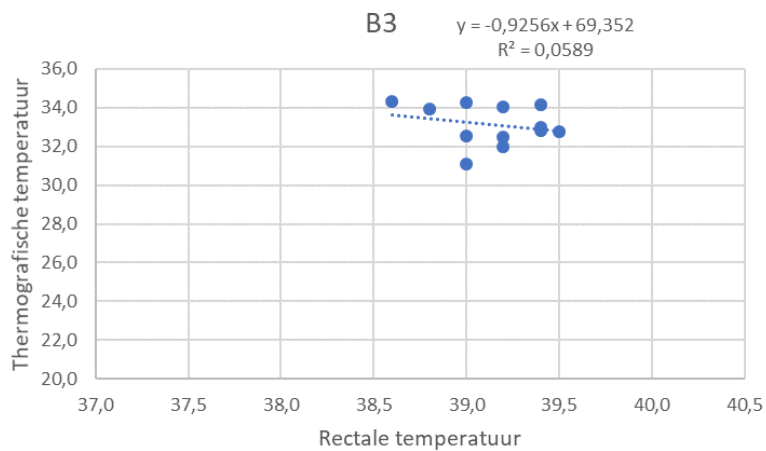
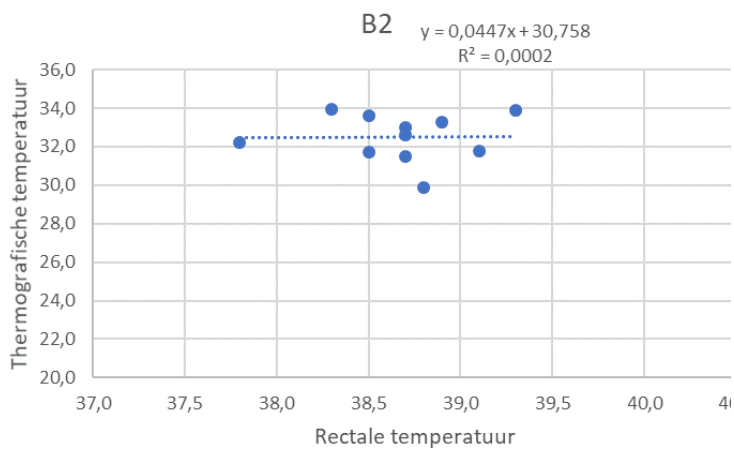
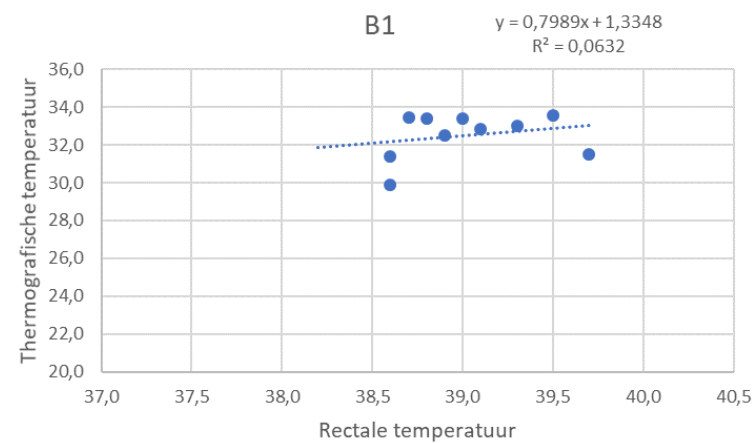
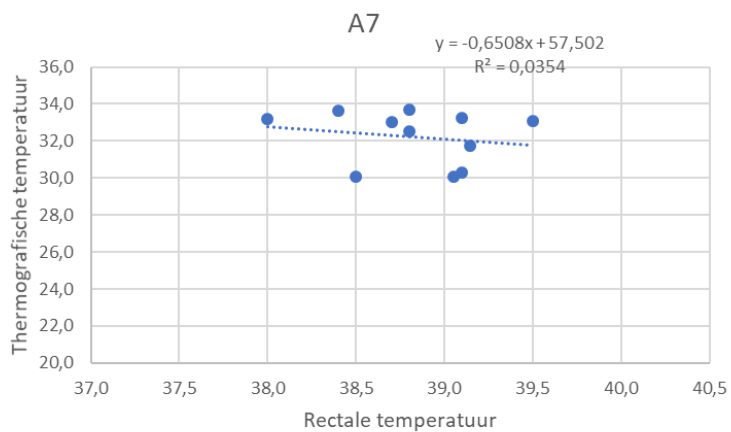
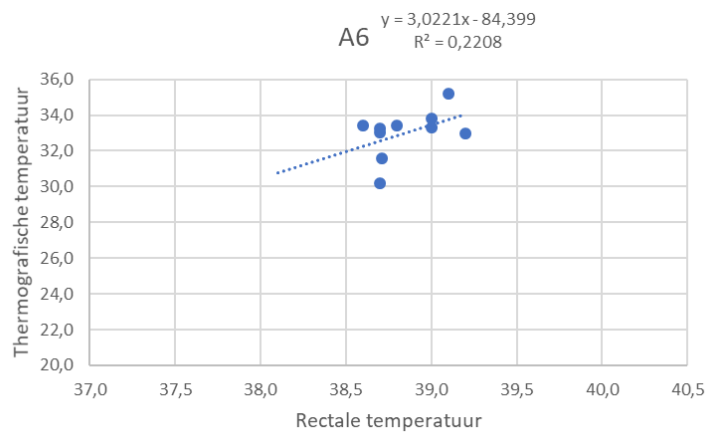
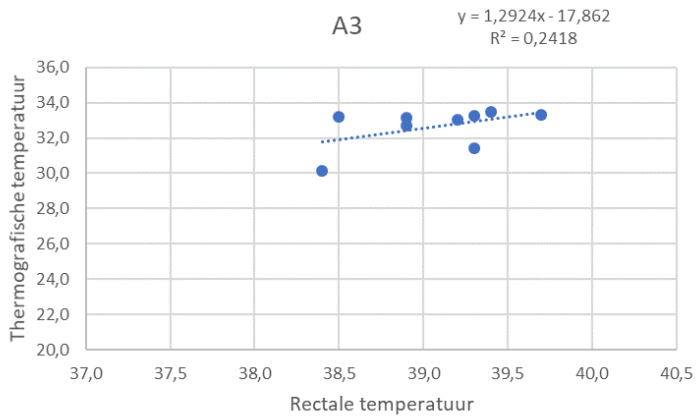
2. In de foto kan het gewenste deel (oor, oog, neus) worden geselecteerd en het programma zoekt de coldspot (CS) en/of de hotspot (HS). Kijk goed dat er geen deel uit de omgeving geselecteerd wordt, alleen dat deel van het kalf wat geanalyseerd moet worden selecteren.

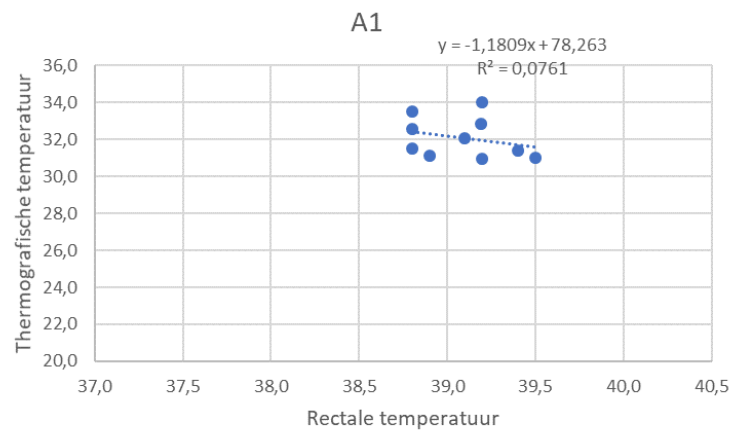
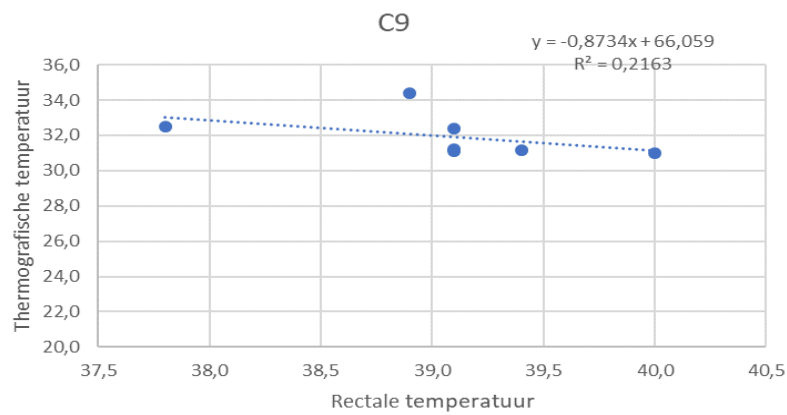
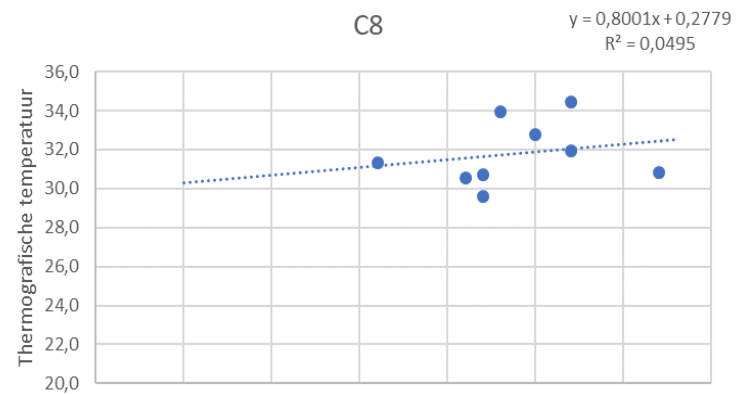
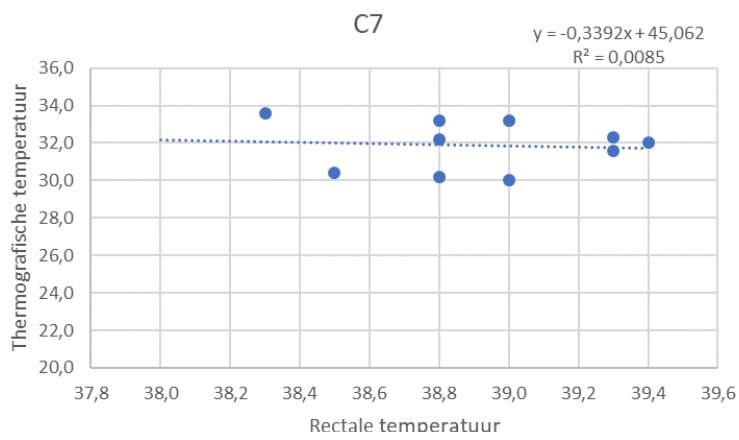
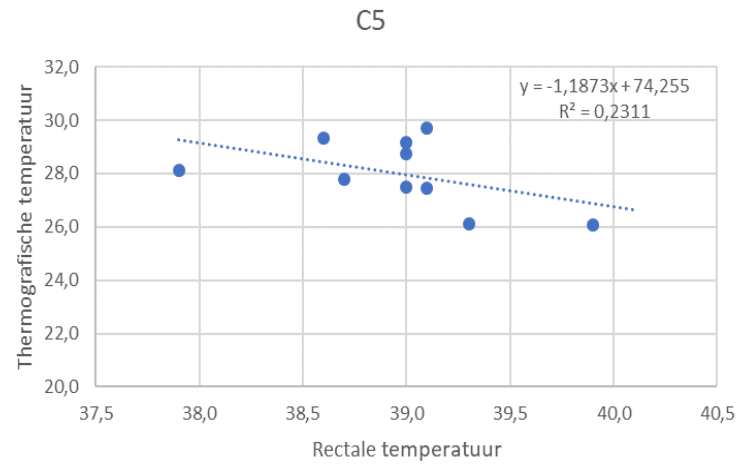
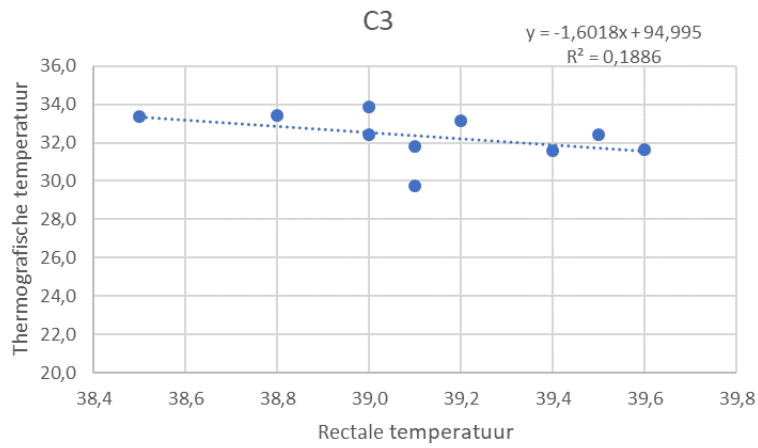
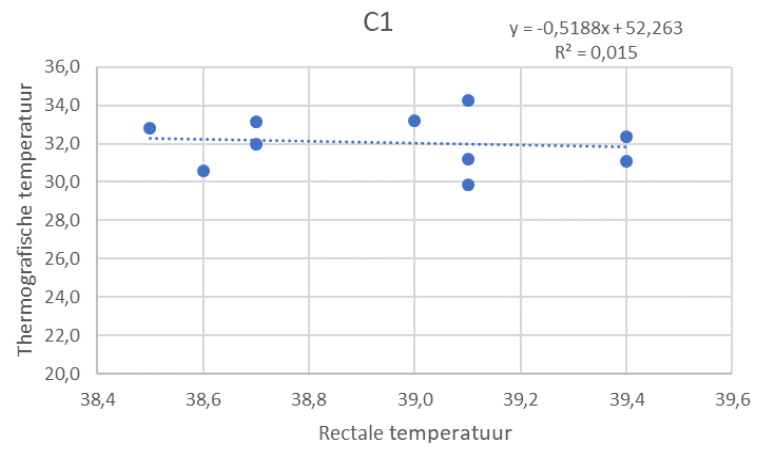
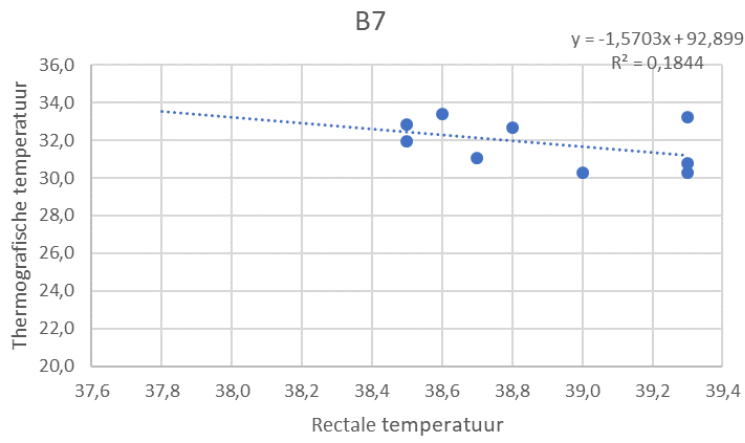
3. Onder de foto komt de temperatuur van de coldspot (CS) en de hotspot (HS) te staan. In een foto kunnen meerdere delen geselecteerd worden. Om de gegevens te exporteren naar Exel klik dan op het opslaan icoon  en de gegevens worden opgeslagen als Exel.

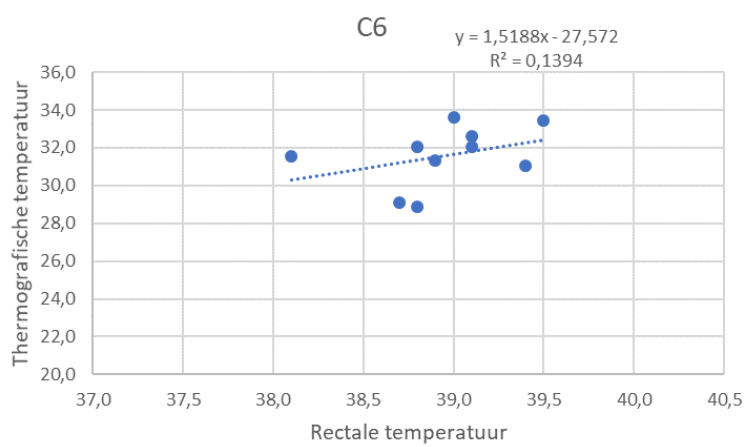
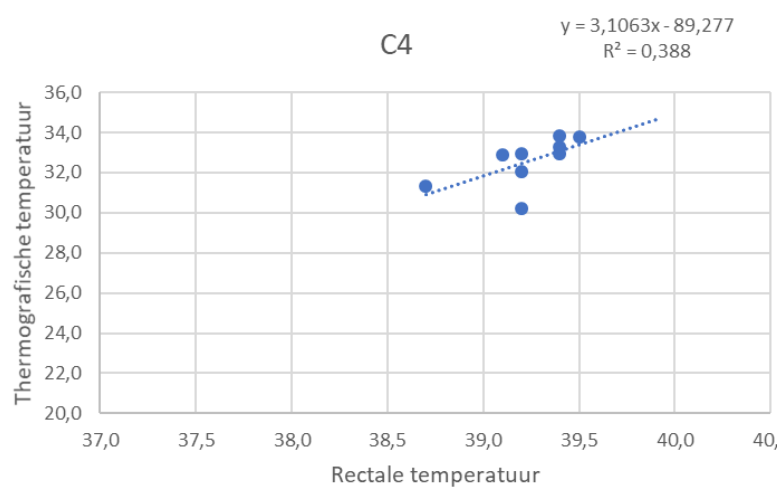
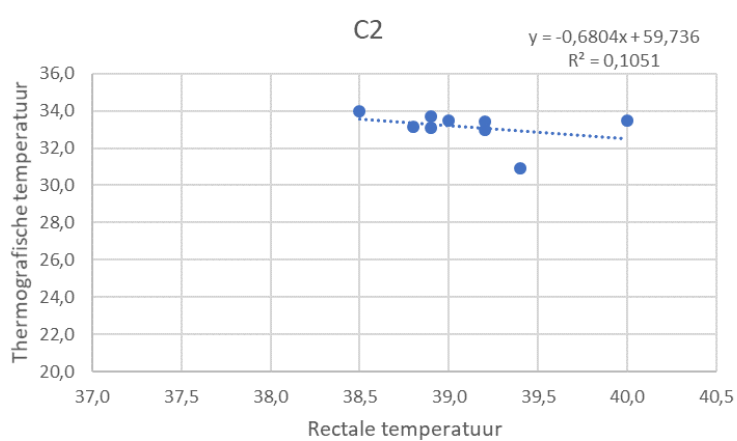
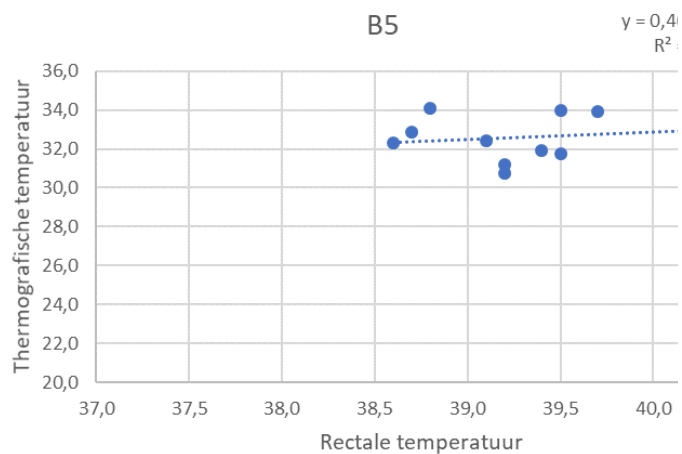
4. De waardes kunnen ook gekopieerd worden naar klembord. Hiervoor druk op klembord icoon  en de waardes kunnen geplakt worden in een bestaand Exel bestand.

Bijlage 2: Correlatie tussen rectale temperatuur en thermografische temperatuur van het oog per kalf









Bijlage 3: Checklist schriftelijk rapporteren

Naam: Lisa Veldhuis

Klas: 4DV

Studentnummer: 3026235

-
1. Het taalgebruik:
 - ☐ Bevat niet meer dan drie grammaticale, spel- en typefouten per duizend woorden***Bij meer dan drie fouten per duizend woorden is het rapport/verslag afgekeurd!**
 - ☐ Heeft een adequate interpunctie*
 - ☐ Is afgestemd op de gekozen doelgroep (juiste stijl)*
 - ☐ Laat een zakelijke en actieve schrijfstijl zien*
 - ☐ Bevat geen persoonlijke voornaamwoorden*
 2. Het rapport/verslag:
 - ☐ Is ingebonden (hard copy)*
 - ☐ Is vrij van plagiaat* (zie examenreglement)
 3. De omslag:
 - ☐ Bevat de titel
 - ☐ Vermeldt de auteur(s)
 4. De titelpagina/het titelblad:
 - ☐ Heeft een specifieke titel*
 - ☐ Vermeldt de auteur(s)*
 - ☐ Vermeldt de plaats en de datum*
 - ☐ Vermeldt de opdrachtgever(s)*
 5. Het voorwoord:
 - ☐ Bevat de persoonlijke aanleiding tot het schrijven van het rapport/verslag
 - ☐ Bevat persoonlijke bedankjes (persoonlijke voornaamwoorden toegestaan)
 6. De inhoudsopgave:
 - ☐ Vermeldt alle genummerde onderdelen van het rapport/verslag*
 - ☐ Vermeldt de samenvatting en de bijlage(n)
 - ☐ Is overzichtelijk
 - ☐ Heeft een correcte paginaverwijzing
 7. De samenvatting:
 - ☐ Is een verkorte versie van het gehele rapport/verslag
 - ☐ Bevat conclusies
 - ☐ Bevat geen persoonlijke mening
 - ☐ Is gestructureerd
 - ☐ Is zakelijk geschreven
 - ☐ Staat direct na de inhoudsopgave
 8. De inleiding:
 - ☐ Is hoofdstuk 1*
 - ☐ Nodigt uit tot lezen
 - ☐ Beschrijft het onderzoekskader*
 - ☐ Beschrijft de probleemstelling*
 - ☐ Vermeldt het doel*
 - ☐ Geeft informatie over de gevolgde onderzoeksmethode*
 - ☐ Geeft kort de inhoud per hoofdstuk van het rapport/verslag weer* (zie intranet)
 9. De (opmaak van de) kern:
 - ☐ Bestaat uit genummerde hoofdstukken en (sub)paragrafen (maximaal drie niveaus)*
 - ☐ Deze zijn verschillend in opmaak*
 - ☐ De hoofdstukken en (sub)paragrafen hebben een passende titel
 - ☐ Een hoofdstuk bestaat 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)*
 - ☐ In de tekst zijn er verwijzingen naar figuren en/of tabellen*
 - ☐ De tekst bevat verwijzing naar de desbetreffende bijlage(n)
 - ☐ De pagina's zijn genummerd*
 - ☐ De pagina's hebben een aantrekkelijke opmaak
 10. De discussie:
 - ☐ Bevat een vergelijking met relevante literatuur
 - ☐ Geeft de valide argumentatie weer
 - ☐ Bevat een kritische reflectie op de eigen bevindingen (zie intranet)
 11. De conclusies en aanbevelingen:
 - ☐ De conclusies zijn gebaseerd op relevante feiten
 - ☐ De aanbevelingen zijn gebaseerd op relevante feiten
 - ☐ Bevatten geen nieuwe informatie*
 12. De bronvermelding:
 - ☐ In de tekst is conform de geldende APA-normen* (zie intranet)
 13. De literatuurlijst:
 - ☐ Is opgesteld conform de geldende APA-normen* (zie intranet)
 14. De bijlagen:
 - ☐ Zijn genummerd
 - ☐ Zijn voorzien van een passende titel
 - ☐ Bevatten geen eigen analyse
-

