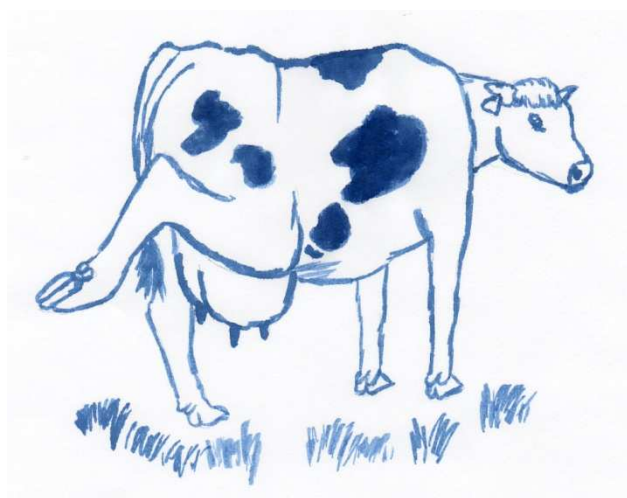


Afstudeerrapport

'De ideale veenweidekoe'

*Onderzoek naar de mogelijkheden van selectie op
klauwoppervlak bij koeien.*



Auteur:	Anna Koornneef
Studierichting:	Dier- en Veehouderij
Plaats:	Zegveld
Datum versie 2:	20 juni 2012
Opdrachtgever:	Frank Lenssinck Veenweiden Innovatiecentrum (VIC) Oude Meije 18 3474 KM Zegveld
Opleidingsinstituut:	Hogeschool Inholland Rotterdamseweg 141 2628 AL Delft
Procesbegeleider:	Wendy Molendijk
Productbeoordelaar:	Leontine Wijnands



Voorwoord

Voor u ligt het verslag van mijn onderzoek naar de mogelijkheden van selectie op klauwoppervlak. Het was een leuke en leerzame ervaring om het hele innovatieproces van dichtbij mee te maken, door zelfstandig een innovatief onderzoek uit te voeren. Tijdens het uitvoeren van mijn onderzoek heb ik gemerkt dat innovatieve ideeën niet zomaar geaccepteerd worden.

Vanaf deze plaats wil ik iedereen bedanken die mij tijdens mijn onderzoeksperiode geholpen heeft. Het is onmogelijk om iedereen te noemen, toch wil ik een aantal mensen in het bijzonder noemen die mij direct bij mijn onderzoek hebben geholpen.

Allereerst de heren Arno van Leeuwen, Addi Voets en Sjaak van der Lubbe: bedankt dat ik mee mocht met het klauwbekappen! Dankzij jullie heb ik niet alleen mijn metingen kunnen verrichten, maar ook heel wat bijgeleerd en gezien over (het bekappen van) klauwen.

Voor het mogelijk maken van deze bedrijfsbezoeken wil ik de heren Gerard van Vliet (AB Zuid-Holland) en Kees van Rooijen (AB Midden Nederland) hartelijk bedanken.

Dankzij mijn neef Bart van der Lugt, heb ik een meetinstrument kunnen realiseren waardoor het opmeten van de klauw tot een minimum aan tijd tijdens het klauwbekappen in beslag nam: Bart bedankt!

Het onderzoek is natuurlijk mede mogelijk gemaakt door alle melkveehouders van de twaalf bezochte bedrijven, die mij toestemming gaven om metingen te doen en de gegevens van de koeien beschikbaar stelden. Het was een zeer leerzame ervaring om op verschillende melkveehouderijen te komen en een 'kijkje achter de staldeuren te nemen'. Ook vele keukendeuren ging niet ongepasseerd voorbij, bedankt voor de hartelijke ontvangst!

De heer Jan van Zijtveld van CRV wil ik bedanken voor het wegwijs maken in het programma VeeManager.

Tomas den Houting, van WdH Media, wil ik bedanken voor het aanpassen van het programma waarmee ik het klauwoppervlak berekend heb. Huib van Wijgaarden wil ik bedanken voor de uitleg bij dit programma en toelichting bij het verkennende onderzoek naar klauwoppervlak.

Voor mijn begeleiding vanuit school wil ik mijn procesbegeleider Wendy Molendijk en productbeoordelaar Leontine Wijnands bedankt voor de begeleiding en tips. Ton Bezemer wil ik bedanken voor het beantwoorden van mijn vragen rondom de statistische uitwerking van mijn onderzoek.

De heer Wijbrand Ouweltjes, onderzoeker bij Wageningen UR Livestock Research, wil ik bedanken voor zijn review op mijn concept rapport.

Last but not least wil ik Frank Lenssinck bedanken die dit project tot stand heeft gebracht en ruimte creëerde in zijn (over)volle agenda om mij hierbij te begeleiden.

Kortom een leerzame periode om met veel plezier op terug te kijken!

Zegveld, juni 2012

Anna Koornneef

Samenvatting

Als afstudeeronderzoek voor de opleiding Dier- en Veehouderij is er gedurende 20 weken een onderzoek uitgevoerd naar de mogelijkheden van selectie op klauwoppervlak bij koeien. Het onderzoek is uitgevoerd voor het Veenweiden Innovatiecentrum (VIC) Zegveld.

De aanleiding voor het onderzoek is de vertrapping van de veenweidegrond tijdens de weideperiode. Het VIC veronderstelt dat met name zware koeien met kleine klauwen schade aan het land veroorzaken door vertrapping. Om vertrappingsschade aan het land te voorkomen wordt er gezocht naar de ideale 'veenweidekoe'. Hierbij wordt gezocht naar een koe met een groot klauwoppervlak en in verhouding een laag gewicht, zodat de druk per vierkante centimeter laag is. Het doel is onderzoeken of de variabelen ras, koevader (afstamming), leeftijd, gewicht en hoogtemaat significant invloed hebben op het klauwoppervlak en aan de hand daarvan bepalen of selectie op klauwoppervlak effectief is. Een subdoel hierbij is het onderzoeken van het verband tussen melkproductie en klauwoppervlak, met behulp van de variabele lactatiewaarde.

Voorafgaand aan het onderzoek is er een literatuurstudie uitgevoerd naar de klauwen en het klauwoppervlak. Vervolgens is er een meetmethode ontwikkeld, op basis van het verkennende onderzoek naar klauwoppervlak. Er zijn metingen gedaan op twaalf bedrijven, door het afleggen van bedrijfsbezoeken met de klauwbekappers van de Agrarische Bedrijfsverzorging (AB). Tijdens de bedrijfsbezoeken zijn foto's gemaakt van de rechterachterklauwen van de koeien. Met behulp van een online programma, dat tijdens het verkennende onderzoek is ontwikkeld, is met deze foto's het klauwoppervlak berekend. Naast het klauwoppervlak zijn ook andere gegevens van de koe verzameld, namelijk het ras, de koevader, de leeftijd, het gewicht, de hoogtemaat en de lactatiewaarde. Door middel van een statistisch analyse is onderzocht of deze variabelen invloed hebben op het klauwoppervlak.

Uit de resultaten komt naar voren dat het gemiddelde klauwoppervlak van de 852 onderzochte koeien 107 vierkante centimeter bedraagt, met een standaarddeviatie van 12 vierkante centimeter. Voor de variabelen ras, koevader en bedrijf is er significant verschil in klauwoppervlak gevonden met behulp van de variantieanalyse. De correlatieanalyse geeft aan dat er voor de variabelen leeftijd en gewicht in relatie tot klauwoppervlak een significant verband bestaat, met een correlatiecoëfficiënt van respectievelijk 0,59 en 0,60. Tussen de variabelen hoogtemaat en klauwoppervlak bestaat een verband met een correlatiecoëfficiënt van 0,26. Tussen de lactatiewaarde en het klauwoppervlak is er geen negatief significant verband aangetoond.

Voor de variabelen ras en koevader zijn er kleine groepen koeien onderzocht, de onderzochte aantallen voldoen niet aan het betrouwbaarheidsniveau. Dit geldt ook voor de variabele gewicht (druk). De verbanden die met behulp van deze variabelen zijn onderzocht zijn dus niet volledig betrouwbaar, maar geven een indicatie.

Het onderzoek geeft de indicatie dat selectie op ras en koevader invloed heeft op het klauwoppervlak. Daarnaast geeft het onderzoek aan dat bij een toenemende leeftijd zowel het gewicht als het klauwoppervlak toenemen, de gemiddelde druk blijft gelijk bij een toenemende leeftijd. Verder komt naar voren dat selectie op hoogtemaat niet effectief is voor selectie op klauwoppervlak. Een groot klauwoppervlak heeft op de onderzochte bedrijven geen negatieve gevolgen voor de melkproductie.

Op basis van de huidige onderzoeksresultaten kan er nog geen direct advies worden opgesteld over welke variabelen geschikt zijn om op een groot klauwoppervlak te selecteren. Om dit verder te onderzoeken wordt aanbevolen om de variabelen ras en koevader met behulp van een grotere groep koeien te onderzoeken om tot een voldoende betrouwbaar resultaat te komen. Daarnaast wordt aanbevolen om van de koeien het gemiddelde gewicht verder te onderzoeken door de koeien te wegen, of laten wegen met behulp van een melkrobot. Op die manier kunnen de gevonden resultaten met betrekking tot het gewicht in verhouding met het klauwoppervlak verder onderbouwd worden.

Inhoudsopgave

Samenvatting	3
1. Inleiding	6
2. Literatuurstudie	8
2.1. Klauwbekappen	8
2.2. Onderzoek klauwen	9
3. Materiaal en Methoden	15
3.1. Materialen	15
3.2. Meten en berekenen klauwoppervlak	16
3.3. Variabelen	18
3.4. Steekproefomvang	19
3.5. Statistische analyse	20
4. Resultaten	23
4.1. Kengetallen klauwoppervlak	23
4.2. Variantieanalyse	23
4.3. Correlatie- en regressieanalyse	26
5. Discussie	31
5.1. Discussie met betrekking tot onderzoeksmethode	31
5.2. Discussie met betrekking tot resultaten	33
6. Conclusie	36
7. Aanbevelingen	38
Literatuurlijst	40
Bijlage I	

1. Inleiding

Als afstudeeronderzoek voor de opleiding Dier- en Veehouderij is er gedurende 20 weken een onderzoek uitgevoerd naar de mogelijkheden van selectie op klauwoppervlak bij koeien.

De opdrachtgevende organisatie voor het afstudeeronderzoek is het Veenweiden Innovatiecentrum (VIC) Zegveld. Frank Lenssinck, manager van het VIC, is de opdrachtgever. VIC Zegveld is het enige ‘proefbedrijf’ voor de rundveehouderij dat op veengrond ligt.

Aanleiding en achtergrond

De aanleiding voor het onderzoek is de vertrapping van de veenweidegrond door de koe. Veengrond heeft een lage draagkracht. Als de koeien tijdens de weideperiode het land op gaan, treedt er daarom al snel vertrapping van de veenweidegrond op. Het VIC veronderstelt dat met name zware koeien met kleine klauwen schade aan het land veroorzaken door vertrapping. De schade aan het grasland leidt onder andere tot een afname van het grasaanbod. Vertrapping van het land vormt vooral een probleem voor melkveehouders in het veenweidegebied. Om vertrappingsschade aan het land te voorkomen wordt er gezocht naar de ideale ‘veenweidekoe’. Hierbij wordt gezocht naar een koe met een groot klauwoppervlak en in verhouding een laag gewicht, zodat de druk per vierkante centimeter laag is. Een voorwaarde voor deze ideale ‘veenweidekoe’ is een gelijkblijvende melkproductie. De probleemstelling die hieruit volgt is: ‘Kan de ideale ‘veenweidekoe’ (grote klauw en laag gewicht) gefokt worden, om schade aan het land te voorkomen?’

Het huidige onderzoek vormt een vervolg op een eerder uitgevoerd verkennend onderzoek naar klauwoppervlak (Van Wijngaarden, 2011). Dit onderzoek heeft plaatsgevonden op kleine schaal, namelijk bij 66 koeien van het VIC. Hieruit kwam naar voren dat er zowel binnen rassen als tussen rassen variatie in klauwoppervlak is en er sprake is van een relatief grote spreiding. Een grote spreiding duidt aan dat selectie op klauwoppervlak hoogstwaarschijnlijk effectief is. Daarnaast kwam uit dit onderzoek naar voren dat er een significant lineair verband bestaat tussen klauwoppervlak en leeftijd en tussen klauwoppervlak en hoogtemaat. Dit verband geeft aan dat oudere koeien gemiddeld een groter klauwoppervlak hebben en dat koeien met een grote hoogtemaat gemiddeld ook een groter klauwoppervlak hebben.

Doel

Het doel is onderzoeken of de variabelen ras, koevader¹, leeftijd, gewicht en hoogtemaat significant invloed hebben op het klauwoppervlak en aan de hand daarvan bepalen of selectie op klauwoppervlak effectief is. Een subdoel hierbij is het onderzoeken van het verband tussen melkproductie en klauwoppervlak.

Hoofdvraag

Heeft selectie op de variabelen ras, koevader, leeftijd, gewicht en hoogtemaat significant effect op het klauwoppervlak van koeien?

Hypothesen

De variabelen ras, koevader, leeftijd, gewicht en hoogtemaat hebben significant invloed op het klauwoppervlak van koeien. Een groot klauwoppervlak heeft geen significant effect op de melkproductie.

¹ Met behulp van de variabele koevader, de vader van de koe, wordt de invloed van de afstamming van de koe op het klauwoppervlak onderzocht (de variatie binnen rassen).

Werkwijze

Voorafgaand aan het onderzoek is een literatuurstudie uitgevoerd naar voorgaande onderzoeken met betrekking tot klauwoppervlak en klauwen.

Het klauwoppervlak van de koeien is gemeten op melkveehouderijen in het veenweidegebied en omgeving. Bedrijfsbezoeken hebben plaats gevonden in de regio's Zuid-Holland en Utrecht, de bedrijven in deze regio's zijn willekeurig geselecteerd. Tijdens de bedrijfsbezoeken zijn er foto's gemaakt van de rechterachterklauw. Met behulp van een online programma, dat tijdens het verkennende onderzoek is ontwikkeld, is het klauwoppervlak berekend. Er zijn metingen gedaan op twaalf bedrijven, door het afleggen van bedrijfsbezoeken met de klauwbekapper. Daarnaast zijn metingen bij de koeien van het VIC meegenomen in het onderzoek. Naast het klauwoppervlak zijn ook andere gegevens van de koe verzameld, namelijk het ras, de koevader, de leeftijd, het gewicht, de hoogtemaat en de lactatiewaarde. Het verband tussen het klauwoppervlak en de melkproductie is onderzocht aan de hand van de lactatiewaarde. Door middel van het statistisch analyseren met het programma SPSS is onderzocht of er verband is tussen de variabelen en het klauwoppervlak.

Belanghebbenden

Het onderzoek is uitgevoerd voor het Veenweiden Innovatiecentrum, het VIC wil inzicht krijgen in de mogelijkheden voor selectie op klauwoppervlak. Op die manier kan ingeschat worden of selectie op klauwen bij kan dragen aan het fokken van de ideale 'veenweidekoe'. Melkveehouders in het veenweidegebied en omgeving vormen een doelgroep, doordat het onderzoek een indicatie geeft of selectie op klauwoppervlak mogelijk is. Daarnaast krijgen de melkveehouders inzicht in het klauwoppervlak van de veestapel.

Reikwijdte

De resultaten van het onderzoek zijn toegespitst op melkveehouderijen in het veenweidegebied, omdat veengrond een lage draagkracht heeft en daardoor gevoelig is voor vertrapping. Om de populatie koeien goed in kaart te kunnen brengen, zijn er ook bedrijfsbezoeken afgelegd bij melkveehouderijen in de omgeving van het veenweidegebied.

Het aantal variabelen dat is meegenomen in het onderzoek is beperkt, zodat het aantal metingen dat verricht moet worden voor een betrouwbaar resultaat praktisch uitvoerbaar is binnen de onderzoeksperiode van 20 weken.

Het hoofddoel van het onderzoek is om de mogelijkheden voor selectie op klauwoppervlak te achterhalen, het onderzoeken van de gevolgen van een grote klauw voor de klauwgezondheid vormt geen doel op zich binnen dit onderzoek.

Een belangrijke randvoorwaarde om de waarnemingen bij melkveehouderijen te kunnen verrichten was de medewerking van klauwbekappers en melkveehouders in het veenweidegebied en omgeving.

Opbouw

De rapportage is als volgt opgebouwd. In hoofdstuk twee is de literatuurstudie opgenomen, waarin de bestudeerde literatuur is samengevat. Vervolgens wordt in hoofdstuk drie de ontwikkelde onderzoeksmethode beschreven. Het vierde hoofdstuk beschrijft de uitkomsten van de statistische analyse, geïllustreerd met grafieken en tabellen waarin de verbanden tussen de variabelen worden weergegeven. In hoofdstuk vijf, de discussie, wordt gereflecteerd op de gebruikte onderzoeksmethoden en worden de resultaten bediscussieerd. Tot slot worden in hoofdstuk zes de conclusies uit het onderzoek vermeld en zijn in hoofdstuk zeven de aanbevelingen voor vervolgonderzoek weergegeven.

2. Literatuurstudie

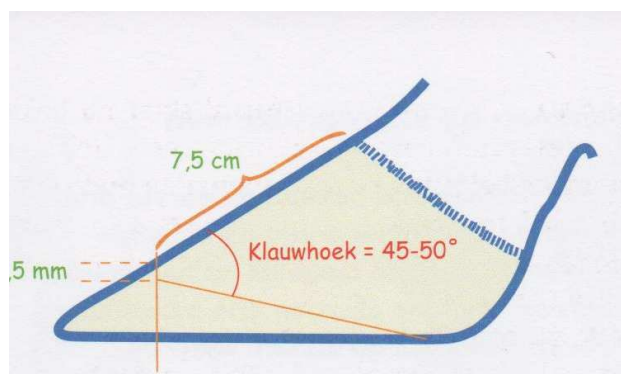
In deze literatuurstudie wordt een samenvatting gegeven van de bestudeerde literatuur. Allereerst wordt er ingegaan op het klauwbekappen, vervolgens zullen diverse onderzoeken aan bod komen die betrekking hebben op de klauwen en het klauwoppervlak van de koe.

2.1. Klauwbekappen

Preventief klauwbekappen is een managementmaatregel om klauwaandoeningen te voorkomen. Tijdens het bekappen worden de klauwen bijgewerkt, zodat ze goed gevormd zijn en de koe zo goed mogelijk kan staan en lopen. Daarnaast worden de klauwen ook gecontroleerd tijdens het bekappen. Preventief klauwbekappen heeft als doel om de belasting van de klauw zo goed mogelijk te verdelen over de binnen- en buitenklauw. Toch is de gewichtsverdeling na het bekappen niet gelijk verdeeld, de buitenklauw van de achterpoot en de binnenklauw van de voorpoot dragen namelijk het meeste gewicht. Een ander doel van het preventief bekappen is om de belasting te verdelen over de zool. Bij het bekappen wordt de tussenklauwspleet ruimer gemaakt, zodat de binnenzijde van de klauw belucht wordt en schoon blijft. Er zijn drie vormen van bekappen: koppelbekappen, groepsbekappen en individueel bekappen. Bij koppelbekappen wordt de gehele koppel in één keer bekapt, 2 à 3 keer per jaar. Groepsbekappen houdt in dat een groep koeien kort voor het droogzetten en 2-3 maanden na het afkalven bekapt wordt. Bij individueel bekappen worden de koeien bekapt als de koe signalen geeft, zoals een andere klauwstand, of een andere vorm van de klauw (Hulsen, 2011).

Functioneel klauwbekappen volgens de Hollandse methode bestaat uit drie stappen. In de eerste stap wordt de binnenklauw op maat gemaakt, namelijk circa 7,5 centimeter vanaf de kroonrand (figuur 1). De punt van de klauw wordt hierbij 0,5 centimeter dik gemaakt. Er wordt over het algemeen niet in het balgebied van de klauw gesneden. Het draagvlak wordt zo stabiel en vlak mogelijk gemaakt. De tweede stap bestaat uit het gelijk maken van de buitenklauw met de binnenklauw, zowel wat betreft de lengte als de hoogte. Tot slot wordt in de derde stap de tussenklauwspleet licht uitgehold.

Als er sprake is van een klauwaandoening worden er nog drie aanvullende stappen uitgevoerd. De aangetaste klauw wordt lager gemaakt, zodat er ontlasting plaatsvindt. De andere klauw neemt dan de belasting over. Indien de gezonde klauw niet hoog genoeg is kan hierop een blokje worden geplaatst. De volgende stap is dat de harde delen rondom de aangetaste plek worden weggesneden, zodat drukking en irritatie wordt voorkomen. De laatste stap van het behandelen van klauwproblemen bestaat uit het schoonmaken van de aangetaste plek en het aanbrengen van een geneesmiddel (Hulsen, 2011).



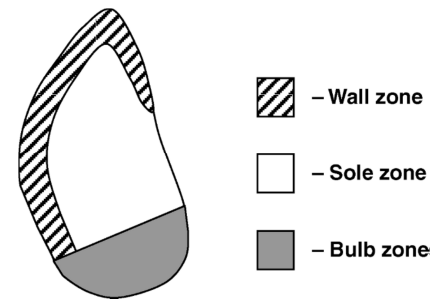
Figuur 1. Afmetingen klauw bij bekappen (Hulsen, 2011).

2.2. Onderzoek klauwen

In het verleden zijn er diverse onderzoeken uitgevoerd naar de klauwen van de koe. Deze onderzoeken hadden als (indirect) doel het onderzoeken van de klauwgezondheid. Het verkennende onderzoek naar klauwoppervlak van het VIC, is voor zover bekend het enige onderzoek met als doel het onderzoeken van de mogelijkheden voor selectie op een groot klauwoppervlak. Een aantal onderzoeken naar klauwen die relevant zijn voor dit onderzoek zijn hieronder beschreven, het gaat om onderzoek naar klauwoppervlak, klauwafmetingen, de drukverdeling van de klauw en het verkennende onderzoek naar klauwoppervlak.

2.2.1. Klauw

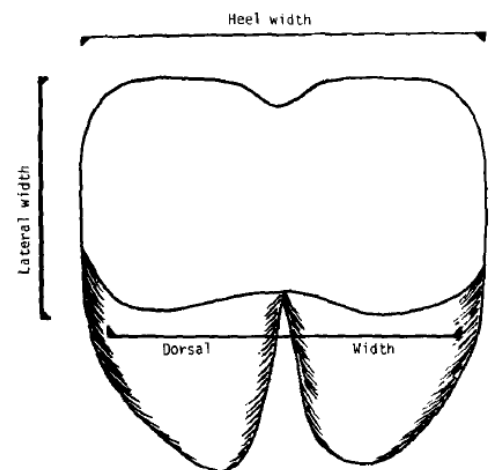
Het hoorngedeelte van de klauw kan worden ingedeeld in verschillende delen, namelijk de zool (sole zone), de wand (wall zone) en de bal (bulb zone) (figuur 2). Daarnaast wordt er onderscheid gemaakt tussen de mediale klauw en de laterale klauw, respectievelijk de binnen- en buitenklauw. Het onderscheid tussen het balgebied en het zoolgebied kan gemaakt worden door het einde van de witte lijn aan te houden en van hieruit een loodrechte lijn richting de tussenklauwspleet te trekken (Telezhenko e.a., 2008).



Figuur 2. Indeling Klauwoppervlak (Telezhenko e.a., 2008)

2.2.2. Klauwoppervlak

In 1983 is er onderzoek (Hahn e.a., 1984) gedaan naar de genetische variatie en milieuvariatie van klauwenmerken bij koeien van het Holstein ras. In dit onderzoek is onder andere het klauwoppervlak onderzocht, dit is berekend met behulp van de dorsale en laterale breedte en de hielbreedte van de klauw (figuur 3). Voor het berekenen van het klauwoppervlak is er gebruik gemaakt van de volgende formule: 'Hoof area = [(Heel width + Dorsal width)/2] × Lateral width'. De metingen vonden plaats bij de rechter voor- en achterpoot.



Figuur 3. Maten voor het berekenen van het klauwoppervlak (Hahn e.a., 1984)

Het onderzoek heeft plaats gevonden bij 1051 koeien en 257 vaarzen van het Holsteiner ras in acht verschillende koppels. De variabelen stier, koppel, leeftijd en lactatienummer zijn in het onderzoek meegenomen. De koeien werden tijdens de onderzoeksperiode niet bekapt. In de koppels was in de 25 jaar voor aanvang van het onderzoek gebruik gemaakt van dezelfde stieren. Per stier waren er minstens vier dochters in twee of meer koppels. Erfelijkheidsgraden werden geschat met behulp van de gegevens van koeien met dezelfde vader.

Uit het onderzoek komen de volgende resultaten met betrekking tot het klauwoppervlak naar voren. De erfelijkheidsgraden voor het oppervlak van de voor- en achterklauw van vaarzen bedragen respectievelijk 0,46 en 0,34. Het gemiddelde klauwoppervlak van de voorklauw bij vaarzen bedraagt 82,4 vierkante centimeter, voor de achterklauw bedraagt dit 80,3 vierkante centimeter. Het klauwoppervlak neemt toe naarmate de vaarzen ouder worden. Voor koeien in de eerste lactatie bedraagt de erfelijkheidsgraad voor klauwoppervlak 0,19 voor de voorklauw en 0,24 voor de achterklauw. Voor koeien in de eerste lactatie bedraagt het klauwoppervlak 97,3 en 92,8 vierkante centimeter voor respectievelijk de voor- en achterklauw. In de tweede lactatie bedraagt dit 102,6 en 98,3 vierkante centimeter. Tussen de eerste en tweede lactatie stijgt het klauwoppervlak met 5%, terwijl het lichaamsgewicht toeneemt met 10%. De

voorklauwen hebben zowel bij de vaarzen, als bij de koeien in de eerste en tweede lactatie een groter oppervlak dan de achterklauwen. Tijdens de eerste lactatie stijgt het klauwoppervlak van de achterklauw sneller dan het oppervlak van de voorklauw.

Het verband tussen de variabelen stier, koppel en leeftijd in relatie tot klauwoppervlak is statistisch geanalyseerd. Uit deze analyse komt naar voren dat er significant verband is tussen het klauwoppervlak van de voorklauw van de koe en de koppel waar de koe uitkomt en tussen het klauwoppervlak van de voorklauw en de leeftijd van de koe. Tussen het klauwoppervlak en de vader is in dit onderzoek geen significant verband aangetoond. Tussen de variabelen en het klauwoppervlak van de achterklauw is geen significant verband aangetoond (Hahn e.a., 1984).

2.2.3. Afmetingen van de klauw

Baird (e.a., 2009) heeft onderzoek gedaan naar de invloed van ras en productiesysteem op klauwproblemen. In dit onderzoek is onder andere de lengte en breedte van de klauw onderzocht. Het onderzoek heeft plaatsgevonden bij twee verschillende rassen, namelijk Holstein-Friesians (afkomstig uit Nederland) en een melkveeras uit Noorwegen. Er is gebruik gemaakt van twee verschillende rassen om het effect van het genotype op klauwproblemen te onderzoeken. Het onderzoek heeft plaatsgevonden in Belfast (Verenigd Koninkrijk), de koeien zijn hiernaartoe getransporteerd voor het afkalven. Alle koeien die voor het onderzoek geselecteerd werden, waren voor de eerste keer drachtig.

Voor de afmetingen van de klauw zijn er metingen gedaan aan de rechterachterklauw. Er wordt aangenomen dat er geen verschil is tussen de linker- en rechterklauw bij gezonde koeien, daarom is ervoor gekozen om alleen de rechterachterklauw te meten. Van de rechterachterklauw worden de klauwlengte en hielbreedte opgemeten. Voor de klauwlengte is de lengte van de zool van de rechterbuitenklauw opgemeten. Onder de hielbreedte van de klauw wordt de breedte van de binnen- en buitenklauw verstaan. De koeien zijn onderverdeeld in drie productiesystemen, namelijk: een hoog krachtvoerniveau, een laag krachtvoerniveau en een dieet op grasbasis. De koeien van een ras werden onderverdeeld in de drie productiesystemen, op basis van onder andere de afkalfdatum, leeftijd en melkgift.

Uit de resultaten met betrekking tot de breedte en lengte van de klauw komt het volgende naar voren (tabel 1). De lengte van de rechterachterklauw wordt significant beïnvloed door ras en productiesysteem. Bij koeien in het grasproductiesysteem en hoog krachtvoerniveau productiesysteem is de klauwlengte significant hoger dan bij koeien in een laag krachtvoerniveau systeem. Een ander verband is dat de dieren in het productiesysteem met een hoog krachtvoerniveau gemiddeld een bredere klauw hebben dan de dieren in de andere productiesystemen. Ook tussen de rassen is er verschil in hielbreedte. Uit dit onderzoek blijkt dat de koeien uit Noorwegen gemiddeld een langere en bredere klauw hebben dan de Holstein-Friesians, dit is een indicatie voor een groter klauwoppervlak. Gemiddeld hebben deze koeien een lager gewicht dan de Holstein-Friesians. Dit houdt in dat er minder druk per vierkante centimeter op de klauw rust. Bovendien blijkt uit het onderzoek dat de koeien uit Noorwegen gemiddeld minder klauwproblemen hebben dan de Holstein-Friesians. De in verhouding lagere druk per vierkante centimeter van de koeien uit Noorwegen zou hiervoor een verklaring kunnen zijn (Baird e.a., 2009).

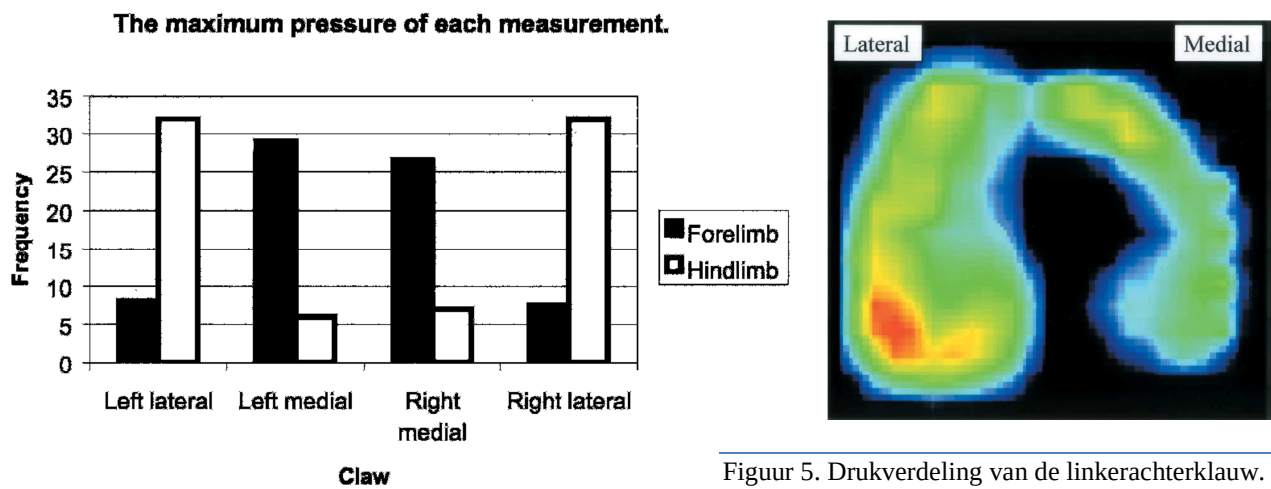
Tabel 1. Klauwafmetingen per ras en productiesysteem (Baird e.a., 2009)

	Ras		Productiesysteem		
	HF	N	Gras	Hoog	Laag
Klauwlengte (mm)	135,7	138,6	139,4	138,9	133,0
Hielbreedte (mm)	105,1	106,8	105,6	108,2	104,1

2.2.4. Drukverdeling van de klauw

Uit onderzoek van Van der Tol (e.a., 2002) komt naar voren dat de druk niet gelijk verdeeld is over het oppervlak van de klauw. Het onderzoek is uitgevoerd bij Holstein Friesian koeien. Voor het onderzoek werden deze koeien op een vlakke en relatief harde ondergrond geplaatst, de metingen vonden plaats terwijl de dieren stilstonden op een drukplaat. In totaal zijn er per klauw circa 40 observaties gedaan (acht koeien $\times$ vijf metingen per poot).

Er is significant verschil in druk tussen de voorklauwen en de achterklauwen. In de voorklauw werd de hoogste druk gemeten in de binnenklauw, terwijl in de achterklauw de maximale druk in de buitenklauw werd gemeten (figuur 4). In zowel de voor- als achterklauw werd de hoogste druk gemeten in het zoolgebied (figuur 5). Het verschil in druk tussen de klauwen links en rechts was verwaarloosbaar (Van der Tol e.a., 2002).



Figuur 4. Drukverdeling (Van der Tol e.a., 2002).

Figuur 5. Drukverdeling van de linkerachterklauw. Van een maximale naar minimale druk zijn de kleuren als volgt onderverdeeld: rood, geel, groen, lichtblauw, blauw (Van der Tol e.a., 2002).

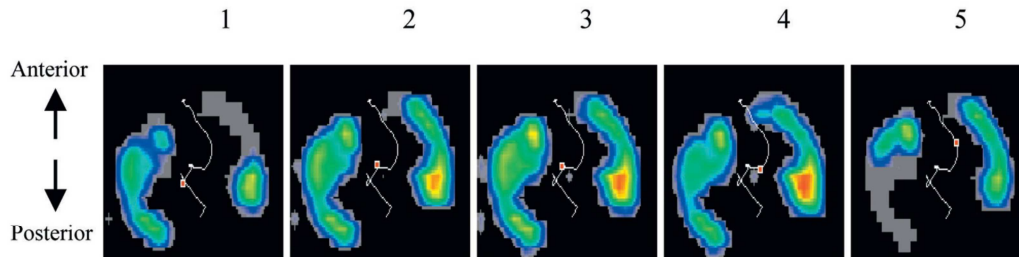
Er is een vervolgonderzoek (Van der Tol e.a., 2003) gedaan, naar de drukverdeling van de klauw tijdens het lopen op een vlakke ondergrond. De metingen voor dit onderzoek zijn uitgevoerd bij negen Holstein Friesian koeien, die voorafgaand aan het onderzoek bekapt waren. Alle vier de klauwen werden meegenomen in het onderzoek, de metingen zijn vijf keer uitgevoerd, elke koe is dus minstens vijf keer over de plaat gelopen.

Tijdens het lopen van de koe vinden er twee fasen plaats, namelijk de fase waarin de klauw los van de grond is en de fase waarin het gewicht op de klauw rust. Deze laatste fase is voor dit onderzoek ingedeeld in vijf achtereenvolgende meetmomenten, vanaf het moment dat de klauw de grond raakt tot het moment dat de klauw weer van de grond af komt. In figuur 6 is een voorbeeld te zien van de verandering in drukverdeling van de linker voor- en achterklauw tijdens het lopen. Tijdens de meetmomenten twee, drie en vier was de gemiddelde druk van de voorklauw significant hoger dan van de achterklauw. De druk van de voorklauw is redelijk gelijk verdeeld over de binnen- en buitenklauw (figuur 7). Tussen de druk op de binnen- en buitenklauw van de achterklauw is duidelijk verschil waargenomen (figuur 8). Tijdens moment 1 rust de druk bijna volledig op de buitenklauw, namelijk voor 95%. Gedurende de daaropvolgende momenten wordt het gewicht meer verplaatst naar de binnenklauw. Het grootste deel van de druk blijft echter vooral op de zool en bal van de buitenklauw rusten. Op moment vijf is de druk redelijk gelijk verdeeld over de binnen- en buitenklauw.

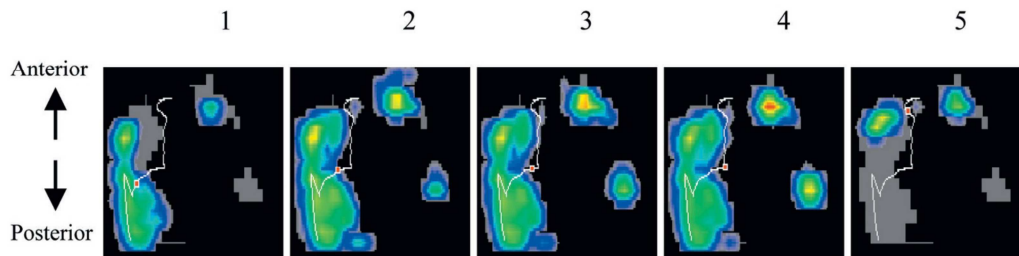
De gemiddeld gemeten druk varieerde van $5,1 \text{ kg/cm}^2$ tot $8,2 \text{ kg/cm}^2$. Tijdens het eerste meetmoment bedroeg de maximale druk $9,2 \text{ kg}$ tot $11,2 \text{ kg/cm}^2$, oplopend tot $16,1\text{-}20,4 \text{ kg/cm}^2$ tijdens het laatste meetmoment. De drukverdeling van het contactgebied van de klauw met de grond is afhankelijk van de vorm van de klauw en de manier waarop de klauw op de

grond komt. Dit heeft gevolgen voor de belasting van het hoorn en het onderliggende weefsel. Bij alle poten bedroeg het gemiddelde contactgebied van de klauw gedurende het eerste meetmoment 23 cm², dit nam toe tot 50 cm² op meetmoment drie en nam vervolgens weer af tot 15 cm² op meetmoment vijf (figuur 9). Het maximale contactgebied van de klauw tijdens het lopen bedroeg bij de voorklauw 54 en bij de achterklauw 47 vierkante centimeter (Van der Tol e.a., 2003).

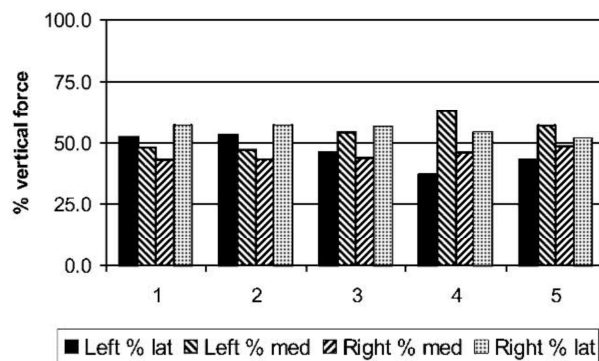
The left forelimb at moment:



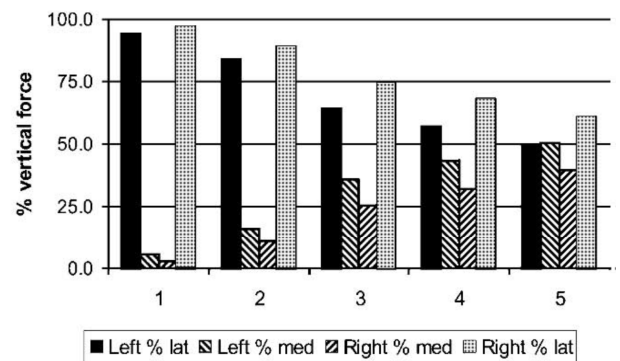
The left hind limb at moment:



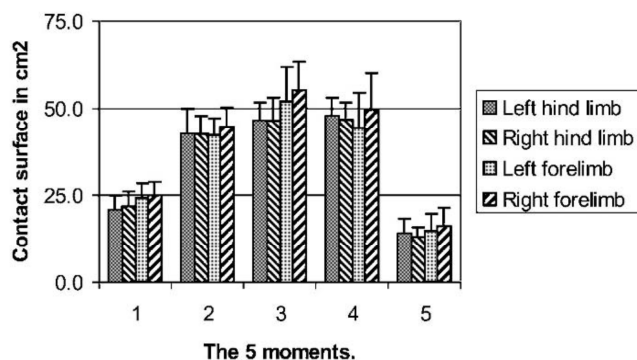
Figuur 6. De drukverdeling van de linker voor- en achterklauw tijdens het lopen (Van der Tol e.a., 2003)



Figuur 7. Drukverdeling voorpoten (Van der Tol e.a., 2003)



Figuur 8. Drukverdeling achterpoten (Van der Tol e.a., 2003)



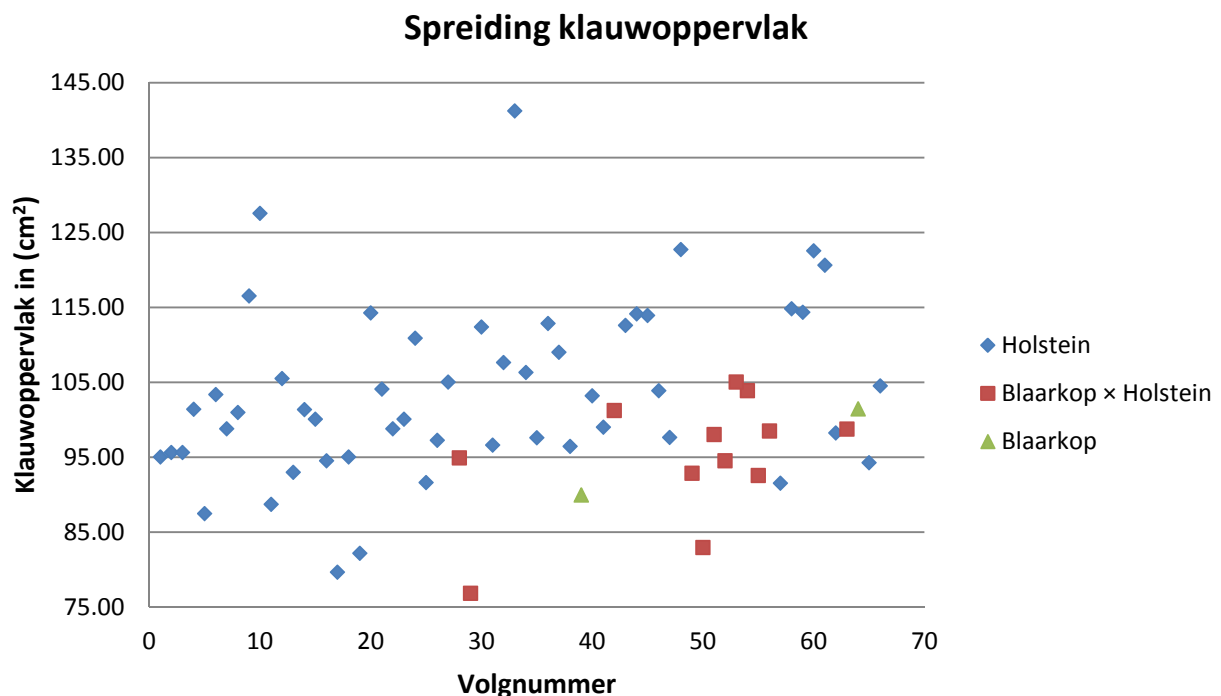
Figuur 9. Contactgebied van de klauw gedurende de vijf meetmomenten (Van der Tol e.a., 2003)

2.2.5. Verkennend onderzoek klauwoppervlak

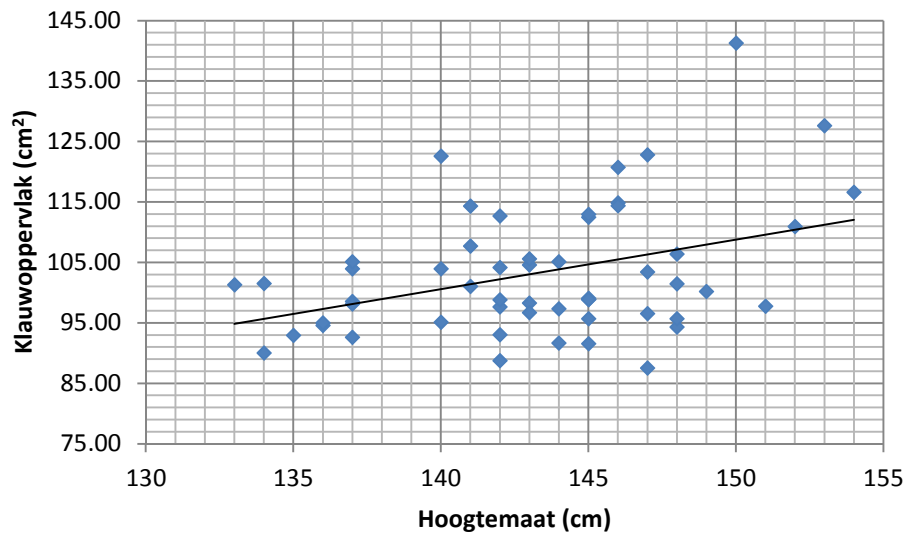
Het verkennende onderzoek naar klauwoppervlak (Van Wijngaarden, 2011) is uitgevoerd door Huib van Wijngaarden, student Dier- en Veehouderij aan de HAS Den Bosch. In dit onderzoek zijn de klauwoppervlakten van 66 koeien van VIC Zegveld onderzocht en zijn de variabelen klauwhoek, leeftijd, hoogtemaat en de stand van het achterbeen meegenomen. De onderzochte groep bestond uit 52 zuivere Holstein-Friesian koeien, 12 kruisingen van Holstein-Friesian en Groninger Blaarkop ras en 2 zuivere Groninger Blaarkoppen. De rechterachterklauw van de dieren is opgemeten. De gemeten spreiding van het klauwoppervlak is relatief groot (figuur 10).

Uit het onderzoek kwam naar voren dat het gemiddelde klauwoppervlak van de totale groep koeien 101,9 vierkante centimeter bedraagt, met een standaardafwijking van 11,3. Voor de Blaarkopkruisingen bedraagt het gemiddelde 95,1 vierkante centimeter met een standaarddeviatie van 7,6. Voor de Holsteiners kwam er een gemiddeld klauwoppervlak naar voren van 103,7 vierkante centimeter met een spreiding van 11,4. Uit dit onderzoek komt dus naar voren dat de Blaarkopkruisingen gemiddeld een kleiner klauwoppervlak hebben dan Holsteiners.

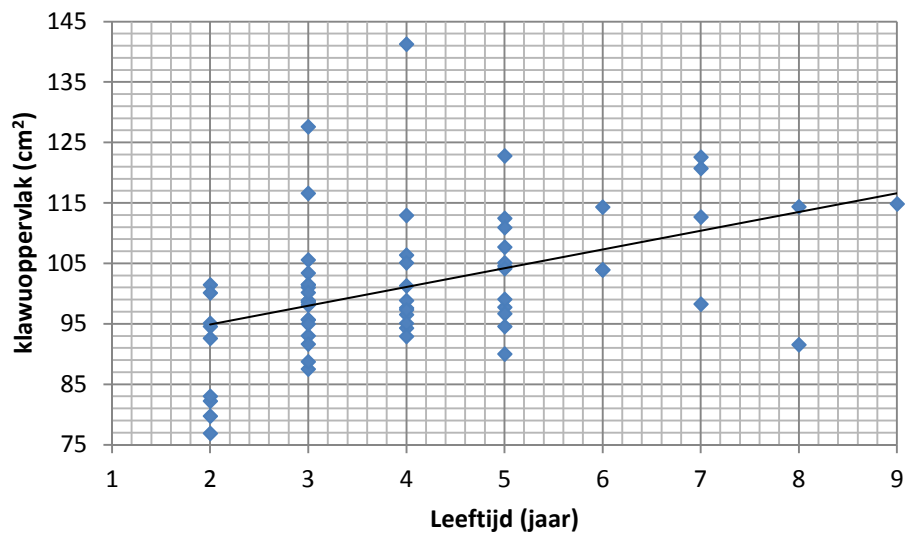
Uit het onderzoek komt ook naar voren dat er een lineair verband bestaat tussen klauwoppervlak en hoogtemaat (figuur 11), met een correlatie van 0,38 en tussen klauwoppervlak en leeftijd (figuur 12), met een correlatie van 0,45. Tussen de variabelen klauwhoek en de stand van de achterbenen in relatie tot klauwoppervlak is geen verband aangetoond (Van Wijngaarden, 2011).



Figuur 10. Spreiding van het klauwoppervlak (Van Wijngaarden, 2011).



Figuur 11. Lineaire verband klauwoppervlak en hoogtemaat (Van Wijngaarden, 2011)



Figuur 11. Lineaire verband klauwoppervlak en leeftijd (Van Wijngaarden, 2011)

3. Materiaal en Methoden

In dit hoofdstuk wordt de opzet van het onderzoek beschreven. Hierbij komen achtereenvolgens de volgende onderwerpen aan bod: de benodigde materialen, het meten en berekenen van het klauwoppervlak, het bepalen van de variabelen, het bepalen van de steekproefomvang en de statistische analyse.

3.1. Materialen

De volgende materialen en programma's zijn gebruikt bij de uitvoering van het onderzoek:

- Melkvee (koeien die gekalfd hebben op melkveebedrijven in de regio's Zuid-Holland en Utrecht);
- Klauwbekapbox;
- Schone werkkleding (overall, laarzen, handschoenen);
- Meetinstrument (figuur 12);
- Digitale camera (Samsung ES80);
- Labels;
- Whiteboardstift;
- Geijkte hoogtemeter (voor het opmeten van de hoogtemaat);
- Microsoft Office Word;
- Microsoft Office Excel;
- SPSS (Statistisch programma);
- VeeManager (Online programma van Cr-delta met de gegevens van de koeien);
- Online programma voor het bereken van het klauwoppervlak.



Figuur 12. Meetinstrument

3.1.1. Meetinstrument

Om snel en nauwkeurig een foto van de klauw te kunnen maken is er gebruik gemaakt van een zelfontworpen meetinstrument (figuur 12). Het meetinstrument is ontwikkeld in de eerste weken van dit onderzoek en getest tijdens proefmetingen op VIC Zegveld. Door de camera aan het statief te bevestigen, wordt de foto vanuit dezelfde hoek gemaakt, dit verhoogt de betrouwbaarheid van de meting. Bovendien zorgt het meetinstrument ervoor dat de foto snel gemaakt kan worden, zodat de klauwbekapper zo min mogelijk tijd verliest. De liniaal hoeft

bij het maken van de foto niet recht in beeld te komen, omdat de liniaal alleen nodig is om 10 centimeter aan te geven.

Aan beide uiteinden van het meetinstrument is een witte label bevestigd, hierop kan het nummer van de koe worden genoteerd en eventueel andere gegevens (figuur 12). Er wordt gebruik gemaakt van een whiteboard stift om de labels te beschrijven, zodat het nummer gemakkelijk kan worden uitgewist. De labels kunnen vervangen worden. Aan het meetinstrument is een draagband bevestigd, zodat het meetinstrument gemakkelijk gedragen kan worden.

3.2. Meten en berekenen klauwoppervlak

Voor het berekenen van het klauwoppervlak is gebruik gemaakt van een online programma.² Dit programma is ontwikkeld en gebruikt voor het verkennende onderzoek naar klauwoppervlak op VIC Zegveld. In het programma kan een foto van het klauwoppervlak geüpload worden. Met behulp van het aangeven van de schaalverdeling wordt het klauwoppervlak door het programma berekend.

3.2.1. Klauw

Voor het opmeten van het klauwoppervlak is de rechterachterklauw van de koe op de foto gezet. Vanwege de praktische uitvoerbaarheid is het onderzoek alleen gericht op de achterklauw. Op basis van de bestudeerde literatuur met betrekking tot klauwen en het klauwoppervlak, is er geen aanwijzing dat er significant verschil is in het klauwoppervlak van de linker- en rechterachterklauw. Om dit verder te onderbouwen is er een steekproef gedaan, door bij twintig koeien het oppervlak van zowel de linker- als rechterachterklauw op te meten. Met behulp van het statistische programma SPSS (de T-toets) is aangetoond dat er geen significant verschil is in het klauwoppervlak van de linker- en rechterachterklauw.

Op basis hiervan is er besloten om de rechterachterklauw te nemen als maat voor het oppervlak van de achterklauwen, de keuze voor rechts is willekeurig.

3.2.2. Gebruik meetinstrument

Tijdens de bedrijfsbezoeken is een foto gemaakt van de rechterachterklauw van de koe, met daarbij een liniaal voor de schaalverdeling. Om een zo nauwkeurig mogelijke foto te maken is gebruik gemaakt van het zelf ontworpen meetinstrument. Voorafgaand aan elke meting is het nummer van de koe op de label genoteerd. De liniaal van het meetinstrument wordt tegen de zool van de klauw aangelegd en vervolgens wordt de foto gemaakt.

3.2.3. Bedrijfsbezoeken

Voor het verrichten van de metingen zijn twaalf bedrijven bezocht, hiervoor zijn afspraken gemaakt met de klauwbekappers van de Agrarische Bedrijfsverzorging (AB). Voorafgaand aan een bezoek werd door de medewerkers van AB contact opgenomen met de veehouder, voor toestemming. Op de twaalf bezochte bedrijven vond koppelbehandeling plaats. Er zijn zes weken uitgetrokken voor het afleggen van de twaalf bedrijfsbezoeken. Doordat de bedrijfsbezoeken in deze zes weken werden afgelegd, zijn de bedrijven willekeurig gekozen. Voor een betrouwbaar beeld van de populatie zijn grote en kleine bedrijven bezocht. Het gemiddelde aantal koeien per bedrijf in de provincies Zuid-Holland en Utrecht bedraagt respectievelijk 71 en 67 (CRV, 2011^C). Het gemiddelde aantal koeien op de bezochte bedrijven bedraagt 68 dieren per bedrijf. Dit geeft aan dat de bedrijven wat betreft de grootte een betrouwbaar beeld van de populatie geven. Alle bedrijfsbezoeken hebben plaats gevonden bij melkveehouderijen in het veenweidegebied of de omgeving van het veenweidegebied.

² Het programma is beschikbaar via de volgende link: <http://www.wdhmedia.nl/projecten/melkvee/>

3.2.4. Bekappen

De foto van de klauw is gemaakt na het bekappen. De klauwbekappers van AB bekappen volgens de standaard (Hollandse) methode (paragraaf 2.1 van de Literatuurstudie) en maken bij het bekappen gebruik van een slijptol. Na het bijwerken van de klauw met de slijptol wordt de klauw verder afgewerkt met behulp van een bekapmes. Alle foto's zijn na het bekappen gemaakt, zodat de uitgangssituatie voor alle klauwen gelijk is. Doordat het oppervlak van de klauw na het bekappen beter zichtbaar is, kunnen de afmetingen van de klauw na het bekappen makkelijker waargenomen en verwerkt worden.

3.2.5. Berekening klauwoppervlak

De foto kan geüpload worden in het online programma. Met behulp van 6 stappen kan het klauwoppervlak worden berekend en worden de gegevens in Excel geplaatst (Bijlage I).

De eerste stap is het uploaden van de foto. Na het uploaden verschijnt de foto met daarbij het scherm waarmee de volgende stappen uitgevoerd kunnen worden. De tweede stap bestaat uit het aangeven van 10 centimeter op de foto, hiervoor wordt de liniaal gebruikt. Met behulp van het plaatsen van twee punten, met daartussen een afstand van 10 centimeter, berekent het programma de schaalverdeling. Vervolgens kan in stap drie het oppervlak van de linkerhelft van de klauw worden berekend. Dit kan door met het plaatsen van punten de omtrek van de klauw aan te geven. Deze punten geven de rand van de klauw aan en worden op gelijke afstand van elkaar geplaatst (figuur 13). Het programma berekent vervolgens het oppervlak van de linkerhelft, daarnaast wordt ook de lengte en de breedte van de linkerklauwhelft berekend. Voor het berekenen van de lengte en de breedte neemt het programma het breedste en langste deel van de klauw (figuur 13). De vierde stap is gelijk aan stap drie, alleen nu voor de rechterklauwhelft. De vijfde stap is het invoeren van de variabelen van de koe. Vervolgens worden de gegevens opgeslagen in stap zes. Tot slot kunnen de gegevens met behulp van stap zeven in Excel geladen en geopend worden.

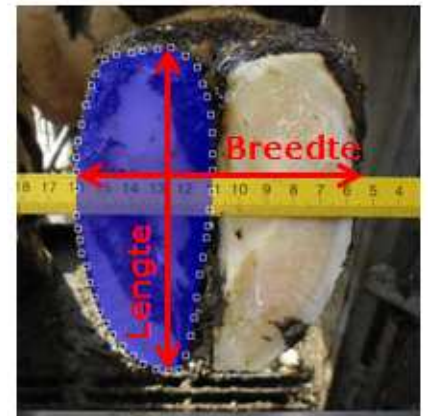
Het programma berekent de volgende afmetingen van de klauw:

- Klauwoppervlak totaal (cm²);
- Totale breedte van de klauw (cm);
- Gemiddelde lengte van de klauw (cm);
- Klauwoppervlak binnen- en buitenklauw afzonderlijk (cm²);
- Breedte van de binnen- en buitenklauw afzonderlijk (cm);
- Lengte van de binnen- en buitenklauw afzonderlijk (cm).

3.2.6. Nauwkeurigheid meting

Om het opmeten van de klauwafmetingen zo nauwkeurig mogelijk te maken, is er bij het selecteren van de foto's en het aangeven van de omtrek rekening gehouden met een aantal aspecten. Foto's die onduidelijk zijn, doordat bijvoorbeeld de liniaal niet goed af te lezen is doordat de foto wazig is, zijn niet meegenomen in het onderzoek. Koeien met een extreme klauwafwijking, waardoor de klauw geen betrouwbaar beeld geeft van de normale afmetingen, zijn niet in het onderzoek meegenomen. In geval van twijfel is overlegd met de klauwbekapper of een dergelijke klauw een representatief beeld geeft.

Om de omtrek van de klauwhelft goed aan te kunnen geven zijn er per klauwhelft minimaal 30 punten geplaatst (figuur 13). Dit geeft een betrouwbaar beeld en is relatief snel uit te voeren. Het totale oppervlak van de klauw is meegenomen in de berekening: het balgebied, de zool en de wand. Bij het aangeven van de omtrek van de klauw is dus het gehele gebied aangegeven dat de koe tijdens het lopen en staan belast of kan belasten. Eventueel



Figuur 13. Plaatsen van de punten

weggesneden gebieden worden wel in de meting van het oppervlak meegenomen, omdat er vanuit wordt gegaan dat de zool op deze gebieden weer aangroeit.

3.3. Variabelen

De variabelen die in het onderzoek worden meegenomen zijn de volgende:

- Ras;
- Koevader (afstamming);
- Leeftijd;
- Gewicht (druk);
- Hoogtemaat;
- Lactatiewaarde.

3.3.1. Bepalen van variabelen

Uit het verkennende onderzoek naar klauwoppervlak kwam naar voren dat er zowel binnen rassen als tussen rassen variatie in klauwoppervlak is (Van Wijgaarden, 2011). Dit verkennende onderzoek heeft ook aangetoond dat er een lineair verband bestaat tussen klauwoppervlak en leeftijd, en klauwoppervlak en hoogtemaat.

Op basis van deze resultaten is ervoor gekozen om het verschil tussen rassen verder te onderzoeken door verschillende rassen in het onderzoek op te nemen. Het aantal rassen en het aantal koeien per ras was afhankelijk van het aantal dieren dat op de willekeurig bezochte bedrijven aanwezig was. Het verschil binnen rassen is verder onderzocht door de variabele koevader in het onderzoek mee te nemen. Vanwege de lineaire verbanden tussen klauwoppervlak in combinatie met leeftijd en met hoogtemaat is besloten om de variabelen leeftijd en hoogtemaat ook verder te onderzoeken.

Daarnaast is de variabele lactatiewaarde opgenomen, met behulp van de lactatiewaarde is onderzocht of de melkproductie verandert bij een toenemend klauwoppervlak. De lactatiewaarde geeft aan hoe een koe presteert ten opzichte van het gemiddelde, de gemiddelde waarde is 100.

Vanwege de praktische uitvoerbaarheid van het onderzoek is het niet mogelijk om alle dieren te wegen. Het gewicht is daarom alleen meegenomen van koeien op bedrijven met een melkrobot, hierbij is het gemiddelde gewicht van de dagelijkse wegingen gehanteerd. Van de verschillende bedrijven zijn gegevens met betrekking tot de grondsoort en beweiding verzameld. Deze gegevens dienen als achtergrondinformatie bij de verschillende bedrijven.

In tabel 2 staat vermeld hoe de variabelen in het databestand worden weergegeven en op welke manier de variabelen verkregen worden. De gegevens met betrekking tot het ras, de koevader, de leeftijd, de hoogtemaat en de lactatiewaarde zijn gebaseerd op de gestandaardiseerde methoden van het CRV. In tabel 3 zijn de gegevens vermeld die per melkveehouderij verzameld worden.

Tabel 2. Gegevens per koe

Gegevens per koe	Weergave	Indeling	Bron
Ras	Percentage Rasbalk	- Holstein Friesian (HF) - Maas Rijn IJssel (MRIJ) - Fries Hollands (FH) - Groninger Blaarkop (G) - Overig	Fokkerijoverzicht ³
Leeftijd	Maanden		Fokkerijoverzicht ²
Afstamming	Naam Vader		Fokkerijoverzicht ²
Hoogtemaat	Centimeter		Exterieuruitslag ² Opgemeten
Lactatiewaarde	Gemiddelde = 100		MPR Jaaroverzicht ²
Gewicht	Kilogram		Melkrobot

Tabel 3. Gegevens melkveehouderij

Gegevens Melkveehouderij	Indeling	Bron
Grondsoort	A. Veen B. Klei op veen C. Klei D. Zand	Mondeling
Beweiding	A. Zoveel mogelijk (100%) B. Gedeeltelijk (50%) C. Niet	Mondeling

3.3.2. VeeManager

Voor het verkrijgen van de variabelen is indien mogelijk gebruik gemaakt van het programma VeeManager. Dit is een programma van de Coöperatie Rundvee Verbetering (CRV), dat via de website www.cr-delta.nl toegankelijk is. Om bij de gegevens van een melkveebedrijf te komen moet er eerst ingelogd worden, vervolgens kunnen de benodigde gegevens worden opgevraagd.

Het fokkerijoverzicht is in VeeManager te vinden onder Fokkerij: Fokkerijoverzicht. Het Fokkerijoverzicht kan vervolgens als Pdf-bestand worden opgeslagen.

In VeeManager is de exterieuruitslag van de bedrijfsinspectie te vinden onder Fokkerij: Exterieuruitslag. Vervolgens wordt er bij de meest recente keuringsdatum in de kolom Dier gekozen voor Aanwezig. Op die manier wordt van alle aanwezige dieren op het bedrijf de exterieuruitslag weergegeven. De Exterieuruitslag kan ook als Pdf-bestand worden opgeslagen.

Om de lactatiewaarde van de dieren te verkrijgen wordt er in VeeManager onder MPR gekozen voor de optie Basis en vervolgens voor het Jaaroverzicht. Ook dit document kan als Pdf-bestand opgeslagen worden.

Indien er op de bezochte bedrijven geen gebruik gemaakt werd van VeeManager, zijn met behulp van andere systemen de gegevens van de koeien verkregen.

3.4. Steekproefomvang

Om de steekproefomvang te berekenen zijn de resultaten van het verkennende onderzoek naar klauwoppervlak gebruikt. Uit dit onderzoek kwam naar voren dat het gemiddelde

³ Verkrijgbaar via VeeManager van CRV (Paragraaf 3.3.2.)

klauwoppervlak van de 66 koeien 101,9 vierkante centimeter bedraagt met een standaarddeviatie van 11,3.

Het klauwoppervlak valt, wat betreft het statistische meetniveau, onder de ratiovariabelen. Om de steekproefomvang te bepalen is daarom gebruik gemaakt van de formule die is weergegeven in figuur 14 (Buijs, 2008).

Voor het bepalen van de t-waarde is gebruik gemaakt van tabel C6 voor de t-verdeling (Buijs, 2008). Er is uitgegaan van een betrouwbaarheid van 95% en dus een rechteroverschrijdingskans van 0,025. Bij een grote steekproef komt de waarde van t dan op **1,96** uit.

De standaarddeviatie (s) van het verkennende onderzoek naar klauwoppervlak wordt gebruikt, deze bedraagt **11,3**.

De a staat voor de nauwkeurigheid van het antwoord. Er is gekozen voor een nauwkeurigheid van **1,0 cm²**. Deze keuze is gemaakt omdat het online programma het klauwoppervlak ook tot op 1 vierkante centimeter nauwkeurig uitrekt.

Het invullen van deze formule geeft een benodigde steekproefomvang van **490** dieren (Figuur 15).

$$n = \left(\frac{t \cdot s}{a} \right)^2$$

Figuur 14. Formule steekproefomvang (Buijs, 2008)

$$n = \left(\frac{1,96 \times 11,3}{1} \right)^2 = 490$$

Figuur 15. Steekproefomvang

Om een betrouwbaar resultaat te krijgen moet voor het onderzoek het klauwoppervlak van minimaal 490 koeien opgemeten worden.

3.5. Statistische analyse

Voor de statistische analyse van de variabelen is gebruik gemaakt van het programma SPSS. Klauwoppervlak is een ratiovariabele, daarom is er gebruik gemaakt van onderstaande statistische analysemethoden. In alle analysemethoden wordt uitgegaan van $\alpha = 0,05$.

3.5.1. Frequentietabel

Om de variabelen ras en koevader te kunnen analyseren is voor deze variabelen eerst een frequentietabel gemaakt, met behulp van de volgende functie in SPSS:

Analyse → Descriptive Statistics → Frequencies

In een frequentietabel wordt de frequentie van de groepen binnen een variabele vermeld. Bij de variabele ras wordt in de frequentietabel dus getoond hoe vaak elk ras binnen het onderzoek voorkomt. Aan de hand van de frequentietabel is onderzocht welke groepen binnen de variabelen ras en koevader de hoogste frequentie hebben. De groepen met de hoogste frequentie zijn verder onderzocht met behulp van de statistische analysemodellen. Op deze manier wordt voorkomen dat er een groot aantal rassen en koevaders wordt onderzocht en wordt de betrouwbaarheid van het onderzoek vergroot.

3.5.2. Kengetallen

Om de ratiovariabele klauwoppervlak en de lengte en breedte van de klauw te beschrijven zijn de volgende kengetallen berekend: het gemiddelde, de standaarddeviatie, het minimum en het maximum.

Deze kengetallen zijn verkregen door middel van het uitvoeren van de volgende stappen in SPSS:

Analyze → Descriptive Statistics → Explore

Naast het berekenen van kengetallen voor het klauwoppervlak van de totale steekproef, zijn er ook kengetallen berekend voor de verschillende rassen binnen de steekproef. Dit is uitgevoerd met behulp van de functie means:

Analyze → Compare means → Means

De afhankelijke variabele is klauwoppervlak. De onafhankelijke variabele bepaalt de groepsindeling, dit is de variabele ras.

3.5.3. Variantieanalyse

Voor het vergelijken van de gemiddelde klauwoppervlakten van de verschillende rassen is gebruik gemaakt van de variantieanalyse. De nulhypothese luidt in dit geval: 'De gemiddelde klauwoppervlakten van de verschillende rassen zijn aan elkaar gelijk, er is geen verband tussen ras en klauwoppervlak ($\alpha = 0,05$)'.

In SPSS is de variantieanalyse als volgt toegepast:

Analyze → Compare means → One-Way Anova

Het klauwoppervlak is in dit geval de afhankelijke variabele, de variabele ras vormt de factor. Met behulp van de overschrijdingskans is onderzocht of de nulhypothese klopt. Bij een overschrijdingskans groter dan $\alpha = 0,05$ klopt de nulhypothese.

Voor het vergelijken van de gemiddelde klauwoppervlakten binnen rassen is eveneens gebruik gemaakt van de variantieanalyse. Dit is onderzocht door het verband tussen klauwoppervlak en koefader te onderzoeken. Ook om het verschil in gemiddeld klauwoppervlak tussen de bedrijven te onderzoeken is gebruik gemaakt van de variantieanalyse.

3.5.4. Correlatieanalyse

De correlatieanalyse geeft een indicatie van de lineaire samenhang tussen twee variabelen. Deze analyse geeft aan in welke mate er een lineair verband is tussen twee variabelen en of dit verband positief of negatief is. In de tabel van de uitvoer van SPSS staat de correlatiecoëfficiënt vermeld, deze geeft de nauwkeurigheid van het lineaire verband aan. Een relatief hoge correlatiecoëfficiënt geeft aan dat de punten in het diagram duidelijk op een rechte lijn liggen en er een sterk verband is tussen de variabelen.

Om de samenhang tussen de variabelen leeftijd, gewicht, druk, hoogtemaat en lactatiewaarde in combinatie met klauwoppervlak te onderzoeken is eerst gebruik gemaakt van een spreidingsdiagram. Door middel van het spreidingsdiagram is onderzocht of er sprake is van een niet-lineair of een lineair verband tussen de variabelen en het klauwoppervlak. Indien er sprake was van een lineair verband is de correlatieanalyse uitgevoerd.

Om te toetsen of het lineaire verband tussen de variabelen significant is voert SPSS een t-toets uit. De nulhypothese voor de correlatie tussen klauwoppervlak en leeftijd luidt: 'De correlatiecoëfficiënt is gelijk aan nul, er is geen verband tussen klauwoppervlak en leeftijd ($\alpha = 0,05$)'.

De correlatieanalyse vindt in SPSS plaats door middel van de volgende stappen:

Analyze → Correlate → Bivariate

Met behulp van de overschrijdingskans is onderzocht of de nulhypothese klopt.

3.5.5. Regressieanalyse

Indien er sprake is van een significant lineair verband tussen klauwoppervlak en een onafhankelijke variabelen (leeftijd, gewicht, druk, hoogtemaat en lactatiewaarde), is dit verband geschat met behulp van de regressieanalyse.

De nulhypothese voor de regressieanalyse luidt: 'Alle regressiecoëfficiënten (uitgezonderd β_0) zijn gelijk aan nul ($\alpha = 0,05$)'.

Voor het uitvoeren van de regressieanalyse in SPSS zijn de volgende stappen van belang:

Analyze → Regression → Lineair

Aan de hand van de overschrijdingskans is onderzocht of de nulhypothese klopt. Met behulp van de regressiecoëfficiënten wordt de regressievergelijking voor klauwoppervlak opgesteld.

4. Resultaten

Van 852 koeien, verdeeld over dertien verschillende bedrijven, is het klauwoppervlak berekend en zijn de gegevens van de koeien in het onderzoek meegenomen. Het aantal gegevens dat per koe verzameld is, is afhankelijk van de beschikbare gegevens per bedrijf. Met behulp van statistische toetsen zijn de variabelen ras, koevader, bedrijf, leeftijd, gewicht, druk, hoogtemaat, gewicht en lactatiewaarde in relatie tot klauwoppervlak geanalyseerd. Hiervoor zijn de volgende toetsen van het statistische programma SPSS gebruikt: de variantieanalyse, de correlatieanalyse en de regressieanalyse.

4.1. Kengetallen klauwoppervlak

De variabele klauwoppervlak wordt beschreven met behulp van kengetallen voor de totale onderzochte groep dieren (852) en voor de verschillende rassen binnen deze onderzochte groep.

4.1.1. Klauwoppervlak

Het gemiddelde klauwoppervlak van de 852 onderzochte koeien bedraagt 107 vierkante centimeter, het oppervlak varieert van 77 tot 153 vierkante centimeter. De standaarddeviatie bedraagt 12 vierkante centimeter. De gemiddelde breedte van de klauw 11,1 en lengte 12,3 centimeter, met respectievelijk een standaarddeviatie van 0,78 en 0,72 centimeter. De breedte van de klauw varieert van 9,2 tot 15,9 en de lengte van 10,2 tot 15,6 centimeter.

4.1.2. Klauwoppervlak per ras

Naast 533 raszuivere Holstein Friesians (HF), kwamen de volgende kruisingen het meest voor in het onderzoek: Groninger Blaarkop (G), Fries Hollands (FH), Maas Rijn IJssel (MRIJ) en Montbéliarde (MON). De kengetallen met betrekking tot het gemiddelde klauwoppervlak, de standaarddeviatie, het minimum en het maximum per ras zijn in tabel 4 opgenomen.

Tabel 4. Kengetallen per ras

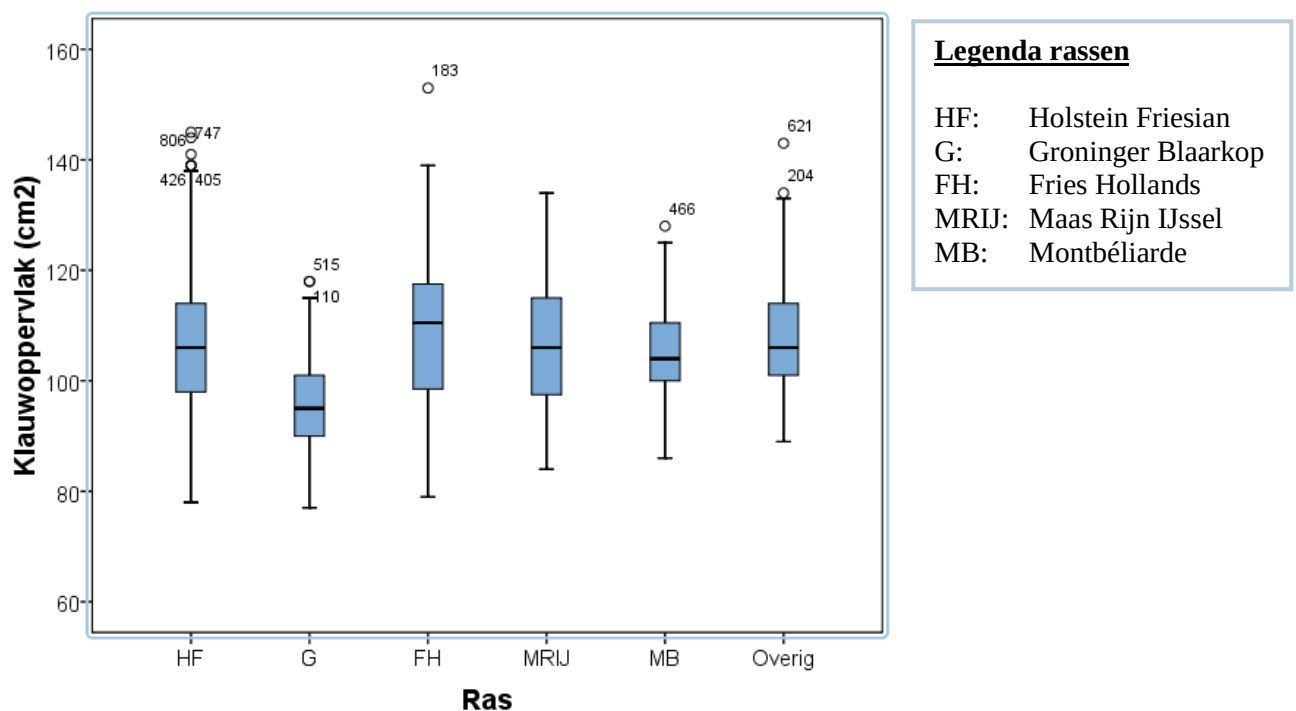
Ras	Aantal koeien	Gemiddelde klauwoppervlak (cm ²)	Standaarddeviatie (cm ²)	Minimum (cm ²)	Maximum (cm ²)
HF	533	107	12	78	145
G	31	96	10	77	118
FH	32	110	17	79	153
MRIJ	59	107	12	84	134
MON	44	105	9	86	128
Overig	153	108	10	89	143
Totaal	852	107	12	77	153

4.2. Variantieanalyse

De variantieanalyse wordt gebruikt om te onderzoeken of de gemiddelden van twee of meer onafhankelijke groepen aan elkaar gelijk zijn. Deze statistische toets is gebruikt om het gemiddelde klauwoppervlak binnen de variabelen ras, koevader (afstamming) en bedrijf te onderzoeken. De klauwafmetingen per ras zijn met de variantieanalyse vergeleken. De nulhypothese stelt dat gemiddelden van de verschillende groepen aan elkaar gelijk zijn en er geen verband is.

4.2.1. Ras

Voor de in tabel 5 vermelde rassen is per groep het gemiddelde klauwoppervlak berekend en zijn de gemiddelden met elkaar vergeleken door middel van de variantieanalyse. De nulhypothese voor deze analyse luidt: 'Het gemiddelde klauwoppervlak van de verschillende rassen is aan elkaar gelijk, er is geen verband tussen ras en klauwoppervlak ($\alpha=0,05$). Uit de variantieanalyse komt naar voren dat de overschrijdingskans 0,000 bedraagt, deze waarde is kleiner dan de α van 0,05, dit houdt in dat de nulhypothese niet klopt. Er is dus wel verband tussen ras en klauwoppervlak, de gemiddelde klauwoppervlakten van de verschillende rassen zijn niet allemaal aan elkaar gelijk (figuur 14). Om dit verder te analyseren zijn de verbanden tussen de rassen onderling verder onderzocht. Hieruit blijkt dat er significant verschil in klauwoppervlak is tussen de Groninger Blaarkop en de overige vier rassen. Het gemiddelde klauwoppervlak van de Groninger Blaarkop is significant kleiner dan het gemiddelde klauwoppervlak van de andere vier rassen.

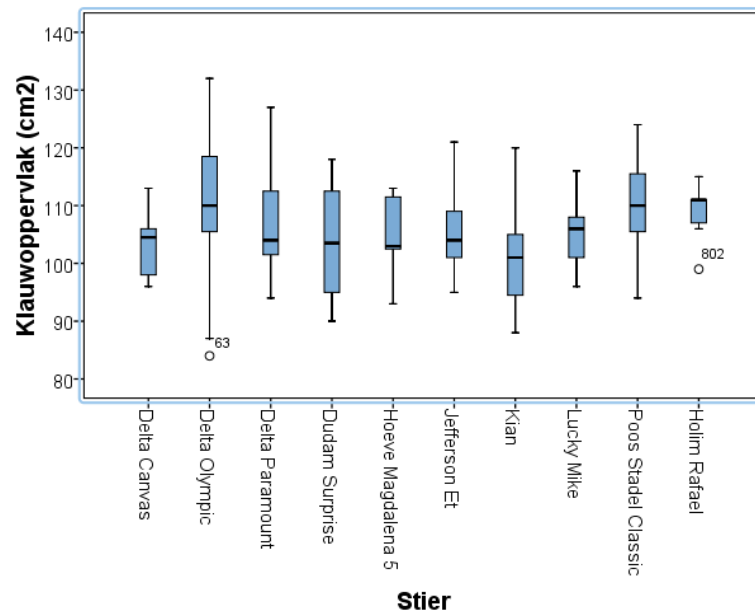


Figuur 14. Gemiddelde klauwoppervlak per ras

4.2.2. Koevader

Om te onderzoeken of de afstamming van een koe invloed heeft op het klauwoppervlak, zijn de gegevens van 131 koeien van tien verschillende koevaders vergeleken (figuur 15). Deze koevaders zijn Holstein Friesians, waarvan twee roodbont. Met de variantieanalyse zijn de gemiddelde klauwoppervlakten tussen de koevaders vergeleken. De nulhypothese hierbij luidt: 'De gemiddelde klauwoppervlakten van de dochters van verschillende koevaders zijn aan elkaar gelijk, er is geen verband tussen afstamming en klauwoppervlak ($\alpha=0,05$)'. De kans dat de nulhypothese klopt is 0,022, dit is kleiner dan α van 0,05, de nulhypothese wordt verworpen. Uit de variantieanalyse komt dus naar voren dat het gemiddelde klauwoppervlak van de dochters van verschillende koevaders verschilt, er is significant verband tussen de koevader en het klauwoppervlak.

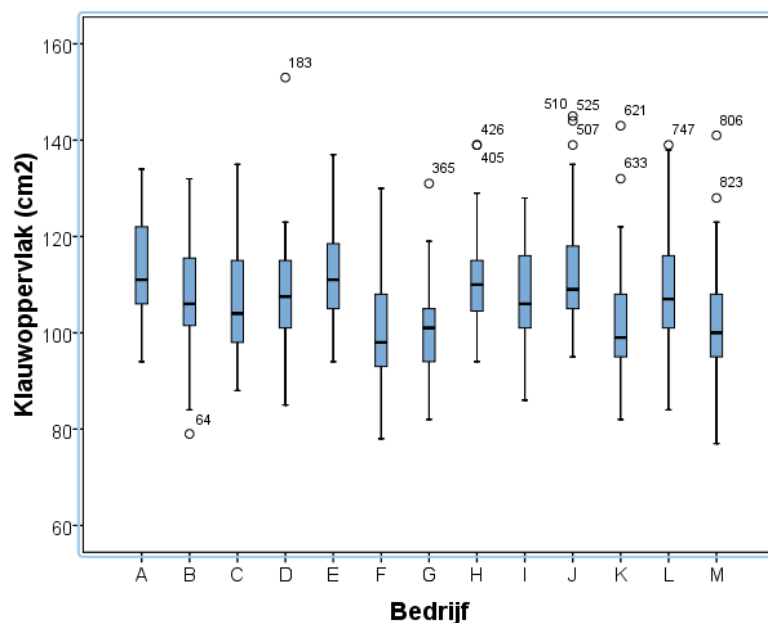
20 juni 2012



Figuur 15. Gemiddelde klauwoppervlak per stier

4.2.3. Bedrijf

Met behulp van de variantieanalyse zijn de gemiddelde klauwoppervlakten van de dertien bedrijven ook onderling vergeleken. Hierbij is de volgende nulhypothese opgesteld: ‘De gemiddelde klauwoppervlakten van de verschillende bedrijven zijn aan elkaar gelijk, er is geen verband tussen bedrijf en klauwoppervlak ($\alpha=0,05$). Met een overschrijdingskans van 0,000 als uitkomst van de variantieanalyse, wordt de nulhypothese verworpen. Tussen de verschillende bedrijven is er significant verschil in het gemiddelde klauwoppervlak van de koeien (figuur 16). Uit de variantieanalyse blijkt dat er ook significant verschil is in de gemiddelde leeftijd tussen de bedrijven (tabel 5). De overschrijdingskans voor deze analyse bedraagt 0,000.



Figuur 16. Gemiddelde klauwoppervlak per bedrijf

Tabel 5. Gemiddeld klauwoppervlak en gemiddelde leeftijd per bedrijf

Bedrijf	Gemiddelde oppervlak	Gemiddelde leeftijd
A	112	4,5
B	107	4,4
C	107	4,6
D	108	5,4
E	112	6,6
F	101	4,5
G	101	5,1
H	110	4,4
I	108	4,9
J	112	4,9
K	101	3,9
L	109	5,2
M	102	4,3

4.2.4. Klauwafmetingen per ras

Wat betreft de gemiddelde breedte en lengte van de klauw, zijn er verschillen tussen rassen (tabel 6). Voor de lengte en breedte van de klauw, is met behulp van de variantieanalyse aangetoond dat er significant verband is tussen de lengte en breedte van de klauw en het ras. De overschrijdskans hiervoor bedraagt respectievelijk 0,000 en 0,025.

De Blaarkop heeft een significant smallere klauw dan de overige vier rassen. Het Fries Hollands ras heeft een significant langere klauw.

Tabel 6. Lengte en breedte per ras

Ras	Lengte (cm)	Breedte (cm)
HF	12,3	11,1
G	12,0	10,5
FH	12,5	11,2
MRIJ	12,2	11,2
MON	12,2	11,0
Overig	12,5	11,1
Totaal	12,3	11,1

4.3. Correlatie- en regressieanalyse

Met behulp van de correlatieanalyse is getoetst of er significante lineaire verbanden zijn tussen de variabelen leeftijd, gewicht, druk (klauwoppervlak in combinatie met gewicht), hoogtemaat en lactatiewaarde in relatie tot klauwoppervlak en tussen de variabelen onderling. Vervolgens is door middel van het uitvoeren van de regressieanalyse het verband tussen de variabelen geschat. De algemene nulhypothese voor de correlatieanalyse is als volgt: ‘De correlatiecoëfficiënt is gelijk aan nul, er is geen verband ($\alpha=0,05$)’. Voor de regressieanalyse geldt een andere nulhypothese namelijk: ‘Alle regressiecoëfficiënten (uitgezonderd B_0) zijn gelijk aan nul ($\alpha=0,05$)’.

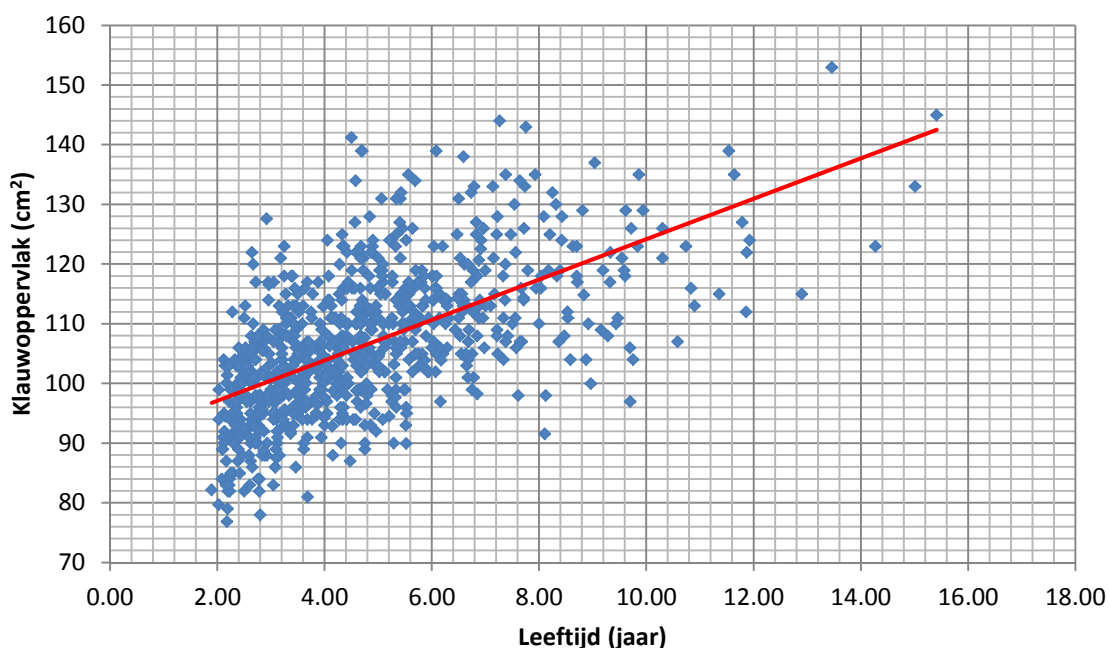
4.3.1. Leeftijd en klauwoppervlak

Van 790 koeien is de leeftijd bekend, deze zijn meegenomen in de analyse. Om te toetsen of er een significant lineair verband is tussen leeftijd en klauwoppervlak wordt er gebruik gemaakt van de correlatieanalyse. De nulhypothese voor de correlatie tussen klauwoppervlak

en leeftijd luidt als volgt: ‘De correlatiecoëfficiënt is gelijk aan nul, er is geen verband tussen klauwoppervlak en leeftijd ($\alpha=0,05$)’. Met een overschrijdingskans van 0,000 als uitkomst van de correlatieanalyse wordt deze nulhypothese verworpen. Uit de correlatieanalyse blijkt dat er een significant lineair verband is tussen de leeftijd en het klauwoppervlak van de koe, met een correlatiecoëfficiënt van 0,59 (figuur 17).

Om het verband tussen leeftijd en klauwoppervlak te schatten wordt er gebruik gemaakt van de regressieanalyse. Voor de regressieanalyse is de volgende nulhypothese opgesteld: ‘Alle regressiecoëfficiënten (uitgezonderd B_0), voor het verband tussen klauwoppervlak en leeftijd, zijn gelijk aan nul ($\alpha=0,05$)’. De overschrijdingskans bedraagt 0,000, daarmee wordt de nulhypothese dus verworpen. Met behulp van de regressieanalyse is de volgende regressievergelijking opgesteld voor het verband tussen leeftijd en klauwoppervlak: $\text{klauwoppervlak} = 90,76 + 3,33 \times \text{leeftijd}$.

De correlatiecoëfficiënt voor het verband tussen leeftijd en klauwoppervlak verschilt per ras (tabel 7). De in verhouding lagere correlatiecoëfficiënt van het Blaarkop ras (0,49) geeft aan dat het verband tussen klauwoppervlak en leeftijd voor de Blaarkop minder sterk is dan voor de overige rassen. Voor het Fries Hollands ras is er met een correlatiecoëfficiënt van 0,71, juist sprake van een sterker verband tussen de variabelen klauwoppervlak en leeftijd dan bij de andere vier rassen. Volgens de correlatieanalyse speelt de leeftijd bij Blaarkoppen een minder belangrijke rol in het bepalen van het klauwoppervlak dan bij de overige rassen. Bij het Fries Hollands ras speelt de leeftijd een grotere rol in het bepalen van het klauwoppervlak, dan bij de andere vier rassen.



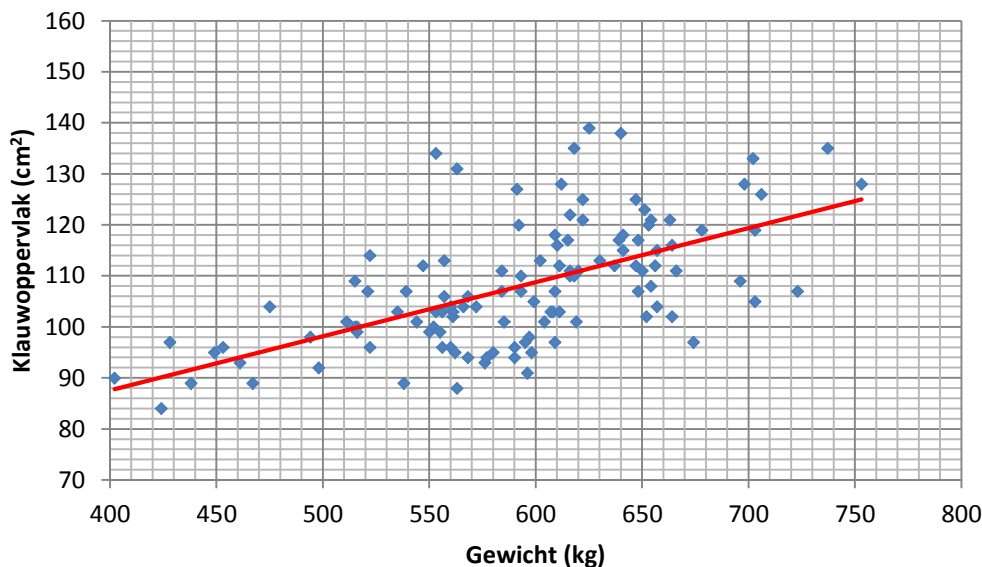
Figuur 17. Verband leeftijd en klauwoppervlak

Tabel 7. Correlatiecoëfficiënt verband leeftijd en klauwoppervlak per ras

Ras	Gemiddelde leeftijd	Standaarddeviatie	Correlatiecoëfficiënt	Overschrijdingskans regressie
HF	4,7	2,1	0,57	0,000
G	3,7	1,4	0,49	0,005
FH	5,7	2,9	0,71	0,000
MRIJ	5,0	2,1	0,65	0,000
MON	4,1	1,8	0,63	0,000

4.3.2. Gewicht en klauwoppervlak

Voor het gewicht is gebruik gemaakt van het gemiddelde gewicht dat door de melkrobot is geregistreerd, op twee bedrijven was een melkrobot aanwezig. In totaal is van 117 koeien het gewicht meegenomen in de analyse. Met een overschrijdingskans van 0,000 van de correlatieanalyse, is aangetoond dat er significant lineair verband is tussen gewicht en klauwoppervlak, met een correlatiecoëfficiënt van 0,60 (figuur 18). Ook de overschrijdingskans van de regressieanalyse bedraagt 0,000. De bijbehorende regressievergelijking is als volgt: $\text{klauwoppervlak} = 45,23 + 0,11 \times \text{gewicht}$.



Figuur 18. Verband gewicht en klauwoppervlak

4.3.2.1. Gewicht en leeftijd

Tussen gewicht en leeftijd is er sprake van een significant lineair verband, met een correlatiecoëfficiënt van 0,63 (overschrijdingskans = 0,000). Deze correlatiecoëfficiënt geeft aan dat het verband positief is, er is dus sprake van een stijgende lijn. De bijbehorende regressievergelijking bedraagt: $\text{gewicht} = 496 + 19,5 \times \text{leeftijd}$. De relatief hoge correlatiecoëfficiënt geeft aan dat de meetpunten de rechte lijn van de regressievergelijking benaderen.

4.3.2.2. Verband tussen klauwoppervlak, gewicht en leeftijd

Van 116 koeien is zowel het gewicht als de leeftijd bekend. Voor deze groep is een regressieanalyse uitgevoerd waarbij het verband onderzocht is tussen het klauwoppervlak als afhankelijke variabele en gewicht en leeftijd als onafhankelijke variabelen. De overschrijdingskans van de regressieanalyse bedraagt 0,000, er is dus sprake van een significant lineair verband, met een correlatiecoëfficiënt van 0,67. Dit geeft aan dat er sprake is van een positief verband, waarbij de meetpunten de regressielijn benaderen.

Uit de regressieanalyse komt de volgende vergelijking: $\text{klauwoppervlak} = 61,15 + 0,06 \times \text{gewicht} + 2,25 \times \text{leeftijd}$. In de uitslag van de regressievergelijking worden ook gestandaardiseerde regressiecoëfficiënten weergegeven. Deze coëfficiënten geven een inschatting van het belang van de verschillende variabelen aan. Voor leeftijd bedraagt de gestandaardiseerde regressiecoëfficiënt 0,41 en voor gewicht 0,34. Dit geeft aan dat leeftijd een belangrijkere rol speelt in het bepalen van het klauwoppervlak dan gewicht.

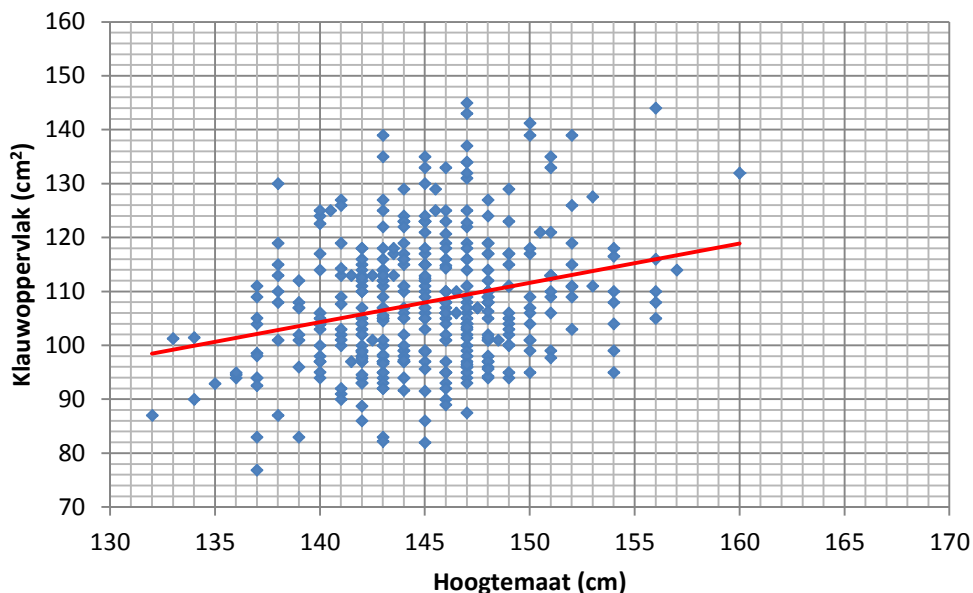
4.3.2.3. Druk en leeftijd

Van 116 koeien is het gemiddelde gewicht geregistreerd, met behulp van dit gewicht en het klauwoppervlak is de druk per vierkante centimeter uitgerekend. Vervolgens is het verband tussen druk en leeftijd geanalyseerd met de correlatieanalyse. De overschrijdingskans voor deze analyse bedraagt 0,415, dit geeft aan dat de nulhypothese klopt: er is geen verband tussen de variabelen leeftijd en druk.

4.3.3. Hoogtemaat en klauwoppervlak

In totaal is van 401 koeien de hoogtemaat meegenomen in de analyse. Uit de correlatieanalyse komt een overschrijdingskans van 0,000, er is dus significant lineair verband tussen hoogtemaat en klauwoppervlak (figuur 19). De correlatiecoëfficiënt voor dit verband bedraagt 0,26. Ook de uitkomst van de regressieanalyse bedraagt een overschrijdingskans van 0,000, de regressiecoëfficiënten zijn dus niet gelijk aan nul. Uit de regressieanalyse komt naar voren dat het verband tussen hoogtemaat en klauwoppervlak als volgt kan worden weergegeven: $\text{klauwoppervlak} = 1,51 + 0,73 \times \text{hoogtemaat}$.

Per ras verschilt de correlatiecoëfficiënt, het verband tussen hoogtemaat en klauwoppervlak is niet voor alle rassen significant (tabel 8).



Figuur 19. Verband hoogtemaat en klauwoppervlak

Tabel 8. Correlatiecoëfficiënt verband hoogtemaat en klauwoppervlak per ras

Ras	Gemiddelde hoogtemaat	Standaarddeviatie	Correlatiecoëfficiënt	Overschrijdingskans regressie
HF	146	3,9	0,24	0,000
G	137	3,9	0,53	0,035
FH	146	3,5	0,44	0,065
MRIJ	143	3,2	0,49	0,057
MON	-	-	-	-

4.3.3.1. Verband tussen klauwoppervlak, leeftijd en hoogtemaat

Voor het verband tussen de afhankelijke variabele klauwoppervlak en de onafhankelijke variabelen leeftijd en hoogtemaat voor 371 koeien, bedraagt de overschrijdingskans 0,000. Er is dus sprake van een significant lineair verband tussen deze variabelen, de correlatiecoëfficiënt bedraagt 0,63. Het verband kan worden weergegeven in een regressievergelijking: $\text{klauwoppervlak} = -20,57 + 0,78 \times \text{hoogtemaat} + 3,22 \times \text{leeftijd}$. De gestandaardiseerde coëfficiënten bedragen 0,57 voor leeftijd en 0,28 voor hoogtemaat. Per ras verschillen de coëfficiënten voor het verband tussen klauwoppervlak, leeftijd en hoogtemaat (tabel 9). Dit geeft aan dat voor het Fries Hollands ras de variabelen leeftijd en hoogtemaat een bijna gelijke rol spelen in het bepalen van het klauwoppervlak, in tegenstelling tot de Blaarkop waarvoor de variabele leeftijd het klauwoppervlak in hogere mate bepaald dan de factor hoogtemaat.

Tabel 9. Verband tussen klauwoppervlak, leeftijd en hoogtemaat per ras

Ras	Overschrijdingskans	Gestandaardiseerde regressiecoëfficiënt		
		Correlatiecoëfficiënt	Leeftijd	Hoogtemaat
HF	0,000	0,61	0,56	0,25
G	0,008	0,73	0,60	0,20
FH	0,020	0,64	0,46	0,41
MRIJ	0,003	0,76	0,60	0,37

4.3.4. Lactatiewaarde en klauwoppervlak

De lactatiewaarde is voor 469 koeien bekend. Om het verband tussen lactatiewaarde en klauwoppervlak te onderzoeken, is de correlatieanalyse uitgevoerd voor elk bedrijf apart (tabel 10). Hieruit komt naar voren dat de overschrijdingskans bij bedrijf J kleiner is dan de α van 0,05. Bij dit bedrijf is er dus sprake van een positief significant lineair verband tussen lactatiewaarde en klauwoppervlak, de correlatiecoëfficiënt bedraagt hier 0,37. Bij de overige bedrijven is de overschrijdingskans groter dan 0,05, bij deze bedrijven is er geen verband tussen lactatiewaarde en klauwoppervlak. Er is geen verklaring waarom er voor bedrijf J een (positief) significant verband is tussen klauwoppervlak en lactatiewaarde.

Tabel 10. Lactatiewaarde en klauwoppervlak per bedrijf

Bedrijf	Correlatiecoëfficiënt	Overschrijdingskans regressie
A	0,37	0,289
B	0,22	0,466
C	0,10	0,613
D	0,03	0,871
E	0,23	0,142
F	0,01	0,973
G	0,03	0,847
H	0,02	0,943
I	0,02	0,923
J	0,37	0,006
K	0,36	0,125
L	0,16	0,258
M	0,09	0,502

5. Discussie

De discussie is opgedeeld in twee delen. Allereerst wordt er gereflecteerd op de manier waarop het onderzoek is uitgevoerd. In het tweede deel worden de resultaten van het onderzoek bediscussieerd.

5.1. Discussie met betrekking tot onderzoeksmethode

Voor het uitvoeren van het onderzoek is er, voortgebouwd op het verkennende onderzoek naar klauwoppervlak (Van Wijngaarden, 2011), een nieuwe meetmethode ontwikkeld. Bij het opstellen van deze meetmethode is getracht de betrouwbaarheid van de meting zo goed mogelijk te waarborgen. Toch zijn er een aantal aandachtspunten die de betrouwbaarheid van de meetmethode kunnen beïnvloeden. Een aandachtspunt is dat de meetmethode niet gevalideerd is. Daarnaast wordt het aangeven van de omtrek van het klauwoppervlak op de foto met de hand uitgevoerd, dit beïnvloedt de nauwkeurigheid van de meting. Ook de manier van bekappen kan de nauwkeurigheid van de metingen beïnvloeden, omdat dit eveneens handwerk is.

Door de praktische keuze om alleen de rechterachterklauw per koe op te meten, wordt de betrouwbaarheid van het onderzoek beïnvloed. Uit de analyse met behulp van de statistische T-toets van twintig koeien blijkt dat er geen significant verschil is in het oppervlak van de linker- en rechterklauw. Dit is echter een kleine steekproef, waardoor deze resultaten slechts een indicatie geven. Onderzoek van *Van der Tol et al* (2002) geeft aan dat bij stilstand het verschil in druk tussen de linker- en rechterklauwen verwaarloosbaar is. Deze resultaten geven een aanwijzing dat het verschil in oppervlak tussen de linker- en rechterklauwen eveneens verwaarloosbaar is.

De gemeten en onderzochte oppervlakten van de achterklauw geven geen reden om aan te nemen dat er voor het oppervlak van de voorklauw dezelfde verbanden bestaan. Het onderzoek van *Van der Tol et al* (2003), toont aan dat er verschil is in drukverdeling tussen de voor- en achterklauwen tijdens het lopen. Daarnaast wijst onderzoek van *Van der Tol* (2003) uit dat het maximale contactgebied van de voorklauw tijdens het lopen (van 54 vierkante centimeter) groter is dan dat van de achterklauw (van 47 vierkante centimeter). Dit geeft aan dat de gevonden resultaten met betrekking tot het gemiddelde klauwoppervlak van de achterklauw niet direct toegepast kunnen worden voor de voorklauw, er is apart onderzoek nodig voor de voorklauw.

Voor een betrouwbaar resultaat is een steekproefomvang van minimaal 490 koeien nodig. In totaal is het klauwoppervlak van 852 koeien opgemeten en zijn de gegevens van deze koeien verzameld. Van een deel van de koeien waren gegevens onbekend, dit heeft tot gevolg dat niet voor alle variabelen meer dan 490 koeien in het onderzoek meegenomen zijn.

Voor de variabele ras zijn er per ras, met uitzondering van het Holstein Friesian ras, kleine groepen dieren onderzocht. Met name voor de Groninger Blaarkop en het Fries Hollands ras zijn er kleine aantallen, respectievelijk 31 en 32 dieren meegenomen in de analyse. Deze kleine aantallen dieren geven een minder betrouwbaar beeld van het gemiddelde klauwoppervlak per ras. Een ander aandachtspunt is dat de onderzochte koeien binnen deze rassen kruislingen zijn, met uitzondering van de Holstein Friesians. Het onderzoek geeft dus geen betrouwbaar beeld van het gemiddelde klauwoppervlak van raszuivere dieren. Van de Holstein Friesian koeien geeft het onderzoek wel een betrouwbaar beeld van raszuivere koeien (533 onderzochte dieren). Uit de variantieanalyse komt naar voren dat de Groninger Blaarkop een significant kleiner gemiddeld oppervlak heeft dan de overige vier rassen. Het verschil in oppervlak tussen de Blaarkop en het gemiddelde van alle vijf rassen bedraagt 11 vierkante centimeter. De overige rassen vertonen bij een eveneens kleine groep dieren geen

significante afwijking van het gemiddelde. Aan de hand van deze analyse blijkt, ondanks het geringe aantal dieren, dat er een duidelijke aanwijzing is dat de Blaarkop gemiddeld een kleiner klauwoppervlak heeft dan de overige vier rassen. Het verschil in klauwoppervlak tussen de Blaarkop en de overige rassen kan echter gedeeltelijk veroorzaakt zijn door de gemiddelde lagere leeftijd van de Blaarkop van 3,7 jaar ten opzichte van de gemiddelde leeftijd van de overige rassen van 4,7 jaar.

Wat betreft de afstamming is er ook met kleine groepen per koevader gewerkt, namelijk gemiddeld 13 dochters per stier. Bovendien wordt de afstamming niet alleen door de koevader, maar ook door de moeder bepaald. De moederdieren konden echter niet in het onderzoek meegenomen worden, omdat deze per dier verschillen. Dit leidt ertoe dat de betrouwbaarheid van de variantieanalyse om het verband tussen afstamming en klauwoppervlak te onderzoeken beperkt is. De variantieanalyse geeft dus een indicatie dat de gemiddelde klauwoppervlakten van de dochters per stier verschillen.

Uit de variantieanalyse met betrekking tot het klauwoppervlak per bedrijf blijkt dat er significant verschil is in het gemiddelde klauwoppervlak per bedrijf. Dit kan gedeeltelijk verklaard worden door de diverse rassen en kruisingen die er op de verschillende bedrijven worden gehouden. Een andere verklaring kan gezocht worden in de gemiddelde leeftijd per bedrijf, deze verschilt significant. Bovendien kan ook de milieu-invloed een rol spelen in het verschil in klauwoppervlak tussen verschillende bedrijven.

Met de correlatieanalyse is aangetoond dat er significant verband is tussen klauwoppervlak en leeftijd. Voor deze analyse zijn de gegevens van 790 koeien gebruikt, dit geeft dus een betrouwbaar beeld. Het aangetoonde lineaire verband tussen klauwoppervlak en leeftijd geldt echter voor de onderzochte groep, namelijk melkvee met een leeftijd vanaf twee jaar. Er is niet onderzocht of het lineaire verband en de bijbehorende regressievergelijking ook voor dieren met een leeftijd tot twee jaar gelden. Dit is onwaarschijnlijk omdat een pasgeboren kalf (0,0 jaar) volgens de regressievergelijking gemiddeld een klauwoppervlak van 91 vierkante centimeter zou moeten hebben.

Het gewicht is bekend voor 117 koeien, voor de variabelen gewicht en druk is er dus sprake van een kleiner aantal dieren, dit geeft een minder betrouwbaar beeld. De verbanden die worden onderzocht met behulp van de variabelen gewicht en druk zijn wel in het onderzoek meegenomen, omdat deze een indicatie geven van de betreffende verbanden. Het resultaat van deze analyses voldoet echter niet aan de vereiste betrouwbaarheid. Voor het verband tussen leeftijd en gewicht geldt ook dat dit alleen is onderzocht bij melkvee met een leeftijd vanaf twee jaar. Het verband tussen leeftijd en gewicht voor dieren onder de twee jaar is niet onderzocht.

Voor de hoogtemaat zijn 401 koeien meegenomen in de analyse, dit aantal voldoet niet aan de 490 voor een betrouwbaar resultaat, maar benadert dit wel. Het verband tussen hoogtemaat en klauwoppervlak is voor de totale onderzochte groep koeien wel significant, maar niet voor alle rassen binnen deze groep. Dit geeft aan dat het verband niet sterk is. Daarnaast is ook de correlatiecoëfficiënt van 0,26 laag, dit geeft aan dat de punten niet duidelijk op een rechte lijn liggen, er is dus sprake van een licht verband tussen de variabelen hoogtemaat en klauwoppervlak.

Voor 469 koeien is de lactatiewaarde in relatie tot het klauwoppervlak onderzocht, dit benadert de 490 koeien die nodig zijn voor een betrouwbaar resultaat. Het verband tussen lactatiewaarde en klauwoppervlak is niet voor de totale groep dieren onderzocht, maar per bedrijf, omdat de lactatiewaarde bedrijfsgebonden is. Voor twaalf van de dertien bedrijven geeft de correlatieanalyse aan dat er geen verband is tussen klauwoppervlak en lactatiewaarde, hierdoor kan aangenomen worden dat er voor de totale groep geen verband is tussen deze variabelen.

Voor zover bekend is het VIC de enige organisatie die onderzoek uitvoert naar de mogelijkheden voor selectie op klauwoppervlak. Met betrekking tot selectie op klauwoppervlak is alleen het verkennende onderzoek beschikbaar als literatuur. Vanwege deze beperkte hoeveelheid beschikbare literatuur, is er ook literatuur van andere onderzoeken met betrekking tot de klauwen bestudeerd. Deze onderzoeken hebben hoofdzakelijk als doel het onderzoeken van de klauwgezondheid. De literatuur die hiervan bestudeerd is, benadert het onderwerp dus op een andere manier, dit leidt ertoe dat niet alle literatuur direct vergeleken kan worden met het huidige onderzoek naar klauwoppervlak. Bij de beschikbare onderzoeken waarin het klauwoppervlak is berekend, is er gebruik gemaakt van andere methoden om de klauwen of het klauwoppervlak op te meten. De methode die is ontwikkeld om het huidige onderzoek op te stellen, is in navolging van het verkennende onderzoek zelf opgesteld. Als direct vergelijkingsmateriaal, waarbij dezelfde methode is toegepast, kan het huidige onderzoek dus alleen vergeleken worden met het verkennende onderzoek naar de mogelijkheden voor selectie op klauwoppervlak. Wat betreft de overige literatuur met betrekking tot klauwen wordt er wel een vergelijking gemaakt met het huidige onderzoek, maar deze onderzoeken zijn niet direct te vergelijken.

Er is in de literatuur nog weinig bekend over het klauwoppervlak en de invloed van variabelen op het klauwoppervlak. Mogelijk zijn er naast de variabelen die in dit onderzoek zijn meegenomen ook nog andere factoren van invloed op het klauwoppervlak. Dit kunnen zowel fenotypische als genotypische factoren zijn. Een voorbeeld van invloed van het genotype op het klauwoppervlak zou de klauwverdeling (binnen- en buitenklauw) kunnen zijn. Fenotypisch kan het klauwoppervlak bijvoorbeeld beïnvloed worden door de huisvesting, (vloertype), of door de voeding (gedurende de opfok).

Ook kan het zijn dat variabelen die wel in het onderzoek zijn meegenomen andere variabelen (indirect) beïnvloeden. Zo kan het verschil in gemiddeld gewicht invloed hebben op de verschillen in klauwoppervlak tussen rassen.

5.2. Discussie met betrekking tot resultaten

In 1983 is door *Hahn et al* onderzoek gedaan, waarbij het klauwoppervlak berekend is met behulp van een formule waarin de breedte- en lengtematen van de klauw zijn verwerkt. Het klauwoppervlak is dus niet direct opgemeten, maar er is een schatting gemaakt met behulp van deze formule. Het klauwoppervlak van de achterklauw dat bij dit onderzoek is gemeten, bedraagt 80,3 vierkante centimeter voor vaarzen, 92,8 vierkante centimeter voor koeien in de eerste lactatie en 98,3 vierkante centimeter voor koeien in de tweede lactatie. Deze oppervlakten komen niet overeen met het gemiddelde klauwoppervlak dat uit het huidige onderzoek komt. Dit kan verklaard worden door het verschil in meetmethode tussen beide onderzoeken, waarbij in het onderzoek van *Hahn et al* niet hetzelfde oppervlak is gemeten als met de huidige methode.

In het onderzoek van *Hahn et al* is geen significant verband aangetoond tussen de variabelen stier, koppel en leeftijd in relatie tot het klauwoppervlak van de achterklauw. Tussen de variabelen koppel en leeftijd in relatie tot klauwoppervlak van de voorklauw is echter wel significant verband aangetoond. In het onderzoek van *Hahn et al* is wel verband gevonden tussen de variabelen en het oppervlak van de voorklauw, dit duidt aan dat er wel verbanden bestaan tussen de variabelen en het klauwoppervlak. Deze verbanden zijn in het onderzoek van *Hahn et al* echter niet naar voren gekomen voor de achterklauw.

In het huidige onderzoek is significant verband aangetoond tussen bedrijf (koppel), leeftijd en stier in relatie tot het oppervlak van de achterklauw. De uitkomst van het onderzoek van *Hahn et al* wijkt dus af van de huidige bevinden. Dit kan eveneens gedeeltelijk veroorzaakt zijn door het verschil in meetmethode.

Het onderzoek van *Baird et al* uit 2009 heeft met behulp van metingen aan de rechterachterklauw aangetoond dat de lengte en breedte van de achterklauw significant worden beïnvloed door ras en productiesysteem. Voor het onderzoek van *Baird et al* werd de lengte van de zool van de rechterbuitenklauw opgemeten, de klauwbreedte bedraagt de breedte van de binnen- en buitenklauw. Uit het huidige onderzoek komt eveneens naar voren dat er significant verschil is in klauwlengte en breedte tussen rassen.

Het onderzoek van *Baird et al* geeft een gemiddelde klauwlengte voor Holsteins van 13,57 en klauwbreedte van 10,51 centimeter. Uit het recente onderzoek naar klauwoppervlak komt een gemiddelde klauwlengte voor Holsteins van 12,3 en klauwbreedte van 11,1 centimeter. Het verschil van beide onderzoeken kan verklaard worden door de gebruikte meetmethode. In het onderzoek van *Baird et al* is als lengtemaat de lengte gemeten van de rechterbuitenklauw, in dit onderzoek is de gemiddelde lengtemaat genomen van de binnen- en buitenklauw. Bovendien is in het onderzoek van *Baird et al* niet expliciet aangegeven hoe de maten zijn opgemeten. In het huidige onderzoek is het productiesysteem niet meegenomen, het kan zijn dat het productiesysteem ook invloed heeft op het klauwoppervlak.

Onderzoek van *Van der Tol et al* uit 2002 bij Holstein Friesians toont aan dat de druk niet gelijk verdeeld is over het oppervlak van de klauw. Uit dit onderzoek komt naar voren dat in de achterklauw de hoogste druk in de buitenklauw werd gemeten in het zoolgebied. Uit ander onderzoek van *Van der Tol et al*, uit 2003, komt naar voren dat het gemiddelde contactgebied van de klauw tijdens het lopen varieert van 15 tot 50 vierkante centimeter. De gemiddeld gemeten druk van de klauw varieerde van 5,1 tot 8,2 kg/cm², met een maximum van 20,4 kg/cm². De vorm van de klauw en de manier waarop de klauw op de grond komt is hierbij bepalend voor de drukverdeling van het contactgebied.

Het gemeten klauwoppervlak in dit onderzoek, met een gemiddelde van 107 vierkante centimeter, bedraagt het totale gebied van de klauw dat de koe kan belasten. Uit het onderzoek van *Van der Tol e.a. (2003)* blijkt dat niet het totale oppervlak van de klauw wordt belast. Dit geldt voor een vlakke harde ondergrond. Het gedeelte dat wel belast wordt, wordt ook niet evenredig belast. Voor een zo gelijkmatig mogelijke verdeling van de druk over het oppervlak van de klauw is het belangrijk dat de klauwen goed gevormd en gezond zijn. Klauwbekappen is hierbij een belangrijke managementmaatregel, met als doel het verdelen van de belasting over het klauwoppervlak.

De gemeten druk door *Van der Tol et al (2003)* is niet te vergelijken met de gemeten druk tijdens het huidige onderzoek, omdat in de huidige situatie de druk bepaald is door het gewicht te delen door het totale oppervlak van de vier klauwen. In het onderzoek van *Van der Tol et al (2003)* is de druk bepaald met een drukplaat, dit is veel nauwkeuriger en geeft de drukverdeling van de klauw tijdens het lopen aan. Het delen van het gewicht over het totale oppervlak is gebruikt om het verband tussen het klauwoppervlak en gewicht aan te geven. De werkelijke druk evenals het klauwoppervlak blijkt, uit onderzoek van *Van der Tol et al (2003)*, te verschillen tussen de voor- en achterpoten.

Het verkennende onderzoek naar klauwoppervlak kwam uit op een gemiddeld klauwoppervlak van 102 vierkante centimeter, met een standaarddeviatie van 11 vierkante centimeter. Het gemiddelde klauwoppervlak van het huidige onderzoek bedraagt 107 vierkante centimeter, met een standaarddeviatie van 12 vierkante centimeter. Het lagere gemiddelde klauwoppervlak van het verkennende onderzoek kan deels verklaard worden doordat er in het verkennende onderzoek in verhouding meer Blaarkopkruisingen voorkwamen dan in het huidige onderzoek. Het gemiddelde oppervlak van het verkennende onderzoek voor Blaarkopkruisingen bedroeg 95 vierkante centimeter en voor koeien van het

Holstein ras 104 vierkante centimeter. Het gemiddelde klauwoppervlak van de Blaarkopkruisingen komt met 96 vierkante centimeter van het huidige onderzoek op één centimeter na overeen met dat van het verkennende onderzoek. Het gemiddelde oppervlak van het Holstein ras verschilt met drie centimeter tussen beide onderzoeken, dit verschil kan veroorzaakt zijn door de lagere gemiddelde leeftijd (5 maanden) van de dieren uit het verkennende onderzoek. Voor beide onderzoeken is er gebruik gemaakt van dezelfde meetmethode.

De correlatie tussen klauwoppervlak en hoogtemaat bedroeg 0,38 in het verkennende onderzoek, in het huidige onderzoek bedraagt deze 0,26. In het verkennende onderzoek was van 59 koeien de hoogtemaat in het onderzoek meegenomen. Het aantal koeien dat in het huidige onderzoek mee is genomen bedraagt 401 dieren. Het huidige onderzoek geeft dus een betrouwbaarder beeld van de populatie, met een correlatie van 0,26.

Ook de correlatiecoëfficiënt voor leeftijd verschilt, deze bedraagt 0,45 bij het verkennende onderzoek en 0,59 bij het huidige onderzoek, het huidige onderzoek met 790 koeien levert een betrouwbaarder beeld van de populatie dan het verkennende onderzoek met 66 koeien. De correlatiecoëfficiënt van 0,59 wordt dus aangehouden voor het verband tussen klauwoppervlak en leeftijd voor koeien vanaf twee jaar.

Doordat er gebruik gemaakt is van een nieuwe onderzoeksmethode beïnvloed dit de betrouwbaarheid van het onderzoek. Vanwege het feit dat er in de literatuur weinig bekend is over de variabelen die een rol spelen bij het klauwoppervlak, is er een beperkte vergelijking met de literatuur mogelijk. Ook is het mogelijk dat het klauwoppervlak door nog andere variabelen, die niet dit onderzoek zijn meegenomen, is beïnvloed.

Op basis van de bestudeerde literatuur kan het huidige onderzoek bediscussieerd worden, een directe vergelijking van de uitkomsten kan echter alleen gemaakt worden met het verkennende onderzoek. De richtlijn die het verkennende onderzoek aangaf met een steekproefomvang van 66 koeien zijn door het huidige onderzoek verder bevestigd. Hieruit komt naar voren dat hoogtemaat weinig invloed heeft op het klauwoppervlak, leeftijd heeft een grotere invloed. Ook voor het verschil tussen rassen komen beide onderzoeken rond dezelfde gemiddelden uit.

6. Conclusie

Uit de variantieanalyse komt naar voren dat er significant verband is tussen ras en klauwoppervlak. Ondanks het beperkte aantal koeien dat in deze analyse is meegenomen geeft de analyse een duidelijke aanwijzing dat het klauwoppervlak van de Groninger Blaarkop significant kleiner is dan dat van de overige vier rassen. Dit geeft de aanwijzing dat selectie op ras invloed heeft op het klauwoppervlak.

Bij het onderzoeken van de invloed van de afstamming van de koe op het klauwoppervlak, is met de variantieanalyse vastgesteld dat er significant verschil is in het gemiddelde klauwoppervlak tussen verschillende koevaders. Het aantal koevaders dat hiervoor onderzocht is voldoet niet aan het betrouwbaarheidsniveau, daardoor geeft de analyse slechts een indicatie. Deze analyse geeft de aanwijzing dat selectie op koevader invloed heeft op het klauwoppervlak.

Met de correlatieanalyse is aangetoond dat er significant lineair verband is tussen klauwoppervlak en leeftijd, met een correlatiecoëfficiënt van 0,59. Leeftijd heeft dus significant invloed op het klauwoppervlak. Er is echter ook significant verband tussen gewicht en leeftijd, met een correlatiecoëfficiënt van 0,63. Met een toenemende leeftijd neemt dus niet alleen het klauwoppervlak, maar ook het gewicht van de koe toe. Er is geen verband gevonden tussen druk en leeftijd. Dit houdt in dat bij een toenemende leeftijd de druk niet verandert, omdat zowel het klauwoppervlak als het gewicht toeneemt.

Met een correlatiecoëfficiënt van 0,60 is er significant verband aangetoond tussen gewicht en klauwoppervlak. Dit houdt in dat zwaardere koeien gemiddeld een groter klauwoppervlak hebben. Voor de afhankelijke variabele klauwoppervlak en de onafhankelijke variabelen leeftijd en gewicht, is er een correlatiecoëfficiënt van 0,67 gevonden, er is sprake van een significant verband. De gestandaardiseerde coëfficiënten geven aan dat leeftijd, met een coëfficiënt van 0,41 een grotere rol speelt in het bepalen van het klauwoppervlak dan gewicht met een coëfficiënt van 0,34.

De verbanden die zijn aangetoond met behulp van het gewicht en de druk, berusten op onvoldoende metingen voor een betrouwbaar resultaat. Het aantal koeien voldoet niet aan het betrouwbaarheidsniveau. Deze verbanden geven dus een indicatie van het verwachte resultaat bij een grotere onderzochte groep dieren.

Tussen de variabelen klauwoppervlak en hoogtemaat, van 401 koeien, is er een significant lineair verband aangetoond, de correlatiecoëfficiënt bedraagt 0,26. Het verband tussen klauwoppervlak en hoogtemaat is niet voor alle rassen significant. Dit geeft in combinatie met de relatief lage correlatiecoëfficiënt aan dat het verband niet sterk is. Uit de gestandaardiseerde coëfficiënten voor het verband tussen klauwoppervlak, leeftijd en hoogtemaat blijkt dat hoogtemaat een kleine rol speelt in het bepalen van het klauwoppervlak, namelijk met een coëfficiënt van 0,28 ten opzichte van een coëfficiënt van 0,57 voor leeftijd. Selectie op de variabele hoogtemaat is dus niet effectief.

Uit de correlatieanalyse blijkt dat er voor twaalf van de dertien onderzochte bedrijven geen verband is gevonden tussen lactatiewaarde en klauwoppervlak. Op één bedrijf is er wel verband, met een correlatiecoëfficiënt van 0,37. Het gaat hier om een positieve relatie tussen de lactatiewaarde en het klauwoppervlak. Selectie van een groot klauwoppervlak heeft dus geen negatieve gevolgen voor de melkproductie.

Met betrekking tot de mogelijkheden voor selectie op klauwoppervlak kan, op basis van de huidige resultaten, geconcludeerd worden dat de variabelen ras en koevader perspectief bieden voor selectie op klauwoppervlak. De variabelen leeftijd, gewicht en hoogtemaat bieden daarentegen geen mogelijkheden voor selectie op klauwoppervlak.

7. Aanbevelingen

Op basis van de huidige resultaten van het onderzoek kan nog geen advies worden opgesteld over de variabelen waarop geselecteerd kan worden om een groot klauwoppervlak (met een lage druk per vierkante centimeter) te krijgen. Daarvoor moeten een aantal variabelen verder worden onderzocht, omdat deze variabelen nu alleen nog een indicatie geven van de mogelijkheden voor selectie op klauwoppervlak. Het gaat hierbij om de variabelen ras en koevader. Deze beide variabelen geven de aanwijzing dat selectie op ras en koevader effectief is om een groot klauwoppervlak te realiseren. Daarnaast is voor selectie op ras en koevader ook nog verder onderzoek nodig met betrekking tot het gewicht en de druk per vierkante centimeter voor de verschillende rassen en koevaders. Daarnaast kan ook het klauwoppervlak van de voorklauw verder onderzocht worden.

Met betrekking tot vervolgonderzoek kan het volgende worden geadviseerd:

Voor de variabele ras is verder onderzoek nodig om het significante verband tussen klauwoppervlak en ras dat in dit onderzoek is aangetoond verder te onderbouwen. Hiervoor is het nodig dat er meer dieren per rasgroep worden onderzocht, om tot een betrouwbaar resultaat te komen. Het is hierbij belangrijk dat het gewicht van de koeien per ras ook verder wordt onderzocht, zodat de gemiddelde druk per ras vergeleken kan worden. Op die manier worden de verschillen in gewicht tussen rassen ook meegenomen in het onderzoek.

Om meer inzicht te krijgen in het verband tussen afstamming en klauwoppervlak is verder onderzoek nodig. Er zijn meer dochters per koevader nodig, zodat deze een betrouwbaar beeld geven van het klauwoppervlak dat de koevader doorgeeft. Door meer dochters van meerdere koevaders mee te nemen in onderzoek kan er ook onderzocht worden welke stieren een groot klauwoppervlak doorgeven aan de nakomelingen. Daarnaast kan de gemiddelde druk per koevader verder onderzocht worden.

Voor de variabele gewicht is verder onderzoek nodig om een betrouwbaar resultaat te krijgen, in het huidige onderzoek zijn de verbanden met betrekking tot gewicht en druk onderzocht voor 117 koeien. Door een grotere groep te onderzoeken kunnen de resultaten voor de verbanden met betrekking tot de variabelen gewicht en druk verder onderbouwd worden.

Voor een totaalbeeld van de drukverdeling van de koe over de vier poten is vervolgonderzoek naar het oppervlak van de voorklauwen nodig. Met behulp van meer informatie over het oppervlak van de voorklauw, kan er een betrouwbaarder beeld geschetst worden van de totale drukverdeling van het gewicht van de koe over de vier klauwen.

Voor het vervolgonderzoek kunnen het beste grote bedrijven benaderd worden (>100 koeien), zodat de kans groot is dat er per bedrijf een minimum aantal koeien van dezelfde stier afkomstig is. Daarbij kunnen deze bedrijven geselecteerd worden door als voorwaarde te stellen dat er een minimum aantal dochters per stier aanwezig moet zijn. Als andere voorwaarde kan er gesteld worden dat er een melkrobot met gewichtsregistratie aanwezig moet zijn of het moet mogelijk zijn om de koeien (een aantal keer) te wegen. Selectie van enkel bedrijven met een melkrobot heeft selectie van bedrijven met een bepaalde managementstijl tot gevolg. Om deze selectie te voorkomen kan op bedrijven zonder melkrobot het gewicht van de koe worden geregistreerd door middel van wegen, hoe vaker de meting van het gewicht herhaald wordt hoe betrouwbaarder het resultaat.

Naast vervolgonderzoek naar mogelijkheden voor selectie op klauwoppervlak, kan er ook onderzoek gedaan worden naar andere mogelijkheden om met behulp van de koeien de vertrapping te verminderen. Hierbij kan bijvoorbeeld gedacht worden aan het (graas)gedrag, de manier van lopen en de activiteit van de koe.

Een andere aanbeveling is het verder onderzoeken van de gevolgen van vertrapping voor de veengrond. Hierbij kan gedacht worden aan het onderzoeken van de schade van vertrapping en onderzoek naar het herstellend vermogen van de veengrond.

Literatuurlijst

Baird, L.G., N.E. O'Connell, M.A. McCoy, T.W.J. Keady en D.J. Kilpatrick, 2009. Effects of breed and production system on lameness parameters in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 92 (5), 2174-2182.

Buijs, A., 2008. *Statistiek om mee te werken*. Groningen: Wolters-Noordhoff. Achtste druk:1-485.

CRV, 2011^C. *MPR-statistiek*.

<https://www.cr-delta.nl/nl/index-homepage.htm>

Geraadpleegd op 11 april 2012.

Hahn, M.V., B.T. McDaniel en J.C. Wilk, 1984. Genetic and environmental variation of hoof characteristics of Holstein cattle. *Journal of Dairy Science* 67 (12), 2986-2998.

Huizingh, E., 2004. *Inleiding SPSS 12.0 voor Windows*. Den Haag, Sdu Uitgevers bv: 1-347.

Hulsen, J., 2011. *Klauwen: Praktijkgids voor klauwgezondheid*. Zutphen, Roodbont uitgeverij: 1- 39.

Telezhenko, E., C. Bergsten, M. Magnusson, M. Ventorp en C. Nilsson, 2008. Effect of different flooring systems on weight and pressure distribution on claws of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 91 (5), 1874-1884.

Van der Linde, C., G. de Jong, E.P.C. Koenen en H. Eding, 2010. Claw health index for Dutch dairy cattle based on claw trimming and conformation data. *Journal of Dairy Science* 93 (10), 4883-4891.

Van der Tol, P.P.J., J.H.M. Metz, E.N. Noordhuizen-Stassen, W. Back, C.R. Braam en W.A. Weijs, 2002. The pressure distribution under the bovine claw during square standing on a flat substrate. *Journal of Dairy Science* 85 (6), 1476-1481.

Van der Tol, P.P.J., J.H.M. Metz, E.N. Noordhuizen-Stassen, W. Back, C.R. Braam en W.A. Weijs, 2003. The vertical ground reaction force and the pressure distribution on the claws of dairy cows while walking on a flat substrate. *Journal of Dairy Science* 86 (9), 2875-2883.

Van der Waaij, E.H., M. Holzhauer, E. Ellen, C. Kamphuis en G. de Jong, 2005. Genetic parameters for claw disorders in Dutch dairy cattle and correlations with conformation traits. *Journal of Dairy Science* 88 (10), 3672-3678.

Van Wijngaarden, H.J., 2011. *Klauwoppervlakte: Eerste stadium onderzoek naar de ideale 'veenweidekoe'*. Zegveld, Melkveeproefbedrijf Zegveld.

Bijlagen

20 juni 2012

Bijlage I: Programma voor het berekenen van het klauwoppervlak

Metten Stap 1

Start een nieuwe meting

Upload een foto:

Schaal opmeten Stap 2

10cm = ... pixels

Linkerheft Stap 3

... cm²

X: ... cm

Y: ... cm

Rechterheft Stap 4

... cm²

X: ... cm

Y: ... cm

Identificatie Stap 5

Hoogtemaat (cm)	
Gewicht (kg)	
Ras	
Vader	
Weidegang	
Leeftijd	
Lactatiewaarde	
Moeder	
Overig	

Stap 6

Opgeslagen resultaten

1234 ✗

Oppervlakte: 91 cm²

Melkveeproefbedrijf Zegveld 13-02-2012 034.JPG

Stap 7

Opgeslagen resultaten

1234 ✗

Oppervlakte: 91 cm²

Melkveeproefbedrijf Zegveld 13-02-2012 034.JPG

Metten

Start een nieuwe meting

Upload een foto:

Schaal opmeten

10cm = 326 pixels

Linkerheft

49 cm²

X: 5.03 cm

Y: 12.12 cm

Rechterheft

... cm²

X: ... cm

Y: ... cm

Identificatie

Hoogtemaat (cm)	
Gewicht (kg)	
Ras	
Vader	
Weidegang	
Leeftijd	
Lactatiewaarde	
Moeder	
Overig	

