



HET EFFECT VAN HOORNLOOSHEID OP PRODUCTIE- EN GEZONDHEIDSKENMERKEN

AFSTUDEERONDERZOEK

AUTEUR: JASPER NOOTEBOOM

IN OPDRACHT VAN: AERES HOGESCHOOL DRONTEN

AFSTUDEERDOCENT: MW. VAN STRATEN-NAGEL

PARTNER: COÖPERATIE CRV
ARNHEM

Titelpagina

Het effect van hoornloosheid op productie- en gezondheidskenmerken

Auteur: J. Nooteboom

Studentnummer: 3029985

Opleiding: Bedrijfskunde & Agribusiness

Opdracht gever: Aeres Hogeschool Dronten

Partner: Coöperatie CRV

Afstudeerdocent: M. van Straten

Arnhem, Maart 2023

Afbeelding omslag: (Milk & health, 2016)

DISCLAIMER

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

Voorwoord

Beste geïnteresseerde,

Voor u ligt het rapport van Jasper Nooteboom dat als meesterstuk is geschreven aan het eind van de opleiding Bedrijfskunde & Agribusiness. Tijdens de opleiding merkte ik dat ik steeds meer geïnteresseerd raakte in rundveefokkerij, daarom heb ik CRV benaderd voor een afstudeerstage. CRV is een bedrijf dat zich bezighoudt met het verbeteren van de rundveestapel in verschillende landen. Door het aanbieden van kennis, diensten en producten probeert de onderneming veehouders te helpen met het verbeteren van hun veestapel door fokkerij.

Het rapport dat voor u ligt is in samenwerking geschreven met Coöperatie CRV in opdracht van de Aeres hogeschool Dronten. Ik wil hierbij ook Coöperatie CRV in het bijzonder bedanken voor de mogelijkheid voor de afstudeerstage en het onderwerp van dit onderzoek.

Vanuit mijn eigen interesse in fokkerij was het onderwerp iets waar ik met veel plezier aan heb mogen werken. Vanuit eigen ervaringen heb ik bij veehouders gemerkt dat het niet altijd even makkelijk is om nieuwe dingen te proberen. Ook verandering in het fokprogramma is moeilijk omdat het negatieve gevolgen kan hebben. Ik hoop met dit rapport duidelijkheid te hebben gegeven aan veehouders over gevolgen die het kiezen voor hoornloze stieren met zich mee brengt.

Ik wil mijn afstudeerdocent Miriam van Straten in het bijzonder bedanken voor de begeleiding en coaching tijdens dit onderzoek. Zonder de coaching momenten en de goede feedback had het rapport er niet zo uitgezien. Daarnaast wil ik ook de collega's bij CRV bedanken voor de hulp bij de analyses en in het bijzonder mijn stagebegeleider Jorien Bouwmeester voor het helpen bij de analyses, de coaching momenten en de verdere begeleiding bij dit onderzoek. Daarnaast wil ik CRV in het algemeen bedanken voor de leuke stage die ik heb gehad en de kansen die ik heb gekregen.

Ik wens u allen veel leesplezier met het rapport 'Het effect van hoornloosheid op productie- en gezondheidskenmerken'.

Jasper Nooteboom

Arnhem, Maart 2023

Inhoud

Titelpagina	2
Voorwoord	3
Samenvatting.....	5
Summary	6
Hoofdstuk 1: Inleiding	7
Hoofdstuk 2: Aanpak onderzoek	18
2.1 Materiaal en Methode algemeen	18
2.2 Aandeel hoornloze stieren	20
2.3 Productie- en gezondheidskenmerken	20
2.4 Effect per stier op prestatie en gezondheid.....	21
Hoofdstuk 3: Resultaten.....	22
3.1 Aandeel van hoornloze stieren in het Holstein ras	22
3.2 Gevolgen van hoornloosheid voor de productiekenmerken	25
3.3 Gevolgen van hoornloosheid voor de gezondheidskenmerken.....	26
3.4 Effecten per stier	27
Hoofdstuk 4: Discussie	29
4.1 Discussie deelvraag 1	29
4.2 Discussie deelvraag 2	30
4.3 Discussie deelvraag 3	31
4.4 Discussie deelvraag 4	32
Hoofdstuk 5: Conclusies en aanbevelingen.....	34
5.1 Conclusies.....	34
5.2 Aanbevelingen.....	36
Bibliografie	38
Bijlagen.....	41
Bijlage 1: Informatie CRV	41
Bijlage 2: R script	42

Samenvatting

Fokken op hoornloosheid wordt steeds belangrijker in de rundveehouderij. Met de komst van de nieuwe wet dieren en het steeds actiever worden van dierwelzijnsorganisaties komt onthoornen steeds meer ter discussie te staan. Fokken op hoornloosheid biedt hierbij een mooi alternatief, hierdoor is onthoornen niet meer nodig. Maar brengt fokken met hoornloze stieren gevolgen met zich mee voor de productie en gezondheid van onze veestapels? Deze vraag speelt bij veehouders en daarom is dit onderzocht.

In dit onderzoek is geprobeerd om antwoord te geven op de vraag: “Wat is het effect van fokken op hoornloosheid op de productie- en gezondheidskenmerken bij koeien van het Holstein ras?”.

Dit is onderzocht door middel van een eerlijke vergelijking tussen de gehoornde en ongehoornde nakomelingen van heterozygoot hoornloze stieren. De dochters van deze stieren zijn op verschillende productie- en gezondheidskenmerken met elkaar vergeleken aan de hand van fokwaarden. Door de data te selecteren aan de hand van strenge criteria is geprobeerd om te uitkomsten van dit onderzoek zo betrouwbaar mogelijk te maken. Door middel van een statistische toets is duidelijk geworden of hoornloosheid gevolgen heeft voor bijvoorbeeld de vruchtbaarheid en de melkproductie.

Uit de resultaten van de statistische toets blijkt dat er wel wat verschil zit tussen de gemiddeldes van beide groepen. Voor sommige kenmerken is het verschil groot, voor andere kenmerken is er bijna geen verschil. Bij het kenmerk levensduur is als enige een significant (=belangrijk) verschil gevonden tussen de groepen. Bij dit verschil blijkt zelfs dat de hoornloze nakomelingen beter presteren dan de gehoornde nakomelingen. De hoornloze dieren blijven gemiddeld langer op de Nederlandse melkveebedrijven lopen dan de gehoornde nakomelingen. Het significante verschil wordt echter niet teruggezien bij alle stieren, dit is geconcludeerd aan de hand van een steekproef.

Kort samengevat is de conclusie van dit onderzoek dat fokken op hoornloosheid geen negatieve gevolgen heeft voor productie en gezondheid. Het aandeel van hoornloze stieren in de inseminaties stijgt de laatste jaren ook hard, daardoor komen deze stieren steeds meer op genetisch niveau van gehoornde stieren. In een vervolgonderzoek is het nog wel interessant om onderscheid te maken tussen Zwart- en Roodbont, het bleek uit de resultaten dat hoornloosheid in het Roodbont verder is dan bij het Zwartbont. Daarnaast is het nog interessant om nog dieper op de hoornloze nakomelingen in te gaan, dit kan door heterozygote en homozygote nakomelingen met elkaar te vergelijken.

Summary

Breeding for polled animals is becoming increasingly important in dairy farming. With the arrival of the new law on animal welfare and the increasing activity of animal welfare organizations, dehorning is discussed more and more. Breeding for polledness offers a nice alternative, so dehorning is no longer necessary. But does breeding with polled bulls have consequences for the production and health of our herds? This is a question that arises among livestock farmers and that's why this is investigated.

This study attempted to answer the question: "What is the effect of breeding for polledness on production and health traits in cows of the Holstein breed?".

In the research is tried to make a fair comparison between the horned and horned daughters of heterozygous polled bulls. The daughters of these bulls were compared with each other on various production and health traits on the basis of breeding values. By selecting the data on the basis of strict criteria, an attempt was made to make the results of this study as reliable as possible. A statistical test has made it clear whether polled status has consequences for fertility and milk production, for example.

The results of the statistical test showed that there is some difference between the means of the two groups. For some traits the difference is large, but for other traits there is almost no difference. A significant (= important) difference was found between the groups for the trait longevity. This difference even shows that the polled daughters perform better than the horned daughters. On average, the hornless animals stay longer on Dutch dairy farms than the horned daughters. However, the significant difference is not seen by the daughters of all bulls, this was concluded on the basis of a random sample.

In short, the conclusion of this study is that breeding for polledness has no negative consequences for production and health. The usage of hornless bulls in inseminations has also risen sharply in recent years, which probably means that these bulls are on a similar genetic level as horned bulls. In a follow-up study it will be interesting to distinguish between Black & white and Red & white, the results showed that polledness in Red & white is further than in Black & white. It is also interesting to go even deeper into the polled offspring, this can be done by comparing heterozygous and homozygous daughters with each other.

Hoofdstuk 1: Inleiding

Het Holstein ras is het meest gebruikte ras binnen de melkveehouderij en een veel gebruikte ingreep in dit ras en in de gehele melkveehouderij is onthoornen. Het grootste deel van de Holstein koeien is namelijk gehoornd en dit is niet gewenst. Hoornloze koeien zijn sinds de jaren '60 steeds belangrijker geworden in verband met veiligheid en gemak. In het Holstein ras komt hoornloosheid van nature bijna niet voor, daarom worden de dieren onthoorned wanneer deze tussen de 4 en 8 weken oud zijn. De reden voor het onthoornen is ter bescherming van de dieren zelf en de andere stalgenoten. Daarnaast is het ook voor de veehouder zelf, er gebeuren jaarlijks helaas nog tientallen ongelukken door het toedoen van koeien met hoorns. In het ras zelf komt bij minder dan 5% van de dieren voor dat deze van nature hoornloos zijn (Windig et al., 2008). Hoornloosheid geldt wanneer een koe of stier van nature zonder hoorns wordt geboren. Wanneer een gehoornd kalf op jonge leeftijd wordt onthoorned is er dus geen sprake van hoornloosheid. Hoornloosheid komt bij sommige rassen van nature voor en bij andere rassen niet tot nauwelijks. Hoornloosheid komt bijvoorbeeld van nature voor bij alle dieren in de rassen Galloway en Aberdeen Angus (Wolters, 2009).

Figuur 1

onthoornen van kalveren



(Lentz, J, 2013)

In de sector komt onthoornen steeds meer in opspraak omdat dit een pijnlijke ingreep is en niet past binnen het dierenwelzijn (Hoving & Windig, 2010). Televisieprogramma's als Zembla en Keuringsdienst van Waarde hebben onthoornen en hoornloos fokken onder de loep genomen en dit zorgde voor veel ophef (Booij, 2015). Organisaties zoals Wakker Dier willen dat onthoornen zo snel mogelijk verdwijnt en daardoor wordt de discussie alsmaar groter.

Wakker Dier vindt dat de omgeving moet worden aangepast aan het dier en niet het dier aan de omgeving. Uiteindelijk draait het bij deze organisaties maar om één ding en dat is het dierenwelzijn en daarbij word niet gekeken naar de eventuele gevolgen voor de praktijk (Booij, 2015). John Meyer van de Amerikaanse Holstein Association ziet dit ook terug bij de consument. Meyer: 'de melkproductie van de koe en haar fokwaarde vinden veehouders boeiend, maar de consumenten totaal niet. Ze kijken naar sociale issues; hoornloosheid trekt hun aandacht' (Meyer, 2015, p.11). Zo zijn er nog een aantal redenen te noemen en daarom wordt er nu gekeken naar alternatieven voor onthoornen, fokkerij biedt hierin grote kansen.

De veehouders zelf krijgen langzaamaan ook steeds meer interesse in het hoornloze fokken en de hoornloze stieren. Het onthoornen is een ingreep die bij 95% van de Holstein koeien moet gebeuren, dit wordt in bijna alle gevallen gedaan door een specialist. De kosten die dit met zich meebrengt kunnen worden voorkomen door hoornloosheid in de veestapel te introduceren. De fokwaarden voor melkproductie en gezondheid van hoornloze stieren komen steeds meer in de buurt van de waarden van de gehoornde stieren. Door te fokken

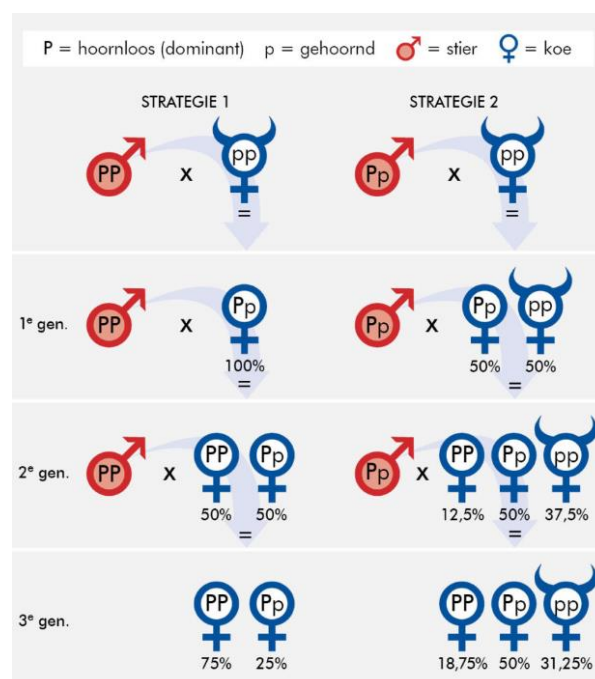
op hoornloosheid hoeven er minder dieren onthoofd te worden en deze kostenbesparing maakt het voor steeds meer veehouders interessant.

Deze paragraaf is gebaseerd op een artikel van CRV (CRV, 2022a), waarin hoornloos fokken wordt uitgelegd. Het hoornloos fokken kan op twee manieren, met een heterozygoot hoornloze stier en met een homozygoot hoornloze stier. Het verschil tussen deze twee varianten heeft te maken met allelen. Hoornloosheid heeft het allel dat wordt aangeduid met (grote) P en gehoornd wordt aangeduid met de (kleine) p. Bij homozygoot hoornloze stieren heeft de stier twee P allelen, en hoornloosheid is dominant ten opzichte van gehoornd dus krijgen alle nakomelingen geen hoorn groei. Op deze manier gaat het fokken van hoornloze dieren in een populatie in een sneller tempo. Het hoornloos fokken is al langere tijd bekend, maar het gebruik hiervan en met name de beschikbaarheid van homozygote stieren groeit te langzaam vinden de fokkerijspecialisten in Nederland.

Bij heterozygote stieren werkt dit anders, deze heeft namelijk de allelen Pp wat inhoudt dat het fenotype van de nakomelingen afhankelijk is van welk allel de vader meegeeft. Het merendeel (nu nog circa 95%) van moederdieren in het Holstein ras heeft de allelen pp, wat dus inhoudt dat hoornloosheid van de vader af moet komen. Een nakomeling krijgt namelijk van beide ouders één allel, dus bij een heterozygoot hoornloze stier is de kans ongeveer 50% dat de nakomelingen hoornloos zijn. De nakomelingen van deze stieren moeten verdeeld worden in 3 groepen, namelijk PP, Pp en pp. De PP groep zal nog niet groot zijn aangezien er niet veel moederdieren zijn op het moment die het P allel bij zich dragen. De andere 2 groepen zullen ongeveer gelijk verdeeld zijn omdat de kans vanuit de vader 50% is. Bij Pp zijn alle dieren wel hoornloos omdat het hoornloosheidsallel P dominant is ten opzichte van het recessieve gehoornde allel p, de P komt dus altijd tot uiting. In figuur 2 is dat te zien bij strategie 2:

Figuur 2

strategieën bij hoornloos fokken



(KI samen, Z.D.)

De hoofdreden van het langzaam groeien van het aantal hoornloze stieren en het gebruik hiervan is dat stieren met het allel voor hoornloosheid nog altijd minder goede fokwaarden hebben dan de gehoornde stieren, zoals eerder genoemd wordt dit verschil wel steeds kleiner. Om deze reden kiezen melkveehouders nu nog vaak voor de gehoornde Holstein stieren en is de populariteit van hoornloze stieren nog niet erg groot (Melkvee, 2016).

Toch stijgt het gebruik van hoornloze stieren stijgt langzaam binnen het ras volgens CRV. De eerste inseminatie met een heterozygoot hoornloze stier was in 1990, en de eerste inseminatie met een homozygoot hoornloze stier was in 2007. De laatste jaren wordt het gebruik van de stieren steeds iets populairder. Van alle inseminaties in 2021 werd 13% van de koeien geïnsemineerd met een hoornloze stier. Hiervan was 4% van de rietjes van een homozygoot hoornloze stier en dus kwam 9% van een heterozygoot hoornloze stier. De verhouding tussen heterozygoot en homozygoot is wel sterk aan het veranderen. De laatste drie jaar wordt er steeds vaker gekozen voor een homozygoot hoornloze stier. Ter vergelijking, in 2020 was dit ruim 8,5% en in 2019 nog maar ruim 4,5%. De laatste jaren gaat de groei harder dan voorheen, maar CRV merkt nog veel twijfel in de sector. Dat is ook terug te zien in de inseminatiecijfers. De inseminaties schommelen nog erg veel. Zo is bijvoorbeeld in het ene jaar een vooruitgang van 10.000 inseminaties met een heterozygoot hoornloze stier, en het jaar daarop zakt dit aantal weer met 2.500 inseminaties. In de inseminaties is wel een groei te zien, maar deze is niet constant (CRV Archief, 2022).

Hoornloze stieren worden steeds meer ingezet binnen het Holstein ras blijkt uit de inseminatiegegevens. Aan de hand van de laatste inseminatiegegevens kan opnieuw gekeken worden hoe de verdeling van de inseminaties hedendaags is en in hoeveel gevallen er gebruik wordt gemaakt van een hoornloze stier. Dit geeft echter alleen het gebruik van hoornloze stieren bij inseminaties aan in de sector op het moment. Het aantal hoornloze stieren in de populatie is moeilijker om te achterhalen omdat er ook dieren rondlopen die geen merkertest hebben gehad, dit zijn met name de eigen stieren van veehouders zelf. Via waarnemingen van het fenotype van het dier is dit wel te doen, maar dit is niet te doen voor alle Holstein dieren in de populatie. Bedrijfsgebonden is dit wel mogelijk maar populatiecijfers zijn allemaal op basis van data, in de data is niks bekend over fenotypische gegevens naast exterieur beoordeling. Merkertesten zijn dus noodzakelijk om via data bestanden met zekerheid te zeggen dat een dier hoornloos is of niet, tenzij minimaal één van de ouders homozygoot hoornloos is. In dit geval moeten de ouders dan wel een merkertest hebben gehad, in de praktijk gebeurt dit niet bij alle dieren. Daardoor is het dus moeilijk om een indicatie te geven van het aantal stieren.

Bij de stierkeuze kijken veehouders en adviseurs naar de fokwaardes van een stier. Fokwaarden zijn inschatting van de genetische aanleg van dieren, het zijn scores die worden toegewezen aan de dieren aan de hand van gegevens van de nakomelingen, ouders en eigen prestaties aan de hand van merkertesten (genomics). Onder elke fokwaarde zitten tientallen kenmerken met bijbehorende data die meegenomen worden in de eindberekening voor een fokwaarde. Elk kenmerk heeft daarbij een bepaalde zwaarte waarin deze mee wordt gewogen in die eindberekening. Elke fokwaarde heeft een mate van betrouwbaarheid, dit is afhankelijk van de hoeveelheid data die beschikbaar is om de fokwaarde te schatten. Wanneer de data van alle drie de bronnen afkomstig is, zal dit betrouwbaarheden geven van rond de 90%. Goed om te vermelden is dat een fokwaarde van 100 het gemiddelde aangeeft van de gehele populatie (Grondman, 2020). Wanneer koeien een fokwaarde hebben met

een score van boven de 100, bijvoorbeeld 102, betekent dit dat deze dieren beter scoren dan het gemiddelde van de populatie.

De afgelopen jaren zijn er verschillende onderzoeken geweest naar hoornloosheid en de eventuele gevolgen voor andere kenmerken. Melkproductie is onderzocht (Gehrke et al, 2018) en daarnaast ook verschijnselen rondom dracht en afkalven (Goonewardene et al, 1999). Uit de onderzoeken zijn geen opvallende effecten te zien als gevolg van hoornloosheid. Het probleem met deze onderzoeken is echter dat er geen rekening is gehouden met de gevolgen van de verschillen in management of lactatie op de primaire bedrijven. Bij een deel van de onderzoeken wordt niet gesproken over effecten per bedrijf, denk bijvoorbeeld aan invloed van rantsoen, hygiëne of klimaat in de stal. Bij het andere deel wordt wel gesproken over een effect per bedrijf maar bij deze wordt bijvoorbeeld alleen gekeken naar de eerste lactatie en niet naar andere lactaties. Daarnaast waren de onderzoeken in veel gevallen bedrijfsgebonden, en konden dieren van verschillende bedrijven niet op een betrouwbare manier met elkaar vergeleken worden. Het is noodzakelijk om dit onderzoek op een manier uit te voeren waarbij management, lactatie of andere oorzaken zo min mogelijk tot geen invloed hebben op de resultaten. In het onderzoek moet er ook gekeken worden naar gezondheidskenmerken want deze zijn in andere onderzoeken nog niet onderzocht.

Het verhogen van hoornloosheid binnen het Holstein ras door middel van fokkerij biedt een goed alternatief voor onthoornen. Hiermee kan de discussie in de sector op een vrij natuurlijke manier worden opgelost voor het deel van de veehouders dat hoornloos fokken omarmt. Toch zorgt dit ook weer voor een nieuwe discussie, aangezien er nog veel verdeeldheid is onder de veehouders over fokken op hoornloosheid. Sommige veehouders zien het als ingrijpen in het huisvestingssysteem, omdat er dan net als bij onthoornen wordt geprobeerd om het dier geschikt te maken voor een bepaald systeem. Anderen twijfelen aan de kwaliteit van stieren met het hoornloosheidsgen en er is een groep die zich zorgen maakt over het voortbestaan van zeldzame rassen wanneer hoornloos fokken de vervanger wordt van onthoornen (Aa, 2021). Rassen zoals Lakenvelders en MRIJ zijn nog niet ver met hoornloosheid. Wanneer onthoornen verboden wordt zal het nog lang duren voordat er een kwalitatief goed aanbod is van hoornloze stieren. Dan moet er een keuze gemaakt worden tussen koeien met hoorns aanhouden of hoornloze stieren gebruiken met minder goede fokwaarden, en dit willen veel veehouders niet.

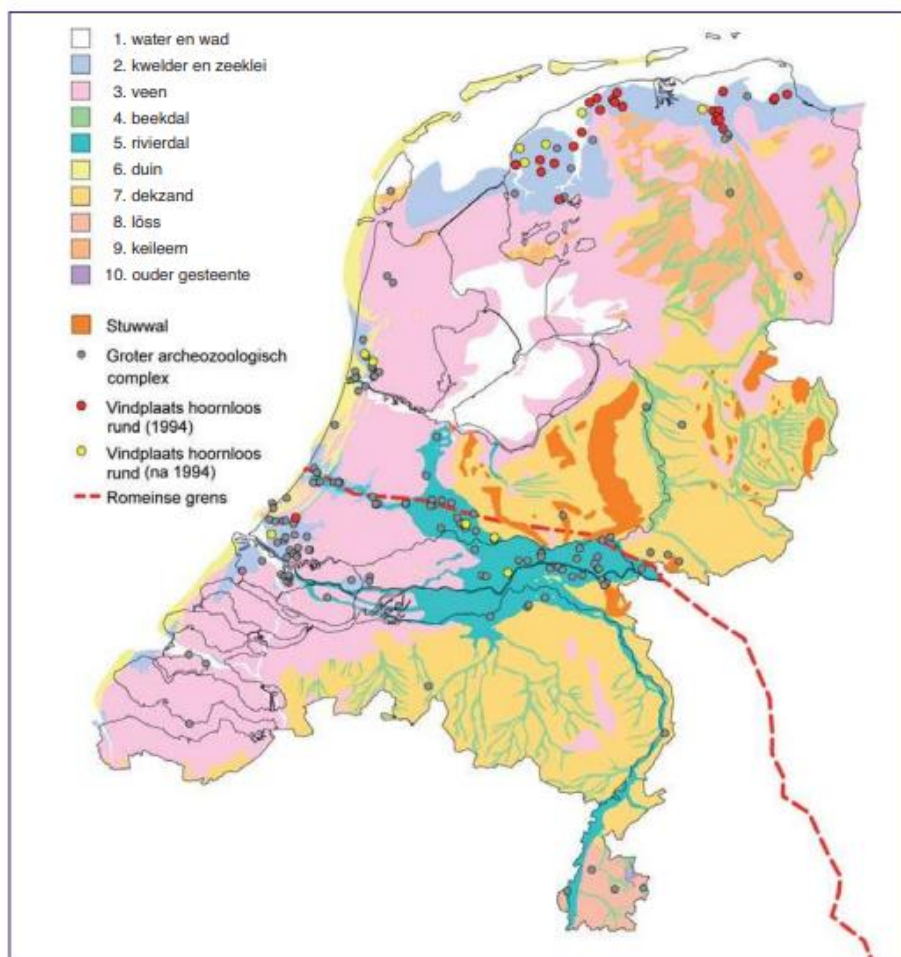
Uit onderzoeken en opgravingen is gebleken dat hoornloosheid vroeger in veel grotere mate voorkwam bij koeien. De onderzoeken wijzen uit dat bij meerdere rassen van vroeger hoornloosheid voorkwam, welke rassen dit precies zijn is niet duidelijk. Veel van de opgravingen en onderzoeken geven aanwijzingen richting de Romeinse tijd. Volgens archeologen waren 30-40% van de koeien in die periode van nature hoornloos. In de middeleeuwen is dit percentage afgezaakt en langzaam verdwenen. Slechts enkele hoornloze rassen bleven over, net zoals het hedendaags gesteld is met hoornloosheid. Het onderzoek geeft aan dat dit te verklaren is door het doel waarmee runderen werden gehouden in die tijd. Runderen werden naast productie ook gehouden voor transport en trekkracht, dit kwam door de gemengde bedrijfsvoering in die tijd. Agrariërs hadden in die tijd maar enkele koeien en dan zijn gehoornde koeien minder erg. In kleinere veestapels is de kans op verwonding namelijk kleiner aangezien de dieren in de meeste gevallen meer ruimte krijgen en daardoor is het niet nodig om de concurrentie aan te gaan met stalgenoten (Lauwerier, 2011). Uit andere tijdperken is niet veel bekend en er zijn geen bewijzen

gevonden zoals uit het Romeinse tijdperk. Andere studies uit het buitenland hebben ook geen harde bewijzen dat hoornloze koeien daar hebben geleefd. De studies met bewijzen uit het Romeinse rijk zijn er wel, maar de vondsten komen vooral uit bepaalde gebieden. Zo komen de vondsten uit delen van Duitsland, Nederland en uit het zuiden van Groot-Brittannië. Voor andere perioden en gebieden kan nu nog niet gezegd worden of daar ooit hoornloze runderen hebben rondgelopen (Lauwerier, 2011).

Door de jaren heen zijn er tientallen opgravingen in Nederland gedaan door archeologen, daarbij zijn ook resten van hoornloze dieren gevonden. Roel Lauwerier, senior onderzoeker dierlijk materiaal, vertelt dat archeologen in Nederland meerdere schedels hebben gevonden van hoornloze koeien. De afgelopen 25 jaar zijn er 28 schedels gevonden waarvan 11 schedels hoornloos waren, deze schedels stammen uit de periode van de 3^e eeuw tot aan de 5^e eeuw.

Figuur 3

Plekken waar schedels gevonden zijn in NL



(Vitruvius, 2011)

Onderzoek wijst dus uit dat hoornloosheid vroeger veel meer voorkwam dan nu en dat er dus sterk geselecteerd is op gehoornde koeien de laatste eeuwen. Waarom er werd geselecteerd op koeien met hoorns is niet met zekerheid te zeggen. Eventuele samenhang met andere kenmerken waardoor het toeval is dat hoornloosheid verdween is een optie, maar hier is niets over bekend. Volgens Lauwerier is het hoornloze rund een beeld uit de Romeinse tijd, want het onderzoek wijst uit dat na de Romeinse tijd het dominante kenmerk in Nederland steeds verder afgezwakt is (Lauwerier, 2011).

De eigenschap hoornloosheid in het Holstein ras is niet nieuw, uit onderzoek is gebleken dat er stambomen bekend zijn uit 1905 waarin al ongehoornde dieren voorkomen. Hoornloosheid is echter in de loop der jaren nagenoeg verdwenen uit het ras omdat hier niet op geselecteerd werd. Koeien zonder hoorns waren niet langer gewenst, één van de redenen die hiervoor is genoemd is dat veehouders levensnummers van de dieren in de hoorns branden (Van der Knaap, 2009, p.54). Daarnaast werden koeien soms ook aan de hoorns vastgezet in een grupstal en die was in de vorige eeuw erg gebruikelijk. Bijkomend voordeel van hoorns was ook dat hoorns er voor zorgden dat koeien hun nekband niet af konden schuiven. Het gaat hier wel om stambomen van het Fries-Hollandse ras waar het Holstein ras uit is voortgekomen, en uiteindelijk heeft het Holstein ras de FH populatie grotendeels vervangen. In het Fries-Hollandse vee kwam hoornloosheid meer voor in de 19^e eeuw dan nu, blijkt uit een onderzoek van de WUR in opdracht van het ministerie van LNV en het productschap zuivel (Windig et al., 2008). In de 19^e eeuw was het Fries-Hollands ras erg populair in het buitenland, Canada en de VS hebben dit ras veel geïmporteerd in die tijd. In deze landen is het ras verder doorgefokt en gekruist, toen ontstond de Holstein-Friesian koe. In de jaren 50 van de vorige eeuw werd de Holstein koe teruggehaald uit Amerika omdat deze inmiddels meer produceerde dan de Nederlandse rassen. In Amerika is hoornloosheid vrijwel geheel uit de populatie gefokt. Volgens Jack Windig, onderzoeker van de WUR, verdwijnt een eigenschap langzaam uit een populatie wanneer deze niet meer gewenst is (Van der Knaap, 2009, p.54).

Dit is ook gebeurd met de hoornloze eigenschap binnen het Holstein ras, maar het is wel goed mogelijk om dit terug in de populatie te fokken. Het hoornloosheidsallel is een dominant gen dus via fokkerij is dit gen gemakkelijk terug in het ras te fokken, hoe lang dit duurt is afhankelijk van de methode die gebruikt wordt bij het fokken. Met de traditionele manier van terugkruisen gaat dit echter zeker 5 generaties duren voordat er echt vooruitgang in komt met de hoornloosheid. De traditionele manier van terugkruisen is het selecteren van de stieren met de beste fokwaarden, en deze toepassen op koeien die verbetering nodig hebben op de kenmerken waar de stier goed op scoort. Een deel van de fokwaarden is echter pas beschikbaar nadat er dochters aan de melk zijn van een stier. Bij de traditionele manier zie je dus pas op zijn vroegst na 3 jaar welke stieren de beste eigenschappen hebben. Tegenwoordig is er een snellere manier om snel vooruitgang te boeken met fokkerij, namelijk met merkertesten. Met merkertesten kan de tijd verkort worden en is het mogelijk om sneller homozygoot hoornloze stieren in de populatie te fokken volgens Windig. Bij DNA-merkertesten kan namelijk al op het moment van de geboorte gezien worden wat de genetische aanleg is van het dier. Hierdoor is het mogelijk om eerder te selecteren in het fokprogramma. Het voordeel bij merkertesten (selectie op basis van fokwaarden in combinatie met genetische aanleg uit erfelijk materiaal) is ook dat de mate van inteelt lager blijft dan bij de BLUP selectie (selecteren op basis van fokwaarden) volgens het rapport: *Wenselijkheid en mogelijkheden voor het fokken van hoornloze koeien (fase 1)* (Windig et al, 2008)

In 2016 is er door de CAU (Christian-Albrechts-universiteit) een onderzoek gedaan naar een effect van hoornloosheid op de melkproductie (Gehrke et al., 2016). In het onderzoek werden de nakomelingen van heterozygoot hoornloze stieren met elkaar vergeleken, op basis van fenotypische kenmerken. Sommige dochters van de stieren hadden wel hoorns en andere niet. Uit het onderzoek bleek ten eerste dat hoornloze dochters bijzonder goed scoorden op exterieur. Daarentegen bleven de productie kenmerken achter ten opzichte van de gehoornde dieren, dit is te zien in Tabel 1. Wat in dit onderzoek tot in detail is uitgezocht is de melkproductie, van 478 dochters van 8 stieren is de melkproductie vergeleken. Het is niet duidelijk hoe de verdeling van gehoornd en ongehoord was bij de nakomelingen binnen het onderzoek.

Tabel 1

Verschillen in kg productie tussen gehoornde en hoornloze dochters

Complete data set

trait	lactation	n	mean in p/p	mean in Pf/p
YD milk, kg	1	472	878	816
YD protein, kg	1	472	26.6	24.6
YD fat, kg	1	472	20.3	17.8

Opmerking: overgenomen van Impact of the Friesian POLLED mutation on milk production traits in Holstein Friesian (p.17) door Gehrke L., et al., 2016, CAU

Volgens de onderzoekers is er wel een significant verschil te zien tussen de melkproductie van hoornloze en gehoornde dieren. De hoornloze dieren gaven minder melk dan de gehoornde dieren. Daarnaast was er ook een verschil te zien tussen de vet en eiwit gehalten, maar ook in melksnelheid is volgens de onderzoekers een klein verschil te zien. Deze verschillen komen allemaal uit de 1^e lactatie, het onderzoek laat niet weten of er in andere lactaties ook nog verschillen aanwezig waren. De onderzoekers concluderen dat hoornloosheid verantwoordelijk is voor de slechtere productie, maar geven daarbij wel aan dat er een vervolgonderzoek moet komen met meer dochters en meer stieren. Daarbij moeten er ook meer kenmerken meegenomen worden in het onderzoek, melkproductie is namelijk afhankelijk van meerdere achterliggende invloeden (Gehrke et al., 2016).

Door de CAU is vervolgonderzoek gedaan in 2018, hierbij is gekeken of hoornloosheid ook effect heeft op andere productiekennmerken bijvoorbeeld afkalfkenmerken en melksnelheid. In dit onderzoek zijn verder ook geen gezondheidskenmerken meegenomen als klauw- of uiergezondheid. Binnen het onderzoek is nog een toevoeging geweest ten opzichte van andere onderzoeken, er zijn in het onderzoek ook exterieurkenmerken meegenomen. Het onderzoek is uitgevoerd door middel van 2 toetsen, de ANOVA test en een tweezijdige t-toets. Van de in totaal 1851 nakomelingen van heterozygoot hoornloze stieren waren er 920 hoornloos en 931 gehoornd. In dit onderzoek waren de nakomelingen afkomstig van 19 stieren.

Uit dit onderzoek bleek dat er significante verschillen zijn tussen de groepen. Zo is er via de t-toets een significant verschil gevonden op het gebied van RZR (relativ zuchtwertr reproduktion). RZR is een index voor vruchtbaarheid met verschillende kenmerken, met elk een andere weging die het totaal RZR vormen. Kenmerken die in RZR verwerkt zitten zijn interval afkalven, eerste inseminatie, non return en interval eerste-laatste inseminatie bij koeien en pinken. De gehoornde groep scoorde beter op deze index dan de hoornloze

groep. Voor RZG viel ook nog wat te zeggen maar dit is niet met zekerheid significant te noemen volgens de onderzoekers. De index RZG (relativ zuchtwert gesamt) is de totaalindex van Duitsland en deze is opgebouwd uit verschillende kenmerken. RZR telt voor 7% mee voor de totale eindindex, daardoor is het opvallend dat RZR hier naar voren komt als kenmerk. RZR is daarnaast ook onderdeel van de index RZG, dit oefent dus ook invloed uit op de totaalscore. Daarom is niet met zekerheid te zeggen of er bij RZG ook een significant verschil is door hoornloosheid (Zuchtwertschaetzung, 2022).

Uit de ANOVA toets kwamen weer andere kenmerken naar voren waarbij significante verschillen zijn gevonden tussen de groepen. Uit deze resultaten kwam naar voren dat er significante verschillen zitten bij het aantal kg vet en bij het kenmerk RZD (melkbaarheid). De RZD is de fokwaarde voor melksnelheid in Duitsland. Koeien met een hoge fokwaarde RZD zijn snelle melkers en andersom zijn het langzame melkers. Het model voor het schatten van de fokwaarde is nagenoeg hetzelfde als het model in Nederland (Zuchtwertschaetzung, 2022). Bij deze verschillen scoorde de gehoornde groep opnieuw beter dan de hoornloze groep. Opvallend is dat deze kenmerken niet direct in de t-toets naar voren kwamen, het is dus moeilijk te zeggen hoe betrouwbaar deze constatering is. Daarnaast was het verschil in kg vet alleen terug te zien bij de 1^e lactatie, en bij de 2^e lactatie was geen significant verschil meer te vinden tussen de twee groepen. Voor RZD was ook een verschil gevonden tussen de 2 groepen, maar deze kwam ook niet uit de t-toets.

Voor de overige kenmerken, zoals de afkalftenkenmerken, of zijn geen opmerkelijke verschillen gevonden. De onderzoekers geven aan dat na het onderzoek niet te zeggen is of deze afwijkingen direct te linken zijn aan hoornloosheid.

Andere kenmerken zijn onderzocht door Goonewardene, Pang, Berg en Price (1999). Hierbij werden hoornloze en gehoornde koeien op het gebied van dracht en afkalven met elkaar vergeleken. 8 jaar lang hebben de onderzoekers observaties gedaan bij een vleesveestapel van de University of Alberta. In dit onderzoek is gekeken naar vruchtbaarheid, afkalven en spenen bij de kalveren. Daarna is bij de kalveren ook geobserveerd of er verschil te zien was in geboortegewicht, gewicht bij speenmoment en speenleeftijd. Uit de resultaten is gebleken dat er op deze kenmerken geen significante verschillen te zien zijn tussen gehoornde en hoornloze dieren. Tussen de kalveren zijn ook geen opmerkelijke verschillen gevonden. Volgens deze onderzoekers kan er met 95% zekerheid gezegd worden dat hoornloosheid geen effect heeft op deze kenmerken. Dit onderzoek is wel een verouderd onderzoek en niet gebaseerd op fokwaarden maar op observaties, hierdoor hebben externe omstandigheden nog invloed op de resultaten. Het onderzoek is daarentegen wel uniek aangezien deze kenmerken niet of nauwelijks meer zijn onderzocht de afgelopen decennia. Om met meer zekerheid te kunnen zeggen dat dit klopt, moet dit opnieuw onderzocht worden.

Hieronder de belangrijkste fokwaarden voor productie en gezondheid, die gebruikt gaan worden in dit onderzoek:

Productiekenmerken

Kg Melk , kg Vet en kg Eiwit zijn alle 3 waarden die vallen onder de verzamelnaam melkproductie, maar zijn fokwaarden op zichzelf en geven een beeld van de melkproductie. Deze worden in het onderzoek wel afzonderlijk bekeken omdat het belangrijke kenmerken zijn voor de melkveehouder. De fokwaarde melkproductie bestaat dan ook voor een groot deel uit deze 3 kenmerken. Naast deze 3 kenmerken speelt ook kg lactose een grote rol,

deze wordt ook meegenomen in het onderzoek. De gegevens komen uit het TDM, dit is data die uit de melk beurten voortkomt. TDM is het testdagmodel, dit houdt in dat de dagproducties gebruikt worden voor de berekening. Verder komen de gegevens net zoals bij alle andere kenmerken, uit de stamboom van het dier en uit gegevens van nakomelingen (Coöperatie CRV, 2020f).

Melksnelheid

De fokwaarde melksnelheid is van belang omdat veehouders geen koeien willen fokken die extreem lang gemolken moeten worden. Aan de andere kant zijn te snel melkende koeien ook niet gewenst aangezien deze gevoeliger zijn voor mastitis. Om deze reden is er gekozen om dit productiekenmerk ook mee te nemen in het onderzoek. Het heeft namelijk ook een relatie met uiergezondheid en het is in de praktijk een belangrijk kenmerk voor veehouders. De gegevens worden verzameld door melkveehouders zelf, deze kunnen de koe beoordelen met een cijfer van 1 tot en met 9. Bij een 1 is melksnelheid zeer traag en bij 9 is de melksnelheid (te) hoog. Deze gegevens komen sinds 1994 uit een enquête die veehouders invullen wanneer de koeien worden gekeurd (Coöperatie CRV, 2021a).

Celgetal

Bij het celgetal wordt er gekeken naar het aantal cellen wat te vinden is per ml melk. De gegevens worden ook verzameld door middel van het TDM. De gegevens worden getest op basis van testdagen en deze gegevens worden vervolgens opgeslagen in een online data base. Het celgetal is voor melkveehouders belangrijk omdat dit gebruikt wordt als kwaliteitscriterium bij melk in de zuivelindustrie. Hoe lager het celgetal, hoe beter de kwaliteit van de melk. Daarnaast staat het celgetal in verhouding met ontstekingen van het uier, bij een abnormaal hoog celgetal is er in veel gevallen sprake van een ontsteking. Het meten van het celgetal hoort bij de melkmetingen en daar komen deze gegevens ook hoofdzakelijk vandaan (Coöperatie CRV, 2020c).

Gezondheidskenmerken

Uiergezondheid

Uiergezondheid wordt bepaald op 2 manieren, de fokwaarden voor mastitis en de uiergezondheidsindex. Bij de fokwaarde uiergezondheid draait het om mastitis, dit is uierontsteking. Mastitis heeft twee vormen en wordt veroorzaakt door meerdere bacteriën, en is daarmee ook één van de meest voorkomende dierziekten. Mastitis kent de vormen klinische (zichtbare) en subklinische (niet zichtbare) mastitis gemaakt. Bij subklinische mastitis zijn waarden zoals het celgetal nodig om de infectie te ontdekken. Bij een celgetal hoger dan 150.000 cellen per ml is er sprake van een infectie bij vaarzen, bij koeien is dit getal 250.000 cellen per ml. Klinische mastitis is de zichtbare ontsteking aan de buitenkant van het uier, melkveehouders kunnen dit melden en op basis hiervan worden de gegevens verzameld (Coöperatie CRV, 2020b).

Klauwgezondheid

Klauwgezondheid is een belangrijk kenmerk aangezien klauwaandoeningen samen met mastitis de grootste boosdoeners zijn van gezondheidsproblemen. Voor klauwgezondheid wordt er naar 11 verschillende kenmerken gekeken om uiteindelijk een fokwaarde te kunnen berekenen. Ten eerste de klauwaandoeningen, in de fokwaarde worden de 6 meest voorkomende aandoeningen meegenomen. Voorbeelden hiervan zijn mortellaro en

stinkpoot, de data hierover wordt verzameld door klauwbekappers en veehouders, deze wordt vervolgens opgeslagen in het programma Digiklauw. De tweede manier zijn de beenexterieur kenmerken, hiervan worden er 5 meegenomen in de fokwaardeschatting. De gegevens komen van de inspecteurs van CRV en op deze manier wordt deze data verzameld (Coöperatie CRV, 2020d).

Vruchtbaarheid

De fokwaarde vruchtbaarheid bij een stier uit zich op 2 manieren. Manier één is de vruchtbaarheid van de stier zelf en de tweede is de vruchtbaarheid van zijn nakomelingen. De vruchtbaarheid van de dochters bestaat uit 2 soorten kenmerken, intervakenmerken en vruchtbaarheidsscores. Bij intervakenmerken wordt gekeken naar het aantal dagen wat tussen twee toestanden van vruchtbaarheid in zit. Bijvoorbeeld het aantal dagen wat tussen de inseminatie en de dracht zit. Vruchtbaarheidsscores zijn percentages van aantal dieren die zich in een dergelijke vruchtbaarheidstoestand bevinden. Voorbeeld hiervan is de score NR56, dit is een slagingspercentage na inseminatie. De gegevens voor deze fokwaarde komt binnen via de registratie van inseminaties en uit de geboortemeldingen van kalveren (Coöperatie CRV, 2021b).

Levensduur

De levensduur van een koe gaat over het moment van eerste afkalving tot aan de afvoer van de koe op het bedrijf. Dit kenmerk laat dus zien hoe goed de dochters van een stier presteren. Daarnaast is het een kenmerk om afvoer tegen te gaan, omdat bij een lage levensduur van koeien minder jongvee aangehouden hoeft te worden. Beter gezegd gaat het hier om de productieve levensduur van een koe, het wordt ook omschreven als de mate waarin een veehouder tevreden is over de koe. Bij levensduur moet gekeken worden naar veel kenmerken, onder te verdelen in 4 categorieën. Dit zijn productie, vruchtbaarheid, gezondheid en werkbaarheid. Wanneer één van deze 4 categorieën niet goed scoort bij een koe, is dit vaak een reden voor afvoer van de koe. In de fokwaarde worden deze 4 kenmerken dus gescoord en wanneer deze allemaal goed scoren zal de koe een hoge fokwaarde hebben voor levensduur. Tussenkalf tijd, klauwgezondheid, INET en beengebruik zijn dan ook allemaal voorbeelden van kenmerken die bekeken worden voor de fokwaarde levensduur. (Coöperatie CRV, 2020c).

Kalervitaliteit

Als laatste kenmerk bij gezondheid is er voor gekozen om ook kalervitaliteit mee te nemen in het onderzoek. Kalervitaliteit gaat niet over het koe zelf maar is wel een belangrijk kenmerk bij het fokken. Kalervitaliteit gaat over de overlevende vaarskalveren van de stier tussen dag 3 en 365. Melkveehouders hechten veel waarde aan dit kenmerk omdat de uitval van kalveren veel geld kost. Veelal wordt gedacht dat kalervitaliteit vooral door management te beïnvloeden is maar fokken heeft hier ook zeker invloed op. De gegevens voor deze fokwaarde komen uit het I&R registratiesysteem. In dit systeem worden namelijk de geboortemelding en de doodmelding van het dier gedaan. Zo kan er dus eenvoudig achterhaald worden hoe lang een dier heeft geleefd. Voor de fokwaarde zijn er 3 berekeningen die gebruikt worden, afhankelijk van het fokdoel waarmee de dieren geboren worden. Kalveren voor opfok bij een melkveebedrijf hebben een langere periode waarin gemeten wordt dan kalveren die bestemd zijn voor de vleesindustrie. Kalveren in de

vleesindustrie worden namelijk binnen een jaar al geslacht en daarom is deze periode aangepast aan het fokdoel (Coöperatie CRV, 2020e).

Over hoornloosheid is dus al wat bekend in de literatuur, ook is er al enig onderzoek gedaan. Nu de discussie over onthoornen steeds actiever wordt en hoornloosheid steeds populairder wordt, is het belangrijk om dit nog een keer te onderzoeken. Amerikaans onderzoek heeft namelijk ook aangetoond wat de voordelen zijn op het gebied van de kosten. Het blijkt dat het gebruik van hoornloze stieren kostenvoordeel oplevert ten opzichte van het onthoornen wat nog nu nog veel gebeurt (Thompson et al, 2017). Hoornloosheid biedt veel perspectief voor de toekomst in de fokkerij, daarom is het belangrijk om te kijken naar eventuele gevolgen. De oude onderzoeken geven nog te veel verschillende resultaten, waarschijnlijk door onvoldoende data, geen goede criteria en te weinig rekening houden met externe invloed. Met dit onderzoek moet met meer data opnieuw een poging gedaan worden om uit te zoeken of hoornloosheid gevolgen heeft voor productie en gezondheid.

De hoofdvraag van dit onderzoek luidt als volgt: Wat is het effect van fokken op hoornloosheid op de productie- en gezondheidskenmerken bij koeien van het Holstein ras?

Deelvragen:

1. Wat is het aandeel van hoornloze stieren in de inseminatieaantallen ten opzichte van de gehoornde stieren binnen het Holstein ras in Nederland?
2. Wat is het verband tussen hoornloosheid en productieniveau bij koeien binnen het Holstein ras in Nederland?
3. Wat is het verband tussen hoornloosheid en de gezondheidskenmerken binnen het Holstein ras in Nederland?
4. Wat zijn de effecten van hoornloosheid op prestatie en gezondheid van de dochtergroepen per stier?

De doelstelling van het onderzoek is het aantoonbaar maken of er verbanden zijn tussen hoornloosheid en één of meerdere productie- of gezondheidskenmerken. In de sector is het namelijk nog altijd de vraag of de minder goede fokwaarden van de stieren een gevolg zijn van het hoornloze fokken. Het tweede doel van het onderzoek is veehouders voorzien van informatie bij de keuze voor hoornloosheid door aan te tonen of dit een effect heeft op productie en gezondheid of niet. Wanneer blijkt dat er geen effect is op de andere kenmerken zal dit de toekomst van hoornloos fokken zeker voordelen en een sneller tempo geven. Wanneer wel blijkt dat er een effect is door hoornloosheid zal dat voor veehouders een teken kunnen zijn om niet met hoornloze stieren door te fokken.

Het eindproduct zal resulteren in een rapport met alle resultaten van de geanalyseerde data. Daarnaast wordt er nog tweemaal een blog geschreven zodat ook de leden van de coöperatie weten waar CRV aan meewerkt. Het doorgeven van het product zal dus via de blog op de website zijn, het rapport zal ook open gepubliceerd worden.

Hoofstuk 2: Aanpak onderzoek

2.1 Materiaal en Methode algemeen

Dit onderzoek is een kwalitatief onderzoek. Het oplossen van dit vraagstuk is afhankelijk van een aantal factoren, blijkt uit de literatuur. Het hangt er van af of bij alle kenmerken achterhaald kan worden of er een connectie is met hoornloosheid of niet. Het onderzoek moest zo opgebouwd worden dat het ook mogelijk is om dieren van verschillende bedrijven met elkaar te vergelijken, de huidige onderzoeken uit de inleiding waren allemaal bedrijfsgebonden. Daarnaast was het ook nodig om een goede selectie te maken van kenmerken die in het onderzoek meegenomen worden, omdat niet alle kenmerken in het onderzoek meegenomen hoefden te worden. NVI is de totaal-index, deze bestaat uit een combinatie van andere fokwaarden en indices. Deze index is bijvoorbeeld niet meegenomen, maar enkele fokwaarden uit de index zijn wel geselecteerd. Gezondheidskenmerken zijn wel meegenomen in het onderzoek, omdat hier nog helemaal niks over bekend was. In het onderzoek moest ook gekeken worden of het eventuele effect ook per stier verschilt en waar dit vandaan komt, zodat ook hier op gefokt kan worden. Het gebruik van genoeg stieren en genoeg dochters van de stieren was hierbij ook belangrijk, dit verhoogde namelijk de betrouwbaarheid van de uitkomst van het onderzoek.

Door middel van statistisch onderzoek is gekeken of er een significant verschil zit tussen verschillende fokwaarden van de nakomelingen van heterozygoot hoornloze stieren. Bij heterozygoot hoornloze stieren wordt het hoornloosheidsallel in 50% van de gevallen doorgegeven aan de dochters. Het grootste gedeelte van de Holstein populatie in Nederland is niet hoornloos (95%), daardoor zal de helft van de nakomelingen van een heterozygoot hoornloze stier hoornloos zijn. In het onderzoek is gebruik gemaakt van de volgende fokwaarden: Kg melk, Kg vet, Kg eiwit, Kg lactose, melksnelheid, celgetal, klauwgezondheid, vruchtbaarheid, uiergezondheid, levensduur en kalvervitaliteit

Fokwaarden zijn gebaseerd op een model waarbij rekening wordt gehouden met omstandigheden die van invloed kunnen zijn op de prestaties zoals bedrijf, seizoen en leeftijd van afkalven. Daarnaast houdt het model ook rekening met het genetisch niveau van de ouderdieren, door gebruik te maken van stamboom informatie. Daarom konden de fokwaarden van hoornloze en niet hoornloze nakomelingen van een heterozygote stier eerlijk met elkaar vergeleken worden.

Voor de fokwaarden van een stier zijn dochtergegevens nodig en daarbij geldt hoe meer dochters, hoe hoger de betrouwbaarheid van de gegevens. Aangezien er met fokwaarden gewerkt is, konden bijna alle heterozygoot hoornloze stieren waarvoor productiefokwaarden berekend zijn, meegenomen worden in het onderzoek. Bij CRV zijn namelijk minimaal 15 nakomelingen nodig om überhaupt een productiefokwaarde te kunnen berekenen (Grondman, 2020). De

betrouwbaarheid van een fokwaarde hangt ook af van eigen prestaties en de gegevens van de ouders, de combinatie van deze 3 factoren bepaalt de mate van betrouwbaarheid. In het

Figuur 4

logo CRV



(CRV, 2020, copyright 2020)

onderzoek is ervoor gekozen alleen de data van stieren met minimaal 15 nakomelingen te gebruiken, ook omdat dit aantal nodig is voor een productiefokwaarde bij CRV. Dit is de minimale drempel om de betrouwbaarheid van de resultaten hoog te houden, dit zal dan ook grote uitschieters uit de data filteren. De data voor dit onderzoek is dan ook afkomstig van de coöperatie CRV. Uitleg over CRV en wat de organisatie precies doet is te vinden in bijlage 1.

De data is geanalyseerd met R (3.6.0), dit is een programma waar grote data analyses mee gedaan kunnen worden. Door de fokwaarden van de gehoornde en hoornloze nakomelingen met elkaar te vergelijken door middel van een ongepaarde tweezijdige t-toets, is onderzocht of er een significant verschil is tussen de nakomelingen op gebied van productie- en gezondheidskenmerken. Het gaat hier namelijk om twee onafhankelijke schaalvariabelen, daarnaast gaat het om 2 groepen, dus vandaar de keuze voor deze toets. Het onderzoek is niet uitgebreid met een onderscheid tussen homozygote groep en de heterozygote groep. Na dataselectie bleek dat de homozygote groep niet groot genoeg was om dit als aparte groep mee te nemen in het onderzoek.

De alfa (α = significantieniveau) in het onderzoek is 0,05. De verschillen die gevonden zijn, zullen voor 95% zekerheid een gevolg zijn van hoornloosheid, of anders gezegd de uitkomsten zullen voor 5% berusten op toeval.

De onafhankelijke variabele binnen dit onderzoek is hoornloosheid. Afhankelijke variabelen in dit onderzoek zijn de productie- en gezondheidskenmerken van de nakomelingen. De productiekennmerken zijn meegenomen in het onderzoek zijn: kg melk, kg vet, kg eiwit, kg lactose, melksnelheid en celgetal. De gezondheidskenmerken die geselecteerd zijn in het onderzoek zijn: uiergezondheid, klauwgezondheid, vruchtbaarheid, levensduur en kalvervitaliteit. De onderzoekseenheden in dit onderzoek waren de nakomelingen van heterozygoot hoornloze stieren uit het Holstein ras. Aangezien er met fokwaarden gewerkt is gaat het om het meetniveau schaal. Voor dit onderzoek zijn de volgende nulhypothese en alternatieve hypothese gebruikt (met onbetrouwbaarheidsdrempel (α) van 0,05):

H_0 = hoornloosheid heeft geen effect op productie- en gezondheidskenmerken bij nakomelingen van Holstein stieren.

H_1 = hoornloosheid heeft een effect op één of meerdere productie- en/of gezondheidskenmerken bij nakomelingen van Holstein stieren.

Om deze hypothesen te onderzoeken, is alle mogelijke beschikbare data van nakomelingen van heterozygoot hoornloze stieren binnen het Holstein ras vergeleken. De data komt vanuit het stamboek van het Holstein ras, dit wordt beheerd door Coöperatie CRV. De data hiervan is afkomstig van het platform Joindata, dit is een online plek waar vrijwillig data aangeleverd kan worden. Leveranciers van melkrobots of voer, klauwbekappers en bijvoorbeeld fokkerijorganisaties kunnen hier data plaatsen. Daarnaast is een groot deel van de data ook afkomstig van CRV zelf van bijvoorbeeld het insemineren, deze data is eigenlijk altijd beschikbaar. De dataverzameling wordt dus doorlopend gedaan door heel veel verschillende personen, instanties of systemen. De benodigde data was allemaal al beschikbaar voor de Coöperatie CRV, dit hoefde dus alleen maar opgezocht te worden in de data base.

De hoeveelheid beschikbare data per stier verschilt, de data die nodig was voor het onderzoek is namelijk afhankelijk van het aantal nakomelingen van de stier. De ene stier heeft veel meer nakomelingen dan de andere stier. Voor het verkrijgen van een geschikte dataset is data selectie nodig. Er was ongefilterde data beschikbaar in grote mate, in de

pedigree (stamboombestand) zitten alle stamboek geregistreerde dieren, dit zijn 268.526 dieren. De data komt van 1910 tot aan 2022, veel van deze data zal afvallen bij het filteren aangezien er sinds 2009 pas echt actief ingezet wordt op hoornloos fokken. Bij deze dieren is er ook een bijbehorend tweede bestand met fokwaarden. Door dit te combineren met nog een derde bestand met erfelijke kenmerken (bestand met overdraagbare kenmerken, dus ook hoornloosheid) kon de data gefilterd worden op geslacht en hoornloosheid. In dit geselecteerde pedigree bestand zitten 28.197 stieren. Vervolgens is er verder geselecteerd op meerdere criteria, hierna bleven er 151 heterozygote stieren over met ruim 23 duizend dochterdieren. De data in het onderzoek is afkomstig uit de fokwaardenpublicatie van augustus 2022, daardoor kan het voorkomen dat er inmiddels data is van meer dochterdieren.

2.2 Aandeel hoornloze stieren

Om het aandeel van de hoornloze stieren in beeld te brengen van het Holstein ras is er gekeken naar inseminatiegegevens van de afgelopen jaren die de Coöperatie CRV in de database heeft. In de inseminatiegegevens kon teruggekeken worden naar het jaar 1990, in dit jaar was ook de allereerste inseminatie met een hoornloze stier. Het aantal inseminaties binnen het Holstein ras was eerst nodig, vervolgens is er geanalyseerd hoeveel van deze inseminaties afkomstig zijn van hoornloze stieren. Zo werd bekend hoe hoog het percentage is van inseminaties met hoornloze stieren ten opzichte van het totaal aantal inseminaties. Dit gaf een schatting van het aandeel en de trend van hoornloos fokken in het Holstein ras.

2.3 Productie- en gezondheidskenmerken

Bij deelvraag 2 is onderzocht of hoornloos fokken een verband heeft met productiekennmerken. Zoals eerder genoemd zijn dit: Kg melk, kg vet, kg eiwit, melksnelheid en celgetal. Voor de gezondheidskenmerken (deelvraag 3) geldt dezelfde methode als bij de productiekennmerken. De volgende kenmerken zijn onderzocht: vruchtbaarheid, levensduur, uiergezondheid, kalvervitaliteit en klauwgezondheid. Deze kenmerken zijn vergeleken bij dochters van heterozygoot hoornloze stieren, aan de hand van fokwaarden. Bij deze dieren mocht dus aangenomen worden dat het enige grote verschil tussen de dieren het hoornloze allel is, zoals eerder is beschreven. Bij significante verschillen wordt daarom aangenomen dat deze afkomstig zijn van het hoornloze allel. Voor dit gedeelte van het onderzoek is de data bij elk kenmerk gefilterd op de volgende criteria:

- Stieren moeten minimaal 15 nakomelingen hebben
- Dochters moeten merker getest zijn (anders valt er met data onderzoek niet te zeggen of een dier hoornloos is of niet)
- Dochterdieren moeten voor minimaal 87,5% Holstein bloed hebben
- De dochters moeten prestaties hebben geleverd, hierdoor is de data meer betrouwbaar
- De dieren moeten stamboek geregistreerd zijn
- De betrouwbaarheid van de fokwaarden moet minimaal 50% zijn
- De data moet normaal verdeeld zijn, dit word vooraf het filteren bepaald met de kurtosis en de skewness toetsen
- De stieren moeten dochters hebben in de gehoornde en de hoornloze groep

Hierna zijn de dochterdieren verdeeld in 2 groepen, gehoornd en hoornloos. De fokwaarden tussen deze 2 groepen zijn meegenomen in de t-toets. Er is sprake van een significant verschil wanneer de p-waarde die uit de t-toets komt lager is dan 0,05.

Het aantal dieren per fokwaarde verschilt, dit varieert bijvoorbeeld omdat de betrouwbaarheden voor sommige gezondheidskenmerken een stuk lager liggen dan die bij productie. Aan de andere kant heeft productie wel hogere betrouwbaarheden, maar het duurt bij deze fokwaarden langer voordat deze op prestatie gebaseerd kunnen zijn, de dieren moeten dan namelijk aan de melk zijn. Het komt dan ook voor dat sommige dieren voor alle fokwaarden mee zijn genomen in de analyse, maar ook dat sommige dieren maar bij één of enkele fokwaarden zijn meegenomen in de analyse. Als voorbeeld de voorwaarde dat fokwaarden gebaseerd moeten zijn op prestatie, jonge dieren hebben bijvoorbeeld wel een fokwaarde op basis van prestatie voor vruchtbaarheid maar nog niet op productie. Deze dieren zijn dan wel meegenomen bij fokwaarde vruchtbaarheid maar niet bij alle productiekennmerken.

2.4 Effect per stier op prestatie en gezondheid

Om te kijken of een effect bij de ene stier sterker is dan bij de andere, is het gemiddelde effect per dochtergroep berekend. Dit was pas te zeggen wanneer er daadwerkelijk een significant effect gevonden was, dus daarvoor moesten eerst de andere deelvragen worden beantwoord. Toen dit het geval bleek te zijn, zijn de dochters van de stieren echt onderling met elkaar vergeleken, waarbij het gemiddelde verschil in waarden moest worden uitgerekend per kenmerk per dochtergroep. Om dit te kunnen doen, zijn de dochters van dezelfde stieren bij elkaar gezocht en onderling vergeleken.

Voor deze deelvraag is er afgeweken van de voorafgaande materiaal en methode, de vergelijking zou met een ANOVA-toets worden gedaan maar dit gaf niet de gewenste resultaten. Bij deze eerste ANOVA-toets zijn 3 groepen vergeleken voor de fokwaarde levensduur, de stieren en hun gehoornde en hoornloze nakomelingen. De resultaten van de ANOVA-toets klopten naar eigen inzien niet, alle p-waarden van de stieren kwamen ongeveer uit op 1.0. Dit zou betekenen dat er zo goed als geen verschil zou zitten tussen de gehoornde en hoornloze groep bij elke stier. Tijdens de controle van de data werden er wel degelijk verschillen gezien tussen de groepen. Daarom is de methode veranderd, en is er voor gekozen om t-toetsen uit te voeren bij elke stier.

Daarna is er gekeken per stier wat het gemiddelde verschil tussen de waarden is van de dochtergroepen. Alle dochters zijn dus nog weer verdeeld aan de hand van de vader. Dit resulteerde vervolgens in 2 groepen bij elke stier, hoornloos en gehoornd. De fokwaarden van al deze dochtergroepen zijn berekend als een gemiddelde, en de gemiddelde fokwaardes van de dochtergroepen worden per stier vergeleken via de t-toets. Zo is er gekeken of de ene hoornloze stier de fokwaarden sterker beïnvloedt dan de andere stier.

Hoofdstuk 3: Resultaten

Om antwoord te geven op de deelvragen zijn de dochters van heterozygoot hoornloze stieren onderling met elkaar vergeleken. De data bestaat uit fokwaarden van nakomelingen die een merkertest (DNA-test) hebben gehad. Verder heeft er een dataselectie plaatsgevonden, waarbij de geselecteerd is op de kenmerken die in de materiaal en methode zijn genoemd. In tabel 2 is te zien welke aantallen dieren zijn overgebleven na de dataselectie.

Tabel 2

Aantal dieren meegenomen in onderzoek

	<i>Aantal heterozygote stieren</i>	<i>Aantal dochterdieren</i>	<i>Hoornloos</i>	<i>Gehoord</i>
<i>Data</i>	151	23130	12001	11179

Met deze aantallen is de analyse uitgevoerd en geprobeerd om op de deelvragen antwoord te geven. In dit hoofdstuk worden de resultaten per deelvraag behandeld.

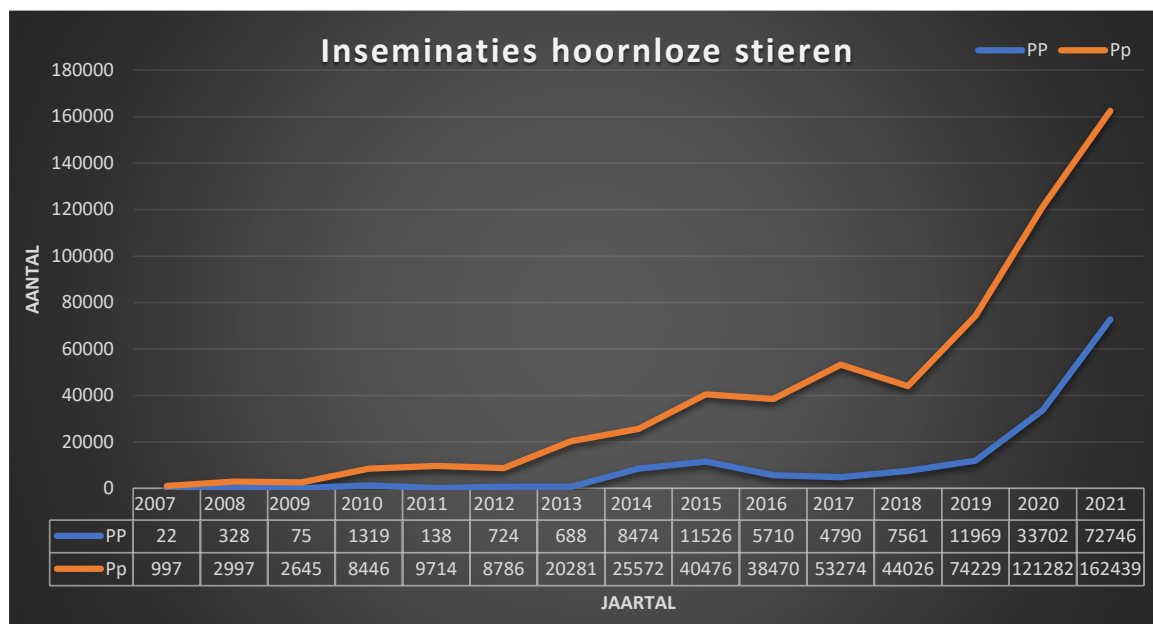
3.1 Aandeel van hoornloze stieren in het Holstein ras

In deze paragraaf wordt de deelvraag “Wat is het aandeel van hoornloze stieren in de inseminatieaantallen ten opzichte van de gehoorde stieren binnen het Holstein ras in Nederland?” beantwoord. Voor de beantwoording is gebruik gemaakt van de inseminatiegegevens van CRV van de laatste jaren.

Uit literatuur onderzoek is niet bekend wanneer het gebruik van hoornloze stieren is begonnen en hoe groot dit aandeel is. Uit data van CRV blijkt dat de eerste inseminatie met een hoornloze stier in 1990 was (Coöperatie CRV, 2022a). Het was daarnaast ook de enige inseminatie in dat jaar en het gaat hier om een heterozygoot hoornloze stier. Uit de data blijkt dat er nog veel onzekerheid was in die tijd over hoornloosheid, want het jaar daarna werd er geen één keer gebruik gemaakt van een hoornloze stier. Het gebruik van hoornloze stieren ging met pieken en dalen verder tot aan 2007. Vanaf 2007 werd de data daadwerkelijk verzameld en is begonnen met het bijhouden van inseminaties van erkende hoornloze stieren.

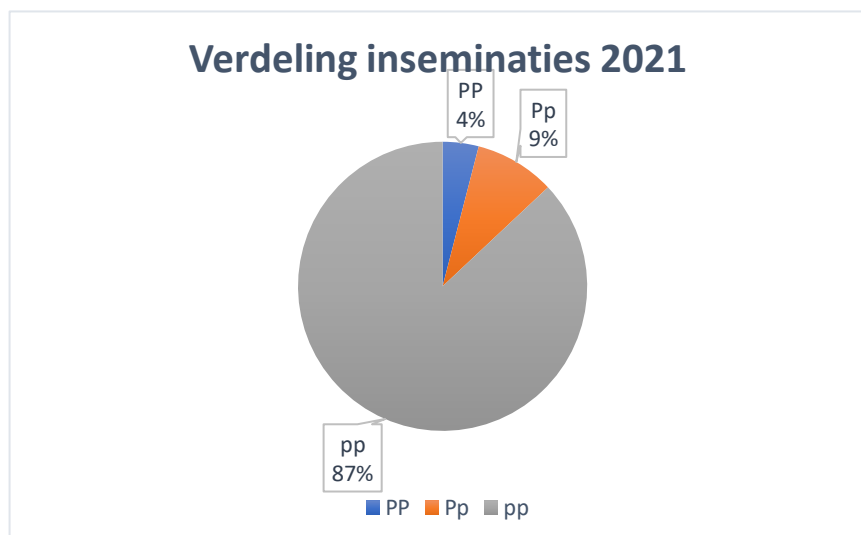
Na 2007 werd het gebruik geleidelijk aan steeds meer en ook de introductie van homozygoot hoornloze stieren kwam in opkomst (zie figuur 5). De eerste inseminatie met erkende homozygoot hoornloze stieren was in 2007. In dit jaar werd het geïntroduceerd en er zijn in dat jaar 22 inseminaties geweest met een homozygoot hoornloze stier. Daarnaast waren er in 2007 997 registraties waarbij een heterozygoot hoornloze stier is gebruikt bij een inseminatie. Vanaf deze periode is het aantal inseminaties met hoornloze stieren vrij constant blijven stijgen, hierdoor word het aandeel van hoornloze stieren in het ras steeds hoger ten opzichte van de gehoorde stieren. Van de ruim 1,8 miljoen inseminaties in 2021 werd er bij 13% van de inseminaties gebruikt gemaakt van hoornloze stier, de verdeling ten opzicht van het totaal in 2021 is te zien in figuur 6. In 2020 was dit aandeel nog 8%, en in 2019 nog minder met 4,5% van het totaal inseminaties. De stijging van het aantal inseminaties met hoornloze stieren gaat steeds sneller en het lijkt erop dat dit door zal zetten (zie figuur 5).

Figuur 5
inseminaties met hoornloze stieren vanaf 2007



In tabel 5 is te zien dat er steeds meer geïnsemineerd wordt met hoornloze stieren binnen het Holstein ras de laatste jaren, en de PP en Pp groepen worden groter. Hierdoor groeit het aandeel van hoornloze stieren in het ras, dit is ook terug te zien in de grafieken. Het aantal groeit de laatste jaren hard. Kijkend naar het verloop van 2022, ziet het er naar uit dat het aandeel van hoornloze stieren sterk door blijft stijgen. Als de verdeling in inseminaties tussen gehoornde en hoornloze stieren zo blijft doorgaan, zal het aandeel van hoornloze stieren met nog ruim 3% stijgen ten opzichte van 2021. Als de trend doorzet zal het aandeel van hoornloze stieren op 15,3% liggen aan het einde van 2022, deze gegevens zijn op het moment nog niet bekend. Wat daarbij ook nog opvalt is dat het de groei van PP stieren sterker is dan de van Pp stieren.

Figuur 6
Aandeel hoornloze stieren in het Holstein ras in 2021



Door de jaren heen is de keuze uit de stieren steeds groter geworden, het aantal Pp en PP stieren is sterk gestegen. In de periode 2007 tot aan 2021 zijn er ruim 957 duizend inseminaties geweest met hoornloze stieren. In figuur 6 is te zien dat dit 13% van het totaal inseminaties is, de andere 87% is afkomstig van gehoornde stieren. Van de inseminaties met hoornloze stieren was 76% van de gebruikte rietjes afkomstig van een Pp stier. Het aantal Pp stieren stijgt snel en deze rietjes zijn afkomstig van 460 verschillende stieren.

Bij het zwartbont zijn er 2 absolute toppers qua aantal inseminaties. Met meer dan 10% van de inseminaties uit de periode 2007-2021 is Delta Abundant P verreweg de meest gebruikte hoornloze stier (van Drie, 2021). Delta Nippon P is de nummer 2 met 8,3% van het totaal aantal inseminaties met hoornloze stieren (van Drie, 2021). Zo valt er te zien dat bijna 20% van de inseminaties al afkomstig is van deze 2 stieren. Bij de hoornloze inseminaties heeft de top 10 stieren een groot aandeel in de inseminaties (43,3%), dit zijn de stieren die ook het beste presteren op andere kenmerken. Deze stieren komen qua genetisch niveau ook het meest in de buurt van de gehoornde stieren. Om deze reden wordt er weinig gekozen voor de andere hoornloze stieren en dit is dan ook één van de grootste problemen met het hoornloos fokken op het moment, wanneer dit zo doorgaat moet er rekening worden gehouden met inteelt. Op deze manier hebben veel hoornloze dieren dezelfde stamboom, en daardoor wordt het inteelt niveau steeds groter. Bij het roodbont is de verdeling beter maar ook daar komen een aantal toppers naar voren bij de inseminaties en de overige stieren worden nagenoeg niet gebruikt bij de inseminaties. De nummer 3 op de lijst (Delta Launch PP) is dan ook een roodbonte stier en deze is daarnaast ook homozygoot hoornloos (van Drie, 2021). Het aantal homozygoot hoornloze stieren stijgt ook sterk, inmiddels is er keuze uit 157 PP stieren. Van deze stieren zijn inmiddels ruim 232 duizend rietjes ingezet, en daarmee gaat de stijging van PP stieren op het moment ongeveer net zo hard als die van de Pp stieren (Coöperatie CRV, 2022a).

Uit het gebruik van de hoornloze stieren blijkt wel dat een groot deel van de inseminaties maar van een tiental stieren afkomen. De stieren die gebruikt worden zijn steeds beter in staat om de concurrentie aan te gaan met de gehoornde stieren. Van de top 10 meest gebruikte zwartbont Holstein stieren in de periode 2020-2021 zijn er 2 stieren heterozygoot hoornloos (zie tabel 3). Deze twee stieren staan zelfs op plek 2 en 3 en dat geeft wel enigszins aan dat deze goed in staat zijn om te concurreren met de gehoornde stieren. Bij de roodbont Holstein stieren maken de hoornloze stieren ook een opmars naar de top. Uit de gegevens van inseminaties blijkt dat er 4 hoornloze stieren in de top 10 staan bij de roodbonte Holsteins. Daarnaast is de nummer 11 in de lijst ook een hoornloze stier. Van deze 5 genoemde stieren hebben 3 dieren zelfs de homozygote eigenschap.

Tabel 3

10 meest gebruikte Holstein stieren voor zwart- en roodbont aan de hand van aantal gebruikte rietjes bij inseminaties in 2020-2021

zwartbont Nederland		roodbont Nederland	
Double W Ranger	42.314	Delta Mauro*	22.519
Delta Nippon P*	26.844	Delta Potter P	7.915
Delta Abundant P*	23.510	Delta Rosebud	7.045
Delta Eloy rf*	17.920	Delta Jolino P*	6.513
Delta Lunar	16.863	Delta Nominator*	5.971
Delta Jigger*	16.826	Delta Wingstar*	5.844
Delta Magister	14.500	Broekhuizen Bart	5.309
Delta Fisherman*	13.567	Delta Pitcher*	5.282
Delta Wirdum*	11.090	Delta Launch PP*	4.925
VDR Slash	8.420	Delta Jacko PP*	4.514

Het gebruik van eigen stieren bij veehouders is moeilijk mee te nemen in dit onderzoek, het is niet duidelijk hoeveel van de eigen gehouden stieren van boeren hoornloos zijn. Wel is er onderzoek gedaan naar het aantal eigen stieren bij melkveebedrijven, maar niet of deze hoornloos of gehoornd waren. Uit een onderzoek van 2015 is alleen een aanname gedaan naar het aantal eigen stieren, CRV heeft toen onderzocht hoeveel melkveebedrijven in Nederland een stier op stal hadden staan van 15 maanden of ouder. Het bleek dat 42% van de melkveebedrijven een stier op stal hadden staan (Pellikaan, 2016). De bovenstaande resultaten geven dus een aanname van het aandeel van de hoornloze stieren op basis van inseminaties.

3.2 Gevolgen van hoornloosheid voor de productiekenmerken

Voor het beantwoorden van de deelvraag of hoornloosheid gevolgen heeft voor productiekenmerken is gebruik gemaakt van een dataselectie die gebaseerd is op de criteria uit paragraaf 2.3.

De volgende kenmerken zijn meegenomen in de analyses om productie goed in beeld te brengen: kg melk, kg vet, kg eiwit, kg lactose, melksnelheid en celgetal. Het script voor de analyse in R is terug te vinden in bijlage 2. Verschillende databestanden zijn geanalyseerd en vervolgens is een selectie gemaakt waarbij de heterozygote stieren en bijbehorende dochters bij elkaar zijn gezocht in één dataframe. Na dataselectie op alle criteria die genoemd zijn in paragraaf 2.3 zijn er veel dieren uit de data gefilterd. Uiteindelijk zijn er 151 stieren overgebleven die voldeden aan de criteria die op de stierenselectie gericht waren. De 151 stieren hebben totaal 23.210 geregistreerde dochterdieren die voldeden aan de criteria. De dochterdieren zijn vervolgens verdeeld in 2 groepen, hoornloos en gehoornd. In het onderzoek is geen onderscheid gemaakt tussen homozygoot hoornloze en heterozygoot hoornloze nakomelingen. De groep homozygote nakomelingen met een fokwaarde die naast de verwachtingswaarde + genomics ook gebaseerd is op eigen prestaties was te klein om deze dieren als aparte groep mee te nemen in het onderzoek.

In tabel 4 is een overzicht gegeven van het aantal dieren dat per kenmerk is meegenomen in de analyse.

Tabel 4

Overzicht dieraantallen die meegenomen zijn in analyse productie kenmerken

Fokwaarde	Aantal dochterdieren	Hoornloos	Gehoornd	Aantal stieren
Kg Melk	5835	3094	2741	112
Kg Vet	5835	3094	2741	112
Kg Eiwit	5835	3094	2741	112
Kg Lactose	5835	3094	2741	112
Melksnelheid	3552	1885	1667	100
Celgetal	5835	3094	2741	112

In tabel 5 zijn de gemiddeldes en resultaten van de t-toets van alle productiefokwaarden te zien. De gemiddelden van de groepen verschillen bij productie fokwaarden niet veel van elkaar, alleen bij kg melk is er een verschil van 13 punten in fokwaarde te zien. De gemiddelden bij de andere fokwaarden verschilden niet veel meer dan een punt van elkaar.

Tabel 5

Uitkomsten van de t-toets bij de productie kenmerken

Fokwaarde	Gemiddelde Hoornloos (s.d.)	Gemiddelde gehoord (s.d.)	t-waarde	p-waarde
Productie				
Kg Melk	370,25 (712,0)	357,50 (712,4)	0,68276	0,4948
Kg Vet	19,46 (24,3)	18,41 (24,7)	1,6284	0,1035
Kg Eiwit	16,21 (18,8)	15,70 (18,8)	1,0218	0,3069
Kg Lactose	19,24 (33,3)	18,40 (33,3)	0,96191	0,3361
Melksnelheid	100,19 (4,0)	100,06 (3,8)	0,98153	0,3264
Celgetal	102,98 (3,7)	103,02 (3,6)	-0,43428	0,6641

De kritieke t-waarde bij deze vrijheidsgraden (groter dan 1000) is 1.960, de t-waarden gaan hier niet overheen. De p-waardes zijn voor alle kenmerken hoger dan 0,05, dit betekent dat er geen significante verschillen tussen beide groepen zijn aangetoond voor de productiekenmerken.

3.3 Gevolgen van hoornloosheid voor de gezondheidskenmerken

Voor het antwoord op de deelvraag of hoornloosheid gevolgen heeft voor gezondheidskenmerken is gebruik gemaakt van dezelfde data als bij de productiekenmerken.

De kenmerken die zijn meegenomen voor analyse voor gezondheid zijn: klauwgezondheid, vruchtbaarheid, uiergezondheid, levensduur en kalvervitaliteit. De R-analyse is ook terug te vinden in bijlage 2. Voor de gezondheidskenmerken is in dezelfde bestanden de dataselectie uitgevoerd als bij de productiekenmerken.

De gezondheid van de koe is afhankelijk van veel verschillende factoren. Niet al deze factoren zijn meegenomen omdat het onderzoek dan te uitgebreid wordt, om deze reden is gekozen voor indexen. Het onderzoek is uitgevoerd zoals in de materiaal en methode is beschreven. In tabel 6 is een overzicht te zien van de aantallen dieren die meegenomen zijn in de analyse van de gezondheidskenmerken nadat de dataselectie had plaatsgevonden aan de hand van de criteria uit paragraaf 2.3.

Tabel 6

overzicht dieraantallen die meegenomen zijn in analyse gezondheidskenmerken

Fokwaarde	Aantal dochterdieren	Hoornloos	Gehoord	Aantal stieren
Klauwgezondheid	1846	965	881	73
Vruchtbaarheid	6929	3641	3288	104
Uiergezondheid	6014	3186	2828	114
Levensduur	5500	2930	2570	113
Kalvervitaliteit	3518	1740	1778	21

Na deze aanpassing is er met de overgebleven data de t-toets uitgevoerd in R, daar kwamen de resultaten uit die te zien zijn in tabel 7. In tabel 7 zijn tevens de gemiddeldes te zien per groep. Tussen de gemiddeldes van de fokwaarde levensduur is een significant verschil te zien van 18 punten in fokwaarde (bij levensduur is dit dus 18 dagen), met een p-waarde van 0,0004 duidelijk onder de grens van 0,05.

Tabel 7

Uitkomsten van de t-toets bij de gezondheidskenmerken

Fokwaarde	Gemiddelde hoornloos (s.d.)	Gemiddelde gehoornd (s.d.)	t-waarde	p-waarde
Gezondheid				
Klauwgezondheid	101,62 (2,8)	101,46 (3,0)	1,151	0,2499
Vruchtbaarheid	101,66 (2,9)	101,67 (3,0)	-0,14391	0,8856
Uiergezondheid	102,02 (2,7)	102,00 (2,6)	0,37417	0,7083
Levensduur	202,40 (181,4)	184,88 (184,6)	3,5389	0,0004*
Kalvervitaliteit	99,40 (3,0)	99,30 (2,8)	1,0115	0,3118

* significant verschil

De kritieke t-waarde bij deze vrijheidsgraden is net als bij de productiekenmerken 1.960, de t-waarde van levensduur gaat hier alleen overheen. De p-waarde voor levensduur is voor lager dan 0,05, dit betekent dat er een significant verschil tussen beide groepen is aangetoond voor dit kenmerk.

3.4 Effecten per stier

In deze paragraaf wordt de deelvraag "Wat zijn de effecten van hoornloosheid op prestatie en gezondheid van de dochtergroepen per stier?" beantwoord. Alleen voor levensduur is een significant verschil gevonden, dit kenmerk wordt in deze paragraaf daarom alleen bekeken.

Alleen voor de fokwaarde levensduur is een p-waarde gevonden die onder de drempelwaarde van 0,05 ligt. Voor deze fokwaarde kan daarom gekeken worden of het effect stier gebonden is of dat alle stieren uit de analyse dit effect laten zien. Zo kan per stier het gemiddelde van de dochtergroep worden uitgerekend. Om een goed beeld te krijgen van de gemiddelde fokwaarde levensduur van een dochtergroep van een stier moet hier gefilterd worden op aantal dochters. De stieren moeten minimaal 10 dochters hebben met een fokwaarde voor levensduur om een goed beeld te geven van het dochtergemiddelde voor levensduur in elke groep. In totaal zijn 86 stieren overgebleven die naast de eerdere criteria ook aan dit criterium voldeden.

Voor elke stier moesten dus 2 datasets gemaakt worden met de hoornloze en de gehoornde groep. Wanneer dit voor alle stieren moest worden gedaan zou dit dus resulteren in 172 datasets, wegens tijdgebrek was dit niet meer mogelijk. Daarom is er gekozen om een steekproef te doen met de 10 stieren met de meeste nakomelingen voor de fokwaarde levensduur. Vervolgens zijn de 10 stieren met de meeste nakomelingen geselecteerd en de daarbij behorende dochtergroepen vergeleken. Per stier zijn de 2 dochtergroepen nogmaals vergeleken door middel van een t-toets. De resultaten hiervan zijn te zien in tabel 8.

Tabel 8

Uitkomst t-toets effect hoornloosheid op levensduur (aantal dagen) per stier

Stier	Gemiddelde hoornloze dochters (s.d.)	Gemiddelde gehoorde dochters (s.d.)	t- waarde	p- waarde
Sander P (NL 718809982)	103 (109,63)	121 (116,63)	-1,66	0,096
Moscato P (NL 754798107)	234 (129,42)	221 (115,37)	1,09	0,027*
Punch P (NL 899150808)	99 (97,61)	120 (103,76)	-1,85	0,065
Fun P (NL 925209469)	229 (119,16)	196 (137,79)	2,13	0,034*
Nano P (NL 922564396)	69 (125,54)	32 (124,00)	2,29	0,022*
Revisor P (NL 642172631)	313 (127,36)	284 (111,46)	1,77	0,077
Handy P (NL 751116034)	290 (137,16)	311 (139,01)	-1,04	0,297
Sunfit P (NL 717948417)	366 (169,98)	352 (153,64)	0,53	0,595
Potter P (NL 714048024)	169 (123,56)	161 (118,23)	0,38	0,701
Rumba P (NL 945194293)	263 (113,27)	230 (119,00)	1,66	0,098

* significant verschil

In tabel 8 is te zien dat 3 van de 10 stieren een p-waarde hebben die onder de kritieke waarde van 0,05 ligt. Wat opvalt is dat de stieren verschillende beelden laten zien, bij een aantal zijn de gemiddelden van gehoornde dochters toch hoger dan de hoornloze dochters. De verschillen in dagen tussen de 2 groepen verschillen ook, bij de ene stier is het verschil groot en bij de andere juist niet ook de standaard deviaties verschillen veel tussen de groepen, bij de ene stier is de spreiding onder de dochters groter dan bij de andere.

Hoofdstuk 4: Discussie

De algemene doelstelling van dit onderzoek is het aantonen van een significant verschil tussen het prestatieniveau op productie- en gezondheidskenmerken van gehoornde en hoornloze koeien van het Holstein ras. Daarbij was het doel ook om het onderzoek op een wijze te doen waarbij een betrouwbare conclusie getrokken kan worden, bij de oude onderzoeken benoemd in de inleiding was nog veel twijfel bij de onderzoekers. Het subdoel van dit onderzoek is om duidelijkheid te scheppen voor veehouders die nog twijfel ervaren bij de keuze voor hoornloze stieren. Uit het onderzoek moet duidelijk worden voor deze groep of er nadelige gevolgen zitten aan fokken op hoornloosheid.

De uitkomsten laten zien dat er alleen een significant verschil is gevonden bij de fokwaarde levensduur, bij de overige kenmerken is geen significant verschil gevonden. Het effect wat gevonden is bij de fokwaarde levensduur wordt niet terug gezien bij alle stieren. de uitkomsten worden hieronder per deelvraag bediscussieerd.

4.1 Discussie deelvraag 1

De uitkomsten van de eerste deelvraag lieten zien dat het aandeel van hoornloze dieren in de Holstein populatie nog klein is, maar wel steeds harder groeit. Het aandeel van hoornloze stieren die gebruikt worden bij inseminaties is inmiddels gestegen naar ruim 15% van het totaal. De trend die te zien is, belooft veel goeds voor de hoornloze stieren.

De gegevens over inseminaties uit de periode van 1990 tot aan 2007 is niet opgeslagen in een databestand en er is veel twijfel over de mate van registratie in die tijd. De gegevens uit die tijd schommelen erg veel en daardoor is het niet betrouwbaar genoeg om in grafieken te plaatsen. Dit zou dus kunnen betekenen dat er hierdoor een ander beeld is te zien in de grafiek dan wanneer deze gegevens wel zouden worden meegenomen

De resultaten kloppen grotendeels met de literatuur uit de inleiding (Coöperatie CRV, 2022a). Het enige verschil is dat de trend die gevonden is in de resultaten nog niet te zien was volgens de literatuur. Dit komt waarschijnlijk doordat de trend het afgelopen jaar en het jaar daarvoor heel sterk is gestegen. Daarvoor was de trend minder goed zichtbaar, vandaar dat het onderzoek hier iets afwijkt van de literatuur. De gegevens zijn wel gebaseerd op betrouwbare data want alleen verkeerde registraties bij het insemineren zouden bijvoorbeeld voor onbetrouwbaarheid kunnen zorgen, echter komt dit in de praktijk niet vaak meer voor.

Het onderzoek geeft nu slechts een beeld van het aandeel hoornloze stieren op basis van inseminatie gegevens. De stieren die meegenomen zijn in dit deel van het onderzoek zijn alleen de KI stieren. Veehouders die een eigen stier hebben en hiermee fokken kunnen ook gebruik maken van een hoornloze stier, deze staan niet bij de inseminatiegegevens. In een vervolgonderzoek is het een idee om deze analyse op basis van geboortegegevens te doen, in combinatie met merkertesten. In deze analyse worden dan eigen stieren van veehouders die hoornloos zijn ook meegenomen, dat resulteert in meer data. Met meer data is het onderzoek nog betrouwbaarder. Hoeveel de betrouwbaarheid zal toenemen is afhankelijk van het aantal eigen hoornloze stieren, hier is op dit moment nog niks over te zeggen. Lang niet alle boeren doen daarentegen merker testen op het bedrijf, het zal dan ook naar verwachting een lastige opgave zijn om dit in beeld te krijgen zonder aannames te doen. Daarbij komt ook nog dat lang niet alle dekkingen van eigen stieren geregistreerd worden. In dit jaar waren er 1917 bedrijven die geen inseminaties of natuurlijke dekkingen lieten registreren. Hoe dit onderzoek ook aangepakt zal worden, er zullen altijd veel gegevens missen door verkeerde of ontbrekende registraties.

4.2 Discussie deelvraag 2

Voor de geselecteerde productiekenmerken is geen significant verschil aangetoond tussen de gehoornde en de hoornloze groep. Uit de resultaten bleek dat er weinig verschil zat tussen de gemiddelden van de groepen. Tussen de gemiddelden van de fokwaarde Kg melk zat wel een verschil van 13 kg maar de spreiding van deze fokwaarde is ook een stuk groter, dit is ook te zien aan het betrouwbaarheidsinterval van deze fokwaarde. Vandaar dat dit verschil niet significant is, dat blijkt ook uit de p-waarde die ver boven de grenswaarde van 0,05 ligt. Voor Kg Vet is ook een klein verschil gevonden, deze lag een stuk dicht bij de grens door de lagere spreiding. Het verschil is alleen niet groot genoeg en ook dit is dus niet significant.

Het onderzoek is op dit vlak goed verlopen, de overgebleven aantallen zijn nog hoog genoeg om een nuttige conclusie uit te kunnen halen. Door de vele criteria waarmee de dataset gefilterd is, is er sterk geselecteerd in data en daardoor zijn de gegevens betrouwbaarder. Om de betrouwbaarheid nog hoger te krijgen is eerst meer data nodig. De dochterdieren krijgen een nog hogere betrouwbaarheid als deze weer dochters krijgen die aan de melk komen. Op het moment zijn er nog niet veel kleindochters van de stieren aan de melk. Wanneer dit wel het geval is, zullen de betrouwbaarheden van de fokwaarden van de dochters, die in dit onderzoek gebruikt zijn, nog hoger worden. In het onderzoek zijn verder ook geen onverwachte resultaten gevonden.

In de analyse is geen rekening gehouden met een invloed van de voorkeur van veehouders die actief fokken op hoornloosheid. Het zou namelijk kunnen dat hoornloze dieren hierdoor een voorkeursbehandeling krijgen ten opzichte van gehoornde dieren. Hier wordt wel voor gecorrigeerd in de t-toets omdat er geselecteerd wordt op hoornloos of niet. Het probleem is dat niet alle veehouders actief inzetten op hoornloos fokken en de andere wel dus er zal altijd enigszins invloed zijn van deze omstandigheden.

De uitkomsten komen niet over met de gevonden literatuur. In de literatuur was de hoornloze groep lager in productie dan de gehoornde groep, en dit was significant volgens de onderzoekers. In dit onderzoek zien we het tegenovergestelde, de verschillen zijn niet significant. Toch zijn er wel kleine verschillen te zien in gemiddelde en hier scoort de hoornloze groep hoger dan de gehoornde groep. Dit verschil zal hoogst waarschijnlijk komen doordat in de andere onderzoeken met veel kleinere steekproefgroottes en minder stieren is geanalyseerd. Daarnaast is dit onderzoek op basis van fokwaarden, in andere onderzoeken was dit niet zo en daardoor worden managementinvloeden. Daarnaast werd in de literatuur ook melksnelheid (als RZD) teruggevonden als verschil, ook dit is niet teruggevonden in dit onderzoek.

Deze analyse is zeer goed verlopen. De analyse is gedaan met goede data, hoge betrouwbaarheden (boven de 70%) en genoeg aantallen wat betreft dieren. De uitkomsten lijken overeen te komen met de genoemde onderzoeken uit de inleiding. Het vervolgonderzoek kan gedaan worden door te kijken naar het verschil tussen homozygote en heterozygote hoornloze nakomelingen, om te kijken of hier nog verschil in zit. Op dit moment is hier nog te weinig data voor om een betrouwbare conclusie te kunnen trekken.

In een vervolgonderzoek is het ook goed om verschil te maken in roodbont en zwartbont, uit de gegevens van tabel 2 bleek namelijk dat bij roodbont meer gebruik gemaakt wordt van hoornloze stieren dan bij zwartbont. Het zou dus kunnen dat de roodbonte stieren beter presteren dan de zwartbonte stieren. In dit onderzoek is hier geen rekening mee gehouden, maar het is wel merkwaardig dat bij roodbont vaker wordt gekozen voor hoornloze stieren dan bij zwartbont.

Verder is er in het onderzoek de aanname gedaan dat de moederdieren willekeurig gepaard zijn met de stieren. Dit wil zeggen dat de stieren zowel met koeien gepaard zijn die bepaalde eigenschappen goed vererven als met koeien die deze eigenschappen minder goed vererven. Maar in de praktijk hoeft dit niet altijd zo te zijn. Bij stieren met veel nakomelingen zal dit betrouwbaarder zijn dan bij stieren met weinig nakomelingen. Deze stieren kunnen bijvoorbeeld heel goed scoren op bepaalde kenmerken en deze stieren worden dan ook vaak gepaard met koeien die slecht scoren op deze eigenschappen. Dat de moederinformatie over alle nakomelingen dan gemiddeld uitkomt op de fokwaarde 100 voor alle kenmerken is dus een aanname. Wat daarbij belangrijk is om te vermelden is dat stieren over het algemeen geselecteerd worden op enkele kenmerken. De overige kenmerken van de stier worden achterwege gelaten en dus willekeurig gekoppeld aan koeien.

4.3 Discussie deelvraag 3

Bij de gezondheidskenmerken is alleen voor levensduur een significant verschil gevonden tussen de gehoornde en de hoornloze groep. Voor de andere kenmerken zijn geen significante verschillen aangetoond. De resultaten laten zien dat er tussen de gemiddelden van levensduur een verschil zit van ruim 17 dagen. Of dit volledig afkomstig is door het verschil in hoornloos en gehoornd is niet te zeggen, er zijn namelijk ook andere factoren die hier invloed hebben. De voorkeur van een veehouder voor een hoornloos dier zou er bijvoorbeeld voor kunnen zorgen dat een hoornloos dier langer blijft lopen. Daarnaast zou het ook kunnen zijn dat gehoornde dieren sneller verwondingen oplopen door ranggevechten. Hierdoor zou het kunnen zijn dat ernstige gevallen moeten worden afgevoerd, en deze halen het gemiddelde omlaag. Voor de andere kenmerken zijn geen grote verschillen te zien tussen de gemiddelden, en hier zijn dan ook geen significante verschillen bij gevonden. De p-waarde van levensduur is heel laag, en hierbij geldt hoe lager de p-waarde des te significanter het verschil.

Het onderzoek is ook hier goed verlopen, hierbij geldt hetzelfde als bij deelvraag 2. Het onderzoek is op dezelfde manier uitgevoerd en alleen de fokwaarden hoefden aangepast te worden in het script voor de analyse. De data is betrouwbaar, de criteria voor deelvraag 2 zijn ook op deze data toegepast.

Wat afwijkend is bij de gezondheidskenmerken is het kenmerk kalvervitaliteit, de betrouwbaarheid van dit kenmerk is namelijk lager. De betrouwbaarheid voor dit kenmerk gaat namelijk veel langzamer omhoog dan bijvoorbeeld de betrouwbaarheid van de productiekenmerken. De betrouwbaarheid van deze fokwaarde hangt af van het aantal geboren kalveren, omdat hoornloze stieren de laatste jaren pas actiever zijn ingezet zijn er nog niet veel dieren met een fokwaarde op basis van prestatie. Omdat bij een betrouwbaarheid van 50% de fokwaarde kalvervitaliteit weinig dieren overbleven is er voor gekozen om de betrouwbaarheid voor de fokwaarden voor kalvervitaliteit te verlagen naar 40%. Zelfs met deze betrouwbaarheid is het stieraantal nog steeds aan de lage kant. Dit zijn namelijk de oudere stieren, eigenlijk allemaal stieren van voor het jaar 2019. Stieren die na 2019 geboren zijn hebben namelijk nog maar enkele of zelfs geen dochters die zelf al weer gekalfd hebben. De betrouwbaarheid is daardoor nog laag, en de dochters die zelf nog niet hebben afgekalfd hebben ook geen fokwaarde op basis van prestatie.

Bij klauwgezondheid is er soort van indirecte invloed van veehouders en klauwbekappers die geen gebruik maken van Digiklauw. De gegevens van dochterdieren worden dan niet meegenomen in de fokwaardeschatting. Daardoor is er minder data beschikbaar voor deze fokwaarde, hierdoor gaat de betrouwbaarheid van de fokwaarden langzamer omhoog. Wanneer alle dochterdieren geregistreerd werden in Digiklauw zouden er daarom waarschijnlijk ook meer stieren zijn en daarnaast hogere betrouwbaarheden. Dit is dus een

indirecte invloed van niet beïnvloedbare omstandigheden, maar de boeren en klauwbekappers zijn niet verplicht om dit systeem te gebruiken.

Daarnaast is de data voor de fokwaarde klauwgezondheid ook aan de lage kant, dit komt omdat de betrouwbaarheid voor dit kenmerk langzaam omhoog gaat. Hierdoor lagen veel van de betrouwbaarheden onder de grens van 50%, daardoor zijn er veel dieren uit de data gefilterd. In de toekomst zal er meer data zijn wanneer hoornloosheid een groter aandeel heeft in de populatie. Nu zijn de betrouwbaarheden nog laag omdat de hoornloze dieren nog weinig nakomelingen hebben dus is er nog weinig dochterinformatie. Dochterinformatie is een belangrijke bron bij de betrouwbaarheden van fokwaarden.

In de literatuur was nog niet veel te vinden over gezondheidskenmerken en de relatie met hoornloosheid. Enkele vruchtbaarheidskenmerken zijn wel onderzocht in vleesrassen, voor de rest is er weinig bekend over de kenmerken voor gezondheid. De resultaten van deze deelvraag komen dus wel overeen met het kleine gedeelte aan literatuur wat er gevonden is. De resultaten staan daarnaast wel in lijn met de resultaten van de productiekenmerken, er is dus geen effect van hoornloosheid op de kenmerken van gezondheid naast levensduur.

In een vervolgonderzoek is het belangrijk dat kalvervitaliteit ook op hogere betrouwbaarheden kunnen worden geanalyseerd. Op dit moment is er nog te weinig data beschikbaar met fokwaarden met een betrouwbaarheid van 50% om er een betrouwbare conclusie uit te trekken. Daarnaast is het bij een vervolgonderzoek belangrijk om te kijken naar een manier waardoor de voorkeur van de veehouders geen effect heeft op levensduur, ook al zal dit een lastige opgave zijn. Om dit te kunnen doen moet er namelijk minder verschil zitten in de voorkeuren van veehouders, lang niet alle veehouders fokken actief op hoornloosheid. Hierdoor zal een veehouder die actief op hoornloosheid fokt zijn hoornloze dieren langer aan willen houden dan een veehouder die hier niet actief op fokt.

Daarnaast geldt ook bij deze deelvraag hetzelfde stukje over zwart- en roodbont uit deelvraag 2. Bij een vervolgonderzoek is het goed om te kijken of er een verschil zit tussen roodbonte en zwartbonte Holsteins koeien. De top 10 meest gebruikte stieren bij inseminaties laten namelijk zien dat hoornloosheid bij roodbont belangrijker is dan bij zwartbont. Verder is ook bij deelvraag 3 de aanname gedaan dat de moederdieren random gepaard zijn met de stieren. In een uitgebreid vervolgonderzoek zou hier ook nog rekening mee gehouden kunnen worden om de resultaten nog betrouwbaarder te maken.

4.4 Discussie deelvraag 4

De ANOVA toets gaf op dit moment geen valide resultaten. Hierdoor moest er afgeweken worden van de methode die beschreven was in hoofdstuk 2. In plaats van de ANOVA toets is er gebruik gemaakt van verscheidene t-toetsen. De ANOVA is op meerdere manieren uitgevoerd waarbij ook de opbouw van de bestanden is aangepast. Geen van deze aanpassingen zorgde er voor dat de resultaten lieten zien of het effect bij alle stieren werd teruggezien of bij enkele stieren. De resultaten lieten alleen zien of de wisselwerking tussen hoornloosheid en stieren een effect heeft op levensduur, niet of dit bij alle stieren zo is. Er werd alleen weergegeven of de combinatie van hoornloosheid en de stieren een effect had op levensduur en niet of dit aan de stier zelf lag. Na vele mislukte pogingen is er voor gekozen om de per stier een aparte dataset te maken en vervolgens de gehoornde en hoornloze dieren te vergelijken.

Dit gaf wel bruikbare resultaten, deze methode kostte echter wel veel tijd, omdat er zeer veel verschillende datasets gemaakt moesten worden voor elke stier. Bij de t-toets moeten er 2 datasets per stier gemaakt worden, één met de gehoornde dochters en één met de hoornloze dochters. Dit betekent dus dat er 172 datasets gemaakt moesten worden om alle

stieren te kunnen analyseren. Daarom is er gekozen voor een steekproef met de 10 stieren met de meeste nakomelingen, deze data is immers ook het meest betrouwbaar.

De resultaten zijn nu gebaseerd op een klein gedeelte van de gehele populatie. Om een betrouwbaardere conclusie te kunnen trekken, moet dit op een manier gedaan worden waarbij alle stieren een p-waarde krijgen. Door tijdgebrek is dit nu niet gelukt, of de ANOVA toets hiervoor de juiste methode is moet dan blijken. Op dit moment geeft de t-toets de gewenste resultaten, dus daarom is vanwege de tijd voor deze methode gekozen.

In de literatuur was hier verder niet veel over bekend, in de onderzoeken uit de inleiding is geen onderzoek gedaan naar een verband tussen hoornloosheid en levensduur. In de onderzoeken uit de inleiding is verder ook niet in detail verder gegaan per stier. De onderzoeken hebben niet speciaal gekeken of de gevonden verschillen een effect per stier waren of niet. Daarom is het belangrijk dat in een eventueel vervolgonderzoek ook gekeken wordt of dit effect echt afkomstig is van enkele stieren of niet. Het is moeilijk om te controleren, omdat levensduur het enige kenmerk is waar een significant verschil is gevonden.

Het lijkt erop dat ongeveer 30% van de stieren het effect laten zien, dit is echter nog niet heel betrouwbaar. Om dit met zekerheid te kunnen zeggen moet er een uitgebreider onderzoek gedaan worden. De huidige uitkomsten uit dit onderzoek zijn gebaseerd op een zeer kleine steekproef. De uitkomsten van deze deelvraag zijn daardoor slechts een aanname gebaseerd op een kleine steekproefpopulatie.

Hoofdstuk 5: Conclusies en aanbevelingen

De algemene doelstelling van dit onderzoek is het aantonen of er een verband is tussen het niveau van productie- en gezondheidskenmerken en hoornloosheid. Het subdoel daarbij is duidelijkheid scheppen voor veehouders bij het kiezen voor hoornloze stieren of niet. Wanneer namelijk blijkt dat er een effect is of niet zal dit consequenties hebben voor de keuze van veel veehouders op dit gebied. Dit is gedaan door de nakomelingen van heterozygote stieren in 2 groepen te verdelen, en deze met elkaar te vergelijken. In dit hoofdstuk zullen de hoofd- en deelvragen beantwoord worden. Eerst zullen de conclusies per deelvraag worden gegeven, daarna zal het antwoord op de hoofdvraag worden geformuleerd.

5.1 Conclusies

Deelvraag 1: Wat is het aandeel van hoornloze stieren in de inseminatieaantallen ten opzichte van de gehoornde stieren binnen het Holstein ras in Nederland?

De conclusie op deelvraag 1 is dat het aandeel van hoornloze stieren steeds groter wordt binnen het Holstein ras. De keuze bij inseminaties valt steeds vaker op een hoornloze stier, zowel homozygote als heterozygote stieren worden gekozen. Als de huidige trend doorzet zullen hoornloze stieren in een versneld tempo een groter aandeel innemen dan de gehoornde dieren. De resultaten geven op goede wijze weer dat hoornloze stieren steeds belangrijker worden en dat deze trend snel aan het stijgen is. De volgende conclusies kunnen getrokken worden uit de resultaten:

Hoornloze stieren zijn bij roodbonte Holstein inseminaties meer gebruikelijk dan bij zwartbonte Holstein inseminaties. Bij de roodbonte Holsteins blijkt hoornloosheid al in een verder stadium te zijn dan bij de zwartbonte Holsteins. Ook de homozygote stieren worden al veel gebruikt bij de roodbonte blijkt uit de inseminatie gegevens.

De trend is op het moment dat hoornloze stieren steeds vaker ingezet worden. De laatste jaren gaat dit in een versneld tempo, elk jaar stijgt het aandeel van de hoornloze stieren harder. Wanneer deze trend zo door blijft stijgen zullen hoornloze stieren binnen 10 jaar een groter aandeel hebben binnen inseminaties dan de gehoornde stieren.

Homozygoot hoornloze stieren stijgen op dit moment procentueel gezien harder dan de heterozygote hoornloze stieren. Homozygote stieren krijgen dus ook steeds vaker de voorkeur, en zullen de fokwaarden van deze dieren hoogst waarschijnlijk steeds dichterbij die van de gehoornde stieren liggen. Dit is ook een idee voor een klein vervolgonderzoek. Er zou dan gekeken kunnen worden naar de verschillen in fokwaarden tussen de 3 groepen stieren. Hoe groot de verschillen tussen homozygote, heterozygote en gehoornde stieren op dit moment nog niet voor de gehele doelgroep bekend.

Deelvraag 2: Wat is het verband tussen hoornloosheid en productieniveau bij koeien binnen het Holstein ras in Nederland?

Na het onderzoek bleek dat hoornloosheid geen invloed heeft op de productiekenmerken. Uit de t-toets blijkt dat er geen significant verschil te vinden is tussen de gehoornde en de hoornloze groep. Alle p-waarden voor de productiekenmerken zijn hoger dan 0,05 en dit betekent dat er geen significant verschil is gevonden. De gemiddeldes lieten ook weinig verschillen zien, alleen voor melkproductie zat er een verschil tussen de gemiddelden. Toch is dit geen significant verschil, de standaarddeviaties lijken dit te verklaren. De fokwaarde melkproductie heeft namelijk een grote spreiding blijkt uit de standaarddeviaties. De volgende conclusies volgen uit de resultaten van deze vraag:

Er is geen significant verschil gevonden in de prestaties op productiekenmerken tussen de dochters van hoornloze en gehoornde stieren. De conclusie op deze deelvraag is dan ook dat er geen verschil bestaat tussen het productieniveau van hoornloze en gehoornde koeien binnen het Holstein ras.

In de literatuur kwam voor dat hoornloze dieren een lager niveau hadden dan de gehoornde dieren. Uit de gemiddelden van dit onderzoek blijkt dat er bijna geen verschil is te zien, en de kleine verschillen in gemiddelden zijn juist in het voordeel van de hoornloze dieren. Deze verschillen zijn dus wel heel klein en niet groot genoeg van om te spreken van een significant verschil, dit zou dus ook kunnen berusten op toeval.

Deelvraag 3: Wat is het verband tussen hoornloosheid en de gezondheidskenmerken binnen het Holstein ras in Nederland?

Voor levensduur bestaat er een significant verschil tussen hoornloze dieren en gehoornde dieren. De p-waarde die uit deze t-toets kwam, was lager dan 0,05. Dit betekent dat er een significant verschil is gevonden tussen de gehoornde en de hoornloze groep. De hoornloze dieren hebben een langere levensduur dan de gehoornde dieren.

Voor de andere kenmerken waren alle p-waarden hoger dan 0,05 en bij deze kenmerken is dus geen significant verschil gevonden tussen de groepen. Dit houdt in dat hoornloosheid verder geen significante verschillen lijkt te veroorzaken bij gezondheidskenmerken. De gemiddelde fokwaarden van de 2 groepen zijn voor alle kenmerken nagenoeg hetzelfde.

Opvallend is dat alle dochters van heterozygote hoornloze stieren op kalvervitaliteit onder het gemiddelde scoren (fokwaarde 100) van de gehele populatie (alle Holstein koeien in Nederland). Het gemiddelde van de dochters van heterozygote stieren is 99, dit is dus 1 punt lager dan het gemiddelde van de Holstein populatie. Om te achterhalen waar dit door komt is een vervolgonderzoek nodig.

Op levensduur na zit er zeer weinig verschil tussen de gemiddelde fokwaarden van de twee groepen. Hoornloosheid lijkt dus geen significante verschillen te veroorzaken bij gezondheidskenmerken. Voor levensduur is nog enige twijfel over de uitkomst, omdat de voorkeur van de veehouder nooit geheel uit de data te filteren is. Veehouders die actief op hoornloosheid fokken zullen een voorkeur hebben voor hoornloze dieren ten opzichte van gehoornde dieren. Omdat niet alle veehouders dezelfde voorkeur hebben is het moeilijk om dit effect er compleet uit te filteren.

Deelvraag 4: Wat zijn de effecten van hoornloosheid op prestatie en gezondheid van de dochtergroepen per stier?

Het verschil wat gevonden is voor de fokwaarde levensduur tussen de gehoornde en hoornloze groep is niet terug te zien bij alle stieren. Het lijkt er dus op dat het effect afkomstig is van enkele stieren in de populatie. Bij alle stieren zijn wel verschillen terug te zien in de gemiddelde levensduur van de hoornloze en gehoornde dochtergroep. Bij de ene stier is het verschil klein en niet noemenswaardig omdat de spreiding van de fokwaarde levensduur groot is. Enkele andere stieren laten wel een groot verschil zien tussen de gemiddelde fokwaarde levensduur van de twee dochtergroepen.

Niet alle stieren laten hetzelfde effect zien wat te zien is aan de p-waardes. Een deel van de stieren hebben een waarde die onder de 0,1 ligt en dit komt dicht in de buurt van de kritieke p-waarde van 0,05. Toch zijn er ook een aantal stieren die rond de 0,5 liggen als er naar p-waarde gekeken wordt. Deze stieren laten veel minder verschil zien tussen de

dochtergroepen. De p-waardes uit tabel 8 bij hoofdstuk 3.4 geeft dus in oogopslag een mooi beeld van hoe de verdeeldheid is onder de stieren, en dat de effecten sterk verschillen.

Wat opvalt is dat er tussen de stieren veel verschil zit. Bij de ene stier zit veel verschil tussen de gemiddelden van de dochter groepen (bijvoorbeeld Nano P), bij de andere stier zit er maar heel weinig verschil tussen de dochter groepen (bijvoorbeeld Potter P). Het lijkt er dus erg sterk op dat de verschillen afkomstig zijn van enkele stieren binnen de populatie en dat het niet aan het hoornloze gen ligt.

Hoofdvraag: Wat is het effect van fokken op hoornloosheid op de productie- en gezondheidskenmerken bij koeien van het Holstein ras?

De uiteindelijke conclusie op de hoofdvraag van het onderzoek is dat uit dit onderzoek blijkt dat hoornloosheid geen gevolgen heeft voor productiekenmerken in het Holstein ras. Daarnaast heeft hoornloosheid ook geen grote gevolgen voor gezondheidskenmerken. Alleen bij levensduur is sprake van een significant verschil, dit effect wordt echter niet bij alle stieren teruggezien. De levensduur van hoornloze dieren is zelfs langer. De uiteindelijke conclusie is dus dat hoornloosheid geen gevolgen heeft voor productie en gezondheidskenmerken, wel lijkt er een positief effect te zijn op levensduur.

5.2 Aanbevelingen

Veel aanbevelingen zijn al genoemd in de discussie, hieronder zullen de belangrijkste aanbevelingen kort worden benoemd. Deze zijn hoofdzakelijk gericht op de verbetering van de onderzoeksmethode.

Bij vervolgonderzoeken moet er rekening gehouden worden met een aantal zaken. Een vervolgonderzoek kan pas uitgevoerd worden wanneer er meer data beschikbaar is. Bijvoorbeeld voor kalvervitaliteit waar nu de bovengrens voor de betrouwbaarheid van de fokwaarden moest worden verlaagd om genoeg data te verkrijgen. Wanneer er meer data is kan deze bovengrens hoger worden gezet, hierdoor zullen de resultaten nog betrouwbaarder zijn.

In een vervolgonderzoek is het mogelijk interessant om onderscheid te maken tussen roodbont en zwartbonte Holsteins. Bij roodbont is hoornloosheid populairder dan bij zwartbont, het aandeel van hoornloze stieren is hier ook groter.

Wanneer er genoeg data beschikbaar is, kan het ook interessant zijn om dit onderzoek verder uit te diepen. Dit kan door ook onderscheid te maken tussen heterozygote en homozygote hoornloze nakomelingen. Op dit moment was de homozygote groep nog niet groot genoeg om dit als aparte groep mee te nemen.

Om het aandeel van hoornloze stieren de volgende keer beter in beeld te brengen is het aan te raden om te kijken naar I&R registratie in combinatie met inseminatie gegevens. Dit geeft een beter beeld van het aandeel, omdat er dan ook eigen stieren van veehouders worden meegenomen in het onderzoek.

Wanneer hoornloosheid in andere rassen ook populairder is, kan er ook onderzoek worden gedaan tussen verschillende rassen. Op het moment is hier nog te weinig data voor omdat hoornloze stieren later in deze rassen werden geïntroduceerd. Idee is om dit ook voor andere rassen te onderzoeken, maar bijvoorbeeld ook om dit te bekijken tussen de

verschillende rassen. Heeft hoornloosheid in het ene ras meer verband met kenmerken dan in een ander ras.

Fokken met hoornloze stieren heeft geen negatieve effecten voor productie en gezondheid, het enige effect dat is gevonden is zelfs een positief effect. Veehouders die hoornloos fokken en twijfelen over eventuele gevolgen hiervan, kunnen dus gewoon doorgaan met het fokken met hoornloze stieren.

Als aanvulling op het onderzoek is het goed om bij een vervolgonderzoek ook te kijken naar verschillen tussen heterozygoot en homozygoot hoornloos in het volgende onderzoek. Op dit moment is er nog niet genoeg data om hier een betrouwbare uitspraak over te doen, de analyse is wel uitgevoerd maar gaf nog geen betrouwbare en bruikbare resultaten zoals eerder is vermeld. De resultaten laten zeker verschillen zien dus wanneer er meer data is, zal het zeer interessant zijn wat dan de uitkomsten zijn.

Bibliografie

- Aa, H. v. (2021, 13 juli). *Veehouders verdeeld over hoornloos fokken*. Geraadpleegd op 20 oktober 2022, van <https://www.melkvee.nl/artikel/412158-veehouders-verdeeld-over-hoornloos-fokken/>
- Aldersey, J., Sonstegard, T., Williams, J., & Bottema, C. (2020). Understanding the effects of the bovine polled variants. *Animal genetics*, 51(2), 166-176. <https://doi.org/10.1111/age.12915>
- Allais-Bonnet, A., & et-al. (2013). Novel Insights into the Bovine Polled Phenotype and Horn Ontogenesis in Bovidae. *Plos One*, 8(5), Artikel e63512. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0063512>
- Booij, A. (2015, juni 2). Hoornloos fokken heeft de toekomst. *Veeteelt*, 2015(juni), 10-12. Geraadpleegd op 21 september 2022, van <https://edepot.wur.nl/348158>
- Casas, E., & Kehrl JR., M. (2016). A review of selected genes with known effects on performance an health of cattle. *Front. Vet. Sci.*, 3, Artikel 113. <https://doi.org/10.3389/fvets.2016.00113>
- Coöperatie CRV. (2020a). Hoofdstuk E18 celgetal. In AEU, *Handboek kwaliteit*. Arnhem.
- Coöperatie CRV. (2020b). Hoofdstuk E27 uiergezondheid. In AEU, *Handboek kwaliteit*. Arnhem.
- Coöperatie CRV. (2020c). Hoofdstuk E19 levensduur. In AEU, *Handboek kwaliteit*. Arnhem.
- Coöperatie CRV. (2020d). Hoofdstuk E30 klauwgezondheid. In AEU, *Handboek kwaliteit*. Arnhem.
- Coöperatie CRV. (2020e). Hoofdstuk E32 kalvervitaliteit. In AEU, *Handboek kwaliteit*. Arnhem.
- Coöperatie CRV. (2020f). Hoofdstuk E7 melkproductie. In AEU, *Handboek kwaliteit*. Arnhem.
- Coöperatie CRV. (2021a). Hoofdstuk E15 melksnelheid. In AEU, *Handboek kwaliteit*. Arnhem.
- Coöperatie CRV. (2021b). Hoofdstuk E17 vruchtbaarheid. In AEU, *Handboek kwaliteit*. Arnhem.
- Coöperatie CRV. (2022). E-hoofdstukken. Geraadpleegd op oktober/november 2022, van <https://www.cooperatie-crv.nl/downloads/fokwaarden/methodiek-2/e-hoofdstukken/>
- Coöperatie, CRV. (2022a). Archief CRV. *Aantal inseminaties met hoornloze stieren*. Arnhem.
- CRV. (2020, november 20). *Hoornloosheid bij zwartbonte Holstein-friesians in Nederland*. Geraadpleegd op 7 november 2022, van <https://www.cooperatie-crv.nl/cooperatie/hoornloosheid-bij-zwartbonte-holstein-friesians-in-nederland/>
- CRV. (2021, september 3). *Hoornloze stieren worden steeds completer*. Geraadpleegd op 3 november 2022, van <https://crv4all.nl/nl/news/hoornloze-stieren-worden-steeds-completer>
- Gehrke, L., Seichter, D., Ruß, I., Medugorac, I., Tetens, J., & Thaller, G. (2016). *Impact of the Friesian polled mutation on milk production traits in Holstein Friesian*. Belfast, UK. Geraadpleegd op 14 september 2022, van https://meetings.eaap.org/wp-content/uploads/2016/S46_07_Gehrke.pdf
- Gehrke, L., Seichter, D., Ruß, I., Segelke, D., Reinhardt, F., & Thaller, G. (2018). *Is the Friesian polled mutation affecting performance traits in Holstein Friesian cattle?* Kiel: Christian-Albrechts-University. Geraadpleegd op 3 oktober 2022, van https://www.tierzucht.uni-kiel.de/de/forschung/dissertationen-1/Diss_Lilian_Gehrke_formatiert_druck-1.pdf#page=18

Goonewardene, L., Pang, H., Berg, R., & Price, M. (1999). A comparison of reproductive and growth traits of horned and polled cattle in three synthetic beef lines. *Canadian journal of animal science*, 79(2), 123-127. <https://doi.org/10.4141/A98-096>

Grondman, W. (2020). Beslissen van kalf tot koe (Vol. Hoofdstuk 4). Arnhem: NRS. Geraadpleegd op oktober/november 2022, van https://issuu.com/crv4all/docs/crv_beslissen_van_kalf_tot_koe

Milk & Health-(2016, 16 juni). Koeien hebben hoorns. Geraadpleegd op 3 maart 2023, van <https://www.milkandhealth.com/2016/06/16/koeien-hebben-hoorns/>

Hoving, R., & Windig, J. (2010). Perspectief voor hoornloos fokken. *V-focus+*, 2010, 29-30. Geraadpleegd op 14 september 2022, van <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/155067>

Knierim, U., Irrgang, N., & Beatrice, A. (2015). To be or not to be horned - consequences in cattle. *Livestock Science*, 179, 2015, 29-37. Geraadpleegd op 20 september 2022, <http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2015.05.014>

Lauwerier, R. (2011). Het dominante hoornloze rund. *Vitruvius*, 2011(16), 26-31. Geraadpleegd op 26 september 2022, van https://www.researchgate.net/publication/323202182_2011c_Het_dominante_hoornloze_rund

Lentz, J. (sd). Dijkma wil pijnbestrijding bij onthoornen. veehouderenvetarts.

Meijers, J. (2018, januari 24). *Koeien die geen hoorns krijgen*. Geraadpleegd op 20 september 2022, van <https://biotechnologie.nl/artikelen/koeien-die-geen-hoorns-krijgen/>

Melkvee.nl. (2016, juni 13). *10 vragen en antwoorden voor een hoornloze veestapel*. Geraadpleegd op 5 oktober 2022, van <https://www.melkvee.nl/artikel/61099-10-vragen-en-antwoorden-voor-een-hoornloze-veestapel/>

Pellikaan, F. (2016, April 2). Eigen stier, goedkoop of duurkoop? *Veeteelt*, 2016(april), 10-12. Geraadpleegd op 9 februari 2023, van <https://edepot.wur.nl/379967>

KI Samen (Z.D.). *De slimste manier naar een hoornloze veestapel?* Geraadpleegd op 15 oktober 2022, van <https://kisamen.nl/nieuws/kennisartikel/de-slimste-manier-naar-een-hoornloze-veestapel/>

Schafberg, R., & Swalve, H. (2015, 17 september). The history of breeding for polled cattle. *Livestock Science*, 179, 2015, 54-70. <http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2015.05.017>

Smolders, G. (2011, september). Hoornloos fokken, praktische aspecten bij het opbouwen van een hoornloze veestapel. *BioKennis*, 2011(september), 23-26. Geraadpleegd op 4 oktober 2022, van <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/178792>

Thompson, N., Widmar, N., Schutz, M., Cole, J., & Wolf, C. (2017, juni). Economic considerations of breeding for polled dairy cows versus dehorning in the United States. *Journal of Dairy Science*, 100(6), 4941-4952. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12099>

Van der Knaap, J. (2009, 2 maart). Hoornloos fokken vraagt draagvlak. *Veeteelt*, 2009(maart), 54-55. Geraadpleegd op 28 september 2022, van <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/8930>

van Drie, I. (2021, december). Hoornloze stieren drukken stempel op KI-cijfers. *Veeteelt*, 2021(december), 6-9. Geraadpleegd op 15 november 2022, van <https://edepot.wur.nl/559935>

- Wiedemar, N., Tetens, J., Jagannathan, V., Menoud, A., Neuenschwander, S., Bruggmann, R., . . . Drögemüller, C. (2014, maart 26). *Independent polled mutations leading to complex gene expression differences in cattle*. *Plos One*, 9(3), Artikel e93435 van <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0093435>
- Windig, J., Hoving-Bolink, R., & Veerkamp, R. (2008). *Wenselijkheid en mogelijkheden voor het fokken van hoornloze koeien (fase 1)*. Geraadpleegd op 28 september 2022, van <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/4071>
- Windig, J., Hoving-Bolink, R., & Veerkamp, R. (2010). *Wenselijkheid en mogelijkheden voor het fokken van hoornloze koeien (fase 2)*. Geraadpleegd op 29 september 2022, van <https://edepot.wur.nl/146790>
- Windig, J., Hoving-Bolink, R., & Veerkamp, R. (2015, september). *Breeding for polledness in Holstein cattle*. *Livestock Science*, 179, 2015, 96-101, <http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2015.05.021>
- Wolters, W. (2009, juni). Hoornloze koeien in aantocht. *V-focus*, 2009(juni), 26-27. Geraadpleegd op 16 september 2022, van <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/7136>
- Zuchtwerschaetzung. (sd). Geraadpleegd op 15 november 2022, van <https://www.rind-schwein.de/brs-rind/zuchtwertschaetzung-2.html>

Bijlagen

Bijlage 1: Informatie CRV

CRV is een organisatie die werkt aan het verbeteren van veestapels. Sinds 1874 is het bedrijf druk bezig met het verbeteren van veestapels, volgens CRV leidt dit tot een gezonder leven voor de veestapel maar ook het leven van de veehouder zelf. Het begon in 1874 met de oprichting van een stamboek, hierin werd geregistreerd waar koeien en stieren van af stamde. CRV is een coöperatie en heeft bijna 23.000 leden, samen met haar leden probeert CRV verbetering te behalen in de veestapels.

Het verbeteren van de veestapel gaat op verschillende manieren, bijvoorbeeld door topgenetica, fokkerijmanagement en persoonlijk veestapeladvies. Het streven van de organisatie is hierbij het vinden van de goede balans tussen gezondheid en efficiëntie bij de koe. Tegenwoordig wordt dit gedaan door meer dan 2000 medewerkers, met locaties in 12 landen, en export naar meer dan 60 landen. De producten en diensten die CRV aanbiedt zijn verschillend en zorgen met elkaar voor het totaalpakket voor de veehouder. De producten zijn hoofdzakelijk de inseminatierietjes en toebehoren die CRV verkoopt en daarnaast ook verschillende softwareprogramma's. De organisatie biedt daarentegen veel verschillende diensten aan zoals persoonlijk advies, fokprogramma's, merkertesten, fokwaarden berekenen en publiceren en de KI-service. Coöperatie CRV heeft een commercieel deel (CRV BV), die de meeste diensten en producten levert, en een niet commercieel deel wat het stamboek doet en de fokwaardeschatting. De data is afkomstig van de afdeling AEU (animal evaluation unit), dit is de afdeling waar de fokwaardeschattingen worden gedaan.

Bijlage 2: R script

```
library("withr", lib="/usr/home/roosbeboom/packages_R")
library("ggplot2", lib="/usr/home/roosbeboom/packages_R")
library("dplyr", lib="/usr/home/roosbeboom/packages_R")
library("data.table", lib="/usr/home/roosbeboom/packages_R")
library("stringr", lib="/usr/home/roosbeboom/packages_R")
library("xlang", lib="/usr/home/roosbeboom/packages_R")
library("moments", lib="/usr/home/roosbeboom/packages_R")
library("skimr", lib="/usr/home/roosbeboom/packages_R")
library("xlsx", lib="/usr/home/roosbeboom/packages_R")

#inlezen bestanden (vanuit putty, sommige met dit linux systeem gefilterd met grep, op ras, geslacht en hoornloosheid)

#oorspronkelijke bestanden
pedigree <- read.csv('pedigree.csv', header=FALSE, sep=';')
breedingvalues <- read.csv('breedingvalues.csv', sep=';')
kenmerken <- read.table('erfelijke_kenmerken_2.0.xlsx', header=FALSE, sep=';')

#alle stieren en vrouwelijke dieren met Holstein bloed
stieren HF <- read.csv('stieren_HF.csv', header=FALSE, sep=';')
female <- read.csv('female.csv', header=FALSE, sep=';')

#alle dieren gefilterd op hoornloosheid, direct gefilterd op Pp of PP
heterozygoot <- read.table('heterozygoot.xlsx', header=FALSE, sep=';')
homozygoot <- read.table('homozygoot.xlsx', header=FALSE, sep=';')

#kolonnen veranderen
colnames(pedigree) <- c('ID', 'sire', 'dam', 'birthdate', 'breed', 'gender', 'V7', 'V8')
colnames(heterozygoot) <- c('ID', 'V2', 'V3', 'V4', 'V5', 'V6')
colnames(homozygoot) <- c('ID', 'V2', 'V3', 'V4', 'V5', 'V6')
colnames(kenmerken) <- c('ID', 'V2', 'V3', 'V4', 'V5', 'V6')
colnames(stieren HF) <- c('ID', 'sire', 'dam', 'birthdate', 'breed', 'gender', 'V7', 'V8')
colnames(female) <- c('ID', 'sire', 'dam', 'birthdate', 'breed', 'gender', 'V7', 'V8')
colnames(breedingvalues)[1] <- 'ID'

#veranderen False waarden in FE voor gender in vector female
female$gender[female$gender == 'FALSE'] <- 'FE'
#filteren zodat alleen stieren met minimaal 15
pedigree15 <- pedigree %>% group_by(sire) %>% filter(n() >= 15)
#filteren om stieren eruit te halen
stieren hf <- subset(pedigree15, pedigree15$gender == 'M')
stieren_test <- pedigree15[c('sire')]
stieren_2 <- stieren_test[!duplicated(stieren_test), ]
colnames(stieren_2) <- 'ID'

#data mergen voor analyse
heterozygote_stieren <- merge(stieren_2, heterozygoot, by='ID')
homozygote_stieren <- merge(stieren_2, homozygoot, by='ID')

#kolom namen veranderen in stieren bestanden
colnames(heterozygote_stieren) <- c('ID', 'ks1', 'ks2', 'ks3', 'ks4', 'ks5')
colnames(homozygote_stieren) <- c('ID', 'ks1', 'ks2', 'ks3', 'ks4', 'ks5')

dochters_heterozygoot <- merge(female, heterozygote_stieren, by.x='sire', by.y='ID')
#filteren zodat alleen zuiver holstein ras en 87,5 procent overblijft
dochters_heterozygoot <- filter(dochters_heterozygoot, breed %in% c('HF 8 0', 'HF 7ONB1', 'HF 8 ', 'HF 7BS 1', 'HF 7MR1', 'HF 7MON1', 'HF 7FLV1', 'HF 7ZRB1'))

dh_breedingvalues <- merge(dochters_heterozygoot, breedingvalues, by='ID')

#verwijderen overbodige kolommen
dh_breedingvalues <- subset(dh_breedingvalues, select = -c(sire.y, dam.y, birthdate.y, breed.y))

#toevoegen van erfelijke kenmerken dochter dieren
dh_breedingvalues <- merge(kenmerken, dh_breedingvalues, by='ID')

#kolom namen veranderen in dh breedingvalues file
colnames(dh_breedingvalues)[2:6] <- c('kd1', 'kd2', 'kd3', 'kd4', 'kd5')

#filteren zodat alleen dieren overblijven met PO kenmerken
dh_breedingvalues_mod <- dh_breedingvalues[which(dh_breedingvalues$kd1 %in% c('PO+', 'PO-', 'PO*')) &
  (dh_breedingvalues$kd2 %in% c('PO+', 'PO-', 'PO*')) &
  (dh_breedingvalues$kd3 %in% c('PO+', 'PO-', 'PO*')) &
  (dh_breedingvalues$kd4 %in% c('PO+', 'PO-', 'PO*')) &
  (dh_breedingvalues$kd5 %in% c('PO+', 'PO-', 'PO*'))], ]

#filteren van fokwaarden zodat alleen fokwaarden worden meegenomen die ook op prestaties gebaseerd zijn (+ondergrens voor betrouwbaarheid bij gezondheidskenmerken,
productie <- filter(dh_breedingvalues_mod, evaluation.source.Production..PRD. %in% c("D", "E"))
melknelheid <- filter(dh_breedingvalues_mod, evaluation.source.Milking.speed..MS. %in% c("D", "E"))
celgetal <- filter(dh_breedingvalues_mod, evaluation.source.Somatic.cell.count..SCC. %in% c("D", "E"))
klauwgezondheid <- dh_breedingvalues_mod %>% filter(evaluation.source.Claw.health..CLW. %in% c("D", "E")) %>% filter(rel.Claw.health.index >= 50)
vruchtbaarheid <- dh_breedingvalues_mod %>% filter(evaluation.source.Fertility..FER. %in% c("D", "E")) %>% filter(rel.Fertility.index >= 50)
uiergezondheid <- dh_breedingvalues_mod %>% filter(evaluation.source.Udder.health..UDH. %in% c("D", "E")) %>% filter(rel.Udder.health.index.UDH >= 50)
levensduur <- dh_breedingvalues_mod %>% filter(evaluation.source.Longevity..LON. %in% c("D", "E")) %>% filter(rel.longevity.lvd >= 50)
#betrouwbaarheid kalvervitaliteit op 40%, anders te weinig dieren over
kalvervitaliteit <- dh_breedingvalues_mod %>% filter(evaluation.source.Survival..SUR. %in% c("D", "E")) %>% filter(rel.Calf.survival.day.3.365.SUR1 >= 40)
```

```
#checken of data normaal verdeeld is, alle kenmerken op deze manier gedaan

# Step 1: Call the pdf command to start the plot
pdf(file = '/usr/home/nockstehom/data/histogram-klaauwgezondheid', # The directory you want to save the file in
width = 4, # The width of the plot in inches
height = 4) # The height of the plot in inches

# Step 2: Create the plot with R code
hist(klaauwgezondheid$bv.Claw.health.index, x=0:6000, y=80:100)
hist(x = klaauwgezondheid$bv.Claw.health.index,
main = "verdeling fokwaarde klaauwgezondheid",
xlab = "klaauwgezondheid",
ylab = "aantal",
breaks = 20, # 20 Bins
xlim = c(80, 120),
col = "blue", # Filling Color
border = "black") # Border Color

# Step 3: Run dev.off() to create the file!
dev.off()

#extra check of data normaal verdeeld is met skewness en kurtosis
#acceptabele waarden voor normale verdeling -0.8 to 0.8 for skewness 3.0 for kurtosis, kurtosis afronden naar hele getal.
skewness(productie$bv.kg.milk.KgM)
skewness(productie$bv.kg.fat.KgV)
skewness(productie$bv.kg.protein.KgE)
skewness(productie$bv.kg.lactose.KgL)
skewness(melksnelheid$bv.Milking.speed.MS)
skewness(celgetal$bv.somatic.cell.count.Cgt)
skewness(klaauwgezondheid$bv.Claw.health.index)
skewness(vruchtbaarheid$bv.Fertility.index)
skewness(uiergezondheid$bv.Udder.health.index.UDH)
skewness(levensduur$bv.longevity.lvd)
skewness(kalvervitaliteit$bv.Calf.survival.day.3.365.SUR1)

kurtosis(productie$bv.kg.milk.KgM)
kurtosis(productie$bv.kg.fat.KgV)
kurtosis(productie$bv.kg.protein.KgE)
kurtosis(productie$bv.kg.lactose.KgL)
kurtosis(melksnelheid$bv.Milking.speed.MS)
kurtosis(celgetal$bv.somatic.cell.count.Cgt)
kurtosis(klaauwgezondheid$bv.Claw.health.index)
kurtosis(vruchtbaarheid$bv.Fertility.index)
kurtosis(uiergezondheid$bv.Udder.health.index.UDH)
kurtosis(levensduur$bv.longevity.lvd)
kurtosis(kalvervitaliteit$bv.Calf.survival.day.3.365.SUR1)

#alle dataframes splitsen in 2 dataframes, ene met hoornloze dieren, andere met gehoornde dieren
#productie
productie_hoornloos <-productie[which(productie$kd1 %in% c('PO+', 'PO'))
| productie$kd2 %in% c('PO+', 'PO')
| productie$kd3 %in% c('PO+', 'PO')
| productie$kd4 %in% c('PO+', 'PO')
| productie$kd5 %in% c('PO+', 'PO'))], ]
productie_gehoornd <-productie[which(productie$kd1 %in% c('PO-', 'PO-')
| productie$kd2 %in% c('PO-', 'PO-')
| productie$kd3 %in% c('PO-', 'PO-')
| productie$kd4 %in% c('PO-', 'PO-')
| productie$kd5 %in% c('PO-', 'PO-'))], ]

#melksnelheid
melksnelheid_hoornloos <-melksnelheid[which(melksnelheid$kd1 %in% c('PO+', 'PO'))
| melksnelheid$kd2 %in% c('PO+', 'PO')
| melksnelheid$kd3 %in% c('PO+', 'PO')
| melksnelheid$kd4 %in% c('PO+', 'PO')
| melksnelheid$kd5 %in% c('PO+', 'PO'))], ]
melksnelheid_gehoornd <-melksnelheid[which(melksnelheid$kd1 %in% c('PO-', 'PO-')
| melksnelheid$kd2 %in% c('PO-', 'PO-')
| melksnelheid$kd3 %in% c('PO-', 'PO-')
| melksnelheid$kd4 %in% c('PO-', 'PO-')
| melksnelheid$kd5 %in% c('PO-', 'PO-'))], ]

#celgetal
celgetal_hoornloos <-celgetal[which(celgetal$kd1 %in% c('PO+', 'PO'))
| celgetal$kd2 %in% c('PO+', 'PO')
| celgetal$kd3 %in% c('PO+', 'PO')
| celgetal$kd4 %in% c('PO+', 'PO')
| celgetal$kd5 %in% c('PO+', 'PO'))], ]
celgetal_gehoornd <-celgetal[which(celgetal$kd1 %in% c('PO-', 'PO-')
| celgetal$kd2 %in% c('PO-', 'PO-')
| celgetal$kd3 %in% c('PO-', 'PO-')
| celgetal$kd4 %in% c('PO-', 'PO-')
| celgetal$kd5 %in% c('PO-', 'PO-'))], ]

#klaauwgezondheid
klaauwgezondheid_hoornloos <-klaauwgezondheid[which(klaauwgezondheid$kd1 %in% c('PO+', 'PO'))
| klaauwgezondheid$kd2 %in% c('PO+', 'PO')
| klaauwgezondheid$kd3 %in% c('PO+', 'PO')
| klaauwgezondheid$kd4 %in% c('PO+', 'PO')
| klaauwgezondheid$kd5 %in% c('PO+', 'PO'))], ]
klaauwgezondheid_gehoornd <-klaauwgezondheid[which(klaauwgezondheid$kd1 %in% c('PO-', 'PO-')
| klaauwgezondheid$kd2 %in% c('PO-', 'PO-')
| klaauwgezondheid$kd3 %in% c('PO-', 'PO-')
| klaauwgezondheid$kd4 %in% c('PO-', 'PO-')
| klaauwgezondheid$kd5 %in% c('PO-', 'PO-'))], ]

#vruchtbaarheid
vruchtbaarheid_hoornloos <-vruchtbaarheid[which(vruchtbaarheid$kd1 %in% c('PO+', 'PO'))
| vruchtbaarheid$kd2 %in% c('PO+', 'PO')
| vruchtbaarheid$kd3 %in% c('PO+', 'PO')
| vruchtbaarheid$kd4 %in% c('PO+', 'PO')
| vruchtbaarheid$kd5 %in% c('PO+', 'PO'))], ]
vruchtbaarheid_gehoornd <-vruchtbaarheid[which(vruchtbaarheid$kd1 %in% c('PO-', 'PO-')
| vruchtbaarheid$kd2 %in% c('PO-', 'PO-')
| vruchtbaarheid$kd3 %in% c('PO-', 'PO-')
| vruchtbaarheid$kd4 %in% c('PO-', 'PO-')
| vruchtbaarheid$kd5 %in% c('PO-', 'PO-'))], ]

#uiergezondheid
uiergezondheid_hoornloos <-uiergezondheid[which(uiergezondheid$kd1 %in% c('PO+', 'PO'))
| uiergezondheid$kd2 %in% c('PO+', 'PO')
| uiergezondheid$kd3 %in% c('PO+', 'PO')
| uiergezondheid$kd4 %in% c('PO+', 'PO')
| uiergezondheid$kd5 %in% c('PO+', 'PO'))], ]
uiergezondheid_gehoornd <-uiergezondheid[which(uiergezondheid$kd1 %in% c('PO-', 'PO-')
| uiergezondheid$kd2 %in% c('PO-', 'PO-')
| uiergezondheid$kd3 %in% c('PO-', 'PO-')
| uiergezondheid$kd4 %in% c('PO-', 'PO-')
| uiergezondheid$kd5 %in% c('PO-', 'PO-'))], ]

#levensduur
levensduur_hoornloos <-levensduur[which(levensduur$kd1 %in% c('PO+', 'PO'))
| levensduur$kd2 %in% c('PO+', 'PO')
| levensduur$kd3 %in% c('PO+', 'PO')
| levensduur$kd4 %in% c('PO+', 'PO')
| levensduur$kd5 %in% c('PO+', 'PO'))], ]
levensduur_gehoornd <-levensduur[which(levensduur$kd1 %in% c('PO-', 'PO-')
| levensduur$kd2 %in% c('PO-', 'PO-')
| levensduur$kd3 %in% c('PO-', 'PO-')
| levensduur$kd4 %in% c('PO-', 'PO-')
| levensduur$kd5 %in% c('PO-', 'PO-'))], ]
```

```
#kalvervitaliteit
kalvervitaliteit_hoornloos <- kalvervitaliteit[which(kalvervitaliteit$kd1 %in% c('PO+', 'PO-'))
| kalvervitaliteit$kd2 %in% c('PO+', 'PO-')
| kalvervitaliteit$kd3 %in% c('PO+', 'PO-')
| kalvervitaliteit$kd4 %in% c('PO+', 'PO-')
| kalvervitaliteit$kd5 %in% c('PO+', 'PO-')), ]

kalvervitaliteit_gehoornd <- kalvervitaliteit[which(kalvervitaliteit$kd1 %in% c('PO-'))
| kalvervitaliteit$kd2 %in% c('PO-')
| kalvervitaliteit$kd3 %in% c('PO-')
| kalvervitaliteit$kd4 %in% c('PO-')
| kalvervitaliteit$kd5 %in% c('PO-')), ]

#kijken welke stieren dochters hebben in beide groepen
test_productie_stieren <- productie_hoornloos$sire.x[productie_hoornloos$sire.x %in% productie_gehoornd$sire.x] #vallen 4 dochters af
test_melksnelheid_stieren <- melksnelheid_hoornloos$sire.x[melksnelheid_hoornloos$sire.x %in% melksnelheid_gehoornd$sire.x] #vallen 25 dochters af
test_celgetal_stieren <- celgetal_hoornloos$sire.x[celgetal_hoornloos$sire.x %in% celgetal_gehoornd$sire.x] #vallen 4 dochters af
test_klauwgezondheid_stieren <- klauwgezondheid_hoornloos$sire.x[klauwgezondheid_hoornloos$sire.x %in% klauwgezondheid_gehoornd$sire.x] #vallen 22 dochters af
test_vruchtbaarheid_stieren <- vruchtbaarheid_hoornloos$sire.x[vruchtbaarheid_hoornloos$sire.x %in% vruchtbaarheid_gehoornd$sire.x] #vallen 5 dochters af
test_uiergezondheid_stieren <- uiergezondheid_hoornloos$sire.x[uiergezondheid_hoornloos$sire.x %in% uiergezondheid_gehoornd$sire.x] #vallen 5 dochters af
test_levensduur_stieren <- levensduur_hoornloos$sire.x[levensduur_hoornloos$sire.x %in% levensduur_gehoornd$sire.x] #vallen 4 dochters af
test_kalvervitaliteit_stieren <- kalvervitaliteit_hoornloos$sire.x[kalvervitaliteit_hoornloos$sire.x %in% kalvervitaliteit_gehoornd$sire.x] #vallen 31 dochters af

#filteren zodat stieren in beide groepen dochters hebben
productie_hoornloos_def <- productie_hoornloos %>% filter(sire.x %in% intersect(productie_hoornloos$sire.x, productie_gehoornd$sire.x)) #vallen er 4 af
productie_gehoornd_def <- productie_gehoornd %>% filter(sire.x %in% intersect(productie_gehoornd$sire.x, productie_hoornloos$sire.x)) #vallen er 0 af
melksnelheid_hoornloos_def <- melksnelheid_hoornloos %>% filter(sire.x %in% intersect(melksnelheid_hoornloos$sire.x, melksnelheid_gehoornd$sire.x)) #vallen er 25 af
melksnelheid_gehoornd_def <- melksnelheid_gehoornd %>% filter(sire.x %in% intersect(melksnelheid_gehoornd$sire.x, melksnelheid_hoornloos$sire.x)) #vallen er 6 af
celgetal_hoornloos_def <- celgetal_hoornloos %>% filter(sire.x %in% intersect(celgetal_hoornloos$sire.x, celgetal_gehoornd$sire.x)) #vallen er 4 af
celgetal_gehoornd_def <- celgetal_gehoornd %>% filter(sire.x %in% intersect(celgetal_gehoornd$sire.x, celgetal_hoornloos$sire.x)) #vallen er 0 af
klauwgezondheid_hoornloos_def <- klauwgezondheid_hoornloos %>% filter(sire.x %in% intersect(klauwgezondheid_hoornloos$sire.x, klauwgezondheid_gehoornd$sire.x)) #vallen er 22 af
klauwgezondheid_gehoornd_def <- klauwgezondheid_gehoornd %>% filter(sire.x %in% intersect(klauwgezondheid_gehoornd$sire.x, klauwgezondheid_hoornloos$sire.x)) #vallen er 5 af
vruchtbaarheid_hoornloos_def <- vruchtbaarheid_hoornloos %>% filter(sire.x %in% intersect(vruchtbaarheid_hoornloos$sire.x, vruchtbaarheid_gehoornd$sire.x)) #vallen er 5 af
vruchtbaarheid_gehoornd_def <- vruchtbaarheid_gehoornd %>% filter(sire.x %in% intersect(vruchtbaarheid_gehoornd$sire.x, vruchtbaarheid_hoornloos$sire.x)) #vallen er 1 af
uiergezondheid_hoornloos_def <- uiergezondheid_hoornloos %>% filter(sire.x %in% intersect(uiergezondheid_hoornloos$sire.x, uiergezondheid_gehoornd$sire.x)) #vallen er 5 af
uiergezondheid_gehoornd_def <- uiergezondheid_gehoornd %>% filter(sire.x %in% intersect(uiergezondheid_gehoornd$sire.x, uiergezondheid_hoornloos$sire.x)) #vallen er 1 af
levensduur_hoornloos_def <- levensduur_hoornloos %>% filter(sire.x %in% intersect(levensduur_hoornloos$sire.x, levensduur_gehoornd$sire.x)) #vallen er 4 af
levensduur_gehoornd_def <- levensduur_gehoornd %>% filter(sire.x %in% intersect(levensduur_gehoornd$sire.x, levensduur_hoornloos$sire.x)) #vallen er 0 af
kalvervitaliteit_hoornloos_def <- kalvervitaliteit_hoornloos %>% filter(sire.x %in% intersect(kalvervitaliteit_hoornloos$sire.x, kalvervitaliteit_gehoornd$sire.x)) #vallen er 31 af
kalvervitaliteit_gehoornd_def <- kalvervitaliteit_gehoornd %>% filter(sire.x %in% intersect(kalvervitaliteit_gehoornd$sire.x, kalvervitaliteit_hoornloos$sire.x)) #vallen er 0 af

#doen voor t test
t.test(productie_hoornloos_def$bv.kg.milk.KgM, productie_gehoornd_def$bv.kg.milk.KgM, paired = FALSE, alternative = 'two.sided', var.equal = FALSE)
t.test(productie_hoornloos_def$bv.kg.fat.KgV, productie_gehoornd_def$bv.kg.fat.KgV, paired = FALSE, alternative = 'two.sided', var.equal = FALSE)
t.test(productie_hoornloos_def$bv.kg.protein.KgE, productie_gehoornd_def$bv.kg.protein.KgE, paired = FALSE, alternative = 'two.sided', var.equal = FALSE)
t.test(productie_hoornloos_def$bv.kg.lactose.KgL, productie_gehoornd_def$bv.kg.lactose.KgL, paired = FALSE, alternative = 'two.sided', var.equal = FALSE)
t.test(melksnelheid_hoornloos_def$bv.Milking.speed.MS, melksnelheid_gehoornd_def$bv.Milking.speed.MS, paired = FALSE, alternative = 'two.sided', var.equal = FALSE)
t.test(celgetal_hoornloos_def$bv.somatic.cell.count.Cgt, celgetal_gehoornd_def$bv.somatic.cell.count.Cgt, paired = FALSE, alternative = 'two.sided', var.equal = FALSE)
t.test(klauwgezondheid_hoornloos_def$bv.Claw.health.index, klauwgezondheid_gehoornd_def$bv.Claw.health.index, paired = FALSE, alternative = 'two.sided', var.equal = FALSE)
t.test(vruchtbaarheid_hoornloos_def$bv.Fertility.index, vruchtbaarheid_gehoornd_def$bv.Fertility.index, paired = FALSE, alternative = 'two.sided', var.equal = FALSE)
t.test(uiergezondheid_hoornloos_def$bv.Udder.health.index.UDH, uiergezondheid_gehoornd_def$bv.Udder.health.index.UDH, paired = FALSE, alternative = 'two.sided', var.equal = FALSE)
t.test(levensduur_hoornloos_def$bv.longevity.lvd, levensduur_gehoornd_def$bv.longevity.lvd, paired = FALSE, alternative = 'two.sided', var.equal = FALSE)
t.test(kalvervitaliteit_hoornloos_def$bv.Calf.survival.day.3.365.SUR1, kalvervitaliteit_gehoornd_def$bv.Calf.survival.day.3.365.SUR1, paired = FALSE, alternative = 'two.sided', var.equal = FALSE)

#
# paired = FALSE,
# alternative = 'two.sided',
# var.equal = FALSE)

#test voor effect per stier
stier_effect_test <- filter(levensduur_hoornloos_def, levensduur_hoornloos_def$sire.x %in% c('NL 718809982'))
stier_effect_test2 <- levensduur_gehoornd_def[which(levensduur_gehoornd_def$sire.x %in% c('NL 718809982')), ]

#anova test om te kijken of effect levensduur afkomstig is van stier of niet

#veranderen columnen in van factor naar character aanduiding
levensduur$kd1 <- as.character(levensduur$kd1)
levensduur$kd2 <- as.character(levensduur$kd2)
levensduur$kd3 <- as.character(levensduur$kd3)
levensduur$kd4 <- as.character(levensduur$kd4)
levensduur$kd5 <- as.character(levensduur$kd5)

#maken van nieuwe kolom die gehoord of hoornloos aangeeft
levensduur_samengevoegd <- levensduur %>%
  mutate(groep = case_when(
    endsWith(kd1, "PO-") ~ "gehoornd",
    endsWith(kd2, "PO-") ~ "gehoornd",
    endsWith(kd3, "PO-") ~ "gehoornd",
    endsWith(kd4, "PO-") ~ "gehoornd",
    endsWith(kd5, "PO-") ~ "gehoornd",
    endsWith(kd1, "PO+") ~ "hoornloos",
    endsWith(kd2, "PO+") ~ "hoornloos",
    endsWith(kd3, "PO+") ~ "hoornloos",
    endsWith(kd4, "PO+") ~ "hoornloos",
    endsWith(kd5, "PO+") ~ "hoornloos",
    ))

levensduur_samengevoegd_def <- levensduur_samengevoegd %>% group_by(sire.x) %>% filter(n() >= 10)

anova_test <- aov(bv.longevity.lvd ~ sire.x * groep, data = levensduur_samengevoegd_def)
anova_test2 <- anova(lm(bv.longevity.lvd ~ sire.x * groep, data = levensduur_samengevoegd_def))
Tukey_anova <- TukeyHSD(anova_test)
summary(anova_test)
#write_csv(Tukey_anova, file="/nfs/home/noreboom/data/Tukey_anova")
```

```
#levensduur_samengevoegd_def$tukey <- paste(levensduur_samengevoegd_def$sire.x, levensduur_samengevoegd_def$groep, sep=" ")
#mod3 <- aov(bv.longevity.lvd ~ tukey + sire.x + groep, data = levensduur_samengevoegd_def)
#tukey <- TukeyHSD(mod3, which = "tukey")
#tukey
#write_csv(tukey, file="/nrg/home/nooteboom/data/tukey.csv")

#10 stieren bekijken verschil hoornloos en hoornloosheid, controle tukey test
sander_gehoornd <- levensduur_samengevoegd_def %>% filter(str_detect(sire.x, "NL 718809982") == TRUE) %>% filter(groep %in% c("gehoornd"))
sander_hoornloos <- levensduur_samengevoegd_def %>% filter(str_detect(sire.x, "NL 718809982") == TRUE) %>% filter(groep %in% c("hoornloos"))
t.test(sander_hoornloos$bv.longevity.lvd, sander_gehoornd$bv.longevity.lvd, paired = FALSE, alternative = "two.sided", var.equal = FALSE)

moscato_gehoornd <- levensduur_samengevoegd_def %>% filter(str_detect(sire.x, "NL 754798107") == TRUE) %>% filter(groep %in% c("gehoornd"))
moscato_hoornloos <- levensduur_samengevoegd_def %>% filter(str_detect(sire.x, "NL 754798107") == TRUE) %>% filter(groep %in% c("hoornloos"))
t.test(moscato_hoornloos$bv.longevity.lvd, moscato_gehoornd$bv.longevity.lvd, paired = FALSE, alternative = "two.sided", var.equal = FALSE)

punch_gehoornd <- levensduur_samengevoegd_def %>% filter(str_detect(sire.x, "NL 899150808") == TRUE) %>% filter(groep %in% c("gehoornd"))
punch_hoornloos <- levensduur_samengevoegd_def %>% filter(str_detect(sire.x, "NL 899150808") == TRUE) %>% filter(groep %in% c("hoornloos"))
t.test(punch_hoornloos$bv.longevity.lvd, punch_gehoornd$bv.longevity.lvd, paired = FALSE, alternative = "two.sided", var.equal = FALSE)

fun_gehoornd <- levensduur_samengevoegd_def %>% filter(str_detect(sire.x, "NL 925209469") == TRUE) %>% filter(groep %in% c("gehoornd"))
fun_hoornloos <- levensduur_samengevoegd_def %>% filter(str_detect(sire.x, "NL 925209469") == TRUE) %>% filter(groep %in% c("hoornloos"))
t.test(fun_hoornloos$bv.longevity.lvd, fun_gehoornd$bv.longevity.lvd, paired = FALSE, alternative = "two.sided", var.equal = FALSE)

nano_gehoornd <- levensduur_samengevoegd_def %>% filter(str_detect(sire.x, "NL 922564396") == TRUE) %>% filter(groep %in% c("gehoornd"))
nano_hoornloos <- levensduur_samengevoegd_def %>% filter(str_detect(sire.x, "NL 922564396") == TRUE) %>% filter(groep %in% c("hoornloos"))
t.test(nano_hoornloos$bv.longevity.lvd, nano_gehoornd$bv.longevity.lvd, paired = FALSE, alternative = "two.sided", var.equal = FALSE)

revisor_gehoornd <- levensduur_samengevoegd_def %>% filter(str_detect(sire.x, "NL 642172631") == TRUE) %>% filter(groep %in% c("gehoornd"))
revisor_hoornloos <- levensduur_samengevoegd_def %>% filter(str_detect(sire.x, "NL 642172631") == TRUE) %>% filter(groep %in% c("hoornloos"))
t.test(revisor_hoornloos$bv.longevity.lvd, revisor_gehoornd$bv.longevity.lvd, paired = FALSE, alternative = "two.sided", var.equal = FALSE)

handy_gehoornd <- levensduur_samengevoegd_def %>% filter(str_detect(sire.x, "NL 751116034") == TRUE) %>% filter(groep %in% c("gehoornd"))
handy_hoornloos <- levensduur_samengevoegd_def %>% filter(str_detect(sire.x, "NL 751116034") == TRUE) %>% filter(groep %in% c("hoornloos"))
t.test(handy_hoornloos$bv.longevity.lvd, handy_gehoornd$bv.longevity.lvd, paired = FALSE, alternative = "two.sided", var.equal = FALSE)

sunfit_gehoornd <- levensduur_samengevoegd_def %>% filter(str_detect(sire.x, "NL 717948417") == TRUE) %>% filter(groep %in% c("gehoornd"))
sunfit_hoornloos <- levensduur_samengevoegd_def %>% filter(str_detect(sire.x, "NL 717948417") == TRUE) %>% filter(groep %in% c("hoornloos"))
t.test(sunfit_hoornloos$bv.longevity.lvd, sunfit_gehoornd$bv.longevity.lvd, paired = FALSE, alternative = "two.sided", var.equal = FALSE)

potter_gehoornd <- levensduur_samengevoegd_def %>% filter(str_detect(sire.x, "NL 714048024") == TRUE) %>% filter(groep %in% c("gehoornd"))
potter_hoornloos <- levensduur_samengevoegd_def %>% filter(str_detect(sire.x, "NL 714048024") == TRUE) %>% filter(groep %in% c("hoornloos"))
t.test(potter_hoornloos$bv.longevity.lvd, potter_gehoornd$bv.longevity.lvd, paired = FALSE, alternative = "two.sided", var.equal = FALSE)

rumba_gehoornd <- levensduur_samengevoegd_def %>% filter(str_detect(sire.x, "NL 945194293") == TRUE) %>% filter(groep %in% c("gehoornd"))
rumba_hoornloos <- levensduur_samengevoegd_def %>% filter(str_detect(sire.x, "NL 945194293") == TRUE) %>% filter(groep %in% c("hoornloos"))
t.test(rumba_hoornloos$bv.longevity.lvd, rumba_gehoornd$bv.longevity.lvd, paired = FALSE, alternative = "two.sided", var.equal = FALSE)
```