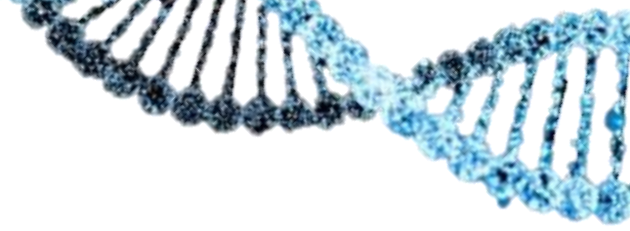


Genetische broeikasgasreductie



Ruben Zomer
4DV

6 juni 2021



Genetische broeikasgasreductie

Het verlagen van de broeikasgasemissies door middel van fokkerij

Auteur:
Ruben Zomer

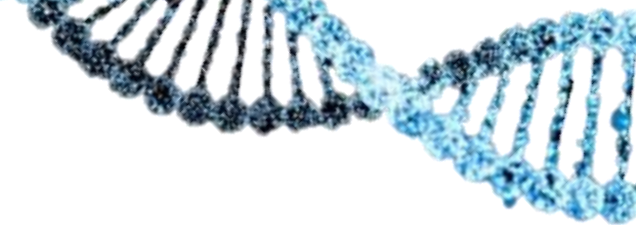
Bronvermelding voorblad:
Mahdawi, 2018

Klas:
4DV

Plaats/Datum:
6 juni 2021
Dronten, Nederland

Begeleidend docent:
Miriam van Straten





Contactgegevens

Auteur:

Ruben Zomer
Dalweg 18
7676 SC, Westerhaar-Vriezenveensewijk
3026085@aeres.nl

Met begeleiding van:

Miriam van Straten (*stm*)
m.van.straten@aeres.nl
P227

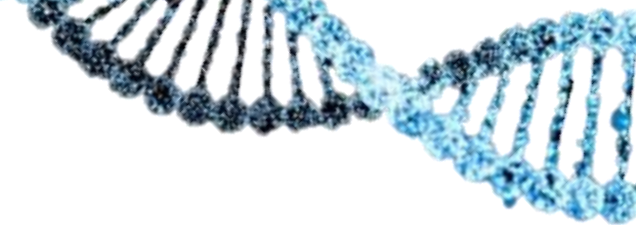
In opdracht van:

Aeres Hogeschool
Bezoekadres: De Drieslag 4, 8251 JZ, Dronten
Postadres: Postbus 374, 8250 AJ, Dronten
088-020 6000
info.hogeschool.dronten@aeres.nl

DISCLAIMER

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





Voorwoord

Beste lezer,

Allereerst bedankt voor het openen van mijn afstudeerwerkstuk. Mijn naam is Ruben Zomer en hoop onder andere met dit werkstuk mijn opleiding Dier- en Veehouderij aan de Aeres Hogeschool te Dronten af te sluiten en mijn diploma binnen te halen. Met dit werkstuk, dat gaat over de mate waarin veehouders door middel van fokkerij positieve invloeden kunnen uitoefenen op het klimaat, heb ik mijn passie in mijn afstudeerwerkstuk proberen te verwerken. Fokkerij is namelijk een passie die ik vanuit het thuisbedrijf heb meegekregen en om die reden graag in mijn afstudeerwerkstuk heb willen verwerken. Het onderwerp van dit werkstuk was echter, ondanks dat klimaat een best 'hot item' is, niet zo snel gevonden. In eerste instantie heb ik een onderwerp proberen te zoeken waarbij ik fokkerij combineerde met economische cijfers wegens mijn afstudeerstage bij Kobra accountants en adviseurs. Tijdens deze stage heb ik een vergelijkingsprogramma ontwikkeld die ik graag in mijn afstudeerwerkstuk had willen toepassen. Echter omdat ik hiervoor geen onderwerp kon bedenken dat naar mijn idee het niveau van een afstudeerwerkstuk kon dragen heb ik deze richting gelaten voor wat het was. Na lang te hebben nagedacht over een goed onderwerp kwam ik een artikel tegen van de Universiteit van Wageningen over een onderzoek naar de individuele methaanuitstoten van melkvee binnen verschillende veestapels. Dit bracht mij uiteindelijk de vraag die centraal staat in dit afstudeerwerkstuk, namelijk op welke manier er door middel van fokkerij ingespeeld kan worden op de huidige klimaatproblemen.

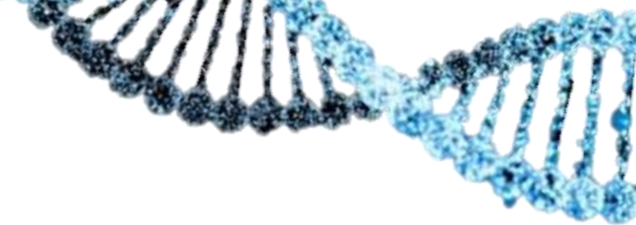
Ik wil via deze weg mijn afstudeermentor Miriam van Straten enorm bedanken voor de tijd die ze voor mij heeft weten vrij te maken en de begeleiding die ze heeft gegeven op de momenten dat ik even vastliep. Daarnaast wil ik ook Geerten Morsink, Jorrit Riemersma, Arthanja Verweij en Jorwin van Zeumeren bedanken voor de goede inzichten en adviezen die ze binnen de afstudeerkring, waarin we samen deelnamen, aan mij hebben gegeven.

Naar aanleiding van de feedback op het vooronderzoek zijn in de inleiding en het hoofdstuk materiaal en methode nog enkele zaken, waaronder de specificatie van de hoofdvraag, aangepast. Ik heb met veel plezier en leerzame momenten dit afstudeerwerkstuk gemaakt. Ik hoop dan ook dat ik het met een mooi cijfer kan afsluiten en daarmee ook mijn opleiding kan afronden.

Ik wens u veel plezier bij het lezen van mijn afstudeerwerkstuk!

Ruben Zomer
Dronten, 6 juni 2021





Samenvatting

Door de tijd heen heeft het doel en de toepassing van fokkerij binnen de melkveehouderij veel ontwikkeling meegemaakt. Een toename aan beschikbare technieken en gegevens heeft ervoor gezorgd dat fokkerij veelvuldig is ingezet bij het oplossen van problemen. Momenteel staat de gehele wereld echter voor wellicht dé grootste uitdaging die het ooit heeft gehad: het oplossen van het klimaatprobleem. Omdat de veehouderij met een relatief grote methaan- en lachgasuitstoot bijdraagt aan het probleem wordt er, mede door de overheid, van de sector verwacht deze te reduceren.

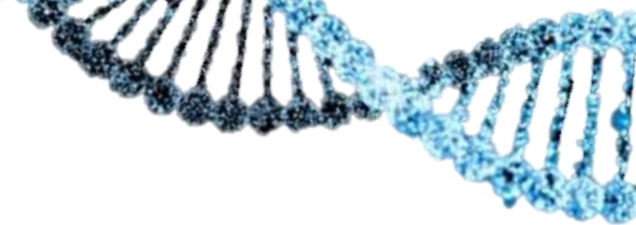
Om te achterhalen op welke manier de fokkerij ingezet kan worden om de emissie van broeikasgassen te reduceren en zo de effecten op het klimaat te verminderen is er een literatuurstudie uitgevoerd. Hierbij is er in het onderzoek onderscheid gemaakt tussen welke bestaande fokwaarden, welke andere fokkerijmethoden en welke toekomstige waarden/-methoden kunnen bijdragen aan de reductie van broeikasgasemissies. Op deze manier heeft de veehouderij een goed beeld gekregen op welke manieren de fokkerij toegepast kan worden om in te spelen op de broeikasgasreductie.

Uit het onderzoek blijkt dat bestaande fokwaarden/-methoden die met name de voerefficiëntie en de levensduur verbeteren bijdragen aan een lagere emissie van broeikasgassen. Door de verbeterde voerefficiëntie kan er meer melk gewonnen worden zonder dat daar meer voer voor nodig is. Deze efficiëntieverbetering is genetisch bepaald en kan op meerdere manieren tot uiting worden gebracht. Een verbetering van de levensduur zorgt ervoor dat het vee langer op het bedrijf blijft, waardoor het vervangingspercentage omlaaggaat en er minder broeikasgas uitstotend jongvee gefokt hoeft te worden.

Naast de reeds bestaande fokmethoden wordt er ook gewerkt aan de ontwikkeling van emissiefokwaarden. Hiermee kan er per individueel dier gefokt worden op de genetische aanleg voor methaanemissie en zo de broeikasgasemissie per generatie verlaagd worden. Het is wel belangrijk om te realiseren dat deze resultaten op relatief veel nieuwe technieken en methoden gebaseerd zijn. Er bestaat dus de kans dat in de toekomst andere methodes gevonden worden die van de huidige afwijken.

Er kan geconcludeerd worden dat door middel van fokkerij er op verschillende methodes ingespeeld kan worden op de broeikasgasemissie. Om echter op de lange termijn hier zo veel mogelijk resultaat mee te behalen is het belangrijk dat hier op de korte termijn al op ingespeeld en geselecteerd wordt. Om dit tot een succes te brengen is het wel belangrijk vertrouwen te hebben in de nieuwste technieken en fokwaardebepalingen.





Abstract

Over time, the purpose and application of breeding within dairy farming has experienced much development. An increase in available techniques and data has meant that breeding has been used frequently to solve problems. Currently, the entire world is facing perhaps the greatest challenge it has ever faced, namely solving the climate problem. Because the livestock industry contributes to the problem with relatively large methane and nitrous oxide emissions, the industry is expected, in part by the government, to reduce them.

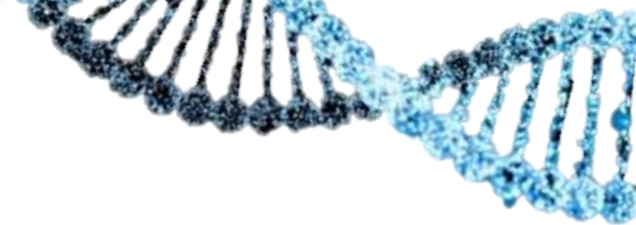
To find out how breeding can be used to reduce the emission of greenhouse gases and thus reduce the effects on the climate, a literature study was conducted. In doing so, the study was split into three parts by looking at what existing breeding values, what other breeding methods and what future breeding values/methods can contribute to the reduction of greenhouse gas emissions. In this way, the livestock industry has gained a good idea of the opportunities in which breeding can be applied to reduce the emission of greenhouse gases.

The study shows that existing breeding values/methods that improve feed efficiency and longevity in particular contribute to lower greenhouse gas emissions. Improved feed efficiency allows more milk to be obtained without requiring more feed. This efficiency improvement is genetically determined and can be expressed in several ways. Improved longevity ensures that cattle stay on the farm longer, reducing the replacement rate and reducing the need to breed greenhouse gas emitting young cattle.

In addition to the existing breeding methods, emission breeding values are also being developed. This allows each individual animal to be bred for its genetic potential for methane emission which allows it to reduce the greenhouse gas emission per generation. It is important to realize that these results are based on relatively new techniques and methods. Therefore, there is a chance that in the future other methods will be found that deviate from the current ones.

It can be concluded that by means of breeding there are several methods to reduce greenhouse gas emissions. However, to get the most out of this in the long run it is important to anticipate and select for it in the short run. To make this successful, it is important to have confidence in the latest techniques and breeding value determinations.

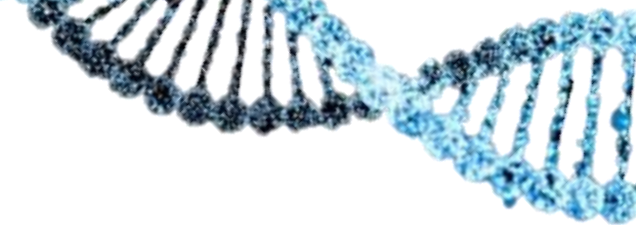




Inhoudsopgave

Voorwoord	3
Samenvatting.....	4
Abstract	5
1. Inleiding	7
2. Materiaal en Methode	12
2.1 Materiaal	12
2.2 Methode.....	13
3. Resultaten.....	14
3.1 Fokwaarden met invloed op broeikasgasemissies	14
3.1.1 Feed efficiency.....	14
3.1.2 Gezondheidskenmerken.....	15
3.1.3 Hoogte- en breedtemaat.....	16
3.2 Klimaatverandering bestrijdende fokmethoden	16
3.2.1 Genetische grazers	16
3.2.2 Raskeuze	17
3.3 Toekomstige fokmethoden ter bestrijding van de broeikasgasemissies	17
3.3.1 Emissiefokwaarde.....	17
3.3.2 Infraroodmeting melk	18
3.3.3 Sturen op melkureum.....	19
4. Discussie	20
5. Conclusie	22
Bibliografie	24
Bijlagen	30
Bijlage I: Interviewstructuur	31
Bijlage II: Zoek-/kernwoorden	32
Bijlage III: Checklist Schriftelijk Rapporteren	33





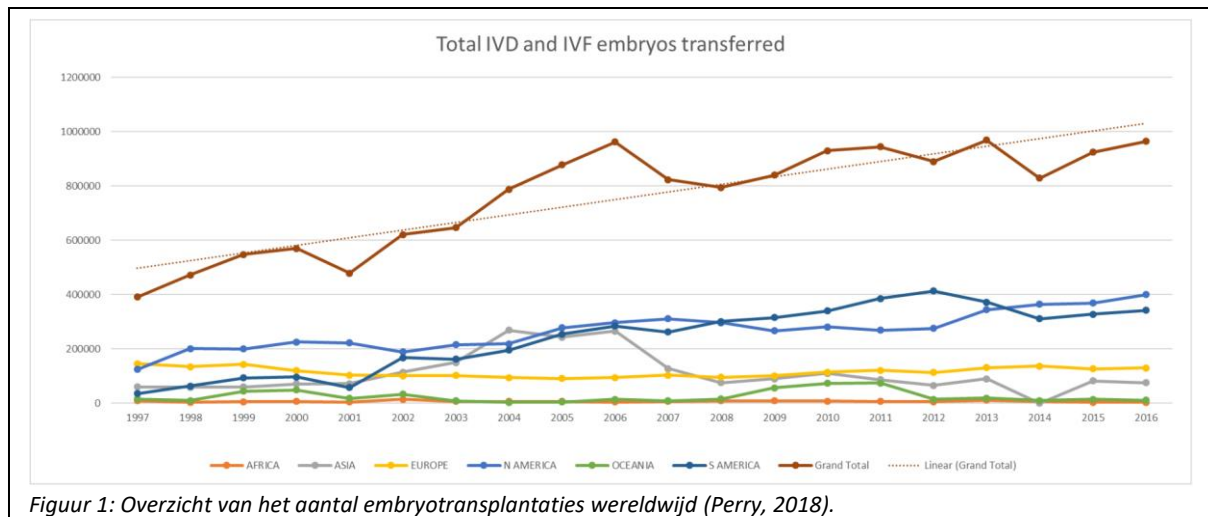
1. Inleiding

Fokkerij, een begrip waar de invloeden en effecten vaak van worden onderschat. In vrijwel al onze dagelijkse bezigheden die te maken hebben met voedsel of drinken heeft fokkerij een rol gespeeld. Dit komt omdat de definitie van fokkerij veel ruimer is dan het maken van een paring tussen twee dieren. Veredeling, waarbij nieuwe planten en gewassen worden gekweekt of verbeterd kan namelijk ook onder de definitie van fokken geschaard worden (Encyclo.nl, 2020) en zorgt er daarmee voor dat met fokkerij enorm veel te bereiken valt. Dit betekent dus dat het kruisen van twee appelsoorten voor de beste appeltaart (De Ridder, 2018), het kruisen van twee graansoorten voor de beste broodstructuur (Studiobiologie, 2020), het veredelen van de beste druiven voor de duurste wijn (Wijn Wetenschap, 2019) en zelfs het uitsélectioneren van de beste muntplanten voor de beste snoepjes (Betula Kruiden, 2020) allemaal te danken zijn aan de “fokker” die de twee soorten heeft samengebracht.

In de veehouderij is de strategie van fokkerij vaak verbonden aan de voortplantingscyclus van het desbetreffende dier dat gehouden wordt. De tijd tussen de geboorte van een dier en het moment dat het zelf weer nakomelingen krijgt, is vrijwel allesbepalend. In sectoren met korte voortplantingscyclussen, zoals de pluimveehouderij, wordt dan ook vaak gebruik gemaakt van aparte bedrijven met (groot)ouderdieren waarvan de nakomelingen vervolgens door de hele sector worden gebruikt. Hierin wordt de strategie vaak bepaald door enkele grote bedrijven die in handen zijn van de zuivere foklijnen. In tegenstelling tot deze sectoren wordt in sectoren met een langdurige voortplantingscyclus, zoals de melkveehouderij, de strategie vaak bepaald door elke veehouder individueel. Dit is omdat er gefokt wordt met de dieren die al op het bedrijf zijn en daar zo lang mogelijk zullen blijven. Doordat op deze manier elke veehouder zijn of haar eigen fokstrategie bepaalt, zijn er binnen de melkveehouderij veel verschillende aanpakken van fokkerij afgestemd op de persoonlijke voorkeur en beschikbare technologie en informatie.

De manier waarop melkveehouders bepalen welke fokkerijstrategie ze aanhouden heeft door de jaren heen veel verandering meegemaakt. Afhankelijk van de beschikbare technieken stellen veehouders hun fokkerijbeleid op. Dit is ook goed te zien in de geschiedenis van de fokkerij. Daar waar in de eerste paar decennia van de 20^e eeuw de beste stier uit de straat nog langs kwam om de koeien te dekken, beschikken veehouders tegenwoordig over de mogelijkheid om een embryo, afkomstig vanaf de andere kant van de wereld, in te zetten in de eigen veestapel (EuReCa, 2020). Toch gaat de aanpassing vaak niet zo snel als de ontwikkeling van de techniek. Zo hebben tussen 1940 en 1960 veel wetenschappers zich verontwaardigd over de manier waarop veehouders nieuwe data en fokkerijmethoden naast zich hebben laten liggen en vasthielden aan de oude fokkerijmethodes. In die tijd werden namelijk alle kenmerken van een koe, waaronder dus de melkproductie, beoordeeld aan de hand van de exterieurkenmerken van het dier. Dit terwijl er mede door de toename van kunstmatige inseminatie ook steeds betere informatievoorzieningen kwamen voor de genetische aanleg van dieren (Theunissen, 2008). Uiteindelijk heeft de veehouderij de nieuwe technieken en informatiebronnen in hun systeem opgenomen en worden nieuwe technologieën steeds sneller en eenvoudiger toegepast. Zo is bijvoorbeeld merkbaar dat er wereldwijd steeds meer gesekst sperma en embryotransplantaties ingezet worden, zie ook figuur 1 (Perry, 2018).





Dat nieuwe technieken en data steeds sneller worden toegepast in de veehouderij is duidelijk terug te vinden in het gebruik van verschillende rassen binnen de sector. De gebruikstoename of afname van een bepaald ras wordt namelijk sterk beïnvloed door de beschikbare informatie in productie-, exterieur- en gebruikskenmerken die van dat ras beschikbaar zijn. In 1975 was de informatievoorziening nog niet zo groot als op de dag van vandaag en bestond de verdeling van runderrassen in Nederland voornamelijk uit drie dubbeldoelrassen: Fries Holland rundvee (76%), Maas-Rijn-IJssel vee (22%) en Blaarkop runderen (2%). Na een enorme toename aan informatie van met name de productiekennmerken van het Holstein-Friesian ras is die verdeling drastisch veranderd en is vandaag de dag 90% van de Nederlandse rundveestapel van het Holstein ras (Van Breukelen, Doekes, Windig & Oldenbroek, 2019). Omdat dit ras vanwege haar productiecapaciteit wereldwijd enorm in aantal is toegenomen is er ook een enorme database aan gegevens bekend. Mede daardoor zal het ras ook in de toekomst ook nog lang tot de gevestigde orde behoren. Deze wereldwijde populariteit brengt echter niet alleen voordelen met zich mee. Omdat wereldwijd vrijwel alle veehouders hun stierkeuze op dezelfde informatie zijn gaan baseren en het beste van het beste sperma willen gebruiken, wordt de verwantschapsgraad binnen het Holstein ras steeds groter en de genetische spreiding steeds kleiner. Het behouden van het ras met de meeste beschikbare informatie en cijfers kan dus op den duur ook nadelen opleveren. Door de hogere verwantschapsgraad en de daling in genetische spreiding neemt de gezondheid, en dan met name de vruchtbaarheid, van de populatie drastisch af en ontstaan er grote problemen (Stokkermans, 2019).

Het kruisen en inbrengen van andere rassen zouden deze problemen kunnen voorkomen en zou dan ook als een goede kans beschouwd kunnen worden om de problemen niet verder te laten escaleren (Buckley, Lopez-Villalobos & Heins, 2014). Veehouders moeten dan echter wel genoeg nemen met rassen waarvan minder grote databases beschikbaar zijn ten opzichte van de Holstein populatie. Onderzoekers zijn daarom ook al op deze situatie vooruitgelopen en hebben naast het terugdringen van de inteeltcoëfficiënt veel andere positieve gevolgen gevonden van het gebruik van andere runderrassen (McAllister, 2002; Weigel, 2007). Een voorbeeld hiervan is het verbeteren van de omzet en aanwas door het ondereind te insemineren met vleesstieren en de beste koeien te insemineren met gesekst sperma (Pahmeyer & Britz, 2020). Ook de effecten op onder andere de productie, afkalfproblemen, stille verwerpingen, gewicht, voeropname en conditieverloop worden steeds beter in beeld gebracht en bieden dus steeds meer opties voor veehouders (Heins, Hansen & Seykora, 2006abc; Heins et al., 2008).



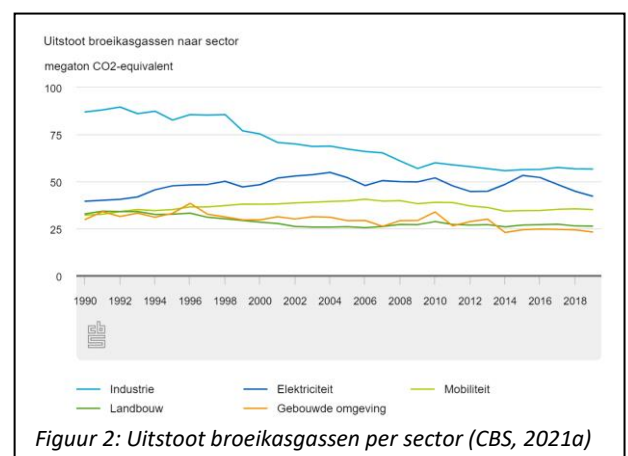


Door de toename van een groot aanbod aan beschikbare informatie en cijfers zijn er dus meer ondernemers bereid andere rassen te gebruiken en een sector gerelateerd probleem aan te pakken middels de fokkerij. Hiermee speelt er een bijzondere situatie zich af binnen de sector dat vaker terug te zien is bij het oplossen van problemen. Ook bij het oplossen van het lactose-intolerantie probleem waarvoor A2A2-melk gerealiseerd werd (Hanusová, Huba, Oravcová, Polák, & Vrtková, 2010) en het fokken van een veestapel met betere immuniteit (Zomer, 2020) was een toename aan fokkerij gerelateerde cijfers de aanzet tot het aanpakken van het probleem. Dit roept de vraag op of fokkerij ook niet ingezet kan worden bij het oplossen van grootschalige problemen die landelijk maar ook internationaal een rol spelen zoals de huidige klimaatproblemen.

De aanpak van klimaatverandering staat de laatste jaren namelijk steeds meer in de 'spotlight'. Dit komt omdat de keuzes over de aanpak om het klimaatakkoord van Parijs te kunnen behalen voor veel maatschappelijke spanningen zorgen. Ook tijdens de afgelopen Tweede Kamerverkiezingen van 2021 gingen veel debatten over het plaatsen van zonneparken, windmolens of kerncentrales maar ook over het mogelijk inkrimpen van de Nederlandse veestapel (Van Zoelen, 2021). De reden waarom inkrimping van de veestapel überhaupt op de onderhandelingstafel ligt is vanwege het aandeel in de broeikasgasemissies. In het klimaatakkoord van Parijs hebben namelijk 195 landen, waaronder Nederland, afgesproken dat ze de opwarming van de aarde proberen te beperken tot maximaal 2 graden Celsius. Dit probeert Nederland te realiseren middels haar eigen Klimaatwet waarbij de CO₂ uitstoot in 2030 met 49% gedaald moet zijn ten opzichte van 1990. In 2050 moet de CO₂ uitstoot vervolgens gedaald zijn met 95% ten opzichte van 1990 (Beekhuis, 2019).

Ondanks dat in deze gestelde waarden alleen gesproken wordt over CO₂, oftewel koolstofdioxide, is dit niet het enige gas waarvan de uitstoot verminderd moet worden. Koolstofdioxide is één van de vijf gasen die onder de term broeikasgassen geschaard worden, ook waterdamp (H₂O), lachgas (N₂O), methaan (CH₄) en gefluoreerde broeikasgassen (CFK, HCFK, HFK, PFK, CF₆) versterken namelijk de opwarming van de aarde. Om internationaal alle gasen gemakkelijk bij elkaar op te kunnen tellen en te vergelijken worden ze omgerekend naar CO₂-equivalenten, gebaseerd op het Global Warming Potential (GWP). Hierbij wordt de uitstoot van elk broeikasgas verrekend naar de hoeveelheid koolstofdioxide dat daaraan gelijk staat, zaken die hierbij een rol spelen zijn onder andere het gewicht van het gas en de tijdsduur dat het in de lucht blijft. Zo is de uitstoot van één kilogram koolstofdioxide is gelijk aan één CO₂-equivalent, de uitstoot van één kilogram methaan gelijk aan 25 CO₂-equivalenten, de uitstoot van één kilogram lachgas gelijk aan 298 CO₂-equivalenten en kan de uitstoot van gefluoreerde gasen variëren tussen 124 tot 22.800 CO₂-equivalenten, afhankelijk van het specifieke gas (Kenniscentrum InfoMil, 2021). De totale som aan uitgestoten CO₂-equivalenten wordt vervolgens gebruikt in de wet- en regelgeving maar wordt doorgaans voor het gemak afgekort tot alleen CO₂.

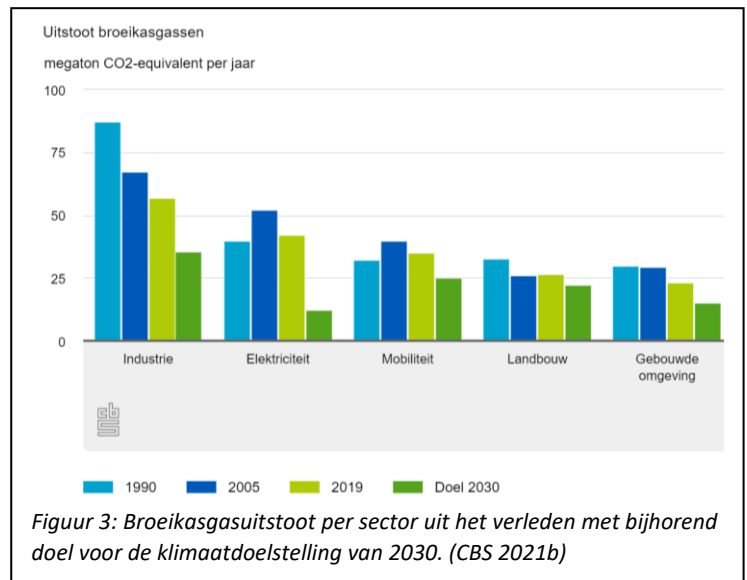
In 2019 heeft Nederland 183,9 megaton CO₂-equivalenten uitgestoten, hiervan had de Nederlandse landbouw een aandeel van 26,4 megaton (CBS, 2021a). Ten opzichte van 1990 (221,6 megaton) is de landelijke uitstoot gedaald met 17% waardoor er dus nog 32% gereduceerd moet worden in de aankomende 9 jaar om de doelstelling van 2030 te behalen, zie ook figuur 2.

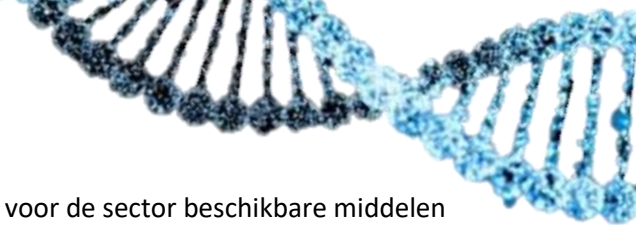


Om de doelstelling van 2030 te behalen wordt er door politiek Den Haag veel gekeken naar de reductie van zware gassen met een grote CO₂-equivalent per uitgestoten kilogram zoals methaan en lachgas. Binnen de landbouwsector is de uitstoot van methaan en lachgas in verhouding vele malen hoger dan bij andere sectoren, waardoor er steeds meer gestuurd wordt om de landbouw te laten inkrimpen en zo snel de CO₂-equivalent uitstoot te verminderen. Per individuele sector zijn er echter ook doelen gesteld voor 2030 waarmee, als elke sector dat doel haalt, landelijk aan de norm voor 2030 voldaan wordt. Het sectordoel van de Nederlandse landbouw bedraagt 22,2 megaton CO₂-equivalent per jaar (CBS, 2021b). De uitstoot 26,4 megaton in 2019 zit daar dus relatief dichtbij in de buurt vergeleken met andere sectoren, zie ook figuur 3. Voor de landbouwsector kan het dus van groot belang zijn om de resterende 4,2 megaton op eigen initiatief te reduceren, zodat met een sterker argument naar de overheid opgetreden kan worden om reductie in andere sectoren te realiseren en grote inkrimping van de veestapel te voorkomen.

Afgaande op het probleemoplossend vermogen van de fokkerij is het dus interessant om te kijken of de fokkerij kan bijdragen aan het reduceren van de extra 4,2 megaton per jaar binnen de landbouwsector. Om met de fokkerij hierop te kunnen sturen is er zoals vermeld een aanbod aan cijfers en gegevens nodig om veehouders aan te sporen hierop te gaan fokken. Een overzicht over nuttige fokwaarden of andere cijfers ontbreekt echter binnen de sector, waardoor er dus geen duidelijk plan gemaakt kan worden en een mooie kans over het hoofd gezien kan worden. Om toch een duidelijk beeld te kunnen krijgen van de bijdrage die de fokkerij mogelijk kan hebben binnen het oplossen van het klimaatprobleem staat in dit rapport de volgende hoofdvraag centraal: *“Op welke manier kan de fokkerij ingezet worden om de emissie van broeikasgassen te reduceren en zo de effecten op het klimaat te verminderen?”*. Om op deze vraag een antwoord te vinden, is er gebruik gemaakt van de volgende drie deelvragen:

- *Welke bestaande fokwaarden kunnen ingezet worden om als rundveehouderij de uitstoot van broeikasgassen te verminderen en daardoor minder effect te hebben op de klimaatverandering?*
- *Welke bestaande informatie, die niet verwerkt is tot fokwaarde, kan gebruikt worden om als rundveehouderij de uitstoot van broeikasgassen te verminderen en daardoor minder effect te hebben op de klimaatverandering?*
- *Welke informatie kan in de toekomst mogelijk gebruikt worden als fokkerijstrategie/fokwaarde om als rundveehouderij de uitstoot van broeikasgassen te verminderen en daardoor minder effect te hebben op de klimaatverandering?*





Het doel van dit onderzoek is dan ook het in beeld brengen van, voor de sector beschikbare middelen waarmee ingespeeld kan worden op de reductie van broeikasgasemissies. Indien de fokkerij kan bijdragen aan vermindering van de broeikasgasuitstoot is hier immers de gehele aarde gebaat bij. Gevolgen van klimaatverandering worden namelijk overal gevoeld door bijvoorbeeld extreme buien of droogteperiodes. Het is dan ook extra belangrijk dat iedereen, als het kan, zijn of haar steentje bijdraagt. Het verminderen van de broeikasgasemissie binnen de sector kan ook bijkomende voordelen opleveren. Zo kan bijvoorbeeld door de gunstige resultaten als sector met sterkere argumenten in politiek Den Haag worden opgetreden en kan op die manier mogelijke nieuwe wet- en regelgeving worden beïnvloed.

Het materiaal en de methode die gebruikt zijn om dit literatuuronderzoek uit te voeren zijn in het volgende hoofdstuk weergegeven. In het derde hoofdstuk zijn de resultaten van de uitgevoerde werkzaamheden weergegeven. Het vierde hoofdstuk bevat de discussie waarin wordt teruggekeken op de opzet van dit onderzoek en de uitgevoerde werkzaamheden. Dit rapport sluit inhoudelijk af met de conclusie van het onderzoek, waarin er antwoord op de gestelde hoofd- en deelvragen en bijhorende aanbevelingen worden gegeven. Achterin het rapport zijn vervolgens ook nog de bibliografie en bijlagen weergegeven.



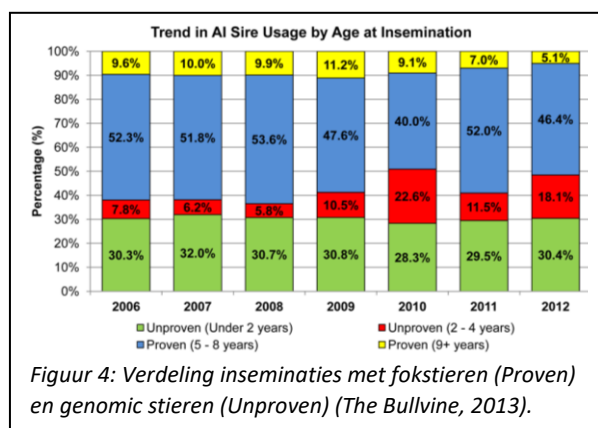
2. Materiaal en Methode

Om helder te krijgen hoe het onderzoek is uitgevoerd en welke middelen zijn gebruikt wordt in dit hoofdstuk het gebruikte materiaal en de toegepaste onderzoeksmethode toegelicht. Hierbij komen zaken aan bod zoals de gebruikte zoekwoorden en zoekmachines maar ook de criteria waaraan de benodigde informatie aan moet voldoen.

2.1 Materiaal

Om de hoofd- en deelvragen te kunnen beantwoorden is er een literatuuronderzoek uitgevoerd. Dit betekent dus dat er geen proeven of onderzoeken in de praktijk zijn uitgevoerd maar dat er gegevens verzameld zijn door middel van het bestuderen van diverse wetenschappelijke literatuur. Een lijst aan onderzoeksinstrumenten was dus niet van toepassing in deze onderzoeksopzet, echter moest er wel rekening mee worden gehouden dat niet alle literatuur geschikt is om conclusies uit te trekken. Het was daarom belangrijk duidelijke criteria te handhaven waaraan de gebruikte literatuur moest voldoen voordat ze van toepassing waren in dit onderzoek.

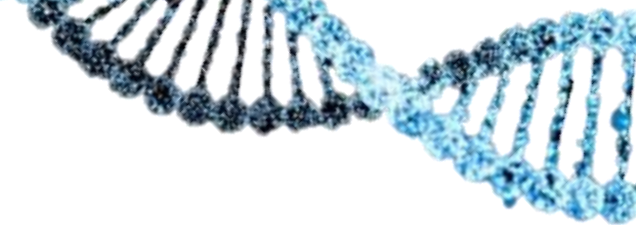
Door moderne technieken wordt er steeds meer bekend over het klimaat en fokkerij. Hierdoor ontstaan soms nieuwe inzichten die de 'gangbare' manier van werken kunnen veranderen. Zo is het aandeel koeien dat met een genomic stier geïnsemineerd wordt steeds groter, zie ook figuur 4, ondanks dat er bij de introductie nog twijfels over waren (The Bullvine, 2013). Om uiteindelijk goede conclusies te kunnen trekken is het dus belangrijk dat de gebruikte literatuur up-to-date is. Daarom is er in dit onderzoek alleen literatuur gebruikt vanaf het jaar 2010.



Ondanks dat de resultaten van dit onderzoek mogelijk iets kunnen betekenen voor veehouders over de gehele wereld is in dit onderzoek alleen literatuur gebruikt van Europese, Noord Amerikaanse, Chinese, Japanse of Nieuw-Zeelandse studies. De reden hiervoor is het behouden van enige homogeniteit in veestapels en moderniteit. Melkveehouderijen van de genoemde regio's hebben overeenkomsten in de gebruikte technologieën, houderijsystemen en runderrassen waardoor ze goed te vergelijken zijn. Omdat dit onderzoek de meest recente literatuur vraagt en dus vanuit allerlei verschillende invalshoeken benaderd kan worden is ervoor gekozen geen extra inclusie- of exclusiecriteria op te stellen, anders dan dat de samenhang met de fokkerij aanwezig moet zijn.

Om de vertaalslag van literatuur en onderzoeken naar de praktijk te maken zijn er in dit onderzoek ook een aantal interviews afgenomen met personen die regelmatig met deze vertaalslag in aanraking komen bij het uitvoeren van hun beroep. Het doel van deze interviews is dan ook geweest om per deelvraag simpel voor ogen te krijgen welke informatie of toepassing voor de praktijk bruikbaar is en dus door de sector gemakkelijk ingezet kan worden. Wegens de afwijking in deelvragen en personen was het niet mogelijk om bij alle personen dezelfde vragenlijst af te nemen, daarom is er een interviewstructuur opgesteld die als rode draad binnen elk gesprek heeft gediend. Deze interviewstructuur is ook weergegeven in bijlage I. De personen waar een gesprek mee is gehouden zijn: Ard Gunnink van CRV, Harry Schuiling van Semex en Dr. Ir. Yvette de Haas van het onderzoeksteam van de Universiteit van Wageningen.





2.2 Methode

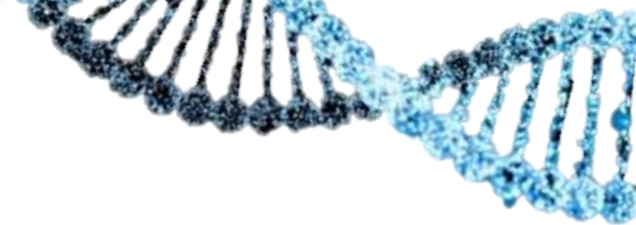
Naast de gebruikte literatuur is het ook belangrijk om vast te stellen welke methoden zijn gebruikt om de desbetreffende literatuur te achterhalen. Daarom zal in deze paragraaf verduidelijking worden gegeven over de gebruikte onderzoeksmethode.

Voor het zoeken van de wetenschappelijke literatuur is gebruik gemaakt van een viertal zoekmachines, namelijk de pagina's van Science Direct, Springer, Wiley en Google Scholar. Om middels deze zoekmachines geschikte literatuur te vinden is er gebruik gemaakt van verschillende zoek-/kernwoorden, in bijlage II is een lijst weergegeven waarin deze zoekwoorden zijn vermeld. De zoekwoorden zijn individueel gebruikt maar ook in verschillende combinaties. Op deze manier is ervoor gezorgd dat er middels de zoekmachines verschillende zoekresultaten naar voren kwamen. Ook het gebruik van verschillende zoekmachines heeft ervoor gezorgd dat er onder dezelfde zoekwoorden diverse resultaten naar voren kwamen en zo het aanbod op literatuur vergroot werd. Ondersteunende bronnen zoals bijvoorbeeld artikelen uit vakbladen of websites zijn via Google opgezocht.

Er is tijdens het onderzoek ook literatuur verzameld door te kijken naar de gebruikte bronnen binnen de gevonden artikelen. Op die manier is er meer literatuur gevonden die met de gebruikte zoekwoorden niet naar voren waren gekomen. Om deze zoekmethode extra te benutten is er met name bij het zoeken naar literatuur voor de eerste en tweede deelvraag veel geselecteerd op review-artikelen, hierdoor kon er binnen één gevonden artikel veel andere bruikbare en vooral samenhangende literatuur verzameld worden. Omdat review-artikelen vaak niet de meest recente literatuur bevatten kon deze methode niet worden toegepast op de derde deelvraag, aangezien daarvoor de meest actuele literatuur van belang is.

Vanwege de COVID-19 pandemie hebben de interviews niet op locatie kunnen plaatsvinden en zijn deze op een alternatieve manier uitgevoerd. Zo is het interview met Ard Gunnink per telefoon afgenomen en hebben de gesprekken met Harry Schuiling en Dr. Ir. Yvette de Haas via videocall met Microsoft Teams plaatsgevonden. Er is bewust voor deze drie personen gekozen omdat zij vrijwel dagelijks met de vertaalslag tussen theorie en praktijk te maken krijgen. Ard Gunnink en Harry Schuiling werken beide voor een stierenorganisatie waarbij aan klanten moet worden uitgelegd hoe ze op bepaalde kenmerken moeten en kunnen fokken. Hoe de vertaalslag van de in dit onderzoek gevonden fokwaarden en methoden toegepast kunnen worden in de praktijk kunnen zij dus uitstekend toelichten. Er is gekozen om het derde gesprek met dr. ir. Yvette de Haas af te nemen om te achterhalen met welke praktijkvisie er binnen onderzoeken gewerkt wordt. Omdat zij veelvuldig in belangrijke onderzoeken met betrekking op het onderwerp van dit onderzoek heeft meegewerkt was ze een uitstekende kandidaat om hiernaar te vragen. Bij alle betrokken partijen is er toestemming gevraagd om de verzamelde informatie te mogen vermelden en de personen in dit rapport bij naam te mogen noemen.





3. Resultaten

Uit het gedane literatuuronderzoek zijn er verschillende resultaten naar voren gekomen. Deze resultaten worden in dit hoofdstuk weergegeven en zijn ingedeeld op basis van de gestelde deelvragen. Zo bevat paragraaf 3.1 de resultaten die van belang zijn voor de eerste deelvraag, paragraaf 3.2 de resultaten voor de tweede deelvraag en paragraaf 3.3 de resultaten voor de derde deelvraag.

3.1 Fokwaarden met invloed op broeikasgasemissies

In de praktijk is nog vaak de gedachte aanwezig dat met de bestaande fokwaarden niet ingespeeld kan worden op de reductie van broeikasgassen. Toch zijn er wel degelijk een aantal fokwaarden die hieraan kunnen bijdragen. Deze fokwaarden worden in deze paragraaf toegelicht en helpen daarmee bij aan de beantwoording van de eerste deelvraag van dit onderzoek.

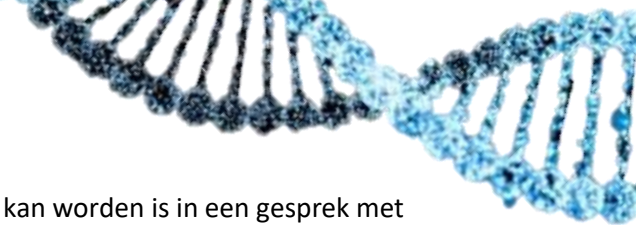
3.1.1 Feed efficiency

In december van het jaar 2020 heeft CRV de fokwaarde feed efficiency geïntroduceerd (CRV, 2020). Deze fokwaarde is met name gericht op de mate waarin melkkoeien het voer benutten voor de melkproductie en dus zo efficiënt mogelijk zijn. Echter blijkt uit verschillende literatuur dat deze insteek van efficiëntie ook effect heeft op de emissie van met name het broeikasgas methaan. In het onderzoek van Løvendahl et al. (2018) blijkt namelijk dat dieren met een gunstige voerefficiëntie vaak ook een gunstige samenstelling in pensmicroben hebben en daardoor minder methaan emissie realiseren. Een ander onderzoek van Richardson et al. (2020) naar de hoeveelheid methaan dat bespaard kan worden bij een verbeterde voedingsefficiëntie stelde vast dat er per efficiënter opgenomen kilogram droge stof er 55 gram methaan aan emissie bespaard kan worden. Melkkoeien met de beste en slechtste 5% in genetische aanleg verschilden in methaanemissie 7,7 kilogram gedurende hun gehele leven.

Om deze positieve effecten via genetica relatief snel door te kunnen geven van generatie op generatie is er een gunstige erfelijkheidsgraad van belang. In het onderzoek van Manafiazar et al. (2016) is de erfelijkheidsgraad van feed efficiency vastgesteld op 0,27. Vergeleken met de erfelijkheidsgraad voor de hoogtemaat (0,50) concludeert deze studie dat genetische verbetering groot genoeg is om als veehouder hierop te selecteren en op te nemen in zijn of haar fokdoel. Om de betrouwbaarheid te verbeteren kwam de studie van Hurley et al. (2018) met het advies om niet meer kenmerken, anders dan de melkproductie, gehalten en voeropname, onder de fokwaarde feed efficiency te hangen. In de studie is namelijk onderzocht of er betrouwbare correlaties met onder andere gezondheidskenmerken of de vruchtbaarheid vast te stellen waren. Door de mogelijke positieve effecten op deze kenmerken ook onder deze fokwaarde te scharen werd de invloed van variabelen op de fokwaarde te groot en nam de betrouwbaarheid af.

Dat de emissie van broeikasgassen en voerefficiëntie wel duidelijk met elkaar verbonden zijn werd in de studie van Difford et al. (2020) aangetoond. Door vast te stellen dat de fokwaarde niet alleen invloed uitoefent op de methaanemissie maar er zelf ook door gestuurd wordt. Het meten van de methaanemissie bij een vaste voeropname zou kunnen bijdragen aan het bepalen van de voerefficiëntie van het dier. Het vaststellen van genetische aanleg voor methaanemissie kan volgens Difford en zijn team helpen de data voor de berekening van de fokwaarde te verbeteren en nauwkeuriger te maken.





Om te achterhalen hoe deze fokwaarde in de praktijk toegepast kan worden is in een gesprek met Ard Gunnink van CRV hier navraag over gedaan. In tegenstelling tot bijvoorbeeld de melkproductie, een slechte kruisligging of nauwe speenplaatsing is de genetische aanleg van voerefficiëntie niet via productiegegevens of aan het exterieur van de koe te zien en daardoor niet door de veehouder zelf vast te stellen. Ard gaf al aan dat het hierdoor lastig is voor veehouders om goed op dit kenmerk te selecteren waardoor de fokwaarde mogelijk niet optimaal ingezet wordt. Als onderdeel van het 'Better Life Efficiëntie' concept van CRV kan de genetische potentie van de veestapel via genoomtesten worden vastgesteld. Op die manier krijgt de veehouder per individueel dier een duidelijk beeld over de genetische aanleg en kan op basis daarvan een passende paring maken. Ard benadrukte dat veehouders hiervoor echt op de resultaten van de genoomtest moeten én kunnen vertrouwen om zo de voerefficiëntie van de veestapel te verbeteren.

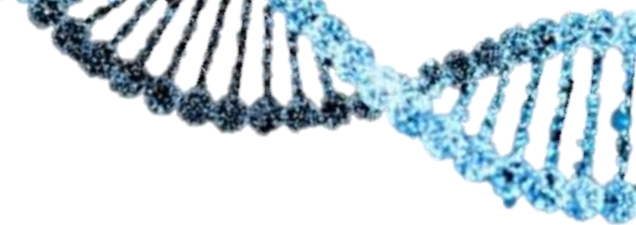
3.1.2 Gezondheidskenmerken

Geboortegemak, vruchtbaarheid, uiergezondheid en klauwgezondheid zijn een aantal voorbeelden van de fokwaarden die onder de gezondheidskenmerken geschaard worden. Door hier tijdens de selectiekeuzes meer rekening mee te houden kan ook via deze fokwaarden ingespeeld worden op de emissies van broeikasgassen.

Een slechte vruchtbaarheid is al jaren één van de voornaamste afvoerredenen binnen de melkveehouderij (Veeteelt, 2015). Een verbetering van de vruchtbaarheid kan de levensduur verbeteren waardoor er minder vee voor vervanging nodig is. Door het lagere vervangingspercentage hoeft er vervolgens minder jongvee opgefokt te worden en is er minder vee nodig voor dezelfde productie. Het houden van minder vee zorgt op zijn beurt weer voor minder broeikasgasemissies (Bell, Wall, Russell, Simm & Stott, 2011). Daarnaast kan er door te focussen op de gezondheid 15% tot 30% van de methaanemissie per energie gecorrigeerde kilogram melk reductie gewonnen worden als gevolg van een verbeterde hittebestendigheid en het voorkomen van ziektes en vruchtbaarheidsproblemen (Knapp, Laur, Vadas, Weiss & Tricarico, 2014). Een studie van Garnsworthy (2004) heeft vastgesteld dat in de periode van 1985 tot 2005 de vruchtbaarheid van melkvee met 20% is gedaald op basis van de Insemination Rate (IR), Conception Rate (CR) en Pregnancy Rate (PR). Een herstel van het vruchtbaarheidsniveau naar het niveau van 1995, en daarmee een verbetering van het vervangingspercentage, zou de totale emissie van methaan met 10-11% en de emissie van ammoniak met 9% laten dalen. Verdere verbetering van het vervangingspercentage zou tot een maximale reductie van 24% methaanemissie en 17% ammoniakemissie kunnen leiden.

Er zijn echter ook studies die aantonen dat een positieve ontwikkeling van de gezondheidskenmerken juist negatieve effecten heeft op de emissie van broeikasgassen. Volgens Chen et al. (2021) is er namelijk een correlatie aantoonbaar tussen een goede vruchtbaarheid en een lage productie. Koeien die meer energie in hun gezondheid steken, zetten daardoor het voer minder efficiënt om in melk waardoor de methaanemissie en stikstofuitstoot per geproduceerde liter hoger is dan bij koeien die meer produceren maar een slechtere vruchtbaarheid hebben. Soortgelijke bevindingen kwamen ook naar voren in het onderzoek van Cummins et al. (2012) waarbij gezocht werd naar de correlatie tussen de gezondheid en de body conditie score (BCS). Ook uit dit onderzoek bleek dat koeien die meer energie steken in het lichaamsonderhoud en behoud van de gezondheid minder variatie in de BCS vertoonden en vervolgens meer voeropname nodig hadden voor dezelfde productie. Deze hogere voeropname leidt weer tot een hogere methaanproductie waardoor deze koeien dus een hogere broeikasgasemissie per geproduceerde kilogram melk hebben.





3.1.3 Hoogte- en breedtemaat

Eén van de fokwaarden met een hoge erfelijkheidsgraad is de hoogtemaat van het dier. Uit onderzoek blijkt dat met deze fokwaarde, samen met die voor lichaamsbreedte, ook ingespeeld kan worden op de methaanemissie.

Onderzoeken van Huhtanen, Cabezas-Garcia, Utsumi & Zimmerman (2015) en Moraes, Strathe, Fadel, Casper & Kebreab (2014) geven namelijk aan dat vee met veel hoogte- en breedtemaat, en daardoor meer lichaamsgewicht, meer energie nodig hebben voor het lichaamsonderhoud. Hierdoor besteden deze koeien minder energie aan de melkproductie waardoor met dezelfde voeropname een lagere melkproductie behaald wordt en er per geproduceerde kilogram melk meer methaanemissie plaatsvindt.

De correlatie tussen methaanemissie en hoogte-/ breedtemaat kan ook verwerkt worden in een eventuele fokwaarde. Met een correlatie van maximaal 0,74 (Pszczola, Calus & Strabel, 2019) tussen de hoogtemaat en de methaanemissie en een correlatie van 0,15 - 0,17 (Zetouni, Kargo, Norberg & Lassen, 2018) tussen de breedtemaat en methaanemissie kunnen de waarden als goede indicatoren dienen binnen het opstellen van een emissiefokwaarde (Breider, Wall & Garnsworthy, 2019).

3.2 Klimaatverandering bestrijdende fokmethoden

Naast de al bestaande fokwaarden kan de fokkerij ook via andere methoden bijdragen aan het reduceren van de broeikasgasemissie. Het kiezen van een bepaald runderras is bijvoorbeeld geen fokwaarde maar heeft wel een enorme invloed op de kenmerken en het uiterlijk van een veestapel. In deze paragraaf wordt dan ook ingegaan op zulke invloedrijke fokkerijmethoden die uiteindelijk kunnen bijdragen aan het beantwoorden van de tweede deelvraag van dit onderzoek.

3.2.1 Genetische grazers

Zoals in veel onderzoeken naar voren komt heeft de samenstelling van het gevoerde rantsoen veel invloed op de methaanemissie van rundvee. Het voeren van snijmaïs is bijvoorbeeld veel bevorderlijker voor de methaanuitstoot dan het voeren van gras (De Boever et al., 2017). Echter wordt vanuit de Nederlandse overheid, mede door de 80/20-regel voor de derogatie (RVO, 2021) steeds meer gestuurd op het voeren van gras. Dit zet veehouders voor een dilemma: het voeren van een emissiearm rantsoen of het voeren van zoveel mogelijk eigen geteeld eiwit.

Ondanks dat er nog niet zo lang op gefocust wordt, toont onderzoek steeds vaker aan dat de fokkerij ook bij dit probleem kan bijdragen aan een verbetering van de hoeveelheid broeikasgasemissie. Uit het onderzoek van Clark, Kelliher en Pinares-Patino (2010), die gekeken heeft naar genetische mogelijkheden om methaanreductie bij herkauwers te realiseren, kwam de conclusie dat de manier van grazen genetisch bepaald zou kunnen zijn. Het onderzoek van Sheahan, Kolver en Roche (2011) toonde vervolgens aan dat het graasgedrag inderdaad afhankelijk is van de genetische aanleg. Koeien met een gunstige aanleg grazen langer, herkauwen meer en hebben minder momenten waarop ze in de weide niets doen ten opzichte van koeien met een minder gunstige genetische aanleg. Het onderzoek van Coleman, Pierce, Berry, Brennan en Horan (2011) heeft daarnaast aangetoond dat zulke kwaliteiten de lactatiekenmerken, het verloop van de Body Conditie Score en het vervangingspercentage ten gunste komen waardoor de methaanemissie, op dezelfde manier als bij de in paragraaf 3.1 behandelde fokwaarden, gereduceerd kan worden. Onderzoek van Marshall et al. (2020) kwam met de conclusie dat er met deze fokmethode niet alleen bespaard kan worden op de methaanemissie maar dat, middels een gunstige eiwitomzetting, deze koeien ook een lager ureum hebben. Dit leidt tot lagere stikstofverliezen die via in de urine in het milieu terecht komen en daarmee de uitstoot van de lachgasemissie (N₂O) verminderd.





Dat zulke resultaten goed van toepassing zijn voor de praktijk blijkt ook uit het feit dat stierenorganisatie Semex het GrazingPro-programma heeft opgericht waarmee stieren geselecteerd kunnen worden en er een 'gras-efficiënte' veestapel gefokt kan worden (EastGen, 2021). Zoals Harry Schuiling in een gesprek extra benadrukte is dit "keurmerk" geen fokwaarde maar een methode waarin meerdere kenmerken gecombineerd voor een duurzamere veestapel kunnen zorgen. Factoren zoals een kleinere hoogtemaat zónder daarbij kracht in het lichaam te verliezen, uiergezondheid, gehaltes en dochtervruchtbaarheid samen gecombineerd met een hoge voer-melk efficiëntie zorgen ervoor dat er een duurzame veestapel gefokt kan worden. Met deze fokmethode worden alle punten uit paragraaf 3.1 dus eigenlijk gecombineerd en kunnen veehouders met deze 'tool' gemakkelijk inspelen op de broeikasgasemissies.

3.2.2 Raskeuze

Voorgaande fokkerijmethoden gingen met name over methoden om binnen de bestaande veestapel de broeikasgasemissies te verbeteren. Er bestaat echter nog een andere fokkerijmethode die niet alleen de emissie kan verbeteren maar die ook de hele veestapelsamenstelling verandert, namelijk het kiezen van een ander runderras.

In 2016 vermeldde Cersosimo, Bainbridge, Kraft en Wright al een mogelijke relatie tussen het runderras en pens samenstelling, maar hielden het zelf meer bij de voedingsinvloeden op de pens. Rond het jaar 2018 is er meer focus gekomen op de mate waarmee het ras invloed heeft op de bacteriesamenstelling in de pens. Onderzoek van De Mulder et al. (2018) toonde namelijk aan dat vee van het ras Holstein Friesian een andere samenstelling had dan vee van het Belgische Witblauw-ras. Met name de hoeveelheid en samenstelling van de hoofdtaxons werden gekenmerkt aan ras afhankelijk. Volgens Olijhoek et al. (2018) heeft dit verschil in samenstelling een effect op de manier waarop een koe met voer omgaat. Zo daalde bij een verhoogde krachtvoergift de azijnzuur/propionzuur-verhouding bij Holstein Friesian koeien harder dan bij koeien van het Jersey-ras. Dit verschil in vluchtige vetzuurverhoudingen kan op zijn beurt weer gebruikt worden om de methaanproductie in de pens te verminderen (Williams, Hannah, Jacobs, Wales & Moate, 2019).

Dit alles werd door het onderzoek van Noel et al. (2019) onder Holstein Friesian en Jersey koeien nogmaals bevestigd. Het kiezen voor een bepaald ras vermindert niet per direct de methaanemissie maar door de keuze van een bepaald ras te combineren met een bijpassende voerstrategie kan er op die manier wel gestuurd worden op een lagere methaanemissie. Hoe de voordelen van verschillende rassen door middel van kruisingen samengevoegd kunnen worden moet echter nog wel nader onderzocht worden.

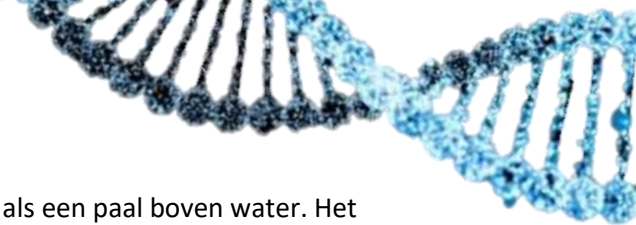
3.3 Toekomstige fokmethoden ter bestrijding van de broeikasgasemissies

De voorgaande paragrafen stonden in het teken van reeds bestaande fokwaarden of methoden welke kunnen bijdragen aan de reductie van broeikasgasemissies. De wetenschap ziet echter zoveel potentie in de mogelijkheden van de fokkerij dat ook nieuwe fokwaarden of methodes speciaal gericht op deze reductie niet uit te sluiten zijn. In deze paragraaf wordt dan ook ingegaan op een aantal veelbelovende fokkerijmethoden die in de toekomst mogelijk kunnen bijdragen aan de emissiereductie en tevens antwoord kunnen bieden op de derde deelvraag.

3.3.1 Emissiefokwaarde

In veel van de behandelde bronnen wordt er in de conclusie al naar verwezen, namelijk het doel om een op zichzelf staande fokwaarde te creëren voor methaanemissie. Door het groter wordende aanbod aan kennis zal het dan ook niet lang meer duren voordat de praktijk toegang heeft tot deze fokwaarde en daarmee een grote stap kan gaan zetten in het fokken op broeikasgasreductie.





Dat deze mogelijke fokwaarde veel effect zal gaan hebben staat als een paal boven water. Het onderzoek van De Haas et al. (2011) concludeerde al dat een goede fokwaarde, die gebaseerd is op een betrouwbare SNP-identificatie, binnen 10 jaar kan resulteren in een totale reductie van de methaanemissie met 26%. Een grote doorbraak kwam met de vondst dat de methaanemissie in de darmen een erfelijk eigenschap blijkt te zijn en dus te beïnvloeden is middels fokkerij (Lassen & Løvendahl, 2016). Vervolgonderzoek van Pszczola, Strabel, Mucha en Sell-Kubiak (2018) resulteerde in het opsporen van een aantal veel belovende SNP's die de methaanproductie kunnen voorspellen en zo een nieuwe fokwaarde weer een stap dichterbij brengt.

De Haas et al. (2018) concludeerden dat in 2018 al veel kennis is vergaard, maar dat er nog een lange weg te gaan is voordat er een uiteindelijke fokwaarde gepresenteerd kan worden. Omdat het een grensoverschrijdend probleem is, is het ook van belang dat er zo veel mogelijke internationale samenwerking plaatsvindt. Alleen op die manier krijgt de praktijk het snelst de beschikking tot een fokwaarde voor emissies. Praktijkonderzoek van Manzanilla-Pech, Gordo, Difford, Løvendahl en Lassen (2020) waarin de tot op heden bekende voorspellingstechniek getest werd kwam met zeer gunstige resultaten. De nieuwe technieken voorspelden de dierindividuele methaanemissie op darmniveau met een hogere nauwkeurigheid dan de oude methoden.

Om te achterhalen hoe een mogelijke fokwaarde in de praktijk gebruikt kan worden is hier in een gesprek met Dr. Ir Y. de Haas navraag over gedaan. Hieruit blijkt dat de verwachting van De Haas is dat in 2025 een fokwaarde voor methaan gerealiseerd zal zijn. Deze zal in eerste instantie in handen zijn van CRV maar zal mogelijk ook (inter)nationaal opgepakt kunnen worden. Veehouders kunnen met deze fokwaarde naar verwachting 1% methaanreductie per jaar kunnen realiseren door te fokken op het genotype van het vee. Dit betekent dat deze fokwaarde niet zozeer aan de klimaatdoelstelling van 2030 kan bijdragen maar voornamelijk gericht is op die van 2050. Selectie zal bij dit fokdoel, net zoals bij de fokwaarde voor feed efficiency, plaats vinden op basis van de fokwaarde. Om als melkveehouder hierop te fokken is het dus van belang dat het genotype van de veestapel bekend is waardoor veehouders in principe verplicht zijn om DNA-testen af te nemen. Volgens De Haas is dit dan ook het 'moeilijkste' onderdeel van de fokwaarde. Veehouders moeten namelijk eerst het genotype van het vee in kaart brengen en hierop vervolgens volledig moeten vertrouwen om het als selectiecriteria te gebruiken.

3.3.2 Infraroodmeting melk

Nadat het genetische verband met de methaanuitstoot op maag-/darmniveau was vastgesteld kwam ook de vraag naar voren hoe zo snel en betrouwbaar mogelijk de benodigde selectiedata verzameld kan worden. Het verzamelen van data middels één meetstation in een gewone veestal bleek namelijk niet betrouwbaar genoeg. Negussie et al. (2017) stelde in een onderzoek naar alternatieve meetmethoden vast dat het verzamelen van data via infrarood (IR) metingen een goed alternatief zou zijn. De voornaamste reden hiervoor is dat er wereldwijd steeds meer automatische melksystemen worden gebruikt die via IR al meerdere metingen op de melk uitvoeren. Het creëren van een nieuwe meetinstallatie is daardoor dus niet nodig.

Het verzamelen van data via IR-metingen bleek een gouden zet want al snel kwamen onderzoekers erachter dat het vetgehalte een goede indicator kan zijn voor de individuele emissie van methaan waardoor selectie binnen een koppel ook mogelijk werd (Delhez et al., 2018; Engelke et al., 2018). Die selectie zou volgens Denninger et al. (2019) kunnen plaatsvinden door te kijken naar het verloop in methaanemissie als vervolg van een rantsoenverandering. Koeien die het slechtste met een verandering van het rantsoen omgaan en daardoor de meeste methaan uitstoten, zouden uitgeselecteerd moeten worden en dus niet verder gebruikt moeten worden voor de fokkerij. Koeien die wel positief met de verandering van het rantsoen omgaan zouden juist wel gebruikt moeten





worden voor de fokkerij om zo een veestapel te creëren met een steeds lagere methaanuitstoot. Een vervolgstudie onder Brown Swiss veestapels toonde echter aan dat het vorige onderzoek te veel was gericht op een homogene veestapel en rantsoen en niet genoeg rekening hield met individuele afwijkingsfactoren (Denninger et al., 2020). Het onderzoeksteam concludeerde dan ook dat er nog veel extra onderzoek gedaan moet worden voordat IR-metingen gebruikt kunnen worden als selectiemethode voor de fokkerij.

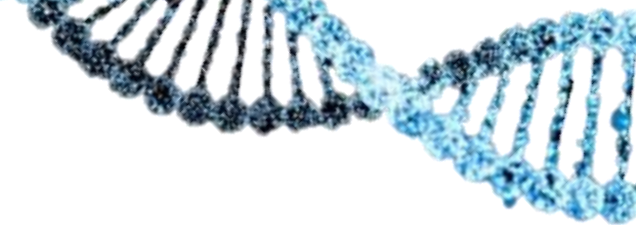
3.3.3 Sturen op melkureum

Naast de reductie van methaanemissie is het verminderen van de stikstofuitstoot ook een methode om de broeikasgasemissie van de veehouderij te laten dalen. Om de uitstoot van stikstof te verminderen wordt er door onderzoekers met name gefocust op de grootste emissiebron, namelijk de stikstof in urine in de vorm van ureum. Omdat via het melkureum de uitstoot van stikstof in de urine te voorspellen valt (Spek, Dijkstra, Van Duinkerken & Bannink, 2013) levert dit voor de fokkerij mogelijke kansen om selectie toe te passen en zo de stikstofexcretie te verminderen.

Tot op heden is er nog geen fokwaarde voor het melkureum beschikbaar waardoor het sturen op het ureum in de urine momenteel nog niet mogelijk is. Onderzoek van Lopez-Villalobos et al. (2018) heeft wel aangetoond dat de stikstofefficiëntie van een koe genetisch beïnvloed is en dus kansen biedt voor de fokkerij. De erfelijkheidsgraad van het melkureum stelden zij vast op 0,38 met een genetische correlatie van 0,38 met de melkproductie en 0,31 met lactosegehalten. Hieruit concludeerden ze dat dit een goede basis is voor een eventuele fokwaarde voor het melkureum. In het onderzoek van Beatson, Meier, Cullen en Eding (2019) is gekeken naar wat er bespaard kan worden met een fokwaarde voor het melkureum. De fokwaarde spreiding van de stieren die in dit onderzoek zijn meegenomen varieerde van -2,8 tot +3,2 (gestandaardiseerd) en resulteerde erin dat door middel van selectie op jaarbasis 6,6 kilogram stikstof uit urine per koe per jaar bespaard kan worden. Omdat het melkureum ook sterk afhankelijk is van variabelen zoals voeding, is er nog een onderzoek uitgevoerd naar het dagelijks verloop van het melkureum om zo een betrouwbaardere onderbouwing voor de erfelijkheidsgraad te ontwikkelen (Ariyaratne, Correa-Luna, Blair, Garrick & Lopez-Villalobos, 2019). Hieruit bleek dat, naarmate het melkvee in een later lactatiestadium komt, het melkureum minder beïnvloed wordt door variabelen en dus meer afhankelijk is van de genetische aanleg. Metingen die hier gedaan werden waren dus meer gebaseerd op de genetische aanleg van het vee dan in voorgaande studies. Het resultaat is dan ook dat de daadwerkelijke erfelijkheidsgraad hoger ligt dan gedacht en zelfs kan oplopen tot 0,49. Om dit definitief vast te stellen is er nog wel meer onderzoek nodig naar de specifieke effecten van de variabelen.

Vervolgonderzoek toonde aan dat, ondanks de hogere erfelijkheidsgraad, de genetische potentie van een efficiëntere eiwitomzetting alleen benut kan worden indien er een extreem eiwitarm rantsoen gevoerd wordt (Ariyaratne, Correa-Luna, Blair, Garrick & Lopez-Villalobos, 2021). Het rantsoen moet dan echter zodanig eiwitarm zijn dat het ten koste gaat van de gezondheid van het vee, maar ook van het melkvet- en melkeiwitgehalte, waardoor het de veehouder geld kost en de emissie zelfs toeneemt. Het onderzoek concludeerde dan ook dat zolang de genetische potentie niet tot uiting komt bij een rantsoen met een normale eiwitsamenstelling er geen effectief verschil gemaakt kan worden door middel van selectie voor fokkerij.





4. Discussie

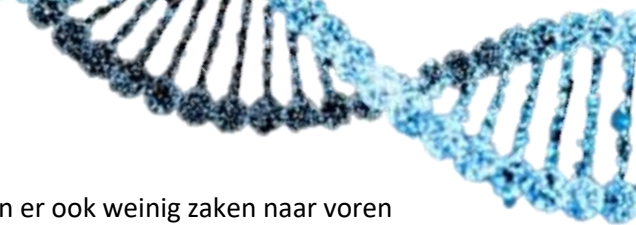
Om uiteindelijk een betrouwbare conclusie te kunnen trekken is het belangrijk om een goede onderbouwing te hebben voor de manier waarop dit onderzoek is uitgevoerd. De onderzoeksmethode zoals deze in het tweede hoofdstuk is opgezet is voor het gehele onderzoek de basis geweest voor het vinden van de juiste bronnen en gegevens. Toch is er op sommige momenten afgeweken van de vooraf opgestelde methode ten gunste van het onderzoek. Ook bevat sommige literatuur ‘kanttekeningen’ of ‘aandachtspunten’ waardoor de gedane bevindingen mogelijk toch anders kunnen uitpakken. Om toe te lichten waarom deze stukken toch in het onderzoek zijn meegenomen en waarom in sommige gevallen is afgeweken van de vooraf opgestelde onderzoeksmethode wordt in dit hoofdstuk verdere onderbouwing gegeven.

Het verzamelen van de wetenschappelijke literatuur heeft plaatsgevonden op de manier zoals deze ook in de onderzoeksopzet is opgesteld. Bij de opzet is er echter vanuit gegaan dat de meeste stukken gevonden zouden worden door te zoeken op de vastgestelde kernwoorden, dit was echter niet het geval. Tijdens het onderzoek bleek namelijk dat als er een passend artikel gevonden werd het beter was om dan binnen dat betreffende artikel verder te zoeken naar meerdere wetenschappelijke stukken. Deze zoektechniek is op voorhand ook al meegenomen binnen de onderzoeksmethode, maar met de gedachte dat deze methode als extra optie gebruikt zou kunnen worden en niet als hoofdmethode gebruikt zou worden. Er is ervoor gekozen om de meeste literatuur toch op deze manier te verzamelen, omdat op deze manier meer onderlinge samenhang en continuïteit tussen de bronnen gecreëerd kon worden met als resultaat dat de tijdlijn van sommige ontwikkelingen beter verduidelijkt konden worden.

Ondanks dat de zoekmethodes onderling van prioriteit zijn verschoven is er altijd gewaakt voor de eisen waaraan de literatuur moest voldoen. De criteria waaraan de literatuur moest voldoen is dan ook in alle gevallen gewaarborgd op de uitzondering van één bron na. Het onderzoek van Garnsworthy (2004) dat in paragraaf 3.1.2 is gebruikt is namelijk gepubliceerd vóór de in de criterium gestelde grens van het jaar 2010. Dit criterium is in de onderzoeksmethode opgesteld om te waarborgen dat de meest recente bevindingen en studies gebruikt zouden worden. De desbetreffende bron is echter alsnog gebruikt, omdat de belangrijke informatie uit het verleden bevat die nog steeds van toepassing is in het heden. Om deze reden is ervoor gekozen een uitzondering te maken op het criterium en is deze bron toch meegenomen in dit onderzoek.

Het is van belang om ondanks de resultaten nog steeds kritisch naar de gebruikte literatuur te kijken. Veel onderzoeken geven namelijk in de eigen discussie al aan dat het rantsoen ook een factor is met grote invloed op de uiteindelijke broeikasgasemissies. Ondanks deze kanttekeningen is de literatuur alsnog van toepassing voor dit onderzoek, omdat door alle studies heen verschillende rantsoenen zijn gevoerd waarna vervolgens nog steeds de genetische invloeden en/of correlaties zijn aangetoond. Het feit dat voeding ook een grote invloed heeft op de uitstoot van broeikasgassen geeft de landbouwsector alleen nog maar meer mogelijkheden om de broeikasgasemissies binnen de sector aan te pakken. Naast het rantsoen dat gevoerd wordt, is het ook belangrijk dat er goed wordt gelet op de manier waarop de emissies worden uitgedrukt. De emissie van methaan kan bijvoorbeeld uitgedrukt worden in de totale uitstoot van methaan maar ook per geproduceerde kilogram melk. Een daling van de totale uitstoot komt echter niet per se overeen met een daling van de uitstoot per kilogram melk en zou dus kunnen betekenen dat er uiteindelijk onderaan de streep niets veranderd. Tijdens het verzamelen van literatuur is hier zoveel mogelijk rekening mee gehouden en waar het nodig is zijn de verschillende uitdrukkingsmethoden vermeld in de resultaten.





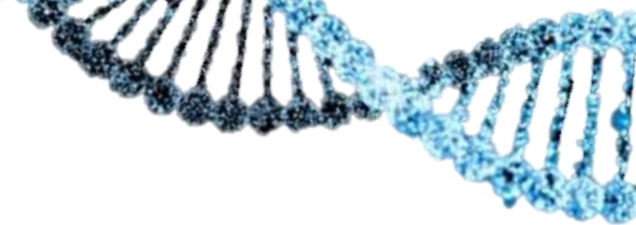
Door de onderlinge aansluiting tussen de gebruikte literatuur zijn er ook weinig zaken naar voren gekomen waarin de onderzoeken elkaar tegenspreken. In sommige gevallen bleek wel dat de conclusie van een voortgaande studie toch nog extra onderzoek vergt om verdere ontwikkelingen door te kunnen zetten. Dit is bijvoorbeeld het geval geweest bij de twee studies van Denninger et al. in 2019 en 2020, waarbij in het vervolgonderzoek in 2020 bleek dat de conclusie van het onderzoek in 2019 toch niet geheel juist was. Het is daarnaast ook goed om te bedenken dat veel van de gebruikte onderzoeken zijn voortgekomen uit een voorafgaand onderzoeken of er een uitbreidingen van zijn. De gevolgde zoekmethode, waarbij binnen de literatuur gezocht werd naar andere passende literatuur, heeft dit effect alleen nog maar versterkt waardoor er dus de mogelijkheid is dat er een tegengeluid is gemist. Afgaande op de informatie uit de stukken die wél via zoekwoorden zijn gevonden, de informatie uit de interviews dat overeenkwam met de gevonden bronnen en dat er geen tegengeluiden in de conclusies van de gebruikte literatuur naar voren zijn gekomen, kan gesteld worden dat de resultaten toch een goed beeld geven van de werkelijke situatie. De mogelijkheid bestaat er uiteraard wel dat, aangezien de gevonden resultaten gebaseerd zijn op relatief nieuwe studies, er in de toekomst nieuwe inzichten komen die de resultaten mogelijk compleet doen veranderen.

Wat dit onderzoek ook ten goede komt is de diversiteit in onderzoeksmethoden die in de gebruikte literatuur zijn toegepast. Elke gebruikte studie had wel iets onderscheidend ten opzichte van alle andere onderzoeken. Zo zaten de onderlinge verschillen in de studies bijvoorbeeld in het aantal meegenomen koeien, in de verschillende lactatiestadia, de gebruikte berekeningsmethode of zelfs de gebruikte runderrassen. Hierdoor blijkt dat de uiteindelijke conclusie in veel verschillende situaties toepasbaar is en niet alleen onder bepaalde omstandigheden effect heeft. Dit komt de eindconclusie ten gunste aangezien er geen één melkveebedrijf gelijk is aan een ander.

Om ervoor te zorgen dat de gevonden resultaten en de conclusie die daaruit voorkomt van belang zijn voor de op voorhand opgestelde doelgroep is er getracht deze zoveel mogelijk op elkaar te laten aansluiten door zoveel mogelijk de focus op de praktijk te houden. Dit is gedaan door allereerst de opgestelde criteria aan te houden maar ook door literatuur te gebruiken waarin duidelijk naar voren komt op welke manier de praktijk kan inspelen op de broeikasgasreductie. Hiermee zijn de gebruikte bronnen ook dicht bij de hoofdvraag en deelvragen gehouden, waardoor de praktijk een duidelijk beeld gegeven kan worden over de manier waarop de sector door middel van fokkerij kan inspelen op de broeikasgasemissies. De afgenomen interviews hebben daarbij nog een extra bijdrage geleverd om de vertaalslag van theorie naar praktijk te maken en te verduidelijken.

Waar wel rekening mee moet worden gehouden is de motivatie waarom veehouders deze methoden zullen toepassen. Vanuit de overheid wordt er immers nog niet gevraagd om de dierindividuele emissies te reduceren dus waarom zouden veehouders hier nu al tijd en moeite aan besteden? Zoals Dr. Ir. Yvette de Haas tijdens het interview ook benadrukte is het belangrijk om hierbij de lange termijnvisie duidelijk te maken. Door nu al met elke generatie kleine stapjes te zetten kan over een aantal jaar al een aanzienlijk verschil merkbaar zijn dat vervolgens ook vastligt in de genen van het vee. Met het voeren van een emissiegunstig rantsoen kan bijvoorbeeld heel snel de emissie verlaagd worden maar als dat rantsoen vervolgens veranderd, stijgt de emissie ook weer. Indien via de fokkerij de emissie jaar op jaar verlaagd wordt komt deze terugval niet voor. Daarnaast gaf De Haas ook het argument dat de fokwaarden en methoden die nu beschikbaar zijn ook de algehele bedrijfsvoering ten gunste komen waardoor de veehouders er financieel ook beter van zouden worden. Er is dus reden genoeg om als veehouder nu al voor te selecteren op een lagere broeikasgasemissie per individu.





5. Conclusie

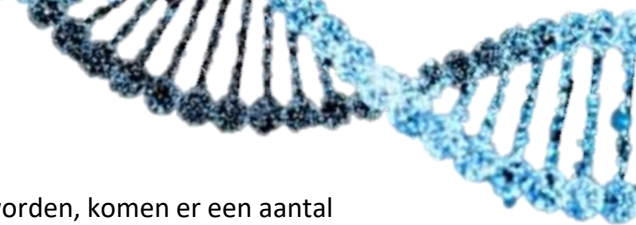
Zoals aan het begin van dit onderzoek is weergegeven heeft de fokkerij in het verleden grote bijdrages geleverd aan het oplossen van verschillende sector gerelateerde, maatschappelijke, nationale en internationale problemen. Vandaag de dag staat de gehele wereld echter een grote opdracht, namelijk het aanpakken van de klimaatcrisis. Om te bepalen in welke mate de oplossingsgerichte capaciteiten van de fokkerij hierin kunnen bijdragen is er een literatuuronderzoek uitgevoerd. Om tot één uiteindelijke conclusie te komen zullen eerst de opgestelde deelvragen beantwoord worden, door deze antwoorden samen te voegen kan er vervolgens één eindantwoord op de centrale hoofdvraag gegeven worden.

Ondanks dat er tot op heden nog geen aparte fokwaarde voor de emissie van broeikasgassen bestaat kan de melkveesector met reeds bestaande fokwaarden hier toch op inspelen. Met de fokwaarde feed efficiency kan er gefokt worden op een veestapel die meer melk uit dezelfde hoeveelheid voer haalt waardoor de methaanproductie niet toeneemt maar de productie wel. De fokwaarden voor hoogte- en breedtemaat kunnen ook inspelen op deze efficiëntie vanwege het verschil in de energiehuishouding van het vee. Een grote koe heeft meer energie voor het lichaamsonderhoud nodig en kan daardoor minder energie aan de melkproductie besteden. De uitstoot van broeikasgasemissies kan ook verlaagd worden door de hoeveelheid vee te verminderen. Door te fokken op de meest voorkomende afvoerredenen zoals de vruchtbaarheid en gezondheid kan de levensduur van het vee verbeteren en is er minder jongvee nodig voor vervanging waardoor er minder emissie plaatsvindt. Als antwoord op de eerste deelvraag: *“Welke bestaande fokwaarden kunnen ingezet worden om als rundveehouderij de uitstoot van broeikasgassen te verminderen en daardoor minder effect te hebben op de klimaatverandering?”* kan dus worden gegeven: de fokwaarde voor feed efficiency, gezondheids-/vruchtbaarheidskenmerken en die voor hoogte- en breedtemaat.

Door middel van andere fokmethoden kan er via de fokkerij ook ingespeeld worden op de broeikasgasemissies binnen de veehouderij. Ook hierbij ligt de oplossing veelal bij de benutting van het voer. De manier waarop koeien grazen en het gras vervolgens omzetten blijkt genetisch bepaald te zijn. Door hier slim op in te spelen kan er winst behaald worden op de emissie van methaan maar ook op de stikstofuitstoot wegens een betere eiwitbenutting. Daarnaast heeft de keuze van het runderras dat gehouden wordt ook invloed op de uitstoot van broeikasgassen. Door ras afhankelijke verschillen in de microbiële samenstelling van de pens gaan sommige rassen beter om met rantsoenveranderingen dan andere rassen. Hiermee kan er ingespeeld worden op de emissie van methaan en een verlaging gerealiseerd worden. Deze fokkerijmethoden zijn dan ook het antwoord op de tweede deelvraag: *“Welke bestaande informatie, die niet verwerkt is tot fokwaarde, kan gebruikt worden om als rundveehouderij de uitstoot van broeikasgassen te verminderen en doardoor minder effect te hebben op de klimaatverandering?”*.

Een vast antwoord op de derde deelvraag: *“Welke informatie kan in de toekomst mogelijk gebruikt worden als fokkerijstrategie/fokwaarde om als rundveehouderij de uitstoot van broeikasgassen te verminderen en doardoor minder effect te hebben op de klimaatverandering?”* kan niet gegeven worden aangezien niemand weet wat de toekomst te bieden heeft. Tijdens dit onderzoek zijn er een aantal veelbelovende studies aan bod gekomen. Een deel van die studies betreft de ontwikkeling van een fokwaarde voor methaanemissie die mogelijk in 2025 klaar zal zijn. Ook infraroodmetingen kunnen een belangrijke rol gaan spelen in de broeikasgasreductie wegens de potentie die het heeft als selectie criterium. Het fokken op het melkureum kan daarnaast een rol gaan spelen bij de stikstofuitstoot door hiermee het ureumgehalte in de urine te doen verlagen.



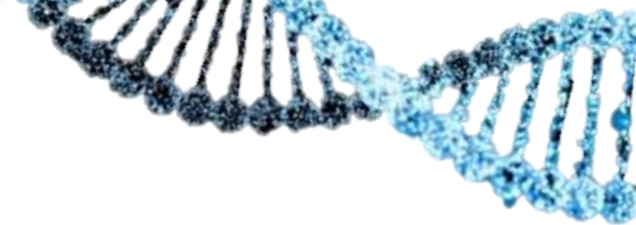


Als alle antwoorden op de gestelde deelvragen gecombineerd worden, komen er een aantal overeenkomsten naar voren. Reeds bestaande fokwaarden en fokmethoden waarmee ingespeeld kan worden op de efficiëntie van voeromzetting, gezondheidsverbetering of energiehuishouding zijn goede methoden om als melkveesector nu al in te spelen op de reductie van broeikasgassen. Toekomstige fokwaarden of fokmethoden zullen dan ook hoogstwaarschijnlijk zelf van invloed zijn of worden afgeleid van deze elementen om de broeikasgassen te kunnen reduceren. Dit concluderende kan dit onderzoek worden samengevat door op de hoofdvraag: *“Op welke manier kan de fokkerij ingezet worden om de emissie van broeikasgassen te reduceren en zo de effecten op het klimaat te verminderen?”* het volgende antwoord te geven:

De fokkerij kan binnen de melkveehouderij worden inzet bij het reduceren van broeikasgassen door te selecteren op een betere efficiëntie van voeromzetting, energiehuishouding of gezondheid. Hierdoor kan er meer melk gewonnen worden zonder hiervoor een verhoogde broeikasgasemissie te realiseren. Indien er emissiefokwaarden ontwikkeld zijn kunnen deze uitstekend bijdragen aan de reductie van met name methaanemissies.

De aanbevelingen die hieruit voortvloeien zijn dat, zolang er nog geen fokwaarde voor de emissies zelf in het leven wordt geroepen, de fokwaarden voor een efficiëntere voeromzetting en betere gezondheid gebruikt kunnen worden om reductie van broeikasgassen via fokkerij te realiseren. Dit vraagt vertrouwen vanuit de sector om de nieuwste technieken en de berekende fokwaarden die daaruit voortkomen toe te passen. Omdat dit onderzoek gebaseerd is op relatief nieuwe methoden en technieken is het belangrijk om goed up-to-date te blijven met de nieuwste resultaten. Het is dan ook verstandig om over een aantal jaar een soortgelijk vervolgonderzoek uit te voeren om zo de nieuwste bevindingen in kaart te brengen. Om op de lange termijn profijt van de resultaten te hebben is het belangrijk dat er al vroegtijdig op de broeikasgasemissies ingespeeld wordt aangezien een aanpassing via fokkerij veel tijd vraagt.

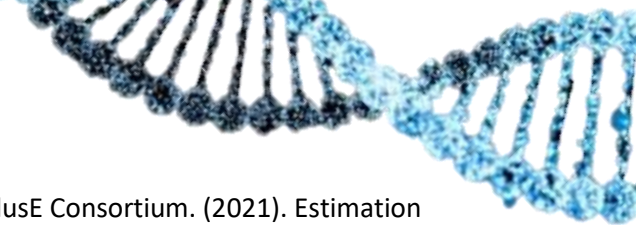




Bibliografie

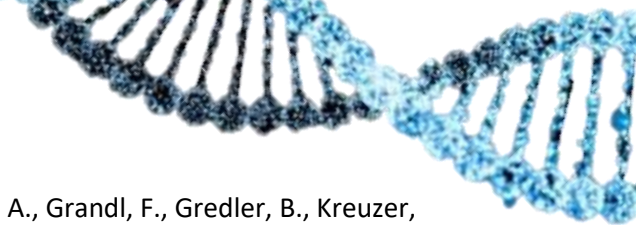
- Ariyaratne, H. B. P. C., Correa-Luna, M., Blair, H. T., Garrick, D. J., & Lopez-Villalobos, N. (2019). Estimation of heritabilities for milk urea and efficiency of crude protein utilization by day of lactation in a New Zealand dairy cow herd. *New Zealand Journal of Animal Science and Production*, 79, 183-187.
- Ariyaratne, H. B. P. C., Correa-Luna, M., Blair, H. T., Garrick, D. J., & Lopez-Villalobos, N. (2021). Can Nitrogen Excretion of Dairy Cows Be Reduced by Genetic Selection for Low Milk Urea Nitrogen Concentration?. *Animals*, 11(3), 737. doi: 10.3390/ani11030737.
- Beatson, P. R., Meier, S., Cullen, N. G., & Eding, H. (2019). Genetic variation in milk urea nitrogen concentration of dairy cattle and its implications for reducing urinary nitrogen excretion. *Animal*, 13(10), 2164-2171. doi: 10.1017/S1751731119000235.
- Beekhuis, G. (2019, 3 juli). *Dit is waar het Klimaatakkoord over gaat*. Geraadpleegd op 7 april 2021, van https://www.hier.nu/themas/klimaatverandering/dit-is-waar-het-klimaatakkoord-over-gaat?gclid=Cj0KCQjwsLWDBhCmARIsAPSL3_2MvZfiNMxCGqECFYhBzTEiTx4d1bZ1FBMBYRWC0mJMpYZoOnPXRuoAt_rEALw_wcB
- Bell, M. J., Wall, E., Russell, G., Simm, G., & Stott, A. W. (2011). The effect of improving cow productivity, fertility, and longevity on the global warming potential of dairy systems. *Journal of Dairy Science*, 94(7), 3662-3678. doi: 10.3168/jds.2010-4023.
- Betula Kruiden (2020). *Munt (Mentha piperita)*. Geraadpleegd op 4 december 2020, van <https://betula-kruiden.eu/kruiden-a-z/munt/>
- Breider, I. S., Wall, E., & Garnsworthy, P. C. (2019). Heritability of methane production and genetic correlations with milk yield and body weight in Holstein-Friesian dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 102(8), 7277-7281. doi: 10.3168/jds.2018-15909.
- Buckley, F., Lopez-Villalobos, N., & Heins, B. J. (2014). Crossbreeding: implications for dairy cow fertility and survival. *Animal*, 8(s1), 122-133. doi: 10.1017/S1751731114000901.
- CBS (2021a). *Welke sectoren stoten broeikasgassen uit?* Geraadpleegd op 7 april 2021, van <https://www.cbs.nl/nl-nl/dossier/dossier-broeikasgassen/hoofdcategorieen/welke-sectoren-stoten-broeikasgassen-uit#:~:text=In%202019%20werd%20van%20de,hel%20stoken%20van%20aardgas%20voor>
- CBS (2021b). *Hoe groot is onze broeikasgasuitstoot?* Geraadpleegd op 7 april 2021, van <https://www.cbs.nl/nl-nl/dossier/dossier-broeikasgassen/hoofdcategorieen/hoe-groot-is-onze-broeikasgasuitstoot-wat-is-het-doel-#:~:text=In%202019%20bedroeg%20de%20uitstoot,procent%20lager%20dan%20in%201990.&text=Daarentegen%20is%20in%202019%20de,procent%20lager%20dan%20in%201990.>
- Cersosimo, L. M., Bainbridge, M. L., Kraft, J., & Wright, A. D. G. (2016). Influence of periparturient and postpartum diets on rumen methanogen communities in three breeds of primiparous dairy cows. *BMC microbiology*, 16(1), 1-10. doi: 10.1186/s12866-016-0694-7.





- Chen, Y., Vanderick, S., Mota, R. R., Grelet, C., Gengler, N., & GplusE Consortium. (2021). Estimation of genetic parameters for predicted nitrogen use efficiency and losses in early lactation of Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 104(4), 4413-4423. doi: 10.3168/jds.2020-18849.
- Clark, H., Kelliher, F., & Pinares-Patino, C. (2010). Reducing CH₄ emissions from grazing ruminants in New Zealand: challenges and opportunities. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 24(2), 295-302. doi: 10.5713/ajas.2011.r.04.
- Coleman, J., Pierce, K. M., Berry, D. P., Brennan, A., & Horan, B. (2010). Increasing milk solids production across lactation through genetic selection and intensive pasture-based feed system. *Journal of Dairy Science*, 93(9), 4302-4317. doi: 10.3168/jds.2009-2591.
- CRV. (2020). *CRV introduces breeding value feed efficiency*. Geraadpleegd op 20 april 2021, van <https://www.crv4all-international.com/genetics-catalogue/crv-introduces-breeding-value-feed-efficiency/#:~:text=The%20average%20feed%20efficiency%20at,average%20feed%20efficiency%20of%201.46>
- Cummins, S. B., Lonergan, P., Evans, A. C. O., Berry, D. P., Evans, R. D., & Butler, S. T. (2012). Genetic merit for fertility traits in Holstein cows: I. Production characteristics and reproductive efficiency in a pasture-based system. *Journal of Dairy Science*, 95(3), 1310-1322. doi: 10.3168/jds.2011-4742.
- De Boever, J. L., Goossens, K., Peiren, N., Swanckaert, J., Ampe, B., Reheul, D., De Brabander, D. L., De Campeneere, S. & Vandaele, L. (2017). The effect of maize silage type on the performances and methane emission of dairy cattle. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, 101(5), e246-e256. doi: 10.1111/jpn.12598.
- De Haas, Y., Windig, J. J., Calus, M. P. L., Dijkstra, J., De Haan, M., Bannink, A., & Veerkamp, R. F. (2011). Genetic parameters for predicted methane production and potential for reducing enteric emissions through genomic selection. *Journal of Dairy Science*, 94(12), 6122-6134. doi: 10.3168/jds.2011-4439.
- De Haas, Y., Wall, E., Garnsworthy, P. C., Kuhla, B., Negussie, E., & Lassen, J. (2018). Where have we come with breeding for methane emissions: update from international collaborations. In *Proceedings of the World Congress on Genetics Applied to Livestock Production: Volume Challenges–Environmental* (Vol. 11).
- De Mulder, T., Peiren, N., Vandaele, L., Ruttink, T., De Campeneere, S., Van de Wiele, T., & Goossens, K. (2018). Impact of breed on the rumen microbial community composition and methane emission of Holstein Friesian and Belgian Blue heifers. *Livestock Science*, 207, 38-44. doi: 10.1016/j.livsci.2017.11.009.
- De Ridder, S. (2018, 24 september). *Nieuwe appelrassen kunnen nieuwe markten openen*. Geraadpleegd op 4 december 2020, van <https://www.agf.nl/article/9023601/nieuwe-appelrassen-kunnen-nieuwe-markten-openen/>
- Delhez, P., Wyzen, B., Dalcq, A. C., Colinet, F. G., Reding, E., Vanlierde, A., Dehareng, F., Gengler, N. & Soyeurt, H. (2018). Relationships between milk mid-IR predicted gastro-enteric methane production and the technical and financial performance of commercial dairy herds. *Animal*, 12(9), 1981-1989. doi: 10.1017/S1751731117003378.





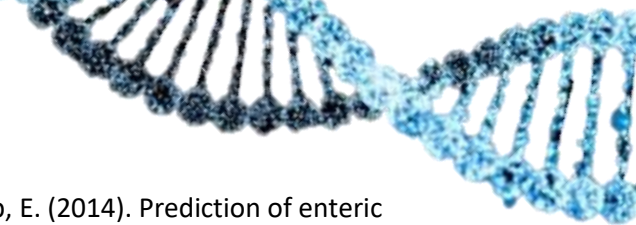
- Denninger, T. M., Dohme-Meier, F., Eggerschwiler, L., Vanlierde, A., Grandl, F., Gredler, B., Kreuzer, M., Schwarm, A. & Mürger, A. (2019). Persistence of differences between dairy cows categorized as low or high methane emitters, as estimated from milk mid-infrared spectra and measured by GreenFeed. *Journal of Dairy Science*, 102(12), 11751-11765. doi: 10.3168/jds.2019-16804.
- Denninger, T. M., Schwarm, A., Dohme-Meier, F., Mürger, A., Bapst, B., Wegmann, S., Grandl, F., Vanlierde, A., Sorg, D., Ortmann, S., Clauss, M. & Kreuzer, M. (2020). Accuracy of methane emissions predicted from milk mid-infrared spectra and measured by laser methane detectors in Brown Swiss dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 103(2), 2024-2039. doi: 10.3168/jds.2019-17101.
- Difford, G. F., Løvendahl, P., Veerkamp, R. F., Bovenhuis, H., Visker, M. H. P. W., Lassen, J., & De Haas, Y. (2020). Can greenhouse gases in breath be used to genetically improve feed efficiency of dairy cows?. *Journal of Dairy Science*, 103(3), 2442-2459. doi: 10.3168/jds.2019-16966.
- EastGen. (2021). *Semex lanches GrazingPro*. Geraadpleegd op 28 april 2021, van <http://www.eastgen.ca/i?lang=en&news=list&id=1481289923>
- Encyclo.nl (2020). *Definitie van fokken*, Geraadpleegd op 4 december 2020, van <http://www.encyclo.nl/begrip/fokken>
- Engelke, S. W., Daş, G., Derno, M., Tuchscherer, A., Berg, W., Kuhla, B., & Metges, C. C. (2018). Milk fatty acids estimated by mid-infrared spectroscopy and milk yield can predict methane emissions in dairy cows. *Agronomy for Sustainable Development*, 38(3), 1-9. doi: 10.1007/s13593-018-0502-x.
- EuReCA (2020). *Geschiedenis van de Nederlandse Rundveehouderij*. Geraadpleegd op 4 december 2020, van regionalcattlebreeds.eu/country_and_breed_information/netherlands/Geschiedenis%20van%20de%20Nederlandse%20Rundveehouderij.html
- Garnsworthy, P. C. (2004). The environmental impact of fertility in dairy cows: a modelling approach to predict methane and ammonia emissions. *Animal Feed Science and Technology*, 112(1-4), 211-223. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2003.10.011.
- Hanusová, E., Huba, J., Oravcová, M., Polák, P., & Vrtková, I. (2010). Genetic variants of beta-casein in Holstein dairy cattle in Slovakia. *Slovak Journal of Animal Science*, 43(2), 63-66.
- Heins, B. J., Hansen, L. B., & Seykora, A. J. (2006a). Calving difficulty and stillbirths of pure Holsteins versus crossbreds of Holstein with Normande, Montbeliarde, and Scandinavian Red. *Journal of Dairy Science*, 89(7), 2805-2810. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(06)72357-8.
- Heins, B. J., Hansen, L. B., & Seykora, A. J. (2006b). Fertility and survival of pure Holsteins versus crossbreds of Holstein with Normande, Montbeliarde, and Scandinavian Red. *Journal of Dairy Science*, 89(12), 4944-4951. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(06)72545-0.
- Heins, B. J., Hansen, L. B., & Seykora, A. J. (2006c). Production of pure Holsteins versus crossbreds of Holstein with Normande, Montbeliarde, and Scandinavian Red. *Journal of Dairy Science*, 89(7), 2799-2804. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(06)72356-6.





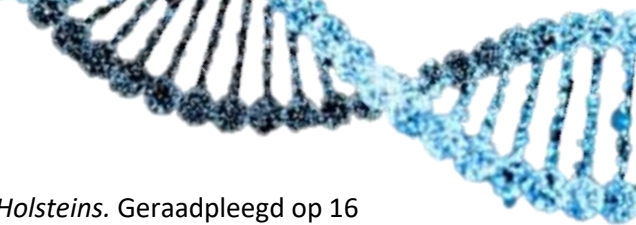
- Heins, B. J., Hansen, L. B., Seykora, A. J., Hazel, A. R., Johnson, D. G., & Linn, J. G. (2008). Crossbreds of Jersey× Holstein compared with pure Holsteins for body weight, body condition score, dry matter intake, and feed efficiency during the first one hundred fifty days of first lactation. *Journal of Dairy Science*, 91(9), 3716-3722. doi: 10.3168/jds.2008-1094.
- Huhtanen, P., Cabezas-Garcia, E. H., Utsumi, S., & Zimmerman, S. (2015). Comparison of methods to determine methane emissions from dairy cows in farm conditions. *Journal of Dairy Science*, 98(5), 3394-3409. doi: 10.3168/jds.2014-9118
- Hurley, A. M., Lopez-Villalobos, N., McParland, S., Lewis, E., Kennedy, E., O'Donovan, M., Burke, J. L. & Berry, D. P. (2018). Characteristics of feed efficiency within and across lactation in dairy cows and the effect of genetic selection. *Journal of Dairy Science*, 101(2), 1267-1280. doi: 10.3168/jds.2017-12841.
- Kenniscentrum InfoMil (2021). *Broeikasgassen*. Geraadpleegd op 7 april 2021, van <https://www.infomil.nl/onderwerpen/lucht-water/lucht/ozon-en-f-gassen/broeikasgassen-0/#canvas>
- Knapp, J. R., Laur, G. L., Vadas, P. A., Weiss, W. P., & Tricarico, J. M. (2014). Invited review: Enteric methane in dairy cattle production: Quantifying the opportunities and impact of reducing emissions. *Journal of Dairy Science*, 97(6), 3231-3261. doi: 10.3168/jds.2013-7234.
- Lassen, J., & Løvendahl, P. (2016). Heritability estimates for enteric methane emissions from Holstein cattle measured using noninvasive methods. *Journal of Dairy Science*, 99(3), 1959-1967. doi: 10.3168/jds.2015-10012.
- Lopez-Villalobos, N., Correa-Luna, M., Burke, J. L., Sneddon, N. W., Schutz, M., Donaghy, D., & Kemp, P. (2018). Genetic parameters for milk urea concentration and milk traits in New Zealand grazing dairy cattle. *New Zealand Journal of Animal Science and Production*, 78, 56-61.
- Løvendahl, P., Difford, G. F., Li, B., Chagunda, M. G. G., Huhtanen, P., Lidauer, M. H., Lassen, J. & Lund, P. (2018). Selecting for improved feed efficiency and reduced methane emissions in dairy cattle. *Animal*, 12(s2), s336-s349. doi: 10.1017/S1751731118002276.
- Mahdawi, A. (2018, 13 april). *Why did I risk my privacy with home DNA testing?* Geraadpleegd op 22 oktober 2020, van <https://www.irishtimes.com/life-and-style/abroad/why-did-i-risk-my-privacy-with-home-dna-testing-1.3459546>
- Manafiazar, G., Goonewardene, L., Miglior, F., Crews Jr, D. H., Basarab, J. A., Okine, E., & Wang, Z. (2016). Genetic and phenotypic correlations among feed efficiency, production and selected conformation traits in dairy cows. *Animal*, 10(3), 381-389. doi: 10.1017/S1751731115002281.
- Manzanilla-Pech, C. I. V., Gordo, D., Difford, G. F., Løvendahl, P., & Lassen, J. (2020). Multitrait genomic prediction of methane emissions in Danish Holstein cattle. *Journal of Dairy Science*, 103(10), 9195-9206. doi: 10.3168/jds.2019-17857.
- Marshall, C. J., Beck, M. R., Garrett, K., Barrell, G. K., Al-Marashdeh, O., & Gregorini, P. (2020). Grazing dairy cows with low milk urea nitrogen breeding values excrete less urinary urea nitrogen. *Science of The Total Environment*, 739, 139994. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.139994.
- McAllister, A. J. (2002). Is crossbreeding the answer to questions of dairy breed utilization?. *Journal of Dairy Science*, 85(9), 2352-2357. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(02)74315-4.





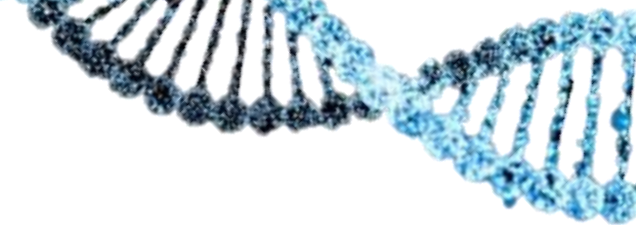
- Moraes, L. E., Strathe, A. B., Fadel, J. G., Casper, D. P., & Kebreab, E. (2014). Prediction of enteric methane emissions from cattle. *Global change biology*, 20(7), 2140-2148. doi: 10.1111/gcb.12471
- Negussie, E., de Haas, Y., Dehareng, F., Dewhurst, R. J., Dijkstra, J., Gengler, N., Morgavi, D.P., Soyeurt, H., van Gastelen, S., Yan, T. & Biscarini, F. (2017). Invited review: Large-scale indirect measurements for enteric methane emissions in dairy cattle: A review of proxies and their potential for use in management and breeding decisions. *Journal of Dairy Science*, 100(4), 2433-2453. doi: 10.3168/jds.2016-12030.
- Noel, S. J., Olijhoek, D. W., Mclean, F., Løvendahl, P., Lund, P., & Højberg, O. (2019). Rumen and fecal microbial community structure of Holstein and Jersey dairy cows as affected by breed, diet, and residual feed intake. *Animals*, 9(8), 498. doi: 10.3390/ani9080498.
- Olijhoek, D. W., Løvendahl, P., Lassen, J., Hellwing, A. L. F., Höglund, J. K., Weisbjerg, M. R., Noel, S. J., McLean, F., Højberg, O. & Lund, P. (2018). Methane production, rumen fermentation, and diet digestibility of Holstein and Jersey dairy cows being divergent in residual feed intake and fed at 2 forage-to-concentrate ratios. *Journal of Dairy Science*, 101(11), 9926-9940. doi: 10.3168/jds.2017-14278.
- Pahmeyer, C., & Britz, W. (2020). Economic opportunities of using crossbreeding and sexing in Holstein dairy herds. *Journal of Dairy Science*, 103(9), 8218-8230. doi: 10.3168/jds.2019-17354
- Perry, G. (2018). *2016 Statistics of embryo collection and transfer in domestic farm animals*. International embryo technology society (IETS) data retrieval committee. doi: 10.13140/RG.2.2.24793.42087.
- Pszczola, M., Strabel, T., Mucha, S., & Sell-Kubiak, E. (2018). Genome-wide association identifies methane production level relation to genetic control of digestive tract development in dairy cows. *Scientific reports*, 8(1), 1-11. doi: 10.1038/s41598-018-33327-9.
- Pszczola, M., Calus, M. P. L., & Strabel, T. (2019). Genetic correlations between methane and milk production, conformation, and functional traits. *Journal of Dairy Science*, 102(6), 5342-5346. doi: 10.3168/jds.2018-16066.
- Richardson, C. M., Baes, C. F., Amer, P. R., Quinton, C., Martin, P., Osborne, V. R., Pryce, J.E. & Miglior, F. (2020). Determining the economic value of daily dry matter intake and associated methane emissions in dairy cattle. *Animal*, 14(1), 171-179. doi: 10.1017/S175173111900154X.
- RVO. (2021). *Derogatie*. Geraadpleegd op 10 mei 2021, van <https://www.rvo.nl/onderwerpen/agrarisch-ondernemen/mest/derogatie>
- Sheahan, A. J., Kolver, E. S., & Roche, J. R. (2011). Genetic strain and diet effects on grazing behavior, pasture intake, and milk production. *Journal of Dairy Science*, 94(7), 3583-3591. doi: 10.3168/jds.2010-4089.
- Spek, J. W., Dijkstra, J., Van Duinkerken, G., & Bannink, A. (2013). A review of factors influencing milk urea concentration and its relationship with urinary urea excretion in lactating dairy cattle. *The Journal of Agricultural Science*, 151(3), 407-423.





- Stokkermans, P. (2019, 6 juli). *Alarmbellen rinkelen rond inteelt Holsteins*. Geraadpleegd op 16 december 2020, van <https://www.nieuweoogst.nl/nieuws/2019/07/06/alarmbellen-rinkelen-rond-inteelt-holsteins>
- Studiobiologie (2020). *Brood verbeteren*. Geraadpleegd op 4 december 2020, van studiobiologie.nl/KB2/H14_01/index1d.html
- The Bullvine. (2013). *Trend in Market Share for Holstein Bulls by Age*. Geraadpleegd op 12 april 2021, van <http://www.thebullvine.com/news/trend-market-share-holstein-bulls-age/>
- Theunissen, B. (2008). Breeding without Mendelism: theory and practice of dairy cattle breeding in the Netherlands 1900–1950. *Journal of the History of Biology*, 41(4), 637-676. doi: 10.1007/s10739-008-9153-0.
- Van Breukelen, A. E., Doekes, H. P., Windig, J. J., & Oldenbroek, K. (2019). Characterization of genetic diversity conserved in the gene bank for Dutch cattle breeds. *Diversity*, 11(12), 229. doi:10.3390/d11120229.
- Van Zoelen, B. (2021) *Tweede Kamerverkiezingen wél over het klimaat*. Geraadpleegd op 13 april 2021, van <https://www.parool.nl/nederland/deze-keer-gaan-de-tweede-kamerverkiezingen-wel-over-het-klimaat~b565314e/?referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F>
- Veeteelt. (2015). *Lage productie voornaamste reden voor afvoer vaarzen*. Geraadpleegd op 20 mei 2021, van <https://veeteelt.nl/nieuws/lage-productie-voornaamste-reden-voor-afvoer-vaarzen>
- Weigel, K. A. (2007). Crossbreeding: A Dirty word or an opportunity. In *Proceedings from the Western dairy management conference*. Reno, NV, USA (pp. 7-9).
- Wijn Wetenschap (2019, 3 augustus). *Veredeling, genetische modificatie en gene-editing in de wijngaard*. Geraadpleegd op 4 december 2020, van <http://www.wijnwetenschap.nl/wijndruif/veredeling-genetische-modificatie-en-gene-editing-in-de-wijngaard/>
- Williams, S. R. O., Hannah, M., Jacobs, J. L., Wales, W. J., & Moate, P. J. (2019). Volatile fatty acids in ruminal fluid can be used to predict methane yield of dairy cows. *Animals*, 9(12), 1006. doi: 10.3390/ani9121006.
- Zetouni, L., Kargo, M., Norberg, E., & Lassen, J. (2018). Genetic correlations between methane production and fertility, health, and body type traits in Danish Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 101(3), 2273-2280. doi: 10.3168/jds.2017-13402.
- Zomer, R. (2020). Meer uit de fokkerij: Niet alleen werken aan het beheersen van ziekteverwekkers maar ook focussen op ziekteresistentie! *Nieuwsbrief Semex Vlaanderen*, 2020 (3), 4-6.





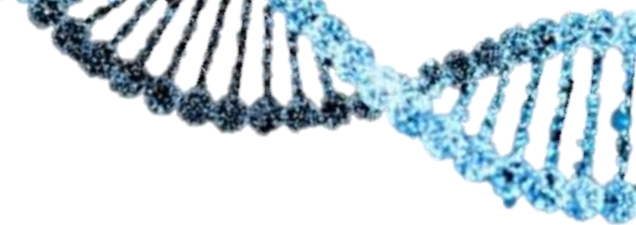
Bijlagen

Bijlage I: Interviewstructuur

Bijlage II: Zoek-/kernwoorden

Bijlage III: Checklist Schriftelijk Rapporteren





Bijlage I: Interviewstructuur

In deze bijlage is de interviewstructuur weergegeven. Omdat niet aan alle drie te interviewen personen dezelfde vragen gesteld kunnen worden is het niet mogelijk om op voorhand een vaste vragenlijst op te stellen. Gepland is wel dat in elk interview een aantal thema's behandeld zullen worden die als rode draad door elk interview zal functioneren. Welke thema's dit zijn en met welke vragen ze ingeleid worden staat in deze bijlage weergegeven.

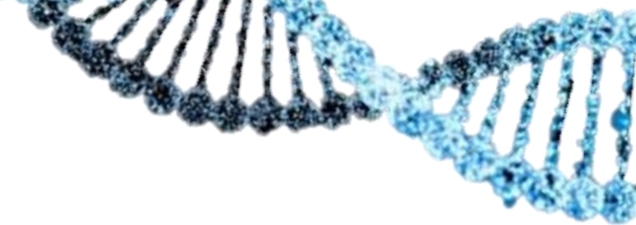
In de af te nemen interviews zal er gefocust worden op drie thema's. Deze zijn eigenlijk in te delen naar verloop in tijd, namelijk: het verleden, het heden, en de toekomst. In het thema over het verleden zal er met name gevraagd worden naar de oorsprong van onderwerp, welke resultaten er mogelijk al behaald zijn, met welke visie het opgestart is, etc. Er zal in dat thema dus vooral gevraagd worden naar de kern en de vooraf opgestelde doelen van het onderwerp.

In het tweede thema, het heden, zal er met name gesproken worden over het praktische gebruik. Zaken als: de mate waarin het voor de veehouders gemakkelijk is om op te selecteren, hoe is de erfelijkheidsgraad, gaat verandering snel in 1 of 2 generaties of juist heel langzaam, wordt het al veel toegepast, etc. Kortom, de praktische kant waarin de fokkerij kan toegepast worden zal hier behandeld worden.

Het derde en laatste thema, de toekomst, staat met name in het teken van de verwachtingen. Hierbij zal het gaan over de mate waarin het onderwerp effect gaat of heeft uitgeoefend op het klimaat, of er fokwaardes bij zijn gekomen of dat er een speciale andere waarde ingericht zal worden, welke andere technieken verwacht worden, welke kans fokkerij heeft bij het verder ontwikkelen van de fokwaarde, etc.

Met deze thema's zal er een compleet beeld gevraagd worden over de manier waarop er in de praktijk met fokkerij ingespeeld kan worden op het klimaat.





Bijlage II: Zoek-/kernwoorden

Cattle

Holstein

Holstein Friesian

Methane

Methane emissions

Emission

Breeding

Carbon dioxide

Greenhouse gasses

Reducing

Decrease

Dairy

Europe

North America

China

Japan

Nitrogen

Ruminants

Climate

Urea

Nitrogen losses



Bijlage III: Checklist Schriftelijk Rapporteren

Checklist Schriftelijk Rapporteren 2018

Naam: Ruben Zomer
Klas: 4DV

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

1. Het taalgebruik

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

2. De ordening

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

3. Het rapport/verslag

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

4. De omslag

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

5. De titelpagina/het titelblad

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

6. Het voorwoord:

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

7. De inhoudsopgave:

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

8. De samenvatting:

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

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

9. De inleiding

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

10. Materiaal en methode

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

11. De (opmaak van de) kern

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

12. De discussie

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

13. De conclusies en aanbevelingen

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

14. De bronvermelding

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

15. De bijlagen

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

