



Vroege sterfte van biggen, kalveren en melkgeitenlammeren

Percentages, oorzaken en mogelijkheden tot reductie

Wijbrand Ouweltjes, Jan Verkaik en Hans Hopster

Rapport 1182



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Vroege sterfte van biggen, kalveren en melkgeitenlammeren

Percentages, oorzaken en mogelijkheden tot reductie

Wijbrand Ouweltjes, Jan Verkaik en Hans Hopster

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Livestock Research, in opdracht van en gefinancierd door het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, in het kader van het Beleidsondersteunend onderzoek thema 'Dierenwelzijn landbouwhuisdieren' (projectnummer BO-43-013.02-010)

Wageningen Livestock Research
Wageningen, januari 2020

Rapport 1182

Ouweltjes, W., Verkaik, J.C., Hopster, H., 2020. *Vroege sterfte bij kalveren, biggen en geitenlammeren; Percentages, oorzaken en mogelijkheden tot reductie*. Wageningen Livestock Research, Rapport 1182.

Samenvatting NL Dit rapport bevat een overzicht van de recente literatuur met betrekking tot de sterfte van biggen, kalveren op melkveebedrijven en melkgeitenlammeren gedurende hun eerste levensweken. Op basis van literatuurgegevens is vroege sterfte in Nederland vergeleken met die in andere landen. De belangrijkste oorzaken voor vroege sterfte zijn in kaart gebracht als ook mogelijke maatregelen die vroege sterfte van jonge dieren kunnen verminderen. Tenslotte zijn enkele voorwaarden benoemd om via benchmarking de vroege sterfte bij biggen, kalveren en melkgeitenlammeren succesvol te kunnen beperken.

Summary UK This report contains an overview of recent literature regarding the mortality of piglets, calves on dairy farms and dairy goat kids during their first weeks of life. On the basis of literature data, early mortality in the Netherlands was compared with that in other countries. The main causes of early mortality have been identified as well as possible measures that can reduce early mortality of young animals. Finally, a number of conditions have been mentioned in order to be able to successfully reduce early mortality in piglets, dairy calves and dairy goat kids through benchmarking.

Omslag: Een slap kalf met asfyxie krijgt koud water over het hoofd waardoor de ademhaling wordt gestimuleerd (foto: shutterstock.com)

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/511711> of op www.wur.nl/livestock-research (onder Wageningen Livestock Research publicaties).

© 2020 Wageningen Livestock Research
Postbus 338, 6700 AH Wageningen, T 0317 48 39 53, E info.livestockresearch@wur.nl,
www.wur.nl/livestock-research. Wageningen Livestock Research is onderdeel van Wageningen University & Research.

Wageningen Livestock Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van de uitgever of auteur.

Wageningen Livestock Research is NEN-EN-ISO 9001:2015 gecertificeerd.
Op al onze onderzoeksopdrachten zijn de Algemene Voorwaarden van de Animal Sciences Group van toepassing. Deze zijn gedeponneerd bij de Arrondissementsrechtbank Zwolle.

Wageningen Livestock Research Rapport 1182

Inhoud

Woord vooraf	5
Samenvatting	7
Summary	11
1 Inleiding	15
1.1 Vraagstelling	15
1.2 Aanpak	16
1.3 Leeswijzer	16
2 Sterfte van biggen	17
2.1 Biggensterfte in evolutionair perspectief.	17
2.2 Trends in vroege sterfte	19
2.3 Vroege sterfte in de praktijk	19
2.4 Risico's voor vroege sterfte	23
2.5 Maatregelen tegen vroege biggensterfte	27
2.6 Conclusies	30
3 Sterfte van kalveren van melkkoeien	33
3.1 Terminologie en definities	33
3.2 Trends in vroege sterfte	34
3.3 Vroege sterfte in de praktijk	34
3.4 Risico's voor vroege sterfte	37
3.5 Maatregelen tegen vroege kalversterfte	45
3.6 Conclusies	47
4 Sterfte van melkgeitenlammeren	50
4.1 Vroege sterfte in de praktijk	50
4.2 Risico's voor vroege sterfte	51
4.3 Maatregelen tegen vroege lammerensterfte	53
4.4 Conclusies	54
5 Benchmarking	55
Literatuur	57
Bijlage 1: Bronnenoverzicht van sterftepercentages van biggen	64
Bijlage 2: Bronnenoverzicht van sterftepercentages van kalveren van melkkoeien	70
Bijlage 3: Bronnenoverzicht van sterftepercentages van melkgeitenlammeren	73



Woord vooraf

Het jonge dier, exponent van kwetsbaarheid, raakt bij veel mensen aan diepe gevoelens van zorg. Sterfte van jonge biggen, kalveren en melkgeitenlammeren is daarmee een gevoelig onderwerp. Des te belangrijker om de feiten over vroege sterfte bij biggen, kalveren en melkgeitenlammeren in beeld te brengen als basis voor beleid. De opdracht van het ministerie van LNV om aan de hand van de wetenschappelijke literatuur de stand van zaken met betrekking tot vroege sterfte op een rij te zetten, is met dit rapport afgerond.

Wij bedanken onze collega's dr. Carola van der Peet, dr. Jan ten Napel, ir. Herman Vermeer en dr. Karel de Greef die ons met hun expertise bij het schrijven van dit rapport scherp hebben gehouden. Dank ook aan dr. Piet Vellema die kritisch heeft meegelezen met het hoofdstuk over melkgeitenlammeren. Drs. Sandra Lems en drs. Maaïke van den Berg, beleidsmedewerkers Dierenwelzijn van het ministerie van LNV, zijn we erkentelijk voor de prettige samenwerking. Wij verwachten met dit rapport een gefundeerd startpunt te bieden voor toekomstig beleid, gericht op het verder terugdringen van vroege sterfte bij biggen, kalveren en melkgeitenlammeren.

Dr. Hans Hopster,
Sr. Onderzoeker Dierenwelzijn,
Wageningen Livestock Research

Samenvatting

De relatief hoge sterfte onder jonge dieren, zowel rond de geboorte als in de dagen erna, is reden tot zorg. De minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit ziet een benchmark, net als bij het antibioticabeleid, als een effectief instrument om stapsgewijs te komen tot verbetering van de zorg voor het jonge dier. Dit rapport beantwoordt de vraag wat er in de wetenschappelijke literatuur bekend is over vroege sterfte bij biggen, kalveren op melkveebedrijven en melkgeitenlammeren. Onder vroege sterfte verstaan we sterfte in die periode waarin biggen gezoogd worden, alle pasgeboren kalveren nog aanwezig zijn op het melkveebedrijf waar ze geboren zijn en waarin melkgeitenhouders volgens hun eigen kwaliteitssysteem verantwoordelijk dragen voor het welzijn en de gezondheid van lammeren die op hun bedrijf zijn geboren. Voor kalveren is dat tot en met de tweede levensweek, voor biggen tot aan de speenleeftijd op drie of vier weken en voor geitenlammeren gedurende de eerste drie levensweken. Vroege sterfte betreft daarmee in alle gevallen een periode waarin de veehouder op wiens bedrijf de dieren zijn geboren, verantwoordelijk is voor hun welzijn en gezondheid.

Om vroege sterfte in Nederland te kunnen vergelijken met andere landen, zijn de cijfers uit diverse landen op een rij gezet. Ook is een globaal overzicht gegeven van risicofactoren die uit de wetenschappelijke literatuur naar voren komen en van maatregelen om de sterfte onder jonge dieren verder naar beneden te brengen. Tenslotte zijn enkele voorwaarden genoemd om via benchmarking de vroege sterfte bij biggen, kalveren en melkgeitenlammeren succesvol te kunnen beperken.

Vroege sterfte van biggen

Er is relatief weinig onderzoek gepubliceerd waarin de sterfte van biggen op gangbare Nederlandse varkensbedrijven systematisch is onderzocht. Omdat het weinige onderzoek meer dan 10 jaar geleden heeft plaatsgevonden, kan de bruikbaarheid als referentie voor de huidige sterftecijfers op praktijkbedrijven worden betwijfeld. Als gevolg van trends in de fokkerij en veranderingen in management en huisvesting kunnen sterftecijfers in de praktijk sindsdien zijn veranderd. Op basis van de literatuur wordt de gemiddelde perinatale biggensterfte in Nederland becijferd op 18,5% op gangbare bedrijven (inclusief gemiddeld 6,2% doodgeboren biggen) en op 29,4% op biologische bedrijven (inclusief gemiddeld 6,6% doodgeboren biggen). Los van het feit dat deze cijfers enigszins gedateerd zijn, lijkt het sterftecijfer van biggen op conventionele en biologische zeugenhouderijen in Nederland te passen binnen de variatie aan sterftecijfers die in andere landen is gerapporteerd. De literatuur geeft blijk van een grote variatie in biggensterfte, zowel tussen bedrijven, als binnen bedrijven tussen worpen. Internationaal vertonen de cijfers uit de verschillende studies ook een grote variatie, waarschijnlijk als gevolg van verschillen in registratie en berekeningswijze, genetische verschillen in zeugenlijnen, verschillen in huisvesting en management en verschillende jaren waarin het onderzoek is uitgevoerd.

Biggensterfte wordt algemeen beschouwd als een multifactorieel probleem. De facto is vroege sterfte van biggen terug te voeren op het soorteigen kenmerk van het varken om bij iedere bevruchting, een 'overmaat' aan embryo's aan te leggen. Afhankelijk van de condities, aanvankelijk in de baarmoeder, later na de geboorte bij de zeug of binnen een groep van lacterende zeugen, leidt dit tot meer of minder overlevende biggen. Deze aangeboren eigenschap is door selectie op worpgrootte aanzienlijk versterkt, waardoor de condities in en buiten de baarmoeder in toenemende mate ontoereikend zijn om de ontwikkeling en de vitaliteit van steeds grotere aantallen biggen te ondersteunen. Met als gevolg meer (premature) biggen met een relatief laag geboortegewicht die net voor, tijdens of net na de geboorte door zuurstofgebrek sterven of als ze levend worden geboren niet tijdig voldoende colostrum opnemen, daardoor teveel afkoelen, vitaliteit verliezen en in een neerwaartse spiraal geraken en uiteindelijk sterven.

Excellent management zal in de toekomst een belangrijke voorwaarde zijn om de negatieve gevolgen van verdergaande selectie op worpgrootte te compenseren. Voor het beter toesnijden van het

management in de praktijk op de specifieke bedrijfssituatie zijn recent een checklist en werkprotocollen ontwikkeld. Globaal zal inzet via meer gebalanceerde fokkerij, verbeterde perinatale zorg, adequate voeding van drachtige en lacterende zeugen en een passend klimaat voor zeugen en biggen de sterfte van biggen kunnen beperken. Een goed euthanasieprotocol is cruciaal om bij te weinig levenskrachtige biggen onnodig lijden te voorkomen.

Vroege sterfte van kalveren op melkveebedrijven

Op populatieniveau is er behoorlijk goed inzicht in het niveau van kalversterfte binnen twee weken na de geboorte op de Nederlandse melkveehouderijbedrijven. De gemiddelde sterfte van kalveren is recent over een periode van vijf jaar voor meer dan 98% van alle melkveebedrijven in Nederland vastgesteld. Met als noemer het aantal geboren, en als teller het aantal gestorven kalveren bleek de sterfte binnen drie dagen na de geboorte gemiddeld 8,5% te bedragen. Tot en met de eerste 14 dagen na de geboorte was dit 11,5%. Eerder onderzoek, over de 20 jaar daarvoor, kwam uit op een gemiddelde sterfte binnen drie dagen na geboorte van 7,2%. Tussen de sterfte van kalveren van eerste- (13,1%) en van meerderekalfsdieren (4,9%) bleek in die twintig jaar een aanzienlijk verschil. Bij de gemiddelde sterfte van 13,1% bij kalveren van eerstekalfsdieren, varieerde dit tussen bedrijven van 2 tot 28%. Op bedrijfsniveau vertonen sterftepercentages een wezenlijke toevalsvariatie. Dit betekent dat er in de tijd zonder aanwijsbare oorzaken aanzienlijke variatie kan optreden. Deze variatie is groter naarmate de vroege sterfte op het melkveebedrijf hoger ligt. Inzicht in oorzakelijke verschillen in management tussen bedrijven met veel en weinig vroege sterfte is beperkt.

Vroege sterfte van kalveren komt voor in alle landen met bedrijfsmatige rundveehouderij (melk- en vlees). Vooral als gevolg van verschillen in berekeningswijze (teller, noemer, periode), maar ook vanwege verschillen in rassen, geslacht van de kalveren, pariteiten van koeien en houderijomstandigheden, laten de cijfers uit verschillende landen zich niet gemakkelijk vergelijken. Waar deze vergelijking desondanks verantwoord wordt geacht, lijkt het niveau van kalversterfte gedurende de eerste twee weken na de geboorte in Nederland met 8,5% (perinataal i.c. binnen drie dagen) plus 3,3% (postnataal i.c. 3-14 dagen) = 11,5% relatief hoog.

Net als bij biggen is vroege sterfte bij kalveren een multifactorieel probleem en veelal een combinatie van diergebonden eigenschappen, infectieziekten en suboptimale huisvesting en management. Met name bij de eerstekalfsdieren zijn geboortemoeilijkheden (geboortegewicht, geboorteverloop) een belangrijke oorzaak voor sterfte van kalveren, maar de relatie tussen oorzaak en gevolg is niet altijd helder. Dieren die voor het eerst afkalven, moeten voldoende ontwikkeld zijn en een vitaal kalf met een relatief laag geboortegewicht op de wereld kunnen zetten. Wordt aan deze voorwaarden niet voldaan, dan duurt het geboorteproces te lang, raken koe en kalf te zeer uitgeput en neemt het risico toe dat het kalf niet tijdig (zelfstandig) voldoende biest opneemt waardoor het verkleumt, onvoldoende weerstand opbouwt, verder verzwakt en sterft.

Een groot deel van de vroeg gestorven kalveren is mogelijk levensvatbaar als er tijdig geboortehulp wordt geboden, het kalf wordt geholpen met 'opstarten' en deze tijdig voldoende biest opneemt. Om dit te kunnen realiseren moet het geboorteproces nauwkeurig worden gemonitord. Onvoldoende toezicht is mogelijk vooral aan de orde bij melkveebedrijven met een arbeidsknelpunt ('te groot voor het servet, te klein voor het tafellaken'). Bij zowel de kleinere (< 30 koeien) als de grotere (> 180 bedrijven) bleek de kalversterfte namelijk onder het gemiddelde. Ook de rassenkeuze speelt een rol. Kalveren met meer Holstein-bloed hebben kleinere overlevingskansen dan kalveren uit kruisingen of van andere rassen. Inteelt lijkt met name bij de eerstekalfsdieren de overlevingskansen van kalveren te verminderen, heterosis daarentegen zorgt voor vitalere kalveren. Er zijn ook een aantal risicofactoren waarvan niet duidelijk is hoe ze de kans op vroege sterfte fors beïnvloeden, zoals regio en seizoen. Naast preventieve gezondheidszorg zoals IBR en BVDV-controle, en de aankoop van vee, lijken er ook verschillen te bestaan in de 'mind-set' van melkveehouders aangaande kalversterfte. Melkveehouders lijken zich onvoldoende bewust van het probleem, zijn zich daarvan wel bewust maar zien geen handelingsperspectief of geven bewust weinig prioriteit aan het terugdringen van kalversterfte. Bij deze laatste categorie speelt mogelijk ook de relatief geringe opbrengst van het kalf een rol.

Jongvee moet voldoende ontwikkeld zijn als de dieren voor het eerst afkalven, een goed opfokmanagement en timing van de eerste inseminatie draagt hieraan bij. Het is daarom belangrijk om de mogelijke consequenties van klimaatmaatregelen voor de sterfte van kalveren goed in beeld te krijgen. Het is bijvoorbeeld niet uitgesloten dat de praktijk om vanwege fosfaatruimte vaarzen op 22 maanden te laten afkalven, minder eiwitrijk te voeren om stikstofverliezen terug te dringen of het beperken van weidegang bij drachtig jongvee en droogstaande koeien kan leiden tot hogere sterfte van kalveren.

Voldoende toezicht rondom de partus en tijdige geboortehulp verkleinen het risico op doodgeboorte. Dat geldt eveneens voor de zorg die met name zwakke, pasgeboren kalveren moet worden geboden. Het is niet vanzelfsprekend dat met name eerstekalfsdieren hun kalf voldoende drooglikken en tijdig zogen. Een tijdige opname van voldoende biest van goede kwaliteit moet worden gegarandeerd, zodat kalveren niet teveel afkoelen, vitaliteit verliezen en in een neerwaartse spiraal geraken en uiteindelijk sterven. Vermoedelijk kan een groot deel van de sterfgevallen rondom de geboorte door voldoende toezicht en tijdige geboortehulp worden voorkomen.

Toekennen van de nodige prioriteit (aandacht, middelen, inzet) bij alle betrokken partijen wordt beschouwd als belangrijke maatregel om kalversterfte terug te dringen. Een gunstig perspectief is dat er tussen melkveebedrijven relatief grote verschillen bestaan in vroege kalversterfte. Dat betekent dat er verbeterruimte is, mits de oorzaken van deze verschillen bekend en beïnvloed kunnen worden en er op niet-beïnvloedbare factoren kan worden geanticipeerd. Globaal zal een verantwoorde inzet van (pinken)stieren en een gebalanceerde fokkerij, verbeterde perinatale zorg inclusief tijdige biestverstrekking, adequate voeding van droogstaande koeien, preventieve gezondheidszorg en een gesloten bedrijf de sterfte van kalveren kunnen beperken.

Vroege sterfte bij melkgeitenlammeren

Over vroege sterfte van lammeren op Nederlandse melkgeitenbedrijven is geen wetenschappelijk onderzoek gepubliceerd; betrouwbare cijfers ontbreken. Een vergelijking van vroege sterfte van melkgeitenlammeren in Nederland met vroege sterfte in andere landen is dan ook niet mogelijk. Niet alleen omdat Nederlandse cijfers hierover ontbreken, maar ook omdat de beschreven melkgeitenpopulaties waarvan sterftcijfers van melkgeitenlammeren zijn vermeld, slecht vergelijkbaar zijn met de bedrijfsmatige melkgeitenhouderij in Nederland.

De oorzaken van vroege sterfte bij melkgeitenlammeren zijn niet systematisch onderzocht. Aangegeven wordt dat deze deels vergelijkbaar zijn met de oorzaken van sterfte bij schapenlammeren. Het verschil is dat melkgeitenlammeren niet door de moeder worden grootgebracht, maar net als de meeste kalveren kort na de geboorte van de moeder worden gescheiden. Net als bij biggen en kalveren is de oorzaak van lammerensterfte multifactorieel en zijn er geen breed toepasbare maatregelen mogelijk, anders dan in de volgende algemene termen: optimale voeding van (moeder)geit en lam; adequate bewaking van het geboorteproces; goede sanitaire voorzieningen tijdens de lammerenopfok en implementatie van preventieve gezondheidszorg. Nadere invulling van geschikte maatregelen op elk van deze vier punten is afhankelijk van de bedrijfsspecifieke problemen en omstandigheden en vereist maatwerk op bedrijfsniveau.

Benchmarking

Het terugdringen van vroege sterfte bij melkgeitenlammeren, bij kalveren en bij biggen met inzet van benchmarking lijkt een aantrekkelijke aanpak met het nodige perspectief. Voor een succesvolle benchmarking is het van belang om de volgende punten zorgvuldig te overwegen.

Prestaties, dat wil zeggen vroege sterfte, moeten éénduidig, alleszins verantwoord en praktisch bruikbaar op het niveau van het veehouderijbedrijf kunnen worden vastgesteld. Dat levend en dood geboren nakomelingen in de praktijk zonder post mortem onderzoek niet zuiver kunnen worden onderscheiden, pleit ervoor om beide in een kengetal voor vroege sterfte op te nemen.

De registratie van vroege sterfte moet sluitend zijn. Bij de destructie van kadavers worden biggen en geitenlammeren niet individueel geregistreerd. De verantwoordelijkheid voor deze registratie ligt dus exclusief bij de varkens-, respectievelijk de melkgeitenhouder. Sancties zullen dan de faalkansen van een volledige registratie vergroten, zonder dat onafhankelijke controle mogelijk is.

Een ander belangrijke vraag geldt het vinden van de meest geschikte teller en noemer en de juiste lengte in dagen (of weken) van de periode waarover de sterfte wordt berekend. Gelet op verschillende oorzaken voor sterfte binnen bijvoorbeeld 24 uur na de geboorte en in verschillende periodes daarna, is het raadzaam om daartussen te differentiëren door niet één, maar verschillende kengetallen te ontwikkelen. Daarmee dient zinvol te worden ingespeeld op de verschillende levensfasen van het jonge dier, gekoppeld aan de specifieke houderijomstandigheden. De noodzaak voor differentiatie geldt eveneens voor de kalversterfte bij eerste- en meerderekalfskoeien, omdat deze deels verschillende oorzaken kent.

Naast de lengte van de registratieperiode in relatie tot oorzaken van sterfte, is voor het vaststellen van een betrouwbaar bedrijfsniveau voor met name kalversterfte, een relatief lange periode nodig om toevalsvariatie zo veel mogelijk uit te sluiten. Daarentegen is een relatief korte periode juist geschikt om de 'vinger aan de pols' te houden om bij te hoge sterfte tijdig actie te kunnen ondernemen.

Tot slot is de vraag wie in de keten verantwoordelijkheid draagt. Varkenshouders hebben slechts beperkte keuze in (op)fokmateriaal (berenlijn, opfokzeugen). Melkveehouders hebben daarentegen bij de aankoop van sperma en embryo's een relatief ruime keuze tussen rassen en daarbinnen voor stieren met specifieke kenmerken. Anders dan bij melkgeiten, bepalen bij varkens en melkvee internationaal opererende fokkerij-instellingen de variatie aan kenmerken in het aangeboden uitgangsmateriaal. Dat maakt ze tot relevante, invloedrijke spelers die mede door hun deskundigheid en toegang tot de praktijk een bijdrage kunnen leveren aan het verder terugdringen van vroege sterfte.

Ontwikkeling van goede kengetallen en benchmarks om vroege sterfte te monitoren en vergelijken met andere bedrijven, bij voorkeur als onderdeel van kwaliteitssystemen, draagt bij aan een betere bewustwording en bewaking van de situatie op primaire bedrijven en vormt de basis voor bespreking van eventuele problemen met de bedrijfsdierenarts. Ook training en onderlinge uitwisseling van kennis en ervaringen kan bijdragen aan bewustwording en voorkomen van bedrijfsblindheid.

Summary

The relatively high mortality among young piglets, dairy calves and dairy goat kids, both around parturition and in the days thereafter, is reason for concern. The Dutch Minister of Agriculture, Nature and Food Quality considers a benchmark, just as with the antibiotics policy, to be an effective instrument for gradual reduction of early mortality in young animals. This report reviews what is reported in the scientific literature about early mortality in piglets, dairy calves and dairy goat kids. By early mortality we mean mortality in that period in which piglets are suckled, all calves are still present on the dairy farm where they were born and dairy goat farmers accept responsibility for the welfare and health of lambs born on their farm according to their own quality system. For calves this is up to and including the second week of life, for piglets up to the weaning age at three or four weeks and for goat lambs during the first three weeks of life. In all cases, early mortality concerns a period in which the farmer on whose farm the animals were born is responsible for their wellbeing and health.

To compare early mortality in the Netherlands with other countries, the figures from various countries are listed. An overview is also given of mortality risk factors that emerge from the scientific literature and of measures to minimise the mortality of young animals. Finally, a number of conditions are mentioned in order to be able to successfully limit early mortality in piglets, dairy calves and dairy goat kids through benchmarking.

Early mortality of piglets

Relatively little research has been published in which the mortality of piglets on Dutch pig farms is systematically investigated. Because the few studies were conducted more than 10 years ago, the usefulness as a reference for current mortality rates on pig farms can be questioned. Due to breeding trends and changes in management and housing, mortality rates may have changed in practice since then. Based on this literature, the average perinatal piglet mortality in the Netherlands is estimated at 18.5% (including an average of 6.2% stillborn piglets) at conventional farms and at 29.4% at organic farms (including an average of 6.6% stillborn piglets). Apart from differences in actuality, mortality rates of piglets on conventional and organic sow farms in the Netherlands seem to fit within the variation in mortality rates reported in other countries. The literature shows a wide variation in piglet mortality, both between farms and within farms between litters. Internationally, the figures from the various studies also show a wide variation, probably due to differences in registration and calculation method, genetic differences in sow lines, differences in housing and management and different years in which studies were conducted.

Piglet mortality is generally regarded as a multi-factorial problem. De facto early mortality of piglets can be traced back to the specific characteristic of the pig to create an "excess" of embryos with every fertilization. Depending on the conditions in the womb and those after birth provided by the sow or group of lactating sows, this leads to more or less surviving piglets. This species specific characteristic has been considerably strengthened by breeding for litter size, making the conditions inside and outside the womb insufficient to support the development and vitality of an increasing number of piglets. Consequently more (premature) piglets with a relatively low birth weight die just before, during or just after birth due to lack of oxygen or, when born alive, do not ingest sufficient colostrum in time, thereby cooling down too much, losing vitality, spiral down and finally die.

Excellent management will be an important condition in the future to compensate for the negative consequences of far-reaching selection on litter size. To better tailor management practices to the specific farm situation, a checklist and work protocols have recently been developed. Generally, more balanced breeding, improved perinatal care, adequate feeding of pregnant and lactating sows and appropriate environmental conditions for sows and piglets can limit piglet mortality. Application of good euthanasia practice is crucial to prevent unnecessary suffering of too less viable piglets.

Early mortality of dairy calves

For Dutch dairy farms, there is fairly good insight into the level of calf mortality within two weeks after birth. The average mortality of calves has recently been established over a five-year period for more than 98% of all dairy farms in the Netherlands.

With the number of births as the denominator, and the number of dead calves as the numerator, the average mortality within three days after birth was found to be 8.5%. Up to the first 14 days after birth this was 11.5%. Research, over 20 years (1993 – 2012), showed an average mortality of 7.2% within three days after birth. In those twenty years, there was a significant difference between the mortality of calves from primiparous (13.1%) and multiparous (4.9%) cows. Regarding the average mortality of 13.1% in primiparous cows, between farms this figure varied from 2 to 28%. At farm level, mortality rates show a substantial random variation. This means that considerable variation can occur over time without apparent causes. The higher the early mortality at the farm level, the greater this variation. Insight into the causal differences in management between Dutch farms with either high or low early mortality is limited.

Early mortality of calves occurs in all countries with commercial cattle farming (milk and meat). Mainly due to differences in calculation method (numerator, denominator, period), but also due to differences in breeds, sex of calves, parities of cows and farming conditions, the figures from different countries are difficult to compare. Where this comparison is however considered justified, the level of calf mortality within 14 days in the Netherlands (11.5%) appears to be relatively high.

Just as with piglets, early mortality in calves is a multi-factorial problem and often a combination of animal-related characteristics, infectious diseases and suboptimal housing and management. Birth difficulties (birth weight, course of birth) are an important cause of calves' mortality, particularly for primiparous animals, but the relationship between cause and effect is not always clear. Animals calving for the first time must be sufficiently developed and able to deliver a vital calf with a relatively low birth weight. If these conditions are not met, the birth process takes too long, the cow and calf become too exhausted and the risk increases that the calf does not ingest sufficient colostrum in time, causing it to cool down, not building up sufficient resistance, further weakens and dies.

A large proportion of calves that die early may be viable if birth assistance is provided on time, the calf is stimulated to start breathing and it receives enough colostrum in time. To realize this, the birth process must be carefully monitored. Inadequate supervision is possible, especially on dairy farms with a labor bottleneck ("too large for the napkin, too small for the tablecloth"). Calf mortality on Dutch dairy farms was found to be below average for both the smaller (<30 cows) and the larger (> 180 cows) farms. The choice of breed also plays a role. Calves with more Holstein blood have slightly smaller survival chances than calves from crossbreeds or other breeds. Inbreeding seems to reduce the chances of calves' survival in particular in primiparous cows, while heterosis increases calves' vitality. There are also a number of risk factors for which it is not clear how they influence the risk of early death, such as region and season. In addition to preventive health care programs such as IBR and BVDV control, and the purchase of livestock, there also appear to be differences in the 'mind-set' of dairy farmers regarding calf mortality. Some dairy farmers seem to be unaware of the problem, see no action perspective or deliberately give little priority to reducing calf mortality. The relatively low price of calves may also play a role.

Heifers must be sufficiently developed when the animals calve for the first time. Good rearing management and the timing of the first insemination contribute to this. Measures aimed to reduce the environmental footprint of dairy farming may affect young stock rearing. For example, it is not inconceivable that the practice to stimulate heifers to calve at 22 months will be propagated because of phosphate quotation, that less protein-rich rations will be fed to reduce nitrogen losses or that grazing of pregnant young cattle and dry cows is limited. It is therefore important to get a clear picture of possible consequences of those measures for the mortality of calves.

Adequate supervision of parturition and timely birth assistance reduce the risk of stillbirth. This also applies to the care that particularly weak, newborn calves must be offered. It is not self-evident that primiparous cows in particular sufficiently lick their calves dry and suckle them on time. Timely ingestion of sufficient, good quality colostrum must be guaranteed so that calves do not cool down too

much, do not lose vitality and fall into a downward spiral and eventually die. Probably a large part of early mortality can be prevented by adequate supervision and timely birth assistance.

Giving the necessary priority (attention, resources, commitment) to all parties involved is considered an important measure to reduce calf mortality. There are relatively large differences in early calf mortality between dairy farms. This means that there is room for improvement, provided that the causes of these differences can be known and influenced and that non-influenceable factors can be anticipated. Overall, a responsible use of (heifers) bulls and balanced breeding, improved perinatal care including timely provision of colostrum, adequate feeding of dry cows, preventive health care and a 'closed farm' approach can limit the mortality of calves.

Early mortality in dairy goat kids

No scientific research has been published on early mortality of goat kids on Dutch dairy goat farms; reliable figures are missing. A comparison of early mortality of dairy goat kids in the Netherlands with early mortality in other countries is therefore not possible. Not only because Dutch figures are lacking, but also because the described dairy goat populations for which the mortality rates of dairy goat kids are stated, are difficult to compare with commercial dairy goat farming in the Netherlands.

The causes of early death in dairy goat kids have not been systematically investigated. It is stated that these are partly comparable with the causes of death in sheep lambs. The difference is that dairy goat kids are not raised by their mother, but, like most dairy calves, are separated from the mother shortly after birth. Just as with piglets and calves, the cause of kids mortality is multifactorial and no widely applicable measures are possible, other than in the following general terms: optimal feeding of (mother) goat and kids; adequate monitoring of the birth process; good sanitary facilities during kids rearing and implementation of preventive health care. Further interpretation of suitable measures on each of these four points depends on the farm-specific problems and circumstances and requires customization at the farm level.

Benchmarking

Reducing early mortality in dairy goat kids, dairy calves and piglets by using benchmarking seems an attractive approach. For successful benchmarking, it is important to carefully consider the following points.

Early mortality must be recorded unambiguously, fully justified and practically usable at the farm level. Without a post-mortem examination, live and dead-born offspring cannot be properly distinguished in practice. Therefore, both should be included in an early mortality ratio for benchmarking purposes. The registration of early mortality must be conclusive. For example, in the destruction of carcasses, piglets and goat kids are not recorded individually. The responsibility for this registration therefore lies exclusively with the farmer. Sanctions will then increase the risk of incomplete registration, without having possibilities for independent control.

Given different causes of death within 24 hours after birth and in different periods thereafter, it is advisable to differentiate between them by developing not one, but multiple mortality figures. These should be defined such that they respond to the different life phases of the young animal, linked to the specific rearing conditions. The need for differentiation also applies to the mortality of calves from primiparous and multiparous cows, because these partly have different causes.

Another important question is finding the most suitable numerator and denominator and the correct length in days (or weeks) of the period over which mortality rates are calculated. Given different causes of death within, for example, 24 hours after birth and during different periods thereafter, it is advisable to differentiate between them by developing not one, but different key figures. This should be used in a meaningful way to respond to the different stages of life of the young animal, linked to the specific rearing conditions. The need for differentiation also applies to the mortality of calves in first and multiple calves because it has different causes in part.

In order to limit influence of random variation in mortality figures per farm, the length of the period over which the mortality is calculated must be sufficiently long. This is due to a relatively small

number of births per unit of time, especially with calf mortality. In contrast, figures based on relatively short periods are suitable for monitoring effects of management measures and enable to take timely action when mortality becomes too high.

Finally, there is the question of responsibility in the production chain. Pig farmers only have a limited choice in breeding stock (boars, sows lines). Dairy farmers, in contrast, have a relatively wide choice between breeds and within breeds for sires with specific characteristics when purchasing semen and embryos. In contrast to dairy goats, internationally operating breeding institutions determine the variety of characteristics in the starting material offered for pigs and dairy cattle. This makes them relevant, influential players who can contribute to reducing mortality using their expertise and access to practice.

Developing good indicators and benchmarks to monitor and compare early mortality with other farms, preferably as part of quality assurance systems, contributes to better awareness. Monitoring of the situation at primary farms using these is the basis for discussing it with the farm veterinarian and other consultants. Training and mutual exchange of mortality figures, possible causes and solutions for mortality can also contribute to raising awareness and preventing 'operational blindness'.

1 Inleiding

De hoge sterfte onder jonge dieren, zowel rond de geboorte als in de dagen erna, is reden tot zorg. De minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit stelt in haar beleidsbrief Dierenwelzijn (4 oktober 2018) aan de Tweede Kamer het van belang te vinden dat er tempo wordt gemaakt met het verder terugdringen van de sterfte van jonge dieren. De minister ziet een benchmark, net als bij het antibioticabeleid, als een effectief instrument om stapsgewijs te komen tot verbetering van de zorg voor het jonge dier. Reden voor de minister om in gesprek te gaan en/of blijven met de betrokken sectoren om samen na te gaan welke inspanningen nodig en mogelijk zijn om de overlevingskansen van jonge dieren te optimaliseren.

Verschillende sectoren hebben een plan opgesteld om de vitaliteit van jonge dieren te bevorderen. Zij werken daarbij samen met dierenartsen, fokkerijorganisaties en voerleveranciers. De omvang van de sterfte en de oorzaken verschillen per diersoort, houderijsysteem en bedrijf. De verschillen in sterfte tussen bedrijven, zichtbaar in analyses van praktijkgegevens door sectorpartijen, tonen aan dat het mogelijk moet zijn om sterftecijfers verder terug te dringen en dat er van elkaar geleerd kan worden.

In dit rapport staat de beleidsvraag centraal wat er in de wetenschappelijke literatuur bekend is over vroege sterfte (uitval) in de verschillende veehouderijsectoren. Om vroege sterfte in Nederland te kunnen vergelijken met andere landen, zijn de cijfers uit diverse landen op een rij gezet. De reikwijdte van deze vraag is ingeperkt tot biggen, kalveren van melkkoeien en melkgeitenlammeren. Een uitsplitsing naar bijvoorbeeld verschillende houderijsystemen (biologisch versus gangbaar) lijkt daarbij op zijn plaats, alsmede naar de levensfasen indien deze gegevens te vinden zijn.

In het kader van deze beleidsvraag verstaan we onder vroege sterfte, sterfte in die periode waarin biggen gezoogd worden, alle pasgeboren kalveren nog aanwezig zijn op het melkveebedrijf waar ze geboren zijn en waarin melkgeitenhouders volgens hun eigen kwaliteitssysteem verantwoordelijk dragen voor het welzijn en de gezondheid van lammeren die op hun bedrijf zijn geboren. Voor kalveren is deze periode tot en met de tweede levensweek, voor biggen tot aan de speenleeftijd en voor geitenlammeren gedurende de eerste drie levensweken. Het betreft daarmee in alle gevallen een periode waarin de veehouder op wiens bedrijf de dieren zijn geboren, verantwoordelijk is voor hun welzijn en gezondheid. Tenslotte is een globaal overzicht gegeven van risicofactoren die uit de wetenschappelijke literatuur naar voren komen en van maatregelen om de sterfte onder jonge dieren verder naar beneden te brengen.

1.1 Vraagstelling

Het onderzoek beoogt om op basis van wetenschappelijke literatuur inzicht te verschaffen in het niveau en de oorzaken van vroege sterfte van biggen, kalveren van melkkoeien en van melkgeitenlammeren en in maatregelen die de vroege uitval van deze pasgeboren dieren kunnen reduceren.

De gestelde beleidsvraag leidt tot de volgende vier deelvragen:

1. Wat is er in de wetenschappelijke literatuur bekend over sterftepercentages bij biggen, jonge kalveren en geitenlammeren op respectievelijk varkens-, melkvee- en melkgeitenbedrijven met voor Nederland gangbare bedrijfssystemen?
2. Hoe verhouden de cijfers over vroege sterfte in Nederland zich tot de sterftecijfers in andere landen?
3. Wat is er in de literatuur bekend over oorzaken van vroege sterfte van biggen, jonge kalveren en geitenlammeren?
4. Welke maatregelen bieden volgens de wetenschappelijke literatuur perspectief om bij inzet op praktijkbedrijven genoemde sterftepercentages te reduceren?

Om deze vragen te kunnen beantwoorden hebben we onderstaande aanpak gevolgd.

1.2 Aanpak

Onderzoekers met specifieke sectorkundigheid, werkzaam bij de afdeling Diergezondheid en Dierenwelzijn van Wageningen Livestock Research hebben op basis van recente wetenschappelijke literatuur voor biggen, kalveren van melkkoeien en melkgeitenlammeren een overzicht samengesteld van aangetroffen sterftcijfers, met vermelding van kenmerken van houderijsystemen en management. Dit overzicht is gedeeld met, en waar nodig aangevuld door, collega onderzoekers die zich in lopende en/of recent afgeronde projecten ook met de problematiek van vroege sterfte in de genoemde sectoren bezig houden, respectievelijk bezig hebben gehouden. Op grond van dit overzicht en de onderliggende literatuur is in beeld gebracht wat de mogelijkheden zijn om via maatregelen op het primaire bedrijf de sterfte van jonge dieren te verminderen. Ook hierbij is gebruik gemaakt van de inzichten en de expertise van collega-onderzoekers die op dit terrein actief zijn. De bevindingen zijn met genoemde onderzoekers besproken en vastgelegd in dit rapport.

1.3 Leeswijzer

Dit rapport bestaat uit een inleiding en de hoofdstukken 2, 3 en 4 waarin voor respectievelijk biggen, kalveren van melkkoeien en melkgeitenlammeren het onderwerp vroege sterfte is uitgediept op basis van de beschikbare wetenschappelijke literatuur. De basis is telkens de betreffende bijlage waarin kenmerken van de onderzoekspopulatie van de betreffende literatuurreferenties zijn vermeld. Vanuit elke bijlage, die voor melkgeitenlammeren uitgezonderd, is een tabel opgesteld met daarin een overzicht van de gevonden sterftepercentages. Voor vroege sterfte van biggen en kalveren zijn vervolgens boxplots toegevoegd waarin de tabellen zijn samengevat. Voor melkgeitenlammeren werd dit niet verantwoord geacht. Het aantal bruikbare publicaties is daarvoor te gering en wezenlijke kenmerken van het onderzoek naar lammerensterfte bij melkgeiten lopen daarvoor te sterk uiteen. Ondanks dat het bij alle drie diersoorten om vroege sterfte gaat, en er overeenkomsten zijn in oorzaken en maatregelen, zijn er echter ook verschillen in de biologische achtergrond van vroege sterfte. Bij het varken, een soort die grote tomen voortbrengt, is de problematiek op bepaalde punten wezenlijk anders dan bij koeien en geiten die in de regel één, respectievelijk twee nakomelingen per keer voortbrengen. Voor een beter begrip van de betekenis van variatie in ontwikkeling en geboortegewicht van biggen wordt in hoofdstuk 2 daarom kort stilgestaan bij de evolutionaire achtergrond van grote tomen. Daarnaast zijn er tussen de genoemde diersoorten grote verschillen in het aantal relevante wetenschappelijke publicaties. Waar het oorzaken en maatregelen betreft zijn er voor varkens talrijke relevante deelstudies die in een drietal recente reviewartikelen zijn samengevat. Deze reviewartikelen vormen de basis voor de paragrafen over oorzaken en maatregelen. Dergelijke reviewartikelen zijn voor melkkoeien en melkgeiten echter niet beschikbaar, waardoor in de hoofdstukken 3 en 4 de bevindingen uit de deelstudies zelf de basis vormen. Daarbij moet worden vastgesteld dat er over vroege sterfte bij melkgeitenlammeren sowieso erg weinig bruikbare literatuur voorhanden is. Tenslotte zijn in hoofdstuk 5 nog enkele discussiepunten aangedragen met betrekking tot benchmarking.

2 Sterfte van biggen

2.1 Biggensterfte in evolutionair perspectief

Voor een beter begrip van de betekenis van variatie in ontwikkeling en geboortegewicht van biggen, is het van belang de evolutionaire achtergrond te kennen. Tussen diersoorten zijn er fundamentele verschillen in het aantal jongen dat per keer dat een moederdier drachtig is, of een nest verzorgt, tot ontwikkeling komt. Soorten brengen òf in de regel één (monotocous) òf juist meerdere (polytocous) jongen voort. Het varken is een sprekend voorbeeld van de laatste categorie, waarbij de groei van iedere foetus tijdens de dracht bloot staat aan competitie met de overige foetussen, naast dat deze beïnvloed wordt door de zeug (Hole et al. 2018). Factoren als het totaal aantal foetussen en de verdeling ervan over de twee baarmoederhoornen, de onmiddellijke nabijheid van een concurrerende foetus en de conditie van de moeder spelen in deze competitie een rol (Bruce and Wellstead 1992). Voor diersoorten die meerlingen werpen, zoals het varken, maakt de intra-uteriene competitie tussen foetussen deel uit van de natuurlijke selectie op vitaliteit (Ahn et al. 2014). Bij het varken is sprake van een vorm van natuurlijke selectie waarbij alleen de sterkste biggen overleven. Het produceren van een 'overmaat' aan nakomelingen wordt beschouwd als een vorm van matернаal opportunisme opdat bij gunstige omstandigheden een zo groot mogelijk aantal nakomelingen overleeft (Forbes and Mock 1998; Mock and Forbes 1995; Mock and Parker 1998). Indien de omstandigheden daarentegen minder gunstig zijn wordt er zo min mogelijk geïnvesteerd in de minst levenskrachtige borelingen. Het is dan juist van belang dat, gelet op de schaarse voedselbronnen, deze snel sterven zodat de meest levenskrachtige toomgenoten minder benadeeld worden door de heersende voedselschaarste.

Een hypothese, ontleend aan onderzoek bij vogels, is dat de strijd tussen biggen om te overleven ook bij het varken onderdeel is van een evolutionaire coping strategie om met onvoorspelbare leefomstandigheden om te gaan (Edwards 2002; Fraser et al. 1995). Ook bij wilde varkens is sprake van biggensterfte. In een populatie van 500 dieren is, ondanks relatief kleine tomen, een biggensterfte beschreven van meer dan 38% (Andersen, Nævdal, and Bøe 2011). Genoemde coping strategie wordt door de zeug in stand gehouden met het voortbrengen van tomen waarbinnen biggen verschillen in ontwikkeling, geboortegewicht en vitaliteit. Bij de pasgeboren biggen resulteert dit in intense, onderlinge rivaliteit waarbij het bij geboorte relatief sterk ontwikkelde gebit met de vlijmscherpe hoektanden als 'wapen' dient om zich die spenen toe te eigenen teneinde in de eigen behoefte aan voedingsstoffen te voorzien (Fraser and Thompson 1991). Er zijn sterke aanwijzingen dat ook bij het varken de strijd die daarmee wordt geleverd resulteert in een vorm van 'siblicide'¹ vergelijkbaar met die van facultatieve, onderlinge rivaliteit bij vogelkuikens. Mock et al. (1987) stelden vast dat deze onderlinge rivaliteit toeneemt met het aantal nakomelingen per nest. Deze op overleving gerichte agressie blijkt ook bij varkens toe te nemen naarmate er per worp meer biggen worden geboren, ondanks een voldoende aantal spenen (Andersen et al. 2011). Die toegenomen agressie heeft tot gevolg dat er meer biggen onvoldoende colostrum kunnen opnemen, onderkoeld raken, aan levenskracht verliezen en worden doodgelegd. Dit zou kunnen betekenen dat het terugdringen van biggensterfte ingaat tegen fundamentele evolutionaire processen en daarmee zonder compenserende maatregelen slechts beperkt succesvol zal kunnen zijn (Andersen et al. 2011; E. M. Baxter and Edwards 2017).

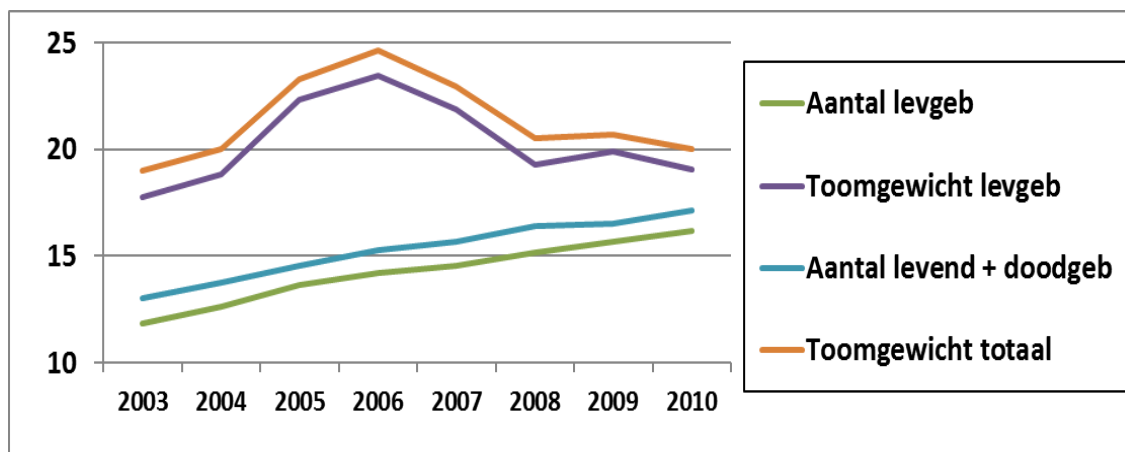
Om hun overlevingskansen te vergroten blijken biggen over nog andere gedragsstrategieën te beschikken. Als er meerdere lacterende zeugen in een groep leven, nemen biggen voor de opname van melk soms hun toevlucht tot andere zeugen. Dit gedrag, 'allo-suckling' of 'cross-suckling' genoemd, blijkt onderdeel van het natuurlijk gedragsrepertoire. Het wordt gezien bij zowel biggen van in groepen gehuisveste lacterende zeugen (Burgwal-Konertz 1996; Newberry en Wood-Gush 1985) als bij biggen van wilde zwijnen (Mauget 1981). Volgens Illmann et al. (2005) en Maletínská en Špinká (2001) drinken biggen bij uitsluitend de eigen moeder, drinken ze hoofdzakelijk bij de eigen moeder maar incidenteel ook bij andere zeugen of drinken ze bij een andere zeug na op enig moment volledig daartoe overgeschakeld te zijn. Špinká (2006) geeft aan dat bij biggen van lacterende zeugen die in groepen worden gehuisvest, alle drie de strategieën voorkomen. Meer dan een derde van alle

¹ Siblicide is de Engelse term voor een extreme vorm van rivaliteit tussen nest- of toomgenoten (siblings), pré- en postnataal, meestal als combinatie van fysiek geweld en voedselcompetitie, die resulteert in verhongering en sterfte van een jong door toedoen van nauw verwante (half)broers of (half)zussen. Mock (1984).

zoogbeurten van individuele biggen vond plaats bij andere zeugen dan de eigen moeder. Cross-suckling lijkt bij grotere tomen vaker voor te komen, voornamelijk bij biggen die een zoogbeurt hebben gemist. Ook neemt het toe, naarmate biggen ouder worden (Maletínská and Špinka 2001). Cross-suckling lijkt daarmee gemotiveerd door de aangeboren competitie voor voedsel. Maletínská en Špinka (2001) veronderstellen op basis van het aantal gerealiseerde zoogbeurten dat biggen die cross-suckling als gedragsstrategie hanteren, niet slechter af zijn dan biggen die uitsluitend bij de eigen moeder drinken. Burgwal-Konertz (1996) observeerde het gedrag van deze biggen nadat zij aanvankelijk (tot 9.4 dagen na geboorte) het nest van de moeder niet konden verlaten. Eenmaal vrij om ook bij andere zeugen te drinken leidde cross-suckling tot verstoring van de gevestigde tepelorde en tot verstoorde zoogbeurten.

2.1.1 Biologische grenzen

Bij wilde varkens (*Sus scrofa*), waarbij tussen 2003 en 2014 na afschot bij 453 drachtige dieren het aantal foetussen in de baarmoeder is vastgesteld, blijkt dit aantal te variëren tussen 1-12 met een gemiddelde van 6,6 (Frauendorf et al. 2016). Bij de huidige varkenslijnen (*Sus scrofa, forma domestica*) die voor productie worden gebruikt is dit aantal meer dan verdubbeld (Feldpausch et al. 2019) en de biologische grens lijkt daarmee nog niet bereikt². Naarmate de worpgrootte bij varkens toeneemt, neemt ook de bloedtoevoer naar de baarmoeder toe, zij het niet met gelijke tred. Doordat de bloedtoevoer niet evenredig toeneemt met de worpgrootte leidt dit per foetus gemiddeld tot een verminderde toevoer van energie en nutriënten en bij een toenemende worpgrootte daarmee tot lichtere biggen (Campos et al. 2012; Milligan et al., 2002). Los daarvan wordt ook de fysieke ruimte in de baarmoeder beperkend naarmate er meer foetussen tot ontwikkeling komen. Matheson et al. (2018) vatten dit samen als een 'capaciteitstekort' van de baarmoeder. Naarmate de omstandigheden tijdens de dracht gunstiger zijn (meer voedsel beschikbaar, zeug in betere conditie), zullen zich meer foetussen tot volle wasdom ontwikkelen en worden er meer biggen geboren die lichter zijn.



Figuur 1 Ontwikkeling toomgrootte en toomgewicht bij geboorte bij biologische zeugen op het Praktijkcentrum Raalte tussen 2003 en 2010; het geboortegewicht nam in die periode af van 1600 naar 1200 gram per levend geboren big (Vermeer, 2011. ongepubliceerde data).

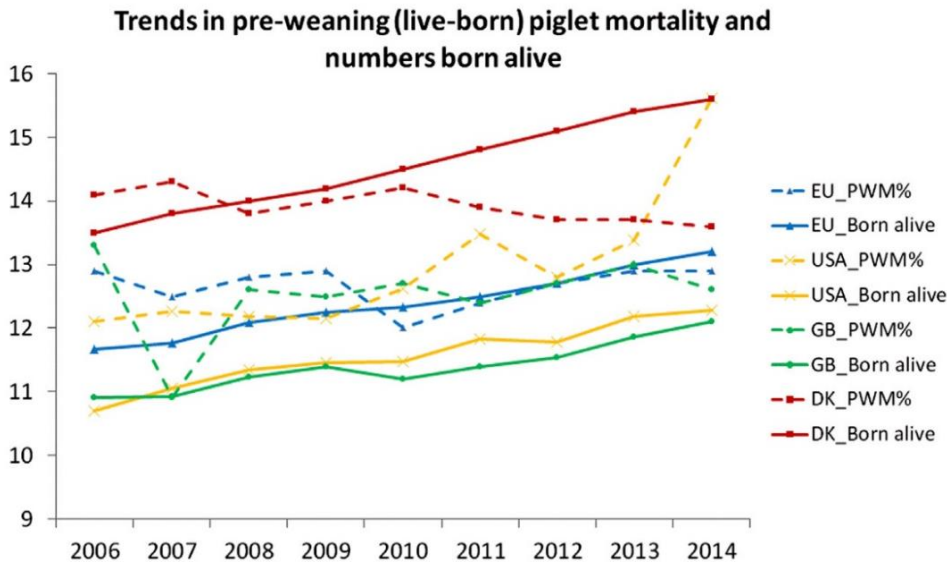
Dit doet zich bijvoorbeeld voor in de biologische houderij waar zeugen tussen worpen een langere hersteltijd hebben en daardoor beter in conditie zijn. Zijn de omstandigheden tijdens de dracht echter minder gunstig, dan sterven er foetussen af (mummies). De lichtere biggen zijn over het algemeen minder vitaal en worden relatief vaker dood geboren (Leenhouders et al., 1999; Roehe en Kalm 2000) en blijven, als ze in leven blijven, achter in groei (Fix et al. 2010). Uit nauwkeurige vergelijking van bewegingspatronen van relatief zware, vitale en relatief lichte, minder vitale biggen komen sterke aanwijzingen dat lichte, minder vitale biggen in hun neuromotorische rijping achter lopen op hun zwaardere toomgenoten (Hole et al. 2018). De auteurs stellen dat de lichtere, minder vitale biggen beschouwd kunnen worden als een 'jongere versie' van hun zwaardere toomgenoten. Dit komt overeen met de bevindingen van (Alvarenga et al. 2013). Biggen met een relatief laag geboortegewicht (1,09 kg) bleken ten opzichte van biggen met een hoog geboortegewicht (1,93 kg)

² Directeur DanBred Nederland in weekblad De Boerderij (Varkenshouderij; 14-06-2019): "Ik verwacht dat de eerste zeugenhouders in de komende 5 jaar naar 40 biggen gaan en daarna is 45 genetisch ook mogelijk. Er zijn al bedrijven die gemiddeld meer dan 16 biggen per worp spenen."

een minder goed ontwikkeld maagdarmkanaal te hebben. Dit fenomeen is in de literatuur bekend als intra-uteriene groei achterstand. Matheson et al. (2018) beschouwen biggen met een ontwikkelingsachterstand als indicatie voor een capaciteitstekort van de baarmoeder en stellen voor om de capaciteit van de baarmoeder als kenmerk in het fokdoel op te nemen.

2.2 Trends in vroege sterfte

Onder vroege sterfte bij biggen verstaan we de sterfte die optreedt tot aan de speenleeftijd. In de EU is het wettelijk niet toegestaan om biggen vroeger dan op drie weken leeftijd te spenen. Zonder speciale voorzieningen³, gericht op het voorkomen van ziektes, is de minimale speenleeftijd wettelijk vastgelegd op 28 dagen. Vroege sterfte bij biggen zoals hier bedoeld, wordt in de Engelstalige wetenschappelijke literatuur veelal aangeduid met de term 'pre-weaning mortality' (PWM).



Figuur 2 Trends in gemiddelde 'pre-weaning mortality' (PWM) en levend geboren biggen in genoemde landen. Bron: Data beschikbaar gesteld door de Agricultural and Horticultural Development Board (AHDB) Pork's Interpig rapporten PIGCHAMP en SEGES (2015) (bron: Baxter en Edwards, 2018).

Naar de diverse oorzaken van PWM en naar de mogelijkheden om dit te reduceren is relatief veel onderzoek gedaan, met name omdat een hoge PWM bedrijfseconomisch nadelig is voor de zeughouderij. Los van bedrijfseconomische schade, zijn er echter ook zorgen over het welzijn van biggen (Baxter en Edwards 2018; Rutherford et al. 2011). Baxter and Edwards (2018) wijzen er bijvoorbeeld op dat, ondanks dat kennis over bigoverleving is toegenomen, er in de praktijk de laatste 30 jaar geen verbetering van betekenis heeft plaatsgevonden en de totale biggensterfte per toom (dodgeboren plus levend geboren, maar gestorven) gemiddeld nog steeds tussen de 16 en 20% varieert. Ook wijzen zij op de fluctuerende sterftecijfers als teken van voorbijgaand succes, zonder blijvende afname als gevolg van aanhoudende selectie op worpgrootte (Figuur 2). Toegenomen worpgroottes worden allereerst geassocieerd met verhoogde biggensterfte, maar ook met indirecte welzijnsschade bij biggen die de zoogperiode overleven en met nadelige gevolgen voor het welzijn van zeugen (Baxter and Edwards 2018; Rutherford et al. 2011).

2.3 Vroege sterfte in de praktijk

Het probleem van vroege sterfte bij biggen is niet beperkt tot de gangbare varkenshouderij, maar speelt ook op biologische varkensbedrijven. Een vergelijkende studie, uitgevoerd in Denemarken, toont aan dat de sterftepercentages in de biologische varkenshouderij aanzienlijk hoger liggen dan in

³ De stal of het verblijf dient helemaal leeggemaakt en ontsmet te worden voordat er een nieuwe groep biggen wordt binnengebracht. De verblijven dienen gescheiden te worden gehouden van de verblijven waar zeugen worden gehouden (bron: RVO).

de gangbare varkenshouderij. Bij biologische zeugen is het aantal levend geboren biggen hoger en het geboortewicht lager door de langere herstelperiode van de baarmoeder en de hoge voeropname in de zoogperiode.

In bijlage 1 is een overzicht gegeven van wetenschappelijke studies waarin cijfers over biggensterfte zijn gepresenteerd. Globaal ligt het sterftepercentage van biggen voor de gangbare zeugenhouderij tussen 10-30% en voor biologische bedrijven grofweg tussen 20-40%. Een deel van de variatie in cijfers wordt waarschijnlijk veroorzaakt door verschillende definities van 'pre-weaning mortality'. Bij de classificatie van biggensterfte worden de volgende categorieën onderscheiden:

- 1) gemummificeerde biggen;
- 2) doodgeboren biggen;
- 3) levend geboren, maar voor het spenen gestorven biggen⁴;
- 4) levend geboren, gespeende biggen.

Het percentage doodgeboren biggen fluctueert tussen 3,8% en 12,0% (tabel 1); een iets ruimere spreiding dan de 3-8% die door Vanderhaeghe et al. (2013) wordt vermeld. Doodgeboren biggen worden volgens Sprecher et al. (1974) onderscheiden naar het moment van overlijden in foetale biggen die overlijden, veelal als gevolg van achterblijvende intra-uteriene groei (beperkte baarmoedercapaciteit). Daarnaast worden biggen dood geboren omdat ze tijdens het geboorteprocés sterven als gevolg van een moeizame geboorte (dystocia) en zuurstoftekort. Deze biggen zijn in potentie levensvatbaar. Omdat bij lichte, zwakke biggen de kans vrij groot is dat deze kort na geboorte overlijden is het zonder toezicht bij de geboorte lastig om de categorieën 2 en 3 zuiver te onderscheiden. Hiervoor ontbreekt in de regel het daarvoor noodzakelijke postmortum onderzoek. De voor het percentage doodgeboren biggen lage waarden van 2% (Le Dividich et al., 2017) en 2,7% (Devillers et al., 2011) worden door de auteurs toegeschreven aan het toezicht tijdens de geboorte, waarbij biggen die in de vliezen werden geboren, daarvan werden bevrijd en zo nodig werden gereanimeerd (Devillers et al. 2011).

Totale biggensterfte kan worden gedefinieerd als de som van peri- en postnatale sterfte of als de som van doodgeboren en tijdens de zoogperiode gestorven biggen of als de spiegelbeeldige overleving van het totaal aantal levend en dood geboren biggen (Knol et al. 2002). Waar het PWM betreft is dit in sommige publicaties *inclusief* doodgeboren biggen, bij andere *exclusief* doodgeboren biggen en bij weer anderen is dit niet te achterhalen (Devillers et al. 2011; Le Dividich et al. 2017). Het merendeel van de perinatale sterfte vindt plaats in de eerste dagen na de partus (vuistregel: 67% in eerste 3 dagen of 75% in eerste 4 dagen). Om de sterftcijfers uit de verschillende publicaties te kunnen vergelijken zijn deze onder één noemer gebracht waarbij het %PWM+ is berekend als som van het %PWM en het percentage doodgeboren biggen (Tabel 1).

⁴ Deze categorie valt in de praktijk strikt genomen uiteen in twee groepen: gestorven voor het nummeren versus levend geboren, genummerd en gestorven.

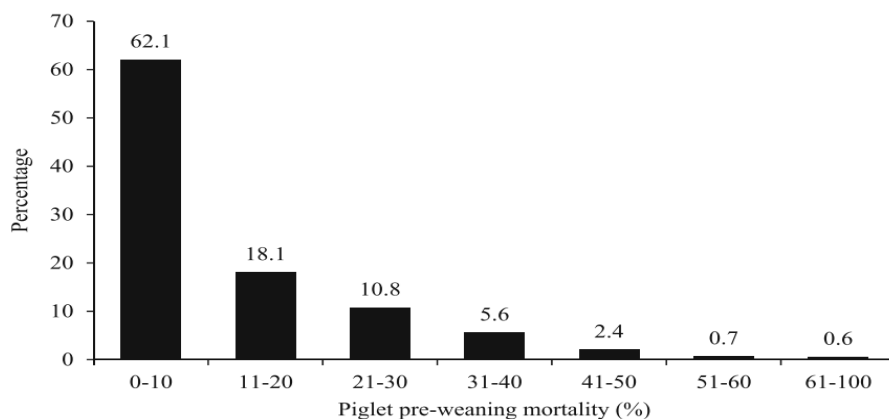
Tabel 1 Gemiddelde percentages pre-weaning mortality (%PWM), gecorrigeerd voor het percentage doodgeboren biggen (%PWM+) en gesorteerd van laag naar hoog.

Bron	land	% PWM	incl./excl. dood geboren	% dood geboren	% PWM+
(Mainau et al. 2012)	Spanje	10,3	incl.	4,4	10,3
(Feldpausch et al. 2019)	Verenigde Staten, Spanje	12,2	incl.		12,2
(Binnendijk et al. 2007)	Nederland	10,2	excl.	5,9	16,1
(Leenhouders et al. 2011)	Nederland	9,9	excl.	6,3	16,2
(Svensmark et al. 1989)	Denemarken	16,2	incl.	6,3	16,2
(Nuntapaitoon & Tummaruk 2018)	Thailand	11,2	excl.	5,1	16,3
(Leenhouders et al. 1999)	Nederland	11,1	excl.	5,3	16,4
(Feldpausch et al. 2019)	Verenigde Staten	17,6	incl.		17,6
(Leenhouders et al. 2011)	Nederland	11,6	excl.	6,9	18,5
(KilBride et al. 2012)	Groot Britannië	12,0	excl.	6,5	18,5
(Leenhouders et al. 2011)	Nederland	12,4	excl.	6,4	18,8
(Nuntapaitoon & Tummaruk 2013)	Thailand	13,4	excl.	5,9	19,3
(Schodl et al. 2019)	Oostenrijk	12,6	excl.	7,0 ¹	19,6
PIGCHAMP (in Fix et al., 2010)	Verenigde Staten	12,8	excl.	7,0 ¹	19,8
(Nuntapaitoon & Tummaruk 2015)	Thailand	14,5	excl.	6,1	20,6
(Roehe & Kalm 2000)	Duitsland	21,3	incl.	12,0	21,3
(Panzardi et al. 2013)	Brazilië	17,4	excl.	4,1	21,5
(Binnendijk et al. 2007)	Nederland	15,9	excl.	6,6	22,5
(Strange et al. 2013)	Denemarken	23,1	incl.	11,5	23,1
(Strange et al.)	Denemarken	23,4	incl.	11,4	23,4
(Rangstrup-Christensen 2017)	Denemarken	23,4	incl.		23,4
(Strange et al.)	Denemarken	23,7	incl.	11,2	23,7
(Leenhouders et al. 2011)	Nederland ^B	20,8	excl.	3,8	24,6
(Binnendijk & Van der Peet-Schwering 2006)	Nederland ^B	24,7	incl.	6,9	24,7
(Binnendijk & Van der Peet-Schwering 2006)	Nederland ^B	25,7	incl.	7,3	25,7
(Leenhouders et al. 2011)	Nederland ^B	18,5	excl.	7,4	25,9
(Westin et al. 2015)	Zweden	19,5	excl.	6,5	26,0
(Fix et al. 2010)	Verenigde Staten	29,1	incl.	8,2	29,1
(Rangstrup-Christensen 2017)	Denemarken ^B	29,5	incl.	7,0	29,5
(Leenhouders et al. 2011)	Nederland ^B	25,5	excl.	6,3	31,8
(Rangstrup-Christensen 2017)	Denemarken ^B	33,0	incl.		33,0
(Wientjes et al. 2012)	Nederland ^B	26,6	excl.	6,9	33,5
(Vermeer et al. 2011)	Nederland ^B	26,9	excl.	7,0 ¹	33,9
(Vermeer & Binnendijk 2009)	Nederland ^B	27,7	excl.	7,0 ¹	34,7

^B Biologische varkenshouderij

¹ Omwille van de vergelijkbaarheid is bij publicaties waar het %PWM excl. doodgeboren biggen is vermeld en het % doodgeboren biggen niet is aangegeven, gerekend met een gefingeerd percentage van 7,0% ontleend aan het % doodgeboren biggen gemiddeld over de publicaties waar dit wel vermeld was.

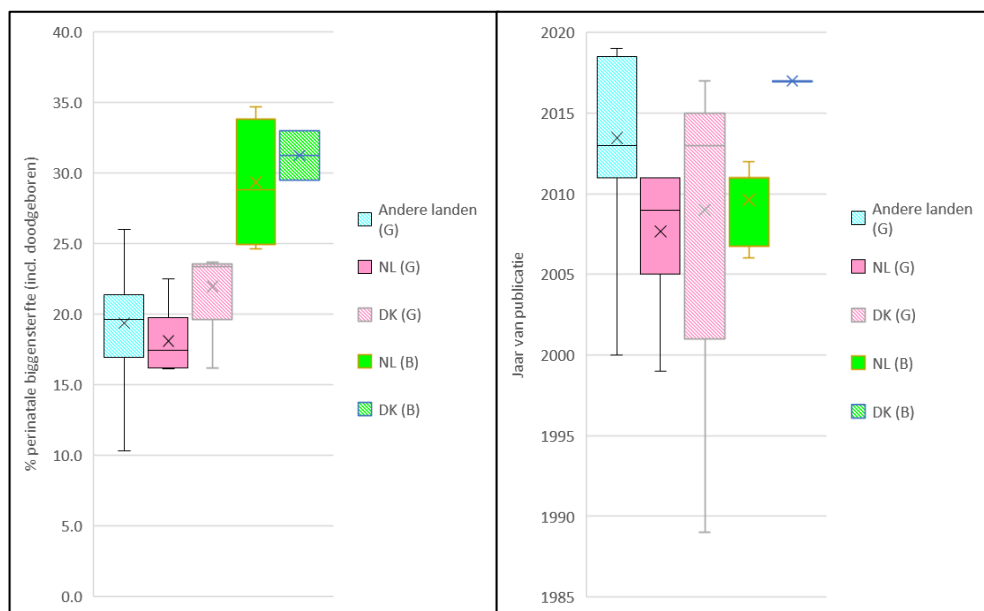
Uit tabel 1 blijkt dat er over studies heen een grote spreiding bestaat in %PWM van 9,9% tot 33,0%. Het percentage doodgeboren biggen varieert tussen 3,8% en 12,0%. De hoogste sterftepercentages worden aangetroffen op biologische bedrijven. Dit geldt zowel voor bedrijven in Denemarken als voor die in Nederland. Ook binnen studies bestaat een grote variatie in %PWM tussen tomen. Bij gemiddelde percentages PWM van 11,1%, 11,2%, 12,6%, 13,4% en 19,5% worden standaarddeviaties vermeld van respectievelijk 13,2%, 14,4%, 9,1%, 15,2% en 14,7% (Leenhouders et al. 1999; Nuntapaitoon & Tummaruk 2018, Schodl et al. 2019; Nuntapaitoon & Tummaruk 2013; Westin et al. 2015). Ook in andere publicaties wordt een aanzienlijke spreiding tussen tomen vermeld (Binnendijk and Van der Peet-Schwering 2006; Rangstrup-Christensen 2017).



Figuur 3 Frequentieverdeling van PWM (%) in 199.918 worpen van 74.088 Landras x Yorkshire zeugen op 47 Thaise praktijkbedrijven in periode 2007-2013.

Onderzoek van Nuntapaitoon & Tummaruk (2018), waarbij op 47 Thaise varkensbedrijven over de periode 2007-2013 in totaal 199.918 worpen van 74.088 zeugen zijn geanalyseerd geeft van deze variatie tussen worpen een goed beeld (figuur 3). %PWM is hier gedefinieerd als het percentage levend geboren biggen dat is gestorven in de periode tussen het overleggen en spenen van de biggen. De weergegeven Thaise sterftcijfers zijn dus wel geflatteerd. Beginnen met registratie van gestorven biggen na het overleggen, dat in de Thaise studies gebeurde binnen 48 uur na de geboorte (Nuntapaitoon and Tummaruk 2015), leidt namelijk tot een onderschatting van de sterftcijfers.

Van de 34 verschillende studies in tabel 1 zijn in figuur 3 de cijfers over het %PWM+ (laatste kolom) samengevat, waarbij tevens is aangegeven in welk jaar het onderzoek is gepubliceerd. Dit om zicht te krijgen op de actualiteit van de gepresenteerde uitkomsten. Daarbij moet in ogenschouw worden genomen dat de verzameling van gegevens in de regel een aantal jaren eerder plaats vindt dan het jaar waarop de resultaten worden gepubliceerd (zie bijlage 1).



Figuur 4 Boxplots voor het gemiddelde percentage perinatale sterfte van biggen en jaar van publicatie, weergegeven voor gangbare (G) en biologische (B) zeugenbedrijven in Nederland (NL), Denemarken (DK) en andere landen (alleen gangbaar).

Ten opzichte van andere landen, met Denemarken als belangrijkste referentie, is het gemiddelde %PWM+ in Nederland niet verschillend en met 18,5% (inclusief gemiddeld 6,2% doodgeboren biggen) binnen de marges die ook elders worden gevonden. Op biologische zeugenbedrijven in Nederland ligt

het %PWM+ gemiddeld op 29,4% (inclusief gemiddeld 6,6% doodgeboren biggen). Dit niveau lijkt niet verschillend van dat op Deense biologische zeugenbedrijven (29,5%, 33%). De Deense cijfers komen uit 2 studies (2007/2008 en 2014/2015); de Nederlandse uit onderzoek in de periode 2006-2012.

Wat betreft de actualiteit van de Nederlandse cijfers is het belangrijk vast te stellen dat het onderzoek in de drie studies waarop het gemiddelde %PWM+ is gebaseerd, heeft plaatsgevonden in de periodes 1993-1996 (Leenhouders et al. 1999), 2002-2004 (Binnendijk et al., 2007) en 2006-2007 (Leenhouders et al. 2011). In deze laatste studie zijn in totaal 1222 gangbare zeugenbedrijven met drie verschillende zeugenlijnen die wat betreft het %PWM+ uiteenliepen van 16,2% tot 18,8%.

2.4 Risico's voor vroege sterfte

De oorzaak van vroege biggensterfte is multifactorieel en het is onmogelijk om vroege biggensterfte te verklaren op basis van één of enkele factoren. Het is een complex van factoren dat hiervoor verantwoordelijk is, en vroege biggensterfte kan op individuele bedrijven heel verschillende oorzaken hebben. In drie recente reviewartikelen hebben Baxter en Edwards (2017), Muns et al. (2016) en Kirkden et al. (2013) een overzicht gegeven van factoren die bij kunnen dragen aan vroege sterfte bij biggen. In de volgende paragrafen zijn de belangrijkste bevindingen uit deze drie reviewartikelen gerubriceerd samengevat.

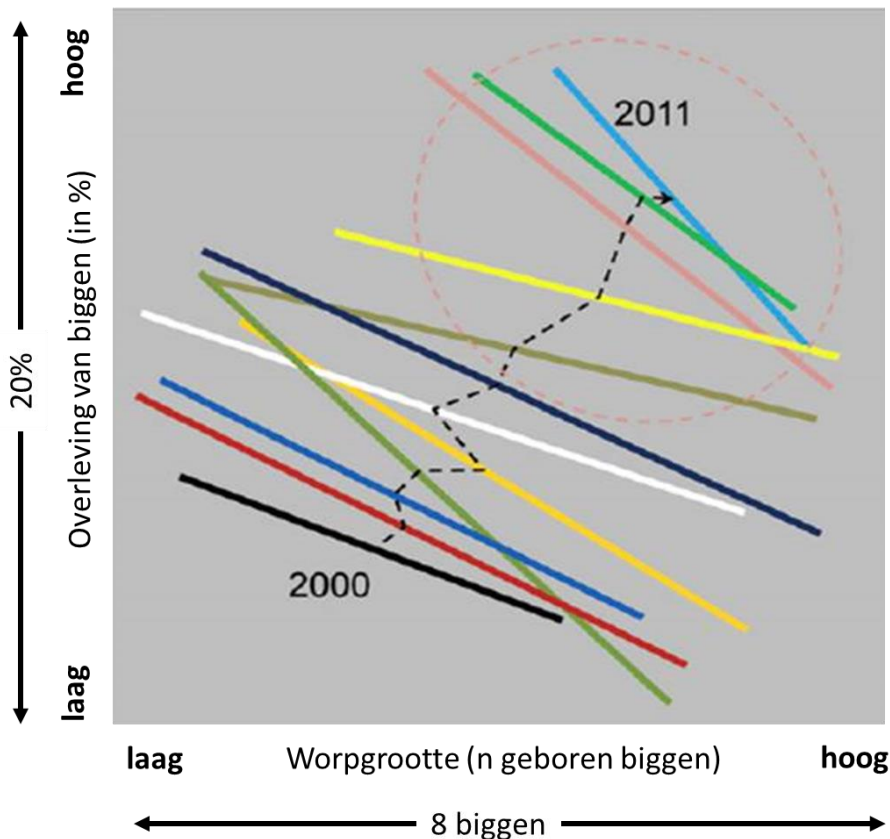
2.4.1 Worp grootte en geboortegewicht

Naarmate de worpgrootte toeneemt, worden er meer lichtere biggen geboren. In relatief veel studies is aangetoond dat geboortegewicht de meest bepalende factor is voor overleving en groei. Lichte biggen worden vaker dood geboren, hebben bij geboorte minder glycogeenreserves en een relatief groter huidoppervlak, koelen daardoor sneller af, zijn minder vitaal en competitief, worden eerder doodgelegd, hebben minder toegang tot de betere spenen en nemen daardoor minder biest op en groeien langzamer. De vitaliteit (fysieke kracht) van biggen bepaalt of ze voldoende competitief zijn om tijdig toegang te krijgen tot een speen en via deze melk op kunnen nemen. De binnen-worp variatie in geboortegewicht vertoont een negatief verband met de overleving en groei van biggen. Vitaliteit is direct gerelateerd aan zuurstofvoorziening tijdens de partus. Een vlot verloop van het geboorteprocés is van belang voor de vitaliteit van de biggen, omdat een trage geboorte een groter risico op zuurstofgebrek geeft. Zuurstofgebrek is de belangrijkste oorzaak van perinatale sterfte bij biggen. Ook het te vroeg breken van de navelstreng en elk aangeboren lichamelijk gebrek verhoogt de kans op sterfte door doodliggen. Doodliggen volgt vaak op onderkoeling en verhongering als gevolg van zuurstofgebrek bij de geboorte en verminderde vitaliteit. Pasgeboren biggen liggen graag dicht bij de uier van de zeug om zich te warmen en de toegang tot hun speen veilig te stellen. Echter als risico dat biggen met een tekort aan energie, niet snel genoeg weggelopen als de zeug gaat (ver)liggen en dan worden doodgedrukt.

Fokkerijorganisaties spannen zich in om bij een toenemende toomgrootte het ongunstige verband met biggensterfte af te zwakken. In Denemarken wijzigde het selectiecriteria in 2004 bijvoorbeeld van 'totaal aantal geboren biggen' naar 'aantal levende biggen op dag 5 na geboorte'. Sindsdien is de biggensterfte na werpen relatief afgenomen (Nielsen et al. 2013; Su et al., 2007). Een ander voorbeeld van inspanningen van fokkerij-instellingen om de overleving van biggen positief te beïnvloeden is geïllustreerd in figuur 5. In deze figuur is met verschillend gekleurde regressielijnen voor elk van de jaren 2000-2011 het verband weergegeven tussen de overleving van biggen en worpgrootte. Elk van de lijnen illustreert een ongunstig verband. Met andere woorden, bij een relatief lage worpgrootte is de overleving altijd relatief hoog; bij een relatief hoge worpgrootte is de overleving altijd relatief laag. Dat geldt voor alle jaren. De zwarte stippellijn toont de toename in overleving van biggen in samenhang met de toename in worpgrootte. Hoewel de ongunstige samenhang over de jaren blijft bestaan, hellen de lijnen van 2000-2011 steeds meer met de klok mee in een richting die illustreert dat gegeven een bepaalde worpgrootte (zie kruispunt roze en gele lijn) de overleving van biggen hoger is. De samenhang tussen beide kenmerken is in de periode 2000-2011 als gevolg van co-selectie dus minder ongunstig geworden. Ter illustratie een rekenvoorbeeld. Indien in 2000 de worpgrootte 10,5 bedroeg met 80% overleving leidt de genetische verandering volgens figuur 5 er toe dat er in 2011 per worp 14,5 biggen geboren werden met een overleving van 90%.

Absoluut gezien stierven er in 2000 dan $0,2 \times 10,5 = 2,1$ en in 2011 $0,1 \times 14,5 = 1,45$ biggen per worp. Ondanks een hogere worpgrrootte stierven er in 2011 dus minder biggen.

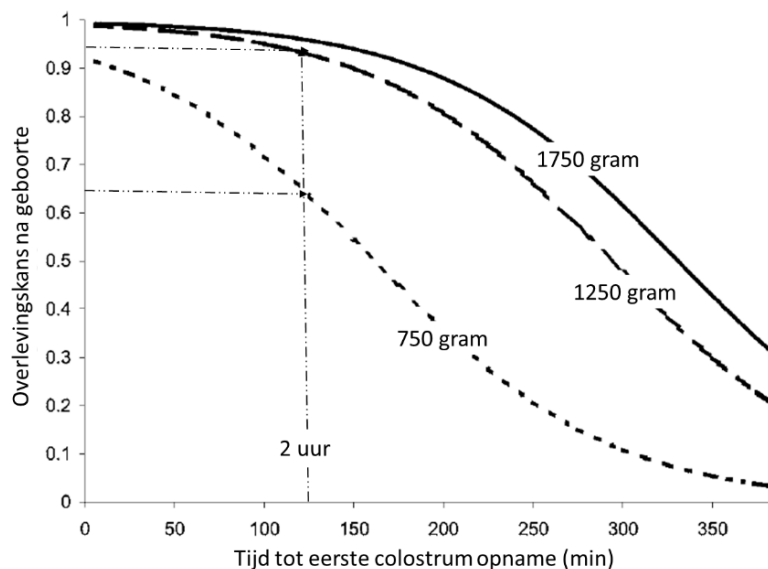
De conclusie is dat er op populatieniveau gemiddeld een ongunstige relatie is tussen worpgrrootte en overlevingskans van een individuele big, maar dat het met selectie mogelijk is om iedere generatie, dieren als ouders voor volgende generaties te selecteren die een grotere worp combineren met een grotere overlevingskans. De roze stippellijn die de puntenwolk voor de roze regressielijn (2009) markeert, laat echter zien dat de correlatie tussen overlevingskans en worpgrrootte laag is. Met andere woorden, de regressielijn verklaart maar weinig variatie in overlevingskans. Dit wijst erop dat er naast een directe invloed van de genetische aanleg voor worpgrrootte, andere factoren de overleving van biggen beïnvloeden.



Figuur 5 Genetische trend (de zwarte stippellijn) in worpgrrootte en overleving van biggen in een varkenslijn. Elke gekleurde lijn geeft de lineaire regressie weer door de geschatte fokwaarden van de kenmerken voor dieren die in een bepaald jaar zijn geboren. De relatie tussen de worpgrrootte en overleving van biggen blijft door de jaren heen antagonistisch (negatief), maar de gecombineerde genetische verandering is gunstig (positief) als gevolg van gelijktijdige selectie op beide kenmerken; de overleving van biggen neemt relatief toe terwijl ook de worpgrrootte toeneemt. Aangepast naar Neeteson-van Nieuwenhoven et al. (2013).

2.4.2 Opname van colostrum

Colostrum (biest) is de eerste melk die tussen de geboorte en 12-24 uur daarna wordt uitgescheiden. Colostrum bevat essentiële nutriënten, immunoglobulinen, enzymen, hormonen en andere groeifactoren. Het is belangrijk dat biggen voordat de cyclische zoogbeurten intreden, voldoende colostrum kunnen opnemen. Tijdige opname van voldoende colostrum is van vitaal belang voor de thermoregulatie, de opbouw van passieve immuniteit en de ontwikkeling van het spijsverteringsapparaat. In figuur 6 is de relatie tussen tijdige colostrumopname en overlevingskansen van pasgeboren biggen weergegeven. Duidelijk is dat het belang van tijdige colostrumopname voor lichte biggen nog aanzienlijk groter is dan voor zwaardere biggen.



Figuur 6 Relatie tussen de kans op overleving en de tijd waarop zij voor het eerst colostrum opnemen voor pasgeboren biggen met geboortegewichten 750, 1250 en 1750 gram. Ontleend aan Leenhouders et al. (2001).

Als de zeug bij het werpen rustig op haar zij ligt hebben de biggen een veilige toegang tot de uier en kunnen ze tijdig colostrum opnemen. De productie van colostrum varieert tussen zeugen, onafhankelijk van worpgrootte, afhankelijk van het ras, voer- en wateropname, (uier)gezondheid, pariteit en partusinductie. Voeding beïnvloedt de kwaliteit en in beperkte mate de hoeveelheid colostrum en daarmee de overlevingskansen van biggen. Indien het aantal functionele spenen van de zeug ontoereikend is, of er zijn relatief veel lichte, minder vitale biggen dan is kraamzorg van doorslaggevend belang. Biggen moeten dan immers worden overgelegd, dan wel worden op een andere wijze colostrum krijgen toegediend.

Pariteit, geboortegewicht en colostrum productie en opname en worpgrootte zorgen voor verstrengelde effecten waardoor de effecten van ieder van deze factoren lastig is in te schatten. Bij oudere zeugen duurt de geboorte van alle biggen vaak langer vanwege vervetting en minder baarmoedercontracties, waardoor er bij de biggen eerder zuurstoftekort optreedt. Ook het aantal functionele spenen neemt bij oudere zeugen vaak af. Pariteit wordt dan ook genoemd als één van de predisponerende factoren voor doodgeboren biggen en een langdurig geboorteprocess.

2.4.3 Conditie van de zeug

Voor het grootbrengen van een grote toom biggen, wordt een beroep gedaan op de reserves van de zeug en op de voeding tijdens de lactatie. Voeding van zeugen tijdens de dracht speelt een belangrijke rol bij het terugdringen van biggensterfte vanwege het directe effect op de ontwikkeling van de foetussen en daarmee op het geboortegewicht en de vitaliteit van de biggen. Suboptimale voeding van de zeug wordt beschouwd als één van de oorzaken van binnen-worp variatie in geboortegewicht. De aminozuren samenstelling heeft effect op de ontwikkeling van de placenta. Hoogdrachtige zeugen hebben een grote energiebehoefte, maar een teveel aan energie zorgt voor vetaanzet en remt de uierontwikkeling. Te vette zeugen hebben een hoge insuline-resistentie waardoor de uier te weinig glucose beschikbaar heeft voor de synthese van melksuikers, te weinig voerenergie is ook nadelig voor de colostrumproductie. Gebrek aan vezelrijke voeding en onvoldoende wateropname vergroten het risico op constipatie tijdens en na de partus waardoor de energieopname uit het verteringsapparaat stagneert.

Om de arbeidsinzet te optimaliseren worden geboortes soms met farmacologische interventies opgewekt en gesynchroniseerd. Indien dit echter te vroeg gebeurt wordt een groot deel van de biggen prematuur geboren met een veel lagere overlevingskans. Partusinductie moet niet eerder dan dag 113

plaatsvinden en niet bij gelten omdat het moment van drachtig worden bij deze eersteworpsdieren vaak onnauwkeurig is. Bij een stagnerend verloop van het geboorteprocess door uitputting van de zeug wordt oxytocine toegediend om dit weer op gang te krijgen. Indien dit middel niet goed wordt ingezet kan het leiden tot een hogere biggensterfte. Feyera et al. (2018) toonden aan dat een langer interval tussen de laatste maaltijd en de aanvang van het geboorteprocess tot een energietekort bij de zeug leidt en daarmee tot een langere werpduur. Beperkt doorvoeren tot kort voor het werpen vergroot de kans op vitale biggen. Zij bevelen aan dat hoogdrachtige zeugen tot het moment van werpen minimaal driemaal per dag gevoerd moeten worden.

2.4.4 Kraamomgeving

Zeugen kunnen in de periode voorafgaand aan de partus stress ondervinden door de nieuwe omgeving en de aanstaande geboorte. Dit kan leiden tot rusteloosheid en zelfs tot agressie naar de biggen waardoor deze niet kunnen drinken, onvoldoende energie opnemen, in vitaliteit inboeten en doodgedrukt worden. Met name eersteworpszeugen kunnen pasgeboren biggen opeten. Dit wordt gezien als een uiting van neofobie en/of stress als gevolg van de kraamomgeving.

Risico's voor uierontsteking ontstaan uit een slechte hygiëne en door beschadigingen van uier en tepels als gevolg van competitie tussen biggen. Het is van groot belang dat mastitis tijdig wordt ontdekt en wordt behandeld, maar de zeug moet tevens worden gestimuleerd om voldoende te eten en te drinken. Op sommige bedrijven is sprake van het postpartum dysgalactia syndrome (PDS, voorheen MMA). Dit heeft een multifactoriële oorzaak met stress voorafgaand aan de geboorte, slechte hygiëne, constipatie als gevolg van onvoldoende opname van water of vezelrijk voer en hoge omgevingstemperatuur als predisponerende factoren.

Pasgeboren biggen zijn de meest koudegevoelige hoefdieren vanwege het vrijwel ontbreken van onderhuids vetweefsel en een volledig gebrek aan bruin vet, waardoor ze slecht geïsoleerd zijn. Deels is dit het gevolg van de selectie op magere vlees en grote worpen. Biggen hebben een droge, warme omgeving nodig (ca. 34°C), met name gedurende de eerste levensdagen. Het aanbieden van strooisel kan ook helpen om voor de biggen een beter microklimaat te creëren. Indien de temperatuur voor biggen te laag is, moeten ze in eerste instantie hun lichaamsreserves aanspreken en onmiddellijk met colostrumopname aanvullen om onderkoeling en verhogering te voorkomen. Lichte biggen lopen hierbij extra risico. Zeugen daarentegen hebben een thermoneutrale zone van 18-20°C, maar op de dag van werpen kiezen ze voor een warmere omgeving. Boven een temperatuur van 22-25°C kunnen zeugen via de ademhaling (verdamping) onvoldoende afkoelen waardoor ze minder voer opnemen en in lichaamsconditie afnemen. Bovendien kunnen zeugen onrustig worden van de warmtestress waardoor de kans op doodliggen van biggen toeneemt. Factoren die warmteverlies beïnvloeden zijn luchttemperatuur en -beweging, vloertype, de aanwezigheid van strooisel en de mate waarin de kraamstal is geïsoleerd.

De huisvesting en het ontwerp hebben een grote impact op biggensterfte. De traditionele kraambox zorgt voor een ruimtelijke scheiding tussen zeug en biggen, leidt vanwege het gebrek aan bewegingsvrijheid bij de zeugen tot stress en abnormaal gedrag, maar beperkt tegelijkertijd het doodliggen van biggen. Om doodliggen van biggen bij niet in kraamboxen gehuisveste zeugen tegen te gaan zijn voorzieningen nodig die zeugen bij het gaan liggen ondersteunen en biggen de tijd en gelegenheid geven om zich in veiligheid te stellen. Ook (nestbouw)gedrag van de vrijlopende kraamzeug speelt hierbij een rol en is een ingewikkeld samenspel van omgeving, genotype, fenotype en kraamzorg. Gebruik van alternatieven, waarbij de nadelen voor de zeugen worden opgeheven, is zeer beperkt. Studies laten beperkte verschillen zien tussen systemen waar lacterende zeugen meer of minder bewegingsvrijheid hebben, hoewel outdoor systemen en vrijloopkraamhokken vaker hogere biggensterfte als gevolg van doodliggen laten zien. Naast bewegingsvrijheid van de zeug speelt het comfort van de vloer (isolerende werking, hard- en ruwheid) een rol. Harde, ruwe vloeren zorgen voor huidbeschadigingen (knieën voorpootjes) bij de biggen en tepelbeschadigingen bij de zeug.

2.5 Maatregelen tegen vroege biggensterfte

Gegeven de evolutionaire ontwikkeling van diersoorten die meerlingen werpen, zoals het varken, maken intra-uteriene competitie tussen foetussen en onderlinge rivaliteit bij pasgeborenen deel uit van de natuurlijke selectie. Met als onvermijdelijk resultaat dat onder minder optimale omstandigheden, alleen de sterkste biggen overleven. Tegenover dit 'opportunisme' van het moederdier om bij iedere worp een overmaat aan nakomelingen voort te brengen, zal optimalisatie van het interne (conditie en voeding van de zeug) en het externe milieu (perinatale zorg, colostrum opname, houderijcondities) ervoor moeten zorgen dat ook de zwakkere biggen overleven. Bij het fokken op grotere worpen zal deze opgaande spiraal van kwetsbaarheid van varkenshouders in toenemende mate compenserende managementmaatregelen vragen. De belangrijkste worden in de volgende paragrafen kort besproken.

2.5.1 Fokkerij

Het verband tussen worpgrootte en biggensterfte kan worden beïnvloed door een evenwichtiger fokkerijbeleid, waarbij naast worpgrootte ook kenmerken die bijdragen aan overleving van biggen in het fokdoel worden opgenomen en van een passende weging worden voorzien (Nielsen et al. 2013; Su et al. 2007). Baxter en Edwards (2017) noemen als kenmerken bijvoorbeeld vitaliteit en overleving van biggen, maternaal gedrag en uier- en colostrumkwaliteit van zeugen, binnen-toom variatie in geboortegewicht, baarmoederfunctie en capaciteit van de placenta. Of op deze wijze de sterfte van biggen voldoende kan worden teruggedrongen hangt sterk af van de balans tussen worpgrootte en overlevingskenmerken en van de beschikbaarheid van voldoende data van goede kwaliteit. De zeughouder heeft hierbij slechts beperkte handelingsperspectieven daar het fokkerijbeleid grotendeels wordt bepaald door fokkerijinstellingen die internationaal opereren in een competitieve markt. Bovendien beschikt de zeughouder niet over voldoende informatie om een afgewogen keuze te kunnen maken.

2.5.2 Perinatale zorg

Toezicht en kraamhulp tijdens de geboorte beperkt het aantal doodgeboren biggen. Ook extra zorg voor kwetsbare biggen helpt direct na de geboorte om de biggensterfte te beperken. In landen met een forse arbeidsinzet in de kraamstal zijn de sterftet cijfers relatief laag.

Als een zeug meer biggen heeft dan functionele tepels is het overleggen van biggen na de geboorte noodzakelijk om alle biggen te kunnen zogen. Alternatief is dat een nieuwe toom wordt samengesteld die wordt ondergebracht bij een pleegzeug waarvan de eigen biggen net zijn gespeend. Ook wordt er een getakte vorm van pleegzogen gepraktiseerd waarbij de pasgeboren biggen worden ondergebracht bij een zeug die een week eerder heeft geworpen, waarvan op haar beurt de biggen worden overgelegd naar een zeug die 2 weken eerder heeft geworpen etc. totdat de worpen het speengewicht hebben bereikt. Bij een dergelijke werkwijze wegen de belangen van de lichtste biggen het zwaarst; zij blijven bij voorkeur bij hun moeder of worden ondergebracht in nieuwe tomen met gewichtsgelijken en overgelegd naar zeugen met goede moedereigenschappen en voldoende uierkwaliteit. Over de voordelen van het uniformeren van tomen naar gewicht door overleggen van biggen zijn onderzoekers verdeeld. Dat geldt eveneens voor het gebruik van pleegzeugen voor de opfok van overtollige biggen van andere zeugen, met name vanwege de mismatch tussen de nutriëntenbehoefte van jonge biggen en het aanbod daarvan via de melk van de langer lacterende zeug. Ook het niet kunnen volgen van een 'all-in-all-out' strategie wordt uit oogpunt van ziekteoverdracht beschouwd als een risico. Kunstmatige opfok van surplusbiggen met kunstmelk lijkt goed mogelijk, hoewel er uit oogpunt van biggedrag ook nadelen (onvoldoende bevredigde zuigbehoefte > redirected suckling) zijn beschreven. Aan het volledig opnieuw samenstellen van tomen op basis van overeenkomstig lichaamsgewicht van de biggen lijken vooral nadelen te zitten (veel onrust) terwijl de voordelen met betrekking tot biggensterfte discutabel zijn. Pleegzeugen (DK, NL) en kunstmatige opfok (VS) worden ingezet indien er sprake is van consistent boventallige aantallen biggen. Over de effecten op welzijn, overleving en groei van kunstmatig grootgebrachte biggen ontbreken op dit moment wetenschappelijke feiten.

Het overleggen van biggen moet bij voorkeur gebeuren nadat ze bij de moeder colostrum hebben opgenomen en voordat ze 24 uur oud zijn. Het is van belang om bij het overleggen van biggen vaste uitgangspunten te gebruiken als: 1) overleggen bij meer dan 12 levend geboren biggen of als de zeug onvoldoende functionele spenen heeft; 2) altijd binnen 24 uur na geboorte overleggen; 3) altijd de zwaardere biggen overleggen die zich reeds een speen hebben toegeëigend. Hoewel hierover de meningen zijn verdeeld.

Om doodgeboorte en zwakke biggen te voorkomen moet het geboorteprocés vlot verlopen en verzwakte biggen moeten onmiddellijk na geboorte geholpen worden. Toezicht tijdens de geboorte en zo nodig geboortehulp en kraamzorg gedurende de eerste levensdagen zijn essentieel om de perinatale biggensterfte te reduceren. Zwakke biggen moeten geholpen worden om hun ademhaling op gang te brengen, om de uier te bereiken of moeten kunstmatig gevoed worden. Ook moeten ze warm gehouden worden. Maatregelen die het op gang komen van de ademhaling bij pasgeboren biggen bevorderen bestaan uit het verwijderen van slijm uit de keel en neusgaten, uit het toedienen van zuurstof via een masker, in een zuurstofkamer of via kunstmatige beademing. Toediening van zuurstof, niet alleen bij de biggen die moeite hebben met ademen, maar ook bij lichtere biggen, reduceerde de biggensterfte in één van de studies met 75%. Aanbevolen wordt om de aandacht vooral te richten op oudere zeugen en zeugen waarvan een grote worp wordt verwacht.

Het plaatsen van pasgeboren biggen onder een warmtebron reduceerde de sterfte met 50% of meer. De additionele bijdrage van droogwrijven is niet eenduidig, maar een combinatie van beiden wordt aanbevolen. Vooral lichtere biggen profiteren ervan. Het aanbieden van substraat kan ook helpen om voor de biggen het juiste microklimaat te creëren. Het aan de speen leggen van pasgeboren biggen lijkt vooral voordelig als de biggen voldoende zijn opgewarmd. Omdat de productie van colostrum geen gelijke tred houdt met de toename in worpgrootte, is de beschikbare hoeveelheid colostrum per big bij grote tomen minder. Lichtgeboren biggen lijken gedurende de zoogperiode, mits voldoende melk kan worden opgenomen, 'inhaalgroei' te kunnen vertonen. Het aanvullend verstrekken van (kunst)melk helpt om de lichtere biggen op een relatief hoog gewicht te spenen. Effecten op lifetime gezondheid en welzijn zijn onbekend.

Zeugen kunnen in de periode voorafgaand aan de partus stress ondervinden door de nieuwe omgeving en de aanstaande geboorte, wat versterkt kan worden door een laat verplaatsingstijdstip. Dit kan leiden tot rusteloosheid en zelfs tot agressie waardoor biggen niet kunnen drinken, onvoldoende energie opnemen, in vitaliteit inboeten en doodgedrukt worden. Een zeugvriendelijke benadering voorafgaand aan de geboorte leidt bij zeugen tot minder angst en agressie en beter maternaal gedrag en daarmee tot minder biggensterfte. Ook het om-en-om huisvesten van gelten en oudere zeugen in de kraamstal helpt om gelten tot rust te laten komen. Onvoldoende melkproductie bij zeugen wordt veroorzaakt door uierontsteking, een verstoorde toeschietreflex als gevolg van pijn of stress, onvoldoende voer- of wateropname of ziekte. Een goede conditie, minimale hittestress en substraat voor nestbouwgedrag voorkomt dat de zeug gefrustreerd raakt. Stress rond de partus kan worden verminderd door zeugen stro te verstrekken en te zorgen dat ze gewend zijn aan de nabijheid van mensen en daarvoor geen angst hebben. Ook het tijdig verplaatsen van hoogdrachtige zeugen naar het kraamhok helpt hen daar tijdig aan gewend te raken. Plotselinge en harde geluiden, inclusief die van naburige biggen die worden gehanteerd en van voeren en schoonmaken zorgen voor onrust waardoor het geboorteprocés vertraagd en biggen eerder zuurstoktekort krijgen. Ook wordt gesteld dat het geluid van ventilatoren (85dB) kan interfereren met de communicatie tussen zeug en biggen en daardoor de cyclische zoogbeurten kan verstoren waardoor de onderlinge voernijd tussen biggen toeneemt en de opname van colostrum of melk wordt beperkt. Hoewel de wetenschappelijke evidentie dat deze maatregelen doodgeboorte reduceren ontbreekt, wordt stressreductie in alle drie de reviewartikelen genoemd als maatregel om biggensterfte te reduceren.

2.5.3 Voeding

Voeding van zeugen tijdens de dracht speelt een belangrijke rol bij het terugdringen van biggensterfte vanwege het directe effect op de ontwikkeling van de foetussen en daarmee op het geboortegewicht en de vitaliteit van de biggen. Energie-inhoud, maar ook de eiwit (aminozuren) samenstelling zijn voor de voeding tijdens de dracht belangrijke factoren. De binnen-worp variatie in geboortegewicht

vertoont een negatief verband met de overleving en groei van biggen. Suboptimale voeding van de zeug wordt beschouwd als één van de oorzaken van deze variatie. Er blijkt een positief verband tussen geboortegewicht en energie-opname van de zeug gedurende de dracht, met name bij multiparae. Maar daar zit een grens aan. Te veel energie opname tijdens de dracht kan ook negatief werken door te vette zeugen en het negatieve effect op voeropname in kraamstal. Toevoegen van lactose en dextrose aan het voer van zeugen, in de voorafgaande lactatie en gedurende het interval spenen-bronst verhoogde het aantal gespeende biggen en verlaagde de variatie in geboortegewicht. Verstrekken van extra energie in de late dracht laat slechts een marginale verhoging van het geboortegewicht zien dat over studies niet consistent is. Hoogdrachtige zeugen hebben een grote energiebehoefte, maar een teveel aan energie zorgt voor vetaanzet en remt de uierontwikkeling. Te vette zeugen hebben een hoge insuline-resistentie waardoor de uier te weinig glucose beschikbaar heeft voor de synthese van melksuikers, te weinig voerenergie is ook nadelig voor de colostrumproductie. Toevoeging van vet aan het rantsoen tijdens de dracht en van glutamine tijdens de lactatie verhoogt de melkproductie van de zeug en bevordert bij biggen hun darmgezondheid, groei en overlevingskansen. De aminozuren samenstelling heeft onder andere effect op de ontwikkeling van de placenta en ook de toevoeging van essentiële vetzuren tijdens de late dracht had een positief effect op de vitaliteit van biggen. Met name toevoeging van L-arginine of L-glutamine verhoogt bij kleinere tomen het geboortegewicht en de vitaliteit van biggen. Om zeugen beter voor te bereiden op het uitputtende geboorteprocés (kan wel 9 uur duren) voorkomt vezelrijke voeding constipatie en zorgt dit voor een grotere en langduriger opname van energie vanuit het verteringsapparaat. Van vezelrijke voeding zijn overigens ook positieve effecten op de colostrum opname bij biggen bekend.

Hulp bij het zogen, 'split suckling' en bijvoeren zijn maatregelen die zorgen dat elk van de biggen een deel van de colostrum op kan nemen. Split suckling houdt in dat de zwaardere biggen gedurende de eerste 2 uur na geboorte in afgesloten, verwarmde ruimte worden geplaatst terwijl de lichtere toomgenoten bij de zeug kunnen drinken. Een gunstig effect op biggensterfte is echter niet aangetoond, evenmin als op immuniteit. Ook heeft deze werkwijze als nadeel dat het erg veel tijd kost. In de praktijk bestaat bijvoeding uit het toedienen van colostrum, kunstmelk of glucose aan zwakke biggen of aan biggen van zeugen die te weinig colostrum produceren. Het succes ervan m.b.t. biggensterfte lijkt sterk afhankelijk van de inzet en vaardigheden van de diervorzorger. Om uitdroging te voorkomen moeten biggen, vooral als het warm is, vanaf geboorte water uit een drinkbakje kunnen opnemen.

2.5.4 Huisvesting en klimaat

De huisvesting en het ontwerp hebben een grote impact op biggensterfte. De traditionele kraambox zorgt voor een ruimtelijke scheiding tussen zeug en biggen, leidt vanwege het gebrek aan bewegingsvrijheid bij de zeugen tot stress en abnormaal gedrag, maar beperkt tegelijkertijd het doodliggen van biggen. Om doodliggen van biggen bij niet in kraamboxen gehuisveste zeugen tegen te gaan zijn voorzieningen nodig die zeugen bij het gaan liggen ondersteunen en biggen de tijd en gelegenheid geven om zich in veiligheid te stellen. Gebruik van alternatieven, waarbij de nadelen voor de zeugen worden opgeheven, is echter zeer beperkt. Studies laten beperkte verschillen zien tussen systemen waar lacterende zeugen meer of minder bewegingsvrijheid hebben, hoewel outdoor systemen vaker hogere biggensterfte als gevolg van doodliggen laten zien. Naast bewegingsvrijheid van de zeug speelt het comfort van de vloer (isolerende werking, hard- en ruwheid) een rol. Harde, ruwe vloeren zorgen voor huidbeschadigingen (knieën voorpootjes) bij de biggen en tepelbeschadigingen bij de zeug.

Zeugen hebben een thermoneutrale zone van 18-20°C. Als zeugen het te warm hebben nemen ze minder voer op en neemt hun lichaamsconditie af, wat leidt tot een langer interval spenen-bronst. Bovendien kunnen zeugen onrustig worden van de warmtestress waardoor de kans op doodliggen van biggen toeneemt. Boven een temperatuur van 22-25°C kunnen zeugen via de ademhaling (verdamping) onvoldoende afkoelen waardoor hun voeropname en melkproductie afneemt. Effecten op biggensterfte zijn bij deze temperaturen echter (nog) niet te verwachten. Hittestress lijkt voor zeugen vooral een probleem bij temperaturen boven de 28°C. De temperatuur in de kraamstal beheersen en hoogdrachtige en kraamzeugen bij heet weer koelen wordt aanbevolen. Dat kan met druppelkoelers, luchtkoeling en vloerkoeling.

Pasgeboren biggen zijn bijzonder gevoelig voor afkoeling omdat ze weinig onderhuidse vetreserves hebben en slecht geïsoleerd zijn. Biggen hebben een droge, warme omgeving nodig (ca. 34°C), met name gedurende de eerste levensdagen. Biggen moeten daardoor worden bijverwarmd met een warmtelamp, een warmtemat, door lokale vloerverwarming of in een biggenkist. Om de zeug te behoeden voor deze warmte is het biggenest ruimtelijk gescheiden van de zeug. Gedurende de eerste 1-2 dagen hebben biggen echter een sterke voorkeur om dicht bij de zeug te liggen. Het gedrag van de biggen is door het aantrekkelijker maken van het biggenest of het bij de zeug liggen onaantrekkelijker te maken slechts beperkt stuurbaar gebleken.

Vloerverwarming helpt de pasgeboren biggen op temperatuur te komen, waardoor ze eerder drinken en de biggensterfte afneemt. Ook zeugen prefereren gedurende 1-3 dagen na de partus een warme vloer (33,5°C) en het lijkt erop dat ze daar geen hittestress van ondervinden. Aanbevolen wordt om zeugen evenwel de mogelijkheid te bieden om de warme vloer desgewenst te vermijden. De voordelen van het plaatsen van een warmtelamp in de buurt van de zeug zijn op basis van de literatuur niet eenduidig.

Factoren die warmteverlies beïnvloeden zijn luchttemperatuur en -beweging, vloertype, de aanwezigheid van strooisel en de mate waarin de kraamstal is geïsoleerd. Diep stro (10-15cm) beperkt bij vrijlopende zeugen onderkoeling en doodliggen van biggen en maakt het tijdig opnemen van colostrum minder kritisch. Voor dichte vloeren, bij omgevingstemperaturen van maximaal 22°C wordt een laag stro van minimaal 2,5 cm aanbevolen. Bij zeugen op roostervloeren moet de plaats waar de biggen liggen zijn afgedekt (bij voorkeur met een geïsoleerde mat) om tocht en daarmee afkoeling van de biggen te voorkomen.

2.6 Conclusies

Biggensterfte is een belangrijk dierenwelzijns- en bedrijfseconomisch probleem dat in overwegende mate is terug te voeren op een laag geboortegewicht van de biggen als gevolg van grotere worpen en een tekort aan spenen bij de zeug. In deze paragraaf bespreken we de uitkomsten van het literatuuronderzoek in het licht van de gestelde beleidsvragen.

2.6.1 Vroege sterfte van biggen op varkensbedrijven met voor Nederland gangbare veehouderijsystemen

Wat opvalt is dat er slechts beperkt onderzoek is gepubliceerd waarin de sterfte van biggen op gangbare Nederlandse varkensbedrijven systematisch is onderzocht. Temeer omdat dit onderzoek meer dan 10 jaar geleden heeft plaatsgevonden, kan de geldigheid en volledigheid van de gevonden informatie als referentie voor de huidige sterftcijfers op praktijkbedrijven worden betwijfeld. Uit post mortem onderzoek van Leenhouders et al. (2001) bleek 88,5% van de doodgeboren biggen rond de geboorte te zijn gestorven. Van deze 232 biggen was 6% net voor, 75% tijdens en 19% net na de geboorte gestorven. Dat betekent dat, ongeacht levend of dood geboren, vrijwel alle biggen tot kort voor de geboorte in leven waren. Dat levend of dood geboren in de praktijk zonder post mortem onderzoek niet zuiver kan worden onderscheiden, pleit ervoor om beide onder de noemer 'perinatale biggensterfte' te brengen. Op basis van de literatuur kan de gemiddelde perinatale biggensterfte in Nederland worden becijferd op 18,5% op gangbare bedrijven (inclusief gemiddeld 6,2% doodgeboren biggen) en op 29,4% op biologische bedrijven (inclusief gemiddeld 6,6% doodgeboren biggen). De literatuur geeft daarbij blijk van een grote variatie in biggensterfte, zowel tussen bedrijven, als binnen bedrijven tussen worpen.

2.6.2 Vroege sterfte van biggen in Nederland ten opzichte van sterfte in andere landen

In figuur 3 zijn de bevindingen uit de literatuur (tabel 1) in een boxplot weergegeven. Daaruit kan in de eerste plaats worden geconcludeerd dat de perinatale biggensterfte in Nederland past binnen de variatie in biggensterfte in andere landen en gemiddeld niet hoger ligt. Afgezien van een gebrek aan actualiteit is er op basis van de literatuur geen aanleiding om te veronderstellen dat de sterftcijfers

van biggen op gangbare en biologische zeugenbedrijven in Nederland afwijken van de sterftcijfers die elders zijn vastgesteld. Internationaal is er de afgelopen decennia geen vooruitgang geboekt in het verlagen van de sterfte van levend geboren biggen, die zich tussen de 12 en 13% beweegt (figuur 1). Met een gemiddeld percentage sterfte bij levend geboren biggen van 12,3% loopt Nederland hiermee internationaal niet uit de pas. Internationaal vertonen de cijfers uit de verschillende studies een grote variatie, waarschijnlijk ook als gevolg van verschillen in registratie en berekeningswijze, genetische verschillen in zeugenlijnen en verschillen in tijd dat het geleden is dat het onderzoek is uitgevoerd.

2.6.3 Oorzaken van vroege sterfte bij biggen

In de kern is vroege sterfte van biggen terug te voeren op de aangeboren opportunistische eigenschap van het varken om iedere keer als een zeug drachtig wordt, een 'overmaat' aan biggen aan te leggen. Afhankelijk van de condities, aanvankelijk in de baarmoeder, later na de geboorte bij de zeug of binnen een groep van zeugen, overleven er meer of minder biggen. Deze aangeboren eigenschap is door selectie op worpgrootte aanzienlijk versterkt, waardoor de condities in en buiten de baarmoeder in toenemende mate ontoereikend zijn om de ontwikkeling en de vitaliteit van steeds grotere aantallen biggen te ondersteunen. Met als gevolg meer (premature) biggen met een relatief laag geboortegewicht die net voor, tijdens of net na de geboorte door zuurstofgebrek sterven of als ze leven worden geboren niet tijdig voldoende colostrum opnemen, daardoor teveel afkoelen, vitaliteit verliezen en in een neerwaartse spiraal geraken en uiteindelijk sterven.

2.6.4 Maatregelen om vroege sterfte bij biggen te reduceren

Eensluidend wordt in drie recente reviewartikelen (Baxter en Edwards, 2017; Muns et al. 2016; Kirkden et al. 2013) geconcludeerd dat biggensterfte een internationaal en multifactorieel probleem is dat een integrale aanpak vergt. Excellent management zal in de toekomst een belangrijke voorwaarde zijn om de negatieve gevolgen van verdergaande selectie op worpgrootte te compenseren. Voor het beter toesnijden in de praktijk van het management op de specifieke bedrijfssituatie zijn recent een checklist en protocollen ontwikkeld (Bigvitaliteit 2018a, 2018b, 2018c). Globaal zal inzet via de volgende vier sporen de sterfte van biggen kunnen beperken:

- 1) Fokkerij: Internationaal opererende fokkerijorganisaties als Topigs Norsvin en DanBred bepalen via hun fokprogramma's, de reproductie-eigenschappen van zeugen, waaronder worpgrootte, het aantal levende biggen in een worp vijf dagen na het werpen, maternaal gedrag en bigoverleving. Het relatieve gewicht van deze kenmerken in het fokdoel heeft grote invloed op de sterfte van biggen. De varkenshouder heeft maar beperkte keuzevrijheid in de berenlijn of opfokzeugen. Bij eigen aanfok van opfokzeugen kan hij echter wel selecteren op zeugen met een goed maternaal gedrag en voldoende (16) functionele spenen.
- 2) Perinatale zorg
 - a. Een goede mens-dierrelatie en vroegtijdig de zeug naar het kraamhok verplaatsen om stress rond partus te minimaliseren;
 - b. Frequente controle rond het werpen, biggen onder de lamp leggen, aan het uier leggen en eventueel de eerstgeboren of zwaarste biggen tijdelijk afzonderen om de lichtere en minder vitale biggen een kans te geven;
 - c. Vaste persoon, met "gevoel voor zorg" die zorgvuldig volgens protocol werkt. Indien mogelijk worpen "concentreren", bijvoorbeeld met een meerwekensysteem. Dit geeft meer mogelijkheden om biggen over te leggen en op gezette tijden efficiëntere (en langduriger) geboortebewaking;
 - d. Bij ongelijke toomgroottes en bij meer biggen dan functionele spenen, biggen tussen 12 en 24 uur na de partus overleggen of gebruik maken van pleegmoeders;
 - e. Geen behandelingen of ingrepen gedurende de eerste drie dagen.
- 3) Voeding
 - a. Voer de zeugen met voldoende vezels zodat de mest smeugig blijft en verstopping wordt voorkomen;

-
- b. Overschakelen naar lactovoer ruim voor het werpen of kort na het werpen om verstopping te voorkomen;
 - c. Ook op de dag van het werpen de zeug blijven voeren;
 - d. Ruim water verstrekken rond het werpen;
 - e. Bij meer biggen dan functionele spenen additioneel kunstmelk verstrekken.

4) Huisvesting en klimaat

- a. Warme opvang van de pasgeboren biggen, voorkom tocht;
- b. Met een apart biggenest hebben zowel zeug als biggen een juist microklimaat
- c. Vloerverwarming in het biggenest
- d. Ruimtetemperatuur na werpen voor de zeug snel afbouwen; daarvoor is het van belang dat zeugen in een kort tijdsbestek werpen en dat er met all-in-all-out gewerkt wordt.

Een goed euthanasieprotocol is tenslotte cruciaal om bij biggen die te weinig levenskrachtig zijn, onnodig lijden te voorkomen. Het is wenselijk dat hier in cursussen aandacht aan besteed wordt.

3 Sterfte van kalveren van melkkoeien

Voor de afbakening van het literatuuronderzoek naar sterftepercentages bij kalveren wordt onder vroege sterfte verstaan de sterfte van vldrugen kalveren (draagtijd van minimaal 260 dagen) binnen 14 dagen na de geboorte, inclusief sterfte vlak voor en tijdens de partus. De afbakening tot 14 dagen leeftijd is gekozen omdat kalveren tot die leeftijd verblijven op het melkveebedrijf waar ze zijn geboren. Na deze periode worden met name stierkalveren van het melkveebedrijf verplaatst naar het vleeskalverenbedrijf. Op het vleeskalverenbedrijf spelen bij sterfte ook andere risicofactoren een rol. Bovendien verschilt de verdere levensloop van aangehouden en afgevoerde kalveren sterk. Stierkalveren die daarna als vleeskalf worden gehouden worden in het algemeen binnen het eerste levensjaar geslacht, terwijl de kalveren die worden opgefokt ter vervanging van melkkoeien gemiddeld op een leeftijd van ruim 26 maanden voor het eerst zullen afkalven (CRV 2019).

3.1 Terminologie en definities

In de wetenschappelijke literatuur worden in verband met vroege sterfte meerdere termen gebruikt, zoals doodgeboorte (stillbirth), perinatale sterfte, postnatale sterfte, levensvatbaarheid (livability) (Martinez et al. 1983a, 1983b), overleving (survival) en sterfte voor het spenen (pre-weaning mortality) (Maltecca et al. 2006). Voor doodgeboorte worden bovendien verschillende definities gebruikt: in een aantal studies omvat dit zowel dieren die voor of tijdens de partus zijn gestorven als dieren die binnen een bepaald tijdsbestek daarna zijn gestorven. Mee (2004) stelt dat 75% van de perinatale sterfte in Ierland optreedt tijdens de partus of binnen een uur daarna, 10% voor de partus en 15% later dan een uur na de partus. Omdat het merendeel van de perinataal gestorven kalveren in leven was bij aanvang van de partus, zou een groot deel van deze sterfte volgens Mee (2008) te voorkomen zijn. Onderscheid tussen doodgeboorte en sterfte binnen 24 of 48 uur wordt bij analyses vaak niet gemaakt (Cole et al. 2007), maar is waarschijnlijk wel relevant met het oog op risicofactoren en impact van management. De op deze manier gedefinieerde "doodgeboorte" komt overeen met wat anderen "perinatale sterfte" noemen. Ook voor dit begrip worden in de literatuur meerdere definities vermeld, waarbij met name de lengte van het in beschouwing genomen tijdvak na de partus kan variëren van 24 (Mee et al. 2008; Hoedemaker et al. 2010), 48 (Johanson and Berger 2003; Mee et al. 2014) tot 72 (Santman-Berends et al. 2019) uur.

In studies naar overleving wordt het percentage dieren dat op één of meerdere intervallen na de geboorte nog in leven is als maat gebruikt; meestal betreft dit langere periodes (Closs and Dechow 2017). Raboisson et al. (2013) onderscheidde sterfte binnen 2 dagen, tussen 3 dagen en 1 maand, tussen 1 en 6 maanden en tussen 6 maanden en de 1^e afkalving. Ook voor postnatale sterfte bestaat geen algemeen geaccepteerde uniforme definitie. Compton et al. (2017) stellen dan ook vast dat sterftcijfers van verschillende studies lastig zijn te vergelijken o.a. vanwege verschillen in definities en verschillen in berekeningswijzen. Santman-Berends et al. (2019) vergeleken 10 verschillende definities van kalversterfte. Daaruit blijkt dat hoe kalversterfte wordt gedefinieerd, grote invloed heeft op de hoogte van de sterftepercentages.

Bij melkvee zijn geboortemoeilijkheden een belangrijke oorzaak voor sterfte van pasgeboren dieren (Martinez et al. 1983a, 1983b; Meyer et al. 2001; Hoedemaker et al. 2010; GHAVI 2014), al is de relatie tussen oorzaak en gevolg niet altijd helder. Vrijwel alle studies waarin de relatie tussen geboorteverloop en perinatale sterfte wordt onderzocht wijzen echter op een sterk verband tussen (moeilijker) geboorteverloop en (meer) perinatale sterfte (Brickell et al. 2009; Gulliksen et al. 2009; Azizzadeh et al. 2012; Barrier et al. 2013; Al-Samarai 2014). Zowel voor moeilijke geboortes als voor doodgeboorte en perinatale sterfte geldt dat er een aanzienlijk niveauverschil is tussen 1^e en hogere pariteiten (Ouweltjes et al. 2014). Oorzaken voor vroege sterfte kunnen daarom verschillen voor vaarzen en koeien. Uit het onderzoek van Meyer et al. (2001) bleek dat de invloed van geboortemoeilijkheden bij de 1^e pariteit groter was dan bij hogere pariteiten. Onderzoek van Barrier et al. (2013) liet zien dat doodgeboren kalveren bij zwaar geboorteverloop meer verschijnselen van

trauma en kneuzingen vertoonden dan doodgeboren kalveren na vlot of normaal verlopen geboortes. Uit pathologisch onderzoek bleek dat de helft van de doodgeboren kalveren had geademd, en dus leefde tijdens de partus. Zowel geboortemoeilijkheden als bepaalde anatomische kenmerken (o.a. lichaamslengte en BMI) waren gerelateerd aan perinatale sterfte. Zware geboortes leiden overigens niet alleen tot verhoogde perinatale sterfte, maar hangen ook samen met verhoogde sterfte tot 30 dagen leeftijd (Lombard et al. 2007).

3.2 Trends in vroege sterfte

Vroege sterfte van kalveren is niet alleen in Nederland een probleem (Ouweltjes et al. 2015), maar wordt ook internationaal als een belangrijk welzijnsissue gezien. Mee (2013) suggereert bovendien dat de problematiek toeneemt maar dat deze door gebrekkige registratie op zowel bedrijfs- als populatieniveau niet goed wordt onderkend. Meyer et al. (2001) vonden een stijgende trend tussen 1985 en 1996 voor doodgeboorte in de USA, zowel voor 1^e als latere afkalvingen (van 9.5% naar 13.2% resp. van 5.0% naar 6.6%). Een stijging werd ook gevonden voor Deense Holsteins tussen 1985 en 2002 (Hansen et al. 2004: van 7.1% naar 9% voor 1^e afkalvingen). Deze onderzoekers weten de negatieve genetische trend aan het toenemend gebruik van Holstein Frisian stieren in de Deense koeienpopulatie. Ook Gustafsson et al. (2007) rapporteerden een stijgende trend voor doodgeboortes bij eerstekalfsdieren (van 6% naar 11% in 25 jaar tijd), en een stijging van zware afkalvingen van 6 naar 7%. Zij geven aan dat er bij 2^e afkalvingen een veel kleinere toename van het percentage doodgeboorte is geweest.

Ouweltjes et al. (2015) vonden op basis van 18.628.642 records van de Coöperatie Rundveeverbetering (CRV; waaronder 5.086.092 van eerstekalfs dieren), verzameld voor de periode 1993-2012, een gemiddeld stijgende trend voor perinatale sterfte van kalveren van eerstekalfsdieren. In de jaren 2011 en 2012 leek daarin een kentering zichtbaar (Ouweltjes et al. 2014). Door Santman-Berends et al. (2014) is een toename van sterfte van kalveren tussen 3 dagen en 1 jaar gerapporteerd, waarvan het merendeel in de 1^e levensmaand stierf. Perrin et al. (2011) vonden voor de jaren 2003 t/m 2009 ook een significante toename van sterfte voor meerdere leeftijdscategorieën, en wijten dat ten dele aan de verspreiding van blauwtong in 2007 en 2008. Een toename van perinatale sterfte tussen 1989 en 2014 wordt ook gerapporteerd door Compton et al. (2017) in een uitgebreid literatuuronderzoek. Neonatale sterfte zou echter volgens dat onderzoek niet zijn toegenomen.

3.3 Vroege sterfte in de praktijk

In de wetenschappelijke literatuur zijn de nodige cijfers te vinden over sterfte van kalveren binnen het eerste levensjaar. In bijlage 2 is een overzicht gegeven, en wordt een beknopte context bij de cijfers vermeld. In tabel 2 en in figuur 4 zijn de belangrijkste bevindingen uit deze bijlage samengevat.

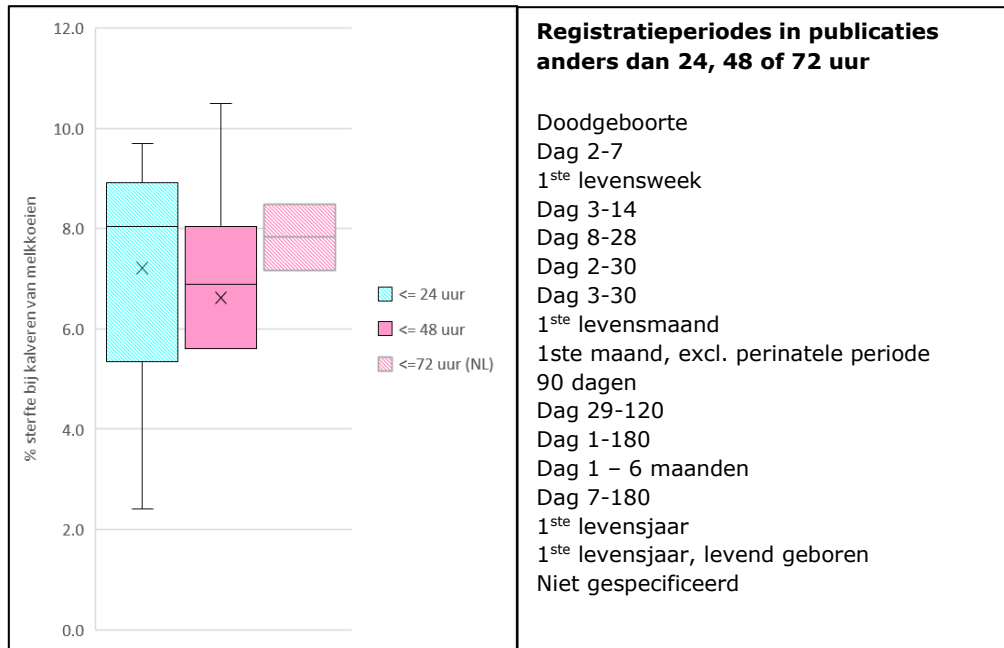
De meeste publicaties betreffen ofwel een kortere of langere periode dan 14 dagen na afkalven, en sommige betreffen specifieke diercategorieën zoals vaarzen. Veel studies vermelden wel gemiddelde sterftepercentages, maar geen variatie tussen bedrijven. Uit enkele van de referenties blijkt echter dat er een aanzienlijke variatie tussen bedrijven voorkomt. Raboisson et al. (2013) rapporteerden dat 26% van de bedrijven in Frankrijk bij kalveren van 0-2 dagen oud geen enkele sterfte had. Op 44% van de bedrijven vond bij kalveren van 3 dagen tot 1 maand oud geen sterfte plaats. Deze onderzoekers suggereren dat een sterftepercentage van 1 tot 2% op bedrijfsniveau mogelijk is. Mellado et al. (2014) rapporteerden bij een gemiddelde sterfte van kalveren van melkkoeien tussen 1 en 21 dagen na afkalven (neonatale sterfte) van 14% een variatie tussen bedrijven van 7.0 tot 29.1% op 8 grote Mexicaanse melkveebedrijven. Voor 32 Nieuw-Zeelandse melkveebedrijven vonden Cuttance et al. (2017) verschillen tussen bedrijven in perinatale sterfte en sterfte tot aan spenen van 2.2 tot 8.6% resp. 0 tot 11%. Winder et al. (2018) rapporteerden voor Canadese melkveebedrijven gemiddeld 6.4 resp. 2.4% kalversterfte voor en na spenen, maar beide cijfers hadden aanzienlijke standaarddeviaties. Zucali et al. (2013) rapporteerde een gemiddelde en maximale perinatale sterfte van 8.8% resp. 30.8% en een gemiddelde en maximale sterfte tussen dag 1 en spenen van 8.9% resp. 28% voor 28 Italiaanse melkveebedrijven.

Tabel 2 Gemiddelde sterftepercentages van kalveren van melkkoeien zoals vermeld in de literatuur en binnen registratieperiode gesorteerd van laag naar hoog.

Bron	land	% sterfte	Registratieperiode na geboorte
(Bleul 2011)	Zwitserland	2,4	24 uur
(Mee et al. 2008)	Ierland	4,3	24 uur
(Cuttance et al. 2017)	Nieuw Zeeland	5,7	24 uur
(Kayano et al. 2016)	Japan	7,7	24 uur
(Brickell et al. 2009)	Verenigd Koninkrijk	7,9	24 uur
(Lombard et al. 2007)	VS	8,2	24 uur
(Voljč et al. 2019)	Slovenië	8,2	24 uur
(Zucali et al. 2013)	Italië	8,8	24 uur
(Hoedemaker et al. 2010)	Duitsland	9,3	24 uur
(Gundelach et al. 2009)	Duitsland	9,7	24 uur
(Adamec 2002)	VS	1,7	48 uur
(Martinez et al. 1983a)	VS	5,6	48 uur
(Raboisson et al. 2013)	Frankrijk	6,7	48 uur
(Johanson en Berger 2003)	VS	7,1	48 uur
(Martinez et al. 1983a)	VS	7,6	48 uur
(Hinrichs en Thaller 2011)	Duitsland	8,2	48 uur
(Martinez et al. 1983a)	VS	10,5	48 uur
(Ouweltjes et al. 2014)	Nederland	13,1 ¹	72 uur
(Ouweltjes et al. 2014)	Nederland	4,9 ²	72 uur
(Ouweltjes et al. 2014)	Nederland	7,2 ³	72 uur
(Santman-Berends et al. 2019)	Nederland	8,5	72 uur
(Bleul 2011)	Zwitserland	0,5	Dag 2 – 7
(Bleul 2011)	Zwitserland	0,7	Dag 29-120
(Bleul 2011)	Zwitserland	1,3	Dag 8 – 28
(Fuerst-Waltl en Fuerst 2010)	Oostenrijk	1,9	dag 3 – 30
(Santman-Berends et al. 2019)	Nederland	3,3	Dag 3 - 14
(Gulliksen et al. 2009)	Noorwegen	3,4	Doodgeboorte
(Yao et al., 2014)	VS	3,7	niet gespecificeerd
(Voljč et al. 2019)	Slovenië	4,3	dag 2-30
(Gulliksen et al. 2009)	Noorwegen	4,6	1 ^{ste} levensjaar, levend geboren kalveren
(Meyer et al. 2001)	VS	5,0	niet gespecificeerd
Yao et al., 2014)	VS	5,1	niet gespecificeerd
(Adamec 2002)	VS	5,1	Doodgeboorte
(Seppä-Lassila et al. 2016)	Finland	5,2	7 dagen
(Raboisson et al. 2013)	Frankrijk	5,7	1 ^{ste} levensmaand excl. perinatale periode
(Seppä-Lassila et al. 2016)	Finland	5,7	dag 7 – 180
(Perrin et al. 2011)	Frankrijk	6,0	niet gespecificeerd
Yao et al., 2014)	VS	6,3	niet gespecificeerd
(Meyer et al. 2001)	VS	6,6	niet gespecificeerd
(Brickell et al. 2009)	Verenigd Koninkrijk	6,8	Dag 1 – 6 maanden leeftijd
(Buttigieg et al. 2016)	Malta en Gozo	7,1	dag 1 – 180
(Gulliksen et al. 2009)	Noorwegen	7,8	eerste levensjaar
(Wathes et al. 2008)	Verenigd Koninkrijk	7,9	Doodgeboorte
(Perrin et al. 2011)	Frankrijk	7,9	niet gespecificeerd
(Johanson et al. 2011)	VS	8,8	niet gespecificeerd
(Meyer et al. 2001)	VS	9,5	niet gespecificeerd
(Wathes et al. 2008)	Verenigd Koninkrijk	11,3	1 maand
(Meyer et al. 2001)	VS	13,2	niet gespecificeerd

¹ Eerstekalfsdieren; ² Meerderekalfsdieren; ³ Gemiddeld voor alle koeien

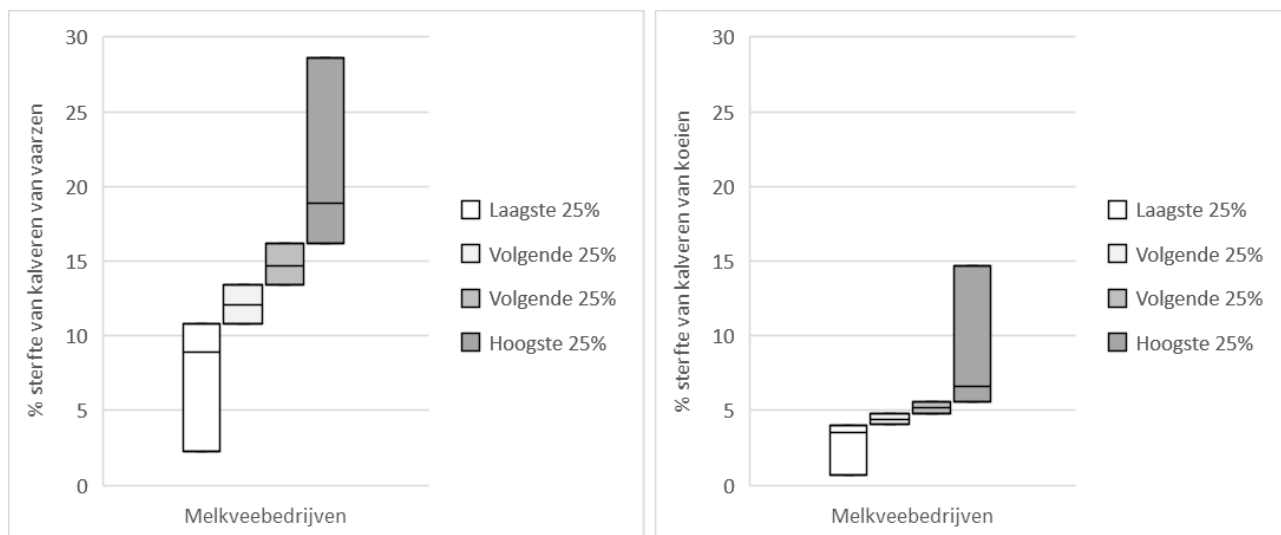
Weller en Ezra (2016) vonden positieve fenotypische trends voor doodgeboorte voor Israëliëse Holstein vaarzen en koeien geboren tussen 1983 en 2007, maar een negatieve genetische trend voor doodgeboorte voor vaarzen geboren in dezelfde periode. Het verschil tussen fenotypische en genetische trend duidt op tekortkomingen in de houderijomgeving. Bedrijfsverschillen in perinatale sterfte van kalveren van vaarzen blijken substantieel te zijn met percentages variërend van 2 tot 28% (Ouweltjes et al. 2014). De negatieve trend (stijgende perinatale sterfte) die voor de populatie als geheel werd gevonden bleek zowel voor te komen op de bedrijven met relatief lage als op de bedrijven met relatief hoge sterftecijfers. Overigens bleek de perinatale kalversterfte op bedrijfsniveau aanzienlijk lager te zijn dan die voor alleen vaarzen-afkalvingen. Wel bleek op bedrijfsniveau de sterfte van kalveren, geboren uit eerstekalfsdieren dan wel uit multiparae, sterk gerelateerd.



Figuur 7 Boxplots voor het gemiddelde percentage sterfte van kalveren van melkkoeien, geregistreerd over wisselende periodes na de geboorte (24, 48 en 72 uur). Voor de overige aangetroffen publicaties illustreert de tekstbox rechts de sterk wisselende periodes waarover is geregistreerd.

De gemiddelde sterfte van kalveren is recent over een periode van vijf jaar (1 juli 2012 t/m 30 juni 2017) voor 16.750 melkveebedrijven in Nederland (> 98% van alle melkveebedrijven) vastgesteld. Santman-Berends et al. (2019) combineerden voor hun analyse I&R-data (Rijksdienst Voor Ondernemend Nederland), gegevens van de organisatie voor kwaliteitsborging in de zuivel (Qlip) en kadaverregistraties (Rendac, Son). De berekeningsmethode met als noemer het aantal geboren kalveren en als teller het aantal gestorven kalveren werd als wetenschappelijk correct, begrijpelijk voor veehouders en bruikbaar voor monitoring geïdentificeerd. Volgens deze berekeningswijze bleek de sterfte binnen drie dagen na de geboorte (perinatale sterfte) 8,5% te bedragen. Tot en met de eerste 14 dagen na de geboorte (peri- en postnatale sterfte) bleek de gemiddelde sterfte 11,5%. Ouweltjes et al. (2014) vonden bij kalveren tot de leeftijd waarop deze verplicht moeten worden geormerkt⁵, een gemiddelde sterfte van 7,2%, berekend over de 20 jaar daarvoor (1993-2012). Zij gebruikten daarvoor gegevens over levensvatbaarheid van kalveren uit de CRV-database die geselecteerd zijn voor de fokwaardenschattning voor levensvatbaarheid. Gegevens van meerling geboorten, ET-kalveren, vaarzen met een leeftijd bij afkalven van minder dan 640 of meer dan 1075 dagen of een draagtijd van minder dan 260 of meer dan 300 dagen komen in deze dataset niet voor omdat ze niet voldoen aan de eisen voor de fokwaardenschattning (Ouweltjes et al. 2014). Het verschil in selectie van data kan hebben bijgedragen aan de gevonden verschillen in perinatale sterfte, maar het valt ook niet uit te sluiten dat het niveau van perinatale sterfte enigszins is gestegen.

⁵ Binnen 3 werkdagen nadat een kalf is geboren dient de houder bij het kalf in beide oren een oormerk aan te brengen en dit met een Geboortemelding in I&R te melden.



Figuur 8 Kalversterfte binnen drie dagen na geboorte voor kalveren van eerstekalfsdieren (vaarzen) en meerderekalfs-dieren (koeien) over de periode 1993-2012, weergegeven als gemiddelde (lijn binnen box) en minimum/maximum (uiteinden box) voor de vier kwartielen van de dataset (18.628.642 afkalvingen op 33.710 verschillende ubn's; ontleend aan Ouweltjes et al., 2014).

Ouweltjes et al. (2014) toonden een relatief groot verschil aan tussen de perinatale sterfte van kalveren van eerste- (13,1%) en kalveren van meerderekalfsdieren (4,9%). Bij het gemiddelde van 13,1% sterfte bij kalveren van eerstekalfsdieren bleken er ook aanzienlijke verschillen tussen bedrijven variërend van 2 tot 28% (figuur 8). Duidelijk is dat de problematiek van vroege sterfte tussen bedrijven aanzienlijk varieert en aan de uiteinden van het spectrum voor kalversterfte zowel voor kalveren van vaarzen (links) als voor kalveren van koeien (rechts) flinke uitschietersvoorkomen, zowel naar boven als naar beneden.

Als we de gemiddelde kalversterfte binnen 3 dagen in Nederland (8,5%) vergelijken met de gemiddelde kalversterfte binnen 24 uur (7,2%) en binnen 48 uur (6,6%) in andere landen, dan lijken de verschillen beperkt.

3.4 Risico's voor vroege sterfte

3.4.1 Afkalfmanagement

Gedetailleerd onderzoek van Gundelach et al. (2009) rondom de partus toonde aan dat ingrijpen in het geboorteproces geboden lijkt indien de zogenaamde "second stage of labour" (SSL) meer dan 2 uur gaat duren. Onvoldoende toezicht rondom de partus wordt genoemd als risico voor verlengde SSL en indirect voor perinatale sterfte. Villettaz Robichaud et al. (2016) stellen dat vroegtijdig assisteren tijdens de partus gunstig is voor de fitheid van het pasgeboren kalf. Vergelijkend onderzoek van Villettaz Robichaud et al. (2017a) toonde aan dat vroeg (binnen 15 minuten nadat de hoefjes van beide voorpoten zichtbaar werden) ingrijpen in de vorm van handmatig trekken tijdens het afkalven, geen negatief effect had op groei, gezondheid en overleving van vaarskalveren in de eerste 7 weken na de geboorte. Laat ingrijpen (60 minuten nadat de hoefjes van beide voorpoten zichtbaar werden) ging daarentegen gepaard met minder vitale kalveren en vertienvoudigde de kans op doodgeboorte. Kalveren van eerstekalfskoeien bleken duidelijk minder levenskrachtig ter wereld te komen dan kalveren van meerderekalfskoeien (Villettaz Robichaud et al. 2017a). Volgens Murray en Leslie (2013) en Vannucchi et al. (2015) hebben kalveren geboren na een moeizame geboorte extra aandacht nodig. Deze kalveren hebben als gevolg van zuurstoftekort (asfyxie) verzuurde spieren, verzuurde luchtwegen en een verzuurd spijsverteringskanaal, minder motivatie om op te staan, minder neiging om te zuigen en zijn zwakker (Murray 2014). Daarmee wordt ook de koe minder door het kalf geprikkeld tot het vertonen van matернаal gedrag. Een verklaring die bij eerstekalfskoeien mogelijk versterkt wordt doordat een eerste geboorte langer duurt, meer vermoeit en door een gebrek aan ervaring van de vaars.

In het onderzoek van (Villetaz Robichaud et al. 2017) likte slechts 6,8% van alle koeien hun kalf droog tijdens het scoren van diens vitaliteit. Drooglikken heeft voor het kalf volgens Lidfors (1996) de volgende vitale functies:

- stimuleert bij het kalf de activiteit, de ademhaling en de bloedsomloop;
- stimuleert het urineren en defeceren;
- verwijdert de vruchtvliezen;
- droogt de vacht waardoor het kalf minder warmte verliest;
- verbetert de hygiëne waardoor infecties minder kans krijgen;
- versterkt de band tussen koe en kalf.

Edwards & Broom (1982) stelden vast dat zoogkoeien na de partus gedurende de eerste actieve hechtingsperiode significant langer (48 ± 37 min.) en krachtiger hun kalf droog likten dan melkkoeien (33 ± 19 min); bij vaarzen was deze periode het kortst (11 ± 9 min). Dit is een aanwijzing dat het productiedoel – vlees of melk – en de daar aan gepaarde selectiedruk op respectievelijk maternaal gedrag en melkproductie, in combinatie met ervaring bij melkkoeien effecten heeft op maternaal gedrag. Vooral in het eerste uur na de geboorte werd het kalf door de koe intensief en langdurig gelikt, in de volgende vijf uur nam het likken snel af (Edwards and Broom 1982; Jensen 2012). Zodra het kalf echter pogingen ondernam om op te staan en/of te zogen werd het likken voortgezet. Voor enkele vaarzen verstreek er 5-8 uur voordat het kalf werd geaccepteerd en kon zogen. Vaarzen blijken in diverse studies minder maternaal gedrag (moederzorg) te vertonen dan koeien (Edwards and Broom 1982; Hoppe et al. 2008; Le Neindre and D'Hour 1986; Vandenheede et al. 2001). Dit wordt verklaard door een gebrek aan ervaring, waarbij ook angst voor alles wat nieuw is (neofobie) een rol speelt. Maternaal gedrag kent namelijk een aangeboren, én een ervaringscomponent. Rond de geboorte wordt maternaal gedrag bij zoogdieren aangestuurd door hormonale, neuro-endocrine en mechanische factoren. Nadat het jong geboren is, wordt maternaal gedrag vervolgens in stand gehouden door prikkels van het jong. Indien deze prikkels ontbreken, dooft maternaal gedrag relatief snel uit. Dit geldt ook voor runderen (Hopster en Bergsma 2016). Melkkoeien zijn als gevolg van domesticatie, selectie en het ontbreken van ervaring met het grootbrengen van kalveren, waarschijnlijk minder gevoelig geworden voor de prikkels van het kalf. Daar komt bij dat voor de meeste eerstekalfsdieren de fenomenen 'pasgeboren kalf' en 'maternaal gedrag' volledig nieuw zijn. Los van tijdige geboortehulp pleit ook dat ervoor om het toezicht rond de geboorte te versterken, met name bij eerstekalfsdieren.

Of pasgeboren kalveren die bij de koe verblijven, altijd uit eigen beweging tijdig biest opnemen kan worden betwijfeld. In een experimentele studie waarbij koe en kalf gedurende 4 dagen na de geboorte bij elkaar bleven, bleek één op de drie kalveren niet op eigen kracht binnen 4 uur na de geboorte biest op te nemen (Lidfors 1996). Ook anderen stelden vast dat een aanzienlijk deel van de kalveren niet op eigen kracht binnen 6-8 uur na de geboorte biest had opgenomen (Edwards en Broom, 1982; Illmann en Spinka, 1993; Metz 1984; Selman et al., 1970). Sterk ontwikkeld maternaal gedrag heeft bij melkkoeien in de gangbare praktijk van moederloze opfok uit oogpunt van welzijn voor de koe vooral nadelen, en volledig vertrouwen op voldoende zorg van de koe voor haar pasgeboren kalf kent de nodige risico's. In een representatieve enquête gaf 57% en 28% van de melkveehouders aan bij minimaal twee, respectievelijk drie van de vier geboortes toezicht te houden, maar op 23% van de bedrijven gaven melkveehouders aan dat er bij minder dan één op de vier geboortes iemand bij het afkalven aanwezig was (Hopster en Bergsma 2016).

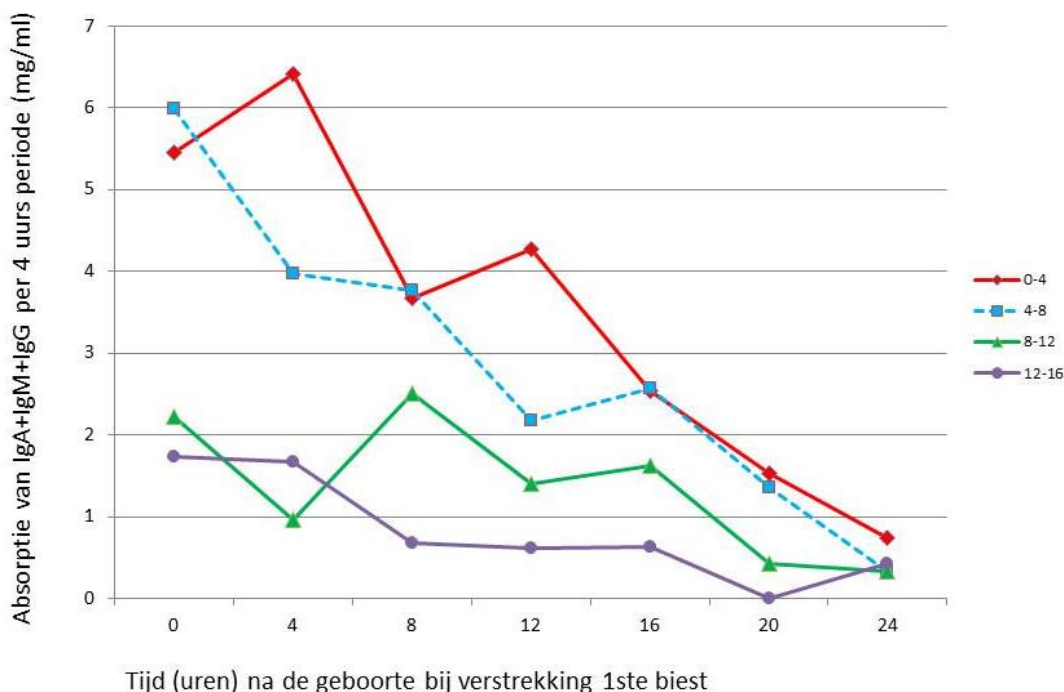
Santman-Berends et al. (2014) onderzochten de verschillen tussen bedrijven met hoge en lage kalversterfte. Zij stelden vast dat op een deel van de bedrijven met hogere sterfte de veehouders zich er niet van bewust waren dat er een probleem was. Een ander deel was zich dat wel bewust maar zag geen mogelijkheden er iets aan te doen. Ook waren er veehouders die wisten dat begeleiding van het afkalven en de verzorging van kalveren niet hun sterkste punt was, maar zij wilden er niets aan veranderen. Mee et al. (2013) vergeleek management maatregelen op 30 bedrijven met hoge en lage kalversterfte in Ierland. Vooral management rondom het afkalven bleek te verschillen: op bedrijven met lage kalversterfte werden de koeien vaker twee of meer dagen voor afkalven naar een afkalfstal verplaatst, op bedrijven met hoge kalversterfte gebeurde dat vaak minder dan 12 uur voor afkalven. Ook kalfden dieren op probleembedrijven minder vaak af in ruimtes waar meerdere dieren gehouden werden en werden kalveren minder vaak beademd/gereanimeerd of opgewarmd.

Management rond afkalven hangt wellicht samen met het algemene vakmanschap van melkveehouders waarmee zij in staat zijn om gezondheids- en welzijnsproblemen bij hun dieren te voorkomen. Uit onderzoek van Torsein et al. (2014) naar verschillen tussen grote Zweedse melkveebedrijven met hoge en lage sterfte van kalveren binnen 90 dagen na de geboorte bleek dat bedrijven met hoge kalversterfte ook meer sterfte van koeien hadden, een lagere melkgift, vaker antibiotica gebruikten en meer dieren aankochten.

Uit interviews van Canadese melkveehouders met betrekking tot management maatregelen rondom afkalven door Villettaz Robichaud (2016) bleek dat slechts 7% van de bedrijven vastgelegde protocollen gebruikt, waarvan de helft in samenspraak met de dierenarts was opgesteld. 90% van de veehouders registreerde afkalfproblemen, overdag werden de afkalfende koeien vijfmaal zo vaak gemonitord als 's nachts, 18% van de bedrijven gebruikte camera's om de kalfende koeien te monitoren. In dit onderzoek zijn geen relaties gelegd met kalversterfte of gezondheid. Op opfokbedrijven voor niet gespeende kalveren in de USA gebruikte 65% van de bedrijven protocollen voor antibioticagebruik, 56% gebruikte gemediceerde kunstmelk, 46% mat passieve immuniteit (Walker et al. 2012). Op 45% van de bedrijven hadden de kalveren geen direct contact met elkaar, 76% van de bedrijven nam maatregelen zodra er aanwijzingen waren voor ziekteproblemen op de herkomstbedrijven van de kalveren.

3.4.2 Opname van colostrum

Omdat het passieve transport van immunoglobulinen vanuit de eerste biest via de tijdelijk permeabele darmwand van het kalf naar diens bloedcirculatie al na 8 uur na geboorte sterk is verminderd (figuur 9) is tijdige biestopname voor het pasgeboren kalf van vitaal belang (Stott et al. 1979a; Stott et al. 1979c; Stott et al. 1979b; Stott et al. 1979). Opmerkelijk is dat de absorptie van Ig-antilichamen door het kalf wanneer deze zoogt bij de koe, in vergelijking met verstrekking van biest via een fles met een speen, aanzienlijk hoger bleek (Stott et al. 1979). De auteurs verklaren dit uit de versheid van de biest die als het kalf zoogt uiteraard niets te wensen over laat. Of deze verklaring klopt kan worden betwijfeld. De IgG-concentraties in biest nemen pas beduidend af als de koe later dan 6-9 uur na het afkalven voor het eerst wordt gemolken (Conneely et al. 2014; Moore et al. 2005).



Figuur 9 Absorptie van Ig-antilichamen uit 'gepoolde' biest, afhankelijk van het tijdstip na de geboorte (0-24 uur) waarop de eerste biest (2 liter/kalf) werd verstrekt, vastgesteld bij pasgeboren kalveren op basis van Ig-spiegels in serum gedurende vier opeenvolgende vier-uurs periodes. Tweede en derde biest werd met een interval van 12 uur verstrekt (naar Stott et al. 1979a).

Dat doet vermoeden dat andere factoren bijdragen aan de hogere absorptie van Ig-antilichamen bij zogende kalveren.

Op basis van significant verhoogde oxytocine spiegels tijdens het zogen bij zowel het kalf als de koe veronderstellen Lupoli et al. (2001) dat zogen kalmerend werkt en de band tussen koe en kalf versterkt. In hoeverre dit tevens een positieve uitwerking heeft op de absorptie van antilichamen uit de biest (Selman et al. 1971; Stott et al. 1979) is onbekend.

Uit het onderzoek van Cuttance et al. (2017) bleek dat handmatig verstrekken van biest binnen 12 uur na de geboorte tegen de verwachting in samenhang met verhoogde perinatale sterfte. Zij weten dit aan slechte biestkwaliteit en bacteriële verontreiniging. Verstrekking van vier in plaats van twee liter biest binnen een uur na geboorte had later in het leven van een vaarskalf aanzienlijke positieve effecten op gezondheid en productiviteit (Faber et al. 2005). Uit het onderzoek van Windeyer et al. (2014) bleek dat verstrekken van extra antilichamen bij geboorte samenhang met een lagere incidentie van luchtwegaandoeningen. Een verhoogde hoeveelheid vet in het vloeibare rantsoen ($>= 0,22$ in plaats van $0,15$ kg/dag) hing samen met een lagere kans op sterfte. Bedrijven waar onthoornen door een veearts werd gedaan hadden lagere sterfte dan bedrijven waar de veehouder zelf de kalveren onthoornde.

Renaud et al. (2018) vonden verschillen in management op melkveebedrijven die samenhangen met verhoogde sterfte op vleeskalverbedrijven. Biest verstrekken via een sonde of emmer, gebruik van houtkrullen of gehakseld stro als strooisel en het ontbreken van routinecontroles van de dierenarts op de gezondheid en prestaties van kalveren bleken geassocieerd met hoge kalversterfte. Hulbert en Moisés (2016) suggereren dat verschillend management voor vaars- en stierkalveren (bij voorbeeld met betrekking tot eerste biestverstrekking) een factor zou kunnen zijn die bijdraagt aan de verschillen in sterfte tussen beide seksen. Uit een enquête bleek echter dat er geen verschil was in biestverstrekking tussen stier- en vaarskalveren (Renaud 2017). Een minderheid van de melkveehouders behandelde de navels en vaccineerde stierkalveren. De mate waarin de handleiding "Code of Practice for the Care and Handling of Dairy Cattle" bekend was en de bedrijfsgrootte waren factoren die invloed hadden op de verzorging van stierkalveren op het melkveebedrijf.

3.4.3 Houdingsaspecten

Ouweltjes et al. (2014) toonden relatief grote verschillen aan in kalversterfte tussen bedrijven. Santman-Berends et al. (2014) richtten hun onderzoek op de mogelijke oorzaken van deze verschillen. Zij hebben daarvoor een enquête uitgevoerd bij melkveehouders van bedrijven met een relatief hoge kalversterfte en de resultaten ervan vergeleken met die van melkveehouders van bedrijven met een stabiele en relatief lage kalversterfte. Naast managementfactoren zoals IBR en BVDV-controle, en de aankoop van vee, leken er ook verschillen te bestaan in de denkwijze van de boeren, geassocieerd met kalversterfte. Daarop zijn bij melkveehouders met structureel hoge kalversterfte diepte-interviews afgenomen. De meeste geïnterviewden gaven aan voldoende kennis en vaardigheden te hebben met betrekking tot het houden van kalveren. Zij deelden hun problemen met het opfokken van kalveren echter niet met collega's en adviseurs, maar zeiden wel open te staan voor advies mits dit niet op een verwijtende of pedante manier werd gegeven. Met betrekking tot bewustwording van kalversterfte bleken melkveehouders te behoren tot één van de volgende drie categorieën: 1) melkveehouders die zich niet bewust zijn van het probleem (48,6%); 2) melkveehouders die geen handelingsperspectief zien (28,6%) en 3) melkveehouders die sterfte bij kalveren niet willen terugdringen (22,9%), of door een gebrek aan tijd of anderszins. Mogelijk speelt bij het niet willen ook de opbrengst van het kalf een rol (Bleul 2011). Santman-Berends et al. (2014) pleiten ervoor om veterinaire adviezen beter toe te snijden op de denkwijze van de melkveehouder in kwestie en zijn positief over de aldus bereikte resultaten.

3.4.4 Huisvesting en bedrijfsvoering

Seppä-Lassila et al. (2016) onderzochten op Finse melkveebedrijven welke management maatregelen samenhangen met kalversterfte. Hogere sterfte binnen 7 dagen hing samen met het niet separeren van zieke kalveren van de gezonde kalveren. Hogere sterfte tussen 7 en 180 dagen hing samen met kortere periode verstrekken van melk, langer verblijf in het afkalfhok en lagere productie.

Uit onderzoek van Urie et al. (2018) bleek dat huisvesting in natuurlijk geventileerde stallen samenhang met minder gezondheidsproblemen. Ligboxenstallen zijn (in vergelijking met grupstallen) geïdentificeerd als risicofactor voor doodgeboorte (Gulliksen et al. 2009). Uit dat onderzoek bleek ook dat individuele huisvesting gedurende de eerste levensmaand (vanaf 2 weken leeftijd) in plaats van groepshuisvesting samenhang met lagere sterfte.

Volgens Mee et al. (2008) is de kans op kalversterfte groter bij dieren met perinatale sterfte bij de vorige afkalving, en neemt de kans op sterfte van kalveren van vaarzen toe naarmate deze dieren jonger zijn. Uit het onderzoek van Ouweltjes et al. (2014) bleek dat bij de 1^e afkalving zowel relatief jonge (<750 dagen) als relatief oude (>960 dagen) vaarzen een 1-2% verhoogd risico hebben op perinatale sterfte van hun kalveren. Een geboorteprocés dat meer dan 2 uur duurt en een verkeerde ligging van de foetus bij de geboorte hangen eveneens samen met een verhoogde perinatale sterfte (Gundelach et al. 2009). Uit het onderzoek van Torsein et al. (2011) bleek dat er op bedrijven met hoge kalversterfte meer kalveren van 1-7 dagen oud waren met te lage concentratie α -tocopherol and β -caroteen in het serum dan op bedrijven met lage kalversterfte. Ook werden op deze bedrijven in mestmonsters meer fecale pathogenen gevonden en werden meer kalveren vanwege diarree met antibiotica behandeld.

Kalversterfte bleek positief samen te hangen met het percentage aangekochte koeien en met deelname aan productiecontrole en negatief met toepassing van goede fokkerij praktijk en een afkalfpiek in het najaar in de studie van Raboisson et al. (2014). Op bedrijven waar ook vleesvee gehouden werd was de sterfte lager, mogelijk hebben deze bedrijven meer ervaring met verzorging van pasgeboren en jonge kalveren. Verder bleek dat sterfte van vaarskalven lager was als er relatief minder vaarskalven werden geboren. Uit onderzoek van Ouweltjes et al. (2014) bleek dat aanvoer van drachtige pinken tussen 10 en 40 dagen voor de 1^e afkalving samenhang met 1 tot 2% meer perinatale kalversterfte dan aanvoer binnen 10 dagen voor afkalven of aanvoer meer dan 40 dagen voor afkalven (deze categorie omvatte ook de pinken die op het melkveebedrijf zelf waren opgefokt).

Toevoeging van biestpoeder aan kunstmelk gedurende de eerste 14 dagen bleek te resulteren in minder diarree en minder behandelingen met antibiotica, maar veroorzaakte geen verschil in sterfte en ademhalingsproblemen (Berge et al. 2009), mogelijk als gevolg van de beperkte omvang van het betreffende experiment. Uit onderzoek van Formigoni et al. (2011) bleek dat mineralenvoorziening met organische gebonden spoorelementen (Cu, Mn en Zn) tijdens de droogstand resulteert in een hoger gehalte aan immuun eiwitten in de melk en minder doodgeboorte. Uit het onderzoek van Zucali et al. (2013) bleek dat eerste biestverstrekking meer dan 3 uur na de geboorte, groepshuisvesting binnen 30 dagen en dagelijks verstrekken van minder dan 5 l melk of kunstmelk de kans op meer dan 10% vroege sterfte (voor speenleeftijd) vergroot. Gesteld wordt dat aandacht voor biestverstrekking, huisvesting en voeding sterk kunnen bijdragen aan het verminderen van vroege sterfte.

3.4.5 Gezondheid

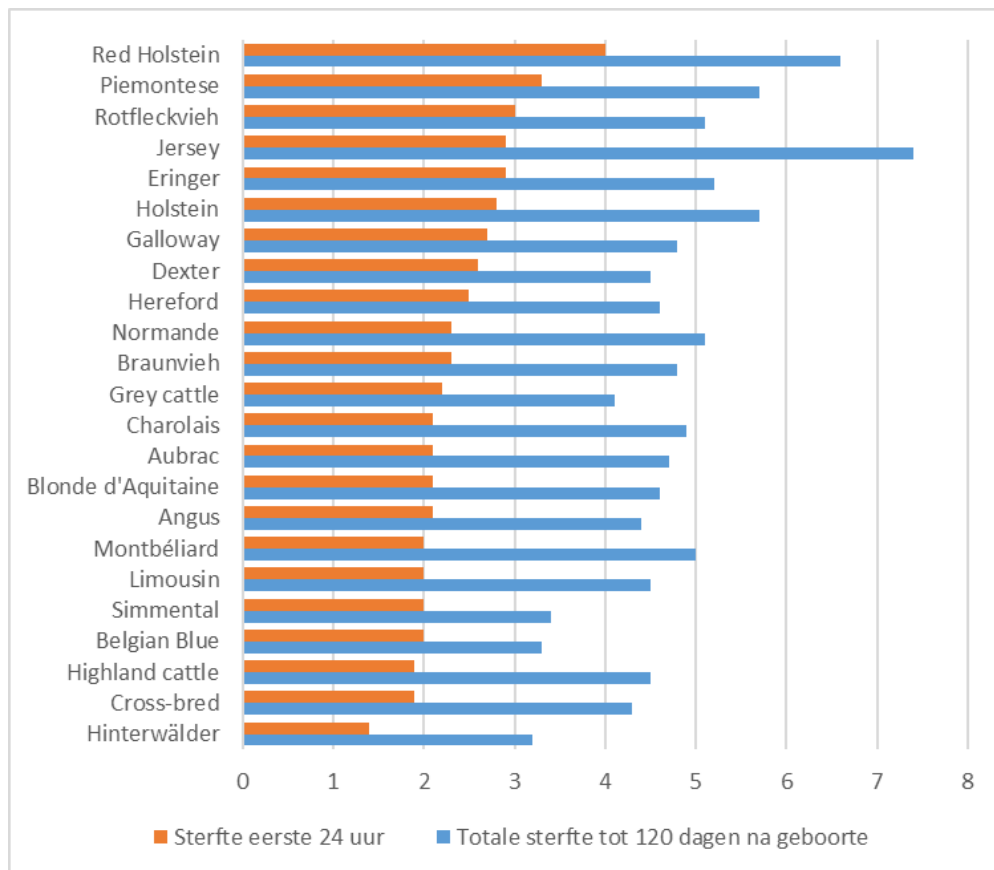
Urie et al. (2018) vonden dat kalveren met een hoger IgG-gehalte in het serum minder kans op gezondheidsproblemen voor spenen hadden. Kalveren die gezondheidsproblemen hadden voor spenen hadden een sterk verhoogde kans op sterfte. Dit wordt bevestigd door Brickell et al. (2010). Reiten et al. (2018) geven aan dat diarree en luchtwegaandoeningen de belangrijkste gezondheidsproblemen zijn van kalveren, en vaak oorzaak voor sterfte. Dat zelfde wordt gesteld door Windeyer et al. (2014). Ook Azizzadeh et al. (2012) noemt aandoeningen van het maagdarmkanaal (58% van de sterftegevallen) en luchtwegaandoeningen (13% van alle sterftegevallen) als belangrijkste oorzaken voor sterfte binnen 90 dagen na de geboorte. Diarree was de belangrijkste directe oorzaak voor kalversterfte. Uit post mortem diagnoses van gestorven kalveren in Noorwegen bleek dat vooral luchtwegaandoeningen (met name bronchopneumonie) en enteritis risicofactoren waren voor kalversterfte (Gulliksen et al. 2009), maar in de eerste levensmaand was ook diarree een significante risicofactor.

Closs & Dechow (2017) noemen BRD (Bovine Respiratory Disease Complex) als een risicofactor voor niet overleven tot aan de 1^e afkalving, maar de impact van BRD op vroege sterfte is niet bekend. Murray (2010) vond dat vergiftiging met kobaltsulfaat een oorzaak was van verhoogde vroege sterfte. Deze bleek te worden veroorzaakt door overmatige dosering bij deze dieren, en is waarschijnlijk

vooral een incident. Vaarzen die besmet zijn met *Neospora caninum* hebben een verhoogde kans op perinatale sterfte van hun kalveren, zowel bij de 1^e als tweede afkalving. Cuttance et al. (2017) vonden aanwijzingen dat vatbaarheid voor ziekte van kalveren van koeien die in het laatste gedeelte van de dracht metabole stress hadden ondervonden (gekenmerkt door vetmobilisatie, ontstekingsparameters en oxidatieve stress) negatief kan zijn beïnvloed. Deze kalveren hadden een hogere basale ontstekingsrespons, maar waarschijnlijk een verminderde immuunrespons bij microbiële besmetting.

3.4.6 Fokkerij

Ook de genetische aanleg heeft invloed op kalversterfte, zowel indirect door beïnvloeding van afkalfverloop als direct door invloed op levensvatbaarheid van kalveren (Mee et al. 2008). Er zijn rassen met een lagere kalversterfte binnen 24 uur na afkalven dan Holstein Friesians (12.7%), zoals Noors Roodbont (3.4%) en Scandinavisch Roodbont (4.7%) (Mee et al. 2014). Ook voor Jersey kruislingen zijn lagere perinatale sterftepercentages binnen 48 uur na afkalven gerapporteerd dan voor zuivere Holsteins (5.2% vs. 10.7%). Gullstrand (2017) vond aanzienlijke verschillen in perinatale sterfte tussen nakomelingen van stieren van verschillende rassen waarmee Zweedse pinken waren geïncuseerd (hoogst voor Zweedse Holsteins, laagst voor Hereford en Aberdeen Angus stieren). Uit onderzoek van (Brickell et al. 2010b) bleek dat polymorfismen in het leptine-gen geassocieerd waren met aanzienlijke verschillen in perinatale sterfte van vaarskalveren. De sterfte in Zwitserland (2,9% in eerste week na geboorte), gemiddeld over 23 rassen, is relatief laag (figuur 10). Bleul (2011) veronderstelt dat de relatief lage kalversterfte in Zwitserland mogelijk verband houdt met de relatief hoge kalverprijzen.



Figuur 10 Gemiddelde kalversterfte (%) binnen de eerste 24 uur na de geboorte en tot aan 120 dagen na de geboorte voor 23 verschillende rassen (ontleend aan Bleul (2011), tabel 3).

Rassen met een Holstein bloedvoering (Holstein, Red Holstein) lieten ten opzichte van de meeste vlees- en dubbeldoelrassen een hogere kalversterfte zien. Een vergelijkbaar verband werd gevonden bij eerstekalfsdieren door Ouweltjes et al. (2014) die vaststelden dat de sterfte bij kalveren van dieren met 50-80% HF bloedvoering 2-3% hoger lag dan die van dieren met 0-30% HF bloedvoering.

Door Martinez et al. (1983a) werden aanzienlijke verschillen tussen stieren gevonden in het percentage kalversterfte (van 1 – 15%), de erfelijkheidsgraad was tussen 1 en 2%. Er worden tegenwoordig fokwaarden berekend waarmee stieren kunnen worden gerangschikt op de levensvatbaarheid van hun kalveren. Uit het onderzoek van Ouweltjes et al. (2015) bleek dat zowel de erfelijkheidsgraad als de genetische variatie voor levensvatbaarheid van kalveren van vaarzen groter was voor bedrijven met relatief veel perinatale sterfte, terwijl de rangorde van stieren niet wezenlijk verschilde tussen bedrijfsniveaus voor perinatale sterfte. Dat betekent enerzijds dat bedrijven met problemen meer baat hebben bij selectie van goede stieren dan bedrijven met weinig problemen, en anderzijds dat stieren waarvan relatief weinig kalveren sterven op goede bedrijven dezelfde zijn als die waarvan relatief weinig kalveren sterven op probleembedrijven.

Een ander aspect van fokkerij is heterosis en inteelt. Dhakal et al. (2013) vonden dat kalversterfte lager was bij koeien met heterosis, en in lijn hiermee vonden Maltecca et al. (2006) dat kalveren van kruisling stieren (Jersey x Holstein) en Holstein koeien (pariteit 2⁺) hogere serum eiwit en IgG-niveaus hadden tussen 24 en 72 uur na afkalven, en eveneens een lagere perinatale en "preweaning" sterfte dan kalveren van zuivere Holstein stieren en koeien/vaarzen. Uit de studie van Mc Parland et al. (2008) bleek dat voor een aantal vleesrassen inteelt van de koe (Limousin en Hereford) of het kalf (Charolais, Simmental en Hereford) weliswaar een significant negatief effect had op perinatale sterfte, maar ook bleek dat het effect van inteelt op perinatale sterfte in de praktijk betrekkelijk gering was vanwege lage inteeltcoëfficiënten. Uit de studie van Adamec (2002) bleek dat voor Holsteins inteelt vooral bij de 1^e pariteit een negatief effect heeft op kalversterfte (bij vaarzen met een inteelt van 40% neemt de kans op perinatale sterfte toe tot ongeveer 15% ten opzichte van 7% bij niet ingeteelde dieren). Hinrichs en Thaller (2011) vonden dat de kans op doodgeboorte niet significant samenhangt met de inteelt coëfficiënt van de koe, maar wel met die van het kalf (0.22% meer doodgeboorte per procent toename van de inteelt coëfficiënt). Uit het onderzoek van Ouweltjes et al. (2014) bleek dat het effect van heterosis en inteelt op levensvatbaarheid in de Nederlandse koeienpopulatie beperkt is. Heterosis hangt samen met maximaal 2% meer levensvatbare kalveren. Het geschatte effect van inteelt van de vaars, de stier en het kalf is niet eenduidig, maar in het algemeen is inteelt negatief geassocieerd met levensvatbaarheid. De inteelt coëfficiënt van kalveren is circa 4% en blijft stabiel.

3.4.7 Populatie en regio

Er zijn verschillen tussen populaties in de mate waarin vroege sterfte voorkomt. Perrin et al. (2011) vonden voor Frans vleesvee gemiddeld lagere perinatale sterfte dan voor Frans melkvee (4.7% vs. 7.9% voor stierkalveren en 3.2% vs. 6.0% voor vaarskalveren). Ook de gemiddelde jaarlijkse sterfte van dieren ouder dan 2 jaar was hoger bij melkvee dan bij vleesvee (3.5% vs. 2.0%). Uit de studie van Adamec (2002) bleek dat de perinatale sterfte van stamboek (registered) en overige melkvee (grade) in de USA vrijwel gelijk was. Ook zijn er studies die regionale verschillen rapporteren. Zo vonden Ortiz-Pelaez et al. (2008) aanzienlijke verschillen in sterfte van kalveren jonger dan 6 maanden in 2002 tussen de Engelse regio's Inverness (1.8%), Norfolk (4.8%) en Cheshire (5.8%) en vonden Ouweltjes et al. (2014) verschillen tussen postcodegebieden binnen Nederland in levensvatbaarheid van kalveren van vaarzen. Uit dat onderzoek bleek dat de levensvatbaarheid van kalveren in het noorden en noordwesten gemiddeld 3-4% onder het landelijk gemiddelde ligt en in het zuidoosten gemiddeld 2-3% boven het landelijk gemiddelde. Ook Cuttance et al. (2017) vonden in Nieuw Zeelandse data regionale verschillen in perinatale en postnatale sterfte (tot 13 weken, gemiddelde speenleeftijd). In het algemeen geldt dat niet duidelijk is waardoor regionale verschillen in perinatale sterfte veroorzaakt worden, maar wellicht dat deze samenhangen met regionale verschillen in verzorging van (stier)kalveren zoals gerapporteerd door Renaud (2017) voor Canadese melkveebedrijven.

3.4.8 Bedrijfs grootte

De grootte van een melkveebedrijf is van invloed op de benodigde arbeid rond de geboorte van kalveren en de opfok van jongvee. In een aantal studies is bedrijfs grootte als mogelijke risicofactor onderzocht, met wisselende resultaten. Mellado et al. (2014) vonden dat de sterfte op bedrijven met meer dan 1800 koeien hoger was dan op kleinere bedrijven. Ook Buttigieg et al. (2016) vonden dat bedrijven met kleinere koppels een lagere kalversterfte hadden. Ook voor Finse melkveebedrijven hing een hogere sterfte binnen 7 dagen samen met grotere koppels, en Gulliksen et al. (2009) vond dat

sterftepercentages ook op Noorse melkveebedrijven toenamen bij toenemende koppelgrootte. Mee et al. (2008) en Zucali et al. (2013) concludeerden daarentegen dat koppelgrootte geen invloed had op kalversterfte. Uit het onderzoek van Ouweltjes et al. (2014) bleek dat voor Nederlandse melkveebedrijven zowel grote (≥ 180 dieren) als kleine (< 30 dieren) bedrijven een lagere kalversterfte hadden dan gemiddeld. Mogelijk heeft dit te maken met de beschikbare arbeid, die op kleine bedrijven ruimer voorhanden is en op grote (meermans)bedrijven professioneler kan worden georganiseerd.

3.4.9 Geslacht, geboortegewicht en draagtijd

Een bekende risicofactor is het geslacht van het kalf (Hoedemaker et al. 2010; Lombard et al. 2007; Martinez et al. 1983a; Meyer et al. 2001; Raboisson et al. 2013). Stierkalveren zijn gemiddeld zwaarder dan vaarskalveren, en bij deze kalveren komen vaker moeilijke geboortes voor. Daarom is het mogelijk dat de invloed van geslacht in ieder geval deels een gevolg is van de grootte van het kalf. Doordat het merendeel van de kalveren die in de perinatale periode sterven (of doodgeboren worden) niet in het I&R system worden aangemeld, kan echter uit Nederlandse praktijkgegevens geen betrouwbaar onderscheid worden afgeleid. Buttigieg et al. (2016) rapporteerde een sterfte van 8.5% voor stierkalveren en 6% voor vaarskalveren, Adamec (2002) waarden van 7.8 resp. 6.4% en Mellado et al. (2014) van 17 vs. 12% en ook Mee et al. (2008) noemen het mannelijk geslacht als een risicofactor voor sterfte. Johanson en Berger (2003) vonden dat een toenemend geboortegewicht (van 29 – 52 kg) samenhangt met een toenemend risico op perinatale sterfte. Heel lichte kalveren hebben echter ook een verminderde levensvatbaarheid, deze onderzoekers vonden dat een ratio van gewicht kalf/koe van 8.1% optimaal was, daaronder en erboven nam de perinatale sterfte toe. In lijn hiermee vonden Martinez et al. (1983a) een niet lineaire relatie tussen grootte van het kalf en levensvatbaarheid van het kalf. Urie et al. (2018) vonden dat kalveren met een hoger geboortegewicht minder kans op gezondheidsproblemen voor spenen hadden, mogelijk dat in die studie vooral kalveren met een gewicht beneden het optimum voorkwamen en weinig kalveren met een boven optimaal gewicht.

Een risicofactor die samenhangt met het geboortegewicht is de draagtijd (Martinez et al. 1983a; Meyer et al. 2001). Uit het onderzoek van Ouweltjes et al. (2014) bleek dat voor kalveren geboren na draagtijden korter dan 265 dagen de perinatale sterfte meer dan 50% was. Onderzoek van Norman et al. (2009), gebaseerd op een dataset met meer dan $11 \cdot 10^6$ records uit de periode 1999 – 2006, toonde aan dat HF varzen gemiddeld een kortere draagtijd hebben dan HF koeien (277.8 resp 279.4 dagen). Voor sommige rassen waren de verschillen tussen varzen en koeien kleiner. De standaarddeviatie van draagtijd bedroeg 5 tot 6 dagen. Voor tweelingdrachten waren de draagtijden ongeveer 5 dagen korter dan voor eenlingdrachten. Verder vonden deze onderzoekers dat laagproductieve koeien een 0.6 dagen kortere draagtijd hadden dan hoogproductieve koeien. Zij rapporteren een draagtijd van 279-284 dagen als optimaal. Jenkins et al. (2016) vonden dat in Nieuw Zeeland kalveren geboren na korte draagtijd (kortste 5%) een 3% hogere perinatale sterfte hadden en kalveren geboren na een lange draagtijd (hoogste 5%) een 7% hogere perinatale sterfte hadden dan kalveren geboren na meer gemiddelde draagtijd.

3.4.10 Meerlingen

Bij runderen gaat het hierbij hoofdzakelijk om tweelingen, meer dan twee kalveren per dracht komt vrijwel nooit voor. Bij tweelingen is de kans op perinatale sterfte aanzienlijk verhoogd ten opzichte van de normale dracht waarbij één kalf wordt geboren (Gulliksen et al. 2009; Hoedemaker et al. 2010; Lefebvre 2004; Lombard et al. 2007; Mee et al. 2014). Uit onderzoek van Del Río et al. (2007) bleek dat gemiddeld bij 28.2% van de tweelinggeboortes minimaal één van de kalveren stierf tegen 7.2% bij eenlinggeboortes. Voor 1^e afkalvingen was het verschil tussen eenlingen en tweelingen groter (10.4% vs. 38.0%) dan bij latere afkalvingen (5.0% vs. 25.5%). Brickell et al. (2009) vond eveneens een aanzienlijk verhoogde perinatale sterfte bij tweeling geboortes (18.5% vs. 7.0% bij eenlinggeboortes). Een kleiner verschil werd gevonden door Mellado et al. (2014), namelijk 19 vs 14% bij eenling geboortes.

3.4.11 Pariteit

Verschillen in kalversterfte tussen met name 1^e en hogere pariteit dieren zijn onder meer gerapporteerd door Hoedemaker et al. (2010), Martinez et al. (1983a), Mee et al. (2008, 2014), Meyer et al. (2001) en Ouweltjes et al. (2014). Dit ondanks dat het gebruik van pinkenstieren voor inseminatie van pinken gebruikelijk is. Door Brickell et al. (2009) werd een significant verhoogde perinatale sterfte gevonden voor 1^e vs latere afkalvingen (12.1 vs. 5.6%). Ook vonden Mee et al. (2008) dat de verhoogde kalversterfte na zware geboortes en geboortes waarbij diergeneeskundige hulp noodzakelijk was, bij eerstkalfsdieren veel groter was dan bij koeien die vaker dan eenmaal hadden afgekald. Verschillen tussen 1^e en hogere pariteiten zijn van oudsher bekend, maar de verschillen lijken te zijn toegenomen terwijl de impact van moeilijke geboortes lijkt te zijn afgenomen (Gustafsson et al. 2007). Zij geven aan dat er bij 1^e afkalvingen een veel grotere toename van het percentage doodgeboorte is geweest dan van het percentage moeilijke geboortes. Over de oorzaken van deze verschillen wordt gespeculeerd: mogelijk zijn er fenotypische veranderingen van vaarzen, wellicht zijn vaarzen tegenwoordig minder volgroeid bij 1^e afkalving en zijn hun kalveren als gevolg van een minder goed ontwikkelde placenta minder vitaal waardoor de geboorte tevens langer duurt. Ook kan het zijn dat gebrek aan voldoende arbeid (toezicht) of het terughoudend zijn met geboortehulp vanuit de intentie om 'de natuur zijn gang te laten gaan', juist bij eerstkalfsdieren averechts uitpakt (zie paragraaf 3.4.1).

3.4.12 Seizoen

In veel onderzoeken komt naar voren dat er significante verschillen zijn in de sterftepercentages van kalveren tussen kalendermaanden (Gulliksen et al. 2009; Ouweltjes et al. 2014; Raboisson et al. 2014). Mellado et al. (2014) onderzochten het effect van hoge omgevingstemperatuur, het bleek dat een hoge "Temperature Humidity Index" (THI) (>81) samenhangt met een lagere sterfte (12 vs. 16%). In die studie bleek de sterfte in de winter hoger dan in de zomer, en de onderzoekers adviseerden op grond van hun resultaten om jonge kalveren met name te beschermen tegen kou in de winter om zo sterfte te voorkomen. Ook Johanson and Berger (2003) vonden dat kalveren geboren in de winter meer (36%) risico liepen op perinatale sterfte dan kalveren geboren in de zomer. Associaties tussen productiesysteem (conventioneel/biologisch) en seizoen (zomer/winter) en sterfte en gezondheid van Deense kalveren van 0-180 dagen zijn onderzocht door Windeyer et al. (2014). Uit dit onderzoek bleek een hogere sterfte in de winter op organische bedrijven voor kalveren van 0-28 dagen, niet op conventionele bedrijven. Perrin et al. (2011) vonden voor Franse kalveren jonger dan 7 dagen twee vergelijkbare pieken in sterfte, namelijk in december en juli. Dat is in lijn met resultaten van Mee et al. (2008), die hoge sterfte vond in de maand juni en in de wintermaanden voor Ierse runderen. Uit het onderzoek van Ouweltjes et al. (2014) bleek dat de levensvatbaarheid van kalveren geboren in november 3% hoger is dan die van kalveren geboren in februari. Azizzadeh et al. (2012) vonden dat kalveren geboren in de zomer meer risico lopen op sterfte dan kalveren geboren in de herfst. In het onderzoek van Cuttance et al. (2017) bleek dat voor melkveebedrijven in Nieuw Zeeland de sterftetekans hoger was in de 1^e week van het afkalfseizoen (dit kan samenhangen met draagtijd), net als voor geboortes op dagen met veel regen. Bedrijven met een langer afkalfseizoen hadden hogere sterfte. Waarschijnlijk zijn deze bevindingen echter typisch voor Nieuw Zeelandse omstandigheden en niet vertaalbaar naar de Nederlandse situatie. Achterliggende oorzaken voor seizoensinvloeden zijn niet goed bekend, en er kan slechts in beperkte mate rekening mee gehouden worden door eventuele verschuiving van het afkalfpatroon. Bovendien is, mede als gevolg van zeer beperkt inzicht hierin, niet geheel duidelijk in hoeverre seizoenseffecten die op nationaal niveau zijn gevonden algemeen geldend zijn voor individuele bedrijven.

3.5 Maatregelen tegen vroege kalversterfte

In aansluiting op het voorgaande hoofdstuk, worden in de volgende paragrafen de belangrijkste maatregelen besproken die in de praktijk de sterfte onder jonge kalveren kunnen terugdringen.

3.5.1 Benchmarks en kengetallen

Sterfte van kalveren jonger dan 1 jaar wordt in Nederland op populatieniveau continu gemonitord (Santman-Berends et al. 2019). De definitie van kalversterfte die wordt gehanteerd, heeft grote invloed op de hoogte van de berekende percentages. De volgende vier sterftepercentages worden berekend:

- 1) perinatale sterfte (niet geormerkte kalveren);
- 2) postnatale sterfte (binnen 14 dagen);
- 3) sterfte van niet gespeende kalveren (dag 15 – 55);
- 4) overige sterfte binnen het eerste levensjaar.

Voor de laatste drie categorieën worden percentages gerapporteerd van 3.3%, 4.5% en 3.1%. Er is echter geen goed inzicht in de variatie tussen bedrijven in overall sterfte van kalveren binnen 14 dagen na de geboorte.

Volgens Compton et al. (2017) ontberen veehouders goede benchmarks (referentiewaardes) om de sterfte op het eigen bedrijf te kunnen interpreteren. Daarom kan de ontwikkeling van goede referentiewaardes op basis van grote datasets bijdragen aan betere sturingsmogelijkheden. Mee (2013) noemt verder goede registratie en gerichte acties op probleembedrijven als een sleutel voor oplossingen, maar ook vergroting van het bewustzijn van stakeholders van de kalversterfteproblematiek. Kalversterfte kan worden meegenomen in welzijnsbeoordeling op melkveebedrijven (Ortiz-Pelaez et al. 2008). Mogelijk dat dit kan bijdragen aan bewustwording en een extra stimulans kan geven om maatregelen te nemen. Lombard et al. (2007) noemen scholing gericht op verminderen van afkalfproblemen als strategie om de problematiek aan te pakken. Door middel van een gerichte goed opgezette workshop kunnen mensen die met afkalven te maken hebben hun kennis effectief bijspijkeren (Schuenemann et al. 2013). Volgens Santman-Berends et al. (2014) moet echter bij de interactie met veehouders rekening worden gehouden met hun "mindset". Zij concludeerden uit hun onderzoek dat met behulp van gerichte adviezen de kalversterfte op bedrijven met relatief hoge sterfte binnen 6 maanden kan worden teruggedrongen.

3.5.2 Afkalfmanagement

Bij de berekening van kengetallen op bedrijfsniveau moet er rekening mee worden gehouden dat sterftepercentages, berekend op basis van een beperkt aantal afkalvingen, als gevolg van toeval aanzienlijk kunnen fluctueren (Ouweltjes et al. 2014). Daarom is het zinvol om bij analyse van mogelijke management gerelateerde problemen op bedrijfsniveau en bij het aandragen van mogelijke interventies vooral aandacht te besteden aan het management over een langere termijn, en minder te focussen op factoren die mogelijk oorzaak zijn van plotseling gedaalde levensvatbaarheid. Als er plotseling problemen ontstaan is het natuurlijk wel zaak uit te zoeken waar dat door komt, maar is het minder waarschijnlijk dat dit alleen aan management ligt. Belangrijk is direct na een zware geboorte adequate zorg voor het kalf te verlenen, bestaande uit "respiratory en thermal support", handmatig verstrekken van biest en toedienen van pijnstillers (NSAID's). Toediening van meloxicam na de geboorte wordt genoemd als mogelijke maatregel om minder vitale kalveren beter op gang te helpen (Murray 2014). Toevoegen van natrium-bicarbonaat aan biest om verzuring van spieren tegen te gaan had evenwel geen meetbaar effect. Afkalfmanagement betreft vooral optimaliseren van het toezicht rondom het afkalven en adequaat ingrijpen indien nodig (Hoedemaker et al. 2010). Nauwkeuriger voorspellingen van afkalldata (bijvoorbeeld door betere registratie) kan bijdragen aan beter op maat verzorgen van de dieren rondom de partus. Norman et al. (2009) bevelen aan om goede diagnoses te stellen van pasgeboren kalveren. Hoe de vitaliteit van pasgeboren kalveren goed kan worden geschat vergt echter nader onderzoek. Haptoglobine wordt gesuggereerd als potentiële biomarker (Murray 2014). Gebruik van individuele afkalfboxen kan helpen om transmissie van paratbc van koe op kalf te beperken in vergelijking met groeps-afkalfruimtes (Pithua et al. 2013), maar de invloed hiervan op vroege kalversterfte is waarschijnlijk beperkt.

3.5.3 Opname van colostrum

In het onderzoek van McMorran (2006) werden in 18.4% van de onderzochte bloedmonsters van kalveren in Duitsland te lage IgG-niveaus gevonden; deze kalveren hadden onvoldoende passieve immuniteit. Vermoed wordt dat de hoeveelheid biest bij 1^e verstrekking onvoldoende was. Aanbevolen

wordt er voor te zorgen dat kalveren snel na de geboorte voldoende biest opnemen (Hulbert and Moisé 2016), eventueel door deze handmatig te verstrekken. Sinds het onderzoek van Stott in 1979 is het belang hiervan genoegzaam bekend (zie paragraaf 3.4.2.).

3.5.4 Fokkerij

Naast management maatregelen worden in de literatuur met name ook foktechnische maatregelen genoemd om kalversterfte te beperken. Deze kunnen zowel gericht zijn op verbetering van afkalfverloop of terugdringing van moeilijke geboortes als op verhoging van levensvatbaarheid van de kalveren. Een algemene aanbeveling is om inteelt zo veel mogelijk te voorkomen (Ouweltjes et al. 2014). In een aantal landen, waaronder Nederland, zijn tegenwoordig gegevens van stieren beschikbaar waarmee deze gerangschikt kunnen worden naar hun invloed op levensvatbaarheid. Een betere registratie van kalversterfte (50% van de records over afkalfverloop bevatte ook gegevens over doodgeboorte) zou kunnen bijdragen aan verbetering van genetische evaluaties voor doodgeboorte (Cole et al. 2007). Verder kan gebruik van genotypering bijdragen aan betrouwbaarder fokwaarden voor kenmerken als levensvatbaarheid (Gonzalez-Peña et al. 2019). Volgens Ring et al. (2019) kan de incidentie van mortaliteit van jonge kalveren met 3.4% per generatie worden teruggedrongen door fokkerij. Volgens Johanson et al. (2011) is alleen selectie op afkalfgemak niet voldoende voor beheersing van perinatale sterfte. Fuerst-Waltl en Fuerst (2010) raden aan om bij selectie ook rekening te houden met postnatale sterfte. Een belangrijke aanbeveling in het onderzoek van Ouweltjes et al. (2015) is om naast het gebruik van pinkenstieren met een hoge fokwaarde voor direct en maternaal geboortegemak, ook rekening te houden met fokwaarden voor levensvatbaarheid. Vooral op bedrijven met een hoge perinatale sterfte draagt dit bij aan vermindering van kalversterfte. Ook kruising, waardoor geprofiteerd kan worden van heterosis, kan bijdragen aan vermindering van kalversterfte.

3.5.5 Overige beïnvloedbare risicofactoren

Volgens Mee et al. (2014) zijn met name die factoren die invloed hebben op geboortemoeilijkheden door de veehouder beïnvloedbaar. Dat zijn naast afkalfmanagement, biestverstrekking en fokkerij, huisvesting van de jonge kalveren, leeftijd bij 1^e afkalving, stierkeuze, gezondheidsstatus en voeding tijdens de dracht. Tegenwoordig is dankzij gesekst sperma ook het geslacht van het kalf een beïnvloedbare risicofactor. In het algemeen kan worden aanbevolen om de hierboven geïdentificeerde risico's voor kalversterfte zo veel mogelijk te beperken door toepassing van algemeen geaccepteerde goede praktijken. Mee (2011) stelt dat terugdringen van neonatale sterfte in theorie mogelijk is, maar in de praktijk vaak niet gerealiseerd kan worden. Volgens deze onderzoeker zijn er hiaten in bestaande kennis die verbetering in de weg staan, hetgeen wordt bevestigd door Hulbert en Moisé (2016). Zo is er meer kennis nodig over doodgeboorte zonder dat er sprake was van geboortemoeilijkheden, en moet bij sommige risicofactoren wellicht onderscheid worden gemaakt tussen 1^e en hogere pariteiten.

3.5.6 Niet beïnvloedbare factoren

Een aantal factoren, zoals draagtijd, meerlingdracht, pariteit en regio, is door veehouders praktisch gezien niet te beïnvloeden. Melkveehouders kunnen wel anticiperen op een aantal van deze risicofactoren en extra aandacht aan het afkalven en/of het kalf schenken bij bijvoorbeeld afkalvingen van vaarzen, kalveren geboren na afwijkende draagtijd en meerlingen.

3.6 Conclusies

In de volgende paragrafen bespreken we de belangrijkste conclusies over vroege sterfte van kalveren op melkveebedrijven in het licht van de vragen die met dit literatuuronderzoek beantwoord moeten worden.

3.6.1 Sterfte van kalveren op melkveebedrijven met voor Nederland gangbare veehouderijsystemen

Op populatieniveau is er behoorlijk goed inzicht in het niveau van kalversterfte binnen twee weken na de geboorte op de Nederlandse melkveehouderijbedrijven. De gemiddelde sterfte van kalveren is recent over een periode van vijf jaar (1 juli 2012 t/m 30 juni 2017) voor 16.750 melkveebedrijven in Nederland (> 98% van alle melkveebedrijven) vastgesteld (Santman-Berends et al., 2019). Volgens de berekeningsmethode met als noemer het aantal geboren kalveren en als teller het aantal gestorven kalveren bleek de sterfte binnen drie dagen na de geboorte (perinatale sterfte) 8,5% te bedragen. Tot en met de eerste 14 dagen na de geboorte (peri- en postnatale sterfte) bleek de gemiddelde sterfte 11,5%. Onderzoek van Ouweltjes et al. (2014) over de 20 jaar daarvoor kwam uit op een gemiddelde sterfte binnen drie dagen na geboorte van 7,2%. Tussen de sterfte van kalveren van eerste- (13,1%) en van meerderekalfsdieren (4,9%) bleek een aanzienlijk verschil (zie figuur 8). Binnen bedrijven bleken beide sterftepercentages echter sterk gecorreleerd, hetgeen ten dele wijst op gemeenschappelijke oorzaken. Bij het gemiddelde van 13,1% sterfte bij kalveren van eerstekalfsdieren waren er aanzienlijke verschillen tussen bedrijven variërend van 2 tot 28%. Sterftepercentages op bedrijfsniveau voor de in Nederland gebruikelijke bedrijfsgrootte hebben een wezenlijke toevalsvariatie. Dit betekent dat er in de tijd zonder aanwijsbare oorzaken aanzienlijke variatie kan optreden. Deze variatie is groter naarmate het niveau van vroege sterfte op het melkveebedrijf hoger ligt. Inzicht in oorzakelijke verschillen in management tussen bedrijven met veel en weinig vroege sterfte is beperkt.

3.6.2 Sterfte van kalveren in Nederland ten opzichte van sterfte in andere landen

Vroege sterfte van kalveren komt voor in alle landen met bedrijfsmatige rundveehouderij (melk- en vlees). Vooral als gevolg van verschillen in berekeningswijze (teller, noemer, periode), maar ook vanwege verschillen in rassen, geslacht van de kalveren, pariteiten van koeien en houderijomstandigheden, laten de cijfers uit verschillende landen zich niet gemakkelijk vergelijken (zie tabel 2). Waar deze vergelijking desondanks verantwoord wordt geacht, lijkt het niveau van kalversterfte binnen 14 dagen in Nederland met 8,5% (perinataal i.c. binnen drie dagen) plus 3,3% (postnataal i.c. 3-14 dagen) = 11,5% relatief hoog.

3.6.3 Oorzaken van vroege sterfte bij kalveren.

De belangrijkste oorzaak van vroege sterfte bij kalveren is volgens Mee (2011) dat het onderwerp als zodanig te weinig prioriteit heeft gehad ten opzichte van andere zorgen over diergezondheid en dierenwelzijn. Met als gevolg te weinig financiering waardoor niet alleen het onderzoek stagneerde, maar ook de daaruit voortvloeiende kennisverspreiding en -toepassing in de praktijk. Mee (2011) ziet transdisciplinair onderzoek, inclusief de 'omic' technologieën, het opnieuw prioriteren van neonatale overleving als een belangrijke welzijnskwestie en meer aandacht voor toepassing van bestaande kennis in de praktijk als noodzakelijk om de situatie te verbeteren.

De oorzaak van kalversterfte is multifactorieel en veelal een combinatie van diergebonden eigenschappen, infectieziekten en suboptimale huisvesting en management (Gulliksen et al. 2009). In de literatuur zijn tal van mogelijke, vaak met elkaar samenhangende, oorzaken voor kalversterfte beschreven. In het algemeen blijkt de sterfte van kalveren van eerstekalfsdieren twee- tot driemaal hoger dan die van kalveren van meerderekalfsdieren. Met name bij de eerstekalfsdieren zijn geboortemoeilijkheden (geboortegewicht, geboorteverloop) een belangrijke oorzaak voor sterfte van kalveren, maar de relatie tussen oorzaak en gevolg is niet altijd helder. Kalveren van Holstein koeien lijken in vergelijking met kalveren van andere melkveerassen een grotere kans op sterfte te hebben. Dieren die voor het eerst afkalven, moeten voldoende ontwikkeld zijn en een vitaal kalf met een relatief laag geboortegewicht op de wereld kunnen zetten. Wordt aan deze voorwaarden niet voldaan, dan duurt het geboorteproces te lang, raken koe en kalf te zeer uitgeput en neemt het risico toe dat het kalf niet tijdig (zelfstandig) voldoende biest opneemt waardoor het verkleumt, onvoldoende weerstand opbouwt, verder verzwakt en sterft.

Waar de relatief hoge kalversterfte bij kalveren van eerstekalfsdieren in Nederland door wordt veroorzaakt is onvoldoende bekend, maar de kans op sterfte na een zware geboorte blijkt bij deze categorie > 30% (Ouweltjes et al. 2014). Een vlotte geboorte vergt een actief samenspel tussen kalf en koe. Zijn beide vitaal, dan vordert het geboorteproces gestaag, dat geldt met name voor de uitdrijvingsfase. Een groot deel van de vroeg gestorven kalveren is mogelijk wel levensvatbaar als er

tijdig geboortehulp wordt geboden, het kalf wordt geholpen met 'opstarten' en deze tijdig voldoende biest opneemt. Om tijdig geboortehulp te kunnen bieden moet het geboorteproces nauwkeurig worden gemonitord. Onvoldoende toezicht is mogelijk vooral aan de orde bij melkveebedrijven met een arbeidsknelpunt ('te groot voor het servet, te klein voor het tafellaken'). Bij zowel de kleinere (< 30 koeien) als de grotere (> 180 bedrijven) bleek de kalversterfte namelijk onder het gemiddelde (Ouweltjes et al. 2014). Ook de rassenkeuze speelt een rol. Kalveren met meer Holstein-bloed hebben kleinere overlevingskansen dan kalveren uit kruisingen of van andere rassen (Bleul 2011). Inteelt lijkt met name bij de eerstekalfsdieren de overlevingskansen van kalveren te verminderen, heterosis daarentegen zorgt voor vitalere kalveren. Er zijn ook een aantal risicofactoren waarvan niet duidelijk is hoe ze de kans op vroege sterfte fors beïnvloeden, zoals regio (5-7%) en seizoenen (3%). Naast preventieve gezondheidszorg zoals IBR en BVDV-controle, en de aankoop van vee, lijken er ook verschillen te bestaan in de 'mind-set' van melkveehouders aangaande kalversterfte. Melkveehouders lijken zich onvoldoende bewust van het probleem, zijn zich daarvan wel bewust maar zien geen handelingsperspectief of geven bewust weinig prioriteit aan het terugdringen van kalversterfte. Bij deze laatste categorie speelt mogelijk ook de opbrengst van het kalf een rol.

3.6.4 Perspectievolle maatregelen om sterfte bij kalveren te reduceren.

Toekennen van de nodige prioriteit (aandacht, middelen, inzet) bij alle betrokken partijen wordt beschouwd als de belangrijkste maatregel om kalversterfte terug te dringen. Een belangrijk perspectief is dat er tussen melkveebedrijven relatief grote verschillen bestaan in vroege kalversterfte. Dat betekent dat er verbeterruimte is, mits de oorzaken van deze verschillen bekend en beïnvloed kunnen worden en er op niet-beïnvloedbare factoren kan worden geanticipeerd. Dat is geen vanzelfsprekendheid. Ook de sterfte van kalveren speelt zich af in een context waar toepassing van bestaande kennis tot op zekere hoogte door afwegingen van bedrijfseconomische aard wordt beperkt.

Internationaal opererende fokkerijorganisaties als CRV en Alta Genetics bepalen via hun fokprogramma's en het aanbod van sperma en embryo's de variatie in productie- en gebruikskennmerken van melkkoeien. Anders dan in de varkensfokkerij, kan de melkveehouder echter kiezen waar hij/zij in de fokkerij accenten wil leggen. Deze heeft daarmee relatief veel vrijheid om een bepaald ras te kiezen en daarbinnen te selecteren op kenmerken als afkalfgemak, geboortegemak en levensvatbaarheid. Naarmate de kalversterfte op een bedrijf structureel hoger is, heeft accent op genoemde kenmerken meer effect. Bedrijven met een relatief hoge sterfte van kalveren van vaarzen blijken, ondanks verschil in niveau, ook een relatief hoge sterfte van kalveren van koeien te hebben (Ouweltjes et al. 2014). Dit suggereert dat bepaalde managementfactoren (bijvoorbeeld preventieve gezondheidszorg zoals IBR en BVDV-controle, aankoop van vee, houding veehouder) de sterfte van kalveren van zowel vaarzen als koeien beïnvloeden, maar sluit ook verschillende oorzaken niet uit.

Jongvee moet voldoende ontwikkeld zijn als de dieren voor het eerst afkalven, een goed opfokmanagement en timing van de eerste inseminatie draagt hieraan bij. Het is belangrijk om de consequenties van klimaatmaatregelen voor de sterfte van kalveren goed in beeld te krijgen. Het is bijvoorbeeld niet uitgesloten dat het vanwege fosfaatruimte op 22 maanden laten afkalven van vaarzen, minder eiwit in het voer om stikstofverliezen terug te dringen of het beperken van weidegang bij drachtige dieren in de praktijk kan leiden tot hogere sterfte van kalveren. Zowel voor de eerste als voor latere afkalvingen is een goede conditie van het moederdier belangrijk, hiervoor kunnen de bestaande inzichten met betrekking tot droogstandsmanagement worden geïmplementeerd.

Voldoende toezicht rondom de partus en tijdige geboortehulp verkleinen het risico op doodgeboorte. Dat geldt eveneens voor de zorg die met name zwakke, pasgeboren kalveren moet worden geboden. Het is niet vanzelfsprekend dat met name eerstekalfsdieren hun kalf voldoende drooglikken en tijdig zogen. Een tijdige opname van voldoende biest van goede kwaliteit moet worden gegarandeerd, zodat kalveren niet teveel afkoelen, vitaliteit verliezen en in een neerwaartse spiraal geraken en uiteindelijk sterven. Vermoedelijk kan een groot deel van de sterfgevallen rondom de geboorte door voldoende toezicht en tijdige geboortehulp worden voorkomen.

4 Sterfte van melkgeitenlammeren

In de gangbare, maar ook in de biologische melkgeitenhouderij, worden de geitenlammeren in de regel direct of binnen enkele uren na de geboorte van de moeder gescheiden. Dit gebeurt omdat bij gescheiden gehuisveste lammeren een betere controle op gezondheid en biest- en melkopname mogelijk is en om te voorkomen dat moedergeit en lam een hechte band ontwikkelen. Om melk van moedergeiten zo veel mogelijk voor humane consumptie te kunnen bestemmen zal deze band immers na beperkte tijd (biestmelk van de eerste 24 uur na geboorte mag niet geleverd worden) alweer moeten worden verbroken. Door vroege scheiding van moeder en jong wordt de stress van separatie beperkt. Zo vroeg mogelijk scheiden van moedergeit en lam maakt het bovendien makkelijker om het lam te wennen aan de kunstspenen van eerst de flesjes en daarna de drinkautomaten.

In Nederland bestaat voor geitenlammeren geen wettelijk vastgestelde leeftijd waarop het lam van de moedergeit wordt gescheiden⁶. Anders dan bij biggen is er dan ook geen sprake van een zoogperiode met een standaard lengte, als logisch markeerpunt voor een periode waarin 'vroege sterfte' als zodanig kan worden geregistreerd. Bij vroege sterfte onder melkgeitenlammeren beperken we ons in dit rapport tot de sterfte die optreedt in de eerste drie weken na de geboorte. In het kwaliteitsprotocol van de Nederlandse GeitenZuivel Organisatie (Anonymous 2019) wordt gesteld dat de melkgeitenhouder verantwoordelijk is voor het sterftepercentage van alle op zijn bedrijf geboren lammeren, tot een leeftijd van 21 dagen na de melddatum, ongeacht de afvoer/verblijfplaats. In de zeer beperkt beschikbare wetenschappelijke literatuur over sterfte bij melkgeitenlammeren hanteren auteurs geen standaard periode waarover de sterfte van lammeren wordt berekend, hetgeen de onderlinge vergelijkbaarheid van cijfers bemoeilijkt. Naar de diverse oorzaken van vroege sterfte bij melkgeitenlammeren in Nederland en naar de mogelijkheden om vroege sterfte te reduceren is weinig tot geen onderzoek gepubliceerd. De bedrijfsmatige melkgeitenhouderij is met 403 melk leverende bedrijven met gemiddeld 1323 dieren (Gonggrijp et al. 2019) relatief beperkt van omvang waardoor de mogelijkheden om onderzoek te financieren eveneens beperkt zijn.

4.1 Vroege sterfte in de praktijk

Gesteld wordt dat de sterfte onder melkgeitenlammeren meer dan 10% bedraagt (Leenstra et al. 2009). Deze inschatting laat bij gebrek aan onderliggende cijfers echter veel ruimte voor onzekerheid en speculatie. Aannames over oorzaken en mogelijkheden voor sterftereductie berusten veelal op de extrapolatie van kennis en ervaringen met kalveren en lammeren van schapen. Los van bedrijfseconomische schade, bestaan er ook zorgen over het welzijn van melkgeitenlammeren (Visser et al., 2015). Ook internationaal deelt men die zorgen (Mellor and Stafford 2004).

Bijlage 4 geeft een overzicht van de wetenschappelijke artikelen waarin cijfers over sterfte van melkgeitenlammeren zijn gepresenteerd. Het aantal publicaties is beperkt, evenals de vergelijkbaarheid van de onderzochte houderijcondities met de bedrijfsmatige Nederlandse melkgeitenhouderij. Vaak verschilt het houderijsysteem (ras, bedrijfsomvang, opfokmethode en intensiteit) of zijn bepaalde management- of huisvestingskenmerken niet herleidbaar waardoor de vergelijking met de Nederlandse situatie mank gaat. Het probleem van vroege sterfte bij melkgeitenlammeren speelt naar verwachting zowel op de reguliere melkgeitenbedrijven als op biologische. Een vergelijkende studie ontbreekt echter. De genoemde sterftepercentages van melkgeitenlammeren variëren tussen de 7 en 32%. Eén artikel spreekt over hogere sterftcijfers tot 50%. Onduidelijk is of het hier om incidenten gaat of dat op die bedrijven standaard jaarlijks deze hoge sterftcijfers onder melkgeitenlammeren optreden. Een deel van de variatie in sterftcijfers is waarschijnlijk het gevolg van verschillen in definities van de sterfte van lammeren. Te onderscheiden zijn:

⁶ Speenleeftijd is de leeftijd waarop een nakomeling blijvend wordt gescheiden van het moederdier

-
- 1) doodgeboren lammeren, in- of exclusief geaborteerde vruchten;
 - 2) levend geboren, binnen één dag na geboorte gestorven lammeren;
 - 3) levend geboren en 'opgestart', binnen 3 dagen na geboorte gestorven lammeren;
 - 4) levend geboren, tussen 3 dagen en drie weken na geboorte gestorven lammeren.

Doodgeboren lammeren zijn te onderscheiden naar het moment van sterven. Doodgeboren lammeren zijn lammeren die gestorven kunnen zijn als gevolg van onvoldoende ontwikkeling of infecties tijdens de dracht. Daarnaast sterven lammeren tijdens of kort na een moeizaam geboorteprocess (dystocia) door bijvoorbeeld zuurstoftekort. Omdat het risico op perinatale sterfte toeneemt naarmate lammeren bij de geboorte lichter en zwakker zijn, is het zonder toezicht bij de geboorte niet altijd mogelijk om de categorieën 1 en 2 zuiver te onderscheiden. Hiervoor ontbreekt in de regel ook het daarvoor noodzakelijke post mortem onderzoek.

Sen & Onder (2016) vermelden voor bij de moedergeit (Saanen ras) gehouden lammeren een totale sterfte van 6,7% binnen twee weken na geboorte. In wetenschappelijke artikelen staan vrijwel nooit percentages doodgeboren melkgeitenlammeren beschreven. Uit slechts één publicatie op basis van een Poolse dataset valt een gemiddeld percentage doodgeboren lammeren van respectievelijk 2% (8479 eersteworps melkgeiten) en 1,7% (5729 tweedeworps melkgeiten) te berekenen (Bagnicka et al., 2007). Dit ten opzichte van een totale sterfte van respectievelijk 7,3% en 5,6%, inclusief geaborteerde vruchten, doodgeboren lammeren, intersekse en lammeren die gestorven zijn voor de leeftijd van 3 maanden.

De beperkte literatuur over sterftcijfers van melkgeitenlammeren levert een divers beeld op (Bijlage 4). Om meerdere redenen is het naar onze overtuiging niet mogelijk om hieruit een betrouwbaar sterftcijfer te destilleren dat behulpzaam kan zijn als referentie voor de lammerensterfte in de Nederlandse melkgeitenhouderij. Ten eerste zijn de sterftcijfers in sommige publicaties inclusief en bij andere exclusief doodgeboren lammeren. Meestal is dit verschil niet aangegeven. In de tweede plaats worden verschillende grootheden gehanteerd. Soms is het percentage gestorven lammeren vermeld, in andere publicaties is het percentage bedrijven vermeld met een lammerensterfte boven een bepaalde grens. Als derde grond voor onzekerheid is een deel van de sterftepercentages ontleend aan enquêtes onder melkgeitenhouders waarbij betwijfeld moet worden hoe representatief de respondenten en hoe betrouwbaar de cijfers zijn. Verder wisselen ook de periodes waarover de sterfte is berekend sterk en lopen de vermeldde rassen en houderijomstandigheden (management, huisvesting, klimaat, gezondheidszorg, bedrijfsgrootte) zeer waarschijnlijk sterk uiteen. Tenslotte verschillen de studies sterk in het jaar waarin deze zijn uitgevoerd en zijn sommige cijfers gedateerd. Met een onvermijdelijk grote mate van onzekerheid kan worden gesteld dat het sterftepercentage van melkgeitenlammeren varieert tussen 6,4 en 37,0 % (Bijlage 4).

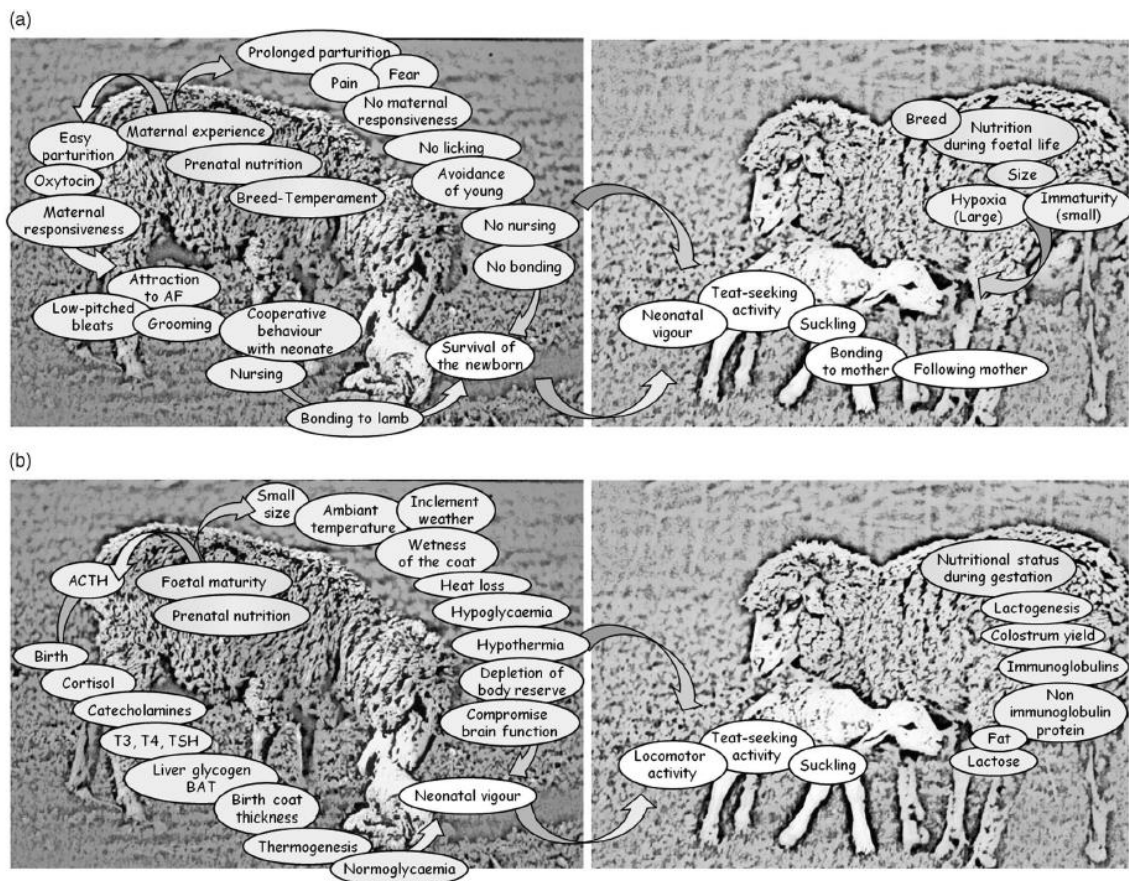
4.2 Risico's voor vroege sterfte

De sterfte van melkgeitenlammeren, perinatale sterfte van jonge zoogdieren in het algemeen, kent een complex aan oorzaken dat met het schaap als voorbeeld door Dwyer et al. (2016) helder is weergegeven (zie figuur 11). Een belangrijk risico is een te laag geboortegewicht van het geitenlam (Luo et al., 2019; Perez-Razo et al., 1998). Te lichte lammeren, helemaal als deze niet snel genoeg biest kunnen opnemen, koelen snel af, verslappen en komen gemakkelijk in een neergaande spiraal van afnemende vitaliteit met uiteindelijk sterfte tot gevolg. Bij schapen blijken de energie- en eiwitvoorziening én de eiwitvertering onder invloed van de thermoregulatie van het dier mede bepalend voor de geboortegewichten (Šebek 2001).

Sterfte bij lammeren van melkgeiten treedt voornamelijk, maar niet uitsluitend, op in de eerste drie levensweken. Niet duidelijk is in hoeverre de moederloze opfok van melkgeitenlammeren hier een bijdrage aan levert. Verkaik et al. (2016) beschrijven de biestverstrekking aan, de hygiënemaatregelen voor en de opfok van melkgeitenlammeren op een tweetal reguliere melkgeitenbedrijven in Nederland. Alle lammeren werden kunstmatige opgefokt en direct na de geboorte bij de moeder weg gehaald. Er vonden geen standaard koppelbehandelingen plaats gedurende de opfok. Op één van de bedrijven (3000 melkgeiten) ontwikkelde tot 15% van de lammeren een gewrichtsontsteking. Een dergelijk hoge prevalentie duidt op tekortkomingen in de biestvoorziening en/of de hygiëne rond de geboorte.

Post mortem onderzoek bij 107 gestorven dan wel geëuthanaseerde geitenlammeren, afkomstig van melkgeitenbedrijven in Nieuw-Zeeland (Todd et al. 2019) gaf aan dat problemen met de spijsvertering (33,6%) de belangrijkste doodsoorzaak waren. Complicaties als gevolg van onthoornen (15,9%) en bloedvergiftiging (12,1%) kwamen op respectievelijk de tweede en derde plaats. Voor de leeftijd van 2 weken bleken bloedvergiftiging (18,6%) en verhongering/uitdroging (14,0%) het vaakst als doodsoorzaak te zijn vastgesteld. Na de leeftijd van 2 weken stierven lammeren het vaakst aan spijsverteringsproblemen (42,2%) en complicaties als gevolg van onthoornen (18,8%). Het betreft hier cijfers van een relatief beperkt aantal, tijdens de winterperiode (26 mei-5 september) verzamelde vrouwelijke geitenlammeren van 16 Nieuw-Zeelandse bedrijven die in omvang varieerden van 343-1539 melkgevende dieren.

Op een niet gepubliceerde studie van de Gezondheidsdienst na (Vellema, pers.med.) is sterfte bij melkgeitenlammeren in Nederland niet systematisch onderzocht en algemene oorzaken zijn niet gepubliceerd. Kennis hieromtrent wordt afgeleid uit hetgeen bekend is bij (melk)schapenlammeren. Belangrijke en veelvuldig beschreven oorzaken van sterfte van schapenlammeren zijn te lage geboortegewichten, onderkoeling, ondervoeding, infecties direct na geboorte en aangeboren afwijkingen (Binns et al. 2002; Hinch and Brien 2014; Refshauge et al. 2016). Infecties direct na geboorte zijn het gevolg van een verkeerde (niet tijdig, onvoldoende hoeveelheid en/of kwaliteit) biestverstrekking in combinatie met onvoldoende hygiëne (navelontsmetting, ligbed). Ook kunnen gezondheidsproblemen ontstaan door slecht geventileerde stallen en verkeerde voeding. Het verloren gaan in de koppel is een gevolg van gebrekkig management. Hoewel cijfers over de bijdrage van de verschillende oorzaken aan de sterfte van geitenlammeren ontbreken, zijn de oorzaken van sterfte bij schapen- en geitenlammeren vergelijkbaar aldus O'Brien & Sherman (1993), Sherman (1987) en Dwyer et al., (2016).



Figuur 11 De complexe cascade van gedragsmatige (a) en fysiologische (b) succes- of risicofactoren in de interactie tussen ooi/geit en lam, cruciaal voor de overleving van het lam (Dwyer et al. 2016).

Dwyer et al. (2016) komen op basis van hun review tot de volgende inzichten. De grote variatie in lammerensterfte die in veel studies wordt gemeld suggereert volgens hen ruimte voor verbetering. Zij

gaven echter ook aan dat er schapenhouders zijn die menen weinig controle te hebben over de sterfte onder lammeren. Deze schapenhouders zijn daardoor minder gemotiveerd of beschikken niet over de registratie die nodig is om het probleem onder ogen te zien, laat staan om het aan te pakken. Er is volgens Dwyer et al. (2016) dan ook geen 'one-size-fits-all' oplossing; wat volgens hen nodig is, is maatwerk per bedrijf. Zij pleiten voor opleiding en training van adviseurs waar het de biologische achtergronden van lammerensterfte betreft, naast een betere registratie op het bedrijf als eerste vereiste voor een bedrijfsspecifieke en gerichte aanpak.

Anders dan bij schapenlammeren die door de moeder worden grootgebracht (figuur 11) is de hechting tussen moeder en lam bij de kunstmatige opfok van lammeren, afhankelijk van de tijd tussen geboorte en weghalen van het lam, minder van belang. Indien de lammeren direct bij de moeder worden weggehaald, is het de geitenhouder die er voor verantwoordelijk is dat het lam zo snel mogelijk voldoende biest opneemt, snel opdroogt en niet afkoelt. De Nederlandse melkgeitenhouderij kent waarschijnlijk een grote variatie aan de manieren van biest- en kunstmelkverstrekking, hygiënemaatregelen en opfokmethoden. Ook in deze sector kan een tijdige signalering van problemen en adequate zorg het optreden van gezondheidsstoornissen en vroege sterfte bij lammeren waarschijnlijk reduceren. De Nederlandse houderijsystemen van melkschapen en -geiten zijn sterk vergelijkbaar en het gaat in beide gevallen om een kleine herkauwer. Beide systemen hebben een kunstmatige opfok van de lammeren waarbij de mannelijke lammeren vaak, doch in afnemende mate, door een gespecialiseerde mester elders worden opgefokt tot het gewenste slachtgewicht. Het samenbrengen van jonge lammeren van verschillende bedrijven verhoogt als zodanig het risico op overdracht van (onbekende) ziektekiemen waarvoor lammeren op het herkomstbedrijf via de biest te weinig weerstand hebben opgebouwd, kwetsbaar zijn en eerder ziek worden.

4.3 Maatregelen tegen vroege lammerensterfte

Voor de intensieve melkgeitenhouderij wijst Sherman (1987) met name op de arbeidsbehoefte tijdens de lammerperiode. Verbeterd toezicht en meer aandacht gedurende het geboorteprocés bieden direct voordelen omdat hierdoor tijdig en adequaat (geboorte) hulp kan worden geboden en tijdige biestopname kan worden gestimuleerd. Daarentegen kan een relatief hoge bezettingsgraad bij pasgeboren lammeren gemakkelijk leiden tot infectieuze en besmettelijke aandoeningen.

In het algemeen kan een verlaagde weerstand tegen infecties het gevolg zijn van (een combinatie van) genetische aanleg, slechte voeding en/of biestopname en slechte klimaat- en managementcondities. Ziektekiemen gedijen bovendien vooral goed in situaties waar sanitaire voorzieningen ontbreken, sprake is van hoge bezettingsdichtheden en preventieve gezondheidszorg tekort schiet. Specifieke infectieuze aandoeningen die bij jonge geitenlammeren binnen vier weken na geboorte tot sterfte kunnen leiden zijn:

- Gram-negatieve bacteriële infecties (o.a. *E-coli*) kunnen binnen twee dagen leiden tot sterfte onder pasgeboren lammeren (bijvoorbeeld watery mouth disease);
- Gedurende de eerste 3-4 levensweken kunnen lammeren ernstige diarree krijgen en sterven als gevolg van infecties met *Escherichia coli*, *Salmonella* sp., *Clostridium perfringens* en cryptosporidiën (cryptosporidiose);
- De zogenaamde navelinfecties waarbij de ziekteverwekker via de navel vlak na de geboorte het lichaam kan binnendringen omdat het een open wondje is (navel is porte d'entrée). Uit navelinfecties kan binnen enkele uren buikvliesontsteking ontstaan en binnen drie dagen bloedvergiftiging. In het ergste geval treden hersen(vlies) en gewrichtsontstekingen op. De eerst genoemde infecties zijn meestal fataal. Lammeren met hersen(vlies)- en gewrichtsontstekingen kunnen mits op tijd behandeld met antibiotica wel gered worden, maar groeien later slecht. Uitval door navelontsteking zelf komt bij mij weten nauwelijks voor omdat men daar meestal tijdig een antibiotica behandeling voor start;
- Long- en luchtwegaandoeningen als gevolg van infectie met virussen (parainfluenza 3), bacteriën (*Mannheimia haemolytica*, *Pasteurella* spp., *Corynebacterium* spp.) of mycoplasmata. In de intensieve melkgeitenhouderij zullen een hoge bezettingsdichtheid, onvoldoende droog houden van het strooisel en een slechte ventilatie het optreden van longaandoeningen bevorderen.

Onjuiste afstelling kunstmelkapparatuur (oplosttemperatuur/drinktemperatuur/dosering) en onvoldoende hygiëne bij kunstmelkverstrekking zijn alom bekende veroorzakers van uitval.

In een uitgebreid overzicht van oorzaken van gezondheidsproblemen en sterfte bij lammeren wereldwijd onderstreept Sherman (1987), net als Dwyer et al. (2016), dat er geen breed toepasbare maatregelen mogelijk zijn, anders dan in de volgende algemene termen:

- 1) optimale voeding van (moeder)geit en lam;
- 2) adequate bewaking van het geboorteproces;
- 3) goede sanitaire voorzieningen tijdens de lammerenopfok;
- 4) implementatie van preventieve gezondheidszorg.

Nadere invulling van geschikte maatregelen op elk van deze vier punten is afhankelijk van de bedrijfsspecifieke problemen en omstandigheden en vereist maatwerk op bedrijfsniveau.

4.4 Conclusies

In de volgende paragrafen bespreken we de belangrijkste conclusies over vroege sterfte van lammeren van bedrijfsmatige gehouden melkgeiten in het licht van de vragen die met dit literatuuronderzoek beantwoord moeten worden.

4.4.1 Vroege sterfte van lammeren op melkgeitenbedrijven met voor Nederland gangbare veehouderijsystemen

Over vroege sterfte van lammeren op Nederlandse melkgeitenbedrijven is geen wetenschappelijk onderzoek gepubliceerd; betrouwbare cijfers ontbreken.

4.4.2 Vroege sterfte van melkgeitenlammeren in Nederland ten opzichte van sterfte in andere landen

Een vergelijking van vroege sterfte van melkgeitenlammeren in Nederland met vroege sterfte in andere landen is niet mogelijk. Ten eerste omdat over vroege sterfte van lammeren op Nederlandse melkgeitenbedrijven geen wetenschappelijk onderzoek is gepubliceerd. Daarnaast zijn de beschreven melkgeitenpopulaties in het beperkte aantal publicaties waarin sterftcijfers van melkgeitenlammeren zijn vermeld, slecht vergelijkbaar met de bedrijfsmatige melkgeitenhouderij in Nederland. Belangrijke verschillen houden verband met houderijomstandigheden, registratiewijze, rassen en klimaatzônes.

4.4.3 Oorzaken van vroege sterfte bij melkgeitenlammeren

De oorzaken van vroege sterfte bij melkgeitenlammeren is niet systematisch onderzocht. Aangegeven wordt dat deze deels - melkgeitenlammeren worden niet door de moeder grootgebracht - vergelijkbaar zijn met de oorzaken van sterfte bij schapenlammeren.

4.4.4 Maatregelen om vroege sterfte bij melkgeitenlammeren te reduceren

In een uitgebreid overzicht van oorzaken van gezondheidsproblemen en sterfte bij lammeren wereldwijd onderstreept Sherman (1987), net als Dwyer et al. (2016), dat er geen breed toepasbare maatregelen mogelijk zijn, anders dan in de volgende algemene termen:

- 1) optimale voeding van (moeder)geit en lam;
- 2) adequate bewaking van het geboorteproces;
- 3) goede sanitaire voorzieningen tijdens de lammerenopfok;
- 4) implementatie van preventieve gezondheidszorg.

Nadere invulling van geschikte maatregelen op elk van deze vier punten is afhankelijk van de bedrijfsspecifieke problemen en omstandigheden en vereist maatwerk op bedrijfsniveau.

5 Benchmarking

Het terugdringen van vroege sterfte bij melkgeitenlammeren, bij kalveren en bij biggen met inzet van benchmarking lijkt een aantrekkelijke aanpak met het nodige perspectief. Bij het terugdringen van antibioticum gebruik in de veehouderij heeft benchmarking immers haar nut bewezen. Maar antibioticumgebruik is geen vroege sterfte. Daarom is het goed om de volgende punten, die volgen uit ons onderzoek, in ogenschouw te nemen alvorens benchmarking in te zetten.

Een voorwaarde voor succesvolle benchmarking is dat prestaties, i.c. vroege sterfte (misschien zou dit uit oogpunt van communicatie beter de spiegelbeeldige *vroege overleving* kunnen worden genoemd), éénduidig en betrouwbaar op het niveau van het veehouderijbedrijf kunnen worden vastgesteld.

Daarbij dient zich onder andere de vraag aan, of gemummificeerde vruchten en doodgeboren jongen in het kengetal moeten worden meegenomen. Voor biggen, maar een enigszins vergelijkbaar betoog geldt voor kalveren en lammeren, treffen we hierover in de literatuur de volgende discussie aan. Bij biggen die dood worden geboren (mummies, biggen die net voor of bij de geboorte zijn gestorven) speelt de vraag in hoeverre er sprake is van lijden. Baxter en Edwards (2018) stellen op basis van onderzoek van (Mellor et al. 2005; Mellor en Diesch 2006) dat het zenuwstelsel van foetale biggen tijdens het tweede deel van de dracht weliswaar in staat is om pijnprikkels waar te nemen, maar dat foetale biggen tot aan de geboorte buiten bewustzijn worden gehouden door de endogene afgifte van adenosine, allopregnanolone en pregnanolone. Deze stoffen houden de ongeboren biggen in slaap en hebben een verdovende, kalmerende en pijnstillende werking. Volgens Baxter en Edwards (2018) is het voor mummies en biggen die nooit een volledige en ritmische ademhaling hebben ontwikkeld, en daarmee buiten bewustzijn zijn gestorven, niet aannemelijk dat deze biggen hebben geleden. Het meest problematisch zijn volgens hen biggen die een volledige ademhaling hebben ontwikkeld, niet onderkoeld zijn maar bij hun volle bewustzijn door verhogering langzaam sterven, worden doodgelegd, of sterven door verwondingen of ziekte.

Dat levend en dood geboren nakomelingen in de praktijk zonder post mortem onderzoek niet zuiver kunnen worden onderscheiden, pleit ervoor om beide in een kengetal voor vroege sterfte op te nemen. In hoeverre mummies en doodgeboren biggen (of lammeren of kalveren) in het kengetal voor vroege sterfte moeten worden meegenomen, hangt echter ook af van de ethische vraag of het voortbrengen van mummies en (veelal premature) doodgeboren jongen tot het doel behoort dat het moederdier van nature nastreeft (telos), of dit doel door fokkerij en/of management is veranderd en zo ja, of dat acceptabel is. Mogelijk ligt dat voor elk van de drie diersoorten verschillend. Gelet op paragraaf 2.1 (Biggensterfte in evolutionair perspectief) valt het voor varkens te verdedigen dat mummies en doodgeboren biggen in bepaalde mate onlosmakelijk zijn verbonden met de aard van het varken als 'polytocous' zoogdier. Dat maakt vroege sterfte van biggen mogelijk tot op zekere hoogte onvermijdelijk. Daarbij gaat het niet uitsluitend om de biggen die bij hun volle bewustzijn zijn gestorven, maar ook om de mummies en de tijdens of onmiddellijk na de geboorte gestorven biggen. Voor de melkkoe en de melkgeit is dit niet het geval. Anderzijds kan worden gesteld dat de varkenshouder de plicht heeft om te zorgen dat de houderijomstandigheden voor het varken dermate gunstig zijn dat er zo min mogelijk ongeboren vruchten afsterven en er zo min mogelijk premature biggen worden geboren, laat staan dat deze sterven. De vraag is hoeveel biggensterfte ethisch aanvaardbaar is en of het ethisch verantwoord is om de trend naar grotere worpen voort te zetten. Wat 'zo min mogelijk' is, vraagt niet alleen om een zorgvuldige afweging van kosten en baten, maar ook om het vaststellen van wat maatschappelijk aanvaardbaar wordt geacht.

Afgezien van deze ethische keuzes moeten bij het berekenen van het kengetal voor vroege sterfte ook andere keuzes worden gemaakt. Als voorwaarde voor een cyclisch leerproces waarmee de vroege sterfte teruggedrongen kan worden, geldt dat het kengetal op een melkvee-, melkgeiten of varkensbedrijf op éénduidige, volledige, alleszins verantwoorde en praktisch bruikbare wijze wordt vastgelegd (Santman-Berends et al., 2019). De registratie moet daarvoor sluitend zijn, hetgeen bij kalveren waarschijnlijk gemakkelijker is te realiseren dan bij biggen en melkgeitenlammeren. Dode biggen en dode melkgeitenlammeren worden door de destructor immers niet individueel geregistreerd.

De verantwoordelijkheid voor deze registratie ligt dus exclusief bij de veehouder. Sancties zullen dan de faalkansen van een volledige registratie vergroten, zonder dat onafhankelijke controle mogelijk is. Betrouwbare kengetallen zijn absoluut voorwaarde om prestaties binnen en tussen bedrijven zinvol te kunnen vergelijken.

Een andere belangrijke vraag geldt het vinden van de meest geschikte teller en noemer en de juiste lengte in dagen (of weken) van de periode waarover de sterfte wordt berekend. Gelet op verschillende oorzaken voor sterfte binnen bijvoorbeeld 24 uur na de geboorte en in verschillende periodes daarna, is het raadzaam om daartussen te differentiëren door niet één, maar verschillende kengetallen te ontwikkelen. Daarmee dient zinvol te worden ingespeeld op de verschillende levensfasen van het jonge dier, gekoppeld aan de specifieke houderijomstandigheden. De noodzaak voor differentiatie geldt eveneens voor de kalversterfte bij eerste- en meerderekalfskoeien, omdat deze deels verschillende oorzaken kent.

Naast de lengte van de registratieperiode in relatie tot oorzaken van sterfte, is voor het vaststellen van een betrouwbaar bedrijfsniveau voor met name kalversterfte, een relatief lange periode nodig om toevalsvariatie zo veel mogelijk uit te sluiten. Daarentegen is een relatief korte periode juist geschikt om de 'vinger aan de pols' te houden om bij te hoge sterfte tijdig actie te kunnen ondernemen. Tot slot is de vraag wie in de keten verantwoordelijkheid draagt. Varkenshouder hebben slechts beperkte keuze in de berenlijn of opfokzeugen. Melkveehouders hebben bij de aankoop van sperma en embryo's daarentegen een relatief ruime keuze tussen rassen en daarbinnen voor dieren met specifieke kenmerken. Anders dan bij melkgeiten, bepalen bij varkens en melkvee internationaal opererende fokkerij-instellingen de variatie aan kenmerken in het aangeboden uitgangsmateriaal. Dat maakt ze tot relevante, invloedrijke spelers die mede door hun deskundigheid en toegang tot de praktijk een bijdrage kunnen leveren aan het terugdringen van sterfte van jonge dieren. In de melkgeitenhouderij is de kwantitatieve genetica daarentegen nog niet geïnstitutionaliseerd, is natuurlijke dekking de norm en behoort fokkerij volledig tot de verantwoordelijkheid van de melkgeitenhouder.

Ontwikkeling van goede kengetallen en benchmarks om vroege sterfte te monitoren en vergelijken met andere bedrijven, bij voorkeur als onderdeel van kwaliteitssystemen, draagt bij aan een betere bewustwording en bewaking van de situatie op primaire bedrijven en vormt de basis voor bespreking van eventuele problemen met de bedrijfsdierenarts. Ook training en onderlinge uitwisseling van kennis en ervaringen kan bijdragen aan bewustwording en voorkomen van bedrijfsblindheid.

Literatuur

- Adamec, Vaclav. 2002. "The Effect of Maternal and Fetal Inbreeding on Dystocia, Calf Survival, Days to First Service and Non-Return Performance in US Dairy Cattle." Virginia Tech.
- Ahn, Hyeonju, Kyu Won Kim, Hyeon Jeong Kim, Seoae Cho, and Heebal Kim. 2014. "Differential Evolution between Monotocous and Polytocous Species." *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 27(4):464–70.
- Akar, Yaşar. 2013. "Reproductive Performance of Saanen Goats under Rural or Intensive Management Systems in Elaziğ Region, Turkey." *Pakistan Veterinary Journal* 33(1):45–47.
- Al-Samarai, Firas Rashad. 2014. "A Meta-Analysis of the Impact of Parity on Dystocia and Stillbirth in Holstein Cattle ." *Advances in Animal and Veterinary Sciences* 2(7):381 – 389.
- Alvarenga, A. L. N. et al. 2013. "Intra-Uterine Growth Retardation Affects Birthweight and Postnatal Development in Pigs, Impairing Muscle Accretion, Duodenal Mucosa Morphology and Carcass Traits." *Reproduction, Fertility and Development* 25(2):387–95.
- Andersen, Inger Lise, Eric Nævdal, and Knut Egil Bøe. 2011. "Maternal Investment, Sibling Competition, and Offspring Survival with Increasing Litter Size and Parity in Pigs (Sus Scrofa)." *Behavioral Ecology and Sociobiology* 65(6):1159–67.
- Anonymous. 2019. *Belangrijkste Wijzigingen KwaliGeit Protocol 2019*. Den Haag.
- Arsoy, D. 2019. "Herd Management and Welfare Assessment of Dairy Goat Farms in Northern Cyprus by Using Breeding, Health, Reproduction, and Biosecurity Indicators." *Tropical Animal Health and Production* 1–8.
- Azizzadeh, M., Shooroki, H.F., Kamalabadi, A.S., and Stevenson, M.A. 2012. "Factors Affecting Calf Mortality in Iranian Holstein Dairy Herds." *Preventive Veterinary Medicine* 104(3–4):335–40.
- Bagnicka, Emilia, Ewa Wallin, Marek Łukaszewicz, and Tormod Ådnøy. 2007. "Heritability for Reproduction Traits in Polish and Norwegian Populations of Dairy Goat." *Small Ruminant Research* 68(3):256–62.
- Barrier, A. C., M. J. Haskell, et al. 2013. "The Impact of Dystocia on Dairy Calf Health, Welfare, Performance and Survival." *The Veterinary Journal* 195(1):86–90.
- Barrier, A. C., C. Mason, C. M. Dwyer, M. J. Haskell, and A. I. Macrae. 2013. "Stillbirth in Dairy Calves Is Influenced Independently by Dystocia and Body Shape." *The Veterinary Journal* 197(2):220–23.
- Baxter, E. M. and S. A. Edwards. 2017. *Piglet Mortality and Morbidity*. Elsevier Ltd.
- Baxter, E. M. and Sandra A. Edwards. 2017. "Piglet Mortality and Morbidity: Inevitable or Unacceptable?" *Advances in Pig Welfare* 73–100.
- Baxter, Emma M. and Sandra A. Edwards. 2018. *Piglet Mortality and Morbidity: Inevitable or Unacceptable?* Elsevier Ltd.
- Berge, A. C. B., T. E. Besser, D. A. Moore, and W. M. Sischo. 2009. "Evaluation of the Effects of Oral Colostrum Supplementation during the First Fourteen Days on the Health and Performance of Preweaned Calves." *Journal of Dairy Science* 92(1):286–95.
- Bigvitaliteit. 2018a. *Checklist Bigvitaliteit*. Werkgroep Bigvitaliteit. Wageningen Livestock Research.
- Bigvitaliteit. 2018b. *Protocol Zorg Rondom Geboorte*. Werkgroep Bigvitaliteit. Wageningen Livestock Research.
- Bigvitaliteit. 2018c. *Reinigen En Ontsmetten*. Werkgroep Bigvitaliteit. Wageningen Livestock Research.
- Binnendijk, G. P., M. M. Van Krimpen, and M. F. Mul. 2007. *Relatie Geboorte En Speengewicht van Biggen Met Productieresultaten En Uitval Tijdens de Zoog-, Opfok En Vleesvarkenfase*. Lelystad.
- Binnendijk, G. P. and C. M. C. Van der Peet-Schwering. 2006. *Mogelijkheden Ter Verbetering van de Gezondheid van Gespeende Biologische Biggen*. Lelystad.
- Binns, S. H., I. J. Cox, S. Rizvi, and L. E. Green. 2002. "Risk Factors for Lamb Mortality on UK Sheep Farms." *Preventive Veterinary Medicine* 52(3–4):287–303.
- Bleul, U. 2011. "Risk Factors and Rates of Perinatal and Postnatal Mortality in Cattle in Switzerland." *Livestock Science* 135(2–3):257–64.
- Brickell, J. S., M. M. McGowan, D. U. Pfeiffer, and D. C. Wathes. 2009. "Mortality in Holstein-Friesian Calves and Replacement Heifers, in Relation to Body Weight and IGF-I Concentration, on 19 Farms in England." *Animal* 3(8):1175–82.
- Brickell, J. S., M. M. McGowan, and D. C. Wathes. 2010. "Association between Neospora Caninum Seropositivity and Perinatal Mortality in Dairy Heifers at First Calving." *Veterinary Record* 167(3):82–85.
- Bruce, N. W. and J. R. Wellstead. 1992. "Spacing of Fetuses and Local Competition in Strains of Mice

- with Large, Medium and Small Litters." *Reproduction* 95(3):783–89.
- Burgwal-Konertz, B. 1996. "Das Saug- Und Säugeverhalten Bei Der Gruppenhaltung Abferkelnder Und Ferkelführender Sauen Und Ihren Würfen Unter Besonderer Berücksichtigung Des Fremdsaugens." Universität Hohenheim, Institut für Umwelt- und Tierhygiene und DLO-Institut für Tierzuchtforschung and Tiergesundheit (ID-DLO).
- Buttigieg, Mauro, Matteo Ganesella, and Andrew James. 2016. "A Benchmark Study of Dairy Calf Mortality Rates on the Islands of Malta and Gozo." *Veterinarski arhiv* 86(2):183–96.
- Campos, P. H. R. F., B. A. N. Silva, J. L. Donzele, R. F. M. Oliveira, and E. F. Knol. 2012. "Effects of Sow Nutrition during Gestation on Within-Litter Birth Weight Variation: A Review." *Animal* 6(5):797–806.
- Closs Jr., G. and C. Dechow. 2017. "The Effect of Calf-Hood Pneumonia on Heifer Survival and Subsequent Performance." *Livestock Science* 205:5–9.
- Cole, J. B., G. R. Wiggans, and P. M. VanRaden. 2007. "Genetic Evaluation of Stillbirth in United States Holsteins Using a Sire-Maternal Grand sire Threshold Model." *Journal of Dairy Science* 90(5):2480–88.
- Compton, C. W. R. et al. 2017. "Invited Review: A Systematic Literature Review and Meta-Analysis of Mortality and Culling in Dairy Cattle." *Journal of Dairy Science* 100(1):1–16.
- Conneely, M. et al. 2014. "Effect of Feeding Colostrum at Different Volumes and Subsequent Number of Transition Milk Feeds on the Serum Immunoglobulin G Concentration and Health Status of Dairy Calves." *Journal of dairy science* 97(11):6991–7000.
- CRV. 2019. *CRV Jaarstatistieken 2018*. edited by C.R.V u.a. Arnhem, the Netherlands.
- Cuttance, E. L. et al. 2017. "Calf and Replacement Heifer Mortality from Birth until Weaning in Pasture-Based Dairy Herds in New Zealand." *Journal of Dairy Science* 100(10):8347–57.
- Devillers, N., J. Le Dividich, and A. Prunier. 2011. "Influence of Colostrum Intake on Piglet Survival and Immunity." *Animal* 5(10):1605–12.
- Dhakai, K. et al. 2013. "Calf Birth Weight, Gestation Length, Calving Ease, and Neonatal Calf Mortality in Holstein, Jersey, and Crossbred Cows in a Pasture System." *Journal of Dairy Science* 96(1):690–98.
- Le Dividich, J., R. Charneca, and F. Thomas. 2017. "Relationship between Birth Order, Birth Weight, Colostrum Intake, Acquisition of Passive Immunity and Pre-Weaning Mortality of Piglets." *Spanish Journal of Agricultural Research* 15(2):1–10.
- Donkin, E. F. and P. A. Boyazoglu. 2004. "Diseases and Mortality of Goat Kids in a South African Milk Goat Herd." *South African Journal of Animal Science* 34(Supplement 1):258–61.
- Dwyer, C. M. et al. 2016. "Invited Review: Improving Neonatal Survival in Small Ruminants: Science into Practice." *Animal* 10(3):449–59.
- Edwards, S. A. and D. M. Broom. 1982. "Behavioural Interactions of Dairy Cows with Their Newborn Calves and the Effects of Parity." *Animal Behaviour* 30(2):525–35.
- Edwards, Sandra A. 2002. "Perinatal Mortality in the Pig: Environmental or Physiological Solutions?" *Livestock Production Science* 78(1):3–12.
- Faber, S. N., N. E. Faber, T. C. McCauley, and R. L. Ax. 2005. "Case Study: Effects Of Colostrum Ingestion on Lactational Performance 1." *The Professional Animal Scientist* 21(5):420–25.
- Feldpausch, Julie A. et al. 2019. "Birth Weight Threshold for Identifying Piglets at Risk for Prewaning Mortality." *Translational Animal Science* 3(2):633–40.
- Feyera, Takele, Trine Friis Pedersen, Uffe Krogh, Leslie Foldager, and Peter Kappel Theil. 2018. "Impact of Sow Energy Status during Farrowing on Farrowing Kinetics, Frequency of Stillborn Piglets, and Farrowing Assistance." *Journal of Animal Science* 96(6):2320–31.
- Fix, J. S. et al. 2010. "Effect of Piglet Birth Weight on Survival and Quality of Commercial Market Swine." *Livestock Science* 132(1–3):98–106.
- Forbes, L. Scott and Douglas W. Mock. 1998. "Parental Optimism and Progeny Choice: When Is Screening for Offspring Quality Affordable?" *Journal of Theoretical Biology* 192(1):3–14.
- Formigoni, A. et al. 2011. "Effects of an Organic Source of Copper, Manganese and Zinc on Dairy Cattle Productive Performance, Health Status and Fertility." *Animal Feed Science and Technology* 164(3/4):191–98.
- Fraser, David, D. L. Kramer, E. A. Pajor, and D. M. Weary. 1995. "Conflict and Cooperation: Sociobiological Principles and the Behaviour of Pigs." *Applied Animal Behaviour Science* 44(2–4):139–57.
- Fraser, David and B. K. Thompson. 1991. "Armed Sibling Rivalry among Suckling Piglets." *Behavioral Ecology and Sociobiology* 29(1):9–15.
- Frauendorf, Magali, Friederike Gethöffer, Ursula Siebert, and Oliver Keuling. 2016. "The Influence of Environmental and Physiological Factors on the Litter Size of Wild Boar (*Sus Scrofa*) in an Agriculture Dominated Area in Germany." *Science of the Total Environment* 541:877–82.
- Fuerst-Waltl, B. and C. Fuerst. 2010. "Mortality in Austrian Dual Purpose Fleckvieh Calves and Heifers." *Livestock Science* 132(1):80–86.

- Ghavi, H. and Zadeh, H.N. 2014. "Effect of Dystocia on the Productive Performance and Calf Stillbirth in Iranian Holsteins." *J. Agr. Sci. Tech. (2014) Vol. 16: 69-78.*
- Gonggrijp, M. et al. 2019. *Data-Analyse Kleine Herkauwers 2018.* Deventer.
- Gonzalez-Peña, D., N. Vukasinovic, J. J. Brooker, C. A. Przybyla, and S. K. DeNise. 2019. "Genomic Evaluation for Calf Wellness Traits in Holstein Cattle." *Journal of Dairy Science* 102(3):2319–29.
- Gulliksen, Stine Margrethe, Kai Inge Lie, Torleiv Løken, and O. Østerås. 2009. "Calf Mortality in Norwegian Dairy Herds." *Journal of Dairy Science* 92(6):2782–95.
- Gullstrand, Patricia. 2017. "Calving Ease and Stillbirth in Dairy Herds Using Beef and Dairy Breed Bulls."
- Gundelach, Y., K. Essmeyer, M. K. Teltscher, and M. Hoedemaker. 2009. "Risk Factors for Perinatal Mortality in Dairy Cattle: Cow and Foetal Factors, Calving Process." *Theriogenology* 71(6):901–9.
- Gustafsson, Hans, Hans Kindahl, and Britt Berglund. 2007. "Stillbirths in Holstein Heifers—some Results from Swedish Research." *Acta Veterinaria Scandinavica* 49(1):S17.
- Hansen, M., I. Misztal, M. S. Lund, J. Pedersen, and L. G. Christensen. 2004. "Undesired Phenotypic and Genetic Trend for Stillbirth in Danish Holsteins." *Journal of Dairy Science* 87(5):1477–86.
- Hinch, G. N. and F. Brien. 2014. "Lamb Survival in Australian Flocks: A Review." *Animal Production Science* 54(6):656–66.
- Hinrichs, D. and G. Thaller. 2011. "Pedigree Analysis and Inbreeding Effects on Calving Traits in Large Dairy Herds in Germany." *Journal of Dairy Science* 94(9):4726–33.
- Hoedemaker, M., I. Ruddat, M. K. Teltscher, K. Essmeyer, and L. Kreienbrock. 2010. "Influence of Animal, Herd and Management Factors on Perinatal Mortality in Dairy Cattle - a Survey in Thuringia, Germany." *Berliner und Munchener Tierarztliche Wochenschrift* 123(3/4):130–36.
- Hole, Charlotte Vanden et al. 2018. "Does Intrauterine Crowding Affect Locomotor Development? A Comparative Study of Motor Performance, Neuromotor Maturation and Gait Variability among Piglets That Differ in Birth Weight and Vitality." *PLoS ONE* 13(4):1–21.
- Hoppe, Sebastian, Horst R. Brandt, Georg Erhardt, and Matthias Gauly. 2008. "Maternal Protective Behaviour of German Angus and Simmental Beef Cattle after Parturition and Its Relation to Production Traits." *Applied Animal Behaviour Science* 114(3–4):297–306.
- Hopster, H. and H. T. Bergsma. 2016. *Vroegtijdig Scheiden van Melkkoe En Kalf: Implicaties Voor Gedrag En Gezondheid in Het Licht van de Gangbare Praktijk.* Leeuwarden.
- Hulbert, Lindsey E. and Sonia J. Moisés. 2016. "Stress, Immunity, and the Management of Calves." *Journal of dairy science* 99(4):3199–3216.
- Illmann, G. and M. Spinka. 1993. "Maternal Behaviour of Dairy Heifers and Sucking of Their Newborn Calves in Group Housing." *Applied Animal Behaviour Science* 36(2–3):91–98.
- Illmann, Gudrun, Zuzana Pokorná, and M. Spinka. 2005. "Nursing Synchronization and Milk Ejection Failure as Maternal Strategies to Reduce Allosuckling in Pair-Housed Sows (*Sus Scrofa Domestica*)." *Ethology* 111:652–68.
- Jenkins, G. M., P. Amer, K. Stachowicz, and S. Meier. 2016. "Phenotypic Associations between Gestation Length and Production, Fertility, Survival, and Calf Traits." *Journal of Dairy Science* 99(1):418–26.
- Jensen, Margit Bak. 2012. "Behaviour around the Time of Calving in Dairy Cows." *Applied Animal Behaviour Science* 139(3–4):195–202.
- Johanson, J. M. and P. J. Berger. 2003. "Birth Weight as a Predictor of Calving Ease and Perinatal Mortality in Holstein Cattle." *Journal of Dairy Science* 86(11):3745–55.
- Johanson, J. M., P. J. Berger, S. Tsuruta, and I. Misztal. 2011. "A Bayesian Threshold-Linear Model Evaluation of Perinatal Mortality, Dystocia, Birth Weight, and Gestation Length in a Holstein Herd." *Journal of Dairy Science* 94(1):450–60.
- Kayano, M., M. Kadohira, and M. A. Stevenson. 2016. "Risk Factors for Stillbirths and Mortality during the First 24 h of Life on Dairy Farms in Hokkaido, Japan 2005–2009." *Preventive Veterinary Medicine* 127:50–55.
- Khandoker, MAMY, N. Afini, and A. Azwan. 2018. "Productive and Reproductive Performance of Saanen Goat at AZZahra Farm of Sandakan in Malaysia." *Bangladesh Journal of Animal Science* 47(1):1–12.
- KilBride, A. L. et al. 2012. "A Cohort Study of Prewaning Piglet Mortality and Farrowing Accommodation on 112 Commercial Pig Farms in England." *Preventive Veterinary Medicine* 104(3–4):281–91.
- Kirkden, R. D., D. M. Broom, and I. L. Andersen. 2013. "Invited Review: Piglet Mortality: Management Solutions." *Journal of Animal Science* 91(7):3361–89.
- Knol, E. F., B. J. Ducro, J. A. M. van Arendonk, and T. van der Lende. 2002. "Direct, Maternal and Nurse Sow Genetic Effects on Farrowing-, Pre-Weaning- and Total Piglet Survival." *Livestock Production Science* 73(2–3):153–64.
- Leenhouwers, J. I., C. A. De Almeida, E. F. Knol, and T. Van Der Lende. 2001. "Progress of Farrowing and Early Postnatal Pig Behavior in Relation to Genetic Merit for Pig Survival." *Journal of Animal*

- Science* 79(6):1416–22.
- Leenhouwers, J. I., J. Ten Napel, E. H. A. T. Hanenberg, and J. W. M. Merks. 2011. "Breeding Replacement Gilts for Organic Pig Herds." *Animal* 5(4):615–21.
- Leenhouwers, Jascha I., Tette Van Der Lende, and Egbert F. Knol. 1999. "Analysis of Stillbirth in Different Lines of Pig." *Livestock Production Science* 57(3):243–53.
- Leenstra, F. R. et al. 2009. *Ongerief Bij Konijnen, Kalkoenen, Eenden, Schapen En Geiten; Inventarisatie En Prioritering*. Lelystad.
- Lefebvre, R. 2004. "Bovine twins: overcoming the difficulties of life for two." *Producteur de Lait Quebecois* 24(10):40–41.
- Lidfors, Lena M. 1996. "Behavioural Effects of Separating the Dairy Calf Immediately or 4 Days Post-Partum." *Applied Animal Behaviour Science* 49(3):269–83.
- Lombard, J. E., F. B. Garry, S. M. Tomlinson, and L. P. Garber. 2007. "Impacts of Dystocia on Health and Survival of Dairy Calves." *Journal of Dairy Science* 90(4):1751–60.
- Luo, Nanjian, Xiaochuan Chen, and Yongju Zhao. 2019. "Cold and Heat Climatic Variations Reduce Goat Birth Weight and Enhance Mortality in Subtropical Monsoon Region (Southwest China)." P. S08(T)-PP-5 in *ICAR, Presentations Prague Conference 20 June 2019*.
- Lupoli, B., B. Johansson, K. Uvnäs-Moberg, and K. Svennersten-Sjaunja. 2001. "Effect of Suckling on the Release of Oxytocin, Prolactin, Cortisol, Gastrin, Cholecystokinin, Somatostatin and Insulin in Dairy Cows and Their Calves." *The Journal of dairy research* 68(2):175–87.
- Mainau, E., J. L. Ruiz-De-La-Torre, A. Dalmau, J. M. Salleras, and X. Manteca. 2012. "Effects of Meloxicam (Metacam®) on Post-Farrowing Sow Behaviour and Piglet Performance." *Animal* 6(3):494–501.
- Maletínská, J. and M. Špinková. 2001. "Cross-Suckling and Nursing Synchronisation in Group Housed Lactating Sows." *Applied Animal Behaviour Science* 75(1):17–32.
- Maltecca, C., H. Khatib, V. R. Schutzkus, P. C. Hoffman, and K. A. Weigel. 2006. "Changes in Conception Rate, Calving Performance, and Calf Health and Survival from the Use of Crossbred Jersey × Holstein Sires as Mates for Holstein Dams." *Journal of Dairy Science* 89(7):2747–54.
- Martinez, Mario L., A. E. Freeman, and P. J. Berger. 1983a. "Factors Affecting Calf Livability for Holsteins." *Journal of Dairy Science* 66(11):2400–2407.
- Martinez, Mario L., A. E. Freeman, and P. J. Berger. 1983b. "Genetic Relationship between Calf Livability and Calving Difficulty of Holsteins." *Journal of Dairy Science* 66(7):1494–1502.
- Matheson, Stephanie M., Grant A. Walling, and Sandra A. Edwards. 2018a. "Genetic Selection against Intrauterine Growth Retardation in Piglets: A Problem at the Piglet Level with a Solution at the Sow Level." *Genetics Selection Evolution* 50(1):1–11.
- Matheson, Stephanie M., Grant A. Walling, and Sandra A. Edwards. 2018b. "Genetic Selection against Intrauterine Growth Retardation in Piglets: A Problem at the Piglet Level with a Solution at the Sow Level." *Genetics Selection Evolution* 50(1):1–11.
- Mauget, R. 1981. "Behavioural and Reproductive Strategies in Wild Forms of *Sus Scrofa* (European Wild Boar and Feral Pigs)." Pp. 3–13 in *The Welfare of Pigs.*, edited by W. Sybesma. The Hague: Martinus Nijhoff.
- McParland, S., J. F. Kearney, D. E. MacHugh, and D. P. Berry. 2008. "Inbreeding Effects on Postweaning Production Traits, Conformation, and Calving Performance in Irish Beef Cattle." *Journal of animal science* 86(12):3338–47.
- McMorran, Elizabeth. 2006. "Bundesweite Untersuchung Zur Kolostralen Versorgung von Neugeborenen Kälbern." Imu.
- Mee, J. 2011. "Bovine Neonatal Survival Is Improvement Possible." *WCDS Advances in Dairy Technology* 23:161–74.
- Mee, J. F., D. P. Berry, and A. R. Cromie. 2008. "Prevalence of, and Risk Factors Associated with, Perinatal Calf Mortality in Pasture-Based Holstein-Friesian Cows." *Animal* 2(4):613–20.
- Mee, John. 2013. "Why Do so Many Calves Die on Modern Dairy Farms and What Can We Do about Calf Welfare in the Future?" *Animals* 3(4):1036–57.
- Mee, John F. 2004. "Managing the Dairy Cow at Calving Time." *Veterinary Clinics: Food Animal Practice* 20(3):521–46.
- Mee, John F. 2008. "Newborn Dairy Calf Management." *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 24(1):1–17.
- Mee, John F., Cosme Sánchez-Miguel, and Michael Doherty. 2014. "Influence of Modifiable Risk Factors on the Incidence of Stillbirth/Perinatal Mortality in Dairy Cattle." *The Veterinary Journal* 199(1):19–23.
- Mee, John, Jim Grant, Cosme Sánchez-Miguel, and Michael Doherty. 2013. "Pre-Calving and Calving Management Practices in Dairy Herds with a History of High or Low Bovine Perinatal Mortality." *Animals* 3(3):866–81.
- Mellado, M. et al. 2014. "Factors Associated with Neonatal Dairy Calf Mortality in a Hot-Arid Environment." *Livestock Science* 159:149–55.

- Mellor, D. J. and K. J. Stafford. 2004. "Animal Welfare Implications of Neonatal Mortality and Morbidity in Farm Animals." *Veterinary Journal* 168(2):118–33.
- Mellor, David J. and Tamara J. Diesch. 2006. "Onset of Sentience: The Potential for Suffering in Fetal and Newborn Farm Animals." *Applied Animal Behaviour Science* 100(1–2):48–57.
- Mellor, David J., Tamara J. Diesch, Alistair J. Gunn, and Laura Bennet. 2005. "The Importance of 'awareness' for Understanding Fetal Pain." *Brain Research Reviews* 49(3):455–71.
- Metz, J. H. M. 1984. "Regulation of Sucking Behaviour of Calves." Pp. 70–73 in *Proc. Int. Congr. Appl. Ethol.*, edited by G. van P. en K. Z. Unshelm. Kiel.
- Meyer, C. L., P. J. Berger, K. J. Koehler, J. R. Thompson, and C. G. Sattler. 2001. "Phenotypic Trends in Incidence of Stillbirth for Holsteins in the United States." *Journal of Dairy Science* 84(2):515–23.
- Milligan, Barry N., David Fraser, and Donald L. Kramer. 2002. "Within-Litter Birth Weight Variation in the Domestic Pig and Its Relation to Pre-Weaning Survival, Weight Gain, and Variation in Weaning Weights." *Livestock Production Science* 76(1–2):181–91.
- Mock, D. W. and G. A. Parker. 1998. "Siblicide, Family Conflict and the Evolutionary Limits of Selfishness [Full Text Delivery]." *Animal Behaviour* 56(Pt1):1–10.
- Mock, Douglas W. and L. Scott Forbes. 1995. "The Evolution of Parental Care." *Trends in Ecology & Evolution* 10(3):130–34.
- Mock, Douglas W., Timothy C. .. Lamey, and Bonnie J. .. Ploger. 1987. "Proximate and Ultimate Roles of Food Amount in Regulating Egret Sibling Aggression." *Ecology* 68(6):1760–72.
- Moore, Malantus, Jeff W. Tyler, Munashe Chigerwe, Maisie E. Dawes, and John R. Middleton. 2005. "Effect of Delayed Colostrum Collection on Colostral IgG Concentration in Dairy Cows." *Journal of the American Veterinary Medical Association* 226(8):1375–77.
- Muns, R., M. Nuntapaitoon, and P. Tummaruk. 2016. "Non-Infectious Causes of Pre-Weaning Mortality in Piglets." *Livestock Science* 184:46–57.
- Murray, Christine. 2014. "Characteristics, Risk Factors and Management Programs for Vitality of Newborn Dairy Calves."
- Murray, Christine F. and Ken E. Leslie. 2013. "Newborn Calf Vitality: Risk Factors, Characteristics, Assessment, Resulting Outcomes and Strategies for Improvement." *Veterinary Journal* 198(2):322–28.
- Murray, G. 2010. "Cobalt Sulphate Poisoning in Ruminants." *Irish Veterinary Journal* 63(3):176–78.
- Neeteson-van Nieuwenhoven, Anne-Marie, Pieter Knap, and Santiago Avendaño. 2013. "The Role of Sustainable Commercial Pig and Poultry Breeding for Food Security." *Animal Frontiers* 3(1):52–57.
- Le Neindre, P. and P. D'Hour. 1986. "Effects of a Postpartum Separation on Maternal Responses in Primiparous and Multiparous Cows." *Anim. beh.* 37(1):166–68.
- Newberry, R. C. and D. G. M. Wood-Gush. 1985. "The Suckling Behaviour of Domestic Pigs in a Semi-Natural Environment." *Behaviour* 95(1/2):11–25.
- Nielsen, B., G. Su, M. S. Lund, and P. Madsen. 2013. "Selection for Increased Number of Piglets at d 5 after Farrowing Has Increased Litter Size and Reduced Piglet Mortality." *Journal of Animal Science* 91(6):2575–82.
- Norman, H. D. et al. 2009. "Genetic and Environmental Factors That Affect Gestation Length in Dairy Cattle." *Journal of Dairy Science* 92(5):2259–69.
- Nuntapaitoon, M. and P. Tummaruk. 2013. "Piglets Pre-Weaning Mortality Rate in a Commercial Swine Herd in Thailand in Relation to Season, Number of Litter Mates, Sow's Parity Number and Piglet's Birth Weight." *Proceedings of the 51st Kasetsart University Annual Conference, Bangkok, Thailand, 5-7 February 2013* (January 2009):2–13.
- Nuntapaitoon, Morakot and Padet Tummaruk. 2015. "Piglet Prewaning Mortality in a Commercial Swine Herd in Thailand." *Tropical Animal Health and Production* 47(8):1539–46.
- Nuntapaitoon, Morakot and Padet Tummaruk. 2018. "Factors Influencing Piglet Pre-Weaning Mortality in 47 Commercial Swine Herds in Thailand." *Tropical Animal Health and Production* 50(1):129–35.
- O'Brien, J. P. and D. M. Sherman. 1993. "Serum Immunoglobulin Concentrations of Newborn Goat Kids and Subsequent Kid Survival through Weaning." *Small Ruminant Research* 11(1):71–77.
- Ortiz-Pelaez, A. et al. 2008. "Calf Mortality as a Welfare Indicator on British Cattle Farms." *The Veterinary Journal* 176(2):177–81.
- Oudshoorn, Hilda M., Marlene A. Paibomesai, John P. Cant, and Vern R. Osborne. 2016. "Nutritional Strategies Used on Dairy Goat Farms in Ontario." *Professional Animal Scientist* 32(4):484–94.
- Ouweltjes, W., J. J. Windig, A. H. Hoving, and M. P. L. Calus. 2014. *Factoren Geassocieerd Met Levensvatbaarheid van (Pasgeboren) Kalveren*. Lelystad: Wageningen Livestock Research.
- Ouweltjes, W., J. J. Windig, M. L. Van Pelt, and M. P. L. Calus. 2015. "Genotype by Environment Interaction for Livability of Dairy Calves from First Parity Cows." *Animal* 9(10):1617–23.
- Pandolfi, F., S. A. Edwards, F. Robert, and I. Kyriazakis. 2017. "Risk Factors Associated with the

-
- Different Categories of Piglet Perinatal Mortality in French Farms." *Preventive Veterinary Medicine* 137:1–12.
- Panzardi, A. et al. 2013. "Newborn Piglet Traits Associated with Survival and Growth Performance until Weaning." *Preventive Veterinary Medicine* 110(2):206–13.
- Perez-Razo, M. A., G. F. F. Sánchez, and H. C. Meza. 1998. "Factors Affecting Kid Survival in Five Goat Breeds." *Canadian Journal of Animal Science* 78(3):407–11.
- Perrin, J. B., C. Ducrot, J. L. Vinard, P. Hendrikx, and D. Calavas. 2011. "Analyse de La Mortalité Bovine En France de 2003 à 2009." *Productions animales* 24(3):235.
- Pithua, Patrick, Luis A. Espejo, Sandra M. Godden, and Scott J. Wells. 2013. "Is an Individual Calving Pen Better than a Group Calving Pen for Preventing Transmission of Mycobacterium Avium Subsp Paratuberculosis in Calves? Results from a Field Trial." *Research in Veterinary Science* 95(2):398–404.
- Raboisson, D. et al. 2013. "Perinatal, Neonatal, and Rearing Period Mortality of Dairy Calves and Replacement Heifers in France." *Journal of Dairy Science* 96(5):2913–24.
- Raboisson, Didier, Elise Maigne, Pierre Sans, Gilles Allaire, and Eric Cahuzac. 2014. "Factors Influencing Dairy Calf and Replacement Heifer Mortality in France." *Journal of Dairy Science* 97(1):202–11.
- Rangstrup-Christensen, Lena. 2017. "Risk Factors for Piglet Mortality in Danish Organic Sow Herds." Aarhus University.
- Refshauge, G., F. D. Brien, G. N. Hinch, and R. Van De Ven. 2016. "Neonatal Lamb Mortality: Factors Associated with the Death of Australian Lambs." *Animal Production Science* 56(4):726–35.
- Reiten, M. et al. 2018. "Mortality, Diarrhea and Respiratory Disease in Danish Dairy Heifer Calves: Effect of Production System and Season." *Preventive Veterinary Medicine* 155:21–26.
- Renaud, D. L., D. F. Kelton, S. J. LeBlanc, D. B. Haley, and T. F. Duffield. 2018. "Calf Management Risk Factors on Dairy Farms Associated with Male Calf Mortality on Veal Farms." *Journal of Dairy Science* 101(2):1785–94.
- Renaud, David. 2017. "Why Do Some Calves Die and Others Thrive? An Investigation of Risk Factors Impacting Male Calf Health in Ontario."
- Ring, S. C., R. D. Evans, M. L. Doherty, and D. P. Berry. 2019. "Genetic Parameters for Animal Mortality in Pasture-Based, Seasonal-Calving Dairy and Beef Herds." *Livestock Science* 219:10–16.
- Del Río, N. Silva, Steven Stewart, Paul Rapnicki, Y. M. Chang, and Paul M. Fricke. 2007. "An Observational Analysis of Twin Births, Calf Sex Ratio, and Calf Mortality in Holstein Dairy Cattle." *Journal of Dairy Science* 90(3):1255–64.
- Roehe, R. and E. Kalm. 2000. "Estimation of Genetic and Environmental Risk Factors Associated with Pre-Weaning Mortality in Piglets Using Generalized Linear Mixed Models." *Animal Science* 70(2):227–40.
- Rutherford, K. M. D. et al. 2011. *The Ethical and Welfare Implications of Large Litter Size in the Domestic Pig: Challenges and Solutions*. Frederiksberg C.
- Santman-Berends, I. M. G. A. et al. 2014. "A Multidisciplinary Approach to Determine Factors Associated with Calf Rearing Practices and Calf Mortality in Dairy Herds." *Preventive Veterinary Medicine* 117(2):375–87.
- Santman-Berends, I. M. G. A., Y. H. Schukken, and G. van Schaik. 2019. "Quantifying Calf Mortality on Dairy Farms: Challenges and Solutions." *Journal of Dairy Science* 102(7):6404–17.
- Schodl, K. et al. 2019. "Assessment of Piglet Vitality by Farmers — Validation Genetic Parameters." *Animals* 9(317):1–9.
- Schuenemann, G. M., S. Bas, E. Gordon, and J. D. Workman. 2013. "Dairy Calving Management: Description and Assessment of a Training Program for Dairy Personnel." *Journal of Dairy Science* 96(4):2671–80.
- Šebek, Leon. 2001. "Protein Metabolism of Prolific Ewes During Late Gestation and Early Lactation." Wageningen University.
- Selman, I. E., A. D. McEwan, and E. W. Fisher. 1970. "Studies on Natural Suckling in Cattle during the First Eight Hours Post Partum I. Behavioural Studies (Dams)." *Animal Behaviour* 18(PART 2):276–83.
- Selman, I. E., A. D. McEwan, and E. W. Fisher. 1971. "Studies on Dairy Calves Allowed to Suckle Their Dams at Fixed Times." *Res. Vet. Sci.* 12(1):1–6.
- Sen, Ugur and Hasan Onder. 2016. "The Effect of Estrus Synchronization Programmes on Parturition Time and Some Reproductive Characteristics of Saanen Goats." *Journal of Applied Animal Research* 44(1):376–79.
- Seppä-Lassila, L., K. Sarjokari, M. Hovinen, T. Soveri, and M. Norring. 2016. "Management Factors Associated with Mortality of Dairy Calves in Finland: A Cross Sectional Study." *The Veterinary Journal* 216:164–67.
- Sherman, D. M. 1987. "Causes of Kid Morbidity and Mortality: An Overview." Pp. 335–54 in

-
- Proceedings of the IV International Conference on Goats*. Brasil.
- Špinka, Marek. 2006. "How Important Is Natural Behaviour in Animal Farming Systems?" *Applied Animal Behaviour Science* 100(1-2):117-28.
- Stott, G. H., D. B. Marx, B. E. Menefee, and G. T. Nightengale. 1979a. "Colostrum Immunoglobulin Transfer in Calves. I. Period of Absorption." *Journal of Dairy Science* 62(10):1632-38.
- Stott, G. H., D. B. Marx, B. E. Menefee, and G. T. Nightengale. 1979b. "Colostrum Immunoglobulin Transfer in Calves. II. Rate of Absorption." *Journal of Dairy Science* 62(11):1766-73.
- Stott, G. H., D. B. Marx, B. E. Menefee, and G. T. Nightengale. 1979c. "Colostrum Immunoglobulin Transfer in Calves. III. Amount of Absorption." *Journal of Dairy Science* 62(12):1902-7.
- Stott, G. H., D. B. Marx, B. E. Menefee, and G. T. Nightengale. 1979. "Colostrum Immunoglobulin Transfer in Calves. IV. Effect of Suckling." *Journal of dairy science* 62(12):1908-13.
- Strange, T., B. Ask, and B. Nielsen. 2013. "Genetic Parameters of the Piglet Mortality Traits Stillborn, Weak at Birth, Starvation, Crushing, and Miscellaneous in Crossbred Pigs." *Journal of Animal Science* 91(4):1562-69.
- Su, G., M. S. Lund, and D. Sorensen. 2007. "Selection for Litter Size at Day Five to Improve Litter Size at Weaning and Piglet Survival Rate." *Journal of Animal Science* 85(6):1385-92.
- Svensmark, B., S. E. Jorsal, K. Nielsen, and P. Willeberg. 1989. "Epidemiological Studies of Piglet Diarrhoea in Intensively Managed Danish Sow Herds. I. Pre-Weaning Diarrhoea." *Acta veterinaria Scandinavica* 30:43-53.
- Todd, C. G., B. Bruce, L. Deeming, and G. Zobel. 2019. "Short Communication: Survival of Replacement Kids from Birth to Mating on Commercial Dairy Goat Farms in New Zealand." *Journal of Dairy Science* 102(10):9382-88.
- Torsein, M., M. Jansson-Mörk, A. Lindberg, C. Hallén-Sandgren, and C. Berg. 2014. "Associations between Calf Mortality during Days 1 to 90 and Herd-Level Cow and Production Variables in Large Swedish Dairy Herds." *Journal of Dairy Science* 97(10):6613-21.
- Torsein, Maria et al. 2011. "Risk Factors for Calf Mortality in Large Swedish Dairy Herds." *Preventive Veterinary Medicine* 99(2):136-47.
- Urie, N. J. et al. 2018. "Prewaned Heifer Management on US Dairy Operations: Part V. Factors Associated with Morbidity and Mortality in Prewaned Dairy Heifer Calves." *Journal of Dairy Science* 101(10):9229-44.
- Vandenheede, M., B. Nicks, A. Désiron, and B. Canart. 2001. "Mother-Young Relationships in Belgian Blue Cattle after a Caesarean Section: Characterisation and Effects of Parity." *Applied Animal Behaviour Science* 72(3):281-92.
- Vanderhaeghe, C., J. Dewulf, A. de Kruif, and D. Maes. 2013. "Non-Infectious Factors Associated with Stillbirth in Pigs: A Review." *Animal Reproduction Science* 139(1-4):76-88.
- Vannucchi, C. I., J. A. Rodrigues, L. C. G. Silva, C. F. Lúcio, and G. A. L. Veiga. 2015. "Effect of Dystocia and Treatment with Oxytocin on Neonatal Calf Vitality and Acid-Base, Electrolyte and Haematological Status." *The Veterinary Journal* 203(2):228-32.
- Verkaik, Jan, Ingrid van Dixhoorn, Henk Gunnink, Theo van Hattum, and Wijbrand Ouweltjes. 2016. *Monitoring van Het Helingsproces van de Navelstrengen van Geitenlammeren*.
- Vermeer, H. and G. P. Binnendijk. 2009. *Extra Watervoorziening Aan de Zeug Om de Biggensterfte in Biologische Kraamhokken Te Verminderen*. Lelystad.
- Vermeer, H. M., H. W. J. Houwers, and G. P. Binnendijk. 2011. *Biggensterfte in Biologische Kraamhokken: Effect van Overleggen En Toomgrootte*. Lelystad.
- Villettaz Robichaud, M. et al. 2016. "Calving Management Practices on Canadian Dairy Farms: Prevalence of Practices." *Journal of Dairy Science* 99(3):2391-2404.
- Villettaz Robichaud, M. 2016. "Prevalence and Effects of Management Practices around Calving on the Health, Behaviour, and Productivity of Holstein Dairy Calves."
- Villettaz Robichaud, M., D. L. Pearl, S. M. Godden, S. J. LeBlanc, and D. B. Haley. 2017. "Systematic Early Obstetrical Assistance at Calving: I. Effects on Dairy Calf Stillbirth, Vigor, and Passive Immunity Transfer." *Journal of Dairy Science* 100(1):691-702.
- Visser, Kathelijne, Jorine Rommers, Bert Ipema, and Jan Verkaik. 2015. *Risicoanalyse Dierenwelzijn Zuivelketen; Desk Studie En Expert Opinie*. Wageningen.
- Vojč, Mojca, Marko Čepon, Špela Malovrh, and Silvester Žgur. 2019. "Risk Factors and Mortality Rate of Calves in the First Month of Life in Slovenian Holstein Friesian Population." *Journal of Central European Agriculture* 20(1):25-30.
- Walker, W. L. et al. 2012. "Characteristics of Dairy Calf Ranches: Morbidity, Mortality, Antibiotic Use Practices, and Biosecurity and Biocontainment Practices." *Journal of Dairy Science* 95(4):2204-14.
- Wathes, D. C., J. S. Brickell, N. E. Bourne, A. Swali, and Z. Cheng. 2008. "Factors Influencing Heifer Survival and Fertility on Commercial Dairy Farms." *Animal* 2(8):1135-43.
- Weller, J. I. and E. Ezra. 2016. "Genetic Analysis of Calving Traits by the Multi-Trait Individual Animal Model." *Journal of Dairy Science* 99(1):427-42.

-
- Westin, Rebecka et al. 2015. "Post-Mortem Findings and Piglet Mortality in Relation to Strategic Use of Straw at Farrowing." *Preventive Veterinary Medicine* 119(3-4):141-52.
- Wientjes, J. G. M., N. M. Soede, C. M. C. Van der Peet-Schwering, H. Van den Brand, and B. Kemp. 2012. "Piglet Uniformity and Mortality in Large Organic Litters: Effects of Parity and Pre-Mating Diet Composition." *Livestock Science* 144(3):218-29.
- Winder, Charlotte B. et al. 2018. "Canadian National Dairy Study: Heifer Calf Management." *Journal of Dairy Science* 101(11):10565-79.
- Windeyer, M. C. et al. 2014. "Factors Associated with Morbidity, Mortality, and Growth of Dairy Heifer Calves up to 3 Months of Age." *Preventive Veterinary Medicine* 113(2):231-40.
- Yao, C., K. A. Weigel, and J. B. Cole. 2014. "Genetic Evaluation of Stillbirth in US Brown Swiss and Jersey Cattle." *Journal of Dairy Science* 97(4):2474-80.
- Zucali, Maddalena, Luciana Bava, Alberto Tamburini, Matteo Guerci, and Anna Sandrucci. 2013. "Management Risk Factors for Calf Mortality in Intensive Italian Dairy Farms." *Italian Journal of Animal Science* 12(2):e26.

Bijlage 1 Bronnenoverzicht van sterftepercentages van biggen

Referentie	land	% PWM	doodgeboren	periode	type huisvesting	Aantal bedrijven	Speenleeftijd	Aantal tomen	Bijzonderheden
(Svensmark et al. 1989)	DK	16,2%	6,3%	1976-1982	Aangebonden, roostervloeren	104	42 -> 30	70.796	7,1% (van 9,9% sterfte) 1ste levensweek
(Pandolfi et al. 2017)	FR	Meer dan 90% van de farms PWM 10-30%		2004-2014		146 probleem-bedrijven		Selectie van 40.101 biggen	
(Westin et al. 2015)	SE	19,5 % \pm 14,7	6,5% STRAW: 5,2 \pm 8,2/100 geboren biggen CONTROL: 7,2 \pm 10,4/100 geboren biggen	2009	Vrij in kraamhok van 6.0-6.4 m2 (STRAW/CONTROL)	Cohort studie op 4 bedrijven	32 \pm 3	362 (5247 biggen)	Bij 16% vd tomen 0 sterfte, bij 34% meer dan 25% *extremely high)
(Strange, Ask, and Nielsen 2013)	DK	23,1%	11,5%	2006-2008	Groepshuisvesting, kraamboxen	praktijkbedrijf met 550 zeugen		2.152 (34.194 biggen)	
Danish Pig Production (in Strange et al.)	DK	23,7%	11,2%	2006		Praktijkgemiddelde			
Danish Pig Production (in Strange et al.)	DK	23,4%	11,4%	2008		Praktijkgemiddelde			
(Wientjes et al. 2012)	NL	26,6% \pm 1,5	6,9%		Biologisch, kraamhok 2 x 3.75 met buitenuitloop 2 x 1.75	Proefbedrijf Raalte	41 \pm 4 dagen	137	

Referentie	land	% PWM	doodgeboren	periode	type huisvesting	Aantal bedrijven	Speenleeftijd	Aantal tomen	Bijzonderheden
(Fix et al. 2010)	VS	29,1%	8,2%	2008		Praktijkbedrijf	21 dagen	463 (6240 biggen)	
PIGCHAMP (in Fix et al., 2010)	VS	12,8%		2008		Praktijkgemiddelde			
(Panzardi et al. 2013)	BR	17,4%	4,1%	?	Kraamboxen, geïnduceerde partus op 113 dagen. Alle zeugen farrowing assistance tot laatste big.	Praktijkbedrijf met 5500 zeugen, tropisch klimaat	21 dagen	56 (676 biggen)	
(Mainau et al. 2012)	ES	10,3%	4,4%	2007	Kraamboxen, geïnduceerde partus op 113 dagen.	Random selectie praktijkbedrijf		48 zeugen (648 biggen)	The incidence of pre-weaning piglet deaths shows a large variability between studies, although 10% to 15% is accepted as an average figure in sows housed in farrowing crates (Marchant et al., 2000).
(Leenhouders et al. 1999)	NL	11,1% ± 14,4	5,3%	1993-1996	?	12 nucleusbedrijven van fokkerijorganisatie Dalling in NL, Be en Fr.	?	7817 (4162 zeugen)	

Referentie	land	% PWM	doodgeboren	periode	type huisvesting	Aantal bedrijven	Speenleeftijd	Aantal tomen	Bijzonderheden
(Feldpausch et al. 2019)	VS, ES	12,2% 9,6% (VS) 15,2% (ES)		2011 (VS), 2015 (Spanje)		1 (VS) en 3 (Spanje) representatieve praktijkbedrijven	22-28 (VS) 21-29 (Spanje)	4068 biggen	Gemiddeld 2,12 big/toom meer in Spanje; gemiddeld 5,6% meer PWM
US Swine industry benchmark (in Feldpausch et al. 2019)	VS	17,6%		2012-2017		praktijkbedrijven			
(Nuntapaitoon and Tummaruk 2015)	TH	14,5%	6.1%	2009-2011		Praktijkbedrijf met 1700 zeugen	24.8 ± 1.4	11154 (3574 zeugen)	
(Rangstrup-Christensen 2017)	DK	29.5% (21.4-39.9)	7% (4.0-11.2)	2014/2015	Biologisch	9 praktijkbedrijven (85-910 zeugen)		5877	
Sorensen & Pedersen (2013) in (Rangstrup-Christensen 2017)	DK	33% (25-40%)		2007/2008	Biologisch	Praktijkbedrijven		1200	
Jessen (2016) in (Rangstrup-Christensen 2017)	DK	23,4%		2007/2008	Conventioneel	Praktijkbedrijven			
(Roehe and Kalm 2000)	DE	21,3%	12,0%	1989-1994	representatief voor praktijk (120 zeugen)	Proefbedrijf	21,6 ± 3.5	1338 (12727 biggen)	
(Schodl et al. 2019)	AT	12,6 ± 9,1		2017/2018		23 bedrijven	28 dagen	3172	

Referentie	land	% PWM	doodgeboren	periode	type huisvesting	Aantal bedrijven	Speenleeftijd	Aantal tomen	Bijzonderheden
(KilBride et al. 2012)	GB	12%	6.5%		49 farrowing crates (431 zeugen) 7 crate/loose (370) 15 indoor loose (271) 41 outdoor (584)	112 bedrijven (gem. 431 zeugen)	Mediaan: FC: 27 CL: 30 IL: 31 O: 28		
(Binnendijk et al. 2007)	NL	A: 15,9% B: 10,2%	A: 6,6% B: 5,9%	01-01-2002 t/m 31-03-2004		2 proefbedrijven (A en B)	28 dagen	A: 1095 (14955 biggen) B: 1544 (20868 biggen)	A heeft hoge gezondheidsstatus; B is vergelijkbaar met praktijk
(Devillers et al. 2011)	FR	21,9%	2,7%		Kraambox (2 x 2.5m) met stro	proefbedrijf		40 (526 biggen)	63% van de worpen geïnduceerd op dag 114
(Binnendijk and Van der Peet-Schwering 2006)	NL	2004: 24,7% (15,1% - 32,4%) 2005: 25,7% (14,6% - 34,1%) incl doodgeboren	2004: 6,9% (3,7% - 9,2%) 2005: 7,3% (4,4% - 10,5%)	2004/2005	Kraamhokken (7,5m ²) met of zonder buitenuitloop	19 biologische praktijkbedrijven (2004: 16 bedrijven 2005: 12 bedrijven)	42 dagen		Op basis van technische resultaten praktijkbedrijven.
French national average (in Devillers et al. 2011)	FR	21,0%	8%	2007		praktijkbedrijven			
(Nuntapaitoon and Tummaruk 2013)	TH	13,4% ± 15,2	5,9%	2009-2011		Praktijkbedrijf (1700 zeugen)	24.8 ± 1.4 dagen	8874	
(Vermeer and Binnendijk 2009)	NL	27,7% (excl doodgeboren)	?	2008	Kraamhokken 2 x 3.75 m (2.25	Praktijkcentrum Raalte	42 dgn	1210	Biologisch. Over proefbehandelin

Referentie	land	% PWM	doodgeboren	periode	type huisvesting	Aantal bedrijven	Speenleeftijd	Aantal tomen	Bijzonderheden
					dichte vloer met stro)				gen (wel/geen extra waterverstrekking)
(Nuntapaitoon and Tummaruk 2018)	TH	11,2% ± 13,2	5,1%	2007-2013	Kooien, week voor verwacht worpdatum naar kraamhok 4,5m ²	47 praktijkbedrijven	22,9± 2,3 dagen	199918 (74088 zeugen)	Zeugen per bedrijf 263-5240
(Le Dividich et al. 2017)	FR	12,4%	2% (a.g.v. supervision?)		Kraamkooi (2 x 2.5m)	Proefbedrijf INRA		40 zeugen	
(Vermeer, Houwers, and Binnendijk 2011)	NL	26,9% (excl. doodgeboren)	?	2007/2008	Kraamhokken 2 x 3.75 m (2.25 dichte vloer met stro)	Praktijkcentrum Raalte	42 dgn	1113	Biologisch. Overproefbehandelingen (overleggen op 3 wk heen)
(Leenhouders et al. 2011)	NL	25,5	6,3%	2006-2007	Dragende zeugen in ingestrooide groepshokken (minimum 2.5m ² /sow),	Biologisch (n=9)	Minimaal 40 dgn.	122 zeugen/bedrijf, 2,09 worpen per zeug/jaar	Dutch Landrace x Yorkshire
(Leenhouders et al. 2011)	NL	20,8	3,8%	2006-2007	kraamzeugen los in individuele diepstrooisel hokken (minimum 7.5m ²). Beide met verharde uitloop (minimum 1.9 m ² /sow).	Biologisch (n=7)	Minimaal 40 dgn.	130 zeugen/bedrijf, 2,04 worpen per zeug/jaar	T-line x Finnish Landrace cross
(Leenhouders et al. 2011)	NL	18,5	7,4%	2006-2007		Biologisch (n=10)	Minimaal 40 dgn.	198 zeugen/bedrijf, 2,08 worpen per zeug/jaar	Rotational cross (L ₁ , F, T, Y)

Referentie	land	% PWM	doodgeboren	periode	type huisvesting	Aantal bedrijven	Speenleeftijd	Aantal tomen	Bijzonderheden
(Leenhouders et al. 2011)	NL	12,4	6,4%	2006-2007	Dragende zeugen individueel (minimum 1.0 to 1.3m ² /sow) of in	Gangbaar (n=877)	Ca. 25 dgn.	397 zeugen/bedrijf, 2,37 worpen per zeug/jaar	Dutch Landrace x Yorkshire
(Leenhouders et al. 2011)	NL	9,9	6,3%	2006-2007	groepen, (minimum 2.25m ² /sow), kraamzeugen individueel in kraamboxen op	Gangbaar (n=64)	Ca. 25 dgn.	296 zeugen/bedrijf, 2,37 worpen per zeug/jaar	T-line x Finnish Landrace cross
(Leenhouders et al. 2011)	NL	11,6	6,9%	2006-2007	gedeeltelijk roostervloer. (minimum 1.0 to 1.3m ² /sow).	Gangbaar (n=281)	Ca. 25 dgn.	378 zeugen/bedrijf, 2,36 worpen per zeug/jaar	Rotational cross (L ₁ , F, T, Y)

Bijlage 2 Bronnenoverzicht van sterftcijfers van kalveren van melkkoeien

Referentie	Percentage	Tijdvak na geboorte	Omschrijving dataset
(Hoedemaker et al. 2010)	9,3%	24 uur	46 bedrijven, 13158 afkalvingen, 1 jaar, Turingen (D)
(Mee 2008)	4,3%	24 uur	182026 afkalvingen, HF-koeien, 4 jaar, Ierland
(Wathes et al. 2008)	7,9%	0 uur (doodgeboorte)	19 bedrijven, UK
(Wathes et al. 2008)	11,3%	1 maand	idem
(Martinez et al. 1983a)	7,6% (stierkalveren)	48 uur	136775 afkalvingen, HF USA
(Martinez et al. 1983a)	5,6% (vaarskalveren)	48 uur	idem
(Martinez et al. 1983a)	10,5% (1 ^e pariteits moeder)	48 uur	idem
(Martinez et al. 1983a)	5,6% (2 ⁺ pariteits moeder)	48 uur	idem
(Meyer et al. 2001)	9,5 – 13,2% (1985 – 1996; par 1)	niet gespecificeerd	666341 geboortes, HF USA
(Meyer et al. 2001)	5,0 - 6,6% (1985 – 1996; par 2 ⁺)	niet gespecificeerd	666341 geboortes, HF USA
(Yao et al. 2014)	3,7% (Jersey, alle pariteiten)	niet gespecificeerd	14*10 ⁶ afkalvingen, USA
(Yao et al. 2014)	5,1% (Brown Swiss, alle pariteiten)	niet gespecificeerd	14*10 ⁶ afkalvingen, USA
(Yao et al. 2014)	6,3% (Holstein, alle pariteiten)	niet gespecificeerd	14*10 ⁶ afkalvingen, USA
(Perrin et al. 2011)	7,9% (melkvee-stierkalveren)	niet gespecificeerd	75*10 ⁶ afkalvingen, Frankrijk 2003-2009
(Perrin et al. 2011)	6,0% (melkvee-vaarskalveren)	niet gespecificeerd	75*10 ⁶ afkalvingen, Frankrijk 2003-2009
(Adamec 2002)	5,4% (doodgeboorte!)	0 uur	638307 afkalvingen, USA

Referentie	Percentage	Tijdvak na geboorte	Omschrijving dataset
(Adamec 2002)	1,7% (levend geboren!)	48 uur	638307 afkalvingen, USA
(Johanson and Berger 2003)	7,1%	48 uur	4528 afkalvingen, USA 1968 - 1999
(Gundelach et al. 2009)	9,7%	24 uur	483 afkalvingen, Duitsland 2004
(Azizzadeh et al. 2012)	6,5% (postnatale sterfte, inclusief eventuele euthanasie!)	90 dagen	4097 levend geboren kalveren, 10 bedrijven, Iran 209-2010
(Brickell et al. 2009)	7,9%	24 uur	1097 afkalvingen, 19 bedrijven, Engeland 2003-2004
(Brickell et al. 2009)	6,8%	Dag 1 – 6 maanden leeftijd	1097 afkalvingen, 19 bedrijven, Engeland 2003-2004
(Raboisson et al. 2013)	6,7%	48 uur	4*10 ⁶ kalveren, Frankrijk 2005-2006
(Raboisson et al. 2013)	5,7%	Eerste levensmaand excl. perinatale periode	4*10 ⁶ kalveren, Frankrijk 2005-2006
(Bleul 2011)	2,4%	24 uur	2122184 afkalvingen, Zwitserland 2005-2007
(Bleul 2011)	0,5%	Dag 2 – 7	2122184 afkalvingen, Zwitserland 2005-2007
(Bleul 2011)	1,3%	Dag 8 – 28	2122184 afkalvingen, Zwitserland 2005-2007
(Bleul 2011)	0,7%	Dag 29-120	2122184 afkalvingen, Zwitserland 2005-2007
(Lombard et al. 2007)	8,2%	24 uur	7788 kalveren, 3 bedrijven, USA 2001-2002
(Gulliksen et al. 2009)	7,8%	eerste levensjaar	289038 kalveren, 14474 bedrijven, Noorwegen 2005
(Gulliksen et al. 2009)	3,4%	Doodgeboorte	289038 kalveren, 14474 bedrijven, Noorwegen 2005
(Gulliksen et al. 2009)	4,6%	Eerste levensjaar, levendgeboren kalveren	289038 kalveren, 14474 bedrijven, Noorwegen 2005
(Johanson et al. 2011)	8,8%	niet gespecificeerd	5712 afkalvingen, 1 proefbedrijf, USA 1968-2005
(Zucali et al. 2013)	8,8% (alleen vaarskalveren)	24 uur	28 bedrijven, Italië
(Cuttance et al. 2017)	5,7%	24 uur	18437 kalveren, 30 bedrijven, Nieuw Zeeland 2015

Referentie	Percentage	Tijdvak na geboorte	Omschrijving dataset
(Kayano et al. 2016)	7,7%	24 uur	1281737 afkalvingen, 5172 bedrijven, Japan 2005-2009
(Voljč et al. 2019)	8,2%	24 uur	420556 kalveren, HF koeien, Slovenië 2005-2016
(Voljč et al. 2019)	4,3%	dag 2-30	420556 kalveren, HF koeien, Slovenië 2005-2016
(Hinrichs and Thaller 2011)	8,2%	48 uur	36623 afkalvingen, 3 grote melkveebedrijven, Duitse Holsteins, 1998-2008
(Seppä-Lassila et al. 2016)	5,2%	7 dagen	82 bedrijven met gemiddeld 125 melkkoeien, Finland
(Seppä-Lassila et al. 2016)	5,7%	dag 7 – 180	82 bedrijven met gemiddeld 125 melkkoeien, Finland
(Fuerst-Waltl and Fuerst 2010)	1,9%	dag 3 – 30	>86.000 dieren, Fleckvieh, Austria
(Buttigieg et al. 2016)	7,1%	dag 1 – 180	44078 kalveren, Malta en Gozo, 2004-2011
(Ouweltjes et al. 2014)	13,1%	72 uur	>5*10 ⁶ 1 ^e afkalvingen, Nederland 1993-2012
(Ouweltjes et al. 2014)	4,9%	72 uur	>13*10 ⁶ latere afkalvingen, Nederland 1993-2012
(Santman-Berends et al. 2019)	8,5%	72 uur	16.750 Nederlandse melkveebedrijven (98%)over de periode 01-07-2012 tot 30-06-2017

Bijlage 3 Bronnenoverzicht van sterftepercentages van melkgeitenlammeren

Bron	land	% sterfte	Dood geboren	periode	Systeem	Aantal bedrijven	Interval	Aantal lammeren	Ras	Bijzonderheden
(Donkin and Boyazoglu 2004)	SA	27,4%	?	1988-1990	Smallholders, lammeren tot per 10 hok op roostervloer	The Milch Goat Project, Dep. of Animal Health and Production (Medunsa)	Tot 10 dagen oud	102	Saanen x inheems ras	experimentele proefopzet, veel sterfte door coccidiose en longontsteking
(O'Brien and Sherman 1993)	US	28,2%	?	1992	intensief	praktijkbedrijf	0-7 wkn	39	Vrnl. Franse Alpine	Geen verschil in sterfte tussen bokjes en geitjes
(Akar 2013)	TR	26,0%	18,7%	2011	Intensief, in een ingestrooide stal	praktijkbedrijf	?	206 geiten, aantal lammeren onbekend	Saanen	Auteurs suggereren dat de verzorging te wensen over liet wegen gebrek aan 'trained and experienced staff'
(Khandoker, Afini, and Azwan 2018)	MY	6,4%	?	2016	Intensief	AZ-Zahra Farm,	t/m enkele dagen na de geboorte	Onbekend, van 80 geiten	Saanen	tropisch klimaat.
(Sen and Onder 2016)	TR	11%	?	2014	Twee weken bij de moeder	Proefbedrijf Turkije, Ahi Evran University en Ondokuz Mayıs University	0-2 wkn	292	Saanen	bij wel en geen bronstsynchr. (progesteron spons)

Bron	land	% sterfte	Dood geboren	periode	Systeem	Aantal bedrijven	Interval	Aantal lammeren	Ras	Bijzonderheden
(Bagnicka et al. 2007)	PL	7,3 % in 1 ^{ste} worp	2% in 1 ^{ste} worp	1983-2001	>500kg melk per jaar in 1 ^{ste} lactatie	88 kuddes	0-12 wkn	23001	White Improved (60%) Fawn Improved (20%) Alpine (7%) Saanen (13%)	
		5,6 in 2 ^{de} worp	1,7 in 2 ^{de} worp				0-12 wkn			
(Oudshoorn et al. 2016)	CA	77,1 % van de bedrijven < 10%	?	2015	intensief	37 bedrijven (30-900 melkgeiten)	0-1 wkn	?	?	Enquête onder alle 216 licenced geitenhouders in Ontario (17,1% respons)
		74,3% van de bedrijven < 10%	?				1-4 wkn			
Guillimin (1977) in (Sherman 1987)	FR	11,9% (incl. doodgeboorte)	5,6% (incl. abortus)	1977	intensief	Praktijkbedrijf met 250 melkgeiten, 7 jaar gevolgd	Tot aan spenen	2800	?	Causes of kid morbidity and mortality: an overview
(Dwyer et al. 2016)		11,5% - 37%	Review: range gebaseerd op grote variatie aan rassen, klimaat en houderijsystemen							
(Arsoy 2019)	CY	Op 57% van de bedrijven > 10%; variërend tussen 0-66%	?	2017	?	Enquête op 42 (van de 324) melkgeitenbedrijven	?	7950 geiten	45.2% were cross-breed, 38.1% were Damascus, 11.9% were Saanen, and 4.8% were hair goats.	(20-100 goats, n = 22), medium size farms (101-300 goats, n = 10) and large size farms (≥ 301 goats, n = 10)
(Luo et al. 2019)	CN	16,1%	?	2011-2016	?	Dazu black goat farm of	0-4 wkn	530	Dazu black goat	Zuidwest China, subtropisch klimaat

Bron	land	% sterfte	Dood geboren	periode	Systeem	Aantal bedrijven	Interval	Aantal lammeren	Ras	Bijzonderheden
						Southwest University				
(Todd et al. 2019)	N-Z	4,1% tot 2 weken; 9,4% tot aan spenen; 10,4% tot aan dekking	?	2015	Op 4 bedrijven werden de lammeren onmiddellijk na geboorte van de moeder gescheiden, op 11 bedrijven binnen 24 uur en op 1 bedrijf na 24 uur.	16 bedrijven in Nieuw-Zeeland. 343-1539 melkgevende dieren/bedrijf	Geboorte tot dekking (223 gem.dgn)	1262 geitenlammeren	onbekend	22% van alle bedrijven in de regio Waikato op basis van vrijwilligheid.

To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Wageningen Livestock Research Postbus 338
6700 AH Wageningen
T 0317 48 39 53
E info.livestockresearch@wur.nl [www.wur.nl/
livestock-research](http://www.wur.nl/livestock-research)

Wageningen Livestock Research ontwikkelt kennis voor een zorgvuldige en renderende veehouderij, vertaalt deze naar praktijkgerichte oplossingen en innovaties, en zorgt voor doorstroming van deze kennis. Onze wetenschappelijke kennis op het gebied van veehouderijsystemen en van voeding, genetica, welzijn en milieu-impact van landbouwhuisdieren integreren we, samen met onze klanten, tot veehouderijconcepten voor de 21e eeuw.

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.500 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

