



Het effect van leeftijd bij opzetten op immuunparameters, gezondheid en groei van vleeskalveren

Kees van Reenen, Francesca Marcato, Fleur Hoorweg, Maaïke Wolthuis-Fillerup

Openbaar
Rapport 1363



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Het effect van leeftijd bij opzetten op immuunparameters, gezondheid en groei van vleeskalveren

Kees van Reenen, Francesca Marcato, Fleur Hoorweg en Maaïke Wolthuis-Fillerup

Wageningen Livestock Research

Wageningen Livestock Research
Wageningen, juni 2022

Rapport 1363



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Van Reenen, C.G., Marcato, F., Hoorweg, F.A., Wolthuis-Fillerup, M., 2022. *Het effect van leeftijd bij opzetten op immuunparameters, gezondheid en groei van vleeskalveren*. Wageningen Livestock Research. Openbaar Rapport 1363.

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/571501> of op www.wur.nl/livestock-research (onder Wageningen Livestock Research publicaties).



Dit werk valt onder een Creative Commons Naamsvermelding-Niet Commercieel 4.0 Internationaal-licentie.

© Wageningen Livestock Research, onderdeel van Stichting Wageningen Research, 2022

De gebruiker mag het werk kopiëren, verspreiden en doorgeven en afgeleide werken maken. Materiaal van derden waarvan in het werk gebruik is gemaakt en waarop intellectuele eigendomsrechten berusten, mogen niet zonder voorafgaande toestemming van derden gebruikt worden. De gebruiker dient bij het werk de door de maker of de licentiegever aangegeven naam te vermelden, maar niet zodanig dat de indruk gewekt wordt dat zij daarmee instemmen met het werk van de gebruiker of het gebruik van het werk. De gebruiker mag het werk niet voor commerciële doeleinden gebruiken.

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.

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 gedeponeerd bij de Arrondissementsrechtbank Zwolle.

Wageningen Livestock Research Rapport 1363.

Inhoud

1	Inleiding	5
2	Vraagstelling	6
3	Opzet van het experiment	7
4	Waarnemingen	8
	4.1 Immunoglobulinen en immuuncellen	8
	4.2 Klinische gezondheid	8
	4.3 Gewicht, karkasgewicht	8
	4.4 Medicijngebruik en uitval	8
	4.5 Analyse van de data	9
5	Resultaten	10
	5.1 Samenstelling van de groep proefkalveren	10
	5.2 Immunoglobulinen en immuuncellen	10
	5.3 Klinische gezondheid	12
	5.4 Gewicht, karkasgewicht	14
	5.5 Medicijngebruik en uitval	15
6	Discussie	17
	Literatuur	20

1 Inleiding

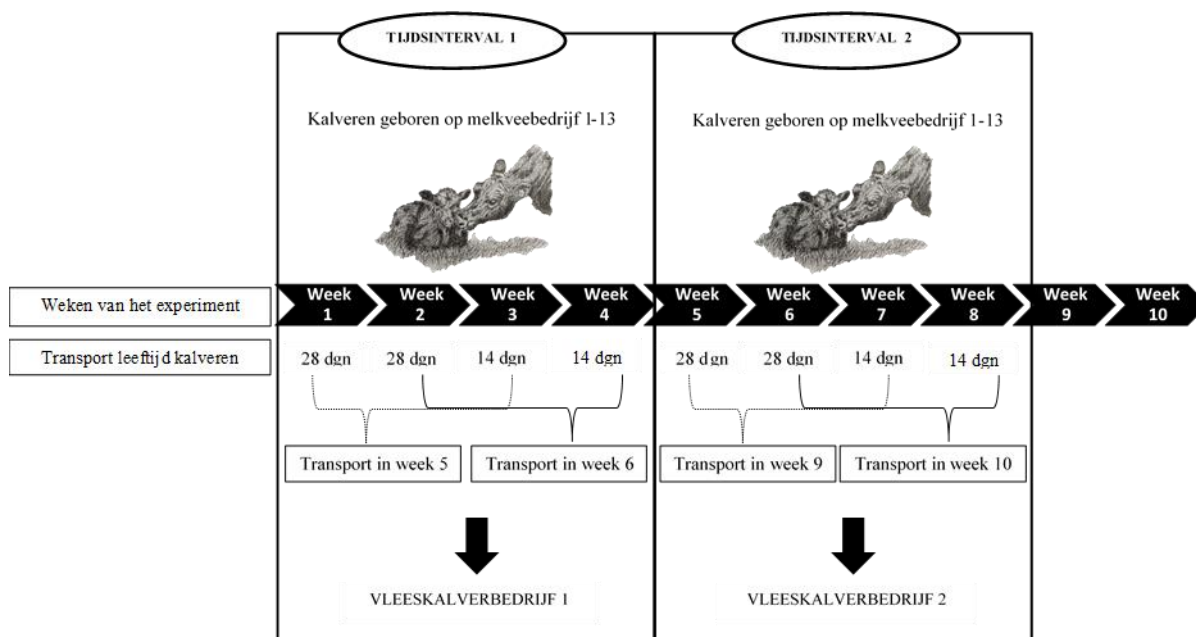
In het kader van de PPS 'Vitaal & Gezond Kalf' en de PPS 'Kansen voor het Kalf in de Keten' is een omvangrijk longitudinaal experiment uitgevoerd waarbij kalveren intensief zijn gevolgd vanaf het melkveebedrijf van geboorte tot en met het einde van de ronde op het kalverbedrijf. Over de resultaten van dit experiment zijn twee Engelstalige artikelen verschenen in het wetenschappelijke tijdschrift *Journal of Dairy Science* (Marcato et al., 2022a,b). In deze Nederlandstalige rapportage worden de hoofdlijnen van deze wetenschappelijke artikelen uiteengezet, met het accent op het effect van leeftijd van kalveren bij opzetten op het kalverbedrijf.

2 Vraagstelling

In Nederland worden vleeskalveren doorgaans opgezet op het kalverbedrijf op een leeftijd van ongeveer twee weken. Dit is een leeftijd waarop jonge kalveren qua weerstand kwetsbaar zijn omdat de maternale immuniteit verkregen via antistoffen uit de biest al aan het afnemen is, en de eigen immuniteit nog in opbouw is. Deze kwetsbare periode staat ook wel bekend onder de term 'immunity gap' of immuniteitsgat (Chase et al., 2008; Hulbert en Moisa, 2016). De hypothese bij dit experiment was dat de eigen immuniteit van kalveren die ouder zijn, bijvoorbeeld vier in plaats van twee weken, verder ontwikkeld is waardoor de dieren beter bestand zijn tegen de transitie van het melkveebedrijf naar het kalverbedrijf. Of, met andere woorden, 'robuuster' en 'weerbaarder' zijn.

3 Opzet van het experiment

Aan de proef deden in totaal 13 melkveebedrijven en 8 kalverbedrijven mee. Op elk van de deelnemende melkveebedrijven werd ongeveer de helft van de kalveren die bestemd waren voor de kalverhouderij op een leeftijd van minimaal 14 dagen (range 14 – 22 dagen) naar een kalverbedrijf getransporteerd, en de andere helft op een leeftijd van minimaal 28 dagen (range 28 – 36 dagen). Gedurende een periode van in totaal 34 weken werden alle voor de kalverhouderij bestemde kalveren die op de deelnemende melkveebedrijven werden geboren aangevoerd op de deelnemende kalverbedrijven volgens het schema dat is weergegeven in Figuur 1. Op deze manier werden op elk van de deelnemende kalverbedrijven tegelijkertijd kalveren uit allebei de leeftijdsgroepen en afkomstig van alle 13 melkveebedrijven opgezet, samen met kalveren die op reguliere wijze werden aangevoerd. De gemiddelde koppelgrootte op de deelnemende kalverbedrijven was 1065 kalveren, en de experimentele kalveren werden volledig gemengd met de andere kalveren in de koppel, en op dezelfde manier behandeld en verzorgd. De kalverhouder was niet op de hoogte van de herkomst of leeftijd van de kalveren die bij het onderzoek betrokken waren. Op alle kalverbedrijven werd een 'all-in all-out' systeem gehanteerd, dus alle experimentele kalveren werden op hetzelfde moment, samen met de overige dieren uit de koppel, naar het slachthuis afgevoerd. Om goed in staat te zijn alle kalveren individueel te volgen en te bemonsteren, en de dieren, afgezien van het verschil in transportleeftijd, allemaal dezelfde behandeling te geven, is er in deze proef bewust voor gekozen om de experimentele kalveren direct vanaf het melkveebedrijf naar het kalverbedrijf te brengen, dus zonder tussenkomst van een verzamelcentrum.



Figuur 1 Schematische weergave van de proefopzet. Het experiment was onderverdeeld in opeenvolgende tijdsintervallen van telkens vier weken. De kalveren die op de deelnemende melkveebedrijven tijdens de eerste twee weken van een tijdsinterval werden geboren bleven minimaal vier weken op het melkveebedrijf voordat ze naar het kalverbedrijf werden getransporteerd. De kalveren die tijdens de laatste twee weken van een tijdsinterval werden geboren bleven minimaal twee weken op het melkveebedrijf voordat ze naar het kalverbedrijf werden getransporteerd. Kalveren geboren in de eerste en de derde week van een tijdsinterval verlieten tegelijkertijd in de eerste week van het daaropvolgende tijdsinterval het melkveebedrijf, en kalveren geboren in de tweede en vierde week van een tijdsinterval verlieten tegelijkertijd in de tweede week van het daaropvolgende tijdsinterval het melkveebedrijf. Alle kalveren die in hetzelfde tijdsinterval werden geboren werden op hetzelfde kalverbedrijf opgezet. Om kalveren te leveren op 8 kalverbedrijven werd het tijdsinterval zoals weergegeven 8 keer herhaald. De laatste kalveren arriveerden op het laatste (en achtste) kalverbedrijf 34 weken na aanvang van het experiment.

4 Waarnemingen

4.1 Immunoglobulinen en immuuncellen

Op een aantal momenten zijn bij de kalveren bloedmonsters genomen waarin de gehalten aan drie typen immunoglobulinen (antilichamen) zijn bepaald, respectievelijk IgG, IgM, en IgA. Dit is gebeurd in de eerste week na de geboorte, op de dag voorafgaand aan het transport van het melkveebedrijf naar het kalverbedrijf, en twee en 10 weken na aankomst op het kalverbedrijf.

De bepalingen van immunoglobulinen zijn ook gedaan in het bloed van de moederkoeien van de kalveren uit deze proef, in een monster dat ongeveer één week voor de verwachte afkalfdatum is genomen. Daarnaast zijn de niveaus van deze immunoglobulinen ook bepaald in een monster van de eerste biest die elk kalf is verstrekt.

Immuuncellen (waaronder de aantallen lymfocyten en neutrofielen) zijn bepaald op de dag voorafgaand aan het transport naar het kalverbedrijf, en twee weken na aankomst op het kalverbedrijf.

4.2 Klinische gezondheid

Volgens een vast protocol is de klinische gezondheid van elk individueel kalf systematisch beoordeeld op de dag voorafgaand aan het transport van het melkveebedrijf naar het kalverbedrijf, en in week twee, 10, 18 en 24 na aankomst op het kalverbedrijf.

4.3 Gewicht, karkasgewicht

Van elk kalf is het geboortegewicht geregistreerd, en bij aankomst op het kalverbedrijf is elk kalf gewogen voor de bepaling van het levend gewicht bij opzetten. Na slachting is het karkasgewicht vastgelegd van elk individueel kalf.

4.4 Medicijngebruik en uitval

Op het melkveebedrijf en op het kalverbedrijf is het gebruik van medicijnen, zowel van antibiotica als van medicijnen anders dan antibiotica (zoals ontstekingsremmers, multivitaminen en coccidiostatica) nauwkeurig geregistreerd op het niveau van het individuele dier. Daarbij is vastgelegd wanneer een kalf is behandeld, en waarmee, en of sprake was van herhaalde behandelingen. Naast individuele behandelingen zijn ook koppelbehandelingen op het kalverbedrijf met antibiotica en met medicijnen anders dan antibiotica geregistreerd, inclusief de leeftijd waarop ze werden toegepast en het soort medicatie dat is verstrekt.

Uitval is berekend zowel op het melkveebedrijf als op het kalverbedrijf. Uitval op het melkveebedrijf is berekend als de som van levend geboren kalveren bestemd voor de kalverhouderij die vóór het transport naar het kalverbedrijf zijn gestorven of geëuthanaseerd door de dierenarts, uitgedrukt als percentage van het totale aantal kalveren op het betreffende bedrijf dat was bestemd voor de kalverhouderij. Uitval op het kalverbedrijf is berekend als de som van levend aangevoerde proefkalveren die vóór het einde van de ronde zijn gestorven of geëuthanaseerd door de dierenarts, of voortijdig zijn geslacht om gezondheidsredenen, uitgedrukt als percentage van het totale aantal proefkalveren dat op het betreffende bedrijf is opgezet. Het niveau van de uitval op het melkveebedrijf of op het kalverbedrijf onder kalveren in de twee leeftijdsgroepen is berekend als het gemiddelde over, respectievelijk, de 13 melkveebedrijven of de 8 kalverbedrijven.

4.5 Analyse van de data

Voor de statistische analyse van de gegevens is gebruik gemaakt van zogenaamde mixed model analyses. Daarbij wordt het effect van leeftijd getoetst met behulp van een variantiemodel waarin ook alle andere mogelijk relevante factoren worden opgenomen, waaronder pariteit van de moeder, sexe van het kalf, ras van het kalf, melkveebedrijf en kalverbedrijf. Ook kan, indien van toepassing, gecontroleerd worden voor verschillen in geboortegewicht of levend gewicht bij opzetten door de introductie in het variantiemodel van deze variabelen als zogenaamde covariabele. Door de opname van covariabelen in het variantiemodel kan ook geanalyseerd worden of er significante relaties bestaan tussen variabelen, bijvoorbeeld tussen het gehalte aan IgG in biest en het gehalte aan IgG in het bloed van het kalf. Uitval is geanalyseerd met een zogenaamde parametervrije methode (de Wilcoxon signed rank test).

Bij de analyse van het medicijngebruik lag het accent op het bestuderen van de kans (of risico) op een individuele behandeling (met antibiotica of met ander medicijnen) op het melkveebedrijf en op het kalverbedrijf. De prevalentie, d.w.z. het % kalveren dat één of meer keren individueel is behandeld met antibiotica of met andere medicijnen, is een maat voor deze kans. De kans op behandeling is een andere parameter dan bijvoorbeeld de dierdagdosering: dit is een kwantitatieve maat voor de gebruikte hoeveelheid antibiotica die met name gebruikt wordt voor het onderling vergelijken ('benchmarken') van bedrijven, en waarin ondermeer wordt gecorrigeerd voor het aantal dagen dat een dier het risico loopt – d.w.z. 'at risk' is – om met antibiotica behandeld te worden. Wanneer kalveren geen twee maar vier weken op het melkveebedrijf blijven voordat ze naar het kalverbedrijf worden overgebracht, dan betekent dit tegelijkertijd dat ook het aantal dagen 'at risk' op het melkveebedrijf geen twee maar vier weken bedraagt. Een belangrijke vraag is vervolgens in hoeverre een verhoging van het aantal dagen 'at risk' zich ook vertaalt in meer gezondheidsrisico's voor het kalf, en de kans op behandeling is één van parameters die relevant is bij de beantwoording hiervan. In het kader van de huidige proef speelt daarnaast de vraag of er wellicht sprake kan zijn van overheveling van het risico op gezondheidsproblemen van het kalverbedrijf naar het melkveebedrijf wanneer kalveren pas op oudere leeftijd het melkveebedrijf verlaten. In dat geval zou een toegenomen kans op behandeling op het melkveebedrijf gepaard gaan met een afgenomen kans op behandeling op het kalverbedrijf.

Voor uitval (ook wel aangeduid als sterfterisico of 'mortality risk') geldt feitelijk hetzelfde als voor de kans op behandeling met antibiotica of andere medicijnen: door het vergelijken van de uitval (uitgedrukt als % dieren) op het melkveebedrijf onder kalveren die op een leeftijd van twee weken naar het kalverbedrijf werden getransporteerd met de uitval op het melkveebedrijf onder kalveren die op een leeftijd van vier weken naar het kalverbedrijf werden getransporteerd wordt een indruk verkregen in de mate waarin een toename van het aantal dagen 'at risk' tijdens het verblijf op het melkveebedrijf leidt tot een toename van het sterfterisico. Vervolgens kan ook weer gekeken worden of een eventuele toename van het sterfterisico op het melkveebedrijf – als gevolg van een langer verblijf – ook gepaard gaat met een afgenomen sterfterisico op het kalverbedrijf.

5 Resultaten

5.1 Samenstelling van de groep proefkalveren

Uiteindelijk zijn in totaal 683 kalveren opgezet op de 8 deelnemende kalverbedrijven, waarvan 363 dieren op een leeftijd van twee weken, en 320 dieren op een leeftijd van vier weken. De groep proefkalveren bestond uit 508 stierkalveren en 175 vaarskalveren, en 246 dieren waren van een kruising Holstein x Belgisch Blauw, 235 Holstein en 202 dieren waren kruislingen anders dan Holstein x Belgisch Blauw. De factoren sexe en ras waren min of meer evenredig verdeeld over de twee leeftijdsgroepen.

5.2 Immunoglobulinen en immuuncellen

Op de dag vóór transport van het melkveebedrijf naar het kalverbedrijf hadden de 14 dagen oude kalveren hogere gehalten aan IgG, IgM en IgA in het bloed dan 28 dagen oude kalveren (Tabel 1).

Tabel 1 Gehalten aan immunoglobulinen op de dag vóór transport van het melkveebedrijf naar het kalverbedrijf in bloed van kalveren van 14 dagen of 28 dagen oud (gemiddelden \pm SEM).

Leeftijd kalveren				
Parameter	14 dagen	28 dagen	SEM ¹	P-waarde ²
IgG	7.40	6.65	0.17	<0.01
IgM	3.29	2.58	0.14	<0.01
IgA	1.35	0.73	0.12	<0.01

¹ SEM = gepoolde standard error.

² Een P-waarde kleiner dan 0.05 duidt op een significant verschil tussen de twee leeftijdsgroepen.

In week 2 na aankomst op het kalverbedrijf hadden de kalveren die op een leeftijd van 14 dagen naar het kalverbedrijf waren getransporteerd hogere IgG gehalten, en lagere IgM en IgA gehalten in het bloed ten opzichte van kalveren die op een leeftijd van 28 dagen naar het kalverbedrijf waren getransporteerd (Tabel 2).

Tabel 2 Gehalten aan immunoglobulinen in week 2 en week 10 na aankomst op het kalverbedrijf in bloed van kalveren die op een leeftijd van 14 of 28 dagen zijn opgezet (gemiddelden \pm SEM).

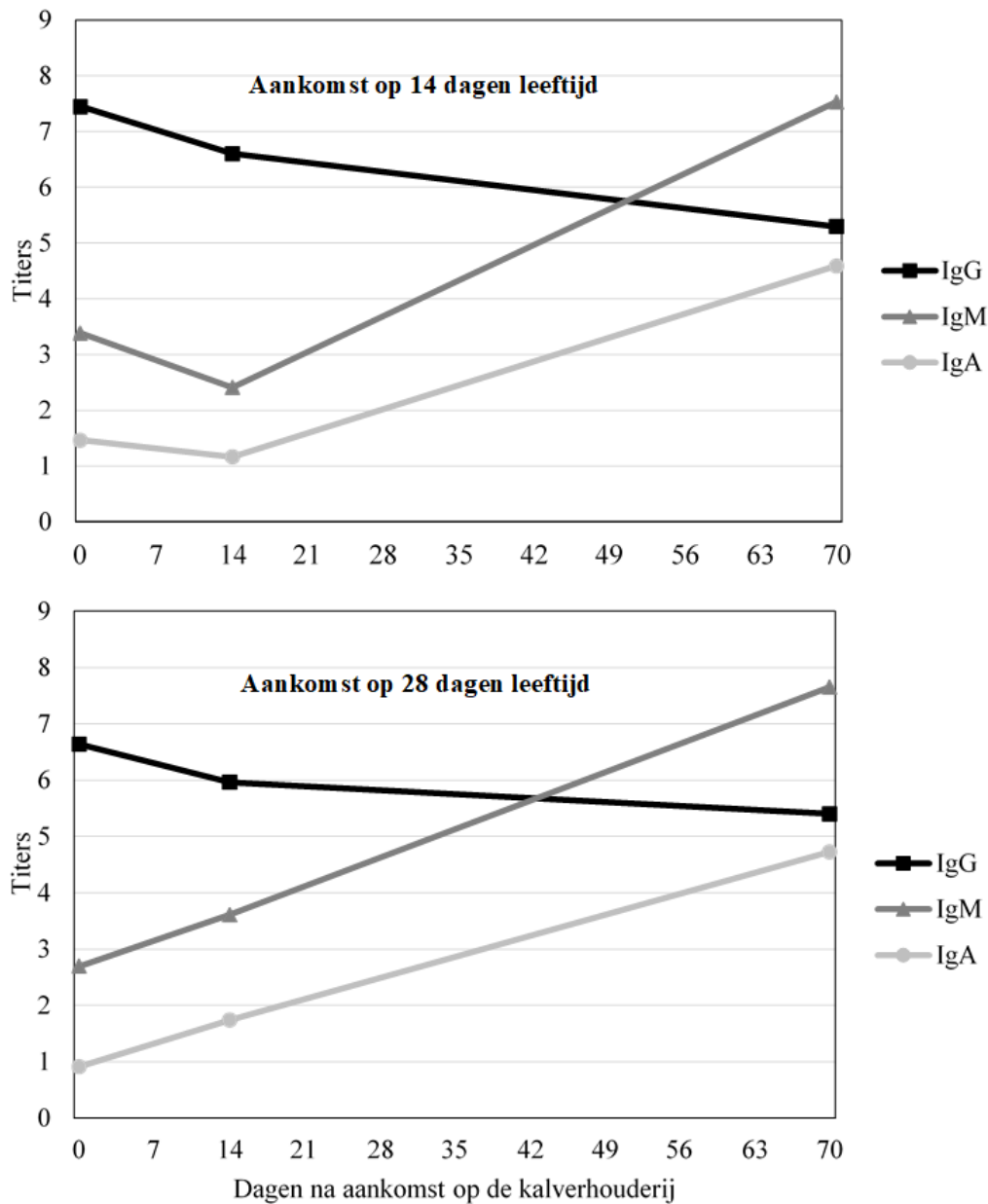
Moment van bloedmonsternamen op het kalverbedrijf						
Parameter	Week 2		Week 10		SEM ¹	P-waarde ²
	14 dagen	28 dagen	14 dagen	28 dagen		
IgG	6.55 ^c	5.90 ^b	5.26 ^a	5.37 ^a	0.17	<0.01
IgM	2.40 ^c	3.59 ^b	7.52 ^a	7.64 ^a	0.14	<0.01
IgA	1.15 ^c	1.71 ^b	4.57 ^a	4.72 ^a	0.12	<0.01

¹ SEM = gepoolde standard error.

² Een P-waarde kleiner dan 0.05 duidt op een significant effect van leeftijd.

^{a,b,c} Gemiddelden binnen een rij met verschillende letters als superscript verschillen significant van elkaar ($P \leq 0.05$).

Tien weken na aankomst op het kalverbedrijf verschilden de twee leeftijdsgroepen niet meer van elkaar in gehalten aan immunoglobulinen in bloed (Tabel 2). Tijdens de eerste twee weken na aankomst op het kalverbedrijf namen de titers IgG en IgM in kalveren die op 28 dagen waren getransporteerd toe, terwijl in deze periode diezelfde titers verder daalden in kalveren die op 14 dagen waren getransporteerd ten opzichte van de titers die gemeten waren op de dag vóór transport (Figuur 2).



Figuur 2 Niveaus (titers) van drie typen immunoglobulinen op de dag vóór transport van het melkveebedrijf naar het kalverbedrijf (dag 0), en op 14 en 70 dagen na aankomst op het kalverbedrijf. Kalveren die op de leeftijd van 14 dagen worden opgezet laten tijdens de eerste twee weken na aankomst op het kalverbedrijf een daling zien van de niveaus voor IgM en IgA (bovenste plaatje), terwijl in kalveren die op een leeftijd van 28 dagen worden opgezet deze niveaus in diezelfde periode al gaan stijgen (onderste plaatje).

Zowel op de dag vóór transport van het melkveebedrijf naar het kalverbedrijf als twee weken na aankomst op het kalverbedrijf verschilden kalveren in de twee leeftijdsgroepen van elkaar voor wat betreft de aantallen lymfocyten en neutrofielen (twee belangrijke typen immuuncellen) in bloed. Op beide tijdstippen hadden de kalveren die op een leeftijd van 28 dagen werden opgezet op het kalverbedrijf ten opzichte van de kalveren die op een leeftijd van 14 dagen werden opgezet een hoger aantal lymfocyten en een lager aantal neutrofielen in bloed (Tabel 3 en Tabel 4).

Tabel 3 Aantallen immuuncellen op de dag vóór transport van het melkveebedrijf naar het kalverbedrijf in bloed van kalveren van 14 of 28 dagen oud (gemiddelden \pm SEM).

Leeftijd kalveren				
Parameter	14 dagen	28 dagen	SEM ¹	P-waarde ²
Neutrofielen (10 ⁹ /L)	4.68	3.58	0.13	<0.01
Lymfocyten (10 ⁹ /L)	4.79	5.42	0.17	<0.01

¹ SEM = gepoolde standard error.

² Een P-waarde kleiner dan 0.05 duidt op een significant verschil tussen de twee leeftijdsgroepen.

Tabel 4 Aantallen immuuncellen twee weken na aankomst op het kalverbedrijf in bloed van kalveren die op een leeftijd van 14 of 28 dagen zijn opgezet (gemiddelden \pm SEM).

Leeftijd bij opzetten				
Parameter	14 dagen	28 dagen	SEM ¹	P-waarde ²
Neutrofielen (10 ⁹ /L)	3.23	1.62	0.09	<0.01
Lymfocyten (10 ⁹ /L)	5.92	6.42	0.27	0.02

¹ SEM = gepoolde standard error.

² Een P-waarde kleiner dan 0.05 duidt op een significant verschil tussen de twee leeftijdsgroepen.

Tussen de gehalten aan immunoglobulinen in de biest die aan de kalveren is verstrekt en de gehalten aan immunoglobulinen die op diverse tijdstippen zijn bepaald in het bloed van de kalveren bestaan significante, en positieve, relaties, los van het effect van leeftijd van het kalf. Dat wil zeggen dat hoe hoger de gehalte aan immunoglobulinen in de biest, hoe hoger de gehalten aan immunoglobulinen in het bloed van het kalf (Tabel 5). Zelfs het gehalte aan IgG dat 10 weken na aankomst op het kalverbedrijf is gemeten in het bloed van het kalf blijkt nog significant gerelateerd te zijn aan het gehalte aan IgG in de biest (Tabel 5). Dezelfde relaties zijn gevonden tussen gehalten aan immunoglobulinen in het bloed van de moederkoe één week voor de verwachte afkalftatum, en gehalten aan immunoglobulinen in het bloed van het kalf (Tabel 5). En ook hier blijkt een deel van de variatie in IgG gemeten bij de kalveren 10 weken na aankomst op het kalverbedrijf nog steeds verklaard te worden door variatie in IgG in het bloed van de koe (Tabel 5).

Los van de leeftijd van kalveren bleek er ook een relatie te bestaan tussen enerzijds de gehalten aan IgG in het bloed van het kalf gemeten tot met de tweede week na aankomst op het kalverbedrijf, en de kans om op het kalverbedrijf *individueel* behandeld te worden met antibiotica of met andere medicijnen (Tabel 6). De gevonden verbanden wijzen erop dat wanneer het IgG gehalte in het bloed van het kalf hoger is, de kans om op het kalverbedrijf individueel behandeld te worden met antibiotica of met andere medicijnen kleiner wordt, en omgekeerd. Ook IgM en IgA waren op een aantal momenten op dezelfde manier en statistisch significant geassocieerd met de kans om individueel behandeld te worden met antibiotica of andere medicijnen, maar deze verbanden waren minder sterk dan voor IgG.

5.3 Klinische gezondheid

Eén dag voor het transport van de kalveren van het melkveebedrijf naar het kalverbedrijf was het percentage kalveren (d.w.z. de prevalentie) met dunne mest significant hoger onder de 14 dagen oude kalveren ten opzichte van de 28 dagen oude dieren (Tabel 7). Ook de prevalentie kalveren met een verminderde elasticiteit van de huid (wat waarschijnlijk samenhangt met het optreden van dunne mest of diarree) was op dat moment hoger in de jongste groep (Tabel 7). Op andere klinische kenmerken verschilden de twee leeftijdsgroepen één dag voor transport niet. Twee weken na aankomst op het kalverbedrijf waren er geen verschillen meer in uiterlijk waarneembare klinische kenmerken, en viel op dat de prevalentie dunne

mest in beide leeftijdsgroepen vergelijkbaar was en ten opzichte van de waarneming op het melkveebedrijf was toegenomen tot rond de 35%.

Tabel 5 *Relaties tussen, enerzijds, immunoglobulinen (IgG, IgM of IgA) in biest of in het bloed van de moederkoef één week voor de verwachte afkalftatum en, anderzijds, diezelfde immunoglobulinen gemeten in het bloed van de kalveren in de eerste week na de geboorte, op de dag vóór transport van het melkveebedrijf naar het kalverbedrijf, en twee en 10 weken na aankomst op het kalverbedrijf.*

Te verklaren variabele kalf (y)	Covariabele (X)	
	Biest	Bloed van de koe
Immunoglobulinen gemeten in de eerste week na de geboorte		
IgG	$\beta^1 = 0.614^3(0.06), P^2 < 0.001$	$\beta = 0.364 (0.06), P < 0.001$
IgM	$\beta = 0.576 (0.07), P < 0.001$	$\beta = 0.542 (0.09), P < 0.001$
IgA	$\beta = 0.571 (0.06), P < 0.001$	$\beta = 0.639 (0.10), P < 0.001$
Immunoglobulinen gemeten één dag voor transport naar het kalverbedrijf		
IgG	$\beta = 0.620 (0.06), P < 0.001$	$\beta = 0.385 (0.05), P < 0.001$
IgM	$\beta = 0.171 (0.06), P = 0.002$	$\beta = 0.199 (0.08), P = 0.01$
IgA	$\beta = 0.170 (0.05), P < 0.001$	$\beta = 0.154 (0.08), P = 0.05$
Immunoglobulinen gemeten op het kalverbedrijf, 2 weken na aankomst		
IgG	$\beta = 0.676 (0.05), P < 0.001$	$\beta = 0.370 (0.05), P < 0.001$
IgM	$\beta = 0.066 (0.07), P = 0.33$	$\beta = 0.086 (0.09), P = 0.34$
IgA	$\beta = 0.090 (0.04), P = 0.03$	$\beta = 0.086 (0.06), P = 0.17$
Immunoglobulinen gemeten op het kalverbedrijf, 10 weken na aankomst.		
IgG	$\beta^4 = 0.189 (0.05), P < 0.001$	$\beta = 0.092 (0.05), P = 0.05$
IgM	$\beta = -0.030 (0.05), P = 0.59$	$\beta = -0.050 (0.06), P = 0.41$
IgA	$\beta = -0.002 (0.04), P = 0.96$	$\beta = 0.018 (0.06), P = 0.77$

¹ β = de zogenaamde regressiecoëfficiënt, en is een maat voor de richting en sterkte van het verband tussen een te verklaren variabele (y) en een covariabele (X), ook wel verklarende variabele genoemd. Achter de waarde van elke regressiecoëfficiënt staat de standaard error (SE) van de betreffende regressiecoëfficiënt.

² Achter elke regressiecoëfficiënt staat een P-waarde. Een P-waarde kleiner dan 0.05 duidt op een statistisch significant verband tussen de te verklaren variabele en de covariabele.

³ Als voorbeeld kan de regressiecoëfficiënt dienen die vermeld staat bij het verband tussen IgG in het bloed van het kalf gemeten in de eerste week na de geboorte, en IgG in de biest. De regressiecoëfficiënt heeft de waarde 0.614, en het verband is statistisch significant met een P-waarde kleiner dan 0.001. De regressiecoëfficiënt heeft een positieve waarde (+0.614), wat wil zeggen dat als het gehalte aan IgG in de biest stijgt, datzelfde gebeurt met het gehalte aan IgG in het bloed van het kalf. Een regressiecoëfficiënt met waarde 0.614 geeft aan dat wanneer het gehalte aan IgG in de biest met één eenheid stijgt, het gehalte aan IgG in het bloed van het kalf gemiddeld met 0.614 eenheden zal stijgen.

⁴ Het verband tussen IgG in het bloed van het kalf gemeten 10 weken na aankomst op het kalverbedrijf en het gehalte aan IgG in de biest is nog steeds statistisch significant, gelet op de P-waarde kleiner dan 0.001, maar minder sterk dan tussen IgG in bloedmonsters die eerder zijn genomen en IgG in de biest (lagere waarde van β).

Ook de klinische inspecties uitgevoerd verder in de ronde (tot 24 weken na aankomst) lieten geen verschillen zien tussen kalveren die op een leeftijd van 14 dagen waren opgezet en kalveren die op een leeftijd van 28 dagen waren opgezet. De prevalentie luchtwegproblemen (in termen van neusuitvloeiing en abnormale ademhaling) zat gemiddeld genomen op het hoogste niveau 10 weken na aankomst op het kalverbedrijf, op ongeveer 6%, en was tegen het einde van de ronde gedaald tot onder de 2%.

Tabel 6 Relaties tussen, enerzijds, IgG gemeten in het bloed van de kalveren in de eerste week na de geboorte (op het melkveebedrijf), één dag voor transport van het melkveebedrijf naar het kalverbedrijf, en twee weken na aankomst op het kalverbedrijf en, anderzijds, de kans om individueel behandeld te worden op het kalverbedrijf met antibiotica of met andere medicijnen.

Covariabele	Te verklaren variabele	
	Behandeling met antibiotica ¹	Behandeling met andere medicijnen
IgG eerste week na geboorte	$\beta^2 = -0.196$ (0.06), $P < 0.001$	$\beta = -0.192$ (0.06), $P < 0.001$
IgG één dag voor transport	$\beta = -0.235$ (0.07), $P < 0.001$	$\beta = -0.212$ (0.06), $P < 0.001$
IgG week 2 op kalverbedrijf	$\beta = -0.253$ (0.06), $P < 0.001$	$\beta = -0.196$ (0.06), $P = 0.001$

¹ In deze analyse fungeerde de kans op individuele behandeling met antibiotica (of met andere medicijnen) als de te verklaren (of y) variabele. Deze werd uitgedrukt als een zogenaamde binaire of 0/1 variabele: een kalf kreeg de score 0 als het helemaal nooit individueel was behandeld, en een kalf kreeg de score 1 als het tenminste één keer was behandeld. Voor de analyse van een binaire variabele als te verklaren variabele wordt gebruik gemaakt van logistische regressie, in dit geval een vorm van 'mixed logistische regressie'. Het gehalte aan IgG in het bloed van het kalf is in deze analyse in het statistische model geïntroduceerd als covariabele (X).

² Net als bij de analyse van de relatie tussen immunoglobulinen in biest en die in het bloed van het kalf (zie Tabel 5), worden ook hier de gevonden verbanden kwantitatief uitgedrukt in termen van een regressiecoëfficiënt β . Achter elke regressiecoëfficiënt staat tussen haakjes de standard error (SE). De bijbehorende P-waarde geeft aan of het verband tussen IgG en de kans op individuele behandeling statistisch significant is. Het teken van de regressiecoëfficiënt geeft aan of het verband positief of negatief is. Alle regressiecoëfficiënten die in de tabel zijn weergegeven zijn negatief, en het verband is in alle gevallen statistisch significant. Dat betekent dat hoe hoger het gehalte aan IgG in het bloed van het kalf, hoe kleiner de kans op een individuele behandeling met antibiotica of met andere medicijnen.

Tabel 7 Prevalenties (% kalveren) van klinische verschijnselen op de dag vóór transport van het melkveebedrijf naar het kalverbedrijf bij kalveren van 14 of 28 dagen oud (gemiddelden \pm SEM).

Klinische parameter	Leeftijd kalveren			
	14 dagen	28 dagen	SEM ¹	P-waarde ²
Navelontsteking	19.6	12.9	2.0	0.23
Dunne mest	23.6	7.0	1.8	< 0.01
Gewrichtsprobleem	3.2	5.5	1.3	0.15
Hoesten	3.8	4.9	1.3	0.47
Ooguitvloeiing	5.4	3.7	1.3	0.67
Diepliggende ogen	2.7	1.2	0.8	0.32
Neusuitvloeiing	2.4	4.0	0.9	0.38
Verminderde elasticiteit huid	7.2	1.2	1.2	< 0.01

¹ SEM = gepoolde standard error.

² Een P-waarde kleiner dan 0.05 duidt op een significant effect van leeftijd.

5.4 Gewicht, karkasgewicht

Bij aankomst op het kalverbedrijf waren de kalveren met een leeftijd van 14 dagen ongeveer 12 kg lichter dan de kalveren met een leeftijd van 28 dagen (gemiddeld 56.3 kg versus 68.1 kg levend gewicht, met een SEM van 1.9, statistisch significant verschil tussen de leeftijdsgroepen, $P < 0.01$). Na slachting hadden de kalveren die op een leeftijd van 28 dagen op het kalverbedrijf waren aangevoerd een hoger karkasgewicht dan de kalveren die op een leeftijd van 14 dagen waren aangevoerd (gemiddeld 166.8 kg versus 152.0 kg, met een SEM van 4.5, statistisch significant verschil tussen leeftijdsgroepen, $P < 0.01$). Dit statistisch significante verschil bleef gehandhaafd na correctie van het karkasgewicht voor het levende gewicht bij

opzetten (gecorrigeerde gemiddelden: 165.7 kg versus 152.9 kg, met een SEM van 4.7). Correctie van het karkasgewicht voor het levend gewicht bij opzetten betekent dat een schatting wordt verkregen van het verschil in karkasgewicht tussen de twee leeftijdsgroepen als ware het levend gewicht van de kalveren bij opzetten gelijk. Het gecorrigeerde karkasgewicht is daarmee een indicator van het groeipotentieel van kalveren van verschillende leeftijd los van het levend gewicht bij opzetten.

5.5 Medicijngebruik en uitval

Tijdens het verblijf op het melkveebedrijf was het percentage kalveren dat met antibiotica of met andere medicijnen werd behandeld (wat een maat is voor de kans op behandeling) hoger onder de kalveren die op een leeftijd van 28 dagen het melkveebedrijf verlieten in vergelijking met de kalveren die op een leeftijd van 14 dagen het melkveebedrijf verlieten (Tabel 8). Op het kalverbedrijf verschilden de twee leeftijdsgroepen niet in het percentage kalveren dat individueel met antibiotica werd behandeld, maar was het percentage kalveren dat individueel werd behandeld met medicijnen anders dan antibiotica significant lager in de oudste groep dieren ten opzicht van de jongste groep (Tabel 8). Gemiddeld genomen waren de prevalenties kalveren die individueel met antibiotica of met andere medicijnen werden behandeld hoger op het kalverbedrijf dan op het melkveebedrijf (Tabel 8).

Tabel 8 *Prevalenties (% kalveren) van individuele behandelingen met antibiotica of met medicijnen anders dan antibiotica (andere medicijnen) op het melkveebedrijf of op het kalverbedrijf, bij kalveren die op een leeftijd van 14 of 28 dagen van het melkveebedrijf naar het kalverbedrijf zijn getransporteerd.*

Parameter	Transport leeftijd		SEM ¹	P-waarde ²
	14 dagen	28 dagen		
Gebruik antibiotica melkveebedrijf	7.7	11.6	1.6	0.08
Gebruik andere medicijnen melkveebedrijf	9.4	14.8	1.7	0.03
Gebruik antibiotica kalverbedrijf	24.3	21.4	2.3	0.14
Gebruik andere medicijnen kalverbedrijf	27.1	21.7	2.3	0.02

¹ SEM = gepoolde standard error.

² Een P-waarde kleiner dan 0.05 duidt op een significant effect van leeftijd.

Naast individuele behandelingen kregen de kalveren op het kalverbedrijf ook koppelbehandelingen met antibiotica of met andere medicijnen. Omdat kalveren uit beide leeftijdsgroepen zoals gebruikelijk volledig gemengd waren met de overige dieren uit de koppel, kregen ze ook allemaal dezelfde koppelkuren. Gemiddeld over de 8 deelnemende kalverbedrijven kregen de kalveren 4.4 koppelbehandelingen met antibiotica, en 3.9 koppelkuren met medicijnen anders dan antibiotica (zoals ontstekingsremmers, multivitaminen en coccidiostatica). Wanneer alle behandelingen, inclusief koppelkuren, worden meegerekend dan was de kans op behandeling op het kalverbedrijf 100%.

Gemiddeld over de 13 deelnemende melkveebedrijven heen was er geen verschil in uitval tussen kalveren die op 14 dagen leeftijd het melkveebedrijf verlieten en kalveren die op 28 dagen leeftijd het melkveebedrijf verlieten (2.7% versus 4.3%, $P = 0.412$). De gemiddelde uitval op het kalverbedrijf was significant hoger onder kalveren die op een leeftijd van 14 dagen waren opgezet in vergelijking met kalveren die op een leeftijd van 28 dagen waren opgezet (5.9% versus 2.8%, $P = 0.03$).

Los van leeftijd bleek dat naarmate kalveren tijdens de ronde vaker individueel behandeld waren met antibiotica, of met medicijnen anders dan antibiotica, hun karkasgewicht ten opzichte van dieren die niet of minder vaak waren behandeld aanzienlijk lager was (Tabel 9).

Tabel 9 Relatie tussen het aantal individuele behandelingen met antibiotica of met andere medicijnen en het karkasgewicht (gemiddelden \pm SEM).

Klasse ³	Aantal kalveren	Karkasgewicht (kg) ⁴	SEM ¹	P-waarde ²
Behandelingen met antibiotica			5.72	<0.01
0	524	162.7 ^c		
1	84	149.9 ^b		
2	35	144.3 ^{ab}		
3	17	144.1 ^{ab}		
≥ 4	20	135.2 ^a		
Behandelingen met andere medicijnen			5.69	<0.01
0	513	162.8 ^d		
1	19	155.7 ^{cd}		
2	71	151.4 ^{bc}		
3	15	141.5 ^{ab}		
≥ 4	62	141.0 ^a		

¹ SEM = gepoolde standard error.

² Een P-waarde kleiner dan 0.05 duidt op een significant effect van het aantal individuele behandelingen op het karkasgewicht.

³ In deze analyse fungeerde het karkasgewicht als te verklaren variabele (y), en werd het aantal individuele behandelingen gedefinieerd als hoofdeffect (factor) met vijf klassen: 0, 1, 2, 3 of meer dan 4 individuele behandelingen.

⁴ In de tabel zijn per klasse van het aantal individuele behandelingen de gemiddelde karkasgewichten weergegeven.

^{a,b,c,d} Binnen behandelingen met antibiotica of behandelingen met andere medicijnen verschillen gemiddelde karkasgewichten zonder gemeenschappelijke superscript (a,b,c of d) significant van elkaar (P-waarde ≤ 0.05).

6 Discussie

Deze proef heeft een aantal duidelijke aanwijzingen opgeleverd die het idee ondersteunen dat kalveren die op een leeftijd van vier weken op een kalverbedrijf worden aangevoerd tijdens de ronde robuuster en weerbaarder zijn dan kalveren die op het kalverbedrijf arriveren op een leeftijd van twee weken.

- Het immuunsysteem van kalveren die op een leeftijd van 28 dagen van het melkveebedrijf naar het kalverbedrijf worden getransporteerd lijkt beter ontwikkeld te zijn dan het immuunsysteem van kalveren die op een leeftijd van 14 dagen het melkveebedrijf verlaten. Tijdens de eerste twee weken na aankomst op het kalverbedrijf namen de titers IgA en IgM in kalveren die op 28 dagen waren getransporteerd toe, terwijl in deze periode diezelfde titers verder daalden in kalveren die op 14 dagen waren getransporteerd ten opzichte van de titers die gemeten waren op de dag vóór transport (Figuur 2). Dit duidt erop dat de oudere kalveren al aan het begin van de ronde in staat waren om, in ieder geval tot op zekere hoogte, een eigen immuunreactie te laten zien, gericht tegen ziektekiemen die op het kalverbedrijf aanwezig waren.
- Kalveren die op 28 dagen waren getransporteerd, hadden ten opzichte van kalveren die op 14 dagen waren getransporteerd lagere aantallen neutrofielen en hogere aantallen lymfocyten in hun bloed, zowel op de dag voorafgaand aan transport als twee weken na aankomst op het kalverbedrijf. Ook dit is een aanwijzing voor een beter ontwikkeld immuunsysteem bij de kalveren die op latere leeftijd getransporteerd werden. Uit recent observationeel onderzoek blijkt bovendien dat kalveren die bij opzetten hogere aantallen lymfocyten en lagere aantallen neutrofielen in hun bloed hebben tijdens het verdere verblijf op het kalverbedrijf een lagere kans hebben op ziekte en sterfte (von Konigslow et al., 2020). Wellicht dat van de hogere aantallen lymfocyten en de lagere aantallen neutrofielen in de groep kalveren die op een leeftijd van 28 dagen zijn opgezet eveneens een beschermend effect is uitgegaan, waardoor de weerbaarheid van deze groep kalveren daadwerkelijk is versterkt.
- De kalveren die op een leeftijd van 28 dagen van het melkveebedrijf naar het kalverbedrijf werden getransporteerd hadden aan het einde van de ronde een significant hoger karkasgewicht dan de kalveren die op een leeftijd van 14 dagen op het kalverbedrijf waren aangevoerd, ook na correctie voor het levend gewicht bij opzetten. Het feit dat het verschil in karkasgewicht tussen de twee leeftijdsgroepen grotendeels in tact bleef na correctie voor het gewicht bij opzetten laat zien dat het verschil in karkasgewicht niet primair het gevolg was van de handhaving tijdens de ronde van een gewichtsverschil bij opzetten, maar dat de oudste kalveren harder zijn gegroeid ten opzichte van de jongste dieren. In deze proef is niet onderzocht waar dit verschil precies door is ontstaan; waarschijnlijk hadden de oudere kalveren een hogere voeropname, en misschien waren er ook verschillen tussen de leeftijdsgroepen in voerefficiëntie. Het is daarnaast ook niet uitgesloten dat een mogelijk betere weerbaarheid en robuustheid van de kalveren in de oudste leeftijdsgroep een positief effect hebben gehad op de groei.
- Ondanks het feit dat alle kalveren herhaald koppelkuren hebben gekregen, zowel met antibiotica als met andere medicijnen, was het percentage kalveren dat op het kalverbedrijf individueel behandeld werd met medicijnen anders dan antibiotica significant lager in de oudste leeftijdsgroep ten opzichte van de jongste leeftijdsgroep. Van het regelmatig inzetten van koppelkuren mag een (sterk) nivellerend en dempend effect worden verwacht op het optreden van gezondheidsproblemen (Pardon et al., 2015). Het hier gevonden verschil in behandelingen met medicijnen anders dan antibiotica is daarom extra opvallend, en een aanwijzing dat kalveren die op een leeftijd van 28 dagen worden opgezet op het kalverbedrijf robuuster zijn dan kalveren die op een leeftijd van 14 dagen worden opgezet op het kalverbedrijf.
- De uitval op het kalverbedrijf onder kalveren die op een leeftijd van 28 dagen waren opgezet was significant lager dan de uitval onder kalveren die op een leeftijd van 14 dagen waren opgezet. Het optreden van ziekten en van uitval worden over het algemeen als ultieme maten voor robuustheid van (landbouwhuis)dieren beschouwd (Colditz en Hine, 2016; de Almeida et al., 2019), dus het hier gevonden verschil in uitval tussen de twee leeftijdsgroepen wijst in de richting van een mogelijk betere weerbaarheid en robuustheid van kalveren in de oudste leeftijdsgroep.

Dit experiment heeft los van het effect van leeftijd van kalveren nog een aantal andere relevante resultaten opgeleverd.

- Allereerst is duidelijk bevestigd dat de kwaliteit van de biest in termen van de gehalten aan immunoglobulinen van groot belang is voor de gehalten aan diezelfde immunoglobulinen in het bloed van het kalf. Nieuw is dat de relatie tussen het gehalte aan immunoglobulinen in biest en het gehalte aan immunoglobulinen in het bloed van het kalf in ieder geval nog tot en met de tweede week na aankomst van de kalveren op het kalverbedrijf aantoonbaar was, zeker als het gaat om IgG. De klinische relevantie van IgG in het bloed van het kalf is gebleken uit de significant negatieve relatie tussen, enerzijds, het gehalte aan IgG in het bloed van het kalf gemeten op de dag vóór transport van het melkveebedrijf naar het kalverbedrijf, of twee weken na aankomst op het kalverbedrijf en, anderzijds, de kans op een individuele behandeling op het kalverbedrijf met antibiotica of met andere medicijnen. Hiermee wordt, nogmaals, het belang van een goede biestvoorziening voor het kalf onderstreept.
- Kalveren die individueel behandeld waren met antibiotica, of met medicijnen anders dan antibiotica, hadden een significant lager karkasgewicht dan kalveren die geen individuele behandelingen hadden gekregen. Het karkasgewicht van kalveren die tenminste drie keer individueel waren behandeld met antibiotica of met andere medicijnen was gemiddeld genomen zelfs meer dan 20 kg lager dan het karkasgewicht van niet individueel behandelde dieren (Tabel 9). Hoewel het karkasgewicht van kalveren uiteraard ook in belangrijke mate wordt bepaald door de voeropname en de voerefficiëntie, laten deze resultaten zien dat verschillen in karkasgewicht ook afhangen van de gezondheid van het kalf. De gedachte daarbij is dat kalveren die tijdens de ronde vaker individueel behandeld worden met antibiotica, of met andere medicijnen, meer gezondheidsproblemen hadden, met als gevolg een verminderde groei en uiteindelijk een lager karkasgewicht.

Een paar kanttekeningen en aanbevelingen bij deze proef zijn op zijn plaats.

- Opgemerkt moet worden dat het hier gaat om een eerste experiment naar het effect van leeftijd van aanvoer van kalveren en dat, noodzakelijkerwijs, het onderzoek is uitgevoerd op een beperkte steekproef van melkvee- en kalverbedrijven, die vrijwillig aan de proef hebben meegedaan.
- De omstandigheden waaronder de proef is uitgevoerd waren zoveel mogelijk gelijk aan de omstandigheden waaraan vleeskalveren in het algemeen worden blootgesteld, met één belangrijk verschil: de experimentele kalveren zijn direct vanaf het melkveebedrijf naar het kalverbedrijf getransporteerd, zonder tussenkomst van een verzamelcentrum. Daarna zijn de dieren wel helemaal gemengd met de rest van de koppel, zoals gebruikelijk.
- Uit vervolgonderzoek zal ondermeer moeten blijken waardoor het hier gevonden verschil in karkasgewicht tussen leeftijdsgroepen precies kan worden verklaard, en of het wellicht beter zou zijn om relatief oudere en robuustere kalveren na aankomst op het kalverbedrijf meer apart te houden van jongere of meer kwetsbare dieren.
- Tijdens het verblijf op het melkveebedrijf was het percentage kalveren dat met antibiotica of met andere medicijnen werd behandeld hoger onder de kalveren die op een leeftijd van 28 dagen het melkveebedrijf verlieten in vergelijking met de kalveren die op een leeftijd van 14 dagen het melkveebedrijf verlieten (Tabel 8). De verschillen tussen de leeftijdsgroepen waren klein, en alleen voor behandelingen met medicijnen anders dan antibiotica statistisch significant, en de kans op behandeling uitgedrukt als prevalentie was in alle gevallen lager dan 15%. Niettemin zouden deze resultaten er toch op kunnen wijzen dat het risico op gezondheidsproblemen op het melkveebedrijf wat toeneemt wanneer kalveren pas op latere leeftijd het melkveebedrijf verlaten, waardoor tevens een groter beroep moet worden gedaan op de inzet en zorg van de melkveehouder. Wellicht ook dat hier iets van overheveling van het risico op gezondheidsproblemen van het kalverbedrijf naar het melkveebedrijf een rol heeft gespeeld, bijvoorbeeld omdat oudere kalveren bij aankomst op het kalverbedrijf minder kwetsbaar waren dan jongere dieren. De mogelijkheid dat er overheveling of verschuiving van (risico's op) gezondheidsproblemen in de keten kan plaatsvinden wanneer kalveren op oudere leeftijd het melkveebedrijf verlaten verdient nadere aandacht in vervolgonderzoek, met grotere aantallen dieren en bedrijven. Dan kan ook in detail gekeken worden naar kwantitatieve aspecten van medicijngebruik, en de verdeling daarvan over de schakels in de kalverketen.
- Het is, ook los van de leeftijd van het kalf, essentieel dat de opfok op het melkveebedrijf van geboorte en de houderijomstandigheden op het kalverbedrijf zo goed mogelijk op elkaar aansluiten, en de gezondheid en de weerbaarheid van kalveren in de keten bevorderen. Dit is een gezamenlijke

verantwoordelijkheid voor de melkveehouderij en de kalverhouderij. Een aandachtspunt voor vervolgonderzoek is de manier van opfok en verzorging op het melkveebedrijf, en de opvang en verzorging op het kalverbedrijf, van kalveren die pas op oudere leeftijd dan tot nu toe gebruikelijk naar het kalverbedrijf worden getransporteerd.

Literatuur

- Chase, C.C., D.J. Hurley, en A.J. Reber. 2008. Neonatal immune development in the calf and its impact on vaccine response. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 24, 87-104.
- Colditz, I.G., en B.C. Hine. 2016. Resilience in farm animals: biology, management, breeding and implications for animal welfare. *Anim. Prod. Sci.* 56(12), 1961-1983.
- de Almeida, A.M., M. Zachut, L.E. Hernández-Castellano, M. Šperanda, G. Gabai, and A. Mobasher. 2019. Biomarkers of fitness and welfare in dairy animals: healthy living. *J. Dairy Res.* 86, 379-387.
- Hulbert, L.E., and S.J. Moisé. 2016. Stress, immunity, and the management of calves. *J. Dairy Sci.* 99, 3199-3216.
- Marcato, F., H. van den Brand, B. Kemp, B. Engel, S.K. Schnabel, C. Jansen, V.P.M.G. Rutten, A.P. Koets, F.A. Hoorweg, G. de Vries Reilingh, A. Wulansari, M. Wolthuis-Fillerup, en C.G. van Reenen, 2022a. Calf and dam characteristics and calf transport age affect immunoglobulin titers and hematological parameters of veal calves. *J. Dairy Sci.* 105, 1432-1451.
- Marcato, F., H. van den Brand, B. Kemp, B. Engel, B., S.K. Schnabel, F.A. Hoorweg, M. Wolthuis-Fillerup, en C.G. van Reenen, 2022b. Effects of transport age and calf and maternal characteristics on health and performance of veal calves. *J. Dairy Sci.* 105, 1452-1468.
- Pardon, B., J. Alliët, R. Boone, S. Roelandt, B. Valgaeren, en P. Deprez. 2015. Prediction of respiratory disease and diarrhea in veal calves based on immunoglobulin levels and the serostatus for respiratory pathogens measured at arrival. *Prev. Vet. Med.* 120, 169-176.
- von Konigslow, T.E., D.L. Renaud, T.F. Duffield, C.B. Winder, en D.F. Kelton. 2020. Assessing the utility of leukocyte differential cell counts for predicting morbidity, mortality, and growth in a grain-fed veal facility: A prospective single cohort study. *J. Dairy Sci.* 103, 9332-9344.

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

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.

