



Emissiearme vleeskalverstallen

(C2227092/4365335)

Uitgebreide integrale samenvatting

Gert-Jan Monteny

Will van Hoof

December 2020

Inhoud

1. Inleiding	3
2. Fase 1: Verkenning perspectiefvolle systemen	4
3. Fase 3: Case/control-onderzoek in een praktijkstal voor wit-/blankvleeskalveren	5
3.1 1^e afmestperiode (2 oktober 2018 – 2 april 2019)	6
3.2 2^e afmestperiode (6 mei – 20 november 2019)	8
3.3 Resultaten in perspectief	11
4. Fase 2: Case/control-metingen in de simulatie-opstelling van Meet-ID	12
5. Integrale analyse	14

1. Inleiding

In juli 2017 heeft de Provincie Noord-Brabant haar nieuwe beleidsvoornemens betreffende de veehouderij gepresenteerd (zie www.brabant.nl; zorgvuldige veehouderij). In dit kader is op 23 mei 2018 een subsidie-aanvraag ingediend bij de Provincie Noord-Brabant voor het project “Emissiearme vleeskalverstallen” (C2259530/4681842), welke op 27 juni 2018 is beschikt. Het project bestond uit 3 fases:

1. Verkenning perspectievolle systemen
2. Onderzoek bij Meet-ID voor rosé-vleeskalveren onder gecontroleerde omstandigheden (case/control-metingen simulatie-opstelling)
3. Realisatie en testen (case/control-metingen) onder praktijkomstandigheden bij witvleeskalveren voor zowel diepe als ondiepe mestkelders

Aan bovenstaande opzet ligt een aantal redeneringen en hypothesen ten grondslag, met name:

- a. In de huidige Regeling Ammoniak en Veehouderij zijn, naast luchtwassers, slechts 2 emissiereducerende systemen voor vleeskalveren opgenomen met een beperkte reductie. Bij nieuwbouw wordt vooral uitgegaan van diepe mestkelders, maar bij emissiebeperking in bestaande wit-/blankvlees-kalverstallen dienen ook voor ondiepe, V-vormige mestkelders, oplossingen beschikbaar te komen;
- b. Het systeem met ondiepe, V-vormige mestkelder met regelmatige urine-afvoer is een veel voorkomend systeem met name op bestaande bedrijven met wit-/blankvleeskalveren en vanwege de putuitvoering (regelmatige afvoer van urine als belangrijkste ammoniakbron) mogelijk reeds emissiebeperkend ten opzichte van diepe mestkelders
- c. Case/control-onderzoek levert de beste basis voor een vergelijking van de prestaties van in potentie emissie-reducerende systemen ten opzichte van traditionele systemen

Oorspronkelijk was de opzet om de genoemde fases ook navolgend in de tijd te laten verlopen. Echter, vanwege logistieke problemen bij de bevuiling van de vloeren in praktijkstallen voor het case/control-onderzoek in het modelsysteem van Meet-ID werd fase 2 uitgevoerd na afronding van fase 3. Hierna worden de fasen derhalve beschreven in de volgorde waarin ze zijn uitgevoerd. In het laatste gedeelte van deze samenvatting worden alle resultaten in samenhang beschouwd.

De oorspronkelijke planning van het project was 18 juni 2018 tot 25 november 2019. Door onvoorziene omstandigheden is vertraging opgelopen en is aanvankelijk uitstel verleend tot 1 maart 2020 (aanvragen vaststelling subsidie uiterlijk op 31 mei 2020) en later tot 31 december 2020 (aanvragen vaststelling subsidie uiterlijk op 1 april 2021).

2. Fase 1: Verkenning perspectievolle systemen

Gedurende fase 1 werden gesprekken gevoerd met diverse fabrikanten van emissie-arme systemen, vooral voor andere diersoorten dan vleeskalveren, met de vraag of zij ontwerpen konden realiseren voor de vleeskalverhouderij in het algemeen en voor de locatie in Someren in het bijzonder. Dit leidde tot de onderstaande combinaties van vloer- en keldersystemen:

Vloeruitvoering (fabrikant)	Kelderuitvoering (fabrikant)
Hardhouten roosters	V-vormige kelder (ondiep) met regelmatige urineafvoer 1 ^e ronde: + coating (MS Schippers) & waterverneveling 2 ^e ronde: + coating & opvang in ammoniak-arme vloeistof (Jabba)
Cattle Floor (Nooyen Roosters)	V-vormige kelder (ondiep) met regelmatige urineafvoer + Geperforeerde mestband (Mathijssen)
Topfloor (Van Beek en Zn.)	V-vormige kelder (ondiep) met regelmatige urineafvoer + Geperforeerde mestband (Mathijssen)
Groene Vlag Roostervloer (Irish Custom Extruders)	V-vormige kelder (ondiep) met regelmatige urineafvoer + Geperforeerde mestband (Mathijssen)
Groene Vlag Roostervloer (Irish Custom Extruders)	V-vormige kelder (ondiep) met regelmatige urineafvoer + R&R/koelen
Hardhouten roosters	Diepe kelder (1,2 m) + R&R/koelen
Kunststof vloer (Jansen Poultry)	Diepe kelder (1,2 m)

3. Fase 3: Case/control-onderzoek in een praktijkstal voor wit-/blankvleeskalveren

De in fase 1 geselecteerde systemen werden medio 2018 gerealiseerd in gelijke afdelingen op het blankvlees-kalverbedrijf van Mts. Thelosen in Someren. De ammoniakemissie werd gedurende 2 afmestrondes van elk ca. 6 maanden, in een case/control-opzet, vergeleken met de emissie van referentie-afdelingen met hardhouten roosters en ondiepe, V-vormige mestkelder met regelmatige urine-afvoer en met een referentie-afdeling met hardhouten roosters en langdurige mestopslag in een diepe kelder. Dit betrof afdelingen met 42 dieren. Daarnaast werd 1 systeem in een grotere (96 dieren) afdeling gerealiseerd en werd de emissie vergeleken met een eveneens grotere (96 dieren) traditionele afdeling. Voor het onderzoek werd een aantal afdelingen ingericht met emissie-reducerende systemen. Dit leidde tot de volgende opzet:

Afdelingsnummer	Aantal dieren	Vloeruitvoering (fabrikant)	Kelderuitvoering (fabrikant)
1	42	Hardhouten roosters	V-vormige kelder (ondiep) met regelmatige urine-afvoer 1 ^e ronde: + coating (MS Schippers) & waterverneveling 2 ^e ronde: + coating & opvang in ammoniak-arme vloeistof (Jabba)
2	42	Cattle Floor (Nooyen Roosters)	V-vormige kelder (ondiep) met regelmatige urine-afvoer + Geperforeerde mestband (Mathijssen)
3	42	Topfloor (Van Beek en Zn.)	V-vormige kelder (ondiep) met regelmatige urine-afvoer + Geperforeerde mestband (Mathijssen)
4	42	Groene Vlag Roostervloer (Irish Custom Extruders)	V-vormige kelder (ondiep) met regelmatige urine-afvoer + Geperforeerde mestband (Mathijssen)
5	42	Groene Vlag Roostervloer (Irish Custom Extruders)	V-vormige kelder (ondiep) met regelmatige urine-afvoer + koelen putvloer (R&R)
6- Oorspronkelijke control ondiepe, V-vormige kelder	42	Hardhouten rooster	V-vormige kelder (ondiep) met regelmatige urine-afvoer
7- Oorspronkelijke control control ondiepe, V-vormige kelder	42	Hardhouten rooster	V-vormige kelder (ondiep) met regelmatige urine-afvoer
8	96	Hardhouten roosters	Diepe kelder (1,2 m) + koelen mestoppervlak (R&R)
9	96	Kunststof vloer (Jansen Poultry)	Diepe kelder (1,2 m)
10 – Uiteindelijke control diepe kelder	96	Hardhouten roosters	Diepe kelder (1,2 m)
11 – Uiteindelijke control ondiepe, V-vormige kelder	42	Hardhouten roosters	Diepe kelder (1,2 m)

Elke ventilator (1 voor de 'kleine' afdelingen en 2 of 3 in de 'grotere' afdelingen) werd voorzien van een meetventilator met gelijke diameter, waarvan de pulsen werden gelogd. Op basis van deze pulsen werd het ventilatiedebiet berekend, uitgaande van de ijklijn van elke ventilator. Tussen elke combinatie van ventilator en meetventilator werd, conform de eisen vanuit het meetprotocol, een monsternamepunt voor de ventilatielucht gerealiseerd dat werd aangesloten op een teflon-monsternameslang. Vanaf elk monsternamepunt en vanaf 2 buitenlucht-punten, werd continu lucht aangezogen, waarvan de ammoniakconcentratie werd gemeten met twee foto-akoestische monitoren. Dit resulteerde in een meetcyclus waarin elke ca. 2,5 uur de 15-minuut-gemiddelde NH₃-concentratie van elke ventilator werd bepaald. Samen met het ventilatiedebiet en het aantal dieren werd hieruit een daggemiddelde NH₃-emissie berekend, uitgaande van een gemiddelde achtergrondconcentratie van 1 ppm.

Per ronde werd van elke 'kleine' afdeling met een emissie-reducerend systeem de reductie van de NH₃-emissie berekend ten opzichte van de referentie-afdeling met ondiepe, V-vormige kelder met regelmatige urine-afvoer en ten opzichte van de referentie-afdeling met diepe kelder, beide met hardhouten roosters. Voor de beide 'grote' afdelingen werd dit eveneens gedaan ten opzichte van afdeling 10.

3.1 1^e afmestperiode (2 oktober 2018 – 2 april 2019)

Onderstaand zijn de ammoniakemissie en emissiereducties van de onderzochte systemen ten opzichte van de verschillende referentie-afdelingen tijdens de eerste afmestronde (2 oktober 2018 – 2 april 2019).

Afdelings- nummer	Vloeruitvoering	Kelderuitvoering	NH ₃ - emissie (kg per dier per jaar)	Emissiereductie (%) ten opzichte van		
				Afdeling 11 – diepe kelder	Afdeling 10 – diepe kelder	Afdeling 6 + 7 gemiddeld - ondiepe, V- vormige kelder
1	Hardhouten roosters	V-vormige kelder (ondiep) met regelmatige urine- afvoer met coating putvloer en wanden (onderste deel) & watervernevelling	5,61	-16		-7
2	Cattle Floor (gecoat metaal met grote doorlaat)	V-vormige kelder (ondiep) met regelmatige urine- afvoer + Geperforeerde mestband	5,17	-7		1
3	Topfloor (bolle rubber matten)	V-vormige kelder (ondiep) met regelmatige urine- afvoer + Geperforeerde mestband	5,96	-23		-14
4	Groene Vlag Roostervloer	V-vormige kelder (ondiep) met regelmatige urine- afvoer + Geperforeerde mestband	5,57	-15		-7
5	Groene Vlag Roostervloer	V-vormige kelder (ondiep) met regelmatige urine- afvoer + koelen (putvloer)	6,04	-25		-16
6 (oorspronkelijk e control)	Hardhouten rooster	V-vormige kelder (ondiep) met regelmatige urine- afvoer	5,29	-10		
7 (oorspronkelijk e control)	Hardhouten rooster	V-vormige kelder (ondiep) met regelmatige urine- afvoer	5,15	-7		
8	Hardhouten roosters	Diepe kelder (1,2 m) + koelen (toplaag mest)	4,62	4	2	11
9	Kunststof vloer met grote doorlaat	Diepe kelder (1,2 m)	3,94	18	17	25
10 (control voor afdelingen 8 en 9)	Hardhouten roosters	Diepe kelder (1,2 m)	4,73	2		9
11 (control voor alle overige afdelingen)	Hardhouten roosters	Diepe kelder (1,2 m)	4,83			7

Mede vanwege de technische optimalisaties en problemen bij afdelingen 1 (gestopt vanwege een te hoog waterverbruik), 2 t/m 4 (technische storingen mestband) en 5 + 8 (onvoldoende koelcapaciteit) werd in het algemeen geen emissiereductie (ten opzichte van het gemiddelde van de emissie van afdelingen 6 + 7 en ten opzichte van afdeling 11) gerealiseerd. Waarschijnlijk door het regelmatig technisch ingrijpen was de emissie van bovengenoemde afdelingen zelfs iets hoger dan de emissie van de referenties.

Wanneer de afdelingen 2 t/m 4, met hetzelfde keldersysteem worden vergeleken, dan blijkt afdeling 2 met de goed doorlatende roostervloer iets (ca. 10-15%) beter te presteren dan beide andere vloeren. Dit effect is ook zichtbaar in afdeling 9, met een goed doorlatende kunststofvloer en diepe kelder, die 17% minder emissie gaf dan de referentie-afdeling met diepe kelder.

Koelen van de putvloer reduceerde de emissie niet, maar resulteerde zelfs in een hogere emissie. Dit is waarschijnlijk het gevolg van een cementen afdeklaag bovenop de koelementen. Aangezien vers beton/cement een relatief hoge (tot pH 13) pH heeft, is vooral de eerste maanden na in gebruik name de mogelijkheid aanwezig van een relatief hoge emissie. Het koelen van de toplaag van de mest resulteerde niet in een emissiereductie.

In alle afdelingen bleek een positieve samenhang tussen de emissie en de buitentemperatuur.

De resultaten van de metingen gedurende de 1^e afmestperiode laten vooral de kwetsbaarheid zien van innovaties die direct in de praktijk zijn getest. Alle fabrikanten hebben op basis van de ervaringen tijdens deze afmestperiode een verbeterplan opgesteld voor de 2^e afmestperiode en dit toegepast.

3.2 2^e afmestperiode (6 mei – 20 november 2019)

Tussen de 1^e en de 2^e afmestperiode zijn de nodige technische verbeteringen van de systemen in afdelingen 1 t/m 5 en afdeling 8 en 9 gerealiseerd:

- Afdeling 1: uitbreiding met opvang in ammoniak-arme vloeistof (Jabba)
- Afdelingen 2, 3 en 4: realisatie van nieuwe geperforeerde mestbanden met een sterk verbeterd afdraai-mechanisme
- Afdelingen 5 en 8: vergroting van de koelcapaciteit en afwisselend 3-weekse periodes van koelen en niet koelen per afdeling ('switch' van de koelcapaciteit tussen beide afdelingen)
- Afdeling 9: deze afdeling werd niet gewijzigd

Onderstaand zijn de resultaten van de metingen gedurende de tweede afmestronde weergegeven.

Afdelingsnummer	Vloeruitvoering	Kelderuitvoering	NH ₃ - emissie (kg per dier per jaar)	Emissiereductie (%) t.o.v.		
				Afdeling 11 – diepe kelder	Afdeling 10 – diepe kelder	Afdeling 6 + 7 gemiddeld - ondiepe, V- vormige kelder
1	Hardhouten roosters	V-vormige kelder (ondiep) met coating putvloer en wanden (onderste deel) & opvang mest en urine in ammoniak-arm water	3,49	46		20
2	Cattle Floor (gecoat metaal met grote doorlaat)	V-vormige kelder (ondiep) met regelmatige urine- afvoer + Geperforeerde mestband	3,42	47		21
3	Topfloor (bolle rubber matten)	V-vormige kelder (ondiep) met regelmatige urine- afvoer + Geperforeerde mestband	4,30	33		1
4	Groene Vlag Roostervloer	V-vormige kelder (ondiep) met regelmatige urine- afvoer + Geperforeerde mestband	4,68	28		-8
5	Groene Vlag Roostervloer	V-vormige kelder (ondiep) met regelmatige urine- afvoer + koelen (putvloer)	3,52	46		19
6 (oorspronkelijke control)	Hardhouten rooster	V-vormige kelder (ondiep) met regelmatige urine- afvoer	4,46	31		
7 (oorspronkelijke control)	Hardhouten rooster	V-vormige kelder (ondiep) met regelmatige urine- afvoer	4,22	35		
8	Hardhouten roosters	Diepe kelder (1,2 m) + koelen (toplaag mest)	4,61	29	35	-6
9	Kunststof vloer met grote doorlaat	Diepe kelder (1,2 m)	6,26	3	11	-44
10 (control voor afdelingen 8 en 9)	Hardhouten roosters	Diepe kelder (1,2 m)	7,06	-9		-63
11 (control voor alle overige afdelingen)	Hardhouten roosters	Diepe kelder (1,2 m)	6,46			-49

In de onderstaande tabel worden de resultaten van de metingen tijdens de 2^e afmestperiode in nader perspectief gezet.

Ammoniakemissie en -reductie (afgerond op 5%-punten) tijdens de 2 ^e afmestperiode ('zomerperiode') van de verschillende typen huisvesting en emissiereducerende systemen.	Afdelingen 11 (referentie diepe kelder)	Gemiddeld afdelingen 6 en 7 (referentie ondiepe, V-vormige kelder)	Geperforeerde mestband		Koeling	
			Groene Vlag / Topfloor	Cattle Floor	Putvloer	Mestoppervak
Absoluut (kg NH ₃ per dierplaats per jaar) – excl. leegstand	6,5	4,3	4,5	3,4	3,5	4,6
Relatief t.o.v. referentie-afdeling 11 (diepe mestkelder met hardhouten rooster)	100	-35%	-30%	-50%	-45%	-30%
Relatief t.o.v. referentie-afdelingen 6 en 7 (ondiep, V-vormige kelder met hardhouten rooster)		100	+5%	-20%	-20%	

Uit deze cijfers blijkt tevens dat in de zomerperiode:

- Ondiepe, V-vormige kelders met regelmatige urineafvoer (vaste mest blijft achter) en hardhouten roosters (gemiddelde van afdeling 6 en 7) een emissiereductie van ca. 35% opleverde ten opzichte van dezelfde uitvoeringsvariant met diepe kelders met langdurige mestopslag (afdeling 11)
- Een geperforeerde mestband, vooral bedoeld voor primaire scheiding en regelmatige afvoer van faeces in combinatie met een rubberen welzijnsvloer, een vergelijkbare reductie gaf ten opzichte van ondiepe, V-vormige kelders met hardhouten roosters (+5%). Dit betekent dat, uitgaande van de afwezigheid van een emissiereductie door rubberen welzijnsvloeren ten opzichte van hardhouten roosters, de huidige uitvoering van de geperforeerde mestband geen emissiereductie gaf ten opzichte van een ondiepe, V-vormige kelder met regelmatige urineafvoer
- Een goed doorlatende gecoate metalen vloer ca. 20% emissiereductie gaf ten opzichte van houten roosters (en ca. 25% ten opzichte van bolle rubberen vloeren). Daarbij is voor de afdelingen met ondiepe, V-vormige mestkelders en regelmatige urineafvoer uitgegaan van een gelijk effect van de onderliggende geperforeerde mestbanden
- Koeling (instelwaarde 15 graden C) van de putvloer in een ondiepe V-vormige kelder resulteerde in ca. 45% emissiereductie ten opzichte van diepe kelders en ca. 20% reductie ten opzichte van ondiepe, V-vormige kelders
- Koeling (instelwaarde 15 graden C) van het mestoppervlak ('koeldek') in een diepe mestkelder met langdurige opslag resulteerde in ca. 30% emissiereductie ten opzichte van afdeling 11 met diepe kelders (35% ten opzichte van afdeling 10)
- Het koelsysteem bleek tijdens de 1^e afmestperiode (winter) de gewenste temperatuur te kunnen realiseren; tijdens de 2^e afmestperiode (zomer) was dit niet steeds mogelijk. Daarom

werd tijdens de 2^e afmestperiode de koelcapaciteit vergroot en afwisselend afdeling 5 en 8 gekoeld. Hierdoor zal de emissiereducties tijdens de 2^e afmestperiode waarschijnlijk zijn onderschat

De tweede afmestperiode verliep zonder noemenswaardige technische problemen, behalve voor het systeem met opvang van mest en urine in ammoniak-arme vloeistof. De resultaten van deze periode bieden dus een basis voor inschatting van het effect van de diverse systemen voor de zomerperiode. Aanvullende metingen tijdens (tenminste) een winterperiode zullen het totaal-effect van deze systemen moeten uitwijzen.

3.3 Resultaten in perspectief

Het jaarrond gemiddelde, exclusief 7% leegstand, was voor de uitvoeringsvariant met hardhouten roosters en ondiepe, V-vormige kelder met regelmatige urineafvoer (afdelingen 6 en 8) 37% hoger dan de RAV-emissiefactor van 3,5 kg NH₃ per dierplaats per jaar voor traditionele vleeskalverstallen. Inclusief 7% leegstand was dit 27%. Voor de uitvoeringsvariant met hardhouten roosters en diepe mestkelder (afdeling 11) was dit resp. 63% en 51%. Daarbij dient te worden opgemerkt dat het oppervlak per dier in deze afdeling met 2,1 m² per dier iets hoger was dan in de andere afdelingen (1,8 – 1,9 m² per dier). Bij gelijk oppervlak zullen de percentages voor afdeling 11 derhalve iets lager zijn uitgekomen.

In eerder, vergelijkbaar onderzoek in stallen voor wit-/blankvleeskalveren, werd een gemiddelde emissie gevonden van ca. 5,0 kg NH₃ per dierplaats per jaar, inclusief 7% leegstand en bij 1,8 m² per dierplaats aan leefoppervlak. Dit gemiddelde is zeer goed vergelijkbaar met de gemiddelde emissie van 4,3 kg NH₃ per dierplaats per jaar voor de referentie-afdelingen (6 en 7; zie hiervoor) tijdens de onderhavige metingen. Daarbij dient te worden opgemerkt dat in de absolute emissies vanwege een gemiddelde correctie voor de achtergrondconcentratie maximaal ca. 5% lager kan zijn geweest.

4. Fase 2: Case/control-metingen in de simulatie-opstelling van Meet-ID

De ammoniakemissie van de Cattle Floor en de Groene Vlag Roostervloer (beide 'case') werden in 2 afzonderlijke experimenten, voor rosé-vleeskalveren in 2020 bij Meet-ID in een case/control-opzet onder gecontroleerde omstandigheden vergeleken met een traditionele betonnen roostervloer (control). Steeds was een diepe mestkelder met rosé-vleeskalvermest aanwezig. De gecontroleerde omstandigheden zijn gebaseerd op metingen voor melkveestallen en betreffen: 15 °C, 70% RV en een luchtsnelheid van 0,15 cm/s op vloerniveau in een zgn. Lindvall-does. De vloeren waren van tevoren gedurende minimaal 2 maanden bevuild op praktijkbedrijven. Ten behoeve van de metingen werd faeces gebruikt van een nabij gelegen rosé-vleeskalverbedrijf, terwijl de urine werd betrokken van een slachthuis in Den Bosch.

Per vloer werden 4 metingen van elk 1 dag uitgevoerd. Aan het begin van elke dag werd op de in de praktijk bevuilde case- en control-vloer handmatige verse faeces aangebracht. Daarna werd per vloer 3 L urine, in 6 gelijke porties van 0,5 liter, at random verdeeld over 12 zgn. 'plasplaatsen'. Daarmee werd ca. 50% van het beschikbare vloeroppervlak benat met urine. Aansluitend werden de Lindvall-dozen over de vloeren en mestkelders geplaatst en werden de metingen gestart. De ammoniakconcentratie van beide vloeren werd gemeten gedurende 24 uur, met een foto-akoestische monitor. Op 2 van de 4 meetdagen werden de metingen nat-chemisch gevalideerd.

De Groene Vlag Roostervloer had gemiddeld over 4 meetdagen een 23-26% lagere ammoniakemissie had dan de traditionele betonnen roosters, met een variatie van 16-35%. De nat-chemische metingen valideerden de daggemiddelde concentratieverschillen die door de foto-akoestische monitor werden gemeten, maar de absolute gemiddelde concentraties werden met 20-25% overschat.

De Cattle Floor gemiddeld een 44-48% lagere ammoniakemissie had dan de traditionele betonnen roosters, met een variatie van 14-63%. Vanwege meettechnische problemen tijdens de 3^e meetdag en mogelijk de 4^e meetdag, is de beste schatting voor de emissiereductie van de Cattle Floor 55% op basis de cumulatieve emissie na 6 uur en 50% op basis van de cumulatieve emissie na 12 uur. De nat-chemische metingen bevestigden dit reductiepercentage, hoewel hier de absolute gemiddelde concentraties ruim werden onderschat.

De metingen bij Meet-ID zijn uitgevoerd in een simulatie-opstelling voor rosé-vleeskalveren, waarbij alle voor de emissie relevante omstandigheden gelijk worden gehouden. Daarmee wordt een zuivere case/control-situatie verkregen. De mate waarin de gekozen instellingen van temperatuur, relatieve luchtvochtigheid en luchtsnelheid relevant zijn voor de gemiddelde situatie in een vleeskalverstal bepalen de waarde van de uitkomsten voor de praktijk. Deze zijn echter voor vleeskalveren (nog) niet bekend. De gevonden reductie gelden derhalve voor de omstandigheden waaronder de metingen zijn uitgevoerd, inclusief de typische mest-, faeces- en urinesamenstelling voor rosé-vleeskalveren. Daarnaast is gekozen voor een urine-toedieningsprotocol uitgaande van beschikbare literatuur. Gelet op bovenstaande, voor de praktijk grotendeels nog onbekende omstandigheden, zijn de uitkomsten

van de metingen bij Meet-ID derhalve het beste te beschouwen als 'theoretische maxima', die verdere validatie in de praktijk behoeven voor zowel wit-/blankvleeskalveren als rosé-vleeskaveren. Het protocol voor urine-toediening op de vloeren heeft waarschijnlijk geleid tot een groter 'benat' oppervlak ten opzichte van de praktijk, waardoor ook de reducties zullen zijn overschat.

Aanbevolen wordt om bovenstaande methodisch en qua resultaten nader te duiden in relatie tot eerder uitgevoerde metingen met een Lindvall-doos in een praktijkstal met diverse vloervarianten (Heeres et al., 2017) ^{*1}.

*1) Jetta Heeres, Maaïke Wolthuis, Sjoerd Bokma, Dolf Smits, Norbert Stockhofe, Izak Vermeij en Kees van Reenen, 2017. Alternatieve vloeren voor vleeskalveren; Wageningen UR (University & Research centre) Livestock Research, Livestock Research Rapport 1056.

5. Integrale analyse

In het onderhavige project is een aantal in potentie emissie-reducerende principes voor toepassing in bestaande en nieuwe vleeskalverstallen onderzocht:

- Vloermaatregelen (rubberen welzijnsvloeren, goed doorlatende kunststof vloeren)
- Keldermaatregelen (vernevelen van water, opvang in ammoniak-arme vloeistof, coating putvloeren en – wanden, primaire scheiding faeces en urine door een geperforeerde mestband, koelen putvloer en mestoppervlak)

Het onderzoek in de praktijkstal voor wit-/blankvleeskalveren betrof diverse combinaties van vloer- en keldermaatregelen, tegen de hypothese dat de rubberen welzijnsvloeren geen significante emissiereductie geven ten opzichte van hardhouten roostervloeren. Deze werden doorgemeten ten opzichte van een traditionele uitvoering, zowel met ondiepe, V-vormige kelder met regelmatige urineafvoer, als met een diepe kelder. In de simulatie-opstelling van Meet-ID werden een rubberen welzijnsvloer en een goed doorlatend kunststof rooster voor rosé-vleeskalveren doorgemeten ten opzichte van een betonnen roostervloer, in alle gevallen met een 'diepe' mestkelder.

Tegen de achtergrond van het beleid van de Provincie Noord-Brabant kan wordt vastgesteld dat combinaties van systemen nodig zullen zijn om de gewenste toekomstige reductiedoelstellingen van 50% en meer te realiseren.

Ten opzichte van een referentie met diepe kelders was de jaarrond-emissie van de referentie met ondiepe, V-vormige kelders en regelmatige urine-afvoer ca. 16% lager. Vooral in de zomerperiode presteerde dat laatst genoemde systeem aanzienlijk beter dan het referentiesysteem met diepe kelders, terwijl beide in de winterperiode nagenoeg een gelijke emissie hadden.

Het effect van rubberen welzijnsvloeren ten opzichte van hardhouten roosters op de ammoniakemissie kon voor wit-/blankvleeskalveren door de metingen in de praktijkstal niet worden aangetoond. Wel bleek uit de metingen bij Meet-ID dat voor rosé-vleeskalveren een emissiereductie wordt gerealiseerd van ca. 25% ten opzichte van betonnen roosters. Dit effect was voor de goed doorlatende kunststof-gecoate stalen vloer met ca. 50% nog hoger. Het protocol voor urine-toediening op de vloeren heeft waarschijnlijk geleid tot een groter 'benat' oppervlak ten opzichte van de praktijk, waardoor ook de reducties zullen zijn overschat.

Uit metingen in de praktijkstal blijkt dat een goed doorlatende kunststof vloer tot 11-17% minder emissie gaf. De kunststof-gecoate stalen vloer presteerde steeds beter (8-29% reductie, afhankelijk van de meetperiode en het vloertype) dan de rubberen welzijnsvloeren (bij eenzelfde keldersysteem). Het effect de vloeren ten opzichte van hardhouten roosters op de ammoniakemissie kon voor wit-/blankvleeskalveren door de metingen in de praktijkstal niet worden gekwantificeerd, vooral vanwege de combinatie met een keldermaatregel. Over het geheel genomen tonen de resultaten aan dat het vloerontwerp wel degelijk een bijdrage kan leveren aan de emissiereductie, maar dat dit in hoge mate afhangt van het desbetreffende ontwerp en de diersoort. Welzijnsaspecten zijn hierbij van belang en mogen niet uit het oog worden verloren.

De keldermaatregelen gebaseerd op opvang in ammoniak-arme vloeistof en vernevelen van water, in combinatie met gecoate putvloer en -wanden, functioneerden slechts beperkte delen van de

afmestrondes en gaven dan een aanzienlijke emissiereductie te zien van periodiek meer dan 50%. Dit ging echter te koste van een hoog waterverbruik en de daarmee samenhangende toename van het mestvolume en de mestafzetkosten. De perspectieven van deze technieken vereisen nadere ontwikkeling van met name de continue verwerking van de verdunde vloeistof (ammoniak-arm water met faeces en urine) buiten de stal, waardoor aan de geconstateerde bezwaren tegemoet kan worden gekomen.

Toepassing van de geperforeerde mestband is veelbelovend vanuit het gegeven dat bij een goede primaire scheiding van faeces en urine een basis aanwezig is voor verdere opwerking en valorisatie van beide meststromen. Dit kan een verdienmodel betekenen en/of besparing op de mestafzetkosten, terwijl de ammoniakemissie tijdens opslag en toediening eveneens aanzienlijk kan worden beperkt. Het toegepaste ontwerp bleek tijdens beide afmestrondes echter nu nog technisch kwetsbaar, waardoor de ammoniakemissie-reductie van de afdelingen niet uit de verf kwam. De ervaringen leerde dat het technisch ontwerp aanzienlijke ruimte heeft voor verbeteringen en dat in combinatie met een optimaal ontworpen opvang en afvoer van urine een aanzienlijke emissiereductie op stalniveau mogelijk is.

Koeling van de ondiepe, V-vormige putvloer bleek in de zomerperiode ca. 20% emissiereductie te geven ten opzichte van een traditioneel uitgevoerde ondiepe put, tenminste wanneer voldoende koelcapaciteit beschikbaar was. Het effect in de winterperiode was nagenoeg afwezig. Mogelijk is koelen juist in de zomerperiode effectief, zeker wanneer de toplaag van de mest afdoende wordt gekoeld (35% reductie ten opzichte van een ongekoelde diepe kelder). Daarbij dient te worden opgemerkt dat het koelsysteem voldoende capaciteit dient te hebben, zeker voor de zomerperiode.

Het perspectief van de onderzochte keldermaatregelen en met name van koelen (met name toepasbaar in stallen met diepe kelders) van het mestoppervlak en in minder mate van opvang in ammoniak-arme vloeistof (toepasbaar in bestaande en nieuwe stallen, met diepe en ondiepe mestkelders) en primaire mestscheiding door geperforeerde mestbanden (toepasbaar in bestaande en nieuwe stallen) kan worden versterkt door de potentie van de goed doorlatende vloervarianten.

Op basis van dit onderzoek zijn geen systemen naar voren gekomen die reeds de emissiereductie-doelstelling van 50% (of meer) realiseren. Wel zijn de nodige elementen aangereikt die dat doel in de nabije toekomst haalbaar maken. Deze bestaan uit zowel vloer- als kelderoplossingen. Een verdere (emissie-)technische optimalisatie is echter nog nodig. Daarbij is een niet onbelangrijke bevinding dat het stalsysteem met ondiepe, V-vormige kelder en regelmatige urineafvoer de ammoniakemissie reeds vermindert ten opzichte van diepe kelders.