



Schuttelaar
& Partners

Oplossingsrichtingen emissiereductie melkvee- en varkenshouderij

Overzicht van huidige mogelijke maatregelen, technieken en oplossingen voor reductie van methaan en ammoniak in de melkvee- en varkenshouderij

Den Haag, 22 december 2021





Schuttelaar
& Partners

— —
**The
Agency
for a
Healthy
World**

Zeestraat 84
2518 AD Den Haag

+31 70 318 44 44
info@schuttelaar.nl
www.schuttelaar.nl

Oplossingsrichtingen emissiereductie melkvee- en varkenshouderij

Overzicht van huidige mogelijke maatregelen, technieken en oplossingen voor reductie van methaan en ammoniak in de melkvee- en varkenshouderij

Eindversie

Den Haag, 22 december 2021
Harry Kager
Margo Meijerink
Leon Jansen
Tom Broeze

In opdracht van het ministerie van LNV

Redactie en uitgave
Schuttelaar & Partners
Zeestraat 84
2518 AD Den Haag
Nederland
t +31 (0) 70 318 44 44
f +31 (0) 70 318 44 22
info@schuttelaar.nl
www.schuttelaar.nl

© 2021 Schuttelaar & Partners B.V.
Schuttelaar & Partners is onderdeel van de Healthy World Cooperation.

Inhoudsopgave

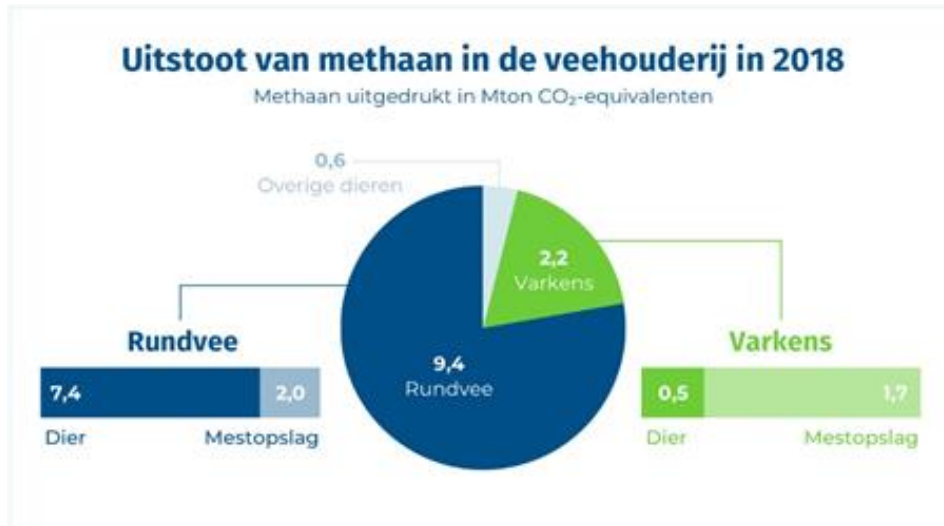
| | | |
|------------------|---|-----------|
| 1 | Inleiding | 5 |
| 2 | Opdracht en aanpak | 8 |
| 3 | Oplossingsrichtingen emissiereductie melkvee | 10 |
| 4 | Oplossingsrichtingen emissiereductie varkenshouderij | 38 |
| 5 | Constateringen en aanbevelingen voor vervolg | 59 |
| Bijlage 1 | groslijst mogelijke maatregelen, technieken en oplossingen melkvee | 62 |
| Bijlage 2 | groslijst mogelijke maatregelen, technieken en oplossingen varkens | 65 |
| Bijlage 3 | infographic oplossingsrichtingen emissiereductie melkveehouderij | 67 |
| Bijlage 4 | infographic oplossingsrichtingen emissiereductie varkenshouderij | 68 |

1 Inleiding

Veehouders hebben de afgelopen decennia de emissies van broeikasgassen en ammoniak verminderd. Maar er zijn meer mogelijkheden om deze verder te reduceren. Zeker als er voldoende praktijkrijpe maatregelen worden ontwikkeld die aansluiten op de bedrijfsvoering en geen negatief effect hebben op rentabiliteit, dierenwelzijn, diergezondheid, weidegang en/of biodiversiteit. In 2018 is het programma Integraal Aanpakken gestart om deze kansen te identificeren en te komen tot integrale oplossingen voor de praktijk. Het doel is om inzichten en werkbare maatregelen te bepalen waarmee veehouders hun bedrijf rendabel en toekomstgericht kunnen aanpassen aan de opgaven voor klimaat en stikstof. Het programma Integraal Aanpakken is daarbij primair gericht op de reductie van het broeikasgas methaan en de reductie van ammoniak. De integrale benadering betekent enerzijds dat in het programma wordt gekeken naar de effecten van maatregelen en/of oplossingen van alle schakels op het boerenbedrijf en anderzijds dat rekening wordt gehouden met verschillende maatschappelijke opgaven. Integraal Aanpakken wordt gefinancierd door het ministerie van LNV.

Van de methaanemissie uit de veehouderij (totaal 12,2 Mton CO₂-eq. per jaar), komt circa 7,4 Mton CO₂-eq. door enterische methaanemissie van rundvee, een klein gedeelte komt vrij uit het darmkanaal van andere diersoorten en circa 3,7 Mton CO₂-eq. uit mestopslagen van rundvee- en varkensmest. In het Klimaatakkoord is een reductieopgave voor de gehele veehouderij geformuleerd van tussen de 1,2 en 2,7 Mton CO₂-eq. per 2030, waarvan minimaal 1 Mton CO₂-eq. moet worden bewerkstelligd in de vorm van reductie van methaan.

Figuur 1: Uitstoot van methaan in de veehouderij in 2018.

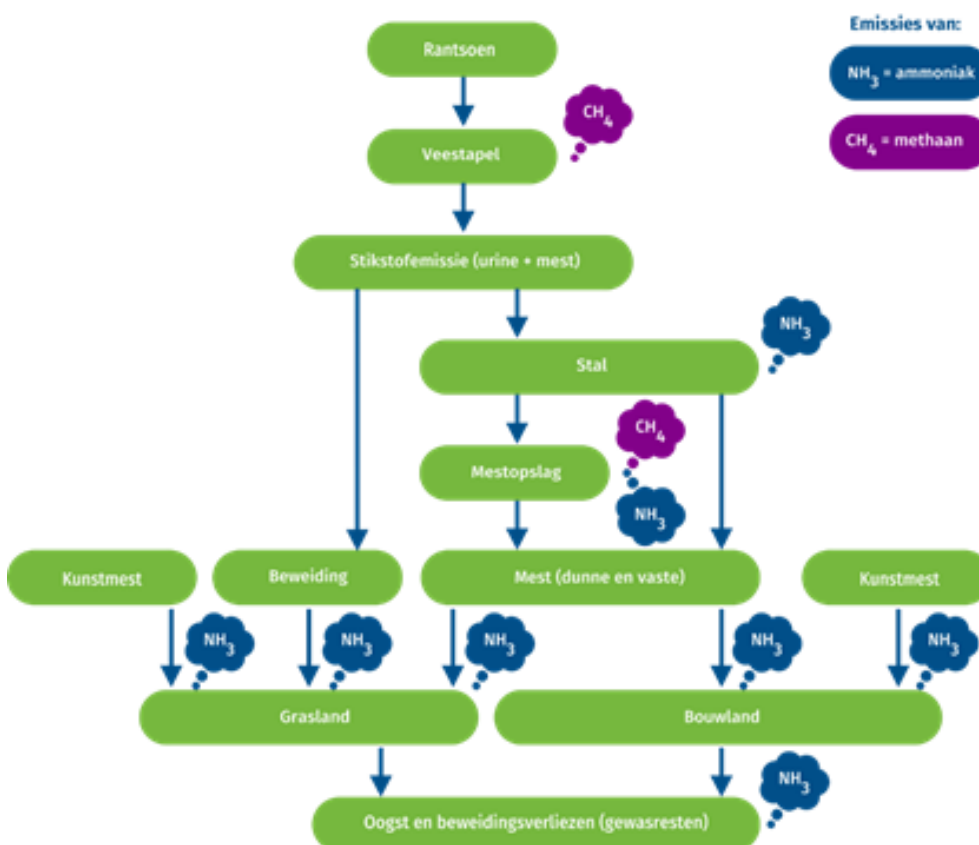


Bron: Werkgroep NEMA, Bruggen et al. 2020

De huidige ammoniakdepositie in Nederland is te hoog voor de kwetsbare natuur in o.a. Natura 2000-gebieden. Om de Europese doelstellingen van Natura 2000 te realiseren is een verdere reductie van de emissie noodzakelijk. Dit is vastgelegd in de Wet stikstofreductie en natuurverbetering: in 2025 moet minimaal 40% van het areaal van de stikstofgevoelige natuur in beschermde Natura 2000-gebieden een gezond stikstofniveau hebben; in 2030 minimaal de helft en in 2035 minimaal 74%. De schatting van de College Deskundigen Meststoffenwet (CDM) over 2018 dat 113,4 kton NH₃ afkomstig is uit de agrarische sector, waarvan circa 40% is toe te schrijven aan de melkveehouderij.

De methaanemissie is gekoppeld aan het element koolstof en de emissie van ammoniak aan het element stikstof. Dat maakt een reductie van beiden tegelijkertijd complex, maar gezien de landelijke doelstellingen wel noodzakelijk. Een integrale aanpak is gewenst waarbij naar alle effecten van maatregelen op het hele melkvee- en/of varkensbedrijf wordt gekeken. De bestaande kaders en doelen op het gebied van onder andere milieu, koeien in de wei, biodiversiteit, dierenwelzijn en diergezondheid, zijn daarom randvoorwaarden. Het programma Integraal Aanpakken bestaat onder andere uit onderzoeken, pilots, een netwerk praktijkbedrijven en aanverwante regelingen waarbij wordt gekeken naar de effecten van oplossingen op het gebied van voer, dier, stal en mest. Thema's als koolstofvastlegging in landbouwbodems of energiegebruik behoren niet tot de focus van Integraal Aanpakken. Onderstaande figuur 2 geeft weer waar emissie van ammoniak en methaan ontstaat.

Figuur 2: Onderdelen op het veehouderijbedrijf waar ammoniak en methaan ontstaan



2 Opdracht en aanpak

Het ministerie van LNV heeft Schuttelaar & Partners gevraagd om een momentopname te maken van de stand van zaken van de huidige mogelijke maatregelen, technieken en oplossingen (kortweg 'mogelijke maatregelen') om te komen tot reductie van methaan en ammoniak in de melkveehouderij en varkenshouderij. Alle mogelijke maatregelen zijn samengevat in een aantal oplossingsrichtingen voor de melkvee- en varkenshouderij. Per oplossingsrichting is met vertegenwoordigers uit de sector een SWOT-analyse gemaakt. Een commissie van het ministerie van LNV en sectorvertegenwoordigers heeft de opdracht begeleid. Doel van de opdracht was niet om in beeld te brengen hoe de maatregelen geïmplementeerd kunnen worden en of de maatregelen beleidsmatig wenselijk zijn.

Schuttelaar & Partners heeft voor deze opdracht onderzoekers en stakeholders uit de sector geconsulteerd via interviews (circa 30 interviews in totaal). In de interviews is informatie over mogelijke maatregelen opgehaald; zijn de inzichten van Schuttelaar & Partners over mogelijke maatregelen getoetst, is doorgesproken over de maatregelen die momenteel worden onderzocht, hoe maatregelen doorontwikkeld moeten worden, wat het reductiepotentieel is, welke stappen gezet moeten worden tot praktijkimplementatie, waar er nog knelpunten zitten en wat de randvoorwaarden voor implementatie zijn.

De interviews met een aantal onderzoekers hebben zich gefocust op de technische kant en het reductiepotentieel van mogelijke maatregelen. Interviews met sectorvertegenwoordigers en een zestal veehouders leverden informatie over mogelijke maatregelen en hun implementatie op. Vervolgens heeft Schuttelaar & Partners alle bekende en geopperde mogelijke maatregelen, technieken en oplossingen op het gebied van voer, dier, stal en mest in een overzicht gezet (zie bijlagen 1 en 2). Dit overzicht, oftewel groslijst, van mogelijkheden voor reductie is vervolgens doorgenomen met een aantal experts uit Nederland en Vlaanderen ten behoeve van controle en mogelijke aanvullingen.

De verschillende individuele maatregelen, oplossingen en technieken om reductie te bereiken zijn in dit rapport samengevat in oplossingsrichtingen. Voor melkvee zijn dit er 18 en voor de varkenshouderij 14. Per oplossingsrichting is een beschrijving gemaakt van de oplossingsrichting, zijn relevante aspecten omschreven voor doorontwikkeling en praktijkimplementatie en is een SWOT-analyse opgesteld. Het kostenaspect van de maatregelen is o.b.v. de verzamelde informatie indicatief weergegeven. Daarbij

speelt mee dat een werkgroep financiering in het kader van het Klimaatakkoord nog gaat komen met nadere informatie. De SWOT-analyse per oplossingsrichting is opgesteld op basis van twee daarvoor georganiseerde sectorialogen, om op die manier de voor- en nadelen vanuit sectoroogpunt in beeld te brengen. Opgemerkt dient te worden dat er een beperkt aantal deskundigen op het gebied van emissies in de melkvee- en varkenshouderij aanwezig was. De beschrijvingen en SWOT-analyses zijn nadrukkelijk geen officieel beleidsstandpunt, maar geven wel inzicht in de mogelijke oplossingsrichtingen voor emissiereductie. In de beschrijvingen bij de oplossingsrichtingen is zoveel mogelijk aangegeven of de reductie de totale emissie betreft, of juist alleen enterisch methaan of alleen emissies uit de mestopslag. Indien er geen extra tekst staat, dan betreft het een reductie ten opzichte van de totale emissie van een dier in de stal.

SWOT-analyses en effectbeoordeling maatregelen

De SWOT-analyse bevat vier elementen: sterktes, zwaktes, kansen en bedreigingen. Sterktes en zwaktes zijn daarbij intern bepaald, terwijl externe factoren bepalend zijn voor de kansen en bedreigingen. De SWOT is een hulpmiddel om de grote hoeveelheid informatie van een interne en externe analyse overzichtelijk en eenvoudig weer te geven. De SWOT kan ook als middel dienen om beslissingen te nemen over de inzet op bepaalde oplossingsrichtingen.

In de opgestelde groslijst van mogelijke maatregelen (zie bijlagen 1 en 2) en in de beschrijvingen van oplossingsrichtingen (zie hoofdstuk 3 & 4) staan potentiële reductiepercentages. Het betreft een realistische inschatting van de emissiereductie als de maatregelen goed worden toegepast. In praktijksituaties kan het echter voorkomen dat maatregelen niet optimaal worden ingezet of dat technieken na verloop van tijd bijvoorbeeld slijtage gaan vertonen en minder functioneren. Dergelijke risico's zijn meegenomen in de SWOT-analyses van de oplossingsrichtingen.

Het eindresultaat van de inventarisatie is een zo volledig mogelijk overzicht van maatregelen, oplossingen en technieken voor emissiereductie op het gebied van methaan en ammoniak en biedt inzicht in de relevante aspecten van de belangrijkste oplossingsrichtingen. De inventarisatie en het eindresultaat zijn gebaseerd op de sectorialogen, interviews met experts en dus het expert judgement van de geïnterviewden.

3 Oplossingsrichtingen emissiereductie melkvee

Een totaaloverzicht van mogelijke maatregelen voor ammoniak- en methaanreductie is opgenomen in de bijlage 1. De mogelijke maatregelen zijn voor de melkveehouderij samen te vatten in 18 oplossingsrichtingen, principes en technieken om emissiereductie te bereiken.

Oplossingsrichtingen gerelateerd aan voer en rantsoen:

1. Weidegang
2. Rantsoensamenstelling
3. Voeradditieven

Oplossingsrichtingen gerelateerd aan dieren:

4. Beïnvloeden microbiom koe
5. Fokkerij
6. Reduceren opfok jongvee
7. Verbeteren diergezondheid
8. Vaccin

Oplossingsrichtingen/principes emissiereductie via stalsystemen:

9. Snelle afvoer urine
10. Beperken luchtuitwisseling mestopslag
11. Verkleinen emitterend oppervlak
12. Luchtwassers

Oplossingsrichtingen/technieken emissiereductie t.a.v. de mestopslag:

13. Methaanoxidatie
14. Koelen van de mest
15. Aanzuren van de mest
16. Mestadditieven
17. Verdunnen van de mest
18. Hoogwaardige mestbewerking

Per oplossingsrichting is een inschatting gemaakt van het reductiepotentieel. Per dierplaats per jaar is voor methaan een referentiewaarde gehanteerd van 186 kg CH₄. Daarbij wordt er vanuit gegaan dat 80% hiervan enterische emissies zijn en 20% emissies uit mest. Per dierplaats per jaar is voor ammoniak een referentiewaarde gehanteerd van 13 kg NH₃. Daarbij wordt er vanuit gegaan dat 50% van de ammoniak ontstaat in de stal (boven en op de vloer) en 50% in de mestopslag.

1: Weidegang

| | |
|--|---|
| Beschrijving | Door koeien en jongvee meer te weiden, komen urine en faeces niet in grote hoeveelheden bij elkaar en wordt er minder ammoniak gevormd. Met specifieke beweidingssystemen en uitgekiend graslandmanagement kunnen emissies verder verminderen, bv. met stripgrazen of 'Nieuw NL-weiden'. Koeien die vers jong gras eten, produceren namelijk minder methaan dan koeien die ouder gras of kuilgras eten. Door de dieren steeds op een nieuwe strip gras te laten grazen, kan gestuurd worden op het grazen van jong vers gras, waarna de dieren een volgende strip afgrazen. Zo kan methaanemissie gereduceerd worden. |
| Reductiepotentieel | NH ₃ : 10-50% in vergelijking met koeien alleen op stal CH ₄ : tussen de 0-10% daling mogelijk (de reductie is afhankelijk van het aantal uur weidegang) |
| Situatie 2021 | Diverse testen gedaan. RAV-codes voor staltypes met beweiding zijn aanwezig. |
| Tijdlijn | Er loopt onderzoek betreffende de enterische methaanemissie in relatie tot graslandmanagement en kruidenrijk grasland. Resultaten worden begin 2022 verwacht. Implementatie kan al beginnen omdat reductie van emissies duidelijk lijkt. |
| Investing en kosten | Starten met weidegang vraagt een investering in arbeid, afrastering, looppaden en drinkwatervoorziening. Er dient voldoende beweibare oppervlakte bij de boerderij te zijn. Eventueel kunnen met weidepoorten de bewegingen van dieren vastgelegd worden. Daarnaast is een investering in beweidingmanagement (leren hoe beweiding het beste toegepast kan worden) aan te bevelen. Door meer weidegang zullen er beperktere kosten voor inkuilen zijn. |
| Inpasbaarheid | <ul style="list-style-type: none"> - Toepassing van (meer) weiden is afhankelijk van beschikbaarheid van een voldoende beweibare oppervlakte. - Bij het toepassen van beweidingssystemen is vooral de kennis van de veehouder van belang. |
| Hoe kan implementatie gestimuleerd worden? | <ul style="list-style-type: none"> - Prijs in markt bij zuivel met keurmerk/label - Subsidie voor weidegang - Info over pro's en cons inzake weidegang (i.s.m. St. Weidegang) - Zorgen voor consistentie in het beleid t.a.v. de BEX. Nu lijkt er een negatieve prikkel (meer afvoer mest nodig bijvoorbeeld) bij meer dan 720 uur weidegang. |

| * | Kansen | Risico |
|--------|---|---|
| Intern | Sterktes | Zwaktes |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Reductie van NH₃-emissie; - Mogelijk reductie methaan-emissie (bv. door stripgrazen en Nieuw NLS Weiden); - (Meer) weidegang is voor veel bedrijven een mogelijkheid; - Minder eiwitverlies dan na inkuilen gras (minder inkuilverliezen); - Reductie kosten inkuilen/voeren kuilgras. | <ul style="list-style-type: none"> - Niet iedere boer heeft (voldoende) beweidbare oppervlakte; - Voldoende kennis nodig bij de veehouder; - Geen inzicht in gegeten volume gras en daarmee stikstof of eiwitname; - Risico vertrapping gras; - Hogere infectiedruk mogelijk op verzamelplaatsen zoals schaduwplekken; - Minder smakelijk gras in najaar. |
| Extern | Kansen | Bedreigingen |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Draagt bij aan imago, cultuurbeeld en dierwelzijn; - Sluit aan bij doelstellingen grondgebondenheid en kringlooplandbouw; - Inzet keten om weidegang te stimuleren; - Veel kennis beschikbaar over weidegang, voer en emissies; - Meerprijs in de markt (weidemelk, keurmerk). | <ul style="list-style-type: none"> - Toekomstige maatregelen die tegenstrijdig zijn met weidegang; - Moeilijk mee te nemen in nationale berekeningen NEMA; - Geen eenduidige adviezen van erfbederders; - Extremere weersomstandigheden; - Gebrek aan borging, wat noodzakelijk is voor beloning. |

**Dit zijn sterktes, zwaktes, kansen en bedreigingen zoals genoemd in de sectorialoog*

2: Rantsoensamenstelling

| | |
|--|--|
| Beschrijving | <p>De rantsoensamenstelling en het ruwvoermanagement zijn van grote invloed op emissies uit de melkveehouderij. Door te sturen op het ruw eiwitgehalte in het rantsoen kan worden gestuurd op de emissie van ammoniak. Het gemiddelde ruw eiwitgehalte in het rantsoen van een melkoe is de laatste jaren ongeveer 165 kg per kg droge stof. Bij een reductie van een gram eiwit per kg DS zou ongeveer 1% minder ammoniak per koe zijn te verwachten.</p> <p>De verteerbaarheid van het rantsoen is van belang voor de emissie van methaan. Kuilgras is relatief slecht verteerbaar en leidt tot een langere vertering in de pens en meer methaanproductie. Vervanging door andere, vooral energierijke producten, zorgt voor een betere energie/eiwitbalans en een betere verteerbaarheid.</p> <p>Ruwvoermanagement heeft effect op de kwaliteit van het gras en via die weg ook op de emissies. Knoppen om aan te draaien zijn onder andere het soort gras, het bemestingsmoment, leeftijd van het gras bij maaien en moment van maaien op de dag. De effecten van het ruwvoermanagement op de emissies hangen af van het totale rantsoen. Een andere titel zou dan ook ruwvoermanagement en rantsoenoptimalisatie kunnen zijn.</p> |
| Reductiepotentieel | <p>NH₃: 5-15%</p> <p>CH₄: 5-15%</p> |
| Situatie 2021 | <p>Veel kennis beschikbaar dat een lager ruw eiwitgehalte in het rantsoen en een betere energie/eiwitbalans tot reductie van emissies leidt.</p> |
| Tijdlijn | <p>Bij deze oplossingsrichting dienen veehouders hun huidige voerregiem aan te passen. Meer bewijs, toepassing en ervaring zijn wenselijk voor adaptatie van deze oplossingsrichting. Een rekentool moet aansluiten bij deze inzichten voor eenduidige voorlichting. Brede toepassing door veehouders is mogelijk binnen enkele jaren (Aanpassing rekentool mogelijk in 2022/2023?).</p> |
| Investing en kosten | <p>Ander voer in plaats van kuilgras kan hogere kosten met zich meebrengen.</p> |
| Inpasbaarheid | <p>Toepassing lijkt in theorie direct mogelijk. Veehouders zullen wel willen leren van ervaringen bij andere veehouders.</p> <p>Het vervangen van voercomponenten hangt af van de beschikbaarheid hiervan en de financiële gevolgen voor het bedrijf.</p> |
| Hoe kan implementatie gestimuleerd worden? | <p>Opname in rekentools, goede afstemming met (aanpassing van) andere beleidsdoelen zoals eiwit van eigen land, kennisbevordering bij adviseurs.</p> |

| | |
|---------------|--|
| Overige zaken | Het vakmanschap van veehouders is nodig om het sturen op de rantsoensamenstelling mogelijk te maken. Daarbij speelt mee dat wisselingen in de samenstelling gras en ander voer mede afhankelijk is van de weersomstandigheden. |
|---------------|--|

| * | Kansen | Risico |
|--------|---|--|
| Intern | Sterktes | Zwaktes |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Integrale maatregel om methaan en ammoniak te reduceren; - Speelt in op het vakmanschap van de veehouder; - Koe kan bepaalde grondstoffen goed verteren; - Betere energie/eiwitbalans kan resulteren in vermindering krachtvoergiften en daardoor verlaging van de voerkosten. | <ul style="list-style-type: none"> - Handelingsperspectief dient nog verder verduidelijkt te worden; - Eenduidige rekentool ontbreekt; - Het is moeilijk om een goed evenwicht te vinden tussen eiwit van eigen land en een goede energie/eiwitbalans; - Palmvet is onwenselijk vanwege stremmingsproblemen bij kaasmaken; - De hoeveelheid vet in het rantsoen moet worden beperkt (<10% ds) i.v.m. verzuring pens; - Moeilijk om voldoende omloopsnelheid voer te behouden. |
| Extern | Kansen | Bedreigingen |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Gebruik van restproducten uit de humane (voedings)industrie past bij een meer circulaire landbouw; - Samenwerking met akkerbouwers. | <ul style="list-style-type: none"> - Randvoorwaarde derogatie (80% grasland) belemmert veehouder; - Nieuwe maatregelen in het 7^e Actieprogramma Nitraatrichtlijn bedreigen teeltmogelijkheden; - Zet blijvend grasland onder druk; - Bouwland minder goed voor grondwaterkwaliteit; - Voer van ver heeft mogelijk hogere carbon footprint; - Neiging om minder weidegang toe te passen, zodat het rantsoen gecontroleerd kan worden. |

**Dit zijn sterktes, zwaktes, kansen en bedreigingen zoals genoemd in de sectordialog*

3: Voeradditieven

| | |
|--|--|
| Beschrijving | Er zijn voeradditieven beschikbaar die methaanvorming in de pens voorkomen en/of beperken. |
| Reductiepotentieel | NH ₃ : - CH ₄ : 20-25% (3-NOP), 10% (nitraat) |
| Situatie 2021 | Voor 3-NOP is een beoordeling aangevraagd bij de EFSA; per november 2021 heeft de EFSA positief geoordeeld dat er geen risico's zijn voor gezondheid en/of milieu. De Europese Commissie dient nu, na overleg in diverse gremia, te besluiten over de goedkeuring. Nitraat kon reeds gebruikt worden voor het voeren van koeien. Voor andere additieven: geen /onvoldoende bewijs of negatieve bijeffecten of gewenning in de tijd (dus minder remming emissie). |
| Tijdstip | 3-NOP is per november 2021 door de EFSA positief beoordeeld als voeradditief voor koeien. Verwachting is dat medio 2022 bekend wordt of de Europese Commissie 3-NOP goedkeurt als voeradditief. |
| Investering en kosten | Toevoegingen aan het voer kosten geld, de precieze hoogte hiervan is ongewis voor 3-NOP en afhankelijk van de afname/marktomvang. Er is op dit moment geen direct financieel voordeel voor veehouders die het voeradditief toepassen. Ook is nog onduidelijk wat het effect op de productie door de koeien is. |
| Inpasbaarheid | Het is gemakkelijk toe te passen in de bedrijfsvoering, mits de toepassing van een voeradditief is toegestaan. Indien een veehouder een voermengwagen heeft, is het additief gemakkelijk mee te mengen. Er is mogelijk weerstand tegen onnatuurlijke oplossingen bij boer en consument. De additieven kunnen misschien tijdelijk toegepast worden ter overbrugging van de tijd die nodig is om andere aanpakken te ontwikkelen. |
| Hoe kan implementatie gestimuleerd worden? | Verdienmodel nodig om additief te financieren |

| * | Kansen | Risico |
|--------|---|---|
| Intern | Sterktes | Zwaktes |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Reductie CH₄-emissie; - Tijdelijke (?) oplossing totdat andere maatregelen toepasbaar zijn. | <ul style="list-style-type: none"> - Geen reductie van NH₃; - Weerstand veehouder tegen onnatuurlijkheid toevoeging met onzichtbaar effect; - Goede dosering kan lastig zijn; - Gezondheidsrisico's bij een foute dosering nitraat (>1% ds); - Nitraat betekent een risico voor extra stikstof in rantsoen (1%); |

| | | |
|--------|--|--|
| | | - De aankoop van additieven kost geld en er is geen verdienmodel beschikbaar. |
| Extern | Kansen | Bedreigingen |
| | - Mogelijkheid om proactieve houding t.o.v. klimaatmaatregelen aan te nemen. | - Botst met natuurlijk imago van melk/zuivel; - Borging moet geregeld worden. |

**Dit zijn sterktes, zwaktes, kansen en bedreigingen zoals genoemd in de sectordialog*

4: Beïnvloeden microbiom koe

| | |
|--------------------|--|
| Beschrijving | <p>De samenstelling van het microbiom speelt een grote rol in de enterische methaanemissie van de koe. Dat er per dier verschillen zijn in de samenstelling van het microbiom in de pens, wordt steeds vaker gerapporteerd in wetenschappelijke publicaties (Weimer <i>et al.</i>, 2010; Tapio <i>et al.</i>, 2017). Maar over waar die invloed door wordt bepaald, is nog geen eenduidige conclusie. Het zou kunnen komen door de aan- of afwezigheid van bepaalde antilichamen in het speeksel van een koe, of doordat bepaalde receptoren juist wel of niet in de penswand zitten. Dat de ene koe hierin verschilt van een andere koe, kan o.a. beïnvloed zijn door de opfok, het gegeven rantsoen, of door de genetische aanleg van het dier. Hoogstwaarschijnlijk door een combinatie van factoren.</p> <p>De methaanuitstoot van koeien kan sterk verschillen (zeker een factor 2 bij dezelfde melkproductie). Verwachting van geraadpleegde experts is dat het microbiom ongeveer 40% van de verschillen in uitstoot verklaart tussen koeien: daarbij zou 15% genetisch bepaald zijn (zie fokkerij) en 85% komt tot stand door andere factoren.</p> |
| Reductiepotentieel | NH ₃ : nog geen resultaten bekend CH ₄ : 25% |
| Situatie 2021 | Onderzoek naar het beïnvloeden van het microbiom is nog in een beginfase en gericht op het vinden van factoren die blijvende verschillen in het microbiom op latere leeftijd kunnen verklaren. Hypotheses: maternale transmissie, voermaatregelen op jonge leeftijd (0-12 weken). |

| | |
|--|--|
| Tijdlijn | <p>Tot 2030 fundamenteel onderzoek naar bepalende factoren voor het microbiom. Bedoeling is dat het onderzoek dat is ingezet in 2022 het volgende gaat opleveren:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Een databank om meer inzicht te krijgen in de relaties tussen het microbiom, omgevingsfactoren, TAN-excretie en methaanemissie; - Inzicht in wat het microbiom doet wanneer je een reducerende maatregel treft door zeewier als voeradditief; - Meer kennis over de mogelijkheid methaan- en ammoniakemissies tegelijkertijd te verlagen door het manipuleren van het microbiom <p>Tot 2025 is meer onderzoek nodig of het manipuleren van het microbiom methaan- en ammoniakemissies blijvend kan verlagen, zonder dat er (grote) negatieve effecten optreden.</p> <p>Vervolgens dient in de periode tot 2030 ervaring te worden opgedaan hoe de inzichten in de praktijk door te voeren.</p> |
| Investering en kosten | Afhankelijk van de uitkomsten van het onderzoek. Het handelingsperspectief voor een veehouder zal bepalend zijn voor de te verwachten kosten. Wanneer via het rantsoen op jonge leeftijd gestuurd kan worden op de samenstelling van het microbiom is dit een zeer kosteneffectieve oplossing. |
| Inpasbaarheid | Idem. |
| Hoe kan implementatie gestimuleerd worden? | <ul style="list-style-type: none"> - Kennisdeling wanneer meer informatie beschikbaar is; - Individuele afrekenbaarheid nodig; - Inzet van erfbetreders op het gebied van kennisdeling. |

| * | Kansen | Risico |
|--------|---|--|
| Intern | <p>Sterktes</p> <ul style="list-style-type: none"> - Potentieel grote impact op emissies tegen lage kosten; - Aanpak bij de bron; - Mogelijk is microbiom op een natuurlijke wijze te beïnvloeden; - Verwachting: alleen input nodig in de opfokfase; - Waarschijnlijk geen investering nodig in hardware zoals stalsystemen. | <p>Zwaktes</p> <ul style="list-style-type: none"> - Onduidelijk of dit onderzoek een succes gaat worden en wat de risico's zijn; - Onduidelijk is nog hoe persistent de oplossing is; - Aangrijpingspunten bij jongvee: duurt ca. 2 jaar voordat die als koe aan de melk komen; - Het duurt nog lang voordat maatregelen praktijkrijp zijn. |

| Extern | Kansen | Bedreigingen |
|--------|---|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> - Baanbrekend principe, internationaal van belang; - Oplossing heeft de interesse van veevoerb企业jven; - Wellicht combinatie mogelijk met vaccin voor jongvee. | <ul style="list-style-type: none"> - Sterk afhankelijk van de uitkomsten van onderzoek; - Onderzoek duurt nog lang en het is niet duidelijk waar je precies op ingrijpt; - Afhankelijk van management veehouder/opfokker en daardoor mogelijk lastig te borgen; - Mogelijk een risico voor imago veehouderij. |

**Dit zijn sterktes, zwaktes, kansen en bedreigingen zoals genoemd in de sectorialoog*

5: Fokkerij

| | |
|--------------------|--|
| Beschrijving | <p>Uit eerder onderzoek bleek dat er koeien zijn die van nature minder methaan uitstoten. Het is zaak te achterhalen welke dieren dat zijn en welke genenpool daaraan ten grondslag ligt. Door het selecteren op dieren die van nature minder methaan/ammoniak uitstoten dan soortgenoten kan een blijvend lagere emissie worden gerealiseerd. Er wordt daarbij gebruik gemaakt van de natuurlijke variatie in de veestapel.</p> <p>Fokkerij op minder emissies kan op twee manieren:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Direct: selectie op dieren die minder methaan en/of ureum uitstoten. - Indirect: selectie op kenmerken die bijdragen aan optimale productie en levensduur (zoals diergezondheid/levensduur/voerefficiëntie/persistentie). |
| Reductiepotentieel | <p>NH₃: reductie mogelijk CH₄: 1% per jaar op sectorniveau tot 2050</p> |
| Situatie 2021 | <p>Data beschikbaar over de emissies van honderden koeien op 12 bedrijven via Integraal Aanpakken. Meetset wordt uitgebreid via o.a. PPS. Fokkerijorganisaties beschikken al over relatieve fokwaardeschattingen op gebied van methaan. Fokkerijorganisaties hebben voor de Nieuw-Zeelandse markt al fokwaarden voor ureumuitstoot.</p> <p>De aanpak wordt in een belangrijke mate getrokken door de sector zelf. CRV en FrieslandCampina cofinancieren de PPS. Er wordt toegewerkt naar een fokwaarde methaan voor alle fokstieren in Nederland per 2025.</p> |

| | |
|--|--|
| Tijdlijn | <p>Fokken op minder methaan:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Meten/ranken emissies aan koeien (periode tot 2024) - Analyseren data en schatten fokwaardes voor methaan en relaties met andere fokwaarden (periode tot 2025) - Opnemen fokwaarde voor methaan op stierenkaarten per 2025 - Vanaf 2025 is methaan dan een van de fokwaarden waarop wordt gefokt. <p>Fokken op melkureum: Voor melkureum zijn al fokwaardes beschikbaar en in de praktijk kan hier al door melkveehouders op worden gefokt. Onderzoek dat eind 2021 of begin 2022 wordt gepubliceerd moet duidelijk maken hoe (en in hoe-verre) dit kan worden ingezet voor verminderde uitscheiding van ureum in feces/urine en uiteindelijk verminderde ammoniakemissies.</p> <p>Fokken op minder ammoniak: In Nieuw-Zeeland zijn zogenaamde low-N-sires beschikbaar die zorgen voor minder ammoniakemissie. De mogelijkheden worden in Nieuw-Zeeland ook ingezet in het kader van het milieubeleid. In Nederland hebben we deze fokwaarde niet en wordt hier niet op ingezet.</p> |
| Investing en kosten | Bij 'indirecte selectie' zijn er geen bijkomende kosten. Bij 'directe selectie' worden extra dieren afgevoerd of kan de veehouder minder scherp zijn op andere selectiecriteria. Dat kost geld. |
| Inpasbaarheid | Goed inpasbaar |
| Hoe kan implementatie gestimuleerd worden? | <ul style="list-style-type: none"> - Fokwaardes methaan bepalen; - Relatieve fokwaardes toe gaan passen; - Kennisdeling; - Economisch interessant maken: bijv. individuele afrekenbaarheid koppelen een ammoniak- of CO₂- rechten; - Beleidsmatig: opnemen in RAV; - Afstemming met fokkerijorganisaties en zuivelsector. |
| Overige zaken | <ul style="list-style-type: none"> - Goede meetmethode belangrijk: borging mogelijk via genetisch onderzoek (dit heeft mogelijk wel financiële consequenties) - Microbioom is ook een veelgenoemde fokrichting om methaanuitstoot te verlagen. In feite is het microbiom een verklarende factor voor de verschillen in methaanemissies tussen koeien. |

| * | Kansen | Risico |
|--------|--|--|
| Intern | Sterktes | Zwaktes |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Reductie NH₃-emissie; - Reductie CH₄-emissie; - Blijvend en cumulatief effect; - Sluit aan bij interesse van veel veehouders; - Mogelijke koppeling met (kracht)voer efficiëntie; - Lage kosten veehouder en makkelijk inpasbaar. | <ul style="list-style-type: none"> - Het is niet mogelijk om op korte termijn grote reductiepercentages te halen; - Wellicht grens aan het cumulatieve effect; - Selectie op een eigenschap kan ten koste gaan van selectie op andere kenmerken. - Bij fok op persistentere dieren moet het inseminatiebeleid hierop aangepast worden zodat er geen problemen ontstaan bij het droogzetten van dieren. |
| Extern | Kansen | Bedreigingen |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Partijen in het buitenland zetten ook in op de oplossingsrichting. | <ul style="list-style-type: none"> - Vragen maatschappij bij genetische selectie als oplossingsrichting. |

**Dit zijn sterktes, zwaktes, kansen en bedreigingen zoals genoemd in de sectordialog*

6: Reduceren opfok jongvee

| | |
|-----------------------|--|
| Beschrijving | Jongvee draagt bij aan emissie, maar is niet productief. Het minimaliseren van de hoeveelheid jongvee werkt dus emissiereducerend zonder dat het productie beïnvloedt. Er is een sterke relatie tussen deze oplossing en levensduurverlenging van koeien. In de praktijk is het voor de veehouder zoeken naar een juiste balans tussen een lange levensduur, persistentere koeien, hoge productie, een uitgekiend selectiebeleid bij inseminatie en jongvee dat wel of niet wordt aangehouden. |
| Reductiepotentieel | NH ₃ : reductie van enkele procenten mogelijk CH ₄ : reductie van enkele procenten mogelijk |
| Situatie 2021 | Sinds de invoering van fosfaatrechten in 2017 is er al een motivatie voor veehouders om jongvee te reduceren. De vraag is echter of dit leidt tot een absolute daling van emissies (de emissie per liter melk daalt wel) omdat de fosfaatruijnte die hierbij vrijkomt vaak wordt opgevuld met het aanhouden van extra melkkoeien. Op bedrijfsniveau lijkt nog ruimte voor verbetering. |
| Tijdlijn | Direct mogelijk |
| Investering en kosten | In principe is een uitgebalanceerde veestapel met minder jongvee financieel interessant door lagere opfokkosten. Echter, het kan geld kosten indien onverwacht koeien moeten worden afgevoerd. |
| Inpasbaarheid | Inpasbaar op alle bedrijven |

| | |
|--|---|
| Hoe kan implementatie gestimuleerd worden? | <ul style="list-style-type: none"> - Er vindt al stimulering plaats via de fosfaatrechten; - Ketenpartijen zuivel stimuleren al een langere levensduur via de duurzaamheidsprogramma's; - Individuele afrekenbaarheid kan zorgen voor een extra stimulant. |
| Overige zaken | Veehouders zijn nog erg gewend aan de situatie waarin ze veel jongvee aan konden houden. In deze situatie konden ze op een later moment selecteren welke dieren ze aanhielden. |

| * | Kansen | Risico |
|--------|--|---|
| Intern | Sterktes | Zwaktes |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Reductie NH₃-emissie; - Reductie CH₄-emissie; - Oplossing heeft draagvlak bij veehouders; - Hogere productie: oudere koeien produceren meer; - Minder opfokkosten jongvee. | <ul style="list-style-type: none"> - De potentiële genetische vooruitgang in een veestapel gaat langzamer; - Oudere dieren kunnen potentieel meer tijd en geld kosten van de veehouder; - Het risico op bedrijfsniveau is dat er bij calamiteiten dieren aangekocht moeten worden. Dit zorgt voor meer kosten en is een risico voor de diergezondheid op het bedrijf; - Mogelijk een risico op mindere verzorging van jongvee dat niet aangehouden wordt. |
| Extern | Kansen | Bedreigingen |
| | <ul style="list-style-type: none"> - De oplossing wordt gestimuleerd door de zuivelsector; - De oplossing wordt gedragen door fokkerijorganisaties. | <ul style="list-style-type: none"> - Bij de import van dieren uit het buitenland is er een risico voor statusverlies (dierziekte status) van de sector; - Risico op afwenteling (jongveeopfok in het buitenland, aankoop jongvee); - Bij gelijkblijvend aantal afkalvingen per jaar neemt het overschot aan kalveren toe. |

**Dit zijn sterktes, zwaktes, kansen en bedreigingen zoals genoemd in de sectordialog*

7: Verbeteren diergezondheid

| | |
|--------------|---|
| Beschrijving | Dieren die gezond zijn hebben een efficiëntere productie doordat energie en eiwit niet besteed hoeven te worden aan afweermechanismen en homeostase. Verder gaan gezonde dieren langer mee, waardoor (potentieel) minder jongvee aangehouden hoeft te worden en hogere producties per koe te realiseren zijn. De vraag is of het houden van minder jongvee tot een absolute daling van emissies leidt omdat de fosfaatruimte die hierbij vrijkomt vaak wordt opgevuld met het aanhouden van extra melkkoeien. |
|--------------|---|

| | |
|--|--|
| Reductiepotentieel | NH ₃ : reductie mogelijk CH ₄ : reductie mogelijk |
| Situatie 2021 | Thema's binnen de diergezondheid in de melkveehouderij waar op veel verbetering mogelijk is, zijn uiergezondheid, klauwgezondheid en vruchtbaarheid. Vanuit zuivelsector wordt nu al gericht gestuurd om diergezondheid continu te verbeteren. |
| Tijdlijn | Veehouders en adviseurs werken reeds aan de diergezondheid |
| Investering en kosten | Zeer situatieafhankelijk: vraagt meer aandacht (tijd) door dieren en potentieel extra kosten in geneesmiddelen. Een gezonde veestapel kan leiden tot betere financiële resultaten. |
| Inpasbaarheid | Zeer situatieafhankelijk |
| Hoe kan implementatie gestimuleerd worden? | Kennisdeling/benchmarken. Vanuit de zuivelsector zijn systemen geïmplementeerd. |

| * | Kansen | Risico |
|--------|---|---|
| Intern | Sterktes | Zwaktes |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Reductie NH₃-emissie; - Reductie CH₄-emissie; - Gros veehouders is gemotiveerd om dit te optimaliseren. Het speelt in op vakmanschap en financieel rendement; - Meerwaarde voor veehouderij: minder werk aan curatieve zorg, minder ziektekosten, hogere opbrengst; - Verbeterd dierenwelzijn; - Koppelkansen met investeren in emissiearme huisvesting mede in relatie tot de klauwgezondheid (bijv. rooster-schuif); - Minder antibioticagebruik. | <ul style="list-style-type: none"> - Niet helemaal duidelijk wat het reductiepotentieel is; - Veehouders zien veelal de relatie niet tussen diergezondheid en het verminderen van emissies; - Minder genetische vooruitgang door hoger generatie interval i.v.m. ouder vee; - Vraagt soms veel tijd en aandacht van de veehouder. |
| Extern | Kansen | Bedreigingen |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Zuivelsector stuurt op verbeteren diergezondheid door gerichte inzet van instrumenten en beloningen. | <ul style="list-style-type: none"> - Het vraagt mogelijk andere kwaliteiten van een dierenarts dan waarvoor ze zijn opgeleid (meer focus op preventieve maatregelen en met de veehouder spiegelen op wat beter kan). |

**Dit zijn sterktes, zwaktes, kansen en bedreigingen zoals genoemd in de sectorialoog*

8: Vaccin

| | |
|--|---|
| Beschrijving | In Nieuw-Zeeland wordt gewerkt aan een vaccin dat methaanvorming kan reduceren. Door het vaccin worden antilichamen gevormd die gericht zijn op methaanvormende bacteriën. Mogelijke (bij-)effecten op productie en productiekwaliteit (samenstelling, kwaliteit, verwerkbaarheid) van de melk zijn nog onbekend. |
| Reductiepotentieel | NH ₃ : geen effect CH ₄ : effect niet bekend (het reductiepotentieel is groot indien methaanvorming uit de pens kan worden tegengegaan) |
| Situatie 2021 | Vaccin is nog niet praktijkrijp: er worden nog niet consistente hoeveelheden antilichamen geproduceerd om methaanreductie te garanderen. |
| Tijdlijn | Onderzoek wordt sinds ca. 2010 uitgevoerd door NZAGRC en het Pastoral Greenhouse Gas Research Consortium. |
| Investing en kosten | Kostenverhogend: onbekend hoeveel. Effect op productie nog onbekend. |
| Inpasbaarheid | Goed inpasbaar |
| Hoe kan implementatie gestimuleerd worden? | Kennisdeling/benchmarken |
| Overige zaken | Relatief weinig over het vaccin bekend; het ontwikkeltraject duurt reeds vele jaren. |

| * | Kansen | Risico |
|--------|---|---|
| Intern | Sterktes | Zwaktes |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Reductie CH₄-emissie; - Makkelijk inpasbaar op bedrijfsniveau; - Ook makkelijk haalbaar voor dierhouders met één of enkele koeien; - Toepassing is makkelijk te borgen. | <ul style="list-style-type: none"> - Mogelijk weerstand van veehouders om te vaccineren; - Effect op diergezondheid/ dierwelzijn onbekend; - Mogelijk periodiek terugkerende kosten. |
| Extern | Kansen | Bedreigingen |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Mogelijkheid om het onderdeel te maken van systeem carbon credits. | <ul style="list-style-type: none"> - Niet duidelijk of en wanneer deze oplossingsrichting beschikbaar komt; - Imago sector kan verslechteren door onnatuurlijke maatregel die ingrijpt op het dier; - Maatschappelijke weerstand tegen vaccineren. |

**Dit zijn sterktes, zwaktes, kansen en bedreigingen zoals genoemd in de sectordialoog*

9: Snelle afvoer urine

| | |
|--|--|
| Beschrijving | <p>Vermenging van urine en feces op de stalvloer voorkomen heeft een groot effect op ammoniakvorming. Urine bevat ureum, dit is een stikstofverbinding. Mest (feces) bevat bacteriën die het enzym urease produceren. Op alle met mest bevuilde oppervlakken is dit enzym in grote overvloed aanwezig. Er zijn zoveel ureasevormende bacteriën dat ureaseactiviteit op een stalvloer maar korte tijd (0,5-1,0 uur) de beperkende factor in het hele proces van ammoniakvorming is.</p> <p>In de praktijk zijn er verschillende systemen die gebruikt kunnen worden. Bijvoorbeeld feces en urine direct scheiden uit het dier (CowToilet) en vloer- en afvoersystemen waar snelle afvoer en/of scheiding plaats vindt. Snelle urine afvoer hoeft niet samen te gaan met mestscheiding. In veel gevallen komen urine en feces weer samen in de mestopslag. De winst zit dan vooral in het voorkomen van ammoniakvorming op de vloer.</p> |
| Reductiepotentieel | <p>NH₃: max 40-50%</p> <p>CH₄: geen effect</p> |
| Situatie 2021 | <p>Het principe van snelle urine afvoer om ureaseactiviteit te beperken is bekend en wordt toegepast in bestaande stalsystemen. In de praktijk is er vaak een combinatie van oplossingen toegepast (snelle afvoer urine, klein emitterend oppervlak en beperken luchtcontact in de mestopslag).</p> |
| Tijdlijn | Beschikbaar |
| Investering en kosten | <p>Bij renovatie redelijk kostbaar door kosten voor aanpassing aan vloer en extra mestschuiven. Bij nieuwbouw, afhankelijk van het gekozen stalsysteem, is de investering iets hoger dan gangbaar door aangepaste vloeren en optioneel een mestschuif. Jaarlijks dient rekening te worden gehouden met geringe onderhoudskosten om het stalsysteem blijvend te laten functioneren.</p> |
| Inpasbaarheid | <p>Goed inpasbaar bij nieuwbouw. In mindere mate zijn er ook mogelijkheden bij renovatie.</p> |
| Hoe kan implementatie gestimuleerd worden? | <p>Snelle urine afvoer is al veelvuldig onderdeel van emissiearme stalsystemen. De vraag is meer hoe onderhoud gestimuleerd kan worden. Het organiseren van borging en/of het meten met sensoren zijn hiervoor oplossingen.</p> |
| Overige zaken | <p>Gaten of sleuven in de vloer kunnen snel verstopt raken en schuiven kunnen slijtage gaan vertonen na verloop van tijd.</p> |

| * | Kansen | Risico |
|--------|---|--|
| Intern | Sterktes | Zwaktes |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Reductie van NH₃ in de stal; - Relatief eenvoudige oplossing; - Bronmaatregel op het gebied van stallen; - Positief voor het stalklimaat; - Verbetering klauwgezondheid door schonere vloeren; - Minder geur; - Levert potentieel meerdere meststromen met kansen op mestverwaarding. | <ul style="list-style-type: none"> - Geen effect op CH₄-emissie: veehouders investeren alleen in een ammoniakreducerende techniek waardoor later investeringen moeten worden gedaan om ook CH₄ te reduceren; - Deel van de emissie vindt alsnog plaats wanneer urine in de kelder komt; - Gaten en sleuven in de vloer kunnen verstopt raken met mest, waardoor de snelle urine afvoer minder plaats vindt; - Er kan slijtage optreden bij schuiven en andere bewegende delen, waardoor urine minder snel wordt afgevoerd. |
| Extern | Kansen | Bedreigingen |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Interesse onder stallenbouwers om NH₃ te reduceren. Stallenbouwers interesseren om systemen uit te breiden met CH₄ reducerende oplossingen; - Door borging met sensoren wordt een eenvoudige oplossing als snel urine afvoeren ook interessant; - Wellicht potentie om urine af te zetten als kunstmestvervanger en voor opwekking van energie. | <ul style="list-style-type: none"> - De eenvoudigheid van het principe heeft tot resultaat dat erkenning aanvragen niet interessant is voor fabrikanten/stallenbouwers; - Borging van functioneren systeem is lastig; - Sceptis ten aanzien van de werking vanwege slechte resultaten in het verleden. |

**Dit zijn sterktes, zwaktes, kansen en bedreigingen zoals genoemd in de sectordialoog*

10: Beperken luchtuitwisseling mestopslag

| | |
|--------------------|--|
| Beschrijving | Indien de mestopslag is afgedicht, is er geen luchtuitwisseling tussen mestopslag en stal- of buitenlucht mogelijk. Dit betekent ook minder luchtbeveiliging langs het mestoppervlak in de opslag. In een afgesloten opslag is de opgeloste ammoniak in de mest en urine in evenwicht met de ammoniak in de lucht in de grenslaag net boven de mest. Om te profiteren van deze oplossing hoeft een opslag niet gasdicht te zijn - in dat geval zijn er ook risico's m.b.t. gasvorming. |
| Reductiepotentieel | NH ₃ : <50% van de emissies uit de opgeslagen mest CH ₄ : geen effect |
| Situatie 2021 | Het principe om luchtuitwisseling te beperken is bekend en wordt veel toegepast in bestaande stalsystemen. Het afdichten van buitenopslagen is reeds verplicht. |

| | |
|--|--|
| Tijdlijn | Beschikbaar |
| Investering en kosten | Meerkosten zullen zeer verschillend zijn voor kelders onder stallen of silo's. Bij nieuwbouw zijn de meerkosten beperkt, bij renovatie is er sprake van aanzienlijke kosten. |
| Inpasbaarheid | Goed inpasbaar bij nieuwbouw. In mindere mate zijn er ook mogelijkheden bij renovatie. |
| Hoe kan implementatie gestimuleerd worden? | <ul style="list-style-type: none"> - Het afdichten van buitenopslagen is reeds verplicht. - Voorlichting in relatie tot mogelijke gevaren kan helpen bij de keuze voor dichte vloeren en afgesloten mestkelders. |

| * | Kansen | Risico |
|--------|--|--|
| Intern | Sterktes | Zwaktes |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Reductie van NH₃-emissie in de mestopslag; - Eenvoudige techniek; - Relatief lage kosten. | <ul style="list-style-type: none"> - Geen effect op CH₄ - Bij een eventuele lek in de mestopslag kan door hoge concentraties ammoniak in de opslag ineens veel NH₃ vrijkomen; - Mestzak is lastig te legen. |
| Extern | Kansen | Bedreigingen |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Koppeling met nageschakelde technieken (bijvoorbeeld methaanoxidatie) goed mogelijk. | <ul style="list-style-type: none"> - Borging van functioneren systeem is lastig; - Onduidelijkheid over mogelijk gevaarlijke concentraties en/of ontploffingsgevaar. |

**Dit zijn sterktes, zwaktes, kansen en bedreigingen zoals genoemd in de sectorialoog*

11: Verkleinen emitterend oppervlak

| | |
|--------------------|--|
| Beschrijving | Verkleining van het emitterend mestoppervlak is effectief om de vorming en daarmee de emissies van ammoniak te verminderen. In stallen met roostervloer zijn twee emitterende oppervlaktes: de (rooster)vloer en de onderliggende mestopslag. Hoe groter het mestbesmeurd oppervlak, hoe meer ammoniak zal worden gevormd. |
| Reductiepotentieel | NH ₃ : Een verkleining van het emitterend mestoppervlak met 10% resulteert in een verlaging van de ammoniakemissie van ongeveer 8 - 8,5%. CH ₄ : geen effect |
| Situatie 2021 | Werking van het principe is bekend en wordt soms toegepast bij stalsystemen. Het principe wordt vooral toegepast in de varkenshouderij, maar gaat ook op in de melkveehouderij. |
| Tijdlijn | Het principe is al bekend. Het principe kan een aandachtspunt zijn voor stalsystemen die juist meer dierruimte willen bieden. Ook kan de maatregel in tegenstrijd zijn met diergezondheid/dierenwelzijn. |

| | |
|--|---|
| Investering en kosten | Nihil bij nieuwbouw. |
| Inpasbaarheid | Het is goed mogelijk om bij nieuwbouw bijvoorbeeld de oppervlakte van mestopslagen te beperken. Het beperken van het emitterend oppervlakte door het mestgedrag van dieren lijkt in de melkveehouderij beperkt t.o.v. de varkenshouderij. |
| Hoe kan implementatie gestimuleerd worden? | <ul style="list-style-type: none"> - Afrekenen veehouders op werkelijke emissies en behalen doelen; - Duidelijkheid over doelstellingen lange termijn. |

| * | Kansen | Risico |
|--------|--|---|
| Intern | Sterktes | Zwaktes |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Bewezen effect op NH₃ reductie; - Eenvoudig toe te passen; - Logisch principe; - Principe kan worden toegepast bij keuze stalsysteem en type mestopslag. | <ul style="list-style-type: none"> - Geen CH₄ reductie; - Mogelijkheden beïnvloeden mestgedrag koeien beperkt. |
| Extern | Kansen | Bedreigingen |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Oplossingen kunnen aansluiten bij natuurlijk gedrag koe; - Koppeling met nageschakelde technieken goed mogelijk; - Borging met metingen via sensor- en datasystemen. | <ul style="list-style-type: none"> - Potentieel tegenstrijdig met andere maatregelen. Bijvoorbeeld stallen met meer dierruimte hebben juist potentieel meer mestbesmeurd oppervlak en daardoor meer ammoniakemissie; - Het eenvoudige principe heeft tot resultaat dat erkenning aanvragen niet interessant is voor fabrikanten/stallenbouwers. |

**Dit zijn sterktes, zwaktes, kansen en bedreigingen zoals genoemd in de sectordialog*

12: Luchtwassers

| | |
|--------------|---|
| Beschrijving | <p>Een luchtwasser bestaat uit een poreus dragermateriaal waar de stal-lucht doorheen wordt geleid. Van bovenaf wordt het pakket dragermateriaal met sproeiers bevochtigd en dit waswater wordt met een pomp gere-circuleerd. Op deze manier wordt de lucht in contact gebracht met water en kunnen geurverbindingen en ammoniak oplossen in de wasvloeistof.</p> <p>Er zijn verschillende typen luchtwassers: chemische wassers waarin het water is aangezuurd om ammoniak te binden, biologische wassers waarin bacteriën de vervuiling afbreken en gecombineerde wassers. In de gecombineerde luchtwasser (of: combi-wasser) worden meerdere wasstappen gecombineerd (na elkaar geplaatst). Bijvoorbeeld eerst een wasstap met water om grote stofdeeltjes te verwijderen, dan een</p> |
|--------------|---|

| | |
|--|---|
| | <p>chemische wasstap om ammoniak te binden en ten slotte een biologische stap voor verdere geurverwijdering.</p> <p>Een luchtwasser kan worden ingezet om de lucht die uit de stal komt te wassen, maar de techniek kan ook worden ingezet om lucht afkomstig uit (alleen) de kelder te wassen.</p> |
| Reductiepotentieel | <p>Het te verwachten rendement voor de verwijdering van ammoniak en geur hangt af van het type luchtwasser en de toepassing. Voor chemische luchtwassers geldt dat het geurrendement gemiddeld 30% is en het ammoniakrendement 70-95%. Voor biologische luchtwassers wordt een geurrendement van 45% en een ammoniakrendement van 70% aangenomen. Voor combi-wassers tenslotte, wordt uitgegaan van 70-85% voor geur en 70-90% voor ammoniak. Alle genoemde reductiepercentages gaan uit van een situatie van een dichte stal, waarbij nagenoeg alle stal-lucht langs de luchtwasser wordt geleid. De huidige melkveehouderij kent momenteel vooral open stallen.</p> <p>CH₄: geen effect</p> |
| Situatie 2021 | <p>Luchtwassers zijn een veel toegepaste techniek in de varkens- en pluimveehouderij. Het beleid in Noord-Brabant (en in bepaalde mate andere provincies) stimuleert om voor deze techniek te kiezen, omdat dan 85% ammoniakreductie kan worden gerealiseerd. Tegelijkertijd zijn veel overheden voorstander van meer brongerichte oplossingen in plaats van 'end-of-pipe oplossingen' zoals de luchtwasser. Door een kamermotie zijn luchtwassers geschrapt uit de Maatlat Duurzame Veehouderij en per 1 januari 2022 zijn ze ook uitgesloten van fiscaal voordeel in de MIA/VAMIL. In de melkveehouderij is een belangrijk aandachtspunt dat melkveestallen momenteel een open karakter hebben en veel stakeholders niet toe willen naar dichte stallen wat nodig zou zijn om de capaciteit van de luchtwasser optimaal te benutten. De luchtwasser kan echter ook worden ingezet in open stallen als deeloplossing om alleen de kelderlucht te wassen.</p> |
| Tijdlijn | <p>De techniek kan worden toegepast en staat in de RAV. De vergunningverlening is wel 'on hold' gezet wegens discussies over de beoogde en werkelijke reducties.</p> |
| Investing en kosten | <p>Eenmalige investering en operationele kosten (o.a. energie).</p> |
| Inpasbaarheid | <p>Techniek kan worden toegepast bij nieuwe stallen. Toepassen in een bestaande melkveestal vereist een aantal aanpassingen om de stal dichter te maken en te organiseren dat de stallucht via de luchtwasser naar buiten gaat.</p> |
| Hoe kan implementatie gestimuleerd worden? | <ul style="list-style-type: none"> - Juridische helderheid verschaffen over houdbaarheid emissiefactoren voor systemen met luchtwassers; - Veel experts wijzen erop dat een (kleine) luchtwasser ook gewenst kan zijn in combinatie met een brongerichte aanpak. |

| * | Kansen | Risico |
|--------|---|---|
| Intern | Sterktes | Zwaktes |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Potentieel een grote ammoniak- en geurreductie te realiseren; - Reductie van fijnstof en endotoxinen; - Is al veel ervaring mee opgedaan; - Toepassing systeem blijft nodig, ook bij de inzet op brongerichte maatregelen; - Productie spuiwater (stikstofkunstmest). | <ul style="list-style-type: none"> - Uit onderzoek blijkt dat het rendement van combi-wassers niet altijd wordt gehaald; - Duidelijk een end-of-pipe oplossing; - Stalklimaat verbeterd niet en verslechterd zelfs omdat veelal minder wordt geventileerd; - Energiekosten; - Hoge kosten van het systeem nodigen niet uit om ook andere maatregelen te nemen. |
| Extern | Kansen | Bedreigingen |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Techniek is veel toegepast (investeringen). Wellicht is optimalisatie mogelijk? Onderzoek blijft nodig; - Ontwikkeling van kleinere, 'plug-and-play'-systemen voor toepassing bij kelderluchtafzuiging, | <ul style="list-style-type: none"> - Staan in negatieve zin in de aandacht (reductie wordt niet gehaald, geur); - Slecht stalklimaat kan zorgen voor luchtwegproblemen en minder groei van de dieren; - Onderhoud en controle nodig; - Borging moeilijk te organiseren. |

**Dit zijn sterktes, zwaktes, kansen en bedreigingen zoals genoemd in de sectordialog*

13: Methaanoxidatie

| | |
|---------------------|---|
| <p>Beschrijving</p> | <p>Opgeslagen mest produceert continu biogas, waarvan iets meer dan de helft (60%) uit methaan bestaat. Deze methaanemissie kan verminderd worden door het methaan te oxideren, oftewel verbranding of omzetting door bacteriën. Methaan verandert hierdoor in koolstofdioxide, wat een veel minder grote (29 keer minder) impact heeft op het klimaat. Het oxideren van methaan gebeurt met behulp van bacteriën of vuur. Bacteriën bevinden zich in de grond (bv. in een bodemfilter) of kunnen op dragermateriaal geplaatst worden boven de grond (een biofilter). Oxideren van methaan door vuur (thermische oxidatie) staat bekend als 'affakkelen': het verbranden van methaan.</p> |
|---------------------|---|

| | |
|--|--|
| Reductiepotentieel | NH ₃ : ca. 90% van de emissies uit de opgeslagen mest CH ₄ : 70-98% van de emissies uit de opgeslagen mest |
| Situatie 2021 | <ul style="list-style-type: none"> - Methaanoxidatie is bekend concept bij vuilstortplaatsen - Drie pilots gerealiseerd voor mestgassen uit mestopslagen in de rundveehouderij (1x fakkel, 1x biofilter, 1x veldfilter). <p>Tijdens het onderzoek afgelopen jaren is er veel ervaring opgedaan met het laten installeren en functioneren van de installaties. Denk hierbij aan het verkrijgen van vergunningen, het afvangen van biogas, het optimaliseren van de technieken, het handelen van veehouder en de mate van methaanvorming in mest en omzetting in het filter. Deze ervaringen kunnen worden gebruikt bij het implementeren van deze technieken bij andere veehouders.</p> <p>Uitdaging bij methaanoxidatie is de aansluiting op bestaande types mestopslagen.</p> |
| Tijdlijn | <ul style="list-style-type: none"> - Komende jaren is het opdoen van ervaringen en het optimaliseren van methaanoxidatie nodig. Te nemen stappen tot 2024: Realiseren extra pilots met de drie vormen van methaanoxidatie: de fakkel, biofilter en veldfilter. Uitwerken concepten voor methaanoxidatie in verschillende situaties (bv. veldfilter bij mestopslag in kleine mestzakken) - Verkennen mogelijkheid om kelder- of stallucht te oxideren. Dit kan mogelijk bij een biofilter, waar toch al de noodzaak is om lucht te mengen met biogas uit de opslag. <p>Mogelijk vanaf 2024:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Stimuleren methaanoxidatie bij mestzakken om emissies van ammoniak en methaan te reduceren. |
| Investering en kosten | Afhankelijk van type methaanoxidatie. |
| Inpasbaarheid | Redelijk. Bepaalde typen methaanoxidatie passen bij bepaalde typen mestopslagen. Daarnaast dient bij een bodemfilter er een bepaalde grondsamenstelling te zijn (lijkt op tuinaarde). |
| Hoe kan implementatie gestimuleerd worden? | <ul style="list-style-type: none"> - De fakkel dient zo eenvoudig mogelijk te worden gemaakt, zodat een veehouder er zomin mogelijk werk aan heeft en er niets mis kan gaan. - Helder omschrijven in welke gevallen het veldfilter inzetbaar is. Waarschijnlijk alleen bij kleinere mestopslagen. Rekenmodellen moet worden verbeterd. - Het biofilter is duur in aanschaf en onderhoud. Het kan mogelijk ingezet worden bij grote opslagen maar volume/omvang kan een probleem zijn. Dit concept moet verder worden berekend en getest. |

| * | Kansen | Risico |
|--------|--|---|
| Intern | Sterktes | Zwaktes |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Reductie NH₃-emissie; - Reductie CH₄-emissie; - Methaanoxidatie vermindert ook geur; - Eenvoudige techniek; - Lage investering nodig voor aanleg bodemfilter. | <ul style="list-style-type: none"> - Niet elke grondsoort geschikt voor toepassing in bodemfilter. In dergelijke gevallen dient grond te worden aangevoerd; - Deeloplossing, want alleen reductie van emissies uit de mestopslag; - Het is een end-of-pipe oplossing; - De vraag is of veehouders voldoende focus hebben op het werken met bacteriën zodat de oplossing effectief blijft; - Niet rendabel / er is geen verdienmodel. |
| Extern | Kansen | Bedreigingen |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Beperkte hoeveelheid warmte van affakkelen is mogelijk te benutten; - Automatisch inregelen van processen lijkt mogelijk; een veehouder hoeft er dan nagenoeg niet naar om te kijken; - Eenvoudig op te nemen in MIA of VAMIL. | <ul style="list-style-type: none"> - Afstemming met gemeentes en waterschappen nodig (vergunningverlening); - Affakkelen methaan leidt tot zwavelgeur en mogelijke weerstand in de omgeving. |

**Dit zijn sterktes, zwaktes, kansen en bedreigingen zoals genoemd in de sectorialoog*

14: Koelen van de mest

| | |
|--------------------|---|
| Beschrijving | Temperatuur is een van de knoppen waarmee emissiegerelateerde processen in de mest gestuurd kunnen worden. Bij een temperatuur van 8 graden Celsius zijn urease- en methaanproducerende bacteriën nagenoeg niet actief. |
| Reductiepotentieel | NH ₃ : 50-85% van de emissies uit de opgeslagen mest CH ₄ : 40-80% van de emissies uit de opgeslagen mest |
| Situatie 2021 | Emissiemetingen lopen bij twee bestaande gekoelde mestkelders bij voorloper-melkveehouders in Groningen. Tevens start onderzoek naar koeling van een externe mestopslag en loopt er een verkenning betreffende het koelen van mest in bestaande mestkelders via 'batchgewijs koelen' |
| Tijdlijn | 2021/2022: Metingen op voorloper-bedrijven met gekoelde mestkelders. 2021/2022: Ontwikkeling concept batchgewijs koelen mestkelders via koelunit 2022: Testen batchgewijs koelconcept Tot 2025: Ervaring opdoen op praktijkbedrijven. Ervaring opdoen met de inzet van mestkoeling voor flexibilisering van de vraag naar elektriciteit. |

| | |
|--|--|
| Investering en kosten | Aanschaf installaties, wisselaars en aansturing, energiekosten. |
| Inpasbaarheid | In de varkenshouderij is in bestaande stallen relatief eenvoudig een koeldekstelsysteem te plaatsen. Het lijkt er echter op dat het koeldek voor rundveemest niet functioneert (test WLR): koelen van bovenaf werkt niet om alle rundveemest gekoeld te krijgen. Alternatieven zijn daarom het laten afzinken van koelbuizen en/of batchgewijs koelen van de mest. |
| Hoe kan implementatie gestimuleerd worden? | Afrekenen veehouders op werkelijke emissies en behalen doelen. |

| * | Kansen | Risico |
|--------|---|--|
| Intern | Sterktes | Zwaktes |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Emissiereductie van NH₃; - Emissiereductie van CH₄. | <ul style="list-style-type: none"> - Nog veel vraagtekens (o.a. beste koelmethode) over toepassing in de praktijk; - Techniek onder de roosters; - Niet rendabel / geen verdienmodel beschikbaar. |
| Extern | Kansen | Bedreigingen |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Koelen is potentieel toepasbaar in bestaande stallen met roosters en diepe mestkelders; - Inspelen op vraag en aanbod op de energiemarkt en daardoor (beperkt) fungeren als buffering voor het elektriciteitsnet (extra koelen bij veel en goedkoop aanbod van elektriciteit); - Vrijkomende warmte benutten (mest drogen). | <ul style="list-style-type: none"> - Toepassing van mestkoeling tot op heden moeilijk controleerbaar. |

**Dit zijn sterktes, zwaktes, kansen en bedreigingen zoals genoemd in de sectordialoog*

15: Aanzuren van de mest

| | |
|--------------------|---|
| Beschrijving | Door het toevoegen van zuren wordt de pH van mest verlaagd. Dit wordt gezien als een kansrijke maatregel waarmee afhankelijk van het zuur en de toegevoegde hoeveelheid, een reductie van de methaanemissie van 50% à 90% (van de emissie uit mest) bereikt kan worden. |
| Reductiepotentieel | NH ₃ : 40-65% van de emissies uit de opgeslagen mest CH ₄ : 50-90% van de emissies uit de opgeslagen mest |

| | |
|--|--|
| Situatie 2021 | De effecten van aanzuren zijn beschreven in verschillende wetenschappelijke publicaties en in Denemarken/Baltische staten (en in mindere mate Duitsland) is er veel praktijkervaring met het aanzuren van mest. Potentiële belemmeringen voor implementatie in Nederland zijn corrosiegevaar, overschot S-bemesting en veiligheid i.v.m. mogelijk H ₂ S vorming. |
| Tijdlijn | Eind 2021/begin 2022 is een publicatie voorzien met een overzicht van de stand van zaken van deze techniek, de aard van de mogelijke belemmeringen voor toepassing in Nederland, en mogelijke ontwikkelrichtingen om die belemmeringen weg te nemen. Per begin 2022 kan worden gezien in hoeverre het nuttig is pilots/demo's te starten. Een mogelijkheid kan ook zijn om alleen pilots op te starten om dunne fractie aan te zuren. |
| Investering en kosten | Bij nieuwbouw zijn de kosten beperkt. Aanzuren betekent wel continue kosten voor de aankoop en toevoegen van zuur. Daarnaast moet een toevoeginstallatie aangeschaft worden en moet er een geschikte opslag zijn voor het zuur. Bij een lage zuurgraad kunnen machines sneller slijten met bijbehorende kosten. Ook zijn er kosten voor het compenseren van het verzurende effect op de bodem (extra kalkbemesting) |
| Inpasbaarheid | Aanzuren kan waarschijnlijk niet altijd. Beton kan worden aangetast. |
| Hoe kan implementatie gestimuleerd worden? | Afrekenen op werkelijke emissies en bereiken doelen. |

| * | Kansen | Risico |
|--------|---|---|
| Intern | Sterktes | Zwaktes |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Minder NH₃ emissie; - Minder CH₄ emissie; - Het aanzuren van mest zorgt ook voor minder emissies bij mestaanwending. | <ul style="list-style-type: none"> - Aanzuren kan waarschijnlijk niet altijd. Beton kan worden aangetast en er is corrosiegevaar; - Werken met sterke zuren kan gevaarlijk zijn; - Zorgen over teveel zwavel in de mest met negatieve gevolgen voor de bodemkwaliteit; - Grote hoeveelheden zuur nodig. |
| Extern | Kansen | Bedreigingen |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Praktijkervaring in andere landen (bv. Denemarken) benutten; - Mogelijk hoeft alleen de dunne fractie te worden aangezuurd; - Mogelijk kan door batchgewijs te werken het veiligheidsrisico worden beperkt. | <ul style="list-style-type: none"> - Het imago van de melkveehouderij als 'natuurlijke sector' kan worden aangetast. |

**Dit zijn sterktes, zwaktes, kansen en bedreigingen zoals genoemd in de sectorialoog*

16: Mestadditieven

| | |
|--|--|
| Beschrijving | Momenteel worden door sommige Nederlandse melkveehouders middelen aan mest toegevoegd om verschillende processen te verbeteren of te stoppen. Er worden veel claims gedaan, maar er is weinig bewezen t.a.v. het werkingsprincipe of het daadwerkelijke effect op emissies. |
| Reductiepotentieel | NH ₃ : ↓? % van de emissies uit de opgeslagen mest CH ₄ : ↓? % van de emissies uit de opgeslagen mest |
| Situatie 2021 | In 2021 is door WLR in samenwerking met Monteny Milieu Advies, MEET-ID, en het CLM Onderzoek en Advies BV een eenvoudige pottenproef ontwikkeld om de werking van mestadditieven te toetsen. |
| Tijdlijn | Per 2021/2022 wordt een beperkt aantal mestadditieven onderzocht via de ontwikkelde pottenproef. Mogelijkheid is om periodiek (met financiering van leveranciers) claims te laten onderzoeken. Bij bewezen positieve resultaten in de pottenproef is het noodzakelijk om mestadditieven via het praktijknetwerk/pilots/demo's in de praktijk te testen. |
| Investering en kosten | Investering is beperkt. Jaarlijkse kosten voor aanschaf additieven (hoogte verschilt per product), en daarnaast kosten voor toevoegen additieven en mixen mest. |
| Inpasbaarheid | Goed |
| Hoe kan implementatie gestimuleerd worden? | Regelen beloning emissiereductie of vergoeding voor aanschaf mestadditieven |

| * | Kansen | Risico |
|--------|---|--|
| Intern | Sterktes | Zwaktes |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Minder NH₃ emissie; - Minder CH₄ emissie. | <ul style="list-style-type: none"> - Werking mestadditieven niet altijd bewezen; - Vaak veel middel nodig; - Kostprijs verhogend / geen verdienmodel. |
| Extern | Kansen | Bedreigingen |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Interesse bij veehouders; - Mogelijk dat er ook minder emissies optreden bij mestaanwending. | <ul style="list-style-type: none"> - Neveneffecten zijn vaak onbekend/onduidelijk; - Borging adequate toediening. |

**Dit zijn sterktes, zwaktes, kansen en bedreigingen zoals genoemd in de sectordialog*

17: Verdunnen van de mest

| | |
|--|--|
| Beschrijving | Drijfmest verdunnen door water toe te voegen. Door de ammoniakconcentratie (TAN) te verlagen in de mest, treedt evenredig minder ammoniakemissie op. Het toevoegen van water kan door het rechtstreeks in de kelder of silo te pompen. Een andere optie is het toevoegen van water door het sproeien van de roosters of dichte vloer (10 liter per m ² dag). De stalvloer wordt hierdoor schoner, waardoor minder ammoniak kan ontstaan. Het water komt dan vanzelf in de kelder terecht. |
| Reductiepotentieel | NH ₃ : 50% van de emissie uit mest (25% van totale emissie) CH ₄ : geen effect |
| Situatie 2021 | Het effect op emissies uit de mestopslag is bekend. |
| Tijdlijn | Komende jaren vindt onderzoek plaats naar de effecten van aanwending van verdunde mest. Een eerdere claim van onderzoekers was dat een reductie bij aanwending van 40% kan worden bereikt, maar dit dient eerst nader onderzocht te worden. |
| Investering en kosten | Op veel bedrijven is voor deze oplossing een investering nodig in extra opslagcapaciteit. Tevens meer kosten voor transport bij mestafvoer en/of meerkosten bij mestaanwending op het eigen bedrijf. Mogelijk hogere opbrengsten door betere benutting van verdunde mest door het gewas. |
| Inpasbaarheid | Goed. Extra opslagcapaciteit vereist een omgevingsvergunning. |
| Hoe kan implementatie gestimuleerd worden? | Afrekenen veehouders op werkelijke emissies en behalen doelen. |

| * | Kansen | Risico |
|--------|--|---|
| Intern | Sterktes | Zwaktes |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Reductie NH₃-emissie; - Makkelijk toepasbaar in bestaande stallen; - Dunnere mest is beter te mixen; - Beter benutting nutriënten; - Water toevoegen kan ook door roosters schoon te spuiten. | <ul style="list-style-type: none"> - Geen effect op CH₄-emissie; - Watergebruik in sommige gebieden mogelijk soms een probleem; - Mate van verdunning niet altijd duidelijk; - Meer mestvolume door verdunning betekent meer opslagcapaciteit en meer uitrij- en/of transportcapaciteit nodig. |
| Extern | Kansen | Bedreigingen |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Mogelijk komt er bij aanwending van verdunde mest ook minder ammoniak vrij (nog in onderzoek); - Andere toepassingsmogelijkheid mest (fertilisatie), | <ul style="list-style-type: none"> - Borging moeilijk te organiseren. |

**Dit zijn sterktes, zwaktes, kansen en bedreigingen zoals genoemd in de sectorialoog*

18: Hoogwaardige mestbewerking

| | |
|--|---|
| Beschrijving | Mestbewerking is het behandelen van dierlijke mest, zodat deze beter als mest kan worden gebruikt, of voor andere functies geschikt wordt. Frequente mestafvoer uit de stal en/of directe scheiding zijn in feite de eerste stappen in het mestbewerkingproces, door afvoer van mest uit de stal is verdere bewerking mogelijk. De volgende technieken kunnen potentieel worden gecombineerd: frequente verwijdering van drijfmest uit de stal, indamping en terugwinning van ammoniak. Eindproducten zijn ingedikte rundveemest en een stikstofkunstmestvervanger. |
| Reductiepotentieel | NH ₃ : 60% van de emissies uit de opgeslagen mest CH ₄ : 90% van de emissies uit de opgeslagen mest |
| Situatie 2021 | De beschreven combinatie van technieken kan reeds worden toegepast, maar optimalisatie en verdere praktijkervaring is nodig. |
| Tijdlijn | In 2022/2023 kan middels een pilot ervaring worden opgedaan met de beschreven technieken op een melkveebedrijf, waarbij de reductie in emissies integraal op het bedrijf gemeten kunnen worden. Het beschreven systeem is ontwikkeld door Lely, maar er zijn andere varianten mogelijk. Aanbeveling is om een oplossing toe te voegen om ook methaan te reduceren. Vanaf 2024/2025 is dan verdere uitrol mogelijk. |
| Investering en kosten | De investering in technieken en (extra) opslagen is hoog. Vervolgens is mestbewerking altijd kostenverhogend ten opzichte van een grondgebonden bedrijfsvoering. Door dit principe te combineren met het verwaarden van meststromen zijn inkomsten te genereren. |
| Inpasbaarheid | Mestbewerking is bij (een grondgebonden bedrijfsvoering) kostenverhogend, dit betekent dat waarschijnlijk een extra stimulans nodig is. Mestbewerking lijkt vooral een oplossingsrichting voor relatief intensieve bedrijven waarbij de ondernemer veel affiniteit heeft met (stal)techniek. |
| Hoe kan implementatie gestimuleerd worden? | Duidelijkheid verschaffen over de status van kunstmestvervangers. Overigens heeft spuiwater uit een luchtwasser die wordt gebruikt voor ammoniakterugwinning in Nederland al de status van stikstofkunstmest. |

| * | Kansen | Risico |
|--------|--|--|
| Intern | Sterktes | Zwaktes |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Minder NH₃ emissie; - Minder CH₄ emissie; - Productie van kunstmestvervanger waardoor kringlopen op het bedrijf beter gesloten kunnen worden. | <ul style="list-style-type: none"> - Veehouder moet affiniteit met technieken hebben; - Ruimte nodig voor aanleg systeem; - Systeem is nog niet uitontwikkeld; - Behoorlijke investering in technieken; - Hoge operationele kosten. |
| Extern | Kansen | Bedreigingen |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Biedt mogelijkheden om verschillende meststromen effectiever te benutten voor voeding van bodem en gewassen; - Meststromen verwaarden; - Mogelijk te combineren met andere technieken; - Mogelijk om gezamenlijk te investeren. | <ul style="list-style-type: none"> - Weerstand omgeving bij gezamenlijke investering; - Borging moeilijk te organiseren; - Regelgeving (kunstmestvervangers en vergunningverlening); - Winst komt niet altijd bij melkveehouder terecht. |

**Dit zijn sterktes, zwaktes, kansen en bedreigingen zoals genoemd in de sectordialoog*

4 Oplossingsrichtingen emissiereductie varkenshouderij

Een totaaloverzicht van mogelijke maatregelen voor ammoniak- en methaanreductie is opgenomen in de bijlage 2. De mogelijke maatregelen zijn voor de varkenshouderij samen te vatten in 14 oplossingsrichtingen om emissiereductie te bereiken.

Oplossingsrichtingen voor emissiereductie in stalsystemen en technieken voor reductie van emissies uit de mestopslag:

1. Dagontmesting
2. Directe mestscheiding
3. Verkleinen emitterend oppervlak
4. Koelen van de mest
5. Verdunnen van de mest
6. Luchtwassers
7. Methaanoxidatie
8. Monovergisting
9. Aanzuren van de mest
10. Mestadditieven

Oplossingsrichtingen gerelateerd aan voer/rantsoen:

11. Verlaging eiwit
12. Benzoëzuur in het voer

Oplossingsrichtingen gerelateerd aan dieren:

13. Beïnvloeden microbiom varken
14. Fokkerij

Per oplossingsrichting is een inschatting gemaakt van het reductiepotentieel. Op het gebied van varkens en emissies wordt onderscheid gemaakt tussen categorieën: biggen, kraamzeugen, guste/dragende zeugen en vleesvarkens. In de beschrijvingen en in de bijlage gaan we uit van de categorie vleesvarkens en beschrijven we niet iedere keer alle categorieën. Per dierplaats per jaar is voor methaan een referentiewaarde gehanteerd van 15,7 kg CH₄. Daarbij wordt er vanuit gegaan dat 80% van de emissie komt uit de mest en 20% uit het dier. Per dierplaats per jaar is voor ammoniak een referentiewaarde gehanteerd van 3,0 kg NH₃. Daarbij wordt er vanuit gegaan dat 50% van de ammoniak ontstaat in de stal (boven en op de vloer) en 50% in de mestopslag.

1: Dagontmesting

| | |
|--|---|
| Beschrijving | <p>Dagontmesting betekent dat de mest frequent uit de stal wordt verwijderd, waarbij door de korte verblijftijd van mest in de stal emissies zomin mogelijk kans krijgen om zich te ontwikkelen. Momenteel zijn verreweg de meeste stallen uitgevoerd met mestopslagkelders (goedkoop te bouwen, eenvoudig). Mestkelders en roostervloeren zijn echter een bron van ammoniak- en methaanemissie. Circa een uur na uitscheiding door het dier vindt - onder invloed van het enzym urease dat geproduceerd wordt door bacteriën in de feces en op vloeren - een emissiepiek plaats.</p> <p>Methaan wordt gevormd door methaanvormende bacteriën onder anaerobe omstandigheden. Om emissie van methaan te voorkomen, is frequent afvoeren van mest uit de stal en dat daarna zo emissiearm mogelijk opslaan of de toepassing van nageschakelde technieken nodig.</p> |
| Reductiepotentieel | <p>NH₃: 70-90% (afhankelijk van opslag en techniek) CH₄: 70-90% (afhankelijk van opslag en techniek)</p> |
| Situatie 2021 | <p>Het principe van dagontmesting is helder. Er staan systemen met dagontmesting op de RAV-lijst. Nieuwe (betere) systemen met dagontmesting worden ontwikkeld. Mestschuiven en –banden hebben zich nog niet bewezen bij langjarig gebruik.</p> |
| Tijdlijn | <p>Bij het systeem van Keten Duurzaam Varkensvlees worden metingen uitgevoerd; komende jaren zijn nog metingen op in totaal 4 locaties nodig. Mogelijk is een RAV-code per 2023 haalbaar voor de nieuwe systemen. Bij het systeem van Kamplan worden metingen uitgevoerd; komende jaren nog metingen op in totaal 4 locaties nodig. Mogelijk is een RAV-code per 2023 haalbaar.</p> <p>Met hulp van de SBV regeling worden er pilots opgestart met een systeem met 'mestschuif op een bolle vloer', 'bolle mestband' van Susstable en 'mestgoten met schuif'. Indien deze pilots succesvol zijn kunnen ze worden doorgezet met metingen op meerdere locaties. Over enkele jaren kunnen dan emissiefactoren worden vastgesteld.</p> |
| Investing en kosten | <p>Iets hoger dan bij stallen met roosters en mestkelder. Precieze kosten zijn afhankelijk van het systeem.</p> |
| Inpasbaarheid | <p>Bij nieuwbouw goed inpasbaar. KDV-systeem en mestschuif op bolle vloer zijn in sommige gevallen in te passen in bestaande stallen.</p> |
| Hoe kan implementatie gestimuleerd worden? | <ul style="list-style-type: none"> - Helderheid verschaffen over reductieverplichting van tenminste 85% in relatie tot de brongerichte aanpak. - Ervaringen delen tussen veehouders |

| * | Kansen | Risico |
|--------|--|---|
| Intern | Sterktes | Zwaktes |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Minder NH₃ emissie; - Minder CH₄ emissie; - Beter stalklimaat voor dieren en mensen; - Resulteert mogelijk in beter technisch resultaat; - Combinatie met directe mestscheiding en/of nabewerking goed mogelijk. | <ul style="list-style-type: none"> - Ammoniakreductie met dagontmesting is veelal iets lager dan bij toepassing luchtwassers; - Management en hokindeling belangrijk aspect ter voorkoming van bevuilding; - Na verwijdering uit de stal is emissie-arme opslag en/of zijn effectieve maatregelen nodig; - Niet in elke stal toepasbaar; - Techniek onder de roosters is problematisch ihb bij SPF-bedrijven (moeilijk bereikbaar voor onderhoud); - Mogelijk extra opslag nodig; - Hogere investering dan voor gangbaar systeem, niet rendabel zonder nageschakelde techniek. |
| Extern | Kansen | Bedreigingen |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Minder ziekte, lager antibioticumgebruik en hogere productie mogelijk door beter stalklimaat; - Combinatie met produceren hoogwaardige meststoffen en/of bruikbaar methaan mogelijk. | <ul style="list-style-type: none"> - Bij verminderde werking van schuiven en/of gaten in vloer kan bevuilding ontstaan. Dit zorgt voor ammoniakemissie; - Aanvullende techniek op gebied van geuremissie nodig; - Weinig aanbieders; - Provinciale reductie eisen (85% in 2024) niet haalbaar. |

**Dit zijn sterktes, zwaktes, kansen en bedreigingen zoals genoemd in de sectorialoog*

2: Directe mestscheiding

| | |
|--|--|
| Beschrijving | <p>Directe scheiding (of primaire scheiding) staat voor scheiding van urine en mest (feces) in de stal, zodat deze niet mengen. Over het algemeen levert een primaire scheiding betere (voor)scheiding op dan mechanische scheiding van drijfmest achteraf. Het scheiden bij de bron vermindert de ammoniakemissie vanuit de stal. Doordat er in veel gevallen ook geen diepe mestopslag meer is onder de roosters, zal afhankelijk van de opslag ook de methaanemissie verminderen.</p> <p>Urine bevat ureum, dit is een stikstofverbinding. Feces bevat bacteriën die het enzym urease produceren. Op alle met mest bevulde oppervlakken is dit enzym in grote overvloed aanwezig. Er zijn zoveel ureasevormende bacteriën op een stalvloer dat urease maar korte tijd (0,5-1,0 uur) de beperkende factor in het hele proces van ammoniakvorming is.</p> |
| Reductiepotentieel | <p>NH₃: 70% afhankelijk van opslag/techniek CH₄: afhankelijk van opslag/techniek</p> |
| Situatie 2021 | <p>Het principe van directe scheiding is helder. Nieuwe slimme systemen met directe scheiding en dagontmesting worden ontwikkeld.</p> |
| Tijdlijn | <p>Met hulp van de SBV regeling worden komende jaren systemen ontwikkeld met mestgoten en schuif (Duosep), varkenstoilet (Kees Scheepens) en een bolle mestband (Susstable). De systemen zullen eerst moeten werken en daarna zijn (conform de huidige regelgeving) metingen nodig van 4 stallen om emissiefactoren te kunnen vaststellen.</p> <p>De uitrol van deze nieuwe systemen zal naar verwachting niet voor 2025 mogelijk zijn.</p> |
| Investering en kosten | <p>De investering bij nieuwbouw is iets hoger dan bij stallen met roosters en een mestkelder. Precieze kosten zijn afhankelijk van het systeem.</p> |
| Inpasbaarheid | <p>Bij nieuwbouw goed inpasbaar.</p> |
| Hoe kan implementatie gestimuleerd worden? | <ul style="list-style-type: none"> - Helderheid verschaffen over reductieverplichtingen boven 85% en de brongerichte aanpak. - Heldere kaders stellen inzake de toepassing van kunstmestvervangers, zodat de waarde van dit product toeneemt. Kunstmestvervangers zijn te produceren door bewerking van de dunne fractie. |

| * | Kansen | Risico |
|--------|---|---|
| Intern | Sterktes | Zwaktes |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Minder NH₃ emissie; - Afhankelijk van klimaatregeling en stalindeling makkelijk toepasbaar bij nieuwbouw; - Beter stalklimaat voor dieren en mensen. Daardoor mogelijk minder ziekte, lager antibioticumgebruik en hogere productie. | <ul style="list-style-type: none"> - Ammoniakreductie met dagontmesting is (in theorie) veelal iets lager dan bij toepassing luchtwassers; - Na verwijdering uit de stal zijn effectieve maatregelen om methaanemissie te beperken nodig; - Weinig draagvlak in sector voor bewegende delen in de stal; - Moeilijk toepasbaar in huidige huisvestingssystemen; - Korte levensduur techniek in de mest en daardoor hoge onderhoudskosten; - Hoge investeringskosten. |
| Extern | Kansen | Bedreigingen |
| | <ul style="list-style-type: none"> - De afzonderlijke mestproducten kunnen beter bewerkt of gericht angewend worden; - Verwaarden meststromen. | <ul style="list-style-type: none"> - Bij verminderde werking van schuiven en/of gaten in vloer kan bevuilding ontstaan. Dit zorgt voor ammoniakemissie; - Bij ontwerp systeem vaak geen rekening gehouden met gebruiksvriendelijkheid en onderhoud - Provinciale reductie-eisen (85% in 2024) lastig haalbaar |

**Dit zijn sterktes, zwaktes, kansen en bedreigingen zoals genoemd in de sectorialoog*

3: Verkleinen emitterend oppervlak

| | |
|--------------|---|
| Beschrijving | <p>Verkleining van het emitterend mestoppervlak is effectief om de vorming en daarmee de emissies van ammoniak te verminderen. In stallen met roostervloer zijn twee emitterende oppervlaktes: de (rooster)vloer en de onderliggende mestopslag. Hoe groter het mestbesmeurd oppervlak, hoe meer ammoniak zal worden gevormd.</p> <p>Indien de mestopslag is afgedicht, is er geen luchtuitwisseling tussen mestopslag en stal- of buitenlucht mogelijk. Dit betekent ook minder luchtbeving langs het mestoppervlak in de opslag. In een afgesloten opslag is de opgeloste ammoniak in de mest en urine in evenwicht met de ammoniak in de lucht in de grenslaag net boven de mest. Stalklimaat (temperatuur en ventilatie) en management zijn van belang om de dieren op een bepaalde plaats te laten mesten.</p> |
|--------------|---|

| | |
|--|--|
| Reductiepotentieel | NH ₃ : Een verkleining van het emitterend mestoppervlak met 10% resulteert in een verlaging van de ammoniakemissie van ongeveer 8 - 8,5%. CH ₄ : geen effect |
| Situatie 2021 | Kennis over en implementatie van verkleining van het emitterend oppervlak is alom aanwezig in de stal- en mestsystemen. Te denken valt aan V-vormige mestkanalen, plastic mestballen en driekantroosters. Op diverse plekken is daarnaast ervaring opgedaan met het laten mesten op specifieke plaatsen in de stal. Inrichting, stalklimaat en management zijn hierbij van belang. |
| Tijdlijn | De logica van een klein emitterend oppervlak komt terug als aandachtspunt bij ieder stal- en meststelsel in ontwikkeling. Het principe is dus reeds in 2021 helder. De dieren laten mesten op een bepaalde plek in de stal vereist goed stal ontwerp en vakmanschap (o.a. stalklimaat, voermanagement). Van belang is om komende jaren ervaring op te doen met het overdragen van dit vakmanschap en het waarborgen van het gewenste mestgedrag. Biologische systemen hebben vaak meer ruimte per dier en een buitenuitloop. Des te meer ruimte per dier, des te groter de uitdaging om het mestbesmeurd oppervlak beperkt te houden. Hier zou komende jaren meer aandacht voor kunnen zijn. Het aandeel biologisch in de varkenshouderij is zeer beperkt, maar kan vanwege marktontwikkelingen, maatschappelijke druk en overheidsingrijpen toenemen. |
| Investering en kosten | Zeer beperkte meerkosten van V-vormige mestkanalen. Met oog op verplichte 7 maanden mestopslag zijn er meerkosten voor aanvullende mestopslag te verwachten. |
| Inpasbaarheid | Goed in nieuwe stallen. Tevens ombouw mogelijkheden in bestaande stallen. Dieren laten mesten op specifieke plekken vereist vakmanschap en is waarschijnlijk niet voor elke varkenshouder weggelegd. |
| Hoe kan implementatie gestimuleerd worden? | <ul style="list-style-type: none"> - Helderheid verschaffen over reductieverplichtingen boven 85% en de brongerichte aanpak; - Afrekenen veehouders op werkelijke emissies en behalen doelen; - Kennis en ervaringen delen, bewezen resultaat. |

| * | Kansen | Risico |
|--------|--|--|
| Intern | Sterktes | Zwaktes |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Minder NH₃ emissie; - Goed toepasbaar; - Beter stalklimaat voor dieren. Daardoor mogelijk minder ziekte, lager antibioticumgebruik en hogere productie; - Meer mogelijkheden voor natuurlijk gedrag, wat goed is voor dierenwelzijn. | <ul style="list-style-type: none"> - Geen effect op de CH₄-emissie; - Mestgedrag kan snel veranderen door bijvoorbeeld invloed van ventilatie en temperatuur. Er ontstaat dan meer mestbesmeurd oppervlak (hogere uitstoot en meer arbeid); - Sommige stalsystemen hebben ketelvormige gaten om urine door te laten, maar luchtuitwisseling tussen kelder- en stallucht te voorkomen. Deze gaten kunnen gemakkelijk verstopt raken; - Aanvullende mestopslag nodig i.v.m. verplichte 7 maanden opslagtermijn. |
| Extern | Kansen | Bedreigingen |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Oplossingen die aansluiten bij diergedrag spreken tot de verbeelding. | <ul style="list-style-type: none"> - De reproduceerbaarheid van het gewenste mestgedrag; - De borging dat het gewenste mestgedrag daadwerkelijk plaats vindt. - Provinciale reductie eisen (85% in 2024) niet haalbaar. |

**Dit zijn sterktes, zwaktes, kansen en bedreigingen zoals genoemd in de sectordialog*

4: Koelen van de mest

| | |
|--------------------|---|
| Beschrijving | <p>Er zijn verschillende technische mogelijkheden om mest in de opslag te koelen. In de melkveehouderij zijn pilots met het koelen van mest van boven- en onderaf en batchgewijs. In de varkenshouderij is al langer ervaring met een drijfdeksysteem om de mest te koelen in de mestopslag.</p> <p>Hoe koeler de mest, hoe minder ammoniak en methaan vrij komen. Bij een temperatuur van 8 graden Celsius zijn urease- en methaanproducerende bacteriën nagenoeg niet actief.</p> |
| Reductiepotentieel | <p>NH₃: ca. 40%</p> <p>CH₄: ca. 40%</p> |

| | | |
|--|--|--|
| Situatie 2021 | Het koeldeksysteem staat op de RAV-lijst. Het systeem functioneert, maar wordt nagenoeg niet toegepast. De leverancier R&R heeft zich teruggetrokken van de markt. Borging van de techniek (wordt er wel daadwerkelijk gekoeld) is een aandachtspunt. Koeldeksysteem koelt alleen de bovenlaag, wat niet voldoende zal zijn om ook de methaanemissie substantieel te verlagen. | |
| Tijdslijn | Het systeem is uitontwikkeld en staat op de RAV. Indien het systeem weer leverbaar wordt, kan het bijdragen aan emissiereductie in de varkenshouderij. | |
| Investering en kosten | Aanschaf installaties en jaarlijkse energiekosten. Als vrijkomende warmte benut kan worden, compenseert dit deels de hoge energiekosten. Koelen met grondwater vraagt een investering in meerdere waterbronnen. Koelen met een warmtepomp vergt veel koelvermogen en dus hoge jaarkosten. | |
| Inpasbaarheid | Het koeldeksysteem was relatief eenvoudig en tegen geringe kosten te plaatsen in nieuwe en bestaande stallen. | |
| Hoe kan implementatie gestimuleerd worden? | <ul style="list-style-type: none"> - Helderheid verschaffen over reductieverplichtingen boven 85% en de brongerichte aanpak. - Afrekenen veehouders op werkelijke emissies en behalen doelen. | |
| * | Kansen | Risico |
| Intern | Sterktes | Zwaktes |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Minder NH₃ emissie; - Minder CH₄ emissie; - Het systeem is bewezen effectief; - Het systeem is toepasbaar in bestaande stallen met roosters en diepe mestkelders; - Beter stalklimaat voor dieren. Daardoor mogelijk minder ziekte, lager antibioticumgebruik en hogere productie. | <ul style="list-style-type: none"> - Techniek onder de roosters; - Jaarlijkse energiekosten. |
| Extern | Kansen | Bedreigingen |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Minder ziekte, lager antibioticumgebruik en hogere productie mogelijk door beter stalklimaat; - Vrijkomende warmte benutten; - Inspelen op vraag en aanbod op de energiemarkt en daardoor fungeren als (beperkte) buffering voor het elektriciteitsnet (extra koelen bij veel en goedkoop aanbod van elektriciteit). | <ul style="list-style-type: none"> - Toepassing van mestkoeling tot op heden moeilijk controleerbaar. |

**Dit zijn sterktes, zwaktes, kansen en bedreigingen zoals genoemd in de sectorialoog*

5: Verdunnen van de mest

| | |
|--|---|
| Beschrijving | Drijfmest verdunnen door water toe te voegen. Door de ammoniakconcentratie (TAN) te verlagen in de mest door verdunning, treedt evenredig minder ammoniakemissie op. Het halveren van de concentratie in de mest betekent dus een halvering van de ammoniakemissie. Het toevoegen van water kan door het rechtstreeks in de kelder of silo te pompen. Een andere optie is het toevoegen van water door het sproeien van de roosters of dichte vloer (10 liter per m ² dag). De stalvloer wordt hierdoor schoner, waardoor minder ammoniak kan ontstaan. Het water komt dan vanzelf in de kelder terecht. |
| Reductiepotentieel | NH ₃ : 50% van de emissie uit mest (25% van totale emissie) CH ₄ : geen effect |
| Situatie 2021 | Het effect is bekend. Er is echter geen specifiek stalsysteem met bijbehorende RAV-code. Mogelijk is de oplossing te eenvoudig om te kunnen patenteren. |
| Tijdlijn | Komende jaren vindt onderzoek plaats naar de effecten van aanwending van verdunde mest. Een eerdere claim van onderzoekers was dat een reductie bij aanwending van 40% kan worden bereikt, maar dit dient nader onderzocht te worden. |
| Investing en kosten | Investing nodig in extra opslagcapaciteit. Tevens meer kosten voor transport bij mestafvoer en/of meer kosten bij mestaanwending op het eigen bedrijf. |
| Inpasbaarheid | Goed. Extra opslagcapaciteit vereist een omgevingsvergunning. |
| Hoe kan implementatie gestimuleerd worden? | Afrekenen veehouders op werkelijke emissies en behalen doelen. |

| * | Kansen | Risico |
|--------|---|--|
| Intern | Sterktes | Zwaktes |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Minder NH₃ emissie; - Makkelijk toepasbaar in bestaande stallen; - Betere luchtkwaliteit in de stal. Daardoor mogelijk minder ziekte, lager antibioticumgebruik en hogere productie; - Mogelijk te combineren met het principe van dagontmesting, zonder dat er met bewegende delen wordt gewerkt; - Dunnere mest is beter te mixen en te verpompen; - Water toevoegen kan ook door roosters schoon te spuiten; | <ul style="list-style-type: none"> - Geen effect op methaanemissie; - Meer mestvolume door verdunning; betekent meer opslagcapaciteit en meer uitrij- en/of transportcapaciteit nodig met bijbehorende kosten; - Watergebruik in sommige gebieden mogelijk een probleem; - Hergebruik van water uit de mest vraagt een behoorlijke operatie. |

| Extern | Kansen | Bedreigingen |
|--------|--|------------------------------------|
| | - Mogelijk komt er bij aanwending van verdunde mest ook minder ammoniak-emissie vrij (nog in onderzoek). | - Borging moeilijk te organiseren. |

**Dit zijn sterktes, zwaktes, kansen en bedreigingen zoals genoemd in de sectordialog*

6: Luchtwassers

| | |
|---------------------|---|
| Beschrijving | <p>Een luchtwasser bestaat uit een poreus dragermateriaal waar de stal-lucht doorheen wordt geleid. Van bovenaf wordt het pakket dragermateriaal met sproeiers bevochtigd en dit waswater wordt met een pomp gere-circuleerd. Op deze manier wordt de lucht in contact gebracht met water en kunnen geurverbindingen en ammoniak oplossen in de wasvloeistof.</p> <p>Er zijn verschillende typen luchtwassers: chemische wassers waarin het water is aangezuurd om ammoniak te binden, biologische wassers waarin bacteriën de vervuiling afbreken en gecombineerde wassers. In de gecombineerde luchtwasser (of: combi-wasser) worden meerdere wasstappen gecombineerd (na elkaar geplaatst). Bijvoorbeeld eerst een wasstap met water om grote stofdeeltjes te verwijderen, dan een chemische wasstap om ammoniak te binden en ten slotte een biologische stap voor verdere geurverwijdering.</p> |
| Reductiepotentieel | <p>Het te verwachten rendement voor de verwijdering van ammoniak en geur hangt af van het type luchtwasser. Voor chemische luchtwassers geldt dat het geurrendement gemiddeld 30% is en het ammoniakrendement 70-95%. Voor biologische luchtwassers wordt een geurrendement van 45% en een ammoniakrendement van 70% aangenomen. Voor combi-wassers tenslotte, wordt uitgegaan van 70-85% voor geur en 70-90% voor ammoniak.</p> <p>CH₄: geen effect</p> |
| Situatie 2021 | <p>Luchtwassers zijn een veel toegepaste techniek. Het beleid in Noord-Brabant (en in bepaalde mate andere provincies) stimuleert om voor deze techniek te kiezen, omdat dan 85% reductie kan worden gerealiseerd. Uit onderzoek blijkt dat het rendement van biologische luchtwassers niet altijd wordt gehaald. Tegelijkertijd zijn veel overheden voorstander van meer brongerichte oplossingen in plaats van 'end-of-pipe oplossingen' zoals de luchtwasser. Overigens kan er ook bij doorvoering van stalsystemen met brongerichte technieken een rol blijven voor luchtwassers, om op die manier de gewenste reductie te bereiken.</p> |
| Tijdlijn | De techniek kan worden toegepast en staat in de RAV. |
| Investing en kosten | Eenmalige investering en operationele kosten (o.a. energie). |

| | |
|--|--|
| Inpasbaarheid | Techniek kan worden toegepast bij bestaande en nieuwe stallen. |
| Hoe kan implementatie gestimuleerd worden? | <ul style="list-style-type: none"> - Juridische helderheid verschaffen over houdbaarheid emissiefactoren voor systemen met luchtwassers. - Veel experts wijzen erop dat een (kleine) luchtwasser ook gewenst kan zijn in combinatie met een brongerichte aanpak. |

| * | Kansen | Risico |
|--------|--|--|
| Intern | Sterktes | Zwaktes |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Potentieel een grote ammoniak- en geurreductie te realiseren; - Reductie van fijnstof en endotoxinen; - Is al veel ervaring mee opgedaan; - Toepassing systeem blijft nuttig, ook bij brongerichte maatregelen; - Productie spuiwater (stikstofkunstmest). | <ul style="list-style-type: none"> - Uit onderzoek blijkt dat het rendement van combi-wassers niet altijd wordt gehaald; - Duidelijk een end-of-pipe oplossing; - Stalklimaat verbeterd niet en verslechterd zelfs omdat veelal minder wordt geventileerd; - Luchtkanalen kunnen bijdragen aan snelle verspreiding van vuur bij een stalbrand; - Energiekosten; - Hoge kosten van het systeem nodigen niet uit om ook andere maatregelen te nemen. |
| Extern | Kansen | Bedreigingen |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Techniek is veel toegepast (investeringen). Wellicht is optimalisatie mogelijk? Onderzoek blijft nodig; - Ontwikkeling van kleinere, 'plug-and-play'-systemen voor toepassing bij kelderluchtafzuiging; - Mogelijke combi met brongerichte maatregelen; - Positief stimuleren (aanschafsubsidie) van pf-stabilisator, zodat de pH beter binnen de bandbreedte blijft; - Betere omgevingskwaliteit voor omwonenden. | <ul style="list-style-type: none"> - Staan in negatieve zin in de aandacht (reductie wordt niet gehaald, geur); - Slecht stalklimaat kan zorgen voor luchtwegproblemen en minder groei van de dieren; - Onderhoud en controle nodig; - Borging moeilijk te organiseren. |

**Dit zijn sterktes, zwaktes, kansen en bedreigingen zoals genoemd in de sectordialoog*

7: Methaanoxidatie

| | |
|--------------|--|
| Beschrijving | Opgeslagen mest produceert continu biogas, waarvan iets meer dan de helft (60%) uit methaan bestaat. Deze methaanemissie kan verminderd worden door het methaan te oxideren, oftewel in aanraking laten komen met zuurstof (O ₂) of vuur. Methaan verandert hierdoor in koolstofdioxide, wat een veel minder grote (29 keer minder) impact heeft op het klimaat. |
|--------------|--|

| | |
|---------------------|--|
| | <p>Het oxideren van methaan gebeurt met behulp van bacteriën of vuur. Bacteriën bevinden zich in de grond (bv. in een bodemfilter) of kunnen op dragermateriaal geplaatst worden boven de grond (een biofilter). Oxideren van methaan door vuur (thermische oxidatie) staat bekend als ‘af-fakkelen’: het verbranden van methaan.</p> |
| Reductiepotentieel | <p>NH₃: ca. 90% van de emissie uit mest CH₄: 70-98% van de emissie uit mest</p> |
| Situatie 2021 | <ul style="list-style-type: none"> - Methaanoxidatie is bekend concept bij vuilstortplaatsen - Drie pilots gerealiseerd voor mestgassen uit mestopslagen in de rundveehouderij (1x fakkel, 1x biofilter, 1x veldfilter) <p>Tijdens het onderzoek afgelopen jaren is er veel ervaring opgedaan met het laten installeren en functioneren van de installaties. Denk hierbij aan het verkrijgen van vergunningen, het afvangen van biogas, het optimaliseren van de technieken, het handelen van veehouder en de mate van methaanvorming in mest en omzetting in het filter. Deze ervaringen kunnen worden gebruikt bij het implementeren van deze technieken bij andere veehouders. Uitdaging bij methaanoxidatie is de aansluiting op bestaande mestopslagen.</p> |
| Tijdlijn | <p>Komende jaren is het opdoen van ervaringen en het optimaliseren van methaanoxidatie nodig. Te nemen stappen tot 2024:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Realiseren extra pilots met de drie vormen van methaanoxidatie: de fakkel, biofilter en veldfilter. Uitwerken concepten voor methaanoxidatie in verschillende situaties (bv. veldfilter bij mestopslag in kleine mestzakken) - Verkennen mogelijkheid om kelder- of stallucht te oxideren. Dit kan mogelijk met een biofilter, waar toch al de noodzaak is om lucht te mengen met biogas uit de opslag. <p>Vanaf 2024:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Stimuleren methaanoxidatie bij mestzakken om emissies van ammoniak en methaan te reduceren. |
| Investing en kosten | <p>Afhankelijk van type methaanoxidatie. Een veldfilter vraagt een beperkte investering, een fakkel en een biofilter zijn fors duurder.</p> |
| Inpasbaarheid | <p>Redelijk. Bepaalde typen methaanoxidatie passen bij bepaalde typen mestopslagen. Daarnaast dient bij een bodemfilter er een bepaalde grondsamenstelling te zijn (lijkt op tuinaarde).</p> |

| | |
|--|--|
| Hoe kan implementatie gestimuleerd worden? | <ul style="list-style-type: none"> - De fakkels dient zo eenvoudig mogelijk te worden gemaakt, zodat een veehouder er zomin mogelijk werk aan heeft en er niets mis kan gaan. - Helder omschrijven in welke gevallen het veldfilter inzetbaar is. Waarschijnlijk alleen bij kleinere mestopslagen. Rekenmodellen moet worden verbeterd. - Het biofilter is duur in aanschaf en onderhoud. Het kan mogelijk ingezet worden bij grote opslagen, maar volume/omvang kan een probleem zijn. Dit concept moet verder worden berekend en uitgetest. |
|--|--|

| * | Kansen | Risico |
|--------|---|---|
| Intern | Sterktes | Zwaktes |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Reductie NH₃-emissie; - Reductie CH₄-emissie; - Vermindert geur emissies; - Maatregel is laagdrempelig en technisch niet heel spannend; - Mogelijkheid voor ontluchting bassins; - Beperkte hoeveelheid warmte van affakkelen is mogelijk te benutten; - Weinig kosten nodig voor realisatie bodemfilter. | <ul style="list-style-type: none"> - End-of-pipe oplossing; - Techniek nog niet toegepast bij mestopslagen in de varkenshouderij; - Past niet bij kringloopgedachte (methaan benutten in kringloop i.p.v. affakkelen); - Niet elke grondsoort geschikt voor toepassing in bodemfilter. In dergelijke gevallen dient grond te worden aangevoerd. - Geen verdienmodel. |
| Extern | Kansen | Bedreigingen |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Automatisch inregelen van processen lijkt mogelijk; een veehouder hoeft er dan nagenoeg niet naar om te kijken. | <ul style="list-style-type: none"> - Afstemming met gemeentes en waterschappen nodig; - Affakkelen methaan leidt tot zwavelgeur en mogelijke weerstand in de omgeving. |

**Dit zijn sterktes, zwaktes, kansen en bedreigingen zoals genoemd in de sectordialoog*

8: Monovergisting

| | |
|--------------|---|
| Beschrijving | <p>In het geval van monovergisting wordt de methaan die vrijkomt uit de mest benut voor duurzame energie. Bij vergisting van mest worden door middel van een anaeroob dissimilatieproces koolhydraten door micro-organismen omgezet. Wanneer mest wordt omgezet, ontstaat er methaan. Dit methaan wordt opgevangen en veelal omgezet net een warmtekrachtinstallatie naar (duurzame) elektriciteit. Het is overigens ook mogelijk om de biogas op te werken naar aardgaskwaliteit. Monovergisting is mogelijk op boerderijschaal en grootschaliger door de mest van meerdere bedrijfslocaties samen te brengen. Bij monovergisting wordt bij voorkeur de dierlijke mest dagelijks (of meerdere keren per dag) uit de stal verwijderd en via een pompput in de vergister gebracht.</p> |
|--------------|---|

| | |
|--|--|
| Reductiepotentieel | NH ₃ : ca. 10% van de emissie uit mest CH ₄ : 60-80% van de emissie uit mest |
| Situatie 2021 | De techniek is beschikbaar. |
| Tijdlijn | De techniek is beschikbaar. Bij pilots in het kader van bijv. de SBV-regeling kan vergisting een onderdeel zijn van het proces van mestbewerking. |
| Investering en kosten | Het is een forse investering per bedrijf. De jaarlijkse opbrengsten zouden hoger moeten zijn dan de kosten, daartoe moet de vergister dan wel jaarrond benut kunnen worden. |
| Inpasbaarheid | De techniek past goed bij bedrijven met dagontmesting die willen inzetten op verdere mestbewerking en productie van duurzame energie. Het is mogelijk om SDE++-subsidie te verkrijgen voor monovergisting, maar is moeilijk om te komen tot een rendabel systeem. Een groter dan gemiddelde bedrijfsomvang en/of samenwerking van meerdere locaties helpt om te komen tot een acceptabele businesscase. |
| Hoe kan implementatie gestimuleerd worden? | <ul style="list-style-type: none"> - Monovergisting wordt (in geringe mate) gestimuleerd via de SDE++-regeling. De vergoeding is primair een beloning voor biogas en/of duurzame elektriciteit, niet zozeer voor de methaanreductie. Om monovergisting te stimuleren is een hogere subsidie nodig, waarbij bijvoorbeeld wel een vergoeding wordt gegeven voor het beperken van methaan. - Samenwerking tussen bedrijven kan worden gestimuleerd. |

| * | Kansen | Risico |
|--------|---|--|
| Intern | Sterktes | Zwaktes |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Minder NH₃ emissie; - Minder CH₄ emissie; - Opwekking duurzame energie; - Goede optionele stap in bewerking van mest na dagontmesting. | <ul style="list-style-type: none"> - Varkensmest die niet dagvers is, levert potentieel weinig biogas; - Vakmanschap (kennis) vereist om vergister blijvend goed te laten functioneren; - Grote investering; - Het verdienmodel is zwak. |
| Extern | Kansen | Bedreigingen |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Aanpassen stimuleringsregeling SDE++ met extra beloning voor methaanreductie. | <ul style="list-style-type: none"> - Weerstand bij de omgeving (bij gezamenlijke vergister) tegen 'mestfabrieken'; - Weerstand bij vergunningverlening; - Fraudegevallen (of vermeende fraudegevallen) geven vergisting in het algemeen een slechte naam. Overigens speelt deze dreiging meer bij covergisting. |

**Dit zijn sterktes, zwaktes, kansen en bedreigingen zoals genoemd in de sectordialoog*

9: Aanzuren van de mest

| | |
|--|---|
| Beschrijving | Door het toevoegen van zuren wordt de pH van mest verlaagd. Dit wordt gezien als een kansrijke maatregel waarmee, afhankelijk van het zuur en de toegevoegde hoeveelheid, een reductie van de methaanemissie van 65% à 90% (van de emissie uit mest) bereikt kan worden. |
| Reductiepotentieel | NH ₃ : 40-65% van de emissie uit mest CH ₄ : 60-90% van de emissie uit mest |
| Situatie 2021 | De effecten van aanzuren zijn beschreven in verschillende wetenschappelijke publicaties en in Denemarken/Baltische staten (en in mindere mate Duitsland) is er veel praktijkervaring met het aanzuren van mest. Potentiële belemmeringen voor implementatie in Nederland zijn corrosiegevaar, overschot S-bemesting, veiligheid i.v.m. mogelijk H ₂ S vorming. |
| Tijddijn | Eind 2021 is een publicatie voorzien met een overzicht van de stand van zaken van deze techniek, de aard van de mogelijke belemmeringen voor toepassing in Nederland, en mogelijke ontwikkelrichtingen om die belemmeringen weg te nemen. Per eind 2021/begin 2022 kan worden gezien in hoeverre het nuttig is pilots/demo's te starten. Een mogelijkheid kan ook zijn om alleen een pilot op te starten om de dunne fractie aan te zuren. |
| Investering en kosten | Bij nieuwbouw zijn de kosten beperkt. Bij bestaande mestopslagen is het de vraag of het materiaal tegen het zuur kan. Aanzuren betekent wel continue kosten voor de aankoop en toevoegen van zuur. |
| Inpasbaarheid | Aanzuren kan waarschijnlijk niet altijd. Beton in bestaande kelders kan worden aangetast. Bij nieuwe stallen kan voor materiaal gekozen worden dat niet wordt aangetast. |
| Hoe kan implementatie gestimuleerd worden? | Afrekenen op werkelijke emissies en bereiken doelen. |

| * | Kansen | Risico |
|--------|---|--|
| Intern | Sterktes | Zwaktes |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Minder NH₃ emissie; - Minder CH₄ emissie; - Het aanzuren van mest zorgt ook voor minder emissies bij mestaanwending; - Mogelijk hoeft alleen de dunne fractie te worden aangezuurd; - Mogelijk kan door batchgewijs te werken het veiligheidsrisico worden beperkt. | <ul style="list-style-type: none"> - Aanzuren kan waarschijnlijk niet altijd. Beton kan worden aangetast; - Onduidelijk wat het effect op bodem(leven) is; - Werken met sterke zuren kan gevaarlijk zijn; - Aanvoer van (veel) zuur op bedrijfsniveau. |
| Extern | Kansen | Bedreigingen |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Als het werkt en de risico's zijn beperkt, lijkt de Taskforce Stallen bereid het op te pakken. | <ul style="list-style-type: none"> - Imago varkenshouderij (gevolgen/risico's werken met zuur voor bodem/dieren/mensen) |

**Dit zijn sterktes, zwaktes, kansen en bedreigingen zoals genoemd in de sectordialoog*

10: Mestadditieven

| | |
|--|---|
| Beschrijving | In Nederland voegen verschillende veehouders een aantal middelen aan mest toe. Veel middelen worden gebruikt om de verpompbaarheid van de mest te verbeteren, of de geur te reduceren. Daarnaast worden er bij verschillende middelen ook claims gedaan over het effect op ammoniak-emissie en methaanemissie, maar daarvan is vaak het werkingsprincipe onbekend of het daadwerkelijke effect nog niet aangetoond. |
| Reductiepotentieel | NH ₃ : ↓? % van de emissie uit mest CH ₄ : ↓? % van de emissie uit mest |
| Situatie 2021 | In 2021 is door WLR in samenwerking met Monteny Milieu Advies, MEET-ID, en het CLM Onderzoek en Advies BV een eenvoudige pottenproef ontwikkeld om de werking van mestadditieven te toetsen. |
| Tijdlijn | Per 2021/2022 worden een beperkt aantal mestadditieven onderzocht via de ontwikkelde pottenproef. Een mogelijkheid is om periodiek (met financiering van leveranciers) claims te laten onderzoeken. Bij bewezen positieve resultaten in de pottenproef is nodig om via het praktijknetwerk/pilots/demo's de mestadditieven in de praktijk te testen. |
| Investering en kosten | Geen investering nodig, maar er zijn naar verwachting wel hoge jaarlijkse kosten voor aanschaf additieven |
| Inpasbaarheid | Goed |
| Hoe kan implementatie gestimuleerd worden? | <ul style="list-style-type: none"> - Onderbouwing (bewijs) voor reductie en bijkomende voordelen; - Organiseren van een beloning voor emissiereductie; - Vergoeding voor de aanschaf van mestadditieven. |

| * | Kansen | Risico |
|--------|--|--|
| Intern | Sterktes | Zwaktes |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Mogelijk minder NH₃ emissie; - Mogelijk minder CH₄ emissie; - Mogelijk bijkomende voordelen t.a.v. verpompbaarheid mest en geur. | <ul style="list-style-type: none"> - Werking mestadditieven is in sommige gevallen bewezen, maar er is vaak veel middel nodig; - Kostprijsverhoging door aankoop additieven, daardoor weinig interesse onder varkenshouders. |
| Extern | Kansen | Bedreigingen |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Mogelijk dat er ook minder emissies optreden bij mestaanwending. | <ul style="list-style-type: none"> - Aanbod van middelen die geen bewezen reductie hebben. |

**Dit zijn sterktes, zwaktes, kansen en bedreigingen zoals genoemd in de sectorialoog*

11: Verlaging eiwit

| | |
|--|--|
| Beschrijving | Bij een overmaat aan eiwit in het rantsoen gaat dit verloren in de vorm van ureum. Door het verlagen van het eiwitgehalte daalt de ureum uitscheiding via de urine en daardoor de ammoniakvorming. |
| Reductiepotentieel | NH ₃ : 10/20/30% (bij 10, 20, 30 gram / kg voer eiwitreductie) CH ₄ : nihil |
| Situatie 2021 | Verlaging eiwitgehalte is opgenomen op de RAV lijst. |
| Tijdlijn | Wordt al toegepast. Voornamelijk bij vleesvarkens. In Vlaanderen is net een nieuw convenant ingegaan tussen sector en overheid, mogelijk kan voor Nederland dit ook worden besproken. |
| Investering en kosten | Meestal kostenverlagend. |
| Inpasbaarheid | Goed inpasbaar |
| Hoe kan implementatie gestimuleerd worden? | <ul style="list-style-type: none"> - Economisch interessant maken door te belonen voor emissiereductie; - Indien een rekenmodel het voordeel in de bedrijfsvoering aantoont, dan werkt dat mogelijk nog beter; - Kennisdelen over voor- en nadelen. |

| * | Kansen | Risico |
|--------|--|---|
| Intern | Sterktes | Zwaktes |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Minder NH₃ emissie; - Inpasbaar in alle stalsystemen; - Snel toepasbaar; - Risico's zijn beheersbaar doordat bijsturen (of stoppen) mogelijk is; - Weinig kosten. | <ul style="list-style-type: none"> - Geen effect op de CH₄-emissie; - Eiwit is duur, daarom wordt het optimum al gezocht. Hoeveel reductie is nog te behalen? - Niet toepasbaar bij zeugen; - Vraagt om een integrale invalshoek (N-efficiëntie op bedrijfsniveau) anders geen draagvlak bij varkenshouder; - Vraagt zorgvuldigheid: de voedingsbehoefte van het varken moet gedekt zijn; - Kans op lager technische resultaat (lagere opbrengsten) met hogere uitstoot tot gevolg omdat dieren meer voer nodig hebben om hetzelfde resultaat te halen; - Risico op gezondheidsproblemen. |

| Extern | Kansen | Bedreigingen |
|--------|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> - Mogelijk te combineren met maatschappelijk discussie over import voer / soja; - Mogelijk te combineren met benutten reststromen humane voedselketen; - Vraagt nader onderzoek naar bepaalde aminozuurpatronen en eiwitten die uitstoot veroorzaken (vindt ook al plaats); - Nader onderzoek naar eiwitcomponenten die een hoge verteerbaarheid hebben (met andere zeef malen); - Indien aangetoond is dat er mogelijkheden liggen en het bedrijfsresultaat verbeterd, zullen veehouders/adviseurs snel volgen. | <ul style="list-style-type: none"> - Minder eiwit voeren is mogelijk lastig te combineren met het benutten van reststromen voor de productie van veevoer; - Genetische potentie van vleesvarkens stijgt nog steeds. Bij het vastleggen van normen loop je het risico dat daar geen rekening mee wordt gehouden, met welzijnsproblemen tot gevolg; - Aandacht voor wettelijke belemmeringen voor toepassing synthetische aminozuren. |

**Dit zijn sterktes, zwaktes, kansen en bedreigingen zoals genoemd in de sectordialog*

12: Benzoëzuur

| | |
|--|--|
| Beschrijving | Benzoëzuur kan in een concentratie van 0,5-1,0% worden gevoerd. Door zuurdere urine heeft benzoëzuur een remmende werking op de vorming van ammoniak. Verder zou het een positieve werking kunnen hebben op de voederconversie en op reductie van methaan. |
| Reductiepotentieel | NH ₃ : 16% (bij biggen 8%) CH ₄ : 3-5%? |
| Situatie 2021 | Benzoëzuur is opgenomen op de RAV-lijst. Onbekend of onderzoek wordt gedaan naar de daadwerkelijke methaanreductie (onderzoek uit 2008 van Aarnink <i>et al</i> leverde geen significante methaanreductie op). |
| Tijdlijn | Het is een mogelijkheid om komende jaren in te zetten op onderzoek naar de emissiereductie in de praktijk. Het zou een suggestie kunnen zijn om ook natriumbenzoaat te betrekken. Dit heeft een vergelijkbare werking en dan krijgen veehouders keuze in middel en aanbieder. |
| Investing en kosten | Kostenverhogend |
| Inpasbaarheid | Goed inpasbaar. Wordt vrijwel uitsluitend bij zeugen toegepast (vanwege effect op darmgezondheid - terugverdientijd) en niet bij vleesvarkens. |
| Hoe kan implementatie gestimuleerd worden? | <ul style="list-style-type: none"> - Economisch interessant maken door te belonen voor emissiereductie; - Inzicht in bewezen reductie en andere voordelen. |

| * | Kansen | Risico |
|--------|---|--|
| Intern | Sterktes | Zwaktes |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Reductie NH₃-emissie; - Inpasbaar in alle stalsystemen; - Eenvoudig; - Weinig risico voor veehouder; je kan er ook weer mee stoppen (daardoor een lage drempel); - Mogelijk betere darmgezondheid en een betere voederconversie; - Lage initiële investering. | <ul style="list-style-type: none"> - Vraagtekens bij de werking voor CH₄; - Zuur milieu vertraagt het vrijkomen van ammoniak. Wanneer plassen urine op de stalvloer te lang blijven liggen zal het effect nihil zijn; - Gevolgen dierenwelzijn en diergezondheid? Er zitten grenzen aan het verlagen van voederconversie; - Op dit moment is er maar één aanbieder; - Sterk kostenverhogend. |
| Extern | Kansen | Bedreigingen |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Nader onderzoek naar additieven in relatie tot emissies; - Nader onderzoek naar fermentatie in relatie tot emissies. | <ul style="list-style-type: none"> - Imago varkenshouderij: je voert een dier een additief met een ander doel dan voedselvoorziening. |

**Dit zijn sterktes, zwaktes, kansen en bedreigingen zoals genoemd in de sectorialoog*

13: Beïnvloeden microbiom varken

| | |
|-----------------------|--|
| Beschrijving | <p>De meeste methaan in de varkenshouderij ontstaat uit de mestopslag. Desondanks ontstaat een beperkt gedeelte in de dieren zelf (in de darmen). De emissie van ieder varken is, net als bij mensen of koeien, verschillend.</p> <p>Onduidelijk is in hoeverre het microbiom een rol speelt en in hoeverre het microbiom van een varken stuurbaar is om methaanvorming te voorkomen. Dat laatste zou kunnen door een gerichte voeding tijdens de opfokperiode. Tevens zou het kunnen dat het functioneren van het microbiom gedeeltelijk genetisch bepaald wordt.</p> |
| Reductiepotentieel | <p>NH₃: nihil</p> <p>CH₄: De uitstoot per dierplaats per jaar is ongeveer 2 kg methaan. Via het microbiom is dit dus potentieel te reduceren.</p> |
| Situatie 2021 | Er is nog beperkt aandacht geweest in het onderzoek voor het microbiom. |
| Tijdlijn | Mogelijkheid is om een verkennende literatuurstudie te laten uitvoeren in samenwerking met de sector (o.a. veevoersektor). |
| Investering en kosten | Er is nog geen maatregel, maar potentieel zijn de kosten heel laag of nihil. |

| | |
|--|--|
| Inpasbaarheid | Er is nog geen maatregel, maar potentieel is de inpasbaarheid zeer goed. |
| Hoe kan implementatie gestimuleerd worden? | Eerst kennisontwikkeling t.a.v. de potentie van deze mogelijkheid. |

| * | Kansen | Risico |
|--------|---|--|
| Intern | Sterktes | Zwaktes |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Minder CH₄ emissie; - Inpasbaar in alle stalsystemen; - Heeft interesse van varkenshouders; - Wellicht koppeling met betere diergezondheid - Wellicht weinig kosten. | <ul style="list-style-type: none"> - Waarschijnlijk geen effect op de NH₃-emissie; - De methaanemissie van een varken is 'klein bier' ten opzichte van de emissie uit de mestopslag of bijvoorbeeld runderen; - Nog weinig kennis beschikbaar; - De vraag is of het beïnvloeden van microbiom een persistente oplossing is. |
| Extern | Kansen | Bedreigingen |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Mogelijk meeliften op kennisontwikkeling melkveehouderij. | <ul style="list-style-type: none"> - Bij beperkte middelen is het, gezien het aandeel van de emissie, de vraag of onderzoeksgelden hiervoor ingezet worden; - Moet door markt geaccepteerd worden (geen negatieve framing). |

**Dit zijn sterktes, zwaktes, kansen en bedreigingen zoals genoemd in de sectorialoog*

14: Fokkerij

| | |
|-----------------------|---|
| Beschrijving | De meeste methaan in de varkenshouderij ontstaat uit de mestopslag. Desondanks ontstaat een beperkt gedeelte in de dieren zelf (in de darmen). Mogelijk speelt het microbiom van het varken hier een rol bij en is deze ook via fokkerij te beïnvloeden. De emissie van ieder varken verschilt. Door een gerichte fokkerij is (op termijn) mogelijk een veestapel te fokken met minder emissie uit het dier zelf. |
| Reductiepotentieel | NH ₃ : nihil CH ₄ : De uitstoot per dierplaats per jaar is ongeveer 2 kg methaan. Als de vergelijking met de mens opgaat, is het reductiepotentieel 100% |
| Situatie 2021 | Er is nog beperkt aandacht geweest voor fokkerijmogelijkheden in relatie tot methaan en/of ammoniak |
| Tijdlijn | Mogelijkheid is om een verkennende literatuurstudie te laten uitvoeren in samenwerking met de sector (o.a. fokkerijorganisaties). |
| Investering en kosten | Er is nog geen maatregel, maar potentieel zijn de kosten heel laag of nihil. |

| | |
|--|--|
| Inpasbaarheid | Er is nog geen maatregel, maar potentieel is de inpasbaarheid zeer goed. |
| Hoe kan implementatie gestimuleerd worden? | Er is nog geen maatregel. Implementatie dient in nauw overleg met fokkerijorganisaties plaats te vinden. |

| * | Kansen | Risico |
|--------|---|--|
| Intern | Sterktes | Zwaktes |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Minder CH₄ emissie; - Inpasbaar in alle stalsystemen; - Heeft interesse van varkenshouders; - Fokkerij werkt geleidelijk, maar wel met blijvend en cumulatief effect; - De genetische vooruitgang heeft al tot reductie per varken geleid (minder dieren nodig voor meer productie); meer efficiëntie is haalbaar. | <ul style="list-style-type: none"> - Geen effect op de NH₃-emissie; - De methaanemissie van een varken is 'klein bier' ten opzichte van de emissie uit de mestopslag of bijvoorbeeld runderen; - Kennis ontbreekt; in hoeverre gaat dit bijv. ten kosten van andere genetische doelen of zijn er neveneffecten? - Duurt lang. |
| Extern | Kansen | Bedreigingen |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Betrekken fokkerij-organisaties; - Mogelijk kan er ook gefokt worden op een varken dat beter past in een emissiearme huisvesting | <ul style="list-style-type: none"> - Fokkerij richt zich op een wereldwijde aanpak – mogelijk minder interesse? Is er een internationale businesscase? - De mogelijkheden voor gentech zijn in Amerika ruimer; dat beperkt de mogelijkheden om fokkerij-organisaties te interesseren in NL. |

**Dit zijn sterktes, zwaktes, kansen en bedreigingen zoals genoemd in de sectordialog*

5 **Constateringen en aanbevelingen voor vervolg**

Dit rapport geeft een overzicht van oplossingsrichtingen voor emissiereductie van ammoniak en methaan in de melkvee- en varkenshouderij. Daarbij is vooral aandacht besteed aan de beschrijvingen en de stand van zaken en zijn er overzichten opgesteld van sterktes, zwaktes, kansen en bedreigingen van de oplossingsrichtingen door middel van SWOT-analyses. In de gesprekken zijn veel opmerkingen gemaakt die niet zijn opgenomen in deze beschrijvingen. We hebben deze opmerkingen opgenomen in dit hoofdstuk.

Constateringen op basis van de uitgevoerde inventarisatie:

- Voer- en dieroplossingen vereisen meestal minder investeringen door de veehouder dan staloplossingen. In sommige gevallen kunnen de voer- en dieroplossingen ook gepaard gaan met een efficiëntere bedrijfsvoering en betere verdiensten.
- Een aantal geïnterviewden heeft bedenkingen bij investeringen en kosten voor het implementeren van stal- en mestopslagtechnieken. De geïnterviewden zijn in feite bang voor een zogenaamde 'lock in', waarbij veehouders door gedane investeringen niet meer kunnen anticiperen op toekomstige veranderingen en/of maatschappelijke uitdagingen. De investeringen zouden zorgen voor een meer kapitaalintensieve bedrijfsvoering en mogelijk schaalvergroting in de hand kunnen werken.
- Een veehouder zal in de praktijk altijd kiezen voor een combinatie van maatregelen om zijn/haar bedrijf emissiearm te maken. De keuze hangt onder meer af van de affiniteit van de veehouder met de maatregelen, de bedrijfskenmerken, de investeringsruimte, de ruimte in vergunningen en het vakmanschap van de veehouder.
- Bij de beschikbare emissiearme stalsystemen is er veelal een combinatie van oplossingsrichtingen, of beter principes, gehanteerd om de ammoniakemissie te reduceren. Bij de keuze in oplossingsrichtingen is meestal nog geen rekening gehouden met de reductie van methaan.
- Tijdens interviews komt in sommige gevallen naar voren dat er behoefte is aan de ontwikkeling aan een bepaalde context en/of bepaalde prikkels waarbij het loont om emissies te reduceren. Daarbij wordt bijvoorbeeld gedacht aan het organiseren van een vergunningstelsel op basis van doelvoorschriften en individuele afrekenbaarheid op basis van rekenmodellen en/of het meten van werkelijke emissies.

Aanbevelingen voor het programma Integraal Aanpakken:

- Op het gebied van onderzoek naar emissiereductie in de melkveehouderij wordt (terecht) nadrukkelijk gekeken naar voer- en dieroplossingsrichtingen. Dergelijke oplossingen zijn kansrijk, omdat er vaak geen grote investeringen nodig zijn en de veehouder geld kunnen opleveren. Het advies is om binnen Integraal Aanpakken sterk te blijven inzetten op voer- en dieroplossingen.
- Binnen het programma Integraal Aanpakken wordt op dit moment nog beperkt gekeken naar voer- en dieroplossingen in de varkenshouderij. Aanbeveling is om ook voor de varkenshouderij te verkennen wat het 'voer- en dierspoot' kan bijdragen aan emissiereductie. Mogelijk kan gestart worden met een verkennende studie die vervolgens met voer- en fokkerijexperts wordt besproken. Vervolgens kan worden bezien of en welk vervolgonderzoek gewenst is.
- Uit de SWOT-analyses kan worden opgemaakt dat het implementeren van oplossingsrichtingen gericht op emissiereductie voor een belangrijk deel afhankelijk is van factoren waar de individuele veehouder zelf geen invloed op heeft. Dit heeft met name betrekking op wet- en regelgeving, vergunningvoorschriften, beleidsvoornemens, imago en tijdspaden die in principe bepalen of een techniek en/of managementmaatregel wel of niet toepasbaar is op het bedrijf van de veehouder. Aanbeveling is om meer naar de belemmeringen te kijken en te bezien hoe positieve prikkels voor praktijkimplementatie georganiseerd kunnen worden.
- Het programma Integraal Aanpakken kan bijdragen aan de transitie naar doelvoorschriften en het meten van daadwerkelijke emissies. Een aantal geïnterviewde veehouders en sectorvertegenwoordigers pleiten hiervoor. Daarnaast kunnen ook op de korte termijn trajecten worden ingezet om prikkels te organiseren en belemmeringen weg te nemen, zodat veehouders met oplossingen aan de gang gaan.
- Veel oplossingsrichtingen vereisen ten behoeve van de toekomstige praktijkimplementatie een soort optimalisatiestap. Dat betekent dat een oplossing wordt gestandaardiseerd zodat toepassing door andere veehouders mogelijk is. Het is van belang om het Netwerk Praktijkbedrijven (melkvee) te benutten om onderzoekers en melkveehouders met elkaar hiermee ervaring te laten opdoen en oplossingen praktijkrijp te maken.
- Er is meer structuur te brengen in de optimalisatie van en dialoog over oplossingsrichtingen voor de varkenshouderij door ook een blijvende samenwerking tussen onderzoekers en veehouders op te zetten. Partijen in de varkenssector zouden initiatief kunnen nemen en bestaande regelingen van het ministerie van LNV kunnen benutten om een blijvende samenwerking en netwerk op te zetten.

Mogelijk is er een rol voor de Taskforce Versnelling implementatie innovatie stalsystemen en de kwartiermaker innovatiegezant.

- Een overzicht van oplossingsrichtingen voor emissiereductie is belangrijk. De vraag is vervolgens welke van deze oplossingen passen bij de maatschappelijke wensen t.a.v. de veehouderij van de toekomst. Het is aan te bevelen om meer te gaan werken vanuit een heldere visie: hoe ziet de veehouderij van de toekomst er uit? Als dit beeld duidelijker is, kan beter worden geanalyseerd welke oplossingsrichtingen passend zijn en welke hiaten er nog zijn. Tevens kan hiermee worden voorkomen dat veehouders investeren in oplossingen op het gebied van stal- en mestsystemen die achteraf als minder wenselijk worden ervaren.
- Aanbeveling is om meer metingen te doen bij veehouderijbedrijven met afwijkende rantsoenen en/of stal- en mestsystemen. Dus bijvoorbeeld meer metingen bij biologische bedrijven en/of stallen met strosystemen. Door hier data over te verzamelen en vervolgens met elkaar te bespreken kunnen mogelijk nieuwe inzichten worden verkregen om emissies te reduceren.
- Tot slot is het van belang om de integrale benadering te behouden. In diepte-interviews en de dialogen komt naar voren dat het van belang is om te kiezen voor oplossingen die emissies op het gehele bedrijf verminderen en anderzijds niet leiden tot problemen met andere duurzaamheidsdoelstellingen.

Bijlage 1, groslijst mogelijke maatregelen, technieken en oplossingen melkvee

Onderstaande informatie is een samenvatting van een uitgebreider document:

| | Reductie NH3 | Reductie CH4 | Status | kosten | draagvlak |
|---|--------------|---------------------------|---|---|-----------------|
| Voespoor (en mest) | | | | | |
| Nieuw nl-weiden | ↓ | ↓ | RAV codes voor beweiden. Heeft betrekking op effect in stal bij 720uur weiden | dalen, 5-10% minder dan kuilgras (arbeid) | Goed |
| Meer weidegang | 10-15% | ? | RAV codes voor beweiden. Heeft betrekking op effect in stal bij 720uur weiden | dalen, 5-10 cent minder dan kuilgras (arbeid) | Goed |
| Bemestinggras ert maaimoment | ↓ | 0% | Toepasbaar, geen code | Meestal nihil | Aandachtspunt |
| Gras eerder maaien | ↑ | ↓ | Toepasbaar, geen code | beperkt (maaikosten) | Goed |
| Kuil zuurstofvrij, kleine deeltjes, pH verlagng | 0% | ↓ | Toepasbaar, geen code | nihil | Redelijk |
| Minder kuilgras, meer energie- of vetrijke producten (mais, biet, aardappel, bierborstel) | 5-15% | ↓ | Toepasbaar, geen code | beperkt | Aandachtspunt |
| Verlagen ruw eiwitgehalte in rantsoen | 10-20% | 0% | Toepasbaar, geen code | nihil | Neutraal |
| Combi bierborstel en koolzaadschroot | 0% | ↓ | Toepasbaar, geen code | beperkt | Neutraal |
| Vers gras ipv kuil | ↑ | ↓ | Toepasbaar, geen code | nihil/beperkt | Neutraal |
| Optimalisatie eiwit in rantsoen | 5-15% | 0% | Toepasbaar, geen code | voordelig | Aandachtspunt |
| Vet toevoegen | ↓ | 5-10% | Toepasbaar, geen code | beperkt | Aandachtspunt |
| Behandeld lijnzaad | 0% | 5-10% | Toepasbaar, geen code | hoog (paar kg per dag) | Aandachtspunt |
| 3-NOP (bovaer) | 0% | 20-25% | Toepasbaar, geen code | hoog? | Aandachtspunt |
| Nitrat (SilvAir) | ↑ | 10% (bij 1% DS rantsopen) | Toepasbaar, geen code | hoog? | Aandachtspunt |
| Voeradditief Mootral (=knoflook- en citrusextract) | 0% | 0% | Bewezen | hoog? | Aandachtspunt |
| Optimaliseren voerstrategie (diverse natuurlijke oplossingen) | 0-15% | 0-15% | Onderzoek | voordelig | Goed |
| Extracten uit plantaardige producten | 0% | 0%? | Bewezen | beperkt | Neutraal/goed |
| Zeewier (bromofom) | 0% | ↓ | Toepasbaar, geen code | hoog? | Aandachtspunt |
| Zeewier (niet bromofom) | 0% | 0% | Bewezen | hoog? | Aandachtspunt |
| Zeewier (microalgen) | 0% | 0% | Bewezen | hoog? | Aandachtspunt |
| Meer grasklaver in de wei | ↑ | ↓ | Toepasbaar, geen code | nihil | Goed |
| Dierspoor | | | | | |
| Fok op weinig methaan | 0% | 1%/jaar | Toepasbaar, geen code | nihil | Redelijk / goed |
| Fok op efficiënter stikstofopname (melkureum) | ↓ | 0% | Bewezen | nihil | Redelijk / goed |
| Fok op microbioom | 0% | 5% | Onderzoek | nihil | Redelijk / goed |
| Ingrijpen in microbioom | 0% | 25% | Onderzoek | beperkt? | Redelijk |
| Fok op doormelken/duurmelken | 0% | ↓ | Toepasbaar, geen code | nihil | Aandachtspunt |
| Fok op diergezondheid (minder uitval) | 0% | ↓ | Toepasbaar, geen code | voordelig | Redelijk |
| Minder jongveeopfok/ langere levensduur | ↓ | ↓ | Toepasbaar, geen code | voordelig | Redelijk |
| Verbeteren diergezondheid | ↓ | ↓ | Toepasbaar, geen code | voordelig | Goed |
| Op tijd kalveren | ↓ | ↓ | Toepasbaar, geen code | nihil | Goed |
| Vaccin (onderzoek in Nieuw Zeeland) | 0% | ↓ | Onderzoek | beperkt? | Aandachtspunt |
| Jongvee weiden | ↓ | ↓? | Toepasbaar, geen code | beperkt | Redelijk |
| Neusmaskers ZELP | ↓ | ↓? | Hypothese | beperkt | Aandachtspunt |



| | Reductie NH3 | Reductie CH4 | Status | kosten | draagvlak |
|--|--------------|--------------|---------------------------|--------------------|--------------------------|
| Stalsystemen | | | | | |
| Grupstal met emitterend opp per koe max 1,2 m ² (groenlabel) | 56% | 0% | RAV A1.1 | hoger dan gangbaar | Nauwelijks nog toegepast |
| Loopstal met hellende vloeren giergoot/roostervloer en spoelen | 22% | 0% | RAV A1.2 | hoger dan gangbaar | Nauwelijks nog toegepast |
| Loopstal met hellende vloeren spoelen; max besmeurd opp. 3,0 m ² per koe | 22% | 0% | RAV A1.3 | hoger dan gangbaar | Nauwelijks nog toegepast |
| Loopstal met hellende vloeren spoelen; max. 3,75 m ² mestbesmeurd opp. per koe | 29% | 0% | RAV A1.4 | hoger dan gangbaar | Nauwelijks nog toegepast |
| Loopstal met sleufvloer en mestschuif | 9% | 0% | RAV A1.5 | hoger dan gangbaar | Neutraal |
| Loopstal met dichte hellende vloer, met profilering, snelle gierafvoer met mestschuif | 15% | 0% | RAV A1.6 | hoger dan gangbaar | Neutraal |
| Loopstal met dichte hellende vloer, rubbertoplaag, snelle gierafvoer met mestschuif | 15% | 0% | RAV A1.7 | hoger dan gangbaar | Neutraal |
| Loopstal met sleufvloer met noppen en mestschuif | 15% | 0% | RAV A1.8 | hoger dan gangbaar | Neutraal |
| Loopstal met roosters met een bolle rubber toplaag, met mestschuif (Groene Vlag) | 46% | 0% | RAV A1.10 | hoger dan gangbaar | Neutraal |
| Loopstal met roostervloer met cassettes in roosterspleten en mestschuif (Eco Vloer) | 54% | 0% | RAV A1.13 | hoger dan gangbaar | Neutraal |
| Loopstal met geprofileerde vlakke vloer met hellende sleuven, regelmatige mestafstorten voorzien van afdichtflappen, met mestschuif (Welzijnsvloer W4 en Profielvloer C6) | 46% | 0% | RAV A1.14 | hoger dan gangbaar | Neutraal |
| Loopstal met V-vormige vloer met gierafvoerbuis en mestschuif (Welzijnsvloer W5) | 38% | 0% | RAV A1.18 | hoger dan gangbaar | Neutraal |
| Loopstal met roostervloer met hellende groeven of hellend gelegd, voorzien van afdichtkleppen in roosterspleten en | 15% | 0% | RAV A1.19 | hoger dan gangbaar | Neutraal |
| loopstal met vlakke vloerplaten met tegelprofiel, hellende sleuven en regelmatige mestafstorten voorzien van afdichtflappen of -kleppen en mestschuif (Qwinpro en | 46% | 0% | RAV A1.21 | hoger dan gangbaar | Neutraal |
| loopstal met sleufvloer en mestschuif en in de doorsteeken, wachtruimte en doorlopen een roostervloer met bolle rubber toplaag voorzien van afdichtflappen in de roosterspleten | 15% | 0% | RAV A1.22 | hoger dan gangbaar | Neutraal |
| Loopstal met geprofileerde vloerplaten met sterk hellende langsleuven met urine afvoergat en hellende dwarsgroeven, aangesloten gelegd of gescheiden door mestafstorten voorzien van afdichtkleppen, met mestschuif (Patent Comfort Vloer) | 54% | 0% | RAV A1.23 | hoger dan gangbaar | Neutraal |
| Loopstal met vloer met sterk hellende langsleuven, de vloerplaten aaneengesloten gelegd of gescheiden door mestafstorten voorzien van afdichtflappen, met mestschuif | 46% | 0% | RAV A1.24 | hoger dan gangbaar | Neutraal |
| Loopstal met hellende V-vormige vloer, voorzien van geprofileerde rubber matten, met centrale giergoot en | 38% | 0% | RAV A1.26 | hoger dan gangbaar | Neutraal |
| loopstal met roostervloer met hellende groeven of hellend gelegd voorzien van afdichtkleppen in de roosterspleten, met mestschuif en vernevel systeem | 38% | 0% | RAV A1.27 | hoger dan gangbaar | Neutraal |
| Loopstal met roostervloer, voorzien van rubber matten en composiet nokken met een hellend profiel, kunststofcassettes met kleppen in de roosterspleten en met mestschuif (Proflex Meadowvloer) | 54% | 0% | RAV A1.28 | hoger dan gangbaar | Neutraal |
| Loopstal met roosters en bolle rubber matten, met mestschuif | 38% | 0% | RAV A1.30 | hoger dan gangbaar | Neutraal |
| Loopstal met sleufvloer en dichte hellende vloer met geprofileerde rubbertegels, met mestschuif | 38% | 0% | voorlopige RAV code A1.31 | hoger dan gangbaar | Neutraal |
| Loopstal met vlakke betonnen vloerplaten met sleuven, voorzien van profiel met 1% hellende groeven richting een centrale giergoot met giergaten en mestverwijdering | 30% | 0% | voorlopige RAV code A1.32 | hoger dan gangbaar | Neutraal |
| Loopstal met vlakke vloer, voorzien van rubberen sleufvloer met 3% hellende langsleuven en geprofileerd rubber (hellende V-vorm) met groeven en nopjes tussen de langsleuven, met | 45% | 0% | voorlopige RAV code A1.33 | hoger dan gangbaar | Neutraal |
| loopstal met dichte gegroefde vloer met rubber matten met een hellend profiel, aangebrachte composietnokken met vinger mestschuif | 31% | 0% | voorlopige RAV code A1.34 | hoger dan gangbaar | Neutraal |
| Loopstal met vlakke vloer voorzien van rubberen sleufvloer, met vlakke langsleuven en geprofileerd rubber (hellende V-vorm) met groeven en nopjes tussen de langsleuven, met | 36% | 0% | voorlopige RAV code A1.35 | hoger dan gangbaar | Neutraal |
| Koetloilet | 35% | 0-2% | voorlopige RAV code A1.36 | hoger dan gangbaar | Neutraal |
| Lely Sphere (bronscheiding via vloer, stripper) | 70%? | 0%? | Onderzoek | hoger dan gangbaar | Neutraal |
| JOZ-N kraker met roosters (bronscheiding via vloer, stripper) | 62%? | 50%? | Onderzoek | hoger dan gangbaar | Neutraal |
| Natuurindusieve kringloopstal (stal met stro, bronscheiding) | 50%? | 50%? | Onderzoek | hoger dan gangbaar | Neutraal |
| Koncept in 2.0 (bronscheiding via vloer, stripper) | >60%? | >50%? | Onderzoek | hoger dan gangbaar | Neutraal |



| | Reductie NH3 | Reductie CH4 | Status | kosten | draagvlak |
|---|----------------------|----------------------|---------------------------------|---------------|---------------|
| Technieken (mestbewerking, mestopslag en stallen) | t.a.v. opslag | t.a.v. opslag | | | |
| Methaanoxidatie buitenopslag Fakkel | ca. 90% uit mest | 98% uit mest | Toepasbaar, geen code | beperkt | Aandachtspunt |
| Methaanoxidatie buitenopslag Biofilter (omvang belangrijk ivm capaciteit / verblijftijd) | ca. 90% uit mest | ca. 80% uit mest | Toepasbaar, geen code | middel | Neutraal |
| Methaanoxidatie buitenopslag veldfilter (omvang belangrijk ivm capaciteit / verblijftijd) | ca. 90% uit mest | ca. 70% uit mest | Toepasbaar, geen code | beperkt/nihil | Neutraal |
| Methaanoxidatie kelder: veldfilter (omvang belangrijk ivm capaciteit / verblijftijd) | ca. 90% uit mest | ca. 70% uit mest | Hypothese | beperkt | Neutraal |
| Methaanoxidatie kelder: biofilter (omvang belangrijk ivm capaciteit / verblijftijd) | ca. 90% uit mest | ca. 70% uit mest | Hypothese | beperkt | Neutraal |
| Methaanoxidatie lucht in de stal: biofilter (omvang belangrijk ivm capaciteit / verblijftijd) | ca. 90% uit mest | ca. 70% uit mest | Idee / luchtballon | hoog | Neutraal |
| Dagontmesting + nageschakelde techniek | hoog | techniek | Toepasbaar, geen code | middel | Neutraal |
| Buitenopslag t.o.v. kelder | ca. 80-90% uit mest | 20-40% uit mest | Toepasbaar, geen code | laag | Neutraal |
| Bewerking tot hoogwaardige stoffen | ↓? | ↓? | Toepasbaar, geen code | middel | Neutraal |
| Drijfmest indampen en ammoniakstripper | ca. 60% uit mest | ca. 90% uit mest | Toepasbaar, geen code | middel | Neutraal |
| Vergisten (mono) | 11% uit mest | 60-80% uit mest | Toepasbaar, geen code | middel | Neutraal |
| Composteren vaste mest | hoger? | ↓ | Hypothese | middel | Neutraal |
| Bokashi maken van mest | ↓? | ↓? | Hypothese | middel | Goed |
| Aanzuren drijfmest | 40-65% uit mest | 50-85% uit mest | Hypothese | hoog | Aandachtspunt |
| Aanzuren dunne fractie of urine | 40-65% uit mest | 50-85% uit mest | Hypothese | middel | Aandachtspunt |
| Additieven aan mest toevoegen | ?? | ?? | Hypothese | hoog | Neutraal |
| Mestadditiëf Nedmag (magnesiumchloride) | ↓? | 0%? | Labschaal bewezen | hoog | Neutraal |
| Kleimineralen als mestadditiëf | ↓? | 0% | Hypothese | hoog | Neutraal |
| Mixen met lucht | 0% | 30% | Bewezen | middel | Neutraal/goed |
| Mestopraaprobat (feces uit (an)org bodemoprapen) | 0%/ ↓? | 0%/ ↓? | Toepasbaar, geen code | middel | Neutraal |
| Gescheiden opslag feces/dikke fractie | 0%/ ↓? | 0%/ ↓? | Toepasbaar, geen code | middel | Neutraal |
| Gescheiden opslag urine/dunne fractie | 0%/ ↓? | 0%/ ↓? | Toepasbaar, geen code | middel | Neutraal |
| Mestkelder schoonmaken | 0% | ↓? | Hypothese | middel? | Neutraal |
| Scheiding op vloer: beton/asfalt/rubber | 40% | 0%/ ↓? | RAV-code | middel | Neutraal |
| Scheiding op de vloer: doorlaatbare tegels | 40% | 0%/ ↓? | RAV-code | middel | Neutraal |
| Scheiding via sleufvloer met schuif (gaatjes taps) | 15-40% | 0%? | RAV-code | middel | Neutraal |
| Luchtwassers | 40-45%? | 0% | voorlopig van RAV lijst gehaald | middel | Aandachtspunt |
| Drijvende ballen in de mestopslag | 17 - 30% | 0%/ ↓? | Toepasbaar, geen code | laag | Positief |
| Mest koelen | | | | | |
| In kelder van onderen | 50-85% uit mest | 40-65% uit mest | Onderzoek | hoog | Aandachtspunt |
| In kelder van boven | 50-85% uit mest | 60-80% uit mest | Werkt waarschijnlijk niet | hoog | Redelijk |
| Nieuwbouw met externe geïsoleerde opslag | ↓? | ↓? | Hypothese | middel | Redelijk |
| Nieuwbouw met geïsoleerde kelder | ↓? | ↓? | Hypothese | nihil | Redelijk |
| Mest per batch koelen | 50-85% uit mest | 60-80% uit mest | Onderzoek | hoog | Redelijk |
| Bestaande buitenopslag koelen | 50-85% uit mest | 40-65% uit mest | Hypothese | hoog | Redelijk |

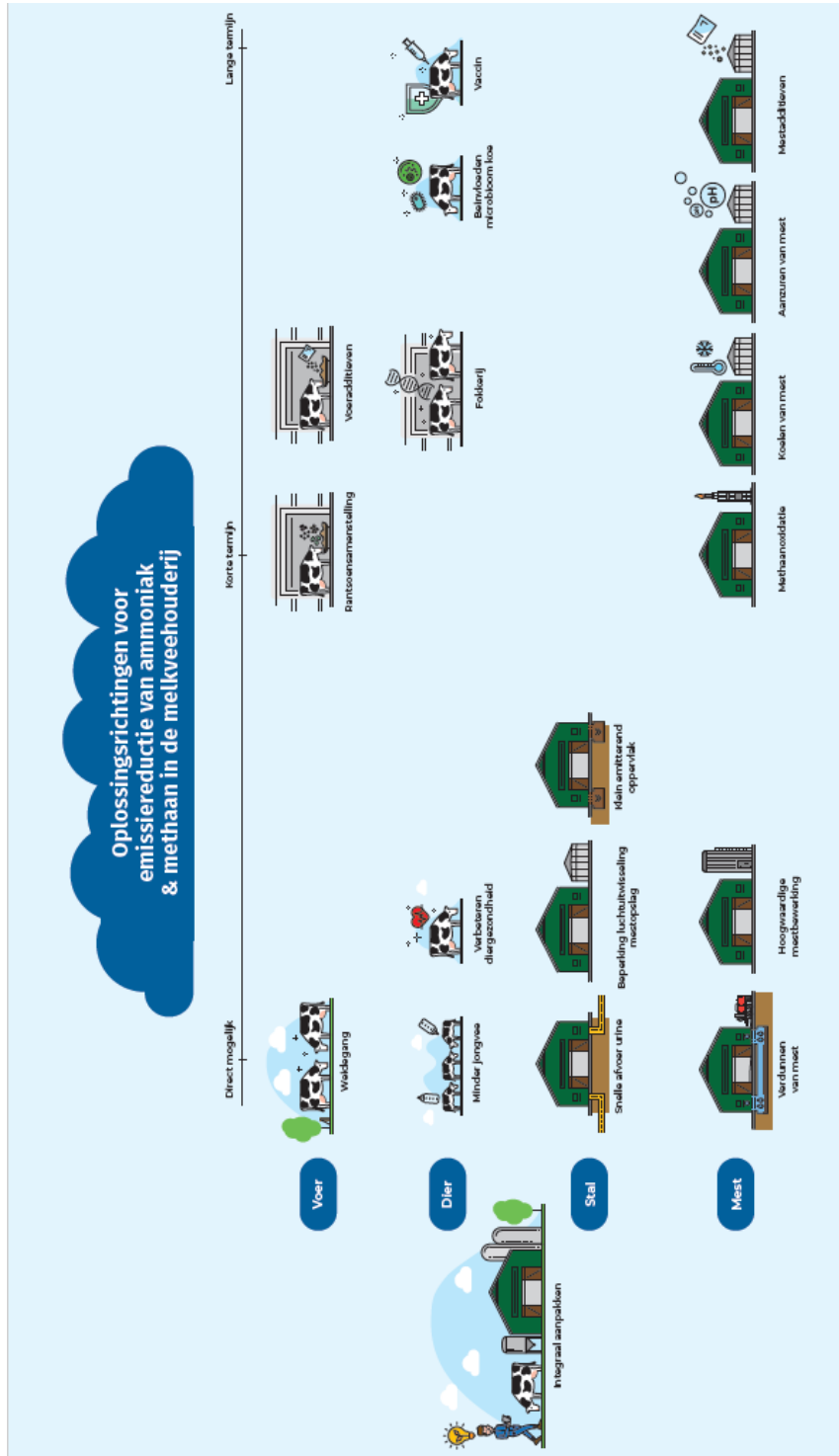
Bijlage 2, groslijst mogelijke maatregelen, technieken en oplossingen varkens

Onderstaande informatie is een samenvatting van een uitgebreider document:

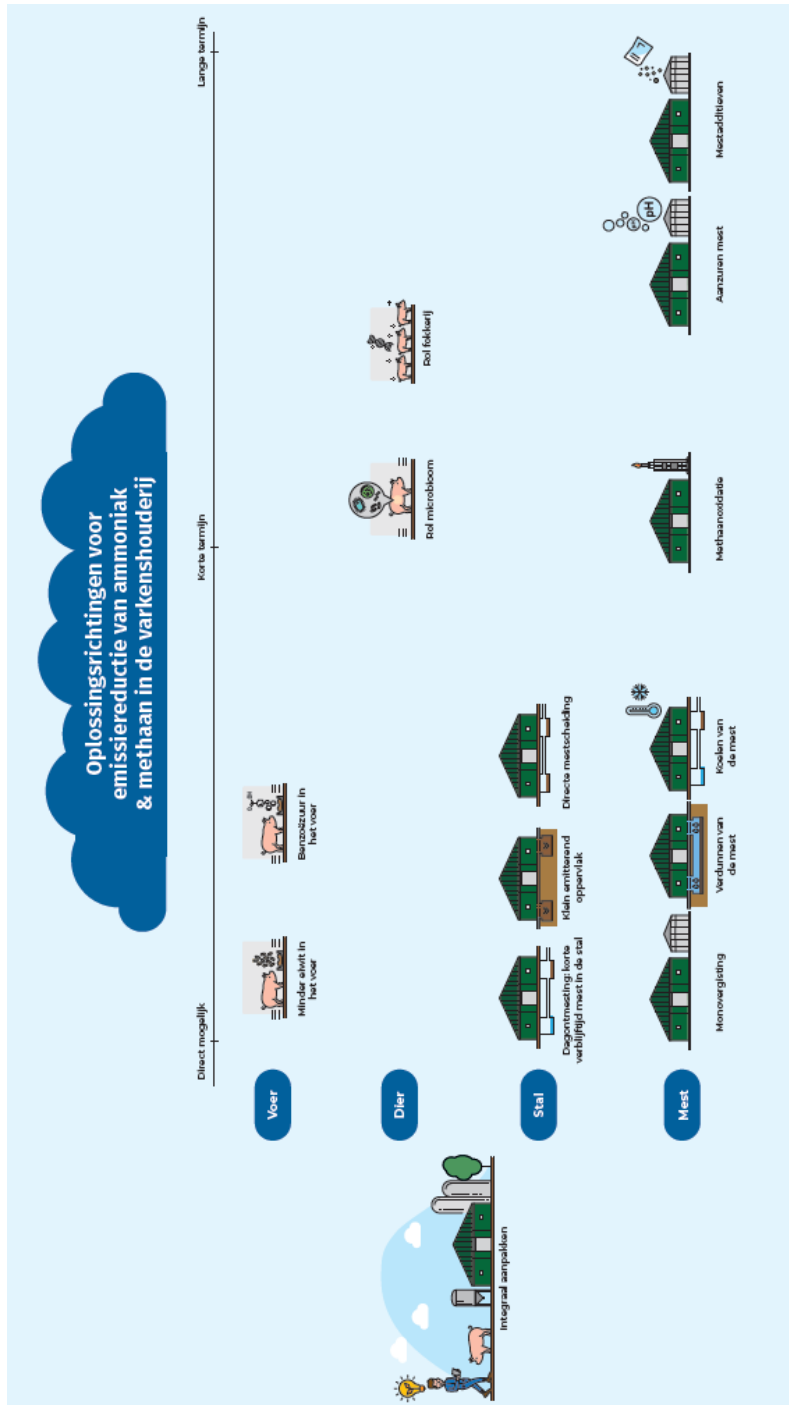
| | Reductie NH3 | Reductie CH4 | Status | Kosten | Draagvlak |
|---|--------------|--------------|-----------------------|--|---------------|
| Voerspoor (en mest) | | | | | |
| Eiwitgehalte voer verminderen 10/20/30 gram/kg | 10/20/30% | 0% | RAV codes divers | kostenverlagend | aandachtspunt |
| Benzezuur (varken) | 16% | 3.5%? | RAV codes divers | hoog | neutraal |
| Natriumbenzoaat | 6% | ↓ | Toepasbaar, geen code | onbekend | neutraal |
| Minder organische stof / voer en reststromen (onverteerbaar ruwe celstof) | ↑ | ↑ | Toepasbaar, geen code | neutraal | positief |
| Voedadditieven of bepaalde voercomponenten | ? | ? | Idee / luchtballon | onbekend | neutraal |
| Voeraffinage (geest/tarwe op bedrijf raffineren) | ↓? | ↓? | Hypothese | onbekend | positief |
| Dierspoor | | | | | |
| Fokken op emissies | ? | ? | Idee / luchtballon | neutraal | neutraal |
| Fokken op diergedrag mesten | ? | ? | Idee / luchtballon | neutraal | neutraal |
| Management op diergedrag mesten | ↓ | ? | Hypothese | neutraal | aandachtspunt |
| Microbioom | 0% | ? | Idee / luchtballon | onbekend | neutraal |
| SPF bedrijven | ↓ | ↓ | Toepasbaar, geen code | Bedrijfsafhankelijk, hygiëne maatregelen, ziektevrij maken van de vee stapel | |
| Stal systemen | | | | | |
| Vlakte gecoate vloer met schuif (biggen) | 71% | 90%? | RAV D1.1.1 | hoger dan luchtwasser | aandachtspunt |
| Mestopvang in water met afvoersysteem (biggen) | 78% | 30% | RAV D1.1.3 | hoger dan luchtwasser | aandachtspunt |
| Mestopvang in en spoelen met aangezuurde vloeistof (biggen) | 74% | 80% | RAV D1.1.6 | neutraal | aandachtspunt |
| Koeldekstelsysteem (biggen) | 75% | 50% | RAVD1.1.11 | minder dan luchtwasser | aandachtspunt |
| Opfokhok met schuine putwand met gaten (biggen) | 70% | 80%? | RAVD1.1.12 | minder dan luchtwasser | aandachtspunt |
| Volledig rooster met water- en mestkanalen | 71% | 70%? | RAVD1.1.13 | minder dan luchtwasser | aandachtspunt |
| Diverse systemen met luchtwassers (biggen) | PM | 0% | RAV codes divers | neutraal | aandachtspunt |
| Systeem met o.a. conditionering ligvloertemp (biggen) | 70% | 80%? | RAVD1.1.28 | neutraal | aandachtspunt |
| Schuiven in mestgoot (kraamzeugen) | 70% | 80%? | RAVD1.2.9 | hoger dan luchtwasser | aandachtspunt |
| Koeldekstelsysteem (kraamzeugen) | 71% | 40% | RAVD1.2.12 | neutraal | aandachtspunt |
| Mestpan met mestkanaal met koelstelsysteem en waterkanaal (kraamzeugen) | 84% | 80% | RAV.1.2.20 | hoger dan luchtwasser | aandachtspunt |
| Diverse systemen met luchtwassers (kraamzeugen) | PM | 0% | RAV codes divers | neutraal | aandachtspunt |
| Systeem diverse technieken o.a water- en mestkanaal (dragen de zeugen) | 64% | 60%? | RAV1.3.16 | minder dan luchtwasser | aandachtspunt |
| Diverse systemen met luchtwassers (dragen de zeugen) | PM | 0% | RAV codes divers | neutraal | aandachtspunt |
| Systeem diverse technieken o.a water- en mestkanaal (vleesvarkens) | 74% | 80%? | RAV3.2.19 | hoger dan luchtwasser | aandachtspunt |
| Diverse systemen met luchtwassers (vleesvarkens) | PM | 0% | RAV codes divers | neutraal | aandachtspunt |
| Sinele mestafvoer in N-arme vloeistof (Zero Stal) (emissiefactor in tabel is voor vleesvarkens) | 80-90% | 70-80% | Onderzoek | neutraal? | aandachtspunt |
| Dagontmesting KDV (emissiefactor in tabel is voor vleesvarkens) | 75-80% | 80-90% | Onderzoek | hoger dan luchtwasser | aandachtspunt |
| Mestafvoerscheiding, biologie Kamplan (emissiefactor in tabel is voor vleesvarkens) | 75% | 80% | Onderzoek | neutraal | aandachtspunt |
| Mestschuif over gecoate hellende vloer (emissiefactor in tabel is voor vleesvarkens) | 75% | 90% | Onderzoek | hoger dan luchtwasser | aandachtspunt |
| Varkens toilet (kleine mitterend oppervlak) (emissiefactor in tabel is voor vleesvarkens) | 70% | 80% | Onderzoek | hoger dan luchtwasser | aandachtspunt |
| Gekoelde mestpan (emissiefactor in tabel is voor vleesvarkens) | 70% | 70% | Onderzoek | neutraal | aandachtspunt |
| Bolle mestband Susstable (emissiefactor in tabel is voor vleesvarkens) | 60-70% | 90% | Onderzoek | neutraal | aandachtspunt |
| Mestgooten met schuif (Jovas) (emissiefactor in tabel is voor vleesvarkens) | 70% | 80% | Onderzoek | neutraal | aandachtspunt |

| | Reductie NH3 | Reductie CH4 | Status | Kosten | Draagvlak |
|--|---------------------|---------------------|---------------------------|--------|---------------|
| Losse stallen mesttechnieken (mestbewerking, stallen, mestopslag) | t.a.v. opslag | | | | |
| | (50%) | t.a.v. opslag (80%) | | | |
| Methaanoxidatie buitenopslag: Fakkel | ca. 90% uit mest | 98% uit mest | Toepasbaar; geen code | hoog | aandachtspunt |
| Methaanoxidatie buitenopslag: Biofilter (omvang belangrijk ivm capaciteit / verblijfsijd) | ca. 90% uit mest | ca. 80% uit mest | Toepasbaar; geen code | laag | neutraal |
| Methaanoxidatie buitenopslag: veldfilter (omvang belangrijk ivm capaciteit / verblijfsijd) | ca. 90% uit mest | ca. 70% uit mest | Toepasbaar; geen code | middel | neutraal |
| Methaanoxidatie kelder: veldfilter | ca. 90% uit mest | ca. 70% uit mest | Hypothese | hoog | neutraal |
| Methaanoxidatie kelder: biofilter | ca. 90% uit mest | ca. 70% uit mest | Hypothese | hoog | neutraal |
| Methaanoxidatie lucht in de stal: biofilter | ca. 90% uit mest | ca. 70% uit mest | Idee / luchtballon | | neutraal |
| Dagontmesting + nageschakeide techniek | hoog | afh. van techniek | Toepasbaar; geen code | middel | neutraal |
| Buitenopslag t.o.v. kelder | ca. 80-90% uit mest | ca. 20-40% uit mest | Toepasbaar; geen code | middel | neutraal |
| Bewerking tot hoogwaardige stoffen | ↓? | ↓? | Toepasbaar; geen code | middel | neutraal |
| Drijfmeestindampen en ammoniakstipper | ca. 60% uit mest | ca. 90% uit mest | Toepasbaar; geen code | middel | neutraal |
| Vergisten (mono) | 11% uit mest | 60-80% uit mest | Toepasbaar; geen code | middel | neutraal |
| Composteren vaste mest | hoger? | ↓ | Hypothese | middel | neutraal |
| Bokashi | ↓? | ↓? | Hypothese | middel | goed |
| Aanzuren | 40-65% uit mest | 50-85% uit mest | Hypothese | hoog | aandachtspunt |
| Aanzuren dunne fractie of urine | 40-65% uit mest | 50-85% uit mest | Hypothese | hoog | aandachtspunt |
| Additieven aan mest toevoegen | ?? | ?? | Hypothese | hoog | neutraal |
| Mestadditief Nedmag (magnesiumchloride) | ↓? | 0%? | Labschaal bewezen | middel | neutraal |
| Mixen met lucht | 0% | 30% uit mest | Bewezen | middel | neutraal/goed |
| Feces uit (an)org bodem oprapen | 0%/↓? | 0%/↓? | Toepasbaar; geen code | middel | neutraal |
| Mestopraaprobot | 0%/↓? | 0%/↓? | Toepasbaar; geen code | middel | neutraal |
| Gescheiden opslag feces/dikke fractie | 0%/↓? | 0%/↓? | Toepasbaar; geen code | middel | neutraal |
| Mestkelder schoonmaken | 0% | ↓? | Hypothese | middel | neutraal |
| Drijvende ballen in de mestopslag | 29% | 0%/↓? | RAV codes divers | laag | positief |
| Koelen oppervlakte mest | 50% | 20% | RAV code - niet leverbaar | hoog | neutraal |
| Koelen mest (volledig) | 50% | 50% | Hypothese | hoog | neutraal |

Bijlage 3, infographic oplossingsrichtingen emissiereductie melkveehouderij



Bijlage 4, infographic oplossingsrichtingen emissiereductie varkenshouderij





Schuttelaar
& Partners