Netwerk praktijkbedrijven

NH_3 CH_4

Stalvloer | Stalklimaat

Mestopslag | Bij de mest

Achtergrond-document

Stal Quickscan

Voor meer informatie: netwerkpraktijkbedrijven.nl

Scan de code

Stal Quickscan achtergronddocument

© 2026 Zwolle, Netwerk Praktijkbedrijven

Dit document is in samenwerking met LTO Noord en Wageningen University & Research ontwikkeld om melkveehouders en erfbetreders te ondersteunen in de aanpak van ammoniak- en methaanemissies in de stal.

De inhoud van dit document biedt wetenschappelijke, indicatieve en gemeten achtergrondinformatie op het gebied van ammoniak- en methaanemissies in de stal waar melkveehouders en erfbetreders in de praktijk mee aan de slag kunnen.

Disclaimer

Netwerk Praktijkbedrijven stelt zich niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen voortvloeiend uit het gebruik van door of namens het Netwerk verstrekte onderzoeksresultaten en/of adviezen.

Auteurs

Hendrik Jan van Dooren en Carsten Schep (Wageningen Livestock Research), Estelle Vermeulen en Erik van Well (CLM Onderzoek en Advies) en Kees Kroes, Linda Zwiers en Cathy van Dijk (LTO Noord)

Inhoudsopgave

1. Inleiding 3

2. Ammoniak en methaan 4

2.1. Ammoniak (NH_3) 4

2.2. Methaan (CH_4) 5

3. Stalvloer (NH_3) 8

3.1. Schone vloer 9

3.2. Manier van reinigen 9

3.3. Frequentie 10

3.4. Onderhoud 10

3.5. Doorsteken, wachtruimten, separatieruimten 11

3.6. Frequentie 11

3.7. Water 11

4. Stalklimaat (NH_3 en CH_4) 14

4.1. Ventilatiedebiet 15

4.2. Isolatie (temperatuur) 18

4.3. R-waarde isolatie 19

4.4. Ventilatoren 19

5. Mestopslag (NH_3 en CH_4) 20

5.1. Mestkelder 20

5.2. Zuig- en mixgaten 21

5.3. Afstortkelder dagverse mest 22

5.4. Externe mestopslag 22

5.5. Schoonmaak externe mestopslag 23

5.6. Mestscheider 23

5.7. Opslag dunne fractie 24

6. Bij de mest (NH_3 en CH_4) 25

6.1. Water 25

6.2. Water – frequentie 27

6.3. Water – hoeveelheid 28

6.4. Boxenstrooisel 28

6.5. Voer op de loopvloer 30

6.6. Melk en spoelwater 30

7. Emissiereducerende maatregelen 31

1. Inleiding

De veehouderij staat voor de realisatie van meerdere opgaven. Het verlagen van zowel ammoniak- als methaanemissies is daar onderdeel van. Emissies ontstaan op verschillende plekken: in de koe, in mest in de stal, in de mestopslag buiten de stal en bij het uitrijden van mest. Om meer inzicht te krijgen in de invloed van het eigen handelen op deze emissies, is de Stal Quickscan ontwikkeld. De Stal Quickscan richt zich op het ontstaan en verminderen van ammoniak- en methaanemissies in de stal en mestopslag. Daarbij staat de rol van de eigen invloed op de emissiefactor van de stal centraal.

De Stal Quickscan bestaat uit een vragenlijst, die veehouders op vier onderdelen door hun bedrijf leidt:

- **Vloer**
  [o.a. type, reiniging en onderhoud]
- **Stalklimaat**
  [o.a. ventilatiedebiet (luchtverversing) en isolatie (temperatuur)]
- **Mestopslag**
  [o.a. intern/extern, luchtverversing, mixfrequentie, reiniging opslag en mest scheiden]
- **Wat komt er bij de mest**
  [o.a. (on)bewuste toevoegingen zoals melk, (spoel)water en boxenstrooisel]

Het afnemen van de Stal Quickscan geeft inzicht in waar ammoniak- en methaanemissies in de stal ontstaan. Daarnaast maakt het inzichtelijk op welke vlakken je het meest kan winnen in emissiereductie. Tot slot reikt het praktische handvatten om aan de slag te gaan met managementmaatregelen in de stal en mestopslag.

In dit document vind je uitgewerkte achtergrondinformatie die bij de vragen in de Stal Quickscan hoort. Eerst wordt algemene achtergrondinformatie over ammoniak en methaan besproken (hoofdstuk 2), daarna achtergrondinformatie die aansluit bij de onderwerpen uit de Stal Quickscan (hoofdstuk 3 en verder). De status van onderbouwing van de genoemde emissiebesparingen wordt aangeduid met:

W = Wetenschappelijk aangetoond (+ bronvermelding)

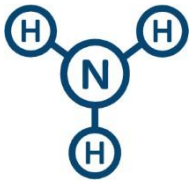
In = Indicatief

M = Meting uit Netwerk Praktijkbedrijven

2. Ammoniak en methaan

2.1. Ammoniak (NH_3)

Wat is ammoniak?



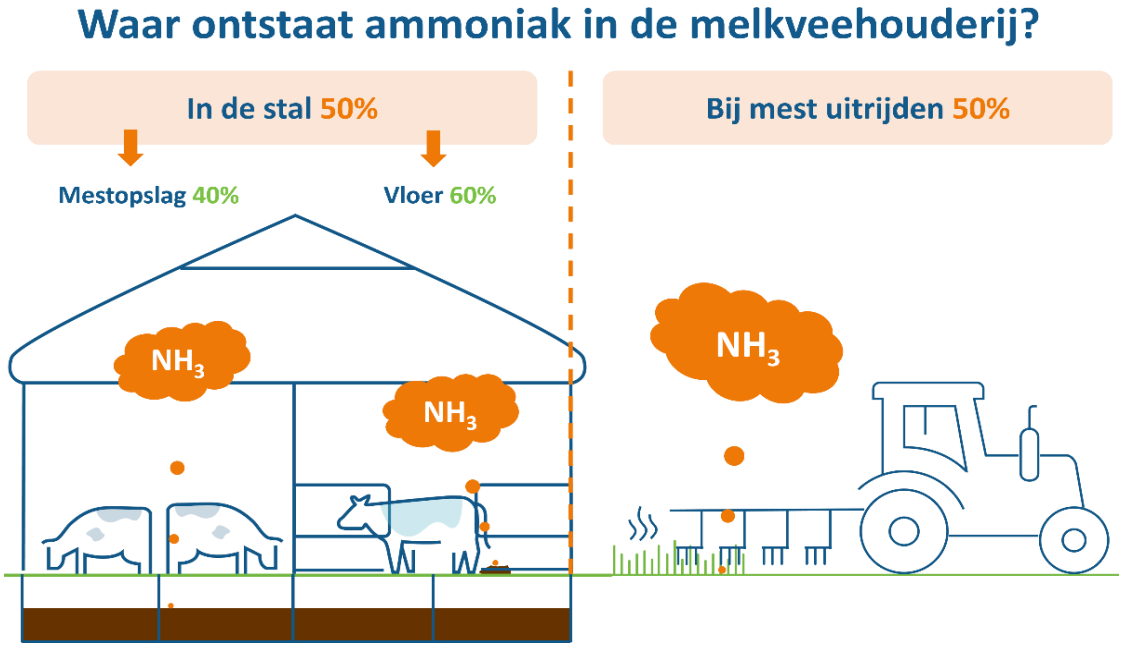
Ammoniak (NH_3) is een verbinding tussen stikstof (N) en waterstof (H). Het is een kleurloos, sterk ruikend gas dat wordt uitgestoten door verkeer, industrie, huishoudens en vooral de landbouw. In Nederland komt het overgrote deel (91% in 2023) van alle ammoniakemissie uit de landbouw. Daarvan ontstaat ongeveer de helft in de rundveehouderij.

Hoe en waar ontstaat ammoniak in de veehouderij?

Ammoniak ontstaat in de veehouderij wanneer mest en urine met elkaar in contact komen. In de urine zit een afbraakproduct van voereiwit. Dit heet ureum. Het enzym urease, dat in de mest zit, zet deze ureum in de urine om in ammoniak (NH_3). De ammoniak vormt een evenwicht met ammonium (NH_4+). Onder basische omstandigheden (pH > 7), neemt het aandeel ammoniak (NH_3) steeds meer toe. Bij contact met de lucht zal een deel van de ammoniak uit de (drijf)mest naar de lucht vervluchtigen. Dit is ammoniakemissie.

Bij een bepaalde hoeveelheid ammoniak in de lucht ontstaat er een evenwicht tussen opgelost ammoniak en ammoniak in de lucht. De vervluchtiging van ammoniak naar de lucht stopt dan. Wanneer deze lucht wegwaait en er ‘verse’ lucht voor in de plaats komt, emitteert er wel weer ammoniak. De hoeveelheid ammoniakemissie is dus afhankelijk van zowel de omvang van het besmeurde oppervlak in de stal als de ventilatie (luchtverversing).

Grofweg ontstaat ammoniakemissie voor 50% in de stal en voor 50% bij het uitrijden van mest op het land. In de stal zijn er twee bronplaatsen waar ammoniak ontstaat: de vloer (60% van de 50%) en de toplaag van de mestopslag (40% van de 50%).



Waarom ammoniakemissie verlagen?

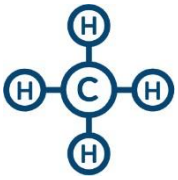
De ammoniak in de lucht slaat vervolgens neer in de omgeving. Dit heet depositie. Als de ammoniak neerslaat op een natuurgebied, is dit slecht voor de natuur. Ammoniakemissie draagt bij aan stikstofdepositie. Dat zorgt ervoor dat de grond rijker wordt aan voedingsstoffen. Op agrarische percelen is dit vaak gewenst, maar in de natuur niet altijd. Soorten die op arme gronden gedijen kunnen dan worden verdrongen. Daarmee verdwijnen ook unieke, zeldzame diersoorten. Daarnaast heeft ammoniak een verzurende werking in de bodem. Om vervuiling, verzuring en vermesting van de natuur tegen te gaan, moet ammoniakemissie in deze gebieden dus fors verminderd worden. Tenslotte leidt ammoniak in de atmosfeer tot vorming van lachgas en fijnstof.

Hoe ammoniakemissie verlagen in de stal?

Voor zowel de stal, de mestopslag, als bij het mest uitrijden zijn er verschillende maatregelen te nemen om de ammoniakemissie zoveel mogelijk te beperken. In de stal kun je daarbij denken aan forse stalaanpassingen als nieuwe vloeren. Maar zulke grote investeringen zijn niet (altijd) nodig. In een bestaande stal kunnen stalemissies met managementmaatregelen ook aanzienlijk omlaag gebracht worden. Het handelen van de ondernemer heeft namelijk een grote rol op de emissie uit de stal. Voorbeelden zijn, naast voermaatregelen, de stalvloer vaker en beter schuiven en gecontroleerde ventilatie.

2.2. Methaan (CH_4)

Wat is methaan?



Methaan (CH_4) wordt gevormd uit waterstof (H_2) en koolstofdioxide (CO_2). Het is een van de broeikasgassen, die bijdraagt aan klimaatverandering. Methaan komt, als gevolg van menselijk handelen, vooral vrij bij de winning van fossiele brandstof en in de veehouderij. Daarnaast ontstaat er methaan in de natuur, bijvoorbeeld in veen- en toendrabodems en oceanen.

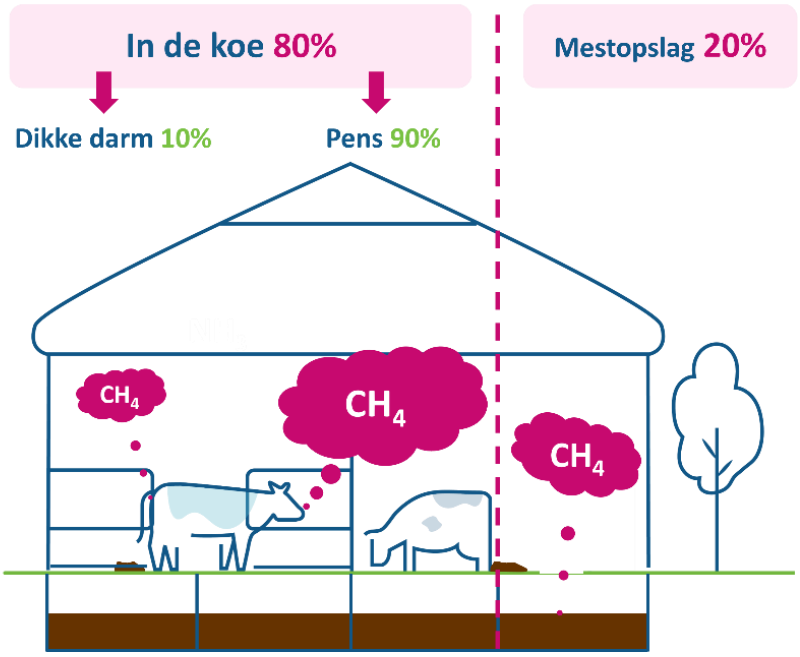
Hoe en waar ontstaat methaan in de veehouderij?

Methaan ontstaat in de veehouderij wanneer organische stoffen (koolhydraten, eiwitten en vetten) afgebroken worden door (methanogene) bacteriën. Dit proces heet fermentatie of vergisting. Deze anaerobe bacteriën zijn alleen actief als er geen zuurstof beschikbaar is. Bij dit proces produceren de bacteriën continu biogas, dat voor ongeveer 60% bestaat uit methaan. Methaanvorming vindt in de melkveeveehouderij op twee plekken plaats: in de pens van de koe (≈80%, enterisch methaan) en in de mest(opslag) (≈20%).

In de koe ontstaat methaan voor 90% in de pens door bacteriële reacties bij de afbraak van ruwvoer. Het methaangas verlaat de koe via de longen en oprispingen uit de bek. De hoeveelheid methaan die in de pens gevormd wordt, is afhankelijk van het rantsoen en de bacteriën in de pens. De overige 10% vindt plaats in de dikke darm en verlaat het dier via de achterkant in de vorm van scheten.

Een deel van de voedingsstoffen in het rantsoen wordt niet verteerd door de koe, maar verlaat het dier via de mest. In (opgeslagen) drijfmest zitten van nature methaanvormende bacteriën, die de organische stoffen alsnog afbreken. Methaan borrelt als gasbelletjes naar het oppervlak en vervluchtigt dan in de buitenlucht. De emissie vindt vooral plaats tijdens de opslagperiode van mest. Waar het ontstaan van ammoniak vooral samenhangt met de omvang van het besmeurde oppervlak in de stal, hangt de vorming van methaan vooral samen met de omvang van het mestvolume.

Waar ontstaat methaan in de melkveehouderij?



Waarom methaanemissie verlagen?

Methaan is, naast kooldioxide (CO_2) en lachgas (N_2O), één van de belangrijkste broeikasgassen. Broeikasgassen zijn een natuurlijk verschijnsel en nodig om de aarde op temperatuur te houden (dit heet het broeikaseffect). Een teveel aan broeikasgassen zorgt echter voor opwarming van de aarde (het versterkt het broeikaseffect). Te veel uitstoot van methaan draagt dus bij aan versterking van het broeikaseffect en daarmee de klimaatverandering.

In het klimaatakkoord is afgesproken dat de landbouw de uitstoot van methaan en andere broeikasgassen gaat verminderen. Bij methaan liggen hier grote kansen omdat er een groot en snel effect te bereiken is. Het klimaateffect van methaan is over een periode van 100 jaar namelijk zo'n 34 keer sterker dan van kooldioxide. Daarnaast verdwijnt methaan veel sneller (tientallen jaren) uit de atmosfeer dan kooldioxide (duizenden jaren) en lachgas (honderden jaren). Methaan heeft een grote rol in de klimaatimpact per kg melk en vlees. Door de methaanuitstoot in de veehouderij te verminderen, wordt de bijdrage van de veehouderij aan klimaatverandering dus relatief snel minder.

Hoe methaanemissie verlagen in de mest(opslag)?

De hoeveelheid methaan die gevormd wordt in de mest is afhankelijk van verschillende factoren:

- **Opgeslagen hoeveelheid mest**
  Minder tonnen opgeslagen mest geeft minder methaanproductie
- **pH-waarde (=zuurgraad) van de mest**
  Bij een lage pH (=zuurder) is de methaanproductie lager of stopt helemaal
- **Temperatuur van de mest**

Bij een lagere temperatuur van de mest verlopen alle processen langzamer en daalt de methaanproductie

- **Zuurstofgehalte in de mest**
  Door zuurstof in de mest te brengen, wordt methaanproductie verminderd vanwege de aerobe (=met zuurstof) omstandigheden.
- **Tijdsduur van mestopslag**
  Hoe korter de mest opgeslagen wordt, hoe minder methaan gevormd kan worden
- **Samenstelling van stoffen**
  Sommige stoffen hebben een remmende werking op methaanvorming. Dit is nog in onderzoek.
- **Hoeveelheid methaanvormende bacteriën in de mestopslag**
  Hoe minder methaanvormende bacteriën er bij aanvang van de opslagperiode in de mestopslag zitten, hoe minder (snel) methaan gevormd wordt.
- **Methaanpotentieel (hoeveelheid verteerbare organische stof in de mest)**
  Hoe lager het aandeel anaeroob (= zuurstofloos) verteerbare organische stof in de mest, hoe lager het methaanpotentieel.

Zie ook de video: Methaan uit mest: Hoe ontstaat methaan uit mest

Door een verandering in één of meerdere factoren aan te brengen, wordt het leefklimaat waarin methaanvormende bacteriën zich ‘prettig voelen’ beïnvloed en daarmee ook het proces van methaanvorming.

3. Stalvloer (NH_3)

De soort vloer is de basis waarop je werkt. Een standaard roostervloer zorgt ervoor dat mest en urine veel en snel naar de kelder wegstromen. Echter, een deel van de mest en urine blijft ook achter op de vloer. Bovendien kan emissie vanuit de mestopslag door de vloer naar boven optreden. Een emissiearme roostervloer werkt hetzelfde als een standaard roostervloer. Het verschil is alleen dat de luchtstroming van frisse lucht naar de kelder toe en 'vuile' lucht de kelder uit naar boven minder is. In de praktijk blijkt dit onvoldoende te werken. Op een gedeeltelijke of volledig dichte vloer kan zowel mest als urine langer blijven liggen. Regelmatig schuiven en de schuiven goed onderhouden is dan een verplichting. Wanneer er spleten of gaten in deze vloer zitten, spoelt een deel van de urine wel direct weg. Van belang is dat deze gaten goed openblijven en niet verstoppen. De urine die voor een tijdje op de vloer blijft liggen gaat ammoniak[1]. Het secuur schuiven en goed schoonhouden van de vloer levert vooral voor dichte vloeren winst op.

Ammoniak

Grofweg de helft van de ammoniakemissie uit de stal is afkomstig van de stalvloer. NB: Dit geldt voor roostervloeren. Voor dichte vloeren is het aandeel groter omdat hier minder tot geen ammoniakemissie uit de kelder is. In urineplassen wordt er in relatief korte tijd (1-2 uur bij een gemiddelde staltemperatuur) veel ammoniak gevormd doordat het ureum omgezet wordt door het enzym urease. Doordat de stalvloer in contact staat met de lucht in de stal, zal deze ammoniak in de urine die op de vloer achterblijft, uiteindelijk allemaal emitteren. De vloer is dus één van de belangrijkste plekken om ammoniakemissie te voorkomen. De hoeveelheid ammoniakemissie uit de stal is mede afhankelijk van de mate van luchtverversing (ventilatie). Hierover volgt meer bij het onderdeel stalklimaat.

Methaan

De stalvloer zelf heeft geen invloed op methaanemissie. Het type vloer dat gebruikt wordt kan wel uitmaken. Een dichte vloer maakt het mogelijk om een stal zonder kelder te bouwen. Er ontstaat nog steeds methaan uit de mest maar niet meer in de stal. Maar ook als er wel een kelder onder de stal aanwezig is, kan met een dichte vloer de mest snel afgevoerd worden, bijvoorbeeld naar een

[1] Bron: Rijkswaterstaat Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. Hoofdcategorie A: Rundvee. https://iplo.nl/regelgeving/regels-voor-activiteiten/dierenverblijven/systeembeschrijvingen-stallen/ per/map-staltypen/hoofdcategorie/

vergister. De kelder wordt dan gebruikt voor opslag van de urine of van de vergiste mest. Het type vloer heeft dus indirect invloed op methaanvorming.

In de paragrafen hieronder wordt specifieke achtergrondinformatie besproken, die hoort bij de vragen van het onderdeel ‘Stalvloer’ van de Stal Quickscan.

3.1. Schone vloer

De mate van reinheid van de vloer is een grote factor in de ammoniakvorming vanaf de stalvloer, vooral bij dichte vloeren. Eén tot twee uur na een urinelozing bereikt de ammoniakemissie uit een urineplas zijn maximum. Na 3 uur is de helft van de ammoniak al geëmitteerd. Zorgen voor een brandschone vloer is dus belangrijk: pas dan komt de potentie van de vloer tot uitdrukking.

Urine moet zo snel mogelijk afgevoerd worden. Vooral bij grotendeels dichte vloeren kan dit een grote impact hebben op de totale ammoniakemissie vanuit de stal. Een klein beetje mest op de stalvloer kan de afvoer van urine al vertragen, zeker als het afvoerprofiel of de afvoergaten verstopt raken. Bij urinelozing wordt dan in korte tijd alle ureum in de urine omgezet in ammoniak en begint de ammoniakemissie. Daarbij moet ook het ontstaan van een dun laagje uitgesmeerde mest over de vloer (mestfilm) voorkomen worden. Goed onderhoud en functioneren van de mestschuif is daartoe van groot belang.

3.2. Manier van reinigen

Hoe schoon de stalvloer wordt, is afhankelijk van de manier en frequentie van reinigen. Automatische reiniging heeft de voorkeur en is bij emissiearme vloeren verplicht. Dit omdat daarmee de frequentie van schoonmaken en de continuïteit van de reinheid van de stalvloer het beste gewaarborgd worden. Handmatige reiniging is relatief veel werk. Het risico bestaat daardoor dat dit niet altijd even nauwkeurig uitgevoerd wordt. Machinale reiniging is sneller en minder arbeidsintensief.

Mestschuif vlak/vingerschuif

Een vlakke mestschuif neemt veel mest mee, maar vaak blijft er een mestfilm achter. Wanneer er sleuven in de vloer of roosters zitten, blijft hier ook mest in achter die de afvoer van urine belemmerd. Een vingerschuif maakt ook de meeste van deze sleuven schoon. Bij gebruik van een mestschuif is ook van belang dat in het afstortpunt niet veel mest blijft liggen. Daarnaast zijn de doorsteken, wachtruimte en separatieruimte bij een mestschuif aandachtspunten. De mestschuif maakt namelijk vaak alleen de doorlopende mestgangen schoon.

Robot schuifvariant/zuigvariant

Een robot is flexibeler in te zetten per looppad. Daarnaast kan deze ook de doorsteken meenemen. Bovendien is een aantal robots uitgevoerd met een watersproeisysteem. Daardoor is de vloer beter te reinigen. Een schuifvariant drukt alles voor zich uit. Er blijft dan een mestfilm achter. Wanneer de vloer erg vuil is, kan het vóórkomen dat de robot niet alle mest mee kan nemen. Een deel van de mest gaat dan langs of over de schuif heen. Daarnaast is het nemen van bochten lastig. Een zuigvariant zuigt voornamelijk alleen mest op, vooral wanneer urine via sleuven en/of gaten weg kan stromen naar de kelder. Tijdens het opladen kan de robot niet schuiven. Houd hier rekening mee bij het bepalen van het aantal mestrobots in de stal.

Afbeelding 1: Mestrobot

M

Een juiste afstemming van het schuifsysteem (met goed onderhoud) met de stalvloer is erg belangrijk. Bij een van de stalmeetbedrijven van Netwerk Praktijkbedrijven, waar continumetingen worden uitgevoerd, leverde het plaatsen van een vingerschuif een emissiereductie van 4 kg ammoniak per dierplaats op. Op een ander stalmeetbedrijf leverde het plaatsen van een extra mestrobot een emissiereductie van ± 3 kg ammoniak per dierplaats op. De lagere emissie komt deels door minder hoge pieken in emissie. Als de ventilatie toeneemt, wordt normaal gesproken een piek in ammoniakemissie gezien. Wanneer de vloer extra goed schoon is, is dit effect aanzienlijk kleiner. Om een dusdanig effect vast te houden is het van groot belang dat er voldoende onderhoud plaatsvindt, zodat de vloer echt schoon blijft.

3.3. Frequentie

Het schoonhouden van de stalvloer is erg belangrijk. Een schone vloer wordt binnen de kortste keren weer bevuild. Hoe langer het duurt voordat de stalvloer weer schoongemaakt wordt, hoe meer ammoniakvorming en -emissie. Daarnaast wordt het ook moeilijker de vloer weer goed schoon te krijgen. Regelmatig en zeer grondig reinigen van de vloer is dus het devies. Minimaal 12 keer per dag schuiven kan de ammoniakemissie met 5% verminderen. Bij emissiearme vloeren heeft het regelmatiger schuiven een nog groter effect. Een bijkomend voordeel van intensiever schuiven is dat de hygiëne van de stalvloer en de koeien verbetert. De veehouders in het Netwerk Praktijkbedrijven waarderen deze maatregel om die reden extra.

W

Van 12x naar 96x per dag schuiven kan ammoniakemissie met 5 tot 25% reduceren. Afhankelijk van het vloersysteem (respectievelijk roostervloer en dichte vloer). In deze opzet werd geschoven met een vaste schuif met rubberen strip.

Bron: Braam, C. R., Ketelaars, J. J. M. H., & Smits, M. C. J. (1997). Effects of floor design and floor cleaning on ammonia emission from cubicle houses for dairy cows. Netherlands Journal of Agricultural Science, 45(1), 49-64.

Tip: Zorg ervoor dat de vloer schoon is als de koeien de wei ingaan: zo stop je de ammoniakemissie vanuit de lege stal en voorkom je een na-ijleffect in emissie. Stop dus niet direct met schuiven als de koeien naar buiten gaan!

3.4. Onderhoud

Voor alle vormen van reiniging geldt: goed onderhoud van de vloerreiniger zorgt voor een betere reiniging. Slijtage aan de vloerreiniger zorgt voor een minder schone vloer. Het uitsmeren van een laagje mest over de stalvloer kan zelfs averechts werken op de ammoniakemissie. Kapotte onderdelen zorgen ervoor dat er minder goed en/of minder vaak wordt gereinigd. Een onderhoudscontract kan voorkómen dat onderhoud vergeten of uitgesteld wordt door andere (dringendere) werkzaamheden.

Intensiever schuiven en/of schuif onderhoud uitvoeren is één van de emissiereducerende maatregelen in het Netwerk Praktijkbedrijven. In een enquête[2], gehouden onder de onderzoeks- en demonstratiebedrijven van het Netwerk Praktijkbedrijven, hadden 14 veehouders voor deze maatregel gekozen. Vrijwel alle veehouders waren positief over deze maatregel, slechts twee beoordeelden hem met 'neutraal'. De helft van de veehouders zag van deze maatregel een positief effect op de diergezondheid (klauw- en uier), dankzij een schonere vloer. Wel levert het meer arbeid op. Vrijwel alle veehouders (13 van de 14) zouden de maatregel aanraden aan collega's.

3.5. Doorsteken, wachtruimten, separatieruimten

Doorsteken, wachtruimten en/of separatieruimten kunnen snel vergeten worden bij het reinigen van de stalvloer. Vooral bij de vaste mestschuiven, die niet in de doorsteken kunnen komen. Maar ook robots worden vaak niet in de wachtruimten en/of separatieruimten ingezet. Vaak is de ruimte te krap voor de robot om goed te reinigen en draaien. Echter, dit zijn wel locaties waar koeien mesten en urineren. Dat bekent dat dit wel plekken in de stal zijn waar alsnog veel ammoniak kan emitteren. Het is dus belangrijk om ook doorsteken, wachtruimten en/of separatieruimten te reinigen. Hoeveel ammoniakreductie dit in totaal op kan leveren is afhankelijk van het oppervlak van deze ruimte. Per m³ is dit te vergelijken met de rest van de stalvloer.[3]

Afbeelding 2: Vloer wachtruimte

3.6. Frequentie

Doorsteken, wachtruimten en separatieruimten zijn ook plekken waar koeien mesten en urineren. Op veel bedrijven is het schuiven van doorsteken, wachtruimten en/of separatieruimten handwerk. Daardoor worden deze vloerdelen vaak maar zelden geschoven. Bij emissiearme vloeren is het verplicht om deze vloerdelen minimaal 2 keer per dag te reinigen.

3.7. Water

Het reinigen van de stalvloer met water zorgt voor een betere reiniging. Ook blijft er minder mest in de hoeken en sleuven zitten. Daarnaast is bij het gebruik van water een mestfilm beter te verwijderen en/of te voorkomen. Op veel bedrijven is dit in de zomer goed te zien. Dan is vaak de stalvloer (en de mest) te droog om goed te reinigen. Jaarrond spoelen van de vloer met water (10 liter/m³/dag) heeft twee positieve effecten: het verbetert de loopbaarheid van de vloer en het heeft een verlagend effect op de ammoniakemissie. Het voordeel van reinigen met water is dat ammoniak goed in water oplost. Er blijft dus meer ammoniak 'gevangen' in de mest. Zaak is wel om voldoende vaak te sproeien en daarbij al het mest besmeurde oppervlak te bereiken. Het streven is minstens 20 momenten per dag.

Jaarrond verdunnen van de mest kan problemen met de mestopslag en -afvoer met zich meebrengen. Een alternatief kan dan zijn om alleen in de zomermaanden water toe te voegen. Dan wordt de mest doorgaans op het eigen land uitgereden, waardoor deze problemen minder van toepassing zijn.

---

[2] Vermeulen, E.D.W., de Kool, E., van Well, E.A.P. & Jansen, L. (2026). Houding melkveehouders ten aanzien van emissiereducerende maatregelen. Onderzoek onder deelnemers Netwerk Praktijkbedrijven. (Publicatie verwacht medio 2026). Wageningen Livestock Research

[3] Bron: Proeftuin Natura 2000 (03-2015a). Effectief schuiven (Melkvee). Informatieblad. Website uit de lucht, meer info over maatregelen Proeftuin Natura 2000 in Smits, M.C.J., Aarnink, A.J.A., Ellen, H.H., Groenestein, C.M. (2013). Overzicht van maatregelen om de ammoniakemissie uit de veehouderij te beperken. (Rapport 645)

Daarnaast is het effect in de zomermaanden het grootst, omdat de ammoniakemissie door de hogere temperatuur dan hoger is, er meer geventileerd wordt en de mest op de roosters droger is, waardoor schoonmaken lastiger is.

In de enquête[4], gehouden onder de onderzoeks- en demonstratiebedrijven van het Netwerk Praktijkbedrijven, spoelden of sproeiden 15 veehouders de vloer met water. Dit kan zijn via een aparte installatie of via de mestrobot. Vrijwel alle veehouders waren hier positief over, slechts twee beoordeelden de maatregel met een 'neutraal'. Meerdere veehouders zagen positieve neveneffecten van deze maatregel, waaronder een positief effect op de (klauw- en uier-) gezondheid van de koeien en voordelen voor het gras en de bodem. Ook vonden ze deze maatregel goed toepasbaar en zouden vrijwel alle respondenten (14 van de 15) de maatregel aan collega's aanraden.

W

(NH_3) Het sproeien van voldoende water over de stalvloer, kan de ammoniakemissie aanzienlijk (37- 40%) reduceren. Dit resultaat volgt uit een onderzoek op Dairy Campus naar het sproeien van 13 L water per m³ met een vaste leiding onder het voerhek. Voor een OR-type HA1.4 (loopstal met hellende vloer en giergoot of roostervloer met sproeisysteem) moet minimaal 10 liter water per m³ per dag worden gebruikt. Dit geeft een reductie van 15%. Bij het reinigen van de stalvloer met water, moet gezorgd worden voor een goede verdeling van het water over de vloer. Een druppelleiding of verneveling helpt dus nauwelijks als het water niet goed over de vloer wordt verdeeld.

Bronnen:

van Dooren, H. J. C., Blanken, K., & Ogink, N. W. M. (2022). Reductie van ammoniakemissie door gebruik van water in melkveestallen: resultaten van emissiemetingen op Dairy Campus (No. 1304). Wageningen Livestock Research.

Informatiepunt leefomgeving:
Hoofdcategorie HA: Rundvee. https://iplo.nl/regelgeving/regels-voor-activiteiten/dierenverblijven/systeembeschrijvingen-stallen/systeembeschrijvingen-stallen-per-diercode/#hb8922352-7e50-4965-a6c4-8c257eeea00f

Wetten en regelgeving:

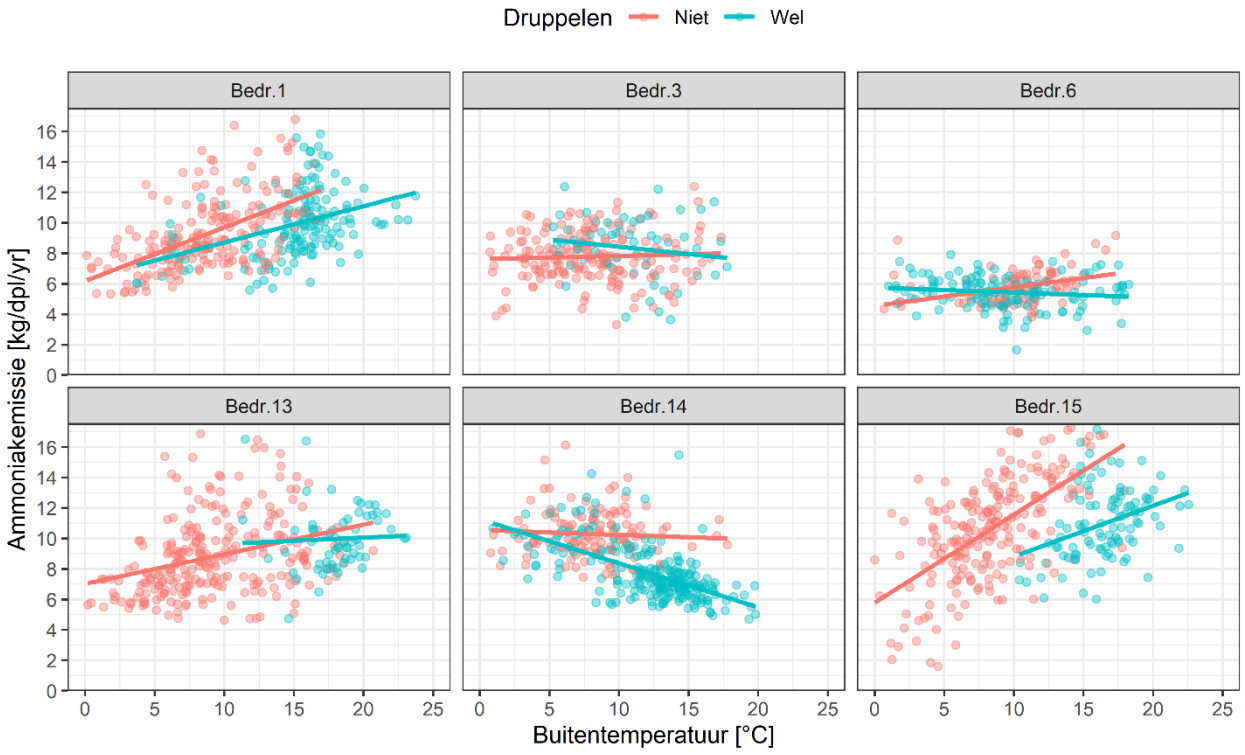
https://wetten.overheid.nl/BWBR0045528/2025-07-08#BijlageV

[4] Vermeulen, E.D.W., de Kool, E., van Well, E.A.P. & Jansen, L. (2026). Houding melkveehouders ten aanzien van emissiereducerende maatregelen. Onderzoek onder deelnemers Netwerk Praktijkbedrijven. (Publicatie verwacht medio 2026). Wageningen Livestock Research

M/W

(NH_3) Het druppelen of sproeien van water op de stalvloer bij zes bedrijven in het Netwerk Praktijkbedrijven zorgde voor een gemiddelde reductie van ammoniakemissie van 11%. Daarbij was het effect afhankelijk van het vloertype en de hoeveelheid water. Op deze bedrijven is alleen in de zomerperiode water gebruikt. In die periode is de emissiereductie groter. De genoemde 11% is het omgerekende effect over het hele jaar. In alle gevallen nam de ammoniakemissie bij gebruik van water minder toe bij oplopende buitentemperatuur, wat normaal gesproken een moment is waar een sterkere stijging in de ammoniakemissie gezien wordt. In de grafiek hieronder zijn de resultaten van de individuele bedrijven weergegeven.

Bron: Kool, E.R. de, Schep, C.A., van Valkengoed, P.H.R., van Well, E.A.P., Vermeulen, E.D.W., van Dooren, H.J.C. (2026). Stalmaatregelen ter vermindering van de emissie van ammoniak en methaan in de melkveehouderij. (No. 1624). Wageningen Livestock Research



Figuur 1: Geobserveerde ammoniakemissies van een periode in 2024 met en zonder gebruik van water op de stalvloer.

4. Stalklimaat (NH_3 en CH_4)

Het stalklimaat beïnvloedt stalemissies. Ventilatie (ofwel luchtverplaatsing) en temperatuur zijn twee factoren die invloed hebben op de ammoniakemissie uit de stal. Dit geldt voor twee plekken: in de mestkelder, maar ook de luchtverplaatsing en temperatuur in de stal zelf is van belang. Voor een deel beïnvloeden deze elkaar. De temperatuur heeft ook invloed op methaanvorming. Ook (dak)isolatie is daarom van belang.

Bij ammoniakemissie ontstaat op een gegeven moment een balans in concentratie in de mest en in de lucht. De vervluchtiging van ammoniak naar de lucht stopt. Als er dan ventilatie plaatsvindt, waait de ammoniak weg met de 'verse' lucht mee. De balans moet daardoor opnieuw gecreëerd worden. Telkens als er nieuwe lucht langs waait, vervliegt de ammoniak in de lucht. Hoe meer ventilatie, hoe meer ammoniakemissie. Wanneer de lucht in de mestkelder niet gescheiden is van de lucht in de stal, vindt dit proces ook plaats in de kelder.

In veel stallen staan de ventilatieopeningen vrijwel altijd volledig open. Dat zorgt voor een frisse stal, maar veel luchtverversing zorgt ook voor veel ammoniakemissie. Veel luchtverversing zorgt ervoor dat een urineplas sneller opdroogt. Daarnaast heeft temperatuur ook een effect op de snelheid van opdrogen. Hoe sneller een urineplas opdroogt, hoe meer ammoniak er ook uit verdwijnt. De minimum ventilatie die nodig is voor afvoer van warmte en vocht is vaak veel lager. Op emissie door ventilatie is te sturen met behulp van een automatische ventilatieregeling (ACNV). Meestal gebeurt dit op basis van temperatuur en luchtvochtigheid, maar momenteel wordt ook ervaring opgedaan met sturing op basis van de CO_2-concentratie in de stal.

W

Ventilatie en isolatie samen kunnen wel 15% ammoniakreductie geven, ten opzichte van de totale stalemissie. Dit is geborgd wanneer de combinatie ACNV én dakisolatie wordt toegepast.

Bron: Website Proeftuin Natura 2000 uit de lucht, meer info in Smits, M.C.J., Aarnink, A.J.A., Ellen, H.H., Groenestein, C.M. (2013). Overzicht van maatregelen om de ammoniakemissie uit de veehouderij te beperken. (Rapport 645)

4.1. Ventilatiedebiet

Natuurlijke ventilatie is maar voor een deel te controleren. Bijvoorbeeld door deuren te openen en sluiten, of door (al dan niet automatisch) windschermen te laten zakken of hijsen en daarmee de windinlaat te vergroten of te verkleinen. Bij mechanische ventilatie is het klimaat effectiever te sturen. Daarbij kan vooral een afzuiginstallatie ook worden gecombineerd met een luchtwasser, om zo ammoniak uit de lucht weg te vangen.

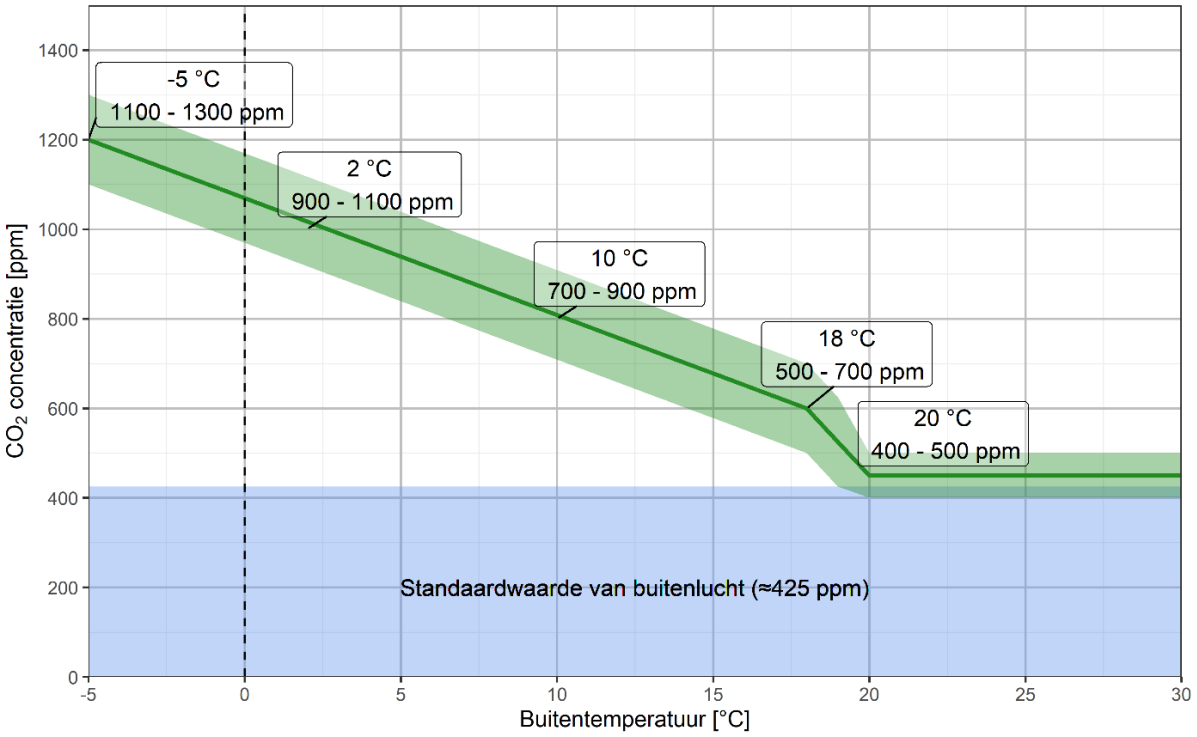
Voldoende luchtverversing in de stal is essentieel voor diergezondheid en dierwelzijn5. In de laatste decennia is dan ook gefocust op een hoog ventilatieniveau per dier mede door de steeds grotere ventilatieopeningen. Ervaring uit de praktijk leert dat de gordijnstand, en dus voor een belangrijk deel het ventilatieniveau, niet frequent aangepast wordt op de ventilatiebehoefte van het dier. Bij de ventilatie moet allereerst gestreefd worden naar voldoende ventilatie voor de koeien, maar niet meer dan dat. Een maat voor voldoende ventilatie is af te lezen aan het CO_2-gehalte in de stal. Het gehalte dat past bij een gezond stalklimaat is afhankelijk van de temperatuur; hoe lager de temperatuur, hoe minder ventilatie nodig is, en hoe hoger het CO_2-gehalte in de stal kan zijn. Onderstaande figuur geeft een indicatie van CO_2-gehaltes die passen bij een gezond stalklimaat bij verschillende temperaturen6. Hoe warmer het is, hoe meer ventilatie nodig is voor de koeien om hun vocht en warmte kwijt te kunnen. Daarom heeft het CO_2 -gehalte in de stal vanaf 20 °C een streefwaarde van 400-500 ppm, maar net hoger dan de buitenwaarde. In de tabel is aangegeven hoe met de gordijnen gestuurd kan worden.

Tabel: Sturingscriteria op basis waarvan de stand van de ventilatiegordijnen is aangestuurd

Conditie		Actie gordijnen
Staltemperatuur	**Verschil CO_2 concentratie**	
>4°C en <17°C	< 250 ppm	Sluiten
>4°C en <17°C	> 350 ppm	Openen
< 4°C		Sluiten
>17°C		Openen

[5] Dooren, H.J.C. van, Sleurink, D., Biewenga, G., Kasper, G., Winkel, A., Blanken, K., Wemmenhove, H., Meerburg, B., Sapounas, A., & Overbeek, J. (2012). Dakmagazine: meer licht, lucht en ruimte, voor minder. AgriMedia.

[6] Kool, E.R. de, Schep, C.A., van Valkengoed, P.H.R., van Well, E.A.P., Vermeulen, E.D.W., van Dooren, H.J.C. (2026). Stalmaatregelen ter vermindering van de emissie van ammoniak en methaan in de melkveehouderij. (No.1624). Wageningen Livestock Research



Naar verwachting is het effect van het beperken van ventilatie groter bij stallen met een standaard roostervloer ten opzichte van een dichte vloer. Bij een standaard roostervloer wordt bij het beperken van ventilatie in de stal, ook kelderventilatie beperkt. Dit is eveneens een aanzienlijke bron van ammoniakemissie.

In een enquête[7], gehouden onder de onderzoeks- en demonstratiebedrijven van het Netwerk Praktijkbedrijven, hadden 7 veehouders gekozen voor de maatregel sturen op de ventilatie in de stal. Vrijwel alle veehouders waren positief over deze maatregel, slechts 1 beoordeelde dit licht negatief. Negatieve effecten op diergezondheid zagen ze geen van allen.

W

Door de ventilatie gericht aan te pakken kan een reductie van 10% ammoniakemissie worden behaald. Dit is ten opzichte van de totale stalemissie.

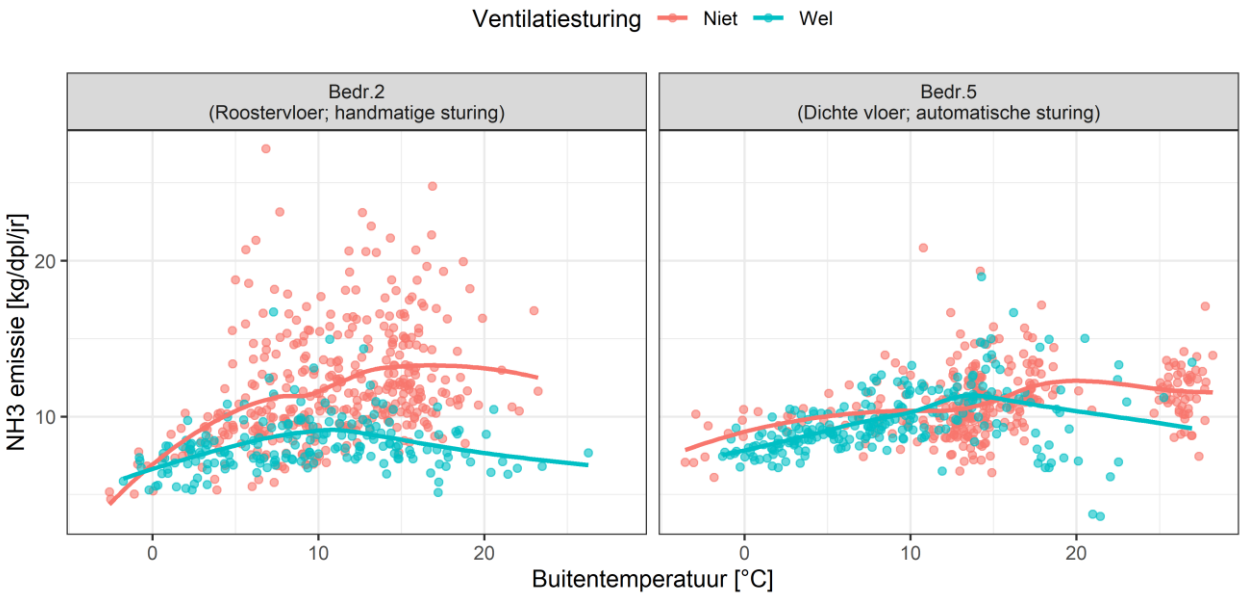
Bron: Website Proeftuin Natura 2000 uit de lucht, meer info in Smits, M.C.J., Aarnink, A.J.A., Ellen, H.H., Groenestein, C.M. (2013). Overzicht van maatregelen om de ammoniakemissie uit de veehouderij te beperken. (Rapport 645)

[7] Vermeulen, E.D.W., de Kool, E., van Well, E.A.P. & Jansen, L. (2026). Houding melkveehouders ten aanzien van emissiereducerende maatregelen. Onderzoek onder deelnemers Netwerk Praktijkbedrijven. (Publicatie verwacht medio 2026). Wageningen Livestock Research

M

(NH_3) Ventilatiesturing op basis van CO_2-concentratie leidde op 2 bedrijven in het Netwerk Praktijkbedrijven tot een verlaging van het ventilatiedebiet met 26–35% en een ammoniakreductie van 8–35%, maar zowel lagere windsnelheden als lage temperaturen spelen een rol bij deze gemeten reducties. Deze resultaten zijn indicatief door de beperkte dataset. In de grafiek hieronder zijn de resultaten weergegeven.

Bron: Kool, E.R. de, Schep, C.A., van Valkengoed, P.H.R., van Well, E.A.P., Vermeulen, E.D.W., van Dooren, H.J.C. (2026). Stalmaatregelen ter vermindering van de emissie van ammoniak en methaan in de melkveehouderij. (No. 1624). Wageningen Livestock Research



Figuur 2: Ammoniakemissies van een periode mét en zonder ventilatiesturing op twee bedrijven met handmatige (links) of automatische (rechts) ventilatiesturing

Afbeelding 3: Ventilatie in stal

Een extra aandachtspunt bij stalventilatie is de afstortopeningen in de stal. Hierdoor kan namelijk ventilatie in de put ontstaan. Door luchtverplaatsing rond de afstortopening te beperken, wordt ammoniakemissie gereduceerd.

4.2. Isolatie (temperatuur)

De temperatuur van de stal heeft effect op de snelheid van ammoniak- en methaanvorming. Met isolatie blijft de stal in de zomer koeler, waardoor de vorming van ammoniak en methaan wordt geremd. Zeker bij donkere daken kan de temperatuur in de stal zonder isolatie snel oplopen.

Ammoniak

Bij een lagere temperatuur zijn de processen van ammoniakemissie langzamer dan bij een hogere temperatuur. Ten eerste werkt het enzym urease langzamer. Dus het enzym zet het ureum in de urine langzamer om naar ammoniak. Ten tweede verschuift bij een hogere temperatuur de balans van ammoniakconcentratie in de lucht en in de mest, meer naar de lucht. Bij een hogere temperatuur vervliegt er dus sneller en meer ammoniak naar de lucht.

Bij lagere temperaturen is er wel meer risico op koudeval, waarbij de koude, binnenkomende lucht de kelder inzakt en de warmere lucht uit de kelder de stal 'induwt'. Dat kan de emissie van ammoniak juist verhogen. Het beperken van de ventilatie bij kou is mede daarom van belang.

W

Door de temperatuur van de stal gericht aan te pakken, kan een reductie van 5% ammoniakemissie behaald worden. Dit is ten opzichte van de totale stalemissie.

Bron: Website Proeftuin Natura 2000 uit de lucht, meer info in Smits, M.C.J., Aarnink, A.J.A., Ellen, H.H., Groenestein, C.M. (2013). Overzicht van maatregelen om de ammoniakemissie uit de veehouderij te beperken. (Rapport 645)

Methaan

Hoeveel methaan gevormd wordt in de mest(kelder) is onder andere afhankelijk van de temperatuur. Daarbij vertraagt een lagere temperatuur de groei van methaanvormende bacteriën. Daarmee vermindert de hoeveelheid methaan. Onder de 8°C is er vrijwel geen methaanemissie en onder de 4°C is er helemaal geen methaanemissie. Bij 10°C is de methaanemissie 5% van het methaanemissiepotentieel, bij 20°C is deze 18% en bij 30°C is deze 33%. Als methaan eenmaal gevormd is, borrelt het direct naar het oppervlak, waarna het grotendeels emitteert.

Bekijk de video: Temperatuur van de mest

Methaan dat niet uit de pens van de koe komt, komt voornamelijk uit de mestopslag. Methaanemissie is daarom meer afhankelijk van de temperatuur van de mestopslag, dan van de stal zelf. De temperatuur in mestkelders is afhankelijk van de buitentemperatuur en de bodemtemperatuur. De bodemtemperatuur is vrij constant, rond de 10°C. In de mestkelder zal de temperatuur ergens tussen de buitentemperatuur en de bodemtemperatuur inzitten. De stal isoleren heeft daarom minder effect op methaan. Bovendien is de mestopslag in de zomer vrijwel leeg, waardoor het effect van isoleren op de methaanemissie verwaarloosbaar is.[8]

Tip: De temperatuur van een externe mestopslag ligt (tot ongeveer wel 6 graden) lager dan van de mestkelder. Als je de keuze hebt tussen de mestkelder en een externe opslag, haal dan in de winter zoveel mogelijk de mest uit de stal.

[8] De Mol, R. M., & Hilhorst, M. A. (2003). Methaan-, lachgas-en ammoniakemissies bij productie, opslag en transport van mest. IMAG.

4.3. R-waarde isolatie

De R-waarde van de isolatie geeft aan hoeveel warmte er tegengehouden wordt. Hoe hoger deze waarde, hoe meer weerstand tegen warmte en koude, hoe beter de isolatie warmte tegen kan houden. Vanaf ongeveer 5 cm PIR (veelgebruikt in sandwichpanelen) of 7 cm glaswol is de R-waarde >2. Dat wordt bij stallen gezien als goed geïsoleerd. PUR-isolatie wordt afgeraden in verband met brandveiligheid.

4.4. Ventilatoren

Het gebruik van ventilatoren zorgt voor minder hittestress bij melkvee, maar kan ook zorgen voor extra ventilatie of luchtbeweging en dus ook voor meer ammoniakemissie. Richt de luchtstroom van de aanwezige ventilatoren daarom vooral op de koeien.

Afbeelding 4: Ventilatie in de stal

5. Mestopslag (NH_3 en CH_4)

De mestopslag is een belangrijke bron van methaan- en ammoniakvorming. Ammoniak wordt gevormd doordat urine en mest in de mestopslag samenkomen. Een deel van de ammoniak lost op in de drijfmest, maar een deel zal naar de lucht emitteren. Tot er een balans ontstaat in de ammoniakconcentratie in de lucht boven het mestoppervlak en de ammoniakconcentratie in de mest. Luchtstromingen in de kelder (kelderventilatie) zorgen voor 'verse' lucht, waardoor er meer ammoniak uit de kelder emitteert.

Voedingsstoffen die de koe niet verteerd heeft, maar het dier via de mest verlaten, worden door bacteriën in de mest alsnog afgebroken. Bij dit proces ontstaat methaan. Het gas borrelt omhoog en ontsnapt via de lucht.

N.B. Door te mixen kan er een piek ontstaan in de vervluchtiging van methaan en giftige gassen, zoals H_2S. Vooral onder dichte vloeren kunnen die concentraties gevaarlijk hoog oplopen, zeker als er voor mixen sprake is van schuimvorming op de mest. Wees daarom voorzichtig bij het mixen. Kijk op de website Mestgassen, laat je niet verrassen! voor risico's en voorzorgsmaatregelen!

5.1. Mestkelder

Methaan wordt in de mestopslag gevormd door methaanvormende (methanogene) bacteriën, die van nature in de mest zitten. Deze zogenaamde anaerobe (=zuurstofloze) bacteriën zijn actief omdat de mest in de mestkelder nauwelijks zuurstof bevat. Alleen in de toplaag is zuurstof aanwezig, zeker als er sprake is van een drijflaag. Een zeer geschikte leefomgeving voor methaanvormende bacteriën. Daarbij wordt mest meestal een periode opgeslagen voor het benut wordt. In de mestopslag hebben de bacteriën ruime tijd om veel methaan te produceren. Een vermindering van methaanproductie kan bereikt worden door actief zuurstof in de mest aan te brengen.

Bekijk video: Methaan uit mest: Zuurstofgehalte in de mest

Zowel de ammoniak- en methaanvorming als de ammoniakemissie is afhankelijk van verschillende factoren. De belangrijkste te sturen factoren hierbij zijn de pH-waarde (zuurgraad) van de mest en het mestoppervlak en de temperatuur van de mest. Daarbij vertraagt een lagere pH-waarde (=zuurder) en een lagere temperatuur de ammoniak- en methaanvorming of stopt deze zelfs. Daarnaast zorgt het verhogen van het zuurstofgehalte in de mest voor een verlaging van methaanvorming. Tot slot zorgt het verdunnen van de mest met water ervoor dat er meer ammoniak 'gevangen' blijft in de mest.

Wanneer er lucht in de mestkelder kan komen, vindt luchtverplaatsing/luchtverversing plaats. Er kan dan meer ammoniak vervluchtigen. Vooral gedurende koude nachten 'valt' verse lucht snel in de kelder. Putventilatie kan dan zorgen voor trek en dus ammoniakemissie.

M

Op een van de meetbedrijven van het Netwerk Praktijkbedrijven werd het effect van het beperken van koudeval goed zichtbaar. Gedurende ruim een week was de buitentemperatuur onder nul. De stal werd toen goed dicht gehouden en het ventilatiedebiet bleef tussen de 300 en 600 m³ per dier per uur. De ammoniakemissie in die week was tussen de 5 en 6,5 kg per dierplaats per jaar. Na die week steeg de temperatuur naar 5-10°C en gingen de gordijnen weer verder omhoog. Het ventilatiedebiet liep daardoor op naar 900-1500 m³ per dier per uur. De ammoniakemissie steeg daardoor naar 8-10 kg per dierplaats per jaar.

5.2. Zuig- en mixgaten

Door mest vaak te mixen wordt de mest homogener. Daarnaast kan door de ontstane turbulentie zuurstof in de mest komen. Vooral bij mixen met luchtbellen komt er veel zuurstof in de mest. Hierdoor wordt de methaanproductie sterk verminderd. Nadeel is dat hierdoor wel een luchtverplaatsing op gang komt. Dit kan een stijging van ammoniakemissie veroorzaken. Onderzoek heeft nog geen sterke conclusie over de invloed op ammoniakemissie kunnen geven.[9]

Afbeelding 5: Mest mixen

M

Het verdunnen van mest in de kelder en het frequent mixen resulteerde in een reductie van ammoniakemissie van gemiddeld 15% tijdens de toepassing van de maatregel en een gemiddelde reductie van 7% op jaarbasis. Voor de methaanemissie was de reductie beperkt met 2–3% op jaarbasis.

Bron: Kool, E.R. de, Schep, C.A., van Valkengoed, P.H.R., van Well, E.A.P., Vermeulen, E.D.W., van Dooren, H.J.C. (2026). Stalmaatregelen ter vermindering van de emissie van ammoniak en methaan in de melkveehouderij. (No. 1624). Wageningen Livestock Research

Door de zuiggaten/mixgaten goed af te sluiten minimaliseer je kelderventilatie. Daarmee voorkom je onnodige ammoniakemissie uit de mestkelder. Hoewel de 5 veehouders die deze maatregel hebben genomen en de enquête onder de onderzoeks- en demonstratiebedrijven van het Netwerk Praktijkbedrijven hebben ingevuld weinig effect op de emissies zagen, waren ze wel positief en zouden ze de maatregel aanraden aan collega's. Dit doordat de investering en moeite klein zijn en 'alle beetjes helpen'.[10]

[9] Bron: van Dooren, H. J. C., Bokma, S., & Ogink, N. W. M. (2022). Effect van frequent mixen van drijfmest op de ammoniakemissie bij melkvee: Onderzoek op Dairy Campus (No. 1170). Wageningen Livestock Research.

[10] Vermeulen, E.D.W., de Kool, E., van Well, E.A.P. & Jansen, L. (2026). Houding melkveehouders ten aanzien van emissiereducerende maatregelen. Onderzoek onder deelnemers Netwerk Praktijkbedrijven. (Publicatie verwacht medio 2026). WLR

5.3. Afstortkelder dagverse mest

Afbeelding 6: Afstortkelder buiten de stal

Door mest en urine elke paar uur weg te schuiven naar een externe afstort, is er minder tijd voor vorming en emissie van ammoniak. Als de externe afstort afgesloten is, kan vanaf dit punt ook de ammoniakemissie vrijwel volledig worden voorkomen. Het opvangen van verse mest biedt ook kansen om methaanvorming te verminderen. Of juist methaan af te vangen en mogelijk te benutten door vergisting.

Bekijk video: Methaan uit mest: Methaan oxideren

W

Wanneer de afstort zich in de stal bevindt, kan het afsluiten van de opening een ammoniakreductie in de stal opleveren omdat daarmee kelderventilatie verminderd of voorkomen wordt. Dit werkt vooral als de temperatuur in de stal hoger is dan de buitentemperatuur. Het kan een reductie van 4 tot 10 g NH_3 per uur opleveren (gemiddeld is er een emissie van 5,5 g NH_3 door de afstortopening). Dat is een besparing van 35 tot 87 kg NH_3 per jaar.

Bron: Braam, C. R., Ketelaars, J. J. M. H., & Smits, M. C. J. (1997). Effects of floor design and floor cleaning on ammonia emission from cubicle houses for dairy cows. Netherlands Journal of Agricultural Science, 45(1), 49-64.

5.4. Externe mestopslag

Afbeelding 7: Externe mestopslag

In een externe opslag is de temperatuur van de mest soms lager dan in de kelder onder de stal. In de winter is de temperatuur rond de 4°C. In de zomer kan deze oplopen tot 24°C, terwijl de mestkelder rond de bodem-temperatuur van 10°C blijft zitten. Onder de 4 °Cis er geen methaanvorming. Bij 10°Cis de methaanvorming 5% van het totale methaanpotentieel. En bij 30 °Cis deze 33%. In de zomermaanden zal de mestopslag echter vrijwel leeg zijn. Daardoor zal de stijging in temperatuur minder bijdragen.

Bekijk video: Methaan uit mest: Temperatuur van de mest.

Mest wordt vaak een periode opgeslagen voor het uitgereden wordt. De methaanvormende bacteriën hebben dan ruim de tijd om methaan te produceren. Een kortere tijdsduur van mestopslag geeft een lagere methaanproductie. Door mest te (laten) verwerken, kan methaanemissie dus gereduceerd worden.

Bekijk video: Methaan uit mest: Tijdsduur van mestopslag.

Door de verplichte afdekking van externe mestopslagen is er weinig luchtverversing in de opslag. Daardoor is er vrijwel geen emissie van ammoniak.[11] Het emissie reducerende effect op methaan is afhankelijk van de jaartemperatuur. In de winter kan 5% reductie behaald worden.

5.5. Schoonmaak externe mestopslag

De hoeveelheid methaanvormende (methanogene) bacteriën in de mestopslag heeft invloed op de hoeveelheid methaanvorming en de snelheid waarmee die op gang komt. Minder methaanvormende bacteriën betekent dat er een langzamere en daardoor lagere omzetting van organische stof in de mest plaatsvindt. De totale methaanproductie tijdens opslag zal dan dus lager zijn. Dit geldt ook voor de mestkelder in de stal. Het is daarom belangrijk om de opslag tussentijds goed schoon te maken. Wanneer dit niet wordt gedaan, blijft er namelijk een hoeveelheid actieve bacteriën achter in de opslag. Dit terwijl een schone opslag (vrijwel) geen methaanvormende bacteriën meer bevat. Na de aanvoer van mest zullen er (nieuwe) methaanvormende bacteriën in de opslag komen, maar het duurt langer voordat de methaanproductie op gang komt. Het tussentijds schoonmaken van de mestopslag zal dus het methaanpotentieel verlagen. Het gaat hier niet om “hogedrukspuitschoon”, maar om het volledig legen van de opslag en het weghalen van bezinksel. Bijkomend voordeel is dat de opslagcapaciteit zowel in de stal als de externe opslag toeneemt.

N.B.: bij het schoonmaken van de mestopslag is er groot gevaar voor giftige gassen. Voldoende ventilatie van de mestopslag en ademhalingsapparatuur zijn een vereiste als de mestopslag van binnenuit gereinigd wordt. Kijk op https://www.mestgassen.nl/ voor een veilige aanpak of besteed dit uit aan gespecialiseerde bedrijven.

5.6. Mestscheider

Een mestscheider scheidt de mest in een dunne en dikke fractie. Een deel van de organische stof (grondstof voor methaanvorming) wordt weggezet in de dikke fractie. In de dikke fractie kan zuurstof makkelijker binnendringen. Methaanvormende bacteriën zijn alleen actief als er geen zuurstof aanwezig is. De organische stof in de mest zal dus minder afgebroken worden door de bacteriën. Er dus zal er minder methaan gevormd worden. Echter, de dikke fractie kan nog steeds composteren, waarbij methaan en lachgas gevormd kunnen worden. Dit kan voorkomen worden door ervoor te zorgen dat er voldoende zuurstof in de dikke fractie kan trekken en dat de temperatuur laag blijft.

Afbeelding 8: Mestscheider

Persscheiders halen slechts een relatief laag percentage aan organische stof uit de mest. Een groot deel van de organische stof blijft dan in de dunne fractie zitten. In de dunne fractie kan dus nog steeds veel methaan gevormd worden. Een decanter/centrifuge geeft een beter scheidingsresultaat.

Voor ammoniak heeft mestscheiding alleen een gewenst effect als deze bij de bron wordt aangepakt. Dit houdt in dat het contact tussen urine en mest zoveel mogelijk voorkomen wordt. Mest scheiden ná menging zorgt ervoor dat het contactoppervlak tussen mest en lucht groter wordt. Daardoor kan er

[11] Bronnen: Timmerman, M., & Groenestein, C. M. (2020). Monitoring van mestparameters en methaanproductie van mest in mestsilo’s (No. 1252). Wageningen Livestock Research.

De Mol, R. M., & Hilhorst, M. A. (2003). Methaan-, lachgas-en ammoniakemissies bij productie, opslag en transport van mest. IMAG.

Novak, S. M., & Fiorelli, J. L. (2010). Greenhouse gases and ammonia emissions from organic mixed crop-dairy systems: a critical review of mitigation options. Agronomy for Sustainable Development, 30(2), 215-236.

meer ammoniak emitteren. Een afgesloten ruimte van de mestscheider en van de restproducten zorgt ervoor dat er minder ammoniak wegwaait.

Precieze emissie reducerende effecten zijn niet bekend. Op ammoniak is geen effect meer na de vorming van drijfmest. Let op: Als de dikke fractie gebruikt wordt als boxstrooisel gaat het aanwezige ammonium alsnog verloren en ontstaat ammoniakemissie boven de vloer.[12][13]

5.7. Opslag dunne fractie

Na het mest scheiden is er nog organische stof in de dunne fractie aanwezig, die kan worden omgezet naar methaan. Als de dunne fractie apart opgeslagen kan worden, is de emissie hiervan enigszins te controleren. Wanneer de dunne fractie terug in de kelder wordt gestort, mengt het weer met verse mest. Hierdoor kan er dus meer methaan gevormd worden. Ook is er nog ammoniak in de dunne fractie aanwezig en mogelijk nog ureum dat kan worden omgezet in ammoniak. Door de dunne fractie apart emissiearm op te slaan, verminder je ammoniakemissie.

[12] De Buisonjé, F. E., Melse, R. W., Losada, J. M., & Verdoes, N. (2013). Inventarisatie emissies en geluidsoverlast van mestbewerkingsinstallaties en eventuele maatregelen (No. 703). Wageningen UR Livestock Research.

[13] Mosquera, J., Schils, R., Groenestein, K., Hoeksma, P., Velthof, G., & Hummelink, E. (2010). Emission of nitrous oxide, methane and ammonia from anure after separation; Emissies van lachgas, methaan en ammoniak uit mest na scheiding.

6. Bij de mest (NH_3 en CH_4)

Mest is niet het enige dat in de mestopslag terecht komt. Ook andere middelen, zoals (spoel)water, kalk, strooisel, voer en melk kunnen in de mest(opslag) terecht komen. Deze middelen hebben effect op zowel ammoniak- als methaanvorming. Dat kan zowel positief als negatief uitwerken.

Het bewust verlagen van de pH van de mest is een maatregel om de ammoniak- en methaanemissie te verminderen. Dit aanzuren van mest kan op verschillende momenten en manieren en met verschillende zuren. Tot nu toe wordt deze maatregel in Nederland weinig toegepast. Een overzicht van de methoden en voor- en nadelen is te vinden in een rapport van Wageningen UR en op de website van het NCM.

Aandachtspunten: Door zo veel mogelijk te voorkomen dat middelen zoals kalk, strooisel, voer en melk in de mestopslag terecht komen, kun je zowel ammoniak- en methaanemissie uit de stal verlagen. Toevoegen van water over roosters, kan juist de ammoniakemissie verlagen.

W

Normale rundveedrijfmest is aan de licht basische kant (met en pH-waarde rond de 7-7,5-8). Ter indicatie: Methaanvorming en ammoniakemissie vinden onder een pH van 6 (=zuurder) nauwelijks meer plaats). Dit verschil kan een ammoniakreductie van 30% in de stal, 90% in externe opslag en 55% bij uitrijden opleveren. Door aanvoer van verse mest met verse bacteriën en voedingsstoffen, zal methaanreductie wat beperkter zijn. Kalk(houdende producten) zullen de pH juist verhogen, en leiden tot een hogere emissie.

6.1. Water

Water dat in de mest terecht komt, zorgt voor minder ammoniakemissie. Water zorgt er namelijk voor dat de concentratie van ammoniak daalt. Er blijft daardoor meer stikstof in de mest in plaats van dat het naar de lucht vervliegt. Er zijn verschillende manieren waarop water wordt toegevoegd. De ene manier is effectiever dan de ander. Uit een onderzoek van Wageningen University & Research op

Dairy Campus kwam naar voren dat water toevoegen in de mestopslag vóór er mest in komt, maar een geringe reductie in ammoniakemissie gaf. Het sproeien op de roosters gedurende het onderzoek gaf een grote reductie. Door minder emissie van de vloer én minder emissie uit de opslag onder de vloer. Een mogelijke verklaring voor dit verschil is dat het vooraf toegevoegde water niet gelijkmatig door de mest verdeelt. Frequent mixen is een aandachtspunt. Omdat het in de mestopslag wordt toegevoegd, vermindert het de vloeremissie niet.

Hoe groot het effect van water toevoegen op de ammoniakemissie is, is onder andere afhankelijk van **wanneer** het aan de mest wordt toegevoegd. Door vlak voor het uitrijden pas water toe te voegen, zal het alleen effect hebben op de emissies tijdens en na uitrijden met een sleepvoet. Er is daarvoor al ammoniak geëmitteerd. Hoe eerder het water wordt toegevoegd, hoe meer ammoniakemissie voorkomen wordt. Wanneer water al eerder toegevoegd wordt, in de mestkelder, geeft dit ook een lagere emissie vanuit de stal.

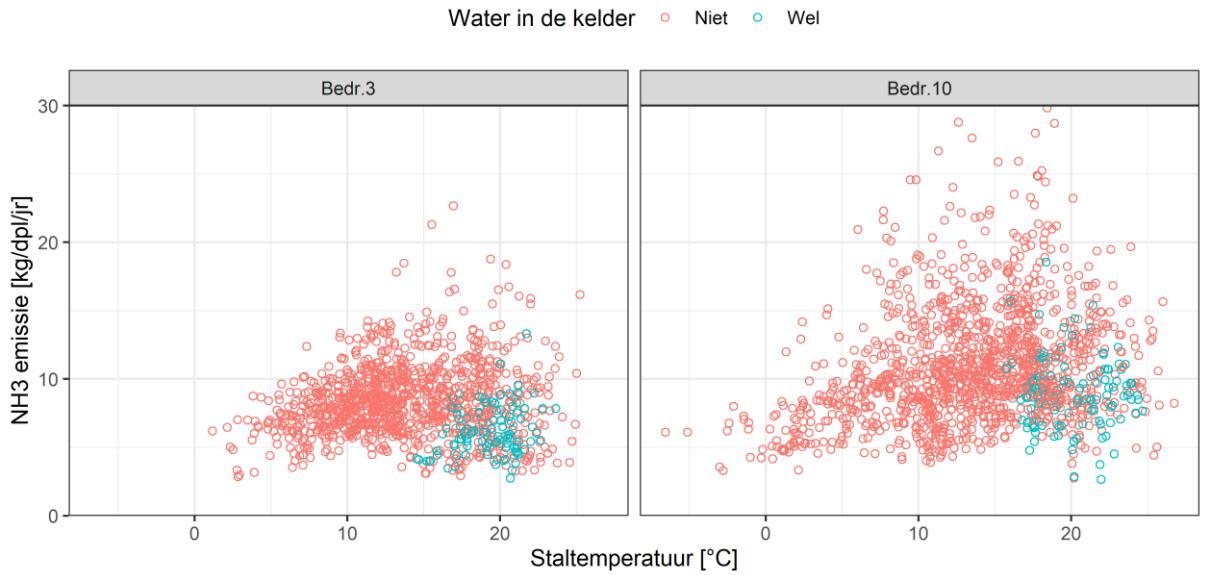
Het effect van water toevoegen aan de mest is ook afhankelijk van de manier waarop het water wordt toegevoegd. Het sproeien van water over de mest in de kelder heeft een groter effect dan het vooraf toevoegen van water in een lege kelder. De ammoniakemissie is namelijk afhankelijk van het ammoniakgehalte in de toplaag van de mest. Tot slot heeft het sproeien van water over de roosters het grootste effect. Het water verdunt dan ook de urine en helpt het weg te spoelen. Daarna zorgt het water in de mestkelder voor een lagere ammoniakconcentratie én helpt het ook bij het uitrijden.[14]

M

Het verdunnen van mest in de kelder en het frequent mixen resulteerde in een reductie van ammoniakemissie van gemiddeld 15% tijdens de toepassing van de maatregel en een gemiddelde reductie van 7% op jaarbasis. Voor de methaanemissie was er onverwacht een klein effect van 2–3% op jaarbasis. In de grafiek hieronder is te zien dat bij hoge temperaturen de ammoniakemissie lager blijft met ten opzichte van zonder water in de kelder.

Bron:
Kool, E.R. de, Schep, C.A., van Valkengoed, P.H.R., van Well, E.A.P., Vermeulen, E.D.W., van Dooren, H.J.C. (2026). Stalmaatregelen ter vermindering van de emissie van ammoniak en methaan in de melkveehouderij. (No. 1624). Wageningen Livestock Research

[14] Dooren, H.J.C. van, K. Blanken, N.W.M. Ogink, 2022. Reductie van ammoniakemissie door gebruik van water in melkveestallen; Resultaten van emissiemetingen op Dairy Campus. Wageningen Livestock Research, Openbaar Rapport 1304



Figuur 3: Ammoniakemissie ten opzichte van de staltemperatuur gedurende een periode mét (blauwe stippen) en zonder (rode stippen) water in de kelder in combinatie met het frequent mixen van de mest.

In een enquête[15], gehouden onder de onderzoeks- en demonstratiebedrijven van het Netwerk Praktijkbedrijven, hadden 9 veehouders voor deze maatregel gekozen. Alle veehouders waren positief over deze maatregel. Wel noemden ze als kanttekening extra arbeid en meer kosten, zeker als extra mestvolume afgevoerd moet worden. Ze vonden de maatregel goed toepasbaar (mits uitrijden met een sleepslang gebeurt) en zagen voordelen voor het gras en de bodem van het aanwenden van verdunde mest.

Afbeelding 9: Toevoegen van water aan de mestkelder

6.2. Water – frequentie

De ammoniakemissie wordt het meest verlaagd als er continu water bij de mest zit. Door direct na uitrijden water in de kelder toe te voegen en dagelijks te mixen, of de vloer te sproeien of druppelen, wordt de meeste reductie gehaald. Sproeien en druppelen beperkt ook de vloeremissie.

[15] Vermeulen, E.D.W., de Kool, E., van Well, E.A.P. & Jansen, L. (2026). Houding melkveehouders ten aanzien van emissiereducerende maatregelen. Onderzoek onder deelnemers Netwerk Praktijkbedrijven. (Publicatie in de loop van 2026).

6.3. Water – hoeveelheid

Hoe meer water er wordt toegevoegd, hoe meer de mest verdunt en hoe lager de ammoniakconcentratie en –emissie wordt; tot wel 40% van de kelderemissie. Bij het aanwenden met sleepvoet kan de veldemissie door het verdunnen tot wel 40% gereduceerd worden.

W

Mest verdunnen met water (verhouding van 1 op 1) geeft een maximale ammoniakreductie van 30% uit de mestopslag. Wanneer dit water over de roosters wordt gesproeid is een extra ammoniakreductie van maximaal 15% te behalen uit vloeremissie. Samen kan dit een totale ammoniakemissie vormen van 41,5%

Bron: Proeftuin Natura 2000 (03-2015c). Mest in opslag verdunnen met water (Melkvee). Informatieblad. Website uit de lucht, meer info over maatregelen Proeftuin Natura 2000 in Smits, M.C.J., Aarnink, A.J.A., Ellen, H.H., Groenestein, C.M. (2013). Overzicht van maatregelen om de ammoniakemissie uit de veehouderij te beperken. (Rapport 645)

6.4. Boxenstrooisel

Het type ligbox is niet direct van invloed op ammoniak- en methaanemissies. Wel is het de basis voor het soort en de hoeveelheid strooisel die er gebruikt wordt.

Het type boxenstrooisel (en de hoeveelheid) heeft effect op ammoniak- en/of methaanemissie. (Gedroogde) dikke fractie van drijfmest bevat nog veel van ammoniumstikstof waaruit direct veel ammoniak gevormd wordt en emitteert.

Let op:

- Bij gedeeltelijke aanwezigheid van zuurstof in de diepstrooiselbox neemt de lachgasemissie (sterk broeikasgas) toe.
- Bij aanwezigheid van zuurstof ontstaat broei
- Zonder zuurstof ontstaat juist methaan.
- Idealiter moet het strooisel dus droog en luchtig blijven.

Afbeelding 10: Strooisel belandt op de vloer en in de mestkelder

Strooiselproducten met kalk zijn van invloed op zowel de ammoniak- als methaanemissie. De zuurgraad van een vloeistof wordt uitgedrukt in een pH-waarde, waarbij de neutrale pH- waarde 7 is. De zuurgraad van normale rundveedrijfmest is meestal aan de licht basische kant, met een pH-waarde tussen 7 en 8. Kalk, en strooisel dat kalk bevat, verhoogt (plaatselijk) de pH-waarde van de mest. Wanneer deze producten op de vloer en in de mest(opslag) terecht komen, verhoogt het de pH-waarde van de mest (= basischer). Een hogere pH zorgt voor hogere ammoniak- en methaanemissies.

De normale pH-waarde van rundveedrijfmest, is een geschikte zuurgraad voor methaanvormende bacteriën om te groeien. Hoe meer bacteriën er in de mest zitten, hoe meer methaangas gevormd wordt. Een verhoogde pH-waarde (= basischer) van 8,5 geeft maximale methaanproductie. Hoe meer

kalk (en strooisel met kalk) er dus achter de ligbox op de vloer licht, en uiteindelijk in de mestput komt, hoe meer ammoniak en methaan er vrijkomt.

Samengevat: De hoeveelheid (organisch) strooisel die wordt gebruikt geeft een indicatie voor hoeveel organische stof in de mest(opslag) belandt. Hoe meer organische stof in de mest, hoe groter de methaanproductie. De hoeveelheid kalk (en kalkhoudende strooiselproducten) die wordt gebruikt, geeft een indicatie hoeveel de pH van de mest verhoogd wordt. Hoe hoger de pH-waarde, hoe meer ammoniak- en methaanproductie.

M

Uit data van het Netwerk Praktijkbedrijven komt naar voren dat gescheiden mest in een diepstrooiselbox ten minste 1kg NH_3 per dierplaats per jaar extra geeft. Een van de bedrijven die paardenmest als boxenstrooisel gebruikt, heeft een methaanemissie van 300 kg per dierplaats per jaar, ten opzichte van 150 kg gemiddeld.

W

Door de grote porositeit van zand emitteert er minder ammoniakemissie dan uit stro. Zand kan meer vocht afvoeren in vergelijking met stro. Daarom is er minder contactoppervlak met de lucht, waardoor er minder ammoniakemissie plaatsvindt.

Bron: Misselbrook, T.H., & Powell, J. M. (2005). Influence of bedding material on ammonia emissions from cattle excreta. Journal of dairy science, 88(12), 4303-4312.

6.5. Voer op de loopvloer

Voer dat in de mestput belandt, bevat veel voedingsstoffen (energie en eiwit) voor methaanvormende bacteriën. Dit verhoogt de methaanproductie en -emissie. Voer kan in de mestput belanden doordat koeien het voer op de roosters gooien. Ook kan krachtvoer bij de krachtvoerbox of melkrobot gemorst worden en zo in de mestput belanden. Het voorkómen van voergooien door koeien, en het voorkómen dat voer in de mestput belandt, draagt dus bij aan een reductie van methaanemissie.

In

Een gemiddeld rantsoen van 1000 VEM geeft bij vergisting per ton ds 600 m³ biogas, waarvan 60% methaan (=360 m³=259 kg methaan met 28 CO_2-eq). Dit betekent dat elke kg ds voer die in de mest(opslag) terecht komt, er 7kg CO_2-eq kan ontstaan.

6.6. Melk en spoelwater

Melk bevat energie en eiwit die methaanvormende bacteriën kunnen omzetten in methaan. Het lozen van (mastitis)melk en spoelwater in de mestopslag draagt dus bij aan een hogere methaanemissie.

In

Melk heeft gemiddeld 12,5% ds, waarvan 4,35% vet, 3,55% eiwit en 4% lactose. Bij volledige omzetting levert:

elke kg vet, 1380 L biogas op met 72% methaan
elke kg eiwit, 800 L biogas op met 60% methaan
elke kg lactose, 750 L biogas op met 50% methaan.

Dat betekent dat er per kg melk die in de mestopslag belandt, er maximaal 1,4 kg CO_2-eq kan ontstaan.

Reinigingswater/spoelwater van de melkinstallatie bevat een deel melk dat nog in het systeem zat op het moment dat het spoelen begon. Melk die in de mest(opslag) terecht komt, kan fungeren als voedsel voor de methaanvormende bacteriën. De bacteriën zetten het voedsel dan deels om in methaan. Het voorkómen dat melk in de mest(opslag) belandt, zorgt dus voor minder methaanemissie. Het water kan er wel weer voor zorgen dat er meer ammoniak in de mest blijft zitten (en dus minder naar de lucht vervliegt).

7. Emissiereducerende maatregelen

Hieronder vind je per onderdeel uit de Stal Quickscan de belangrijkste maatregelen die je kunt nemen om de emissie van **ammoniak** en **methaan** op je bedrijf te reduceren.

Onderdeel 1: Vloer

- **(NH_3)** Zorg voor een schone (emissiearme) schone vloer door:
  - Automatisch schuiven
  - Verhogen frequentie mestrobot of -schuif
  - Tijdig onderhoud aan mestschuif
  - Schone doorsteken, separatie- en wachtruimten
  - Reinigen met water

Onderdeel 2: Stalklimaat

- **(NH_3)** **(CH_4)** Lage temperatuur in de stal
- **(NH_3)** Reduceer de ventilatie in de stal
- **(NH_3)** Dakisolatie (met hoge R-waarde)
- **(NH_3)** Richt de luchtstroom van de ventilatoren op de dieren

Onderdeel 3: Mestopslag

- **(NH_3)** **(CH_4)** Een zo laag mogelijke ventilatie in de kelder/boven de vloer
- **(NH_3)** Urine en mest zo snel mogelijk scheiden dan wel afvoeren naar de kelder/opslag
- **(NH_3)** Afdichten mixgaten
- **(NH_3)** **(CH_4)** Regelmatig mixen/zuurstof door de mest
- **(CH_4)** Tussentijds schoonmaken van mestkelder
- **(NH_3)** **(CH_4)** Dichte mestscheider in een afgesloten ruimte

Onderdeel 4: Wat komt er bij de mest

- **(NH_3)** (Voldoende) water bij de mest: gespreid toevoegen (zowel in tijd als oppervlak)
- **(NH_3)** **(CH_4)** Strooiselkeuze: vanuit methaanoogpunt bij voorkeur niet-organisch materiaal zoals matras, waterbed of zand. Vanuit ammoniakoogpunt bij voorkeur geen kalk en dikke mestfractie
- **(CH_4)** Voorkomen van voergooien/morsen
- **(CH_4)** Voorkomen van melk en spoelwater in de kelder