



Vlaanderen
is landbouw & visserij

AMMONIAKEMISSIEREDUCTIE IN VARKENSSTALLEN

DEPARTEMENT
LANDBOUW
& VISSERIJ

www.vlaanderen.be/landbouw



AMMONIAKEMISSIE- REDUCTIE IN VARKENSTALLEN

23.03.2020



Colofon

Samenstelling
Departement Landbouw en Visserij

Auteurs
Suzy Van Gansbeke, Tom Van den Bogaert

Redactie
Suzy Van Gansbeke

Verantwoordelijke uitgever
Patricia De Clercq, Secretaris-generaal

Depotnummer
D/2020/3241/087

Lay-out
Departement Landbouw en Visserij

Druk
Vlaamse overheid

Voor bijkomende exemplaren:
www.vlaanderen.be/publicaties



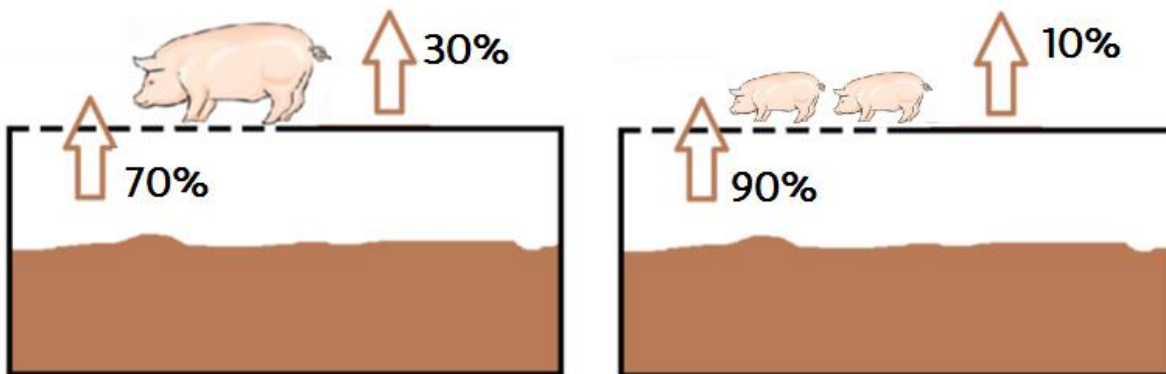
8 Lijst met tabellen73
9 Lijst met figuren.....73



1 VORMING VAN AMMONIAK

Ammoniak in varkensstallen ontstaat door de omzetting van het in de urine aanwezige ureum. Ureum is een afbraakproduct van het eiwitmetabolisme. Microbiële processen (onder invloed van het in de mest aanwezige enzym² urease) zetten de organisch gebonden stikstof in ureum om tot minerale stikstof onder vorm van ammoniumionen (NH₄⁺). Deze ammoniumzouten zijn zeer goed oplosbaar in waterig milieu, zoals mest. Door de aard van de mest, een basische oplossing (pH>7), zullen de ammoniumzouten omgezet worden naar het gasvormige ammoniak, dat (waar de mest in contact komt met de lucht) in de stallucht terecht komt. Door de ventilatie wordt deze ammoniak in het milieu geëmitteerd (uitgestoten). Zowel de omgevingstemperatuur als de mesttemperatuur hebben een (direct) effect op de vorming van ammoniak. Hoe hoger de temperatuur, hoe sneller ammoniak wordt gevormd. Een daling van de omgevingstemperatuur met 1° C zou de ammoniakemissie met ca 5% doen dalen. Er is ook een indirect effect als gevolg van een hogere ventilatie bij hogere omgevingstemperatuur. De ventilatie verhogen met 10 m³/uur varken zou bv. de emissie met meer dan 5% doen verhogen. Ventilatie is echter complex, ongewenste putventilatie zal bv. de ammoniakemissie in veel hogere mate doen stijgen. Om door minder ventileren de ammoniakemissie te reduceren mag de ammoniakconcentratie bovendien niet evenredig toenemen. De ammoniakvorming is verder het hoogst bij een drogestofgehalte van de mest van 40 à 60%.

Bij varkens en rundvee, waarbij de mest gewoonlijk in een mestkelder onder de stal wordt opgeslagen, wordt vaak een onderscheid gemaakt tussen de emissie uit de mestkelder en de emissie van op de vloer. In het geval van varkens wordt er van uitgegaan dat de kelder de voornaamste bron van de emissie is, bij rundvee is de verhouding andersom.



Figuur 1 Aangenomen kelder- en vloeraandeel bij varkens (links) en biggen (rechts)

² Een enzym is een stof die een chemische reactie versnelt of mogelijk maakt.



2 REDUCTIEPRINCIPES

Er zijn een vijftal soorten maatregelen die de ammoniakemissie reduceren:

1. Beperking van het contactoppervlak tussen mest en lucht (bevuild of emitterend oppervlak), bv. door schuine putwanden in combinatie met een overloop of gebruik van roosters met weinig mestaanhechting, door het mestoppervlak te bedekken met (balans)ballen of door het bevuild oppervlak te beperken door in te spelen op het mestgedrag van varkens;
2. Verminderde vorming van ammoniak, bv. door scheiden van mest en urine, aanzuren, koelen of verdunnen van de mest;
3. De uitgaande stallucht zuiveren van ammoniak m.b.v. luchtwassers of biobedden;
4. Vermindering van de luchtsnelheid over het mestoppervlak, bv. door aangepaste ventilatie;
5. Verminderde stikstofexcretie door de varkens, dit zijn hoofdzakelijk voedermaatregelen.

Categorieën 1, 2, 4 en 5 zorgen ervoor dat de vorming en/of vervluchtiging van ammoniak daalt en dus het stalklimaat verbetert. Ammoniak is immers een stalgas dat al bij concentraties van 20 ppm (parts per million) luchtwegen en slijmvliezen irriteert (zowel bij de varkens als bij de verzorgers) en ongunstige gevolgen heeft op het vlak van gezondheid, uitval, groei, voederconversie.

Dat is niet het geval voor de derde categorie maatregelen (de zogenaamde nageschakelde of end-of-pipe technieken). Bij deze technieken wordt het milieu gespaard maar zonder de gunstige effecten op het stalklimaat en dus de dieren en de verzorgers.

In deze brochure zal worden gefocust op de maatregelen van categorieën 1-4, waarvan vooral 1-3 in de huidige regelgeving zijn geïmplementeerd en frequent in de praktijk worden toegepast.

In een eerste hoofdstuk worden de reductieprincipes 1-4 verder toegelicht. In een tweede hoofdstuk worden de ammoniakemissiearme systemen behandeld die in de “lijst van ammoniakemissiearme stalsystemen” zijn opgenomen, met de nadruk op de meest toegepaste systemen. Een derde hoofdstuk gaat over de stalmaatregelen die op de “PAS-lijst” worden vermeld.

2.1 BEPERKING VAN HET CONTACTOPPERVLAK

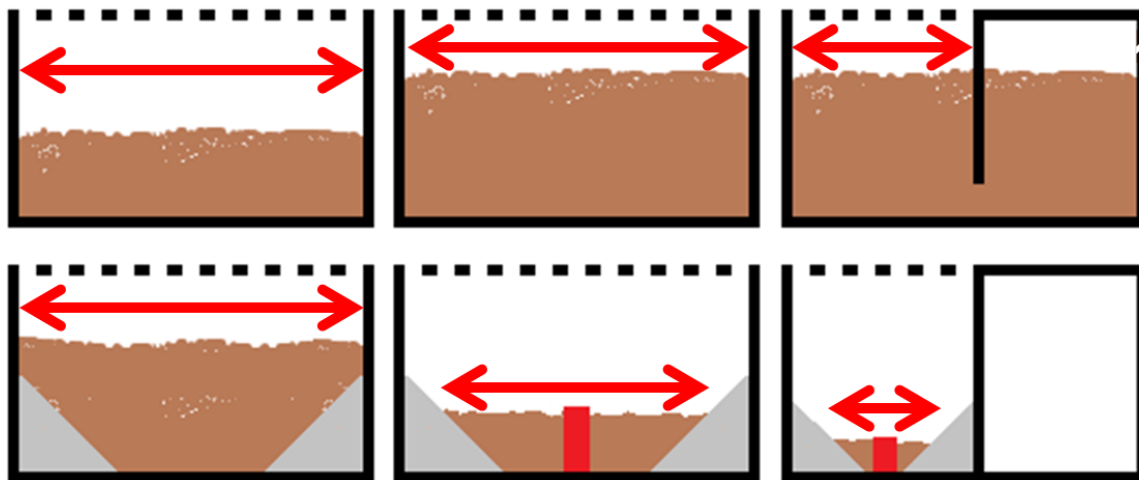
2.1.1 Beperking van het emitterend mestoppervlak

In de [“lijst van ammoniakemissiearme stalsystemen”](#) is het emitterend (mest)oppervlak gedefinieerd als: “contactoppervlak van de mest in de mestkelder, mestkanaal, mestbak of mestpan, binnen en buiten de afdeling, met de stallucht”. De eventueel met mest bevuilde rooster, dichte vloer, schuine wand etc. vallen dus buiten het aldus gedefinieerde emitterend oppervlak.

Om het emitterend mestoppervlak te verkleinen worden meestal halfroosterstallen ontworpen, al of niet met schuine puntwanden in de kelder. In **Figuur 2** zijn deze principes geïllustreerd. Links bovenaan is het emitterend oppervlak (EO) van een volledig onderkelderde volroosterstal evenredig met de breedte van de mestkelder (voorgesteld door de rode pijl), en dit wordt niet beïnvloed door de hoogte van de

mestlaag (midden bovenaan). Door de stal met dezelfde afmetingen uit te voeren als een halfroosterstal (rechts bovenaan) wordt het EO verkleind. Het blijft daarbij mogelijk de ruimte onder de dichte vloer te gebruiken als mestopslag, op voorwaarde dat de regelmatige openingen in de wand tussen deze ruimte en de mestkelder fungeren als stankafsluiter en het mestniveau altijd hoger staat dan de openingen. Merk op dat moet vermeden worden dat boven de mest ruimten kunnen ontstaan die volledig van de buitenlucht zijn afgesloten. Er moet met andere woorden altijd een vorm van ontluchting worden voorzien. Ook door de mestkelder te voorzien van schuine wanden kan het EO worden verkleind, mits het niveau van de mest niet onbeperkt kan stijgen (links onderaan). Om die reden worden schuine wanden altijd gecombineerd met een overloop (midden onderaan) die garandeert dat de mest niet hoger komt dan het hoogste punt van de overloop. Het blijft wel de bedoeling om de mest af te laten vóór dit niveau bereikt is (zie verder). Door schuine wanden te combineren met een halfrooster concept (rechts onderaan) kan het EO nog verder beperkt worden. De mestopslag in het eigenlijke mestkanaal wordt hierdoor wel in hoge mate beperkt. Er moet dus een andere mestopslag worden voorzien, hetzij extern, verbonden door een buizensysteem, hetzij in een tweede kelder onder het mestkanaal (die met uitzondering van de vereiste ontluchting niet in verbinding staat met de buiten- of stallucht).

Als het EO voldoende kan worden beperkt zonder gebruik van schuine wanden worden deze laatste afgeraden. Ze gaan immers met een aantal nadelen (kostenverhoging en beperking mestinhoud) en mogelijke knelpunten (risico op vliegenoverlast) gepaard. Ze zijn echter vaak noodzakelijk om het EO in voldoende mate te kunnen beperken.



Figuur 2 Emitterend (mest)oppervlak





Figuur 3 Prefab mestkanaal met schuine wanden, voorzien van een overloop (voorgrond) en een afluatsysteem (achteraan)

In de jaren '90 van vorige eeuw werd uitgegaan van ongeveer 5 à 8% ammoniakemissiereductie per 10% verkleining van het EO.

2.1.2 Beperking van het bevuilde oppervlak

Het EO is natuurlijk niet het enige oppervlak waar mest en lucht met elkaar in contact staan. Enige bevuiling op andere oppervlakken zoals schuine wanden, dichte vloeren en zelfs roostervloeren is onvermijdelijk. Toch moeten alle mogelijke maatregelen worden genomen om dit tot een minimum te beperken.

2.1.2.1 Schuine wanden

Om te vermijden dat de schuine wanden sterk bevuild worden met mest of dat er zelfs mest ophoopt zijn zowel de aard van het materiaal als de helling van belang.

Schuine wanden moeten uitgevoerd zijn in niet mestaanhechtend materiaal. In de praktijk is dit meestal glad afgewerkt beton. In de ["lijst van ammoniakemissiearme stalsystemen"](#) is niet mestaanhechtend materiaal gedefinieerd als "alle vlakke, gladde, mestbestendige, corrosiebestendige en goed te reinigen materialen waar de mest zich niet aan vasthecht zoals bijvoorbeeld polyester, polyethyleen, polypropyleen, roestvrij staal, vlak beton, materiaal voorzien van een coating, geglazuurde tegels, geglazuurde tegels". Met andere woorden: prefab beton, dat omwille van de lange levensduur een

populaire materiaalkeuze is, is toegelaten mits het oppervlak voldoende vlak is d.w.z. zonder oneffenheden, en het beton mestbestendig is (d.w.z. milieuklasse XA3).

Schuine wanden moeten voldoende helling hebben opdat de mest er gemakkelijk afrolt en de urine er snel afstroomt. De hoek tussen de schuine wand en de bodem van het mestkanaal moet om die reden minimaal 45° en in sommige gevallen minimaal 60° zijn. Het is vooral belangrijk dat de hoek die gesitueerd is tegen de hokwand voldoende groot is, aangezien daar het meest gemest zal worden.

Schuine wanden moeten na elke ronde goed worden gereinigd.

2.1.2.2 Dichte vloeren

In niet ammoniakemissiearme volroosterstallen maakt het weinig uit waar precies gemest wordt. In halfrooster- of deelroosterstallen daarentegen is het belangrijk om het mesten boven de rooster zoveel mogelijk te stimuleren, zowel in functie van ammoniakemissiereductie als van een goed stalklimaat en van hygiëne.

Een slimme hokindeling is gericht op het minimaliseren van de hokbevuilding. In tegenstelling tot bijvoorbeeld runderen en kippen, laten varkens zich niet alleen in hun liggedrag, maar ook in hun mestgedrag vrij goed sturen. Hiervoor dient men zich in de eerste plaats te baseren op de soorteigen gedragingen van varkens. Enig realisme is hierbij echter op zijn plaats: een zekere mate van ongewenst gedrag is onvermijdelijk en sommige dieren of groepen houden slechte gewoonten aan, wat de varkenshouder ook probeert.

Van nature zijn varkens dieren die hun ligruimte zo rein mogelijk houden en een aparte mestplaats kiezen. Varkens zijn bovendien gewoontedieren, dit houdt in dat het gewenste mestgedrag van bij het begin moet bevorderd worden. Een goed ontworpen hok moet in te delen zijn in verschillende ruimtes: lig-, mest- en eetruimte. Elke ruimte moet groot genoeg zijn om de erbij horende activiteit uit te voeren. Grotere hokken (dus voor grotere groepen) zijn in dat opzicht gemakkelijker in te delen dan kleine hokken.

Varkens liggen in de huidige gangbare houderijsystemen ongeveer 80% van de dag. De ligruimte is dan ook een belangrijk aspect van de stalrichting, en wordt gekozen in functie van het ligcomfort. Een rustige, droge, zachte en geïsoleerde ligruimte in de vorm van een dichte, verwarmde of ingestrooide vloer, kan hieraan voldoen. Is er geen vloerverwarming, zorg er dan minstens voor dat de als ligruimte bedoelde vloer zo proper en droog mogelijk is bij het begin van de ronde.

Aangezien varkens graag tegen een muur aanliggen, worden hokafscheidingen ter hoogte van de ligruimte bij voorkeur dicht uitgevoerd (of minstens onderaan dicht, bovenaan open). Vaak gaan de dieren liggen met de kop in de richting van waaruit "gevaar" wordt verwacht, m.n. de voeding. Bij voorkeur is de ligruimte dan ook niet onmiddellijk naast de voeding gesitueerd. Bij het kiezen van de positie van ramen of verlichtingspunten, houdt men er best ook rekening mee dat de ligruimte bij voorkeur iets donkerder is. Bij biggen kan bijvoorbeeld een plaat boven de beoogde ligruimte worden geplaatst. Strooisel verhoogt de aantrekkingskracht van de voorziene ligruimte, hiervoor kan bijvoorbeeld tijdens de eerste bezettingsdagen van het hok een kleine hoeveelheid zaagsel worden

toegepast. Anderzijds kan men de roostervloer minder aantrekkelijk maken door deze lichtjes nat te maken vooraleer het hok te bevolken. Bij hoge temperaturen kan het mesten op de ligruimte (als gevolg van het liggen op de rooster) enigszins worden beperkt door het verstrekken van kleine hoeveelheden voeder op de dichte vloer. Het wettelijk verplichte verrijkmateriaal wordt in functie van de rust best niet ter hoogte van de ligruimte geplaatst.

Meestal wordt eerst de beste ligplaats bepaald en wordt de mestplaats daarna zo ver mogelijk (5 à 10 m) van de verkozen ligplaats en de voederplaats gekozen. Eetplaats, mestplaats en ligruimte zijn dus bij voorkeur zo ver mogelijk van elkaar verwijderd. Een lang, smal hok (met de korte kant evenwijdig aan de voedergang) zal zich hiervoor beter lenen dan een eerder vierkant uitgevoerd hok. De lengte-breedteverhouding situeert zich bij voorkeur tussen 1,5 en 2,5 op 1.

Varkens mesten vooral in de hoeken en op rustige plaatsen (dus niet waar een drinknippel is geplaatst). De achterhand wordt daarbij vaak tegen de muur gesitueerd. Een mestspleet (van een achttal cm breed) tegen de achterwand kan ertoe bijdragen de hokken proper te houden. Tijdens het mesten staan de dieren in zekere mate instabiel, de kwaliteit van de vloer is dan ook belangrijk. Ter hoogte van de mestruimte wordt bij voorkeur een open hokafscheiding voorzien. Een (klein) niveauverschil tussen lig- en mestruimte kan eventueel helpen om de respectievelijke zones van elkaar te scheiden. Indien mogelijk worden lichtpunten/ramen zo geplaatst dat het meeste licht op de mestplaats valt. Om het liggen op de roostervloer te voorkomen kunnen eventueel een soort “noppen” op de rooster worden geplaatst, zoals te zien is in Figuur 4, in een uitvoering met kunststof roosters voor biggen (links) en met metalen driekantroosters (rechts).



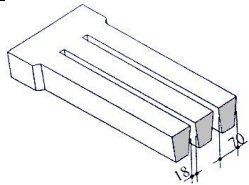
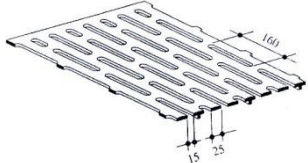
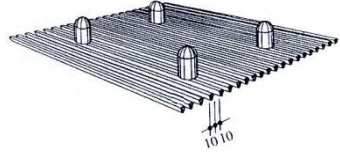
Figuur 4 “Noppen” die het liggen op de rooster ontmoedigen

Verschillende onderzoekers hebben aangetoond dat er een grote invloed is van de omgevingstemperatuur op het lig- en het mestgedrag. Per gewichts- of leeftijdscategorie is er als het ware een “temperatuurknikpunt”. Beneden deze temperatuur zal een temperatuursverandering geen

2.1.2.3 Roostervloeren

Verschillende onderzoeken hebben aangetoond dat de verhouding tussen de openingen (spleten) en de roosterbalken (de mestdoorlaat) bepalend is voor de zuiverheid van de rooster. Er zijn echter welzijnsregels die een maximale spleetbreedte opleggen voor betonroostervloeren, voor vleesvarkens is dit bv. 18 mm. Betonroosters hebben een mestdoorlaat die gewoonlijk tussen 15 en 20% gesitueerd is. Andere roostertypes zoals een metalen driekantrooster hebben een veel grotere mestdoorlaat (balk en spleet zijn even breed dus met aftrek van de dwarsverbindingen nagenoeg 50%). Hiervan wordt aangenomen dat de vloeremissie (ca 30% van de totale ammoniakemissie) met ca 65% afneemt in vergelijking met een betonrooster.

Tabel 1 Roostertypes en mestdoorlaat

Roostertype		Mestdoorlaat (%)
Betonrooster		18
Gietijzeren rooster		32
Metalen driekantrooster		>45

In de "[lijst van ammoniakemissiearme stalsystemen](#)" is de metalen driekantrooster veralgemeend tot een zogenaamde rooster met verhoogde mestdoorlaat: vloer waarvan de verhouding openingen op de totale oppervlakte minstens 40 % bedraagt en waarbij de vorm van de roosterbalkjes aangepast is zodat deze onderaan smaller zijn dan bovenaan, zoals bv. bij een metalen driekantrooster (Figuur 5).



Figuur 5 Vorm van de roosterbalkjes bij een driekantrooster

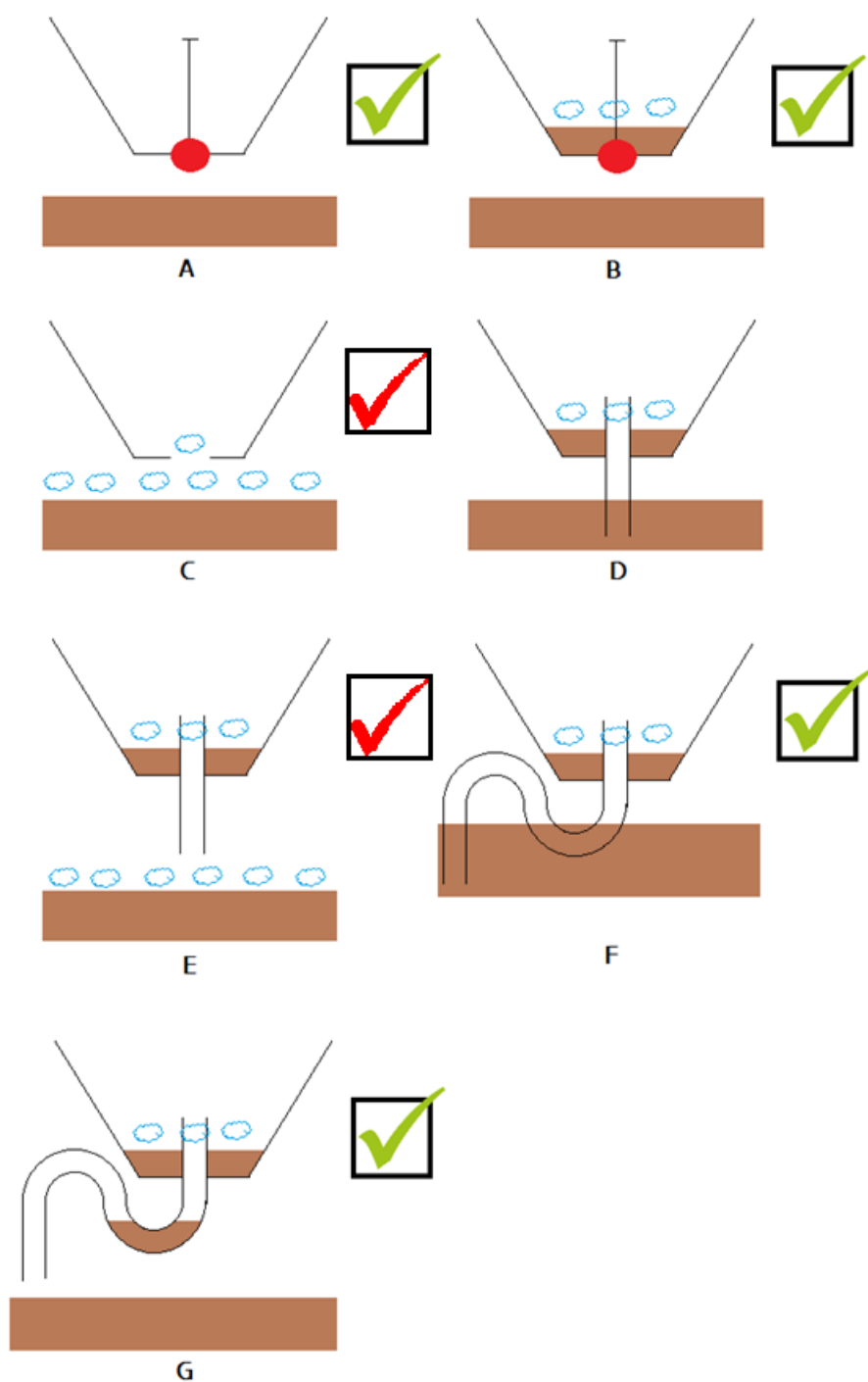
2.1.2.4 Waterkanalen

Waterkanalen worden geconstrueerd op die plaatsen waar mesten (of voedervermorsing) sporadisch wordt verwacht, bv. grenzend aan de hokwand, zeker ter hoogte van de hoeken, of ter hoogte van de voederbak. Dergelijke kanalen zijn al dan niet voorzien van schuine wanden en moeten altijd voldoende water bevatten opdat de mest genoeg verdund wordt om de ammoniakemissie als verwaarloosbaar te beschouwen (verdunningseffect). Het reinigingswater kan in veel gevallen hiervoor volstaan. Verdunnen doet de ammoniakconcentratie van het mengsel dalen en daardoor ook de ammoniakemissie. Verdunnen met de helft doet in theorie ook de kelderemissie uit dit kanaal met de helft dalen. Door in te spelen op het mestgedrag (en dus mesten boven het mestkanaal te bevorderen in plaats van boven het waterkanaal) en door steeds voldoende water in het waterkanaal te voorzien zal de verdunning zo groot zijn dat de emissie uit het waterkanaal te verwaarlozen wordt. Het waterkanaal wordt dan ook niet meegeteld voor het EO.

2.1.2.5 Stankafsluiter

Schuine wanden zijn alleen zinvol in combinatie met een overloop en aflaten. De overloop wordt in principe niet gebruikt om de mest af te laten, maar garandeert wel dat het maximale EO niet overschreden wordt. De aflaten zijn standaard gesloten. De overloop moet worden voorzien van een zwanenhalssifon als stankafsluiter om in alle omstandigheden (mestniveaus) minder emissie te veroorzaken. Deze principes worden geïllustreerd in Figuur 6.





Figuur 6 Principe overflow met stankafsluiter en gesloten mestaflaat A: de aflaat is gesloten en het mestkanaal is leeg, geen emissie B: de aflaat is gesloten en het mestkanaal is gevuld met mest, beperkte emissie C: de aflaat is geopend: maximale emissie D: een rechte overloop die doorloopt tot onder mestniveau: beperkte emissie E: een rechte overloop die niet doorloopt tot onder mestniveau, maximale emissie F: een overloop met zwanenhals die doorloopt tot onder mestniveau, beperkte emissie G: een overloop met zwanenhals die niet doorloopt tot onder mestniveau, beperkte emissie

Hiervan wordt bv. gebruik gemaakt door waterkanalen te voorzien op die plaatsen waar slechts een beperkt deel van de mestproductie wordt verwacht (bv. ter hoogte van de voederbakken, onder de (rooster)ligruimte voor biggen, onder de biggenrooster in de kraamhokken) (zie ook rubriek 2.1.2.4.). Ook spoelsystemen waarbij de mest in een spoelvloeistof in de mestkelder wordt opgevangen en het mengsel regelmatig wordt weggespoeld, spelen ondermeer in op dit principe. Spoelsystemen zijn echter duur en ingewikkeld en worden dus weinig of niet toegepast.

2.3 ZUIVEREN VAN DE UITGAANDE STALLUCHT

In tegenstelling tot de eerder besproken reductietechnieken die pogen de vorming of vervluchtiging van ammoniak tegen te gaan; wordt bij de nageschakelde technieken de lucht behandeld voor hij het milieu ingaat. Het stalklimaat waarin dieren en veehouder verblijven, wordt dus door de nageschakelde technieken niet in positieve zin beïnvloed.

Aan sommige van de eerder besproken maatregelen zijn geen (of nauwelijks) werkingskosten en weinig of geen administratieve verplichtingen verbonden. Dit geldt niet voor de nageschakelde technieken die dan weer als voordeel hebben dat minder compromissen moeten worden gesloten met betrekking tot stalinrichting. De werkingskosten (elektriciteit, waterverbruik en in het geval van een chemische luchtwasser ook zuurkosten) zijn echter niet te onderschatten en er moeten wekelijkse registraties gebeuren. Bovendien moet het ventilatiesysteem, in tegenstelling tot de stalinrichting, wel specifiek worden aangepast aan de luchtwasser. Alle stallucht moet immers de stal verlaten via de luchtwasser.

Luchtwassers en biobedden (biofilters) maken gebruik van zuren (chemische luchtwassers) of van micro-organismen (biologische luchtwassers en biobedden) om de ammoniak door het vormen van zouten te binden en via spuiwater af te voeren. Hiervoor is een structuur (wasserpakking of biobed) vereist waar de lucht met behulp van ventilatoren doorgestuurd wordt en die continu bevochtigd wordt (met water of met aangezuurd water). Dergelijke structuur is nodig om de lucht zoveel mogelijk in contact te brengen met het water waarin de eindproducten worden opgenomen.

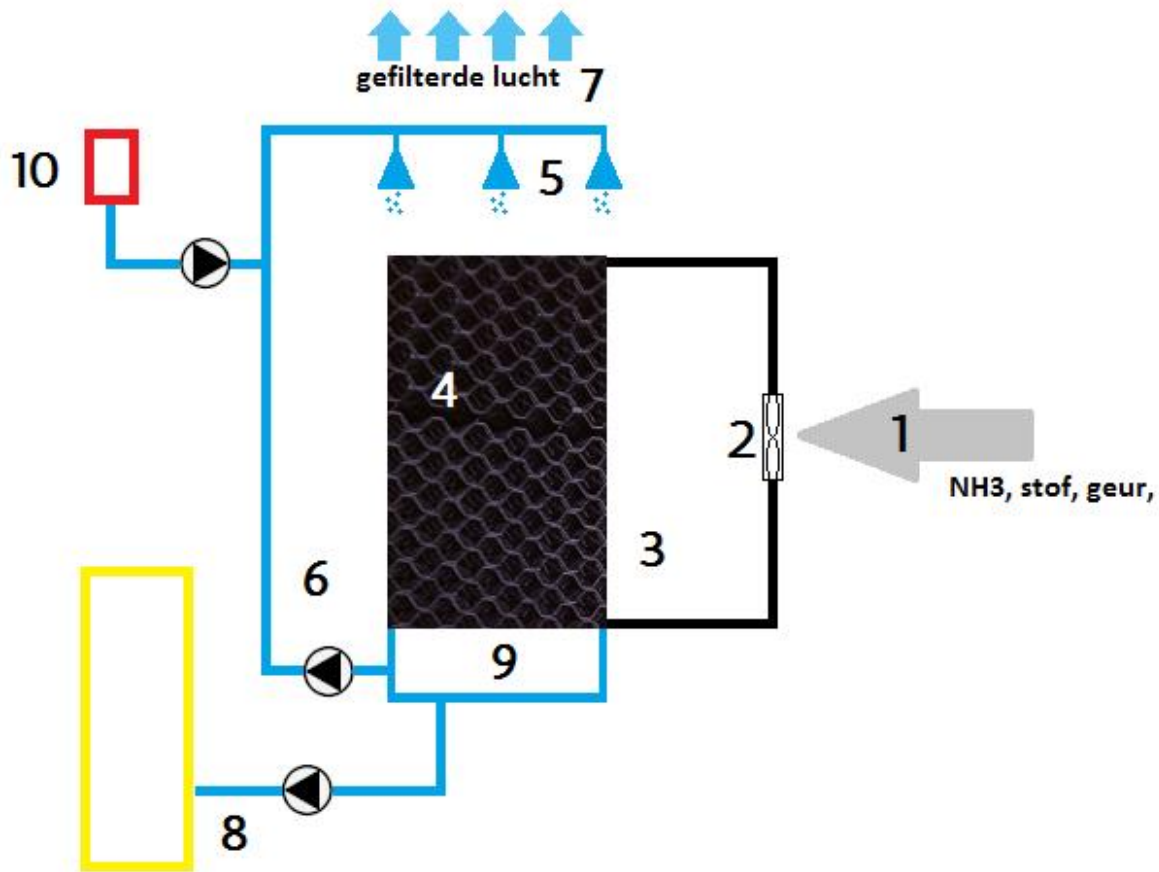
In de brochure '[Een luchtwasser, wat nu?](#)' (VEMIS) worden een aantal wettelijke verplichtingen en praktische aanbevelingen beschreven.

2.3.1 Chemische luchtwasser

In een chemische (zure) luchtwasser wordt gewassen met (door zwavelzuur) aangezuurd water. Dit waswater wordt gesproeid over een filterpakket (pakking) die zorgt voor een groot contactoppervlak tussen lucht en water. Dergelijk pakket bestaat bv. vaak uit een kunststof honingraatstructuur. Ammoniak, water en zwavelzuur worden omgezet in (het zout) ammoniumsulfaat en water. Om het hergebruik van het waswater toe te laten moet een voldoende grote opvangbak of -tank aanwezig zijn. Het hergebruik is echter niet onbeperkt. De omzetting wordt geremd als er te weinig zwavelzuur overblijft (als de pH te hoog wordt) en de concentratie aan zout (en dus de geleidbaarheid) te hoog wordt. Bovendien verdwijnt er ook door verdamping continu water uit het systeem. Er moet met andere woorden regelmatig water en zuur worden toegevoegd en er moet afvalwater of spui worden afgevoerd (gespuid) naar een spuiwatertank. Wordt er te weinig gespuid, dan kan de ammoniakemissiereductie onvoldoende zijn. Chemische luchtwassers hebben gewoonlijk een extra pakket dat fungeert als druppelvanger om te voorkomen dat het zure waswater in het milieu komt (en

////////////////////////////////////

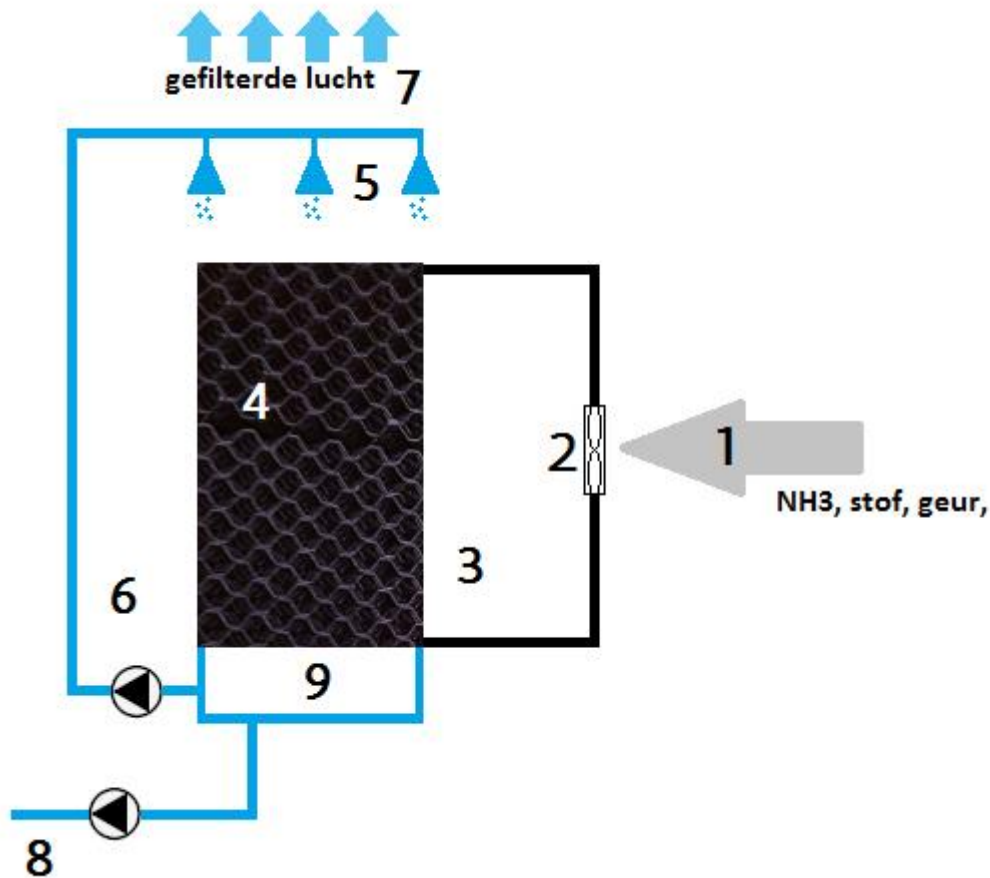
de materialen en/of vegetatie in de buurt van de uitlaat aantast). Na de druppelvanger verlaat de gewassen lucht de luchtwasser.



Figuur 7 Schema chemische luchtwasser (van het type dwarsstroom) (1 = ingaande (vuile) lucht, 2: ventilatoren, 3: drukkamer, 4: filterpakket, 5: bevochtiging van boven, 6: recirculatie waswater, 7: uitgaande gefilterde lucht, 8: spuiwateropslag, 9: waswatertank, 10: zuurdosering

2.3.2 Biologische luchtwasser

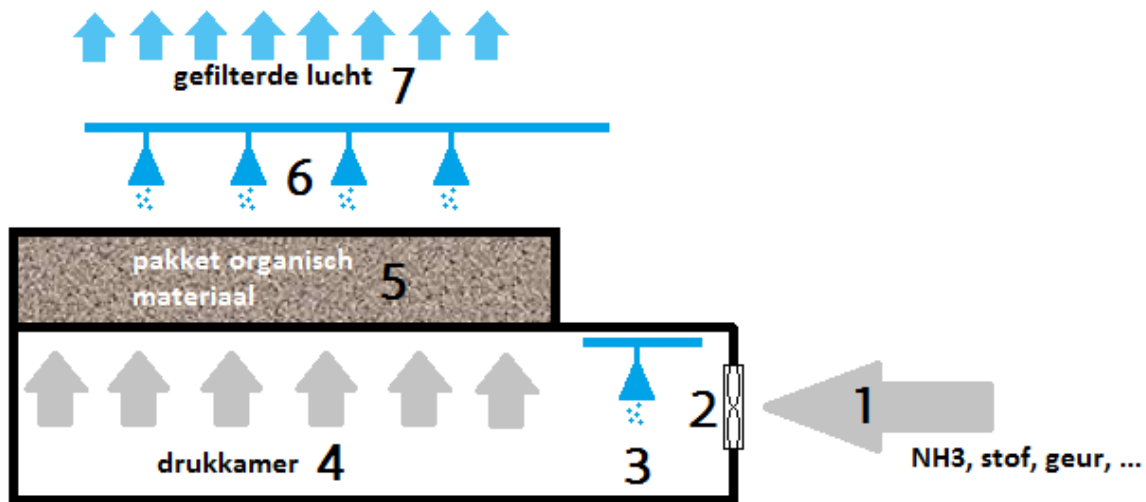
In een biologische luchtwasser zetten de micro-organismen (voornamelijk bacteriën) die aanwezig zijn in het vulpakket en in het waswater, de ammoniak in het waswater om tot nitriet en nitraat. Ook hier wordt het water hergebruikt en moet dus een voldoende grote opvangbak of -tank aanwezig zijn. Het hergebruik is evenmin onbeperkt. De omzetting wordt geremd als er teveel salpeterzuur (HNO₃) wordt gevormd of teveel ammoniak in het recirculerende waswater aanwezig is. Om het proces op gang te houden (en om te compenseren voor verdamping) moet regelmatig vers water worden toegevoegd en spui worden afgevoerd. In tegenstelling tot de spui van een chemische wasser kan de spui van een biologische wasser eventueel wel naar de mestkelder worden afgevoerd. Wordt er te weinig gespuid, dan kan de ammoniakreductie onvoldoende zijn.



Figuur 8 Schema biologische luchtwasser (van het type dwarsstroom) (1 = ingaande (vuile) lucht, 2: ventilatoren, 3: drukkamer, 4: filterpakket, 5: bevochtiging van boven, 6: recirculatie waswater, 7: uitgaande gefilterde lucht, 8: spuiwaterafvoer (bv. naar mestkelder), 9: waswatertank)

2.3.3 Biobed

Een biobed of een biofilter (of biotrickling filter) bestaat uit een (bevochtigd) bed organisch materiaal waardoor een luchtstroom wordt geleid. De te verwijderen componenten (ammoniak, geur) worden door het water in het materiaal opgenomen en door micro-organismen omgezet/afgebroken.



Figuur 9 Schema biobed (1 = ingaande (vuile) lucht, 2: ventilatoren, 3: voorbevochtiging, 4: drukkamer, 5: pakket organisch materiaal, 6: bevochtiging van boven, 7: uitgaande gefilterde lucht)

Om de omzettingen te laten doorgaan moet de lucht voldoende traag door het pakket gaan. Om dit te garanderen mag de intredesnelheid in het bed niet te hoog zijn en moet de verblijfstijd voldoende lang zijn. Uit deze eisen en de ventilatiecapaciteit volgen de minimale dimensies (oppervlakte en diepte) van het pakket organisch materiaal. Als bed komen verschillende soorten organisch materiaal in aanmerking: vaak wordt wortelhout gebruikt, maar ook boomschors, compost, turf, mengsels enz. zijn mogelijk. Belangrijk is een vulmateriaal te hebben waarin de lucht geen preferentiële wegen vindt en dat geen te hoge tegendruk veroorzaakt. Verdichting moet dus voorkomen worden, bijvoorbeeld door opschudden. Verder moeten droge plekken in het pakket worden vermeden, deze hebben namelijk een lagere weerstand dan de vochtige plaatsen. Het vulmateriaal moet dus (homogeen) kunnen bevochtigd worden zodat de luchtvochtigheid altijd 50-70% bedraagt. Het bed moet indien nodig en minstens halfjaarlijks worden opgeschud. Het ammoniakreducerend vermogen kan zeer snel afnemen door de vorming van zure producten. Dit kan enkel worden vermeden door regelmatige vervanging van het pakket, voldoende dimensionering en regelmatig spoelen. Om die reden moet het organisch materiaal om de 2 jaar vervangen worden. Het spoelen kan eventueel met dezelfde voorziening gebeuren als voor het bevochtigen van het pakket. Ook de aangevoerde lucht moet continu voorbevochtigd worden, bijvoorbeeld met behulp van een watergordijn, dit om het stof op te vangen. Zoniet zal het stof het organisch materiaal opvullen, met een hogere weerstand en dus hoger energieverbruik als gevolg. Zoals bij de luchtwassers kan er indien nodig waswater gespuid worden, maar daarnaast is er dus ook spoelwater (percolaat) en tweejaarlijks het afgedankte vulmateriaal.

Capaciteit

Bij alle nageschakelde technieken moet alle stallucht de stal verlaten via de luchtwasser. Hiervoor moet de capaciteit van de luchtwasser worden afgestemd op de maximale ventilatiebehoefte van de dieren in de stal.

Voor varkens gelden volgende aanbevelingen m.b.t. de maximale ventilatiebehoefte, in functie van het inlaatsysteem (Tabel 2).

Tabel 2 Maximale ventilatiebehoefte per diercategorie en in functie van het inlaatsysteem

	Maximale behoefte (m ³ /h)		
	Kanaal- en deurventilatie, systemen met directe luchtinlaat en andere systemen waarbij de lucht laag in de afdelingen binnenkomt en weinig weerstand ondervindt	Combiventilatie	Plafond- en ventielventilatie en andere systemen waarbij de lucht hoog in de afdelingen binnenkomt en veel weerstand moet overwinnen.
Guste en dragende zeugen	120	135	150
Kraamzeugen	200	225	250
Biggen 20 kg	15	16,5	18
Vleesvarkens 110 kg	60	70	80

Voor een vleesvarkensstal met 1000 plaatsen bedraagt de maximale ventilatiecapaciteit waarop de luchtwasser minstens moet afgestemd worden in het geval van deurventilatie dus $1000 \times 60 = 60.000$ m³ per uur. Zoniet zal de minimale verblijfstijd die nodig is om voldoende verwijderingsrendement te realiseren niet gehaald worden. Het vereiste volume van het filterpakket volgt uit de minimale verblijfstijd en de maximale ventilatiecapaciteit: $\text{volume (m}^3\text{)} = \text{verblijfstijd (s)} \text{ maal maximale ventilatiecapaciteit (m}^3\text{/u)}$ gedeeld door 3600 s/u. Om bv. een verblijfstijd van 1,5 s te garanderen zou een volume van $1,5 \text{ s} \times 60.000 \text{ m}^3\text{/3600 s} = 25 \text{ m}^3$ vereist zijn.

2.4 VERMINDERING VAN DE LUCHTSNELHEID OVER HET MESTOPPERVLAK

Hoeveel ammoniak uit de mest vervluchtigt wordt mede bepaald door de verhouding tussen de concentratie in de lucht boven de mest en de concentratie in de mest. Met andere woorden: als beide concentraties gelijk zijn (omdat de lucht niet wordt ververst), is er geen vervluchtiging. Hoe meer luchtbeving (hoe hoger de luchtsnelheid) boven de mest, hoe lager de concentratie aan ammoniak in de lucht boven de mest en hoe meer vervluchtiging er zal zijn.

Voor het welzijn van de varkens moet echter voldoende worden geventileerd en is dus steeds een mate van luchtbeving vereist. Om die reden is het niet evident om én voldoende te ventileren voor het welzijn en de gezondheid van de dieren én de luchtsnelheid boven de mest te beperken in de vorm van een goed te handhaven emissiearm systeem. Op dit ogenblik zijn er nog geen erkende ammoniakemissiearme systemen die hierop inspelen.

3 AMMONIAKEMISSIEARME STALLEN

Eerder werd al ingegaan op de reductieprincipes. In de volgende hoofdstukken zullen de erkende en in de praktijk toegepaste stalsystemen worden besproken. Dit zijn enerzijds de ammoniakemissiearme stalsystemen en anderzijds de stalsystemen die zijn opgenomen op de PAS-lijst.

Om op de "[lijst van ammoniakemissiearme stalsystemen](#)" te worden opgenomen moeten stalsystemen een erkende (gemeten, gemodelleerde of afgeleide) emissiefactor (uitgedrukt in kg NH₃ per dierplaats en per jaar) hebben die beneden een drempelwaarde blijft. Deze drempelwaarden, de overeenkomende standaardemissiefactor en de daaruitvolgende minimale reductie zijn opgenomen in Tabel 3.

////////////////////////////////////

Tabel 3 Drempelwaarden, standaardemissiefactor en reductie per diercategorie varken

Nummering	Diercategorie	Maximale ammoniakemissiefactor (kg NH ₃ per dierplaats per jaar) voor een ammoniakemissiearme stal (drempelwaarde)	Standaard ammoniakemissiefactor (kg NH ₃ per dierplaats per jaar) ¹	Minimale reductie (%)
V-1.	Biggen	0,30	0,60 (0,75 indien > 0,35m ² /dier)	50
V-2.	Zeugen in kraamstallen	4,45	8,3	46
V-3.	Zeugen in dek- en drachtstallen	2,60	4,2	38
V-4.	Vleesvarkens	1,40	2,5 (3, 5 indien > 0,80m ² /dier)	44

¹ Bron: MER Richtlijnenboek landbouwhuisdieren, [bijlage](#)

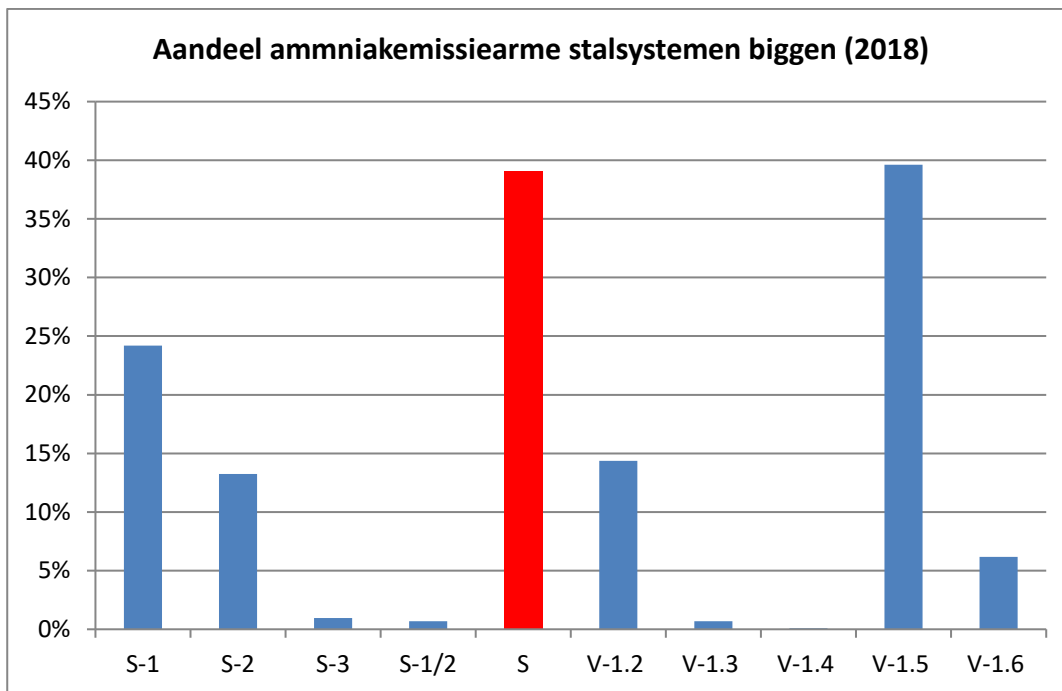
In de volgende rubrieken worden per diercategorie de meest toegepaste ammoniakemissiearme stalsystemen besproken. De nageschakelde technieken S-1 (biologische luchtwasser), S-2 (chemische luchtwasser) en S-3 (biobed) zijn eerder al uitgebreid besproken en verschillen niet naargelang de diercategorie. Ze worden dus niet meer apart behandeld.

3.1 AMMONIAKEMISSIEARME STALLEN VOOR BIGGEN

3.1.1 Toepassingen

De VLM publiceert in haar voortgangsrapporten de door de aangifteplichtigen gerapporteerde ammoniakemissiearme systemen, uitgedrukt in aantal dier(plaats)en per diercategorie per systeem. In de volgende grafieken worden telkens de gegevens van 2018 weergegeven ([mestrapport 2019](#)).

Voor biggen zijn (naast de end-of-pipe technieken) 5 stalsystemen erkend: V-1.2 t.e.m. V-1.6 (V-1.1 werd geschrapt uit de lijst). In Figuur 11 is het relatief belang van deze systemen weergegeven.



Figuur 11 Aandeel ammoniakemissiearme systemen voor biggen, 2018 (Bron: VLM)

Systeem V-1.5 wordt het meest toegepast (40% van de biggen in ammoniakemissiearme huisvesting). Het is een systeem dat werd ontwikkeld voor eerder grote groepen biggen waarin een kunststofrooster gecombineerd wordt met een rooster met verhoogde mestdoorlaat (bv. een metalen driekantrooster). V-1.2 wordt ook frequent (14%) toegepast. Het is een halfrooster concept waarin het mestgedrag wordt gestuurd. De nageschakelde technieken worden bij meer dan 1/3 van de biggen (39%) in ammoniakemissiearme huisvesting toegepast.

De biologische luchtwasser heft hierin het grootste aandeel (24%). V-1.4 (koeldek) komt nagenoeg niet voor. V-1.3 is een systeem met een mestband onder de rooster en wordt ook nauwelijks toegepast.

3.1.1.1 V-1.5

Dit systeem is een volroostersysteem met twee types rooster. Er is een groot aandeel kunststofrooster boven een waterkanaal en een klein aandeel 'rooster met verhoogde mestdoorlaat' boven een mestkanaal. De kunststofrooster biedt meer ligcomfort en wordt dus door de biggen als ligruimte gekozen. Het is mogelijk om een deel van deze oppervlakte uit te voeren als dichte vloerverwarmingsplaat. De voederbakken worden boven de kunststofrooster gesitueerd. Mesten gebeurt bij voorkeur buiten de ligruimte en op enige afstand van de voederplaats. De biggen gaan met andere woorden vooral mesten op de rooster met verhoogde mestdoorlaat en dus boven het mestkanaal. De mest en de urine die toch in het waterkanaal terechtkomen worden verdund. Nadeel van dit systeem is het vaak harde geluid dat bij onrust door het lopen van de biggen over de kunststofrooster wordt veroorzaakt. Verder is het van belang te waken voor een goed ventilatiepatroon. Zo moet (bv. aan de hand van flappen of muurtjes in het waterkanaal) vermeden worden dat de

binnenkomende lucht onder de kunststofrooster door gaat en pas net voor het mestkanaal terug naar boven treedt.



Figuur 12 AEA-systeem voor biggen V-1.5, links groene kunststofrooster boven waterkanaal, rechts metalen driekantrooster boven mestkanaal



Figuur 13 AEA-systeem voor biggen V-1.5, vooraan oranje kunststofrooster boven waterkanaal met daarop de voederbakken, achteraan metalen driekantrooster boven mestkanaal

3.1.1.2 V-1.2

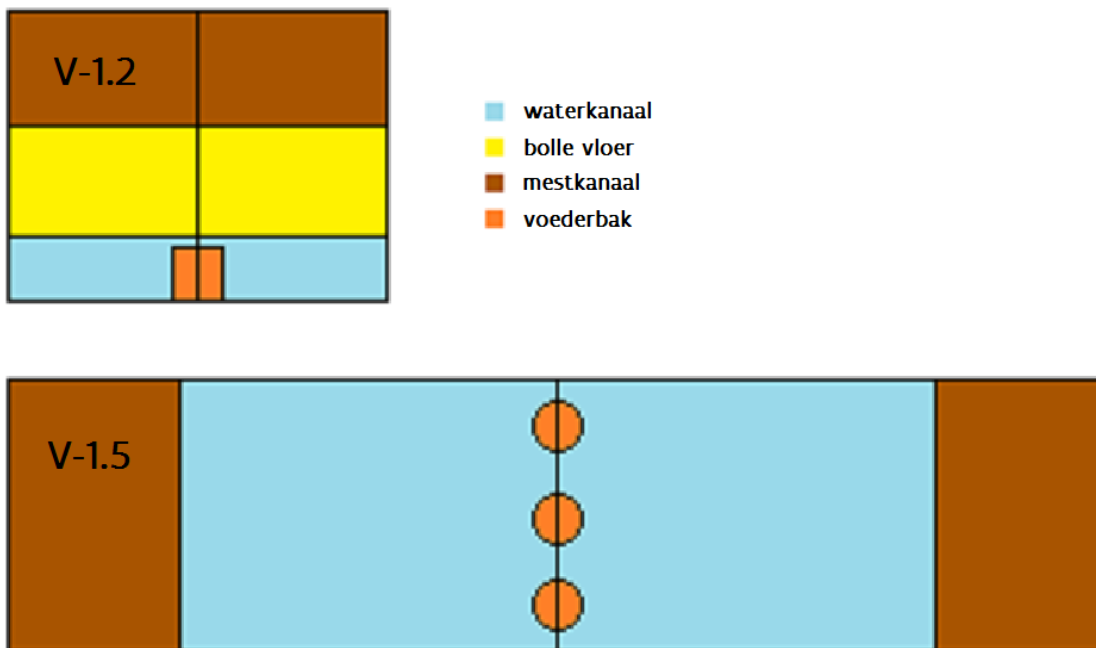
Dit systeem is een halfroostersysteem met een bolle vloer, een smal waterkanaal en een breder mestkanaal. De hokvorm is smal en diep. De tussenscheiding is dicht, behalve ter hoogte van het mestkanaal. Dit systeem is eerder geschikt voor kleine groepen biggen.





Figuur 14 AEA-systeem voor biggen V-1.2, vooraan waterkanaal, achteraan mestkanaal

In Figuur 15 worden beide systemen schematisch voorgesteld.



Figuur 15 AEA-systemen voor biggen V-1.2 en V-1.5 (bovenaanzicht van telkens 2 hokken)

3.1.1.3 V-1.6

Dit systeem is qua reductieprincipes goed vergelijkbaar met V-1.2, maar het EO is beperkter en daardoor is ook de ammoniakemissiefactor lager.



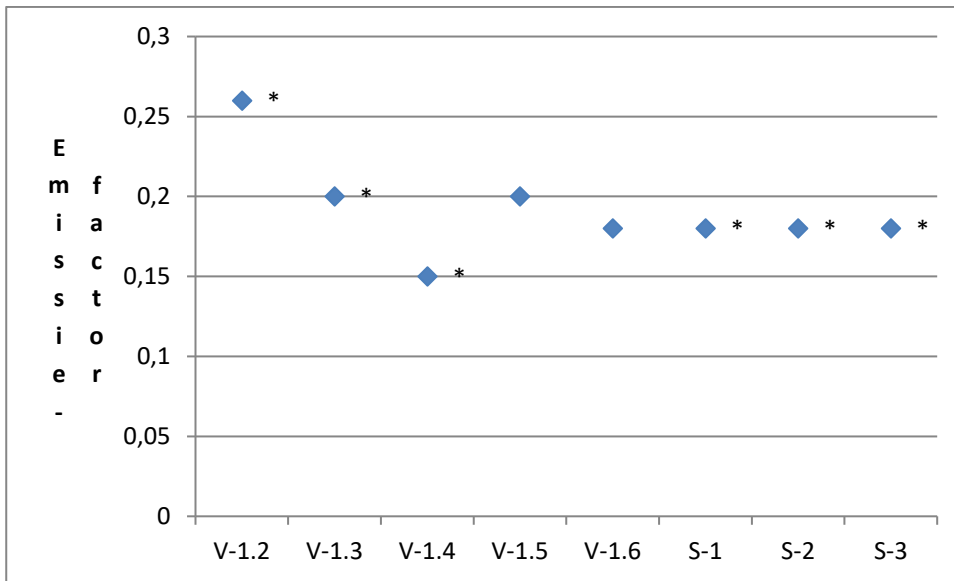
Figuur 16 AEA-systeem voor biggen V-1.6, in een uitvoering zonder waterkanaal

Deze systemen gaan gepaard met een mestafvoersysteem, (al dan niet) schuine wanden en afsluiters. Aandachtspunten hierbij zijn uitgebreid beschreven in rubriek 0.

3.1.2 Ammoniakemissiefactoren

Vóór de introductie van PAS had de waarde van de ammoniakemissiefactor relatief weinig belang, zolang het systeem maar opgenomen was op de lijst van de AEA-systemen. Sinds PAS is de keuze voor een systeem met een zo laag mogelijke emissiefactor voor een aantal bedrijven echter gunstiger geworden (Figuur 17). Hieruit blijkt bv. dat V-1.6 een alternatief zou kunnen zijn voor V-1.2.

//



Figuur 17 Emissiefactoren van de AEA-systemen voor biggen (* bij een huisvesting met maximaal 0,35 m² leefruimte per dierplaats)

3.1.3 Kosten versus baten

Naast de emissiefactoren zijn ook de investerings- en werkingskosten niet voor alle systemen dezelfde.

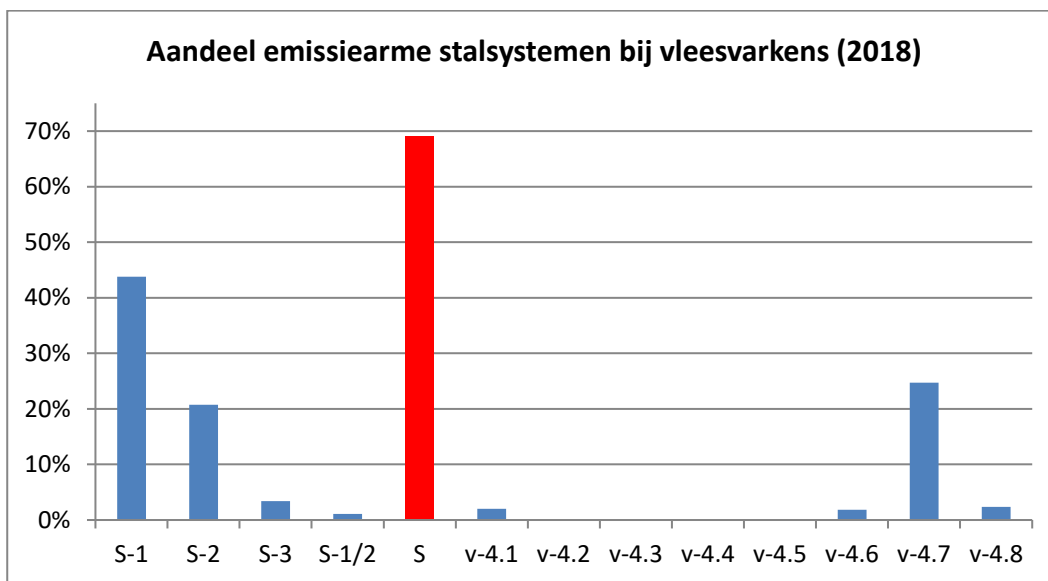
De emissiefactor én de investerings- en werkingskosten zijn dus belangrijke criteria bij de keuze van een systeem. De (officiële, erkende) emissiefactor is de waarde die aan een systeem wordt toegekend op de lijst van de ammoniakemissiearme stalsystemen. Op basis van nieuwe, meer nauwkeurige (meet)gegevens kan de emissiefactor echter veranderen. Voor de investeringskosten kan men zich eventueel baseren op reële offertes. Werkingskosten zijn vaak moeilijker bij voorbaat in te schatten. Een mogelijke bron van zowel (gemiddelde) investeringskosten als werkingskosten is de Nederlandse KWIN veehouderij. In Figuur 18 worden een (beperkt) aantal systemen weergegeven in functie van emissiefactor én van **extra** investeringskost (ten opzichte van de standaard niet-ammoniakemissiearme huisvesting). Figuur 19 is een gelijkaardige figuur waarin de jaarkosten zijn afgezet ten opzichte van de emissiefactor. De jaarkost bestaat uit de jaarlijkse kosten als gevolg van de extra investering (afschrijving, rente en onderhoud) plus de energiekosten (uitgedrukt in euro per dierplaats) (bron: KWIN Veehouderij 2018-2019). Uiteraard vormt dit niet het volledige plaatje: de jaarkosten zijn niet per definitie volledig en kunnen bijvoorbeeld ook verkeerd ingeschat zijn. Toch kan deze oefening interessante inzichten opleveren. Voor wie de emissiefactor minder belangrijk is (bv. een groen bedrijf dat zelfs na eventuele uitbreiding niet flirt met de grens groen-oranje) zal eerder kiezen voor een systeem dat onderaan gepositioneerd is (linksonder maar ook rechtsonder). Voor wie de EF zeer belangrijk is zijn de meest links geplaatste alternatieven het interessantst. Het (louter op basis van deze twee kenmerken) voor alle bedrijven ideale systeem zou uiterst linksonder geplaatst zijn. Uiteraard spelen persoonlijke voorkeuren en andere overwegingen ook een rol bij de keuze.

gedifferentieerd. Er wordt wel aangenomen dat de geuremissiefactoren van de ammoniakemissiearme systemen voor biggen systematisch lager zijn dan deze van de niet-ammoniakemissiearme systemen. Bij de PM2,5 wordt geen onderscheid gemaakt. De PM10 emissiefactor verschilt wel en is gunstiger bij V-1.4 en V-1.5.

3.2 AMMONIAKEMISSIEARME STALLEN VOOR VLEESVARKENS

3.2.1 Toepassingen

Voor vleesvarkens zijn (naast de end-of-pipe technieken) 8 stalsystemen erkend: V-4.1. t.e.m. V-4.8. In Figuur 11 is het relatief belang van deze systemen weergegeven (in functie van het aantal dierplaatsen).

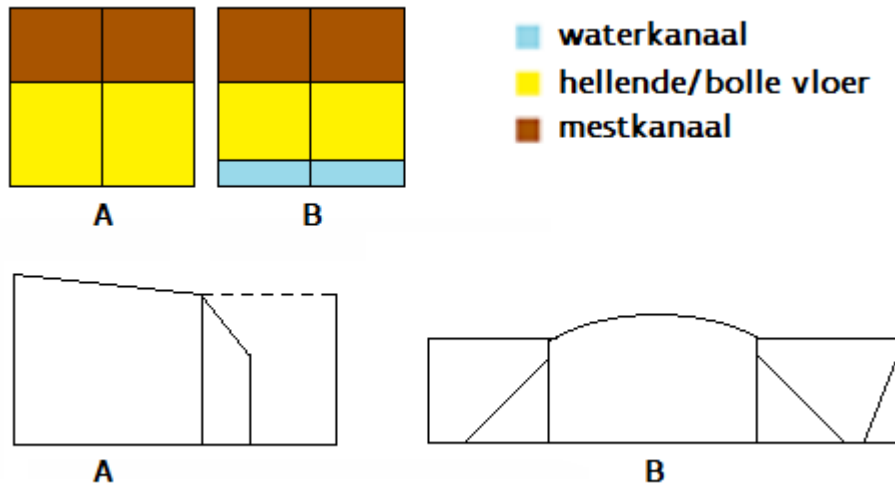


Figuur 20 Aandeel ammoniakemissiearme systemen voor vleesvarkens, 2018 (Bron: VLM)

De nageschakelde technieken vertegenwoordigen bijna 70% van het aantal ammoniakemissiearme plaatsen voor vleesvarkens. Ruim 60% daarvan is voorzien van een biologische luchtwasser (S-1). Van de staltechnieken wordt systeem V-4.7 het meest toegepast (25% van de vleesvarkens in ammoniakemissiearme huisvesting). Het is een halfroostersysteem met bolle vloer, water- en mestkanaal met daarboven betonroosters. In het mestkanaal zijn schuine putwanden vereist. V-4.6 is identiek aan V-4.7 maar boven het mestkanaal moet een rooster met verhoogde doorlaat worden voorzien. Hierdoor mag het EO iets meer bedragen ($0,27 \text{ m}^2$ versus $0,18 \text{ m}^2$) en is de toegekende emissiefactor iets lager (1 versus $1,20 \text{ kg NH}_3/\text{dierplaats.jaar}$). V-4.1 is een systeem waarbij de mest wordt opgevangen in een vloeistof van beluchte mest. Het mengsel wordt om de 3 dagen uit de kleder gespoeld. V-4.8 is een systeem waarbij urine en mest worden gescheiden via een mestgoot die aan beide kanten afhelt naar een giergoot. De mest wordt met een schraper in de mestgoot naar een afvoerband geschraapt.

3.2.1.1 V-4.7

Hoewel dit systeem in 2 varianten kan uitgevoerd worden, namelijk een eerste variant zonder waterkanaal en met een hellende vloer en een tweede variant met een waterkanaal en een bolle vloer (Figuur 21), wordt in de praktijk zo goed als altijd gekozen voor de variant met de bolle vloer.



Figuur 21 Varianten van V-4.7: A met hellende vloer, B met bolle vloer en waterkanaal, boven plattegrond, onder doorsnede

Ook voor het mestafvoersysteem zijn er in principe 2 opties: (1) afvoer via een rioleringsstelsel (Figuur 22) en (2) afvoer naar een dieperliggende kelder (Figuur 23).

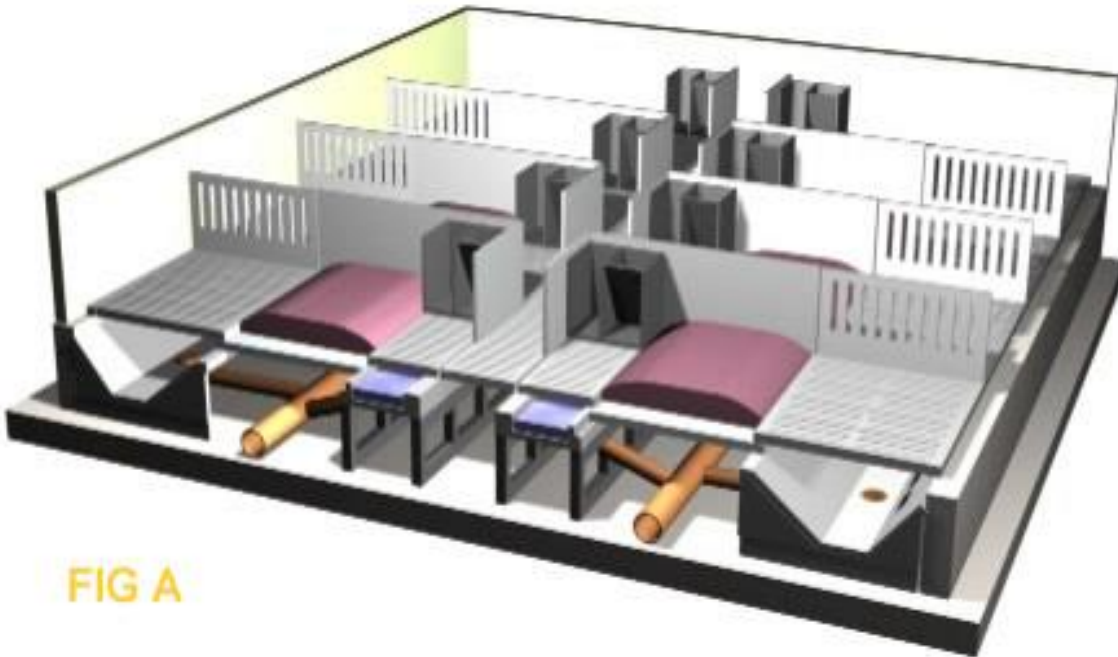


FIG A

Figuur 22 Mestafvoersysteem via riolering

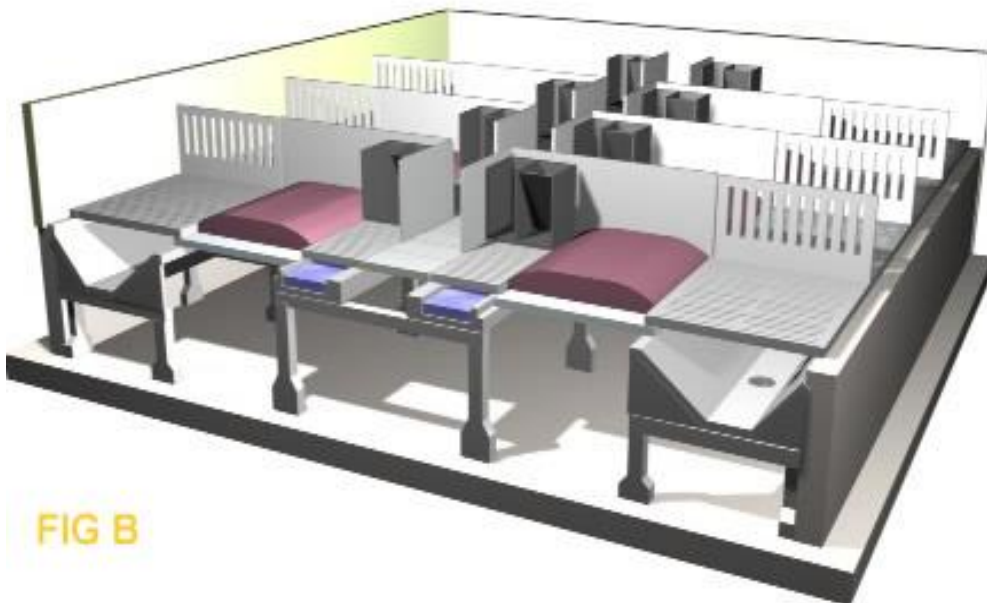


FIG B

Figuur 23 Mestafvoersysteem naar diepere kelder

Volgende figuren tonen een mogelijke uitvoering waarbij de mest uit de kanalen wordt afgevoerd naar een diepere kelder. In de kelder worden palen geconstrueerd waarop de goten worden geplaatst.





Figuur 24 Diepe kelder met palen



Figuur 25 Mestgoten, waterkanaalgoten en bolle vloeren

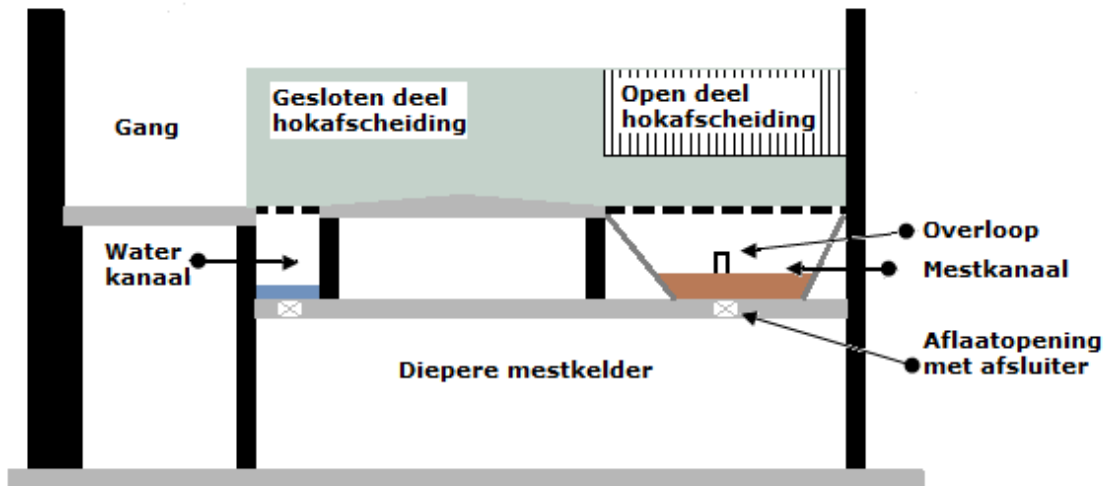
////////////////////////////////////



Figuur 26 Roosters boven water- en mestkanalen en bolle vloeren



- een mestafvoersysteem, bijvoorbeeld een rioleringsysteem die de mest naar een andere opslag afvoert of een afvoersysteem naar een tweede, diepere kelder
- (al dan niet) een waterkanaal, waarboven mesten niet wordt gestimuleerd maar wel in beperkte mate wordt verwacht.



Figuur 28 Schematisch voorbeeld met water- en mestkanaal, dat laatste met twee schuine wanden, en afvoer naar een diepere kelder

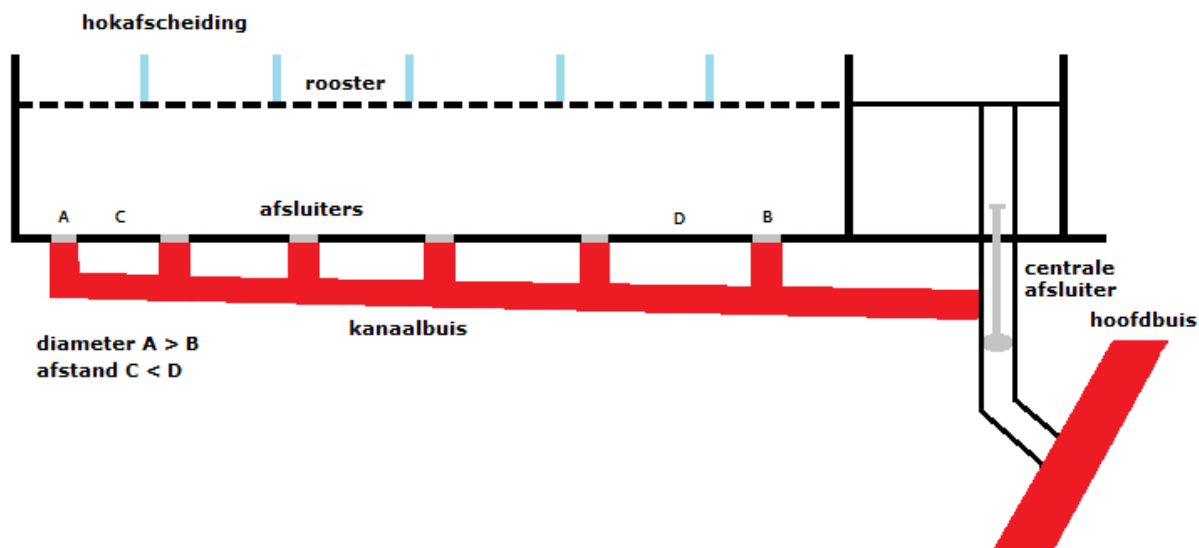
Aandachtspunten bij de keuze van het afvoersysteem

Bij de meeste systemen wordt de keuze voor het type mestafvoer overgelaten aan de varkenshouder. Rioleringsystemen zouden ten opzichte van andere afvoersystemen voordelen bieden op het vlak van een betere afvoer en dus minder verlies aan kanaalinhoud na verloop van tijd en een betere hygiëne. Voorwaarde is dat de riolering volgens de regels van de kunst is aangelegd. In dat geval zorgt het ontstane vacuüm voor een zo goed als restloze afvoer. Andere mestafvoersystemen zoals bijvoorbeeld de afvoer naar een diepere kelder zijn gewoonlijk goedkoper in aanleg, maar de mestafvoer is minder goed dan bij een volgens de regels van de kunst aangelegd rioleringsstelsel. Er is in dat geval namelijk geen vacuüm dat de afvoer bevordert.

Aandachtspunten bij de aanleg

De **afsluiters** moeten in staat zijn de opening goed af te sluiten. Dit moet bij de aanleg worden gecontroleerd op vloeistofdichtheid. Als de openingen in het mestkanaal niet goed of niet volledig zijn afgesloten stroomt het dunne deel weg zodat de overblijvende mest dikker wordt en dus moeilijker is af te voeren. Als daarentegen de centrale afsluiter (in geopende toestand) niet goed van de lucht afsluit gaat vacuüm verloren waardoor het aflaten evenmin goed verloopt. Het materiaal moet bovendien voldoende bestand zijn tegen mest zodat ook na langdurig gebruik een goede afsluiting behouden blijft.

////////////////////////////////////



Figuur 29 Schematisch voorbeeld van een rioleringsysteem

Aan de afvoer van het waterkanaal zijn een pak minder eisen gekoppeld. In sommige gevallen (als boven het waterkanaal niet of nauwelijks wordt gemest en het water nagenoeg alleen voederresten en stof bevat) volstaat één afvoeropening per kanaal.

Aandachtspunten bij gebruik

Een probleem dat wel eens wordt gemeld is dat de dunne mest vlot wegstroomt en de dikkere mest blijft liggen en ophoopt. Dit komt wellicht meer voor bij een systeem met dubbele kelder in vergelijking met een rioolsysteem.

Zoals eerder beschreven is het niet de bedoeling om de mest via de overloop af te voeren. Als dit wel gebeurt zal vooral het dunne deel weglopen met het gekende en ongewenste gevolg. In de beschrijving van het systeem V-4.7 voor vleesvarkens wordt vermeld dat de kanalen elke ronde moeten worden afgelaten. In de meeste gevallen zal echter ook tussen de ronden regelmatig (maandelijks tot wekelijks) mest moeten worden afgelaten om te voorkomen dat de overloop wordt gebruikt. Zeker in het geval van afvoer via riolering wordt best ook niet té vaak afgelaten, er zou steeds een minimaal mestniveau moeten bereikt zijn vooraleer af te voeren. Hoeveel dit minimaal mestniveau moet zijn moet uit ervaring blijken. Als de hoogte van de overloop dit toelaat is dit gewoonlijk een 10-tal cm of meer. Als wordt afgelaten voor er voldoende mest in het kanaal aanwezig is, wordt te snel lucht aangezogen en is bovendien de 'mengmest' nog onvoldoende gemengd waardoor het dikker deel eerder achterblijft.

Waterkanalen moeten bij aanvang van een ronde voldoende gevuld zijn. Bij de stalbeschrijvingen wordt een minimale vulling vermeld, bij V-4.7 is dit bijvoorbeeld 10 cm. Het waterniveau wordt best regelmatig gecontroleerd, en indien nodig moet men water bijvullen en/of een volgende ronde starten met meer water. Een waterkanaal is bedoeld om slechts beperkte hoeveelheden mest (en eventueel gemorst voeder) te bevatten.



Het drogestofgehalte van de inhoud van het waterkanaal moet zeer gering zijn, zo niet moet meer water worden gebruikt. Houd rekening met verdamping van een deel van de vloeistof, zeker bij kanaalventilatie.

Bij het afsluiten moet er op gelet worden dat de afsluiter goed is gepositioneerd.

Na elke ronde moeten de schuine wanden worden gereinigd, bijvoorbeeld in combinatie met het reinigen van de hokken. Belangrijk is hierbij de schuine wanden zeker niet te beschadigen zodat de gladheid behouden blijft. Het reinigingswater kan best zowel in water- als in mestkanaal blijven staan. De juiste volgorde is: mest uit mestkanaal en waterige mest uit waterkanaal aflaten, centrale afsluiter sluiten, grof reinigen/inweken, centrale afsluiter openen, centrale afsluiter terug sluiten, hokken reinigen en water laten staan. De citerne of mestopvangput is bij voorkeur leeg voor het aflaten.

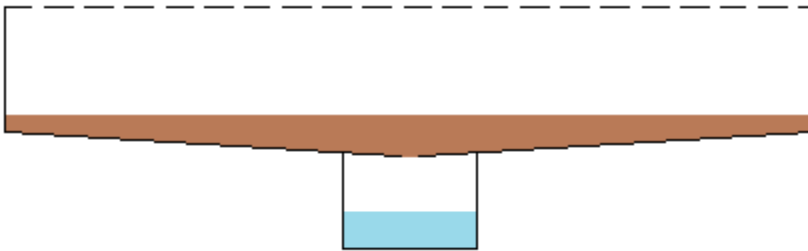
3.2.1.2 **V-4.6**

V-4.6 is identiek aan V-4.7 met uitzondering van het roostertype. Boven het mestkanaal moet een zogenaamde rooster met verhoogde mestdoorlaat worden toegepast.

3.2.1.3 **V-4.8**

Systeem V-4.8 kan als een volrooster of als een deelrooster worden uitgevoerd. In het tweede geval is er een bolle vloer voorzien, geflankeerd door twee mestkanalen of door één mestkanaal en één waterkanaal.

Onder alle mestkanalen moeten gecombineerde mest- en giergoten worden geplaatst (Figuur 30 en Figuur 31).



Figuur 30 Gecombineerde mest- en giergoot



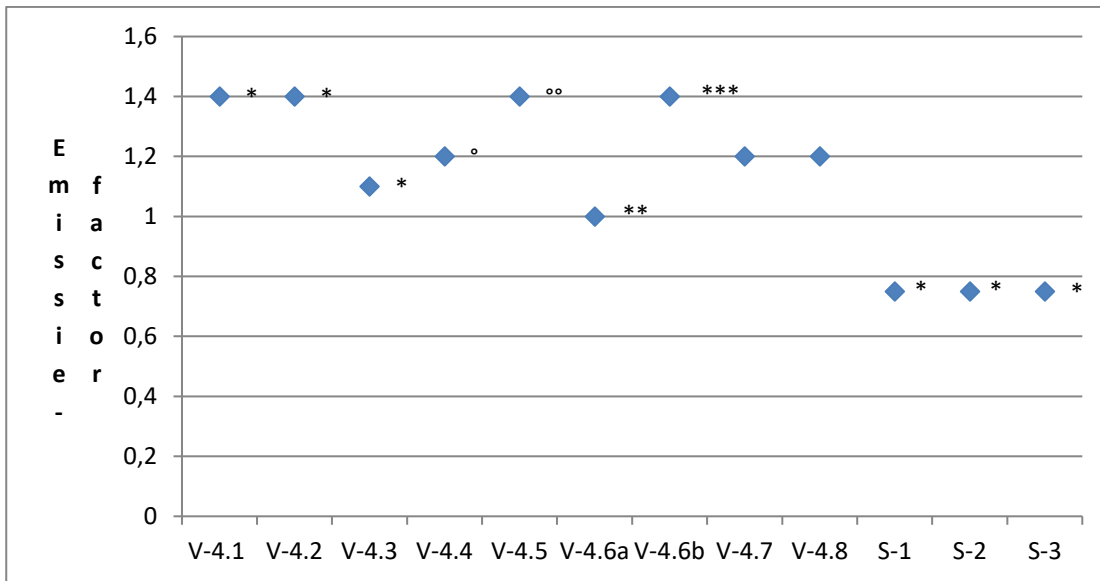
Figuur 32 V-4.8 in opbouw: gecombineerde mest- en giergoten zijn al geplaatst, de mest zal worden geschraapt naar een mestband achteraan

V-4.8 moet worden uitgevoerd in combinatie met kanaalventilatie. Door de regelmatige mestafvoer (tot 50 kg om de twee dagen, daarna dagelijks) is dit systeem goed te combineren met mestvergisting.

3.2.2 Ammoniakemissiefactoren

Vóór de introductie van PAS had de waarde van de ammoniakemissiefactor relatief weinig belang, zolang het systeem maar opgenomen was op de lijst van de AEA-systemen. Sinds PAS is de keuze voor een systeem met een zo laag mogelijke emissiefactor voor een aantal bedrijven gunstiger geworden (Figuur 33). Hieruit blijkt bv. dat alternatieven voor V-4.6, V-4.7 en V-4.8 met een meer gunstige emissiefactor beperkt zijn tot de nageschakelde technieken of het koeldeksysteem V-4.3 (deelroostersysteem).





Figuur 33 Emissiefactoren van de AEA-systemen voor vleesvarkens (* bij een huisvesting met maximaal 0,80 m² leefruimte per dierplaats, ° max 0,8 m² EO/dierplaats, °° max 0,6 m² EO/dierplaats, ** indien max 0,18 m² EO/dierplaats, *** indien max 0,27 m² EO/dierplaats)

3.2.3 Kosten versus baten

Zie ook rubriek 3.1.3.

Ook bij de vleesvarkenssystemen variëren de investerings- en werkingskosten naargelang het systeem.

In Figuur 34 worden een (beperkt) aantal systemen weergegeven in functie van emissiefactor én van **extra** investeringskost. Figuur 35 is een gelijkaardige figuur waarin de jaarkosten zijn afgezet ten opzichte van de emissiefactor (bron: KWIN Veehouderij 2018-2019). De in de figuur opgenomen systemen zijn min of meer op een diagonaal geplaatst. Dat wil zeggen dat voor vleesvarkens in grote lijnen geldt: hoe lager de emissiefactor, hoe hoger de jaarkost en omgekeerd.

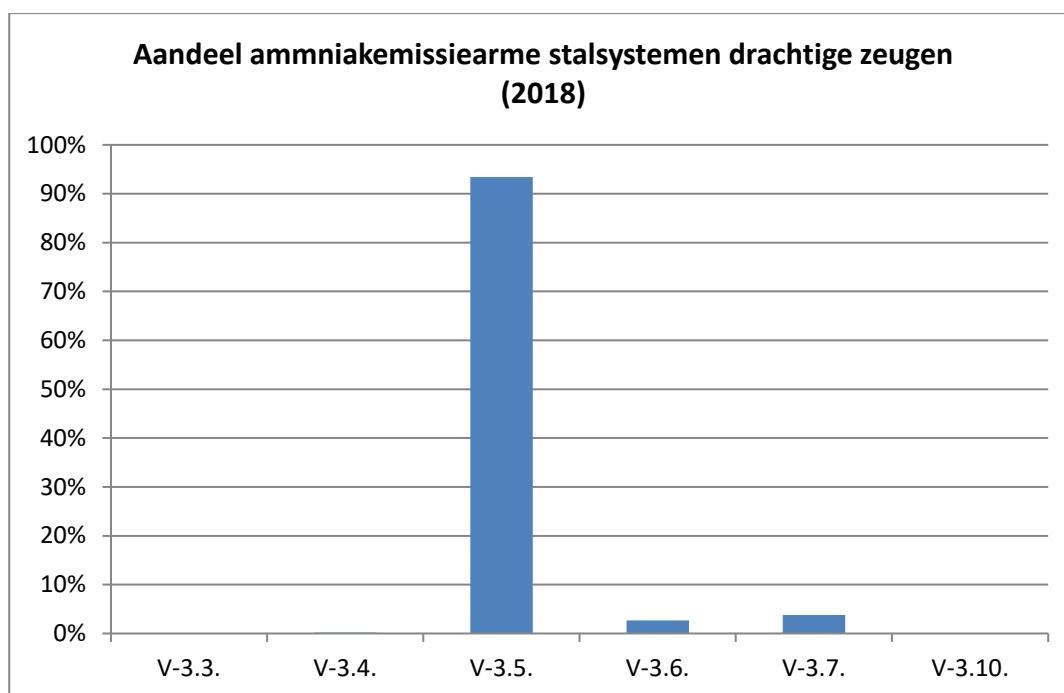


systemen voor vleesvarkens systematisch lager zijn dan deze van de niet-ammoniakemissiearme systemen. V-4.8 heeft een gemeten geuremissiefactor die gevolige lager ligt dan deze van de andere ammoniaemissiearme systemen. Bij de PM2,5 en de PM10 emissiefactor wordt geen onderscheid gemaakt.

3.3 AMMONIAKEMISSIEARME STALLEN VOOR DRACHTIGE ZEUGEN

3.3.1 Toepassingen

Voor drachtige zeugen in groepshuisvesting zijn (naast de end-of-pipe technieken) 6 stalsystemen erkend: V-3.3 t.e.m. V-3.7 en V-3.10. In Figuur 36 is het relatief belang van deze systemen (zonder de nageschakelde technieken) weergegeven (in functie van het aantal dierplaatsen). Het is duidelijk dat V-3.5 veruit het meest vertegenwoordigd is. Dit is een halfroostersysteem waarbij het EO wordt beperkt door gebruik van schuine putwanden. V-3.6 en V-3.7 zijn strosystemen. V-3.6 is een variant met grote strobedden in combinatie met elektronische voederstations, V-3.7 bestaat uit ingestrooide ligbedden/loopruimte achter of tussen rijen voederboxen of -standen en kan bv. worden gecombineerd met dropvoeding of met voederligboxen.

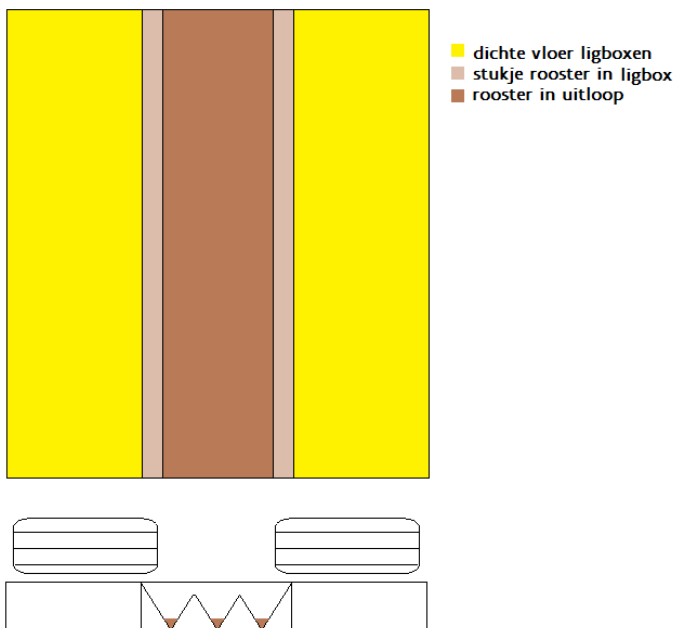


Figuur 36 Aandeel ammoniakemissiearme systemen voor drachtige zeugen, 2018 (Bron: VLM)

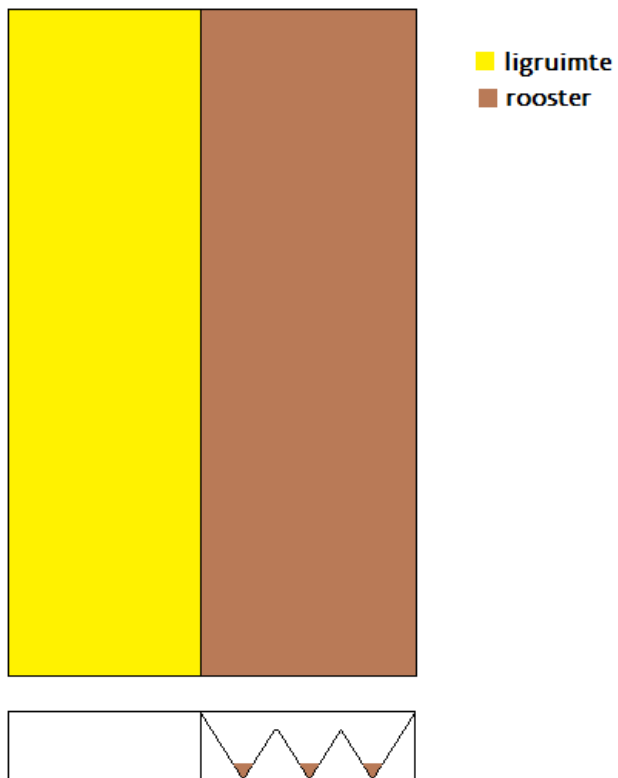
V-3.3 en V-3.4 zijn beide koeldeksystemen, V-3.10 is de zeugenvariant van het vleesvarkenssysteem (V-4.8) met gecombineerde mest- en giergoot met schraper.

3.3.1.1 V-3.5

Voor drachtige zeugen geldt de verplichte groepshuisvesting. Een veel toegepaste vorm bestaat uit rijen voederligboxen met daartussen een roostervloer als uitloop. Dit valt goed te combineren met AEA-systeem V-3.5 door de boxen te voorzien van een dichte vloer, met uitzondering van bv. de laatste 20 of 30 cm. De mestkelder omvat dan de uitloop en het achterste deel van de 2 aanpalende rijen boxen (Figuur 37). Figuur 38 toont een versie die bv. met een voederstation kan gecombineerd worden. Het station wordt dan boven de rooster gesitueerd. In de kelder worden net zoveel schuine putwanden geplaatst tot het EO minder dan 0,50 m² per dierplaats bedraagt (tenzij er gebruik wordt gemaakt van een rooster met verhoogde mestdoorlaat, in welk geval het EO maximaal 0,55 m² per dierplaats mag bedragen).



Figuur 37 V-3.5 toegepast met voederligboxen met uitloop, boven plattegrond, onder doorsnede



Figuur 38 V-3.5 toegepast met bv. voederstation, boven plattegrond, onder doorsnede

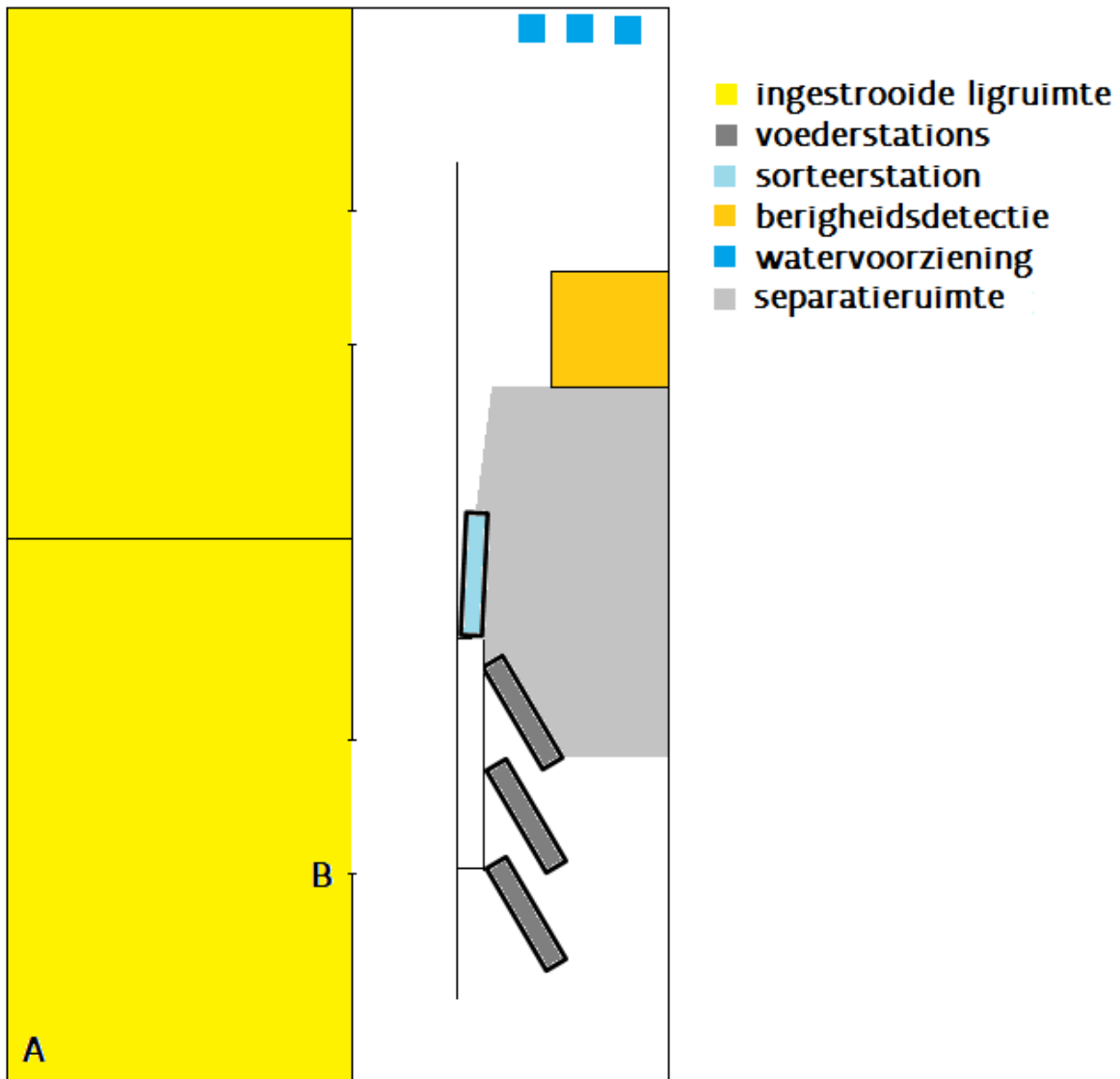


Figuur 39 V-3.5 toegepast met voederligboxen met uitloop

3.3.1.2 V-3.6

V-3.6 is een systeem voor zeugen op stro en één of meerdere voederstations, ingedeeld in zogenaamde functionele ruimtes (ligruimte en activiteitsruimte). De activiteitsruimte is bij voorkeur voorzien van een roostervloer. Door in te spelen op het mestgedrag en stro- en mestmanagement wordt de ammoniakemissie beperkt. Zo mag de afstand tussen ligbed en mestruimte bv. niet te groot zijn. De afstand A-B in Figuur 40 mag dus maximaal 16 m bedragen. Twee keer per week moet vers stro worden aangebracht en de mest die toch op het ligbed terecht is gekomen moet dagelijks verwijderd worden. Dergelijk systeem vergt behoorlijk veel stro (> 300 kg per zeug per jaar), maar de investeringskosten zijn lager dan voor een niet-ammoniakemissiearme standaardstal.





Figuur 40 V-3.6 met drie voederstations (afstand A-B < 16 m)



Figuur 41 V-3.6 met ligbed op de voorgrond en voederstations op de achtergrond

3.3.1.3 V-3.7

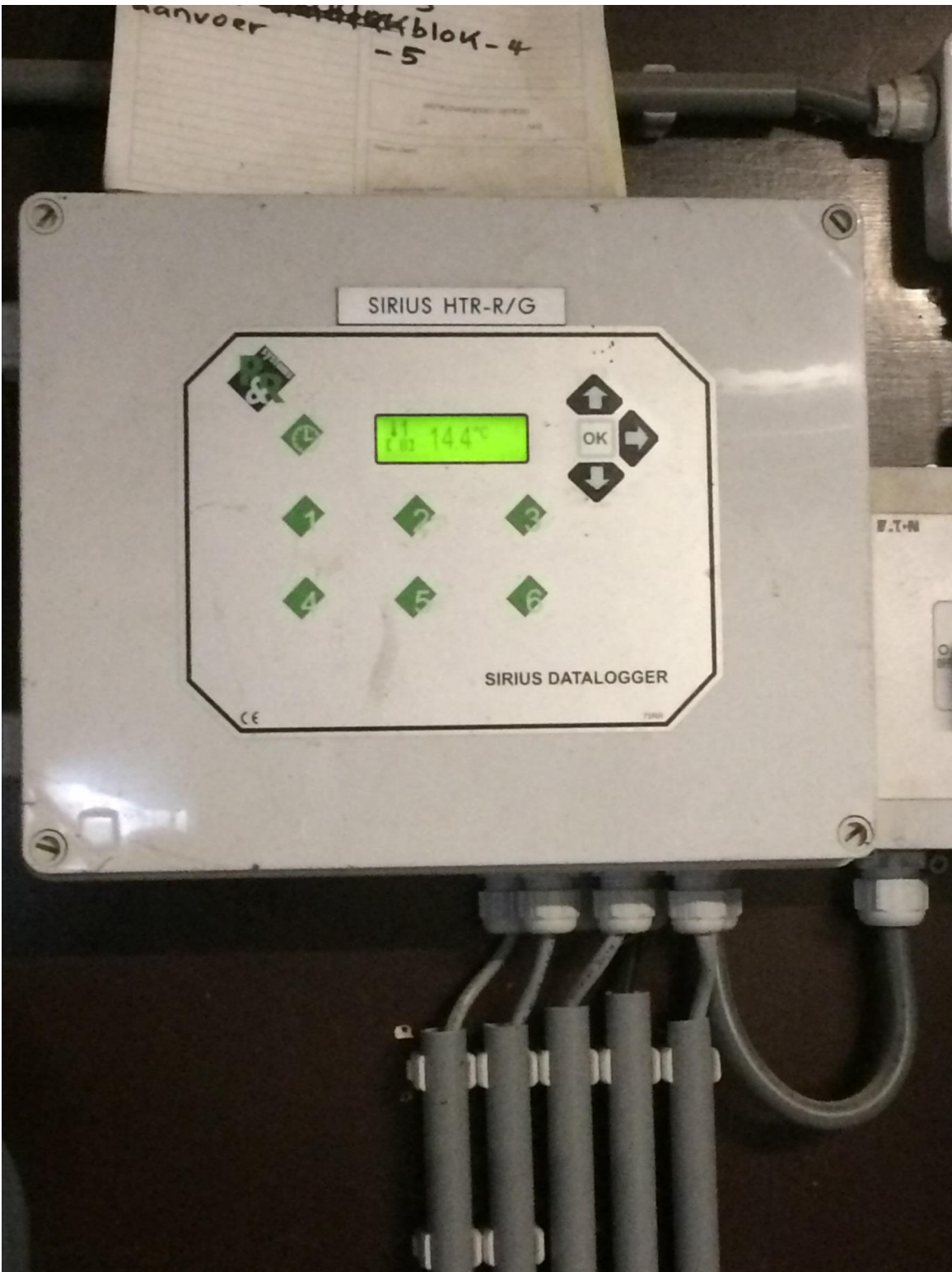
Ook V-3.7 is net als V-3.6 een strosysteem voor zeugen, maar dan zonder voederstations en eerder geschikt voor kleinere groepen. Vooral het stro- en mestmanagement zou bijdragen aan de lagere ammoniakemissie. Zo moet minstens drie keer per week vers stro worden aangevuld en het volledige pakket moet om de vijf weken worden vervangen.



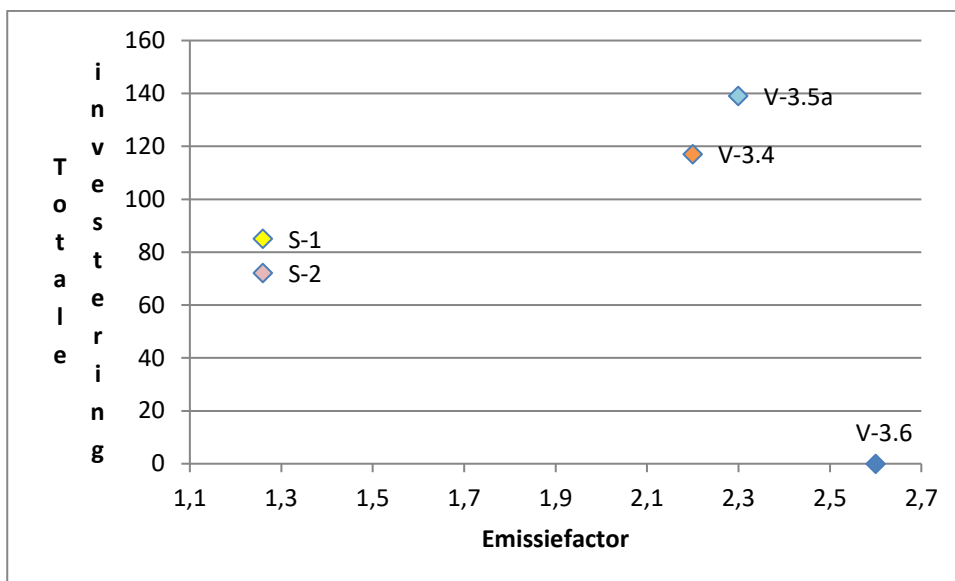


Figuur 42 V-3.7 met voederboxen

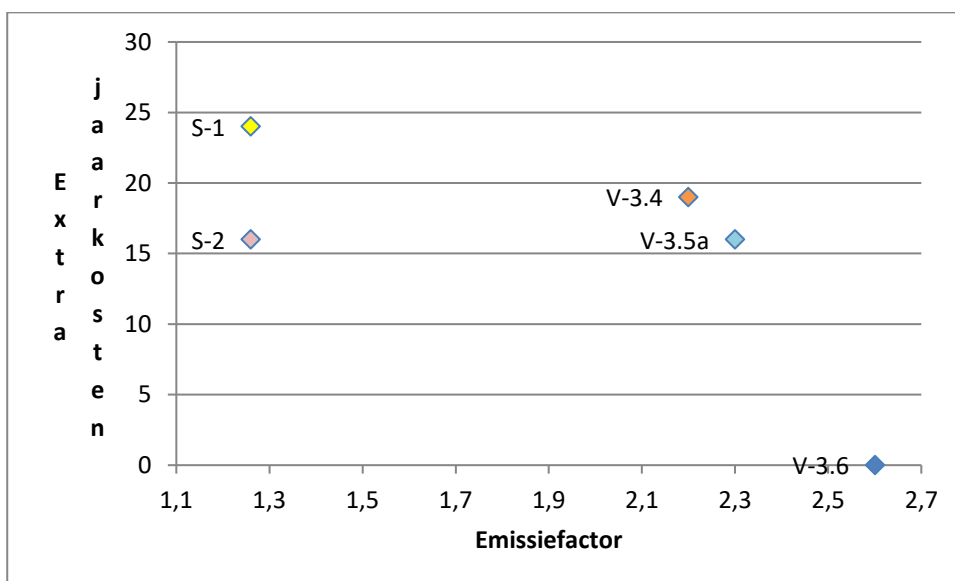




Figuur 45 De mesttemperatuur mag maximaal 15°C bedragen en moet automatisch worden geregistreerd



Figuur 47 Een aantal emissiearme systemen voor drachtige zeugen volgens ammoniakemissiefactor (kg/dierplaats.jaar) en investeringskosten (€/dierplaats.jaar)



Figuur 48 Een aantal emissiearme systemen voor drachtige zeugen volgens ammoniakemissiefactor (kg/dierplaats.jaar) en jaarkosten (€/dierplaats.jaar)

3.3.4 Andere emissiefactoren

In de [bijlage](#) bij het MER Richtlijnenboek landbouwhuisdieren worden ook andere emissiefactoren vermeld dan de ammoniakemissiefactoren: geur (ouE/dier/s), PM10 (kg/dier/jaar) en PM2,5 (kg/dier/jaar). Dit zijn emissiefactoren voor geur en fijnstof (PM2,5 is de kleinste en meest schadelijke fractie). Wegens

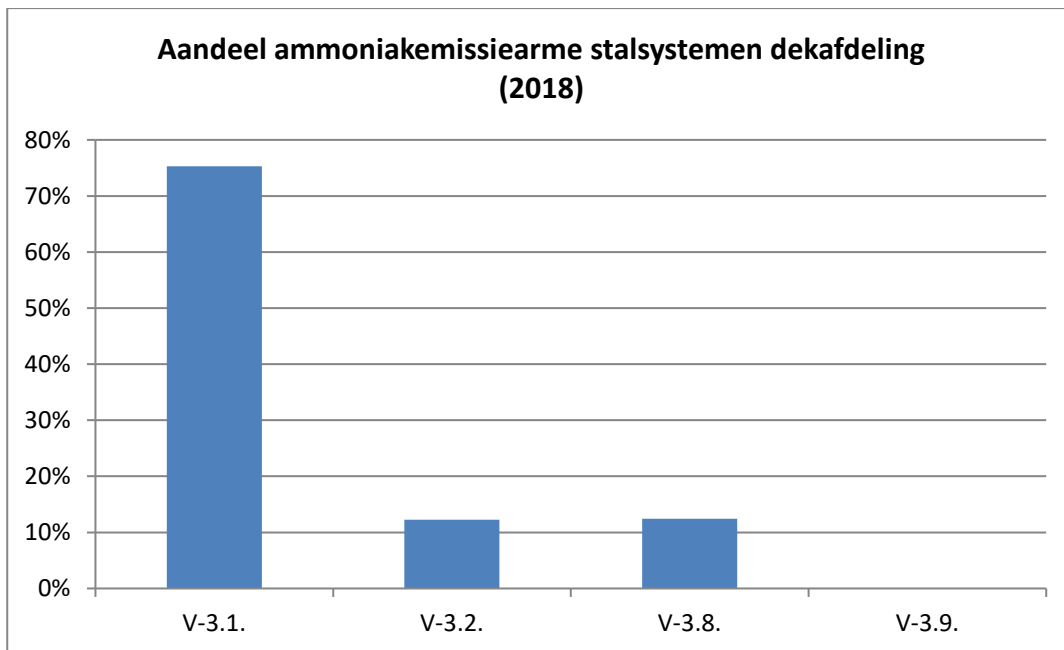
////////////////////////////////////

gebrek aan voldoende meetresultaten per systeem worden deze emissiefactoren voor zeugen momenteel **niet** gedifferentieerd.

3.4 AMMONIAKEMISSIEARME STALLEN VOOR ZEUGEN IN DE DEKAFDELING

3.4.1 Toepassingen

Er zijn 4 systemen mogelijk voor (individuele huisvesting in) de dekafdeling. V-3.1 vertegenwoordigt bijna 80% van de ammoniakemissiearme plaatsen in de dekafdeling. Dit is een systeem waarbij achter de dekboxen een rooster met verhoogde mestdoorlaat en mestspeet is voorzien. V-3.2 maakt gebruik van een combinatierooster, dit is een rooster waarvan minimaal 27% bestaat uit rooster met verhoogde mestdoorlaat boven een in de breedte beperkt mestkanaal. De mest moet dagelijks afgevoerd worden. V-3.8 en V-3.9 zijn beide systemen waarbij mest en urine gescheiden wordt. In het geval van V-3.8 wordt een bolle mestband gebruikt voor de opvang en de afvoer van de mest, de urine stroomt af naar de onderliggende urinegoot. V-3.9 is gelijkaardig aan V-4.8 voor vleesvarkens en V-3.10 voor dragende zeugen en combineert dus een V-vormige mestgoot (inclusief schraper) met een urinegoot.



Figuur 49 Aandeel ammoniakemissiearme systemen voor de dekafdeling, 2018 (Bron: VLM)



3.4.1.1 **V-3.1**

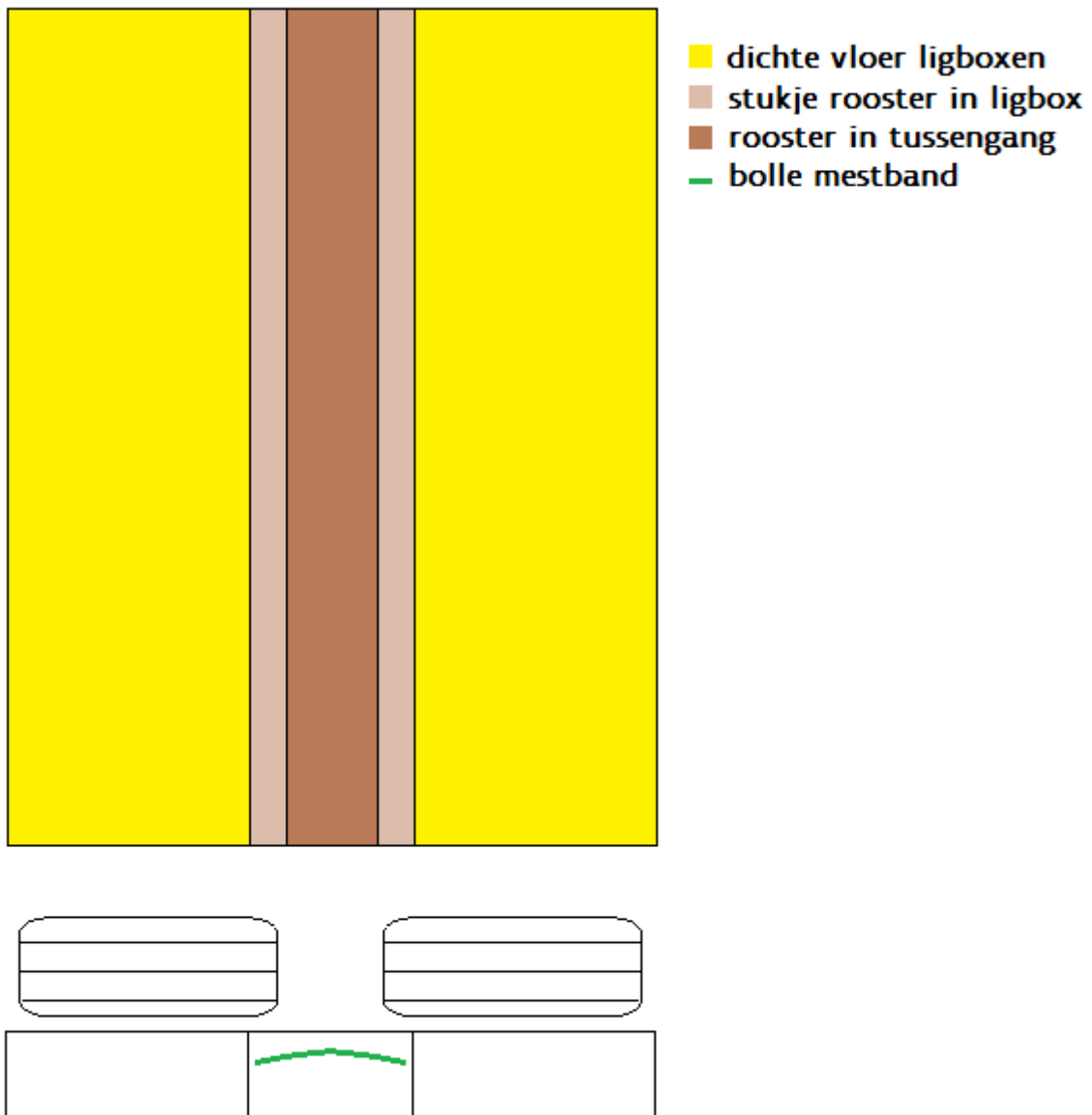


Figuur 50 V-3.1 met metalen driekantrooster en mestspleet (in gesloten toestand)

3.4.1.2 **V-3.2**



Figuur 51 V-3.2 met combinatie-rooster



Figuur 52 V-3.8 met bolle mestband onder de rooster

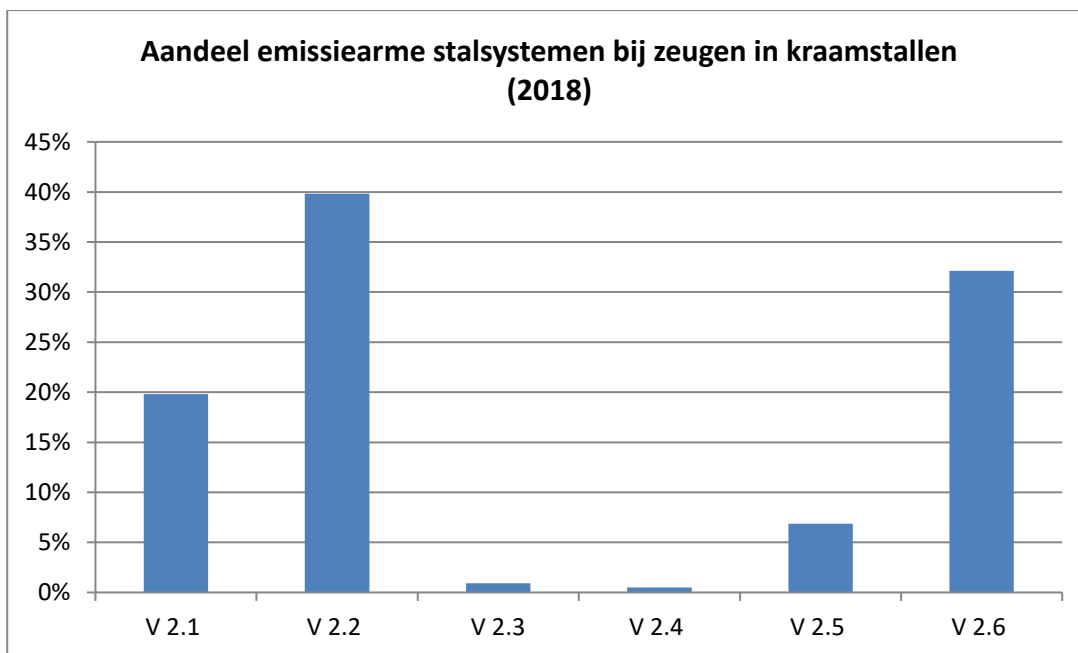
3.4.3 Andere emissiefactoren

In de [bijlage](#) bij het MER Richtlijnenboek landbouwhuisdieren worden ook andere emissiefactoren vermeld dan de ammoniakemissiefactoren: geur (ouE/dier/s), PM10 (kg/dier/jaar) en PM2,5 (kg/dier/jaar). Dit zijn emissiefactoren voor geur en fijnstof (PM2,5 is de kleinste en meest schadelijke fractie). Wegens gebrek aan voldoende meetresultaten per systeem worden de emissiefactoren voor zeugen momenteel niet gedifferentieerd.

3.5 AMMONIAKEMISSIEARME STALLEN VOOR KRAAMZEUGEN

3.5.1 Toepassingen

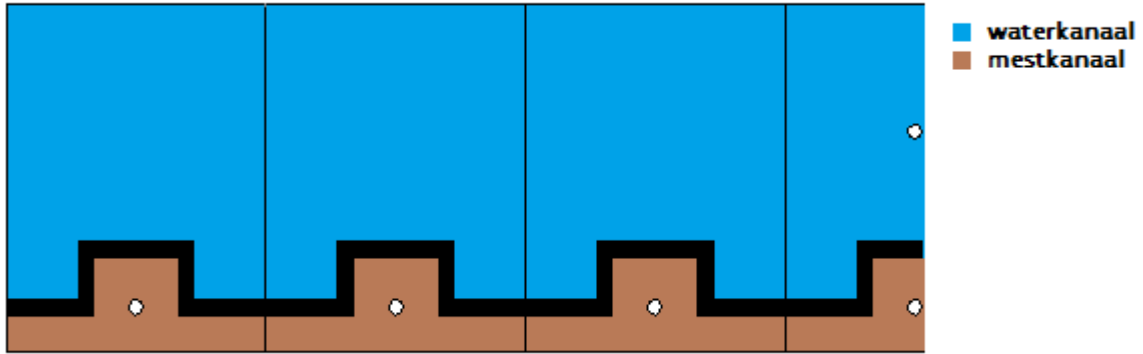
Er zijn 5 systemen voor kraamzeugen, nl. V 2.1 t.e.m. V 2.6. Vooral V-2.2 en V-2.6 komen veel voor. V-2.2 is een systeem met een ondiepe kelder die verdeeld is in een klein mestkanaal en een groot waterkanaal. Alle zeugenmest komt in het mestkanaal terecht, de (in hoeveelheid beperkte) biggenmest wordt verdund in het waterkanaal. V-2.6 is een systeem met een mestpan die op gelijkaardige wijze is verdeeld in een mest- en waterkanaal. V-2.5 is een variante hierop (met een hogere emissiefactor) met een mestbak zonder waterkanaal. V-2.1 is een systeem waarbij de mest om de 2 dagen wordt verwijderd. V-2.3 is een systeem met een schuif onder de rooster die minimaal 8 keer per dag de mest uit de mestgoot en van de schuine wanden schuift. V-2.4 is een koeldekstelsysteem.



Figuur 55 Aandeel ammoniakemissiearme systemen voor kraamzeugen, 2018 (Bron: VLM)

3.5.1.1 V-2.2

Dit eenvoudige systeem, toepasbaar in alle types kraamhokken met kraamkooien, is uit te voeren met gemetste muurtjes in de ondiepe kelder of met prefab elementen.



Figuur 56 V-2.2



Figuur 57 V-2.2 staart aan staart opstelling

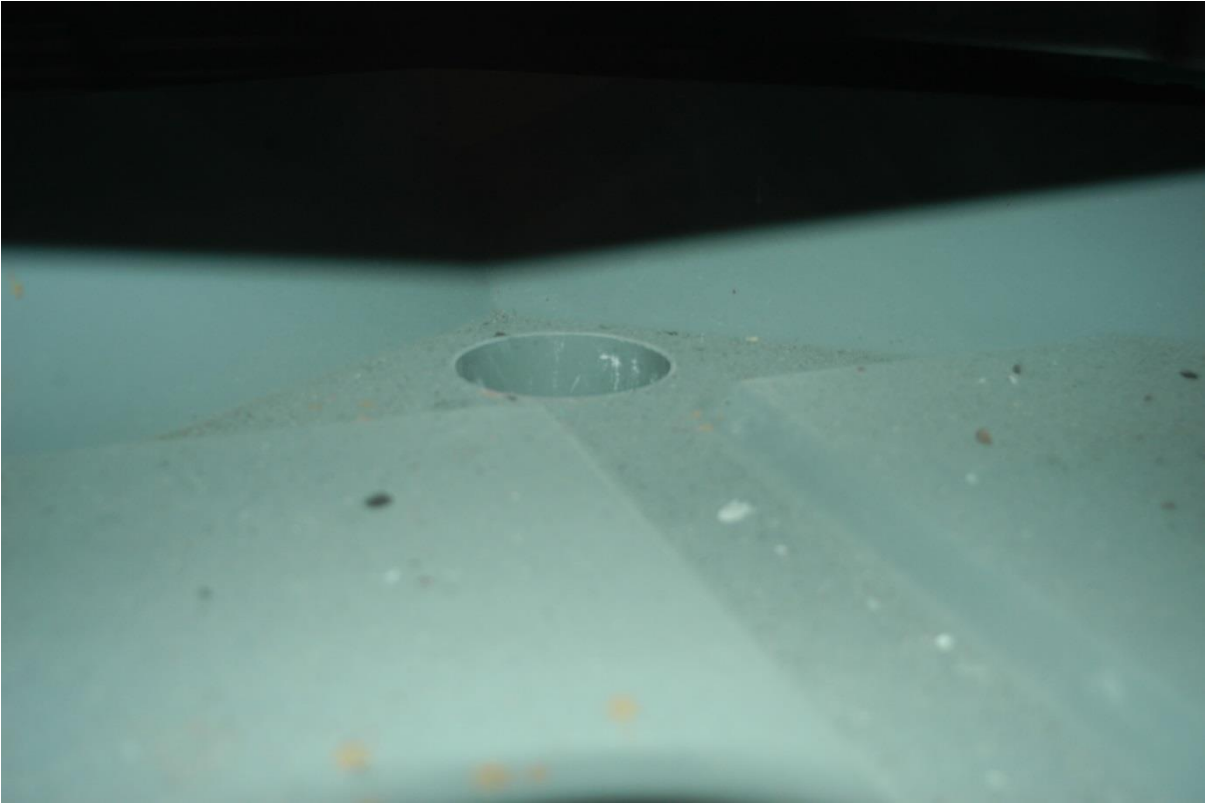
3.5.1.2 V-2.6

Mestpannen (V-2.6) krijgen de voorkeur op mestbakken (V-2.5) omwille van de onderverdeling in een mestkanaal en een waterkanaal, waardoor de mest/verdunde mest beter af te voeren is.



Figuur 58 V-2.6, mestpan onder kraamhok

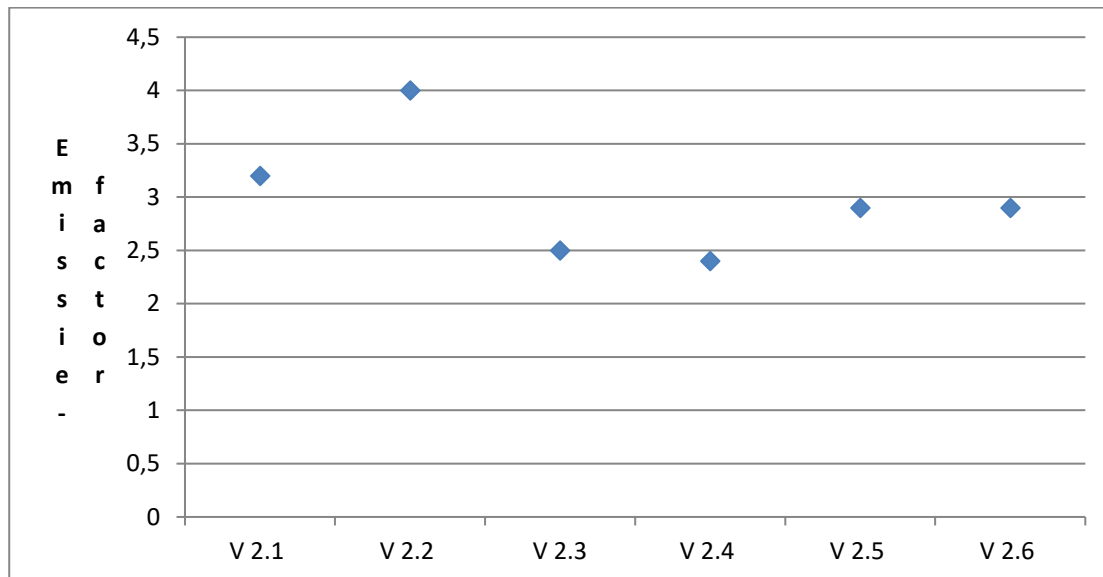
//



Figuur 59 V-2.6, mestpan onder kraamhok



geworden (Figuur 61). Hieruit blijkt bv. dat het meest toegepaste systeem V-2.2 ook de hoogste emissiefactor heeft.



Figuur 61 Emissiefactoren van de AEA-systemen voor kraamzeugen

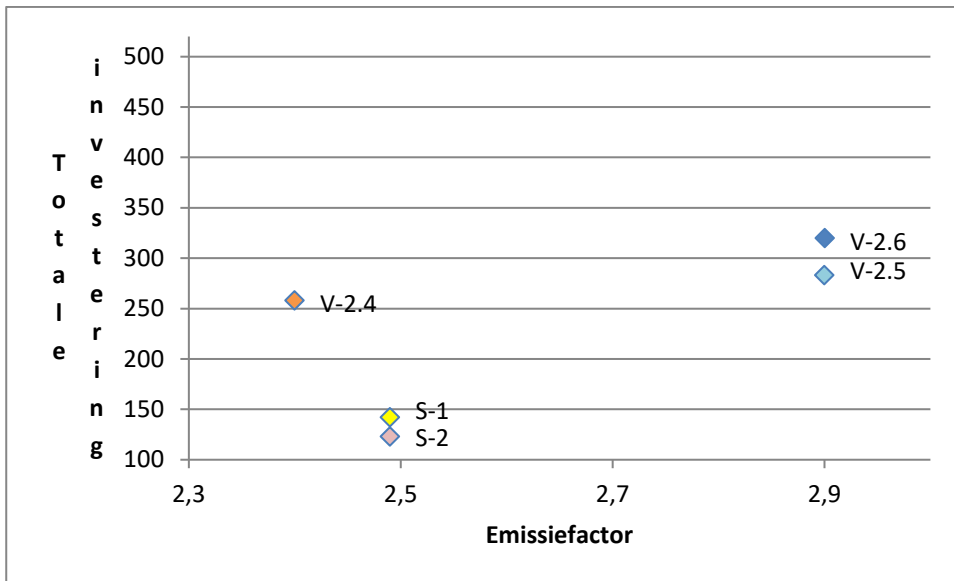
3.5.3 Kosten versus baten

Zie ook rubriek 3.1.3.

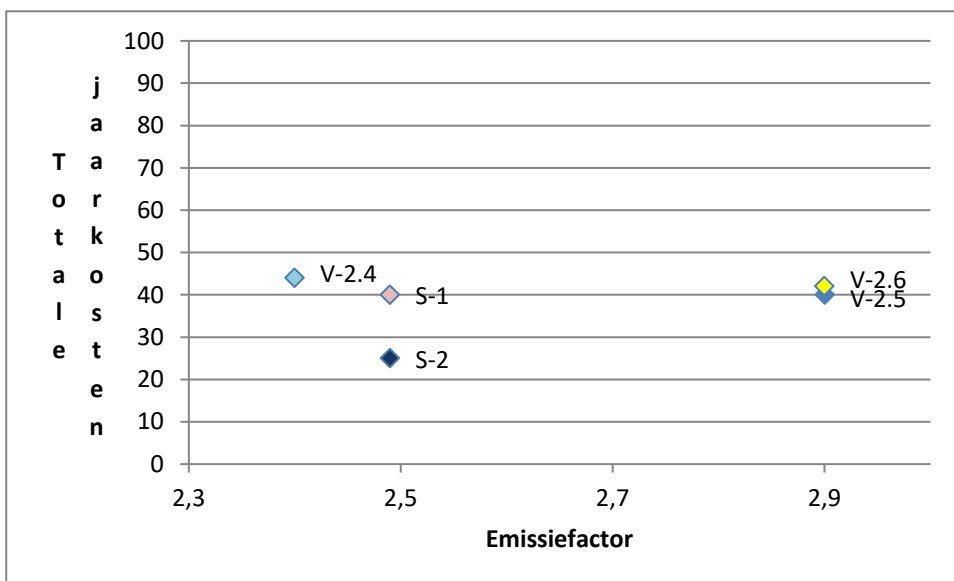
Ook bij de systemen voor kraamzeugen variëren de investerings- en werkingskosten naargelang het systeem.

In Figuur 62 worden een (beperkt) aantal systemen weergegeven in functie van emissiefactor én van extra investeringskost. Figuur 63 is een gelijkaardige figuur waarin de jaarkosten zijn afgezet ten opzichte van de emissiefactor (bron: KWIN Veehouderij 2018-2019). In de jaarkosten zijn dus de kosten tengevolge van de extra investering en de energiekosten opgenomen. In KWIN wordt er van uitgegaan dat de extra investeringskosten veruit het laagst zijn voor de nageschakelde technieken. Uitgedrukt in extra jaarkosten blijft dit nog steeds gelden, en de nageschakelde technieken hebben bovendien een gunstiger emissiefactor, op dat van het koeldeksysteem na. Over V-2.2 vermeldt KWIN geen gegevens. V-2.3 is een complex en duur systeem.





Figuur 62 Een aantal emissiearme systemen voor kraamzeugen volgens ammoniakemissiefactor (kg/dierplaats.jaar) en investeringskosten (€/dierplaats.jaar)



Figuur 63 Een aantal emissiearme systemen voor kraamzeugen volgens ammoniakemissiefactor (kg/dierplaats.jaar) en jaarkosten (€/dierplaats.jaar)

3.5.4 Andere emissiefactoren

In de [bijlage](#) bij het MER Richtlijnenboek landbouwhuisdieren worden ook andere emissiefactoren vermeld dan de ammoniakemissiefactoren: geur (ouE/dier/s), PM10 (kg/dier/jaar) en PM2,5 (kg/dier/jaar). Wegens gebrek aan voldoende meetresultaten per systeem worden deze emissiefactoren voor zeugen momenteel niet gedifferentieerd.



4 STALMAATREGELEN OP DE PAS-LIJST

Op de [PAS-lijst](#) kunnen bv. de huisvestingsmaatregelen worden opgenomen die bedoeld zijn voor diercategorieën waarvoor ammoniakemissiearme stallen niet verplicht zijn (bv. biovarkens of fokberen). Daarnaast bevat de PAS-lijst maatregelen die onvoldoende reduceren voor de lijst van de ammoniakemissiearme stalsystemen. Deze maatregelen kunnen bv. wel in bestaande stallen worden toegepast of in combinatie met ammoniakemissiearme stallen. De PAS-lijst is nog volop in ontwikkeling.

In tegenstelling tot de lijst van ammoniakemissiearme stallen vermeldt de PAS-lijst geen (absolute) emissiefactoren maar wel (relatieve) reductiepercentages.

Op dit moment zijn er 3 stalmaatregelen opgenomen voor vleesvarkens:

- Drijvende ballen in het mestoppervlak (voor alle diercategorieën)
- Roosters met verhoogde mestdoorlaat (voor vleesvarkens)
- Schuine wand in een mestkanaal of -kelder plaatsen (voor vleesvarkens).

4.1 DRIJVENDE BALLEN

De zogenaamde balansballen bedekken het mestoppervlak en reduceren de emissie uit de kelder. De ballen zijn gedeeltelijk gevuld met water. Mest die op de ballen valt doet de bal draaien waardoor de mest afgegeven wordt aan de mestlaag. De grootte van de ballen (20-30 cm diameter) is zo gekozen dat ze niet mee worden afgezogen met de mest en toch klein genoeg zijn om een voldoende groot deel (ca 80%) van het oppervlak te bedekken. Er zijn ongeveer 20 ballen per m² mestoppervlak nodig à ca 4 euro per bal. De gemeten reductie is 29%.





Figuur 65 PAS-4.4, schuine wand plaatsen in functie van het verlagen van het emitterend oppervlak

5 COMBINATIES

Niet alle combinaties van maatregelen zijn zinvol. Bovendien is niet altijd duidelijk hoe de totale reductie van meerdere maatregelen correct kan afgeleid worden. Vaak (maar niet altijd) geldt een multiplicatieve rekenregel: een maatregel A met reductie a en een maatregel B met reductie b leveren dan samen een reductie op van $1 - [(1 - a)(1 - b)]$.

Voorbeeld:

Maatregel A levert 30% reductie op, maatregel B levert 25% reductie op. De combinatie levert (mits aan bepaalde voorwaarden is voldaan) $1 - [(0,7)(0,75)] = 0,475$ of 47,5% reductie op. Dit is dus minder dan de som van de reducties.

Alle combinaties waaraan een hogere reductie is toegekend dan aan de afzonderlijke maatregel met de hoogste reductie zijn opgenomen in de [combinatietabellen](#) in de PAS-lijst. Combinaties die niet zijn opgenomen leveren geen extra reductie op, in dat geval wordt uitgegaan van de reductie van de meest reducerende aparte maatregel.

6 BBT/BREF IRPP

De zogenaamde GPBV-bedrijven (Geïntegreerde Preventie en Bestrijding van Verontreiniging) (ook wel IPPC³-, X- of RIE⁴-bedrijven genoemd) zijn bedrijven met meer dan 750 zeugen(plaatsen) en/of meer dan 2000 vleesvarkens(plaatsen). Op deze bedrijven is de BREF IRPP van toepassing (BBT-referentiedocument Intensive Rearing of Poultry and Pigs). De [BREF IRPP](#) bevat 34 BBT-conclusies (Best Beschikbare Technieken), waarvan de meeste algemeen van aard zijn. BBT 30 geldt specifiek voor de intensieve varkenshouderij en gaat gepaard met een GEN (met de beste beschikbare technieken Geassocieerd EmissieNiveau) (**Tabel 4**).

³ Integrated Pollution Prevention and Control

⁴ Richtlijn Industriële Emissies

Tabel 4 BBT-GEN varkensstallen

	BBT-GEN (kg NH ³ /dierplaats/jaar)	Emissiefactor niet-emissiearme stal (kg NH ³ /dierplaats/jaar)
Guste en dragende zeugen	4	4,2
Kraamzeugen	7,5	8,3
Gespeende biggen	0,7	0,6
Vleesvarkens	3,6	2,5

Zeugen in niet-ammoniakemissiearme stallen kunnen dus volgens de huidige Vlaamse emissiefactoren niet voldoen aan de emissiegrenswaarde uit BBT-30. GPBV-bedrijven met niet-ammoniakemissiearme zeugenstallen zullen dus ammoniakreducerende maatregelen moeten nemen om tegen 21/02/2021 te voldoen. Voor gespeende biggen en vleesvarken ligt de BBT-GEN hoger dan de huidige emissiefactor voor een bestaande niet-emissiearme stal en zijn dus geen extra maatregelen nodig.

Ammoniakreducerende maatregelen die in aanmerking kunnen komen voor zeugen zijn:

- PAS-maatregelen met minstens 5% reductie voor guste en dragende zeugen
 - Bv. V-3.1 drijvende ballen, mits de mestkelder dit toelaat
- PAS-maatregelen met minstens 10% reductie voor kraamzeugen
 - Bv. V-2.1 drijvende ballen, mits de mestkelder dit toelaat
- Ombouw naar een ammoniakemissiearme stal.

Omdat de vereiste reductie echter zeer beperkt is (5-10%), deze bestaande stallen in 2021 minstens 17 jaar oud zijn, en dergelijke maatregelen vaak hetzij zeer ingrijpend hetzij moeilijk haalbaar zijn, wordt er van uitgegaan dat voedingsbeheertechnieken volstaan om de gewenste reductie te halen. Onder artikel 3.11.7.8 van VLAREM III is daarom volgende voetnoot opgenomen: “In bestaande varkensstallen die niet gebouwd zijn conform een techniek die is opgenomen in de lijst van ammoniakemissiearme stallen, moeten steeds voedingsbeheertechnieken toegepast worden.” Deze voedingsbeheertechnieken (o.a. meerfasevoeding) houden een ammoniakemissiereductie in die niet gekwantificeerd is, maar voldoende wordt geacht.

7 MEER LEZEN?

Een (intussen op sommige punten verouderde maar nog steeds) praktische brochure “Code van goede praktijk voor emissiearme stalsystemen in de varkenshouderij” (ILVO, in het kader van een demoproject duurzame landbouw, 2010) vind je [hier](#).

Een literatuurstudie “Screening van maatregelen die kunnen leiden tot de reductie van ammoniakemissie afkomstig van landbouw” (ILVO, 2016) vind je [hier](#). Rubriek 6.2 behandelt ammoniakemissie uit varkensstallen.

Figuur 30 Gecombineerde mest- en giergoot.....	41
Figuur 31 Gecombineerde mest- en giergoot, met schraper	42
Figuur 32 V-4.8 in opbouw.....	43
Figuur 33 Emissiefactoren van de AEA-systemen voor vleesvarkens	44
Figuur 34 Een aantal emissiearme systemen voor vleesvarkens volgens ammoniakemissiefactor en investeringskosten	45
Figuur 35 Een aantal emissiearme systemen voor vleesvarkens volgens ammoniakemissiefactor en jaarkosten.....	45
Figuur 36 Aandeel ammoniakemissiearme systemen voor drachtige zeugen, 2018 (Bron: VLM)	46
Figuur 37 V-3.5 toegepast met voederligboxen met uitloop, boven plattegrond, onder doorsnede	47
Figuur 38 V-3.5 toegepast met bv. voederstation, boven plattegrond, onder doorsnede	48
Figuur 39 V-3.5 toegepast met voederligboxen met uitloop	49
Figuur 40 V-3.6 met drie voederstations.....	50
Figuur 41 V-3.6 met ligbed op de voorgrond en voederstations op de achtergrond	51
Figuur 42 V-3.7 met voederboxen	52
Figuur 43 V-3.7 met voederboxen	53
Figuur 44 Lamellen die in de mest worden gehangen	54
Figuur 45 De mesttemperatuur mag max 15°C bedragen en moet automatisch worden geregistreerd.....	55
Figuur 46 Emissiefactoren van de AEA-systemen voor drachtige zeugen.....	56
Figuur 47 Een aantal emissiearme systemen voor drachtige zeugen volgens ammoniakemissiefactor en investeringskosten	57
Figuur 48 Een aantal emissiearme systemen voor drachtige zeugen volgens ammoniakemissiefactor en jaarkosten.....	57
Figuur 49 Aandeel ammoniakemissiearme systemen voor de dekafdeling.....	58
Figuur 50 V-3.1 met metalen driekanstrooster en mestspleet (in gesloten toestand).....	59
Figuur 51 V-3.2 met combinatiestrooster	59
Figuur 52 V-3.8 met bolle mestband onder de rooster	60
Figuur 53 Bolle mestband	61
Figuur 54 Emissiefactoren van de AEA-systemen voor zeugen in de dekafdeling.....	61
Figuur 55 Aandeel ammoniakemissiearme systemen voor kraamzeugen.....	62
Figuur 56 V-2.2	63
Figuur 57 V-2.2 staart aan staart opstelling.....	63
Figuur 58 V-2.6, mestpan onder kraamhok.....	64
Figuur 59 V-2.6, mestpan onder kraamhok.....	65
Figuur 60 V-2.6, mestpan met bovenaan waterkanaal en onderaan mestkanaal	66
Figuur 61 Emissiefactoren van de AEA-systemen voor kraamzeugen.....	67
Figuur 62 Een aantal emissiearme systemen voor kraamzeugen volgens ammoniakemissiefactor en investeringskosten	68
Figuur 63 Een aantal emissiearme systemen voor kraamzeugen volgens ammoniakemissiefactor en jaarkosten.....	68
Figuur 64 PAS V-1.1, PAS V-2.1, PAS V-3.1 en PAS V-4.1, balansballen.....	70
Figuur 65 PAS-4.4, schuine wand plaatsen in functie van het verlagen van het emitterend oppervlak.....	71

////////////////////////////////////