



Vlaanderen
is landbouw & visserij

AMMONIAKEMISSIEREDUCTIE IN RUNDVEESTALLEN

DEPARTEMENT
LANDBOUW
& VISSERIJ

www.vlaanderen.be/landbouw



AMMONIAKEMISSIE-
REDUCTIE IN
RUNDVEESTALLEN

29.06.2020



Colofon

Samenstelling
Departement Landbouw en Visserij

Auteurs
Tom van den Bogaert
Katrien Boussey

Lectoren
Suzy Van Gansbeke

Verantwoordelijke uitgever
Patricia De Clercq, Secretaris-generaal

Depotnummer
D/2020/3241/219

Lay-out
Departement Landbouw en Visserij

INLEIDING

Voor de sectoren varkens en pluimvee is het sedert 2004 verplicht om bij nieuwbouw een stalsysteem te kiezen dat voorkomt op de lijst van ammoniakemissiearme stalsystemen. Daar er op deze lijst geen stalsystemen werden opgenomen voor rundvee was deze verplichting niet van toepassing voor nieuwe rundveestallen.

Het invoeren van de Programmatische Aanpak Stikstof (kortweg PAS) in het kader van de instandhoudingsdoelstellingen (IHD) heeft ervoor gezorgd dat sommige runveebedrijven genoodzaakt zijn om reductietechnieken toe te passen. PAS heeft als doel de ammoniakuitstoot die leidt tot depositie (neerslaan) op de zogenaamde beschermingszones te reduceren.

Bij de aanvraag van een omgevingsvergunning wordt nagegaan welke impact het bedrijf heeft op de beschermingszones en of maatregelen noodzakelijk zijn in nieuwe of bestaande stallen. De maatregelen die kunnen toegepast worden zijn opgenomen in een PAS-lijst en omvatten zowel management-, voeder- als stalsystemen. Doordat een gekozen maatregel wordt opgenomen in de omgevingsvergunning, is deze voor de volledige duur van de vergunning van toepassing.

Hierna worden de principes van ammoniakvorming en de reductieprincipes voor rundvee besproken. Verder overlopen we de verschillende emissiereductiemaatregelen die in de PAS-lijst zijn opgenomen.

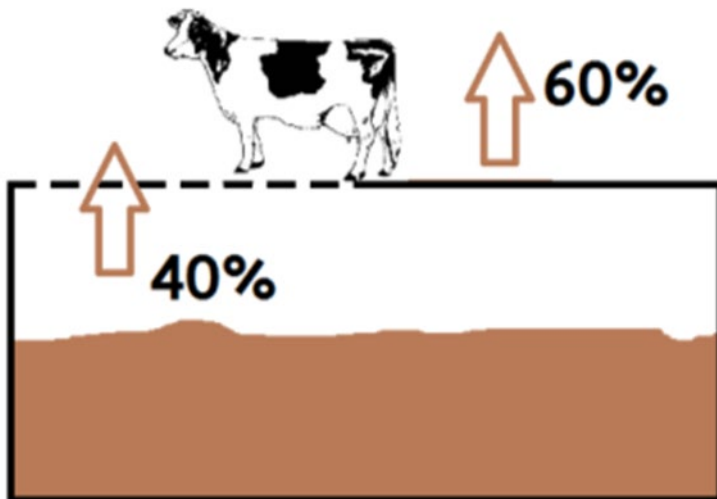
De PAS-lijst is een dynamische lijst waar steeds maatregelen kunnen toegevoegd, geschrapt of gewijzigd worden. Voor de laatste omschrijving, maatregel of het exacte reductiepotentieel van de maatregel is het noodzakelijk de laatste versie van de PAS-lijst te raadplegen op de [ILVO-website](#).

1 VORMING VAN AMMONIAK

Ammoniak in rundveestallen ontstaat hoofdzakelijk door de afbraak van ureum afkomstig uit de urine. Dit proces wordt versneld door het enzym urease dat in de vaste mest aanwezig is. De ammoniakzouten die hierdoor gevormd worden zijn goed oplosbaar in een waterig milieu zoals in een mestput of op een vloeroppervlak. Mede door de basische eigenschappen van mest (pH>7) worden deze ammoniakzouten omgezet naar gasvormige ammoniak in de stal en de mestkelder. Door de natuurlijke of mechanische ventilatie wordt de gevormde ammoniak naar de omgeving uitgestoten (geëmitteerd). De vorming van het gasvormige ammoniak wordt beïnvloed door de omgevingstemperatuur en de temperatuur van de mest. Zo zal meer en sneller ammoniak gevormd worden bij een hogere temperatuur van de mest.

Ammoniak ontstaat waar mest en urine met elkaar in contact komen, dus zowel in de mestkelder als op het vloeroppervlak. In rundveestallen is het aandeel van de ammoniakemissie afkomstig van de stalvloer groter (ca 60%¹) dan het aandeel van de ammoniakemissie uit de mestkelder (ca 40%). Dit in tegenstelling tot de ammoniakemissie uit varkensstallen waar de kelderemissie groter is dan de vloeremissie.

Daar het aandeel van de ammoniakemissies door de stalvloer groter is dan het aandeel van de mestkelder zijn er heel wat ammoniakemissiereducerende maatregelen die inzetten op een aangepaste stalvloer.



Figuur 1: Aandeel van ammoniakemissies in een rundveestal

¹ 70% volgens andere bronnen

Naast de temperatuur en de stalvloer zijn er nog heel wat andere factoren die een impact hebben op de ammoniakemissie uit de stal. Zo heeft onder meer de lichtsnelheid, de ventilatiehoeveelheid, het materiaal waarop de mest komt, de pH van de mest en het gebruikte voeder een invloed op de ammoniakemissie.

2 REDUCTIEPRINCIPES

2.1 VOEDING

Aangezien het aandeel ureum in de urine een belangrijke factor is, hebben maatregelen om dit ureum te verlagen een directe invloed op de reductie van de ammoniak.

Een verlaging van de Onbestendige Eiwitbalans (OEB) en/of het Ruw Eiwitgehalte (RE) kunnen voor een betere stikstofefficiëntie in de pens zorgen en dus een lager ureumgehalte in de urine. Het eiwitgehalte in een rantsoen kan zowel door de hoeveelheid als de vorm van het eiwit gestuurd worden en een invloed hebben op de reductie van de ammoniakemissie.

Voor melkveehouders geeft het ureumgehalte in de melk een goed beeld van de stikstofefficiëntie van het rantsoen en dus ook van de ammoniakemissies. Het melkureumgehalte verlagen van 23 naar 19 mg per 100 ml levert een ammoniakuitstootvermindering van 10% op.

Ook technieken om de pH van de urine te verlagen via het voeder kunnen een effect hebben op de gevormde ammoniak. Door een lagere pH van de urine wordt de ureaseactiviteit verlaagd en daarmee ook de omzetting van ureum in ammoniak. In de varkenssector werden goeie resultaten geboekt bij gebruik van benzoëzuren in het voeder. Nutritionele maatregelen om de pH van de urine te verlagen zouden na verder onderzoek ook bij rundvee kunnen toegepast worden.

2.2 MANAGEMENT

De ammoniakemissie op het rundveebedrijf kan verlaagd worden door weidegang toe te passen. Wanneer de dieren op de weide zijn is de kans dat er ammoniak gevormd wordt kleiner daar de vaste mest en de urine niet samenkomen. Hoe vaker de dieren op de weide kunnen gehouden worden, hoe groter de ammoniakemissiereductie.

Ook langleefbaarheid van de kudde en een lager vervangingspercentage hebben onrechtstreeks een impact op de reductie van de ammoniakemissie op het bedrijf. Aspecten die hier onder meer een rol kunnen spelen zijn genetische selectie, rantsoenoptimalisatie, droogstandmanagement en preventieve diergezondheid. Bij melkvee levert een daling van 0,70 naar 0,55 jongvee-eenheden per melkkoe een daling van ongeveer 6% stikstofemissies.

Rundveestallen zijn vaak natuurlijk geventileerd en vaak ligt de ventilatie en de luchtverversing hoger dan noodzakelijk is voor de gezondheid van de dieren, de nodige afvoer van warmte, vocht en schadelijke gassen. Een verhoogde ventilatie zorgt voor hogere lichtsnelheden over het emitterend

mestoppervlak en tevens ook een grotere kans op putventilatie. Het regelen van de luchtinlaat via gordijnen of doeken in de zijwanden vermindert de kans op verhoogde ventilatie.

De temperatuur in de stal heeft eveneens een invloed op de ammoniakemissie. Zelfs bij één graad verlaging van de staltemperatuur zou een reductie van ongeveer 5% kunnen gehaald worden. Deze temperatuurdaling mag echter niet bekomen worden door een hoger ventilatiedebiet aangezien een hogere ventilatie in een hogere ammoniakemissie resulteert. Maar technieken zoals de stal isoleren of de inkomende lucht koelen kunnen dus een gunstig effect hebben op de ammoniakemissie.

2.3 VLOEREN

Het aandeel van de ammoniakemissie op de vloer is vrij groot, de urine en vaste mest komen er samen en de urease uit de vaste mest doet zijn werk om het ureum om te zetten tot ammoniak. De omzetting naar ammoniak is een proces dat zeer snel gebeurt zodat het ingrijpen op de stalvloer of op de mest die op de stalvloer komt een aanzienlijke ammoniakreductie teweegbrengt.

De reductietechnieken die we bij de vloertoepassingen terug vinden zijn onder meer:

- Reductie van het emitterend mestoppervlak

Het beperken van het oppervlak waar er emissie kan optreden is een zeer effectieve maatregel om de ammoniak te reduceren. Voor rundvee is dit vaak het oppervlak dat de dieren als loopgang ter beschikking hebben. Het is dan ook een grote uitdaging om ammoniakreductie te bekomen indien meer ruimte voor de dieren wordt gegeven.

- Snelle verwijdering van de mest

De roostervloer wordt frequent schoongemaakt met behulp van een roosterschuif of mestrobot. Hierdoor kan de urine sneller wegstromen naar de kelder en blijft er minder mest op de roosters of vloer achter. Hoe frequenter de vloer gereinigd wordt, hoe meer reductie kan gehaald worden.

- Sproeien (verdunnen of aanzuren van de mest op de stalvloer)

Het sproeien van water op de loopvloeren zorgt voor een verdunning van de urine en zorgt eveneens voor een snellere afvoer van de urine. Om de ureasewerking af te remmen is ook onderzoek gedaan naar de toepassing van aangezuurde vloeistoffen en dit met wisselend resultaat. In een zure omgeving wordt de vorming van ammoniak vertraagd.

- Profilerings/sleuenvloer

Het voorzien van een diepe profilering in de vloer heeft tot doel de urine te scheiden van de vaste mest zodat er minder kans is op ammoniakvorming. De snelle afvoer van de urine heeft een emissie-reducerend effect.

- Afsluiten van roostervloer/afgesloten mestkelder

Bij de toepassing van een roostervloer is er altijd een mogelijke emissie vanuit de mestkelder. Deze emissie wordt nog vergroot door luchtbewegingen boven het mestoppervlak. Het afsluiten van de

roosterspleten of het werken met afgesloten mestkelders zoals bij dichte vloer(elementen) zorgt dat er geen kelderemissie kan optreden, behalve waar er een afstort voorzien is.

- Gebruik van andere materialen

Het gebruik van rubber, gietasfalt of epoxy als toplaag zorgt ervoor dat de mest minder snel aan het vloeroppervlak hecht. Ten opzichte van beton mag verwacht worden dat er minder indringing van mest en urine is en dat de mest beter kan afgevoerd worden. Hierdoor kunnen de groei en ontwikkeling van micro-organismen die het ureum omzetten geremd worden en dit kan zorgen voor een verminderde ammoniakemissie. De lagere pH-waarde van het materiaal ten opzichte van beton heeft ook een kleine impact op de ammoniakemissie op de vloer.

2.4 MESTOPSLAG

- Gesloten mestopslag

De emissies uit de mestkelder worden vergroot door putventilatie die ontstaat via luchtcirculaties in de stal. Het dicht maken van roosterspleten kan deze putventilatie verminderen en dus ook de ammoniakemissie uit de mestkelder. Ook het voorzien van flappen in mestafstorten zorgt voor een verminderde emissie uit de mestopslag. Bij de toepassing van een dichte vloer en een externe afgesloten mestopslag is er weinig of geen emissie mogelijk zodat dit stalsysteem dan ook een hogere ammoniakreductie kent.

- Scheiden van vaste mest en urine

Ervoor zorgen dat urine weinig tot niet in contact kan komen met de vaste mest verkleint sterk de kans op ammoniakovorming. Dit kan soms gedeeltelijk bekomen worden door een vloeruitvoering te kiezen die de urine apart kan afvoeren van de vaste mest. Een andere mogelijkheid is dat er een hellende vloer met giergoot onder de roostervloer wordt geplaatst die toelaat de urine apart af te voeren en die de vaste mest via een mestschuif naar een externe mestopslag brengt.

- Aanzuren van mest

Het verlagen van de zuurtegraad van de mest (pH) zorgt voor een verminderde ammoniakovorming en dus ook mindere ammoniakemissie. Om de emissies uit de mestopslag te verminderen kan de mest aangezuurd worden met behulp van organische zuren (melk- of azijnzuur), anorganische zuren (salpeter-, zwavel- of fosforzuur) of microbiële micro-organismen die organische zuren maken. Hoewel het gebruik van zuren in theorie een effectieve reducerende techniek is, is het praktisch niet evident om toe te passen door de verhoogde risico's en het mogelijks nadelige effect na toediening van de mest op het land.

- Koelen van de mest

Door het koelen van de mest of zelfs van de gehele stal zal de ammoniak minder snel gevormd worden. Om de mest in de mestkelder te koelen kan gebruik gemaakt worden van een koeldekstelsysteem. Het systeem bestaat uit drijvende elementen gevuld met grondwater die de warmte aan de mest onttrekken. Het systeem werd nog niet toegepast in de rundveehouderij, maar is wel technisch inzetbaar.

4 MELK- EN KALFKOEIEN

4.1 OVERZICHT

In de lijst zijn voor melkvee voornamelijk vloersystemen opgenomen, maar ook luchtwastechnieken en managementmaatregelen. Vloersystemen hebben een reductiepercentage van 20% tot 30%. Luchtwassystemen voor melkveestallen hebben een (voorlopige) reductie van 45% en managementtechnieken (bv. beweiden) vanaf 5% tot ca 26%.

Voor R-1 Melk- en kalfkoeien ouder dan 2 jaar zijn volgende maatregelen beschikbaar:

Tabel 1: Overzicht PAS-maatregelen voor melk- en kalfkoeien

Fiche/nummer maatregel	Maatregel	Reductie (%)	Indiener
PAS R-11	Beweiden in groep	5-26	
PAS R-12	Loopvloer reinigen met mestschuif of mestrobot	10-15	Cobefa, HCI Beton, Swaans Beton
PAS R-13	Loopvloer reinigen met mestschuif of mestrobot en water	15-20	Snel Hout- en Rubberhandel B.V.
PAS R-14	Scheiden van vaste mest en urine onder de rooster gecombineerd met het reinigen van de roostervloer door middel van een mestrobot of mestschuif en sproeisysteem	20	Detricon
PAS R-15	Combi profiel- en roostervloer voorzien van mestschuif en sproeisysteem	25	Detricon
PAS R-16	Roostervloer voorzien van cassettes in de roosterspleten en reinigen met mestschuif of mestrobot	25	Anders Beton
PAS R-17	Chemische luchtwater in een natuurlijke geventileerde stal	45	AAC Synthetics BV
PAS R-18	Biologische luchtwater in een mechanisch geventileerde stal	45	CB groep BVBA
PAS R-19	Hellende V-vormige vloer met centrale giergeoot en voorzien van geprofileerde rubbermatten en mestschuif	25	Animat Nederland BV
PAS R-110	Roostervloer voorzien van een bolle thermoplastische rubber toplaag en met mestschuif of mestrobot	25	Beerepoot Stalinrichtingen BV; Altez NV
PAS R-112	Vloer voorzien van perforaties en hellende profilering en mestschuif	25	HCI Beton, Cobefa

Fiche/nummer maatregel	Maatregel	Reductie (%)	Indiener
Fiche/nummer maatregel	Maatregel	Reductie (%)	Indiener
PAS R-113	Geprofileerde vlakke vloer met hellende sleuven, regelmatige mestafstorten voorzien van hangende afdichtflappen met mestschuif of mestrobot	25	HCI Beton, Berkel Beton, Cobefa
PAS R-114	V-vormige vloer van geprofileerde vloerelementen in combinatie met een gierafvoerbuis en met mestschuif	25	HCI Beton, Cobefa
PAS R-115	Roostervloer met hellende groeven of hellend gelegd voorzien van afdichtkleppen in de roosterspleten met mestschuif of mestrobot en water	30	Swaans Beton
PAS R-116	Geprofileerde vloerplaten met sterk hellende langsgleuven met urineafvoergat en hellende dwarsgroeven aaneengesloten gelegd of gescheiden door mestafstorten voorzien van emissiereductiekleppen met mestschuif	25	Swaans Beton
PAS R-117	Roostervloer voorzien van rubbermatten en composietnokken met een hellend profiel, kunststofcassettes in de roosterspleten met mestschuif of mestrobot	25	Proflex betonproducten
PAS R-118	Geprofileerde vlakke vloer met hellende sleuven, regelmatige mestafstorten voorzien van emissiereductiekleppen en een mestschuif of mestrobot	25	Swaans Beton
PAS R-119	Geprofileerde hellende vloer met holtes voor gieropvang en gierafvoer aan de zijkant met mestschuif	25	Berkel Beton
PAS R-120	Chemisch luchtwassysteem in een mechanisch geventileerde stal	45	Inno+ BV
PAS R-121	V-vormige vloer van geprofileerde vloerelementen in combinatie met een gierafvoerbuis en met mestschuif	25	Innovatiesteunpunt
PAS R-122	Roostervloer met inlegroosterbalken met een hellend profiel, voorzien van afsluitflappen in de roosterspleten en met mestschuif of mestrobot	25	Van Hessche Beton
PAS R-123	Roostervloer voorzien van rubbermatten en composietnokken met een hellend profiel en met mestschuif of mestrobot	20	Proflex Betonproducten

Fiche/nummer maatregel	Maatregel	Reductie (%)	Indiener
PAS R-124	Dichte vloer voorzien van rubbermatten en composiet of beton nokken met een hellend profiel en met mestschuif	25	Proflex Betonproducten
Fiche/nummer maatregel	Maatregel	Reductie (%)	Indiener
PAS R-125	Roostervloer voorzien van rubber elementen en kleppen in de roosterspleten en reinigen met mestschuif of mestrobot	25	Cobefa
PAS R-126	Dichte vloer voorzien van rubbermatten en groeven met een hellend profiel en met mestschuif	25	V17 Agro BV
PAS R-127	Dichte geprofileerde systeemvloer voorzien van sleuven en rubberpaden met een beperkt roosteroppervlak voorzien van bolle kunststofprofielen en met mestschuif	25	Altez NV

4.2 MANAGEMENTMAATREGELEN

4.2.1 Maatregel R-1.1 “beweiden in groep”:

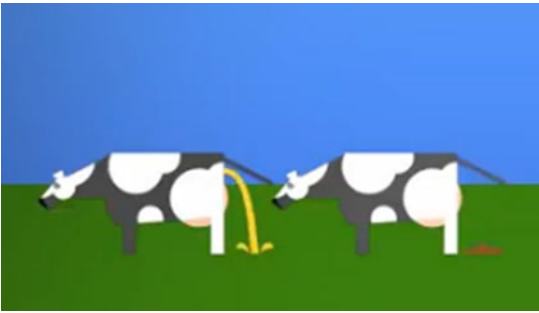
De PAS-maatregel “Beweiden in groep” beperkt de emissie uit de stal door voor de dieren weidegang toe te passen. In een weide is de oppervlakte waarop de dieren mesten en urineren veel groter. De kans dat mest en urine op dezelfde plaats worden uitgescheiden is veel kleiner dan in een stal. In de stal zelf wordt gedurende de weide-uren geen verse mest geproduceerd. Hoeveel reductie hierdoor verkregen wordt is afhankelijk van het aantal weide-uren en het vloertype in de stal. De reductie is bij een dichte vloer iets groter omdat er geen emissie vanuit de kelder plaatsvindt.

Tabel 2: Reductie weidegang

Maximum aantal staluren per jaar**	Minimum aantal weide uren per jaar	Reductie indien geen dichte vloer (%)*	Reductie indien dichte vloer (%)*
8060	700	5	7
7360	1400	10	13
6660	2100	15	20
5960	2800	20	26

*Op jaarbasis ten opzichte van permanent opstallen in een traditioneel stalsysteem

**Plus 24 in een schrikkeljaar



Figuur 2: Koeien in de weide waarbij mest en urine op verschillende plaatsen terecht komen (Bron: Proeftuin Natura 2000)

Deze maatregel is op veel bedrijven haalbaar, met uitzondering van bedrijven met melkrobots, mits ze voldoen aan volgende voorwaarden:

- Alle dieren worden in groep beweid en het deel van de huisvesting waar ze zich normaal bevinden mag geen dieren bevatten (ziekenboeg zit hier niet in)
- In geval van dichte vloer wordt deze onmiddellijk vrij gemaakt van mest wanneer de stal leeg is
- Registratie van weide-uren:
 - minder dan 1400 weide-uren, dan volstaat een logboek waarin dagelijks de tijdstippen waarop de dieren de stal verlaten en terug binnenkomen worden genoteerd. De weide-uren worden cumulatief bijgehouden met een jaartotaal op het einde van het kalenderjaar.
 - vanaf 1400 weide-uren is een geautomatiseerde digitale registratie noodzakelijk, de geregistreerde gegevens moeten 5 kalenderjaren raadpleegbaar blijven.

De belangrijkste voorwaarde om deze maatregel te mogen toepassen is dat men over voldoende huiskavel moet beschikken om het beweiden mogelijk te maken. Bij de aanvraag van de milieuvergunning moet dit via de verzamelaanvraag worden aangetoond.

Controle op de maatregel gebeurt door de registratie van de weide-uren en de verzamelaanvragen te controleren.

Voor de geautomatiseerde digitale registratie bestaan verschillende registratiemogelijkheden die beschreven staan in de bijlage van de [maatregelfiche](#).

Het principe is steeds hetzelfde, er gebeurt een registratie op het moment dat de stal leeg is (de laatste koe verlaat de stal) en op het moment dat de stal niet meer leeg is (de eerste koe betreedt de stal). De tijd tussen deze twee registraties is het aantal weide-uren van die periode. Deze registratie kan heel eenvoudig gebeuren, maar vraagt dan handelingen van de rundveehouder, of volledig geautomatiseerd door middel van sensoren, camera's, ...

Een voorbeeld van een eenvoudige registratie bestaat uit een drukknop aan de poort waarop de rundveehouder drukt als alle koeien buiten zijn, dit komt in het digitaal register. Als de koeien terug binnenkomen wordt de knop opnieuw ingedrukt en komt dit ook in het digitaal register. Als extra controle kan dit gecombineerd worden met een digitale camera die een foto neemt van de lege stal op het ogenblik dat op de drukknop wordt geduwd. De foto heeft een datum- en tijds aanduiding. Op de

foto moet duidelijk te zien zijn dat de stal leeg is. Foto's en registratie kunnen zowel op de computer als in de cloud worden bewaard.

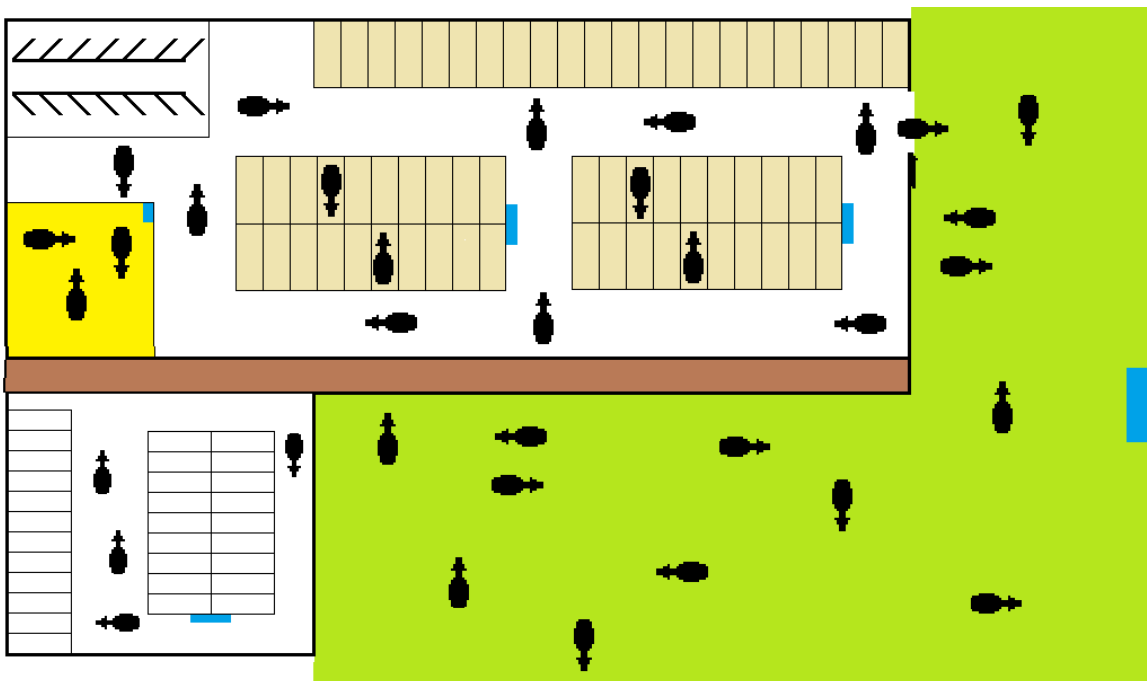
Een geavanceerde manier van registreren maakt gebruik van zenders in de oormerken van de koeien en ontvangers aan de uitgangen en in het midden van de stal. Er wordt geteld hoeveel dieren zich in de stal bevinden. Bij leegstand wordt een signaal naar het digitaal register verstuurd. Controle op de beweging van de koeien bewijst dat de zenders effectief worden gedragen.

Eender welke vorm van registratie voldoet, op voorwaarde dat deze werd aangemeld bij het wetenschappelijk secretariaat van PAS en werd goedgekeurd.

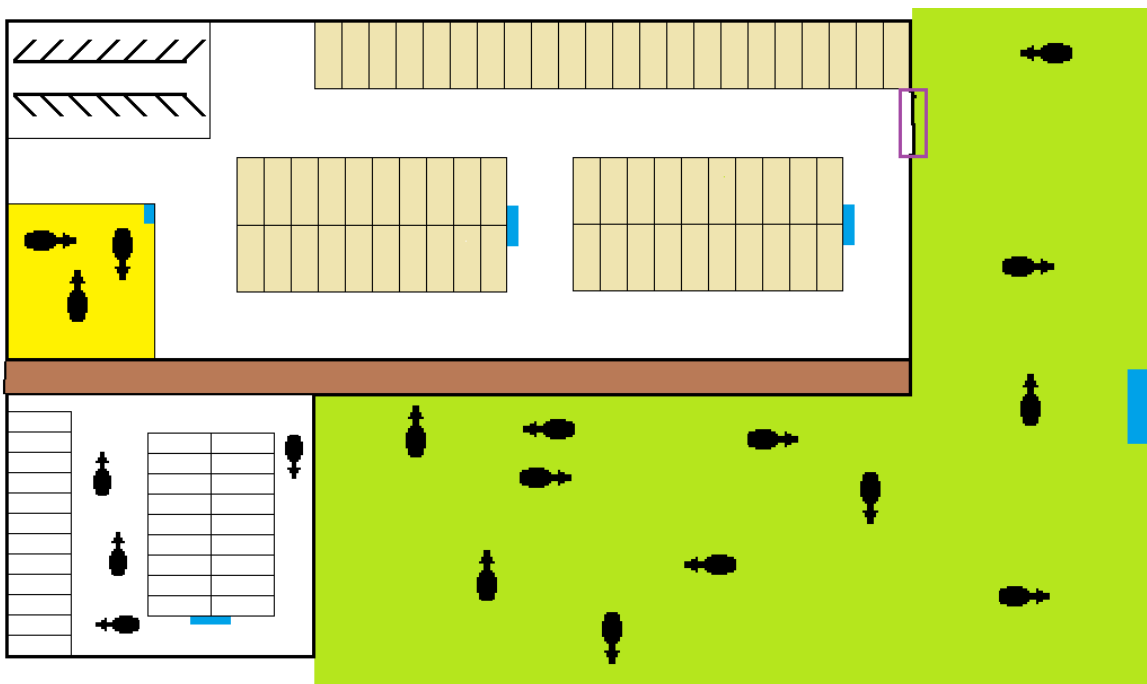
Eens deze maatregel actief is, moet die gedurende de hele periode waarin de milieuvergunning loopt worden toegepast.

Onderstaand voorbeeld geeft het verschil aan tussen een voorbeeld van "klassieke" weidegang (**Figuur 3**) en weidegang als PAS-maatregel (**Figuur 4**).

Bij dit voorbeeld van "klassieke"-weidegang kunnen de dieren vrij beslissen of ze al dan niet naar buiten gaan. De poort blijft open en er wordt niets geregistreerd. Bij weidegang als PAS-maatregel zijn alle dieren, behalve de dieren in de ziekenboeg en het jongvee, uit de stal, de toegangspoort is dicht en de tijd wordt geregistreerd. In dit geval kan de maatregel ingeroepen worden voor 62 dierplaatsen, overeenkomstig het aantal ligbedden.



Figuur 3: Klassieke weidegang, niet alle dieren buiten, geen registratie



Figuur 4: Weidegang als PAS-maatregel: alle dieren buiten en registratie

De weidegang kan ook gecombineerd worden met een gekozen stalvloersysteem uit de PAS-lijst. Dit betekent dat hogere ammoniakemissiereducties kunnen bekomen worden met de toepassing van weidegang en een ammoniakemissiereducerende vloer in de stal. In een combinatietabel zijn de reductiepercentages opgenomen voor elke combinatie van een vloersysteem met een aantal weide-uren per jaar.

Deze combinatietabel en de opgenomen reductiecijfers kunnen geraadpleegd worden op de [ILVO-website](#).

4.2.2 Maatregel R-1.2 en R-1.3 “Loopvloer reinigen met mestschuif of mestrobot (met of zonder water)”

De maatregel R-1.2 werkt volgens het principe van het frequent verwijderen van mest en urine op de loopvloer. De frequentie van reinigen bepaalt het reductiepercentage. Hoe vaker dit gebeurt hoe hoger de emissiereductie. De looppaden evenwijdig aan de ligboxenrijen worden met behulp van een mestrobot of een mestschuif gereinigd. De doorgangen tussen of naast de rijen ligboxen die niet bereikbaar zouden zijn door bijvoorbeeld de mestschuif moeten dagelijks handmatig of met rijdend/geduwd materieel gereinigd worden.

De maatregel kan toegepast worden in een ligboxenstal met rooster, dichte vloer of elk ander type vloer, op voorwaarde dat (nagenoeg) geen stalmest wordt geproduceerd.

Deze maatregel kan uitgebreid worden door het reinigen te combineren met het sproeien van water (maatregel R-1.3). Dit verhoogt de emissiereductie omdat de urine op de looppaden wordt verdund en

afgevoerd. Vaste mest zal, in combinatie met water, beter worden afgevoerd. Het water wordt verneveld door een sproei-installatie op de mestrobot of via sproeiers aan de zijkanten of in het midden van de looppaden. Belangrijk hierbij is dat het water niet te basisch is. Tijdens een vorstperiode mag de sproei-installatie tijdelijk buiten werking worden gesteld maar het reinigen met de mestschuif of mestrobot moet echter blijven doorgaan. Het emitterend vloeroppervlak (met mest bevuild) bedraagt maximaal 5,5 m². Hierin zitten de loopgangen en de doorgangen omvat. Het vloeroppervlak van de melkstal en de voerstoeper (verhoging van de loopvloer ter hoogte van het voederhek) is niet inbegrepen. Het mestafstort bij een dichte vloer op het einde van de loopvloer moet van de lucht afgesloten zijn door middel van een klep of flappen. Zowel de mestrobot als de mestschuif moet jaarlijks gecontroleerd en onderhouden worden. Bij gebruik van een mestrobot moet hierbij een onderhoudscontract met de leverancier of een andere deskundige partij worden afgesloten.

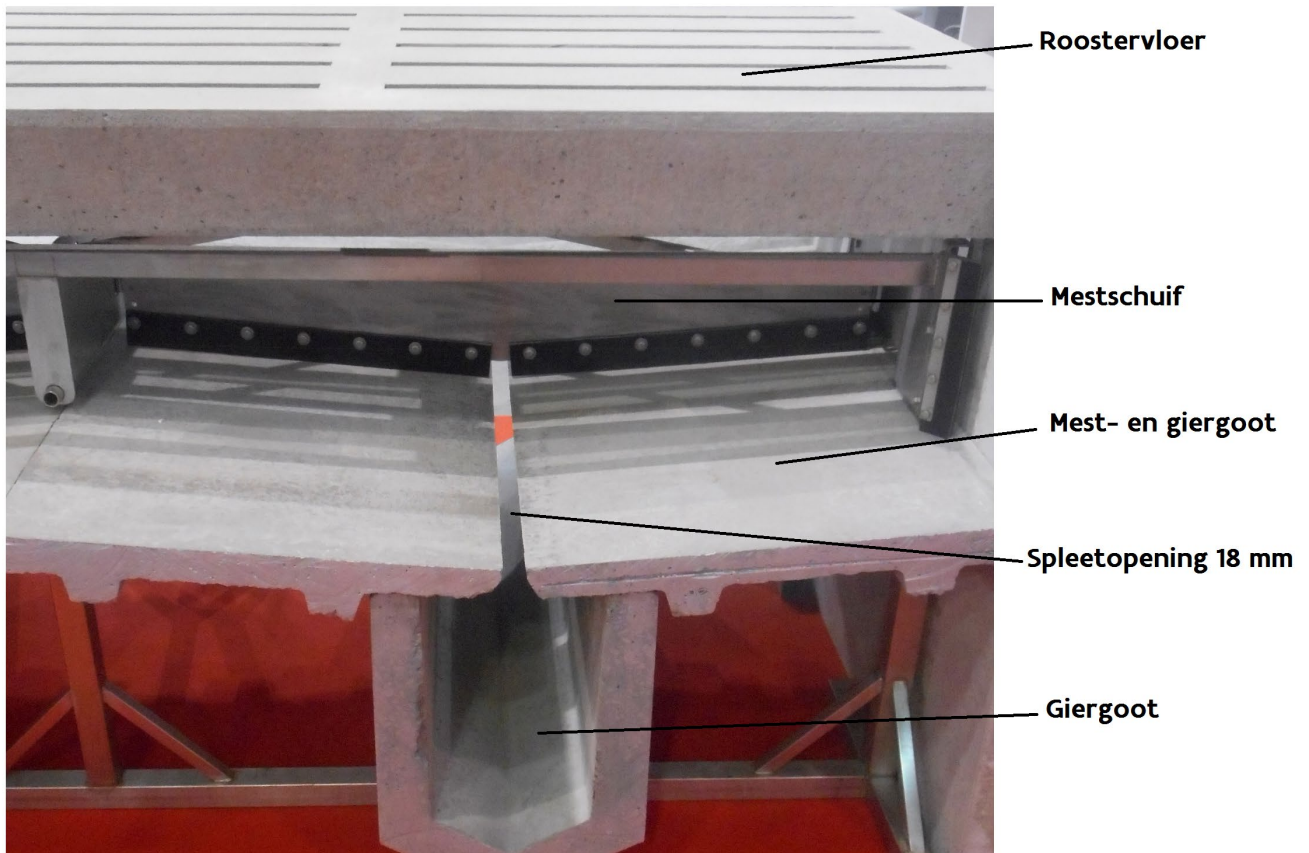
Het reductiepercentage is gekoppeld aan de reinigingsfrequentie (**Tabel 3**). Hoe vaker de vloer wordt gereinigd, hoe groter het reductiepercentage. Ter controle moeten de frequentie en de duur van het reinigen geregistreerd worden en in combinatie met water moet ook het dagelijkse waterverbruik worden geregistreerd, beide met een terugleesoptie van 3 maanden.

Tabel 3: Reductiepercentage volgens reinigingsfrequentie en al dan niet sproeien

Frequentie van schuiven (keren/dag)	R 1.2 Reductie (%)	R 1.3 Reductie (%) met debiet van 3 l/m ² /dag
6	10	15
10	15	20



Figuur 5: Sproei-installatie op mestrobot



Figuur 7: Dwarsdoorsnede van systeem R-1.4

- R-1.23

Op een bestaande of nieuwe roostervloer worden geprofileerde nokken uit composietmateriaal vastgemaakt van ongeveer 2 cm hoog, 4,5 cm breed en 11 cm lang. De rest van de roostervloer wordt bedekt met een rubbermat die de nodige uitsparingen heeft die overeenkomen met de composietnokken. Er ontstaat dus een aaneengesloten oppervlak op de rooster bestaande uit een combinatie van het geprofileerd composiet en rubber. Zowel de composietnokken als de rubbermat hebben een helling van 6% naar de roosterspleten zodat de mest en urine versneld kunnen afgevoerd worden naar de onderliggende mestkelder. Er worden geen kleppen in de roosterspleten toegepast.

De ammoniakemissie wordt verder beperkt door de mest en de urine frequent van de vloer te verwijderen met een mestschuif of -robot. De mestschuif of robot moet 12 keer per dag (iedere 2 uur) de loopvloer reinigen.



4.3.2 Vloeren met 25% of meer reductie

Tabel 5: Lijst van vloersystemen die 25% of meer ammoniakemissie reduceren

Fiche/nummer maatregel	Maatregel	Reductie (%)	Schuif frequentie	Sproeien Ja/Nee	Gebruik van kleppen Ja/Nee
PAS R-15	Combi profiel- en roostervloer voorzien van mestschuif en sproeisysteem	25	12	Ja	Nee
PAS R-16	Roostervloer voorzien van cassettes in de roosterspleten en reinigen met mestschuif of mestrobot	25	12	Nee	Ja
PAS R-19	Hellende V-vormige vloer met centrale giergoot en voorzien van geprofileerde rubbermatten en mestschuif	25	12	Nee	Nee
PAS R-110	Roostervloer voorzien van een bolle thermoplastische rubber toplaag en met mestschuif of mestrobot	25	12	Nee	Nee
PAS R-112	Vloer voorzien van perforaties en hellende profilering en mestschuif	25	12	Nee	Nee
PAS R-113	Geprofileerde vlakke vloer met hellende sleuven, regelmatige mestafstorten voorzien van hangende afdichtflappen met mestschuif of mestrobot	25	12	Nee	Ja

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

Fiche/nummer maatregel	Maatregel	Reductie (%)	Schuif frequentie	Sproeien Ja/Nee	Gebruik van kleppen Ja/Nee
Fiche/nummer maatregel	Maatregel	Reductie (%)	Schuif frequentie	Sproeien Ja/Nee	Gebruik van kleppen Ja/Nee
PAS R-114	V-vormige vloer van geprofileerde vloerelementen in combinatie met een gierafvoerbuis en met mestschuif	25	12	Nee	Nee
PAS R-115	Roostervloer met hellende groeven of hellend gelegd voorzien van afdichtkleppen in de roosterspleten met mestschuif of mestrobot en water	30	24	Ja	Ja
PAS R-116	Geprofileerde vloerplaten met sterk hellende langsgleuven met urineafvoergat en hellende dwarsgroeven aaneengesloten gelegd of gescheiden door mestafstorten voorzien van emissiereductiekleppen met mestschuif	25	12	Nee	Nee/Ja (afhankelijk van de gekozen uitvoering)
PAS R-117	Roostervloer voorzien van rubbermatten en composietnokken met een hellend profiel, kunststofcassettes in de roosterspleten met mestschuif of mestrobot	25	12	Nee	Ja

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



Figuur 11: Opbouw en verschillende onderdelen in vooraanzicht



Figuur 12: Detail dwarsgroef

- R-1.6

Het loopgedeelte en de doorlooppaden worden uitgevoerd als een betonnen roostervloer waarin rubberen elementen (cassettes) zijn vastgemaakt. De mestspleet in de cassettes is eveneens voorzien van afsluitkleppen zodat de emissie vanuit de kelder verminderd wordt. Het betonnen gedeelte is voorzien van vlakke groeven, terwijl het rubberen gedeelte of de cassettes zijn voorzien van een helling naar de mestspleet. De mest wordt opgevangen in een onderliggende mestkelder.

De ammoniakreductie wordt gerealiseerd door de versnelde afvoer van urine via de hellende groeven in de cassettes en het afsluiten van de roosterspleten door afsluitkleppen. Daarbovenop wordt verdere reductie verkregen door het frequent verwijderen van mest en urine door een mestschuif of -robot.

Het reinigen van de vloer gebeurt met een frequentie van 12 keer per dag. Er wordt geen sproei-installatie voorzien.





Figuur 13: Roostervloer met rubberen inlegcassettes en afsluitkleppen

- R-1.9

De dichte betonnen vloer is samengesteld uit losse onderdelen of wordt ter plaatse gestort. De vloer heeft een V-vormig afschot naar het midden, waar zich de stalen giergoot bevindt. Op de hellende betonvloer worden rubberen matten geplaatst die voorzien zijn van dwarsseleuven.

De urine loopt via de giergoot naar het uiteinde van de stal waarna het wordt opgevangen in een mestafstort en wordt afgevoerd naar een dichte mestkelder of externe gesloten mestopslag. De mest en urine worden verwijderd met een mestschuif. De mestafstorten op het einde van de stal zijn voorzien van rubberen flappen of andere voorzieningen om de emissie uit de mestopslag te voorkomen.

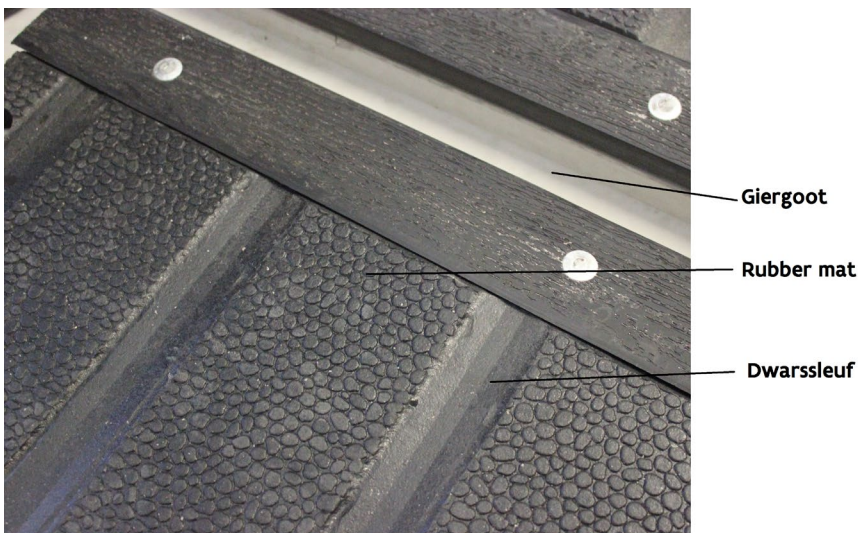
De emissie wordt beperkt door de snelle afvoer van de urine via de hellende vloer en de giergoot en de frequente verwijdering van de mest door de mestschuif. Door de iets lagere pH van het rubber ten opzichte van het beton zal er op de vloer minder ammoniak gevormd worden.

De mestafvoer gebeurt met een frequentie van 12 keer schuiven per dag (elke 2 uur) door middel van een mestschuif voorzien van een aandrijfmechanisme en een tijdschakeling. De rubberstrip van de mestschuif moet de dwarsseleuven goed kunnen reinigen.





Figuur 14: V-vormige vloer met rubberen mat en centrale giergoot (bron: Opti-Cow)



Figuur 15: Detail rubbermat en giergoot

- R-1.10

Zowel op bestaande als nieuwe roostervloeren wordt een kunststof profiel geklikt bestaande uit een toplaag van thermoplastisch rubber. De toplaag kan ook eventueel geïntegreerd zijn met de rooster, of na plaatsing van de rooster als mat worden aangebracht. Deze toplaag heeft een bolle uitvoering zodat er weinig urine achterblijft en deze urine snel kan afgevoerd worden naar de roosterspleten.

De toplaag moet zodanig bevestigd zijn dat het niet kan schuiven of opkrullen. De roosterspleten mogen niet verkleind worden door het rubber. Het rubber van de toplaag moet goed beloopbaar en slijtvast



zijn, dit kan aangetoond worden door een DLG-certificaat of een gelijkaardig rapport voor beloopbaarheid en slijtvastheid.

Onder de volledige roostervloer is een mestkelder aanwezig waarin de mest en de urine, die door de roosterspleten worden afgevoerd, worden opgevangen.

De reinigingsfrequentie is 12 keer per dag, gestuurd door een tijdschakeling. De mestschuif en -robot hebben een aangepast (iets verlengd) schuifblad zodat de bolle vorm van het rubber kan gevolgd worden.

Het thermoplastisch rubber zorgt voor een lagere urease-activiteit wat een positief effect heeft op de emissiereductie. Bovendien zorgt het frequent schuiven door een mestschuif of -robot voor een verdere reductie van de ammoniakemissie.



Figuur 16: Dwarsdoorsnede van rooster met thermoplastische rubber toplaag

R-1.13

De vloer bestaat uit geprefabriceerde vloerplaten met profilering. Tussen twee vloerdelen zijn gleuven (mestafstorten) voorzien van 35 tot 40 mm en in deze gleuven zijn flexibele PVC-flappen voorzien om de emissie uit de kelder te voorkomen. Onder de vloer is een mestkelder aanwezig waarin de mest en urine wordt opgeslagen.

De emissie wordt beperkt door een snelle afvoer van de urine via de hellende sleuven in de vloerplaten en de snelle mestverwijdering met behulp van mestschuiven of mestrobot. De flappen tussen de vloerplaten zorgen voor een goede afvoer van de mest naar de kelder en sluiten de kelder af zodat de emissie uit de kelder wordt voorkomen.

De vloeren worden 12 keer per dag (iedere 2 uur) met een mestschuif of -robot gereinigd.



Figuur 18: Vloerplaat met regelmatige mestafstorten (Bron: Cobefa)

In de omschrijving van dit systeem zijn 3 variaties voor de vloerplaat opgenomen met daarbij telkens andere afmetingen van de vloerplaten.

- **Uitvoering 1**

De vloerplaat is 120 cm breed en is gemaakt van zelfverdichtend beton en verhard in een mal zodat het oppervlak van de sleuven zeer glad is. Zowel de langs- als dwarsseuven in de vloerplaat zijn hellend uitgevoerd en zijn onderin smaller dan boven. De langs- en dwarsseuven staan haaks op elkaar en vormen een tegelprofiel. Het loopoppervlak van de vloerplaat is licht geprofileerd zodat er een betere loopbaarheid wordt bekomen. De langssleuven (evenwijdig aan de loopgang) hebben een hellend afschot vanuit het midden naar beide zijden.

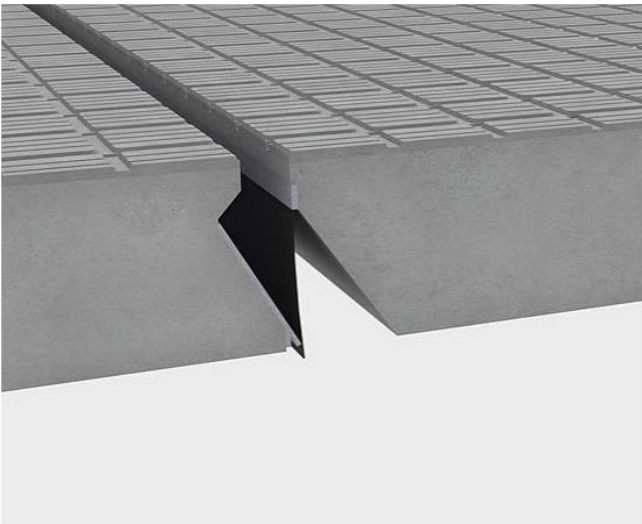
In de doorsteken en in de wachtruimte kunnen elementen gelegd worden met een andere breedte. Ze kunnen ook, net zoals de doorlopen, uitgevoerd worden met een ander emissiearm systeem met minstens hetzelfde reductiepercentage.



Figuur 19: Detail afdichtflappen in mestafstort tussen twee vloerplaten (bron: systeembeschrijving BWL Nederland)

- **Uitvoering 2:**

De vloerplaat is van uitvoering 113 cm breed en voorzien van langs- en dwarsseuven die haaks op elkaar liggen en dus een tegelprofiel vormen. De tegeltjes zijn voorzien van een profiel, namelijk enkele groeven ter vergroting van de grip en de beloopbaarheid. Deze vloerplaat is machinaal vervaardigd waardoor het oppervlak voldoende stroef is. De vloerplaten zijn aan de kant van het mestafstort voorzien van een prefab aangebrachte kunststof glijstrook die ervoor zorgt dat de mest in de mestspleet niet aankooft en een snelle en continue mest- en urineafvoer wordt bereikt. De langsseuven (evenwijdig aan de loopgang) hebben een hellend afschot vanuit het midden naar beide zijden.



Figuur 20: Detail uitvoering 2 met afdichtflappen (bron: systeembeschrijving BWL Nederland)



- Uitvoering 3:

De vlakke vloerplaat heeft een breedte van 120 cm en is voorzien met een tegelprofiel in de vorm van een parallellogram. Ze zijn vervaardigd uit een mix van trilbeton en gietbeton, maar kunnen ook in andere betonsoorten worden gemaakt.

Het tegelprofiel is in rijen aangelegd die parallel lopen met het voederhek. Van bovenaf gezien is het tegelprofiel opgebouwd uit tegeltjes in V-vorm. Om de grip en de beloopbaarheid te verhogen hebben de tegeltjes een ondiep profiel. Tussen het tegelprofiel zitten sleuven die met afschot vanuit het midden van elke vloerplaat naar de mestafstorten aflopen.



Figuur 21: Uitvoering 3 van de geprofileerde vloer en zicht op het mestafstort (bron: systeembeschrijving BWL Nederland)

- R-1.14

De vloer is opgebouwd met vloerplaten die onder afschot zijn geplaatst richting de gierafvoerbuis. Deze vloerplaten zijn voorzien van langs- en dwarsseuven die haaks op elkaar staan en die een tegelprofiel vormen. Ten behoeve van de beloopbaarheid is een licht profiel op het loopoppervlak aangebracht. De gladde afwerking van het oppervlak wordt verkregen door zelfverdichtend beton te laten verharderen in een mal en dit vermindert het aankoeken van mest terwijl het de afvoer van urine verbetert.

De urine wordt vanuit de gierafvoerbuis afgevoerd naar een gesloten mestopslag, de mest wordt 12 keer per dag (iedere 2 uur) verwijderd door een mestschuif. De mestschuif kan met een kabel of met een ketting getrokken worden, maar moet zodanig zijn uitgevoerd dat de mogelijke mest in de gierafvoerbuis ook mee verwijderd wordt.



De vloer kan boven een mestkelder geplaatst worden als er geen open verbinding is met de kelder. Dit systeem maakt het mogelijk om een primaire mestscheiding te voorzien door de urine en de vaste mest apart op te slaan.



Figuur 22: V-vormige vloer met gierafvoerbuïs en mestschuif (bron: HCI-beton)

- R-1.15

Deze uitvoering bestaat uit een roostervloer met hellende groeven of door de vloerdelen hellend aan te leggen. In de roosterspleten worden afdichtkleppen voorzien zodat de emissie uit de mestkelder wordt tegen gegaan. Daarnaast moet de vloer met een frequentie van 24 keer per dag (elk uur) gereinigd worden en moet er een sproei-installatie gebruikt worden. De sproei-installatie kan gekoppeld zijn aan de mestrobot of -schuif of kan ook geïnstalleerd zijn in de boxrand en/of aan het voederhek. Het debiet van de sproei-installatie bedraagt 3 l/m loopvloer per dag.

Via de snelle verwijdering van de mest en urine en het afsluiten van de mestkelder wordt de ammoniakemissie verkregen.





Figuur 23: Roosterelement in helling geplaatst en sproei-installatie in de boxrand (bron: Swaans Beton)

- R-1.16

Het vloersysteem bestaat uit vlakke betonnen prefab vloerplaten waarin een profilering van langssleuven en dwarsgroeven aanwezig is. De langssleuven hebben een afschot vanuit het midden van de vloerplaat naar de uiteinden van de vloerplaat. Op het laagste punt in de langssleuven ter hoogte van het aansluitpunt van de vloerplaten kan de urine afgevoerd worden via urine-afvoergaten. De dwarsgroeven zijn in een V-vormig profiel op de balken aangebracht. Onder het gehele oppervlak van de loopgangen met vloerplaten en mestafstorten is een mestkelder aanwezig.

Er zijn twee mogelijke uitvoeringen van deze maatregel:

- De vloerplaten liggen tegen elkaar, waarbij aan één of aan beide uiteinden van de loopgang een afstort gemaakt is voor mest en urine. Dit afstort wordt van de lucht afgesloten door een brievenbussluiting, rubberen flappen of een andere voorziening.
- De vloerplaten zijn van elkaar gescheiden door een mestafstort. Deze mestafstorten zijn voorzien van goed sluitende emissiereductiekleppen.

De mestschuif moet zodanig zijn uitgerust (vb. vingers) dat zowel de vloer als de langssleuven gereinigd worden en de bovenzijde van de vloer drooggetrokken wordt. Deze mestschuif verwijdert de mest en urine met een frequentie van 12 keer per dag (om de 2 uur).

De ammoniakemissie wordt beperkt door versnelde afvoer van urine, frequent reinigen van de vloer en door de uitstoot van kelderlucht te beperken.



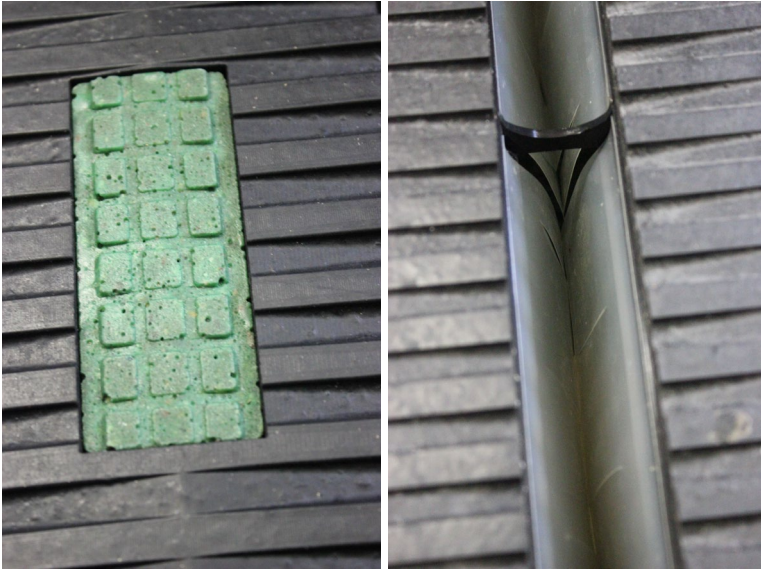
Figuur 24: Mestschuif uitgerust met vingers om langssleuven te reinigen

- R-1.17

Op de betonnen roostervloer worden composietnokken vastgemaakt en worden rubberen matten met uitsparingen voor de nokken gelegd (zoals ook toegepast voor systeem R-1.23). Zowel de nokken als het rubber zijn voorzien van een hellend profiel zodat de urine sneller kan aflopen. Bijkomend worden in dit vloersysteem kunststoffen elementen in de roosterspleten geplaatst met kunststof afsluitkleppen. Dit systeem kan zowel bij bestaande als nieuwe stallen toegepast worden. Onder de roostervloer is een volledige mestkelder aanwezig. Met behulp van een mestschuif of -robot wordt de vloer 12 keer per dag (om de 2 uur) gereinigd.

Beperking van de ammoniakemissie gebeurt door versnelde afvoer van urine naar de mestkelder. De omzetting van ureum naar ammoniak vindt in de kelder plaats en niet op de vloer. Door gebruik te maken van afsluitkleppen in de roosterspleten wordt de uitwisseling van kelderlucht naar de stallucht beperkt.

//



Figuur 25: Rubbermat met composietnok (links), afsluitklep in roosterspleet (rechts)

- R-1.18

Het vloersysteem bestaat uit vlakke betonnen vloerplaten die zijn voorzien van hellende langs- en dwarsfleuren in de vorm van een afgesneden cirkelsegment. Tussen de vloerdelen worden mestafstorten voorzien die uitgerust zijn met emissiereductiekleppen. Eventueel kunnen nog bijkomende mestafstorten worden voorzien op het einde van de mestgang met de daarbij horende brievenbussluiting om de emissie uit de kelder te voorkomen. Onder de vloer is een mestkelder aanwezig waar de mest en de urine wordt opgeslagen. De vloer kan met behulp van een mestschuif of een -robot gereinigd worden en dat met een frequentie van 12 keer per dag (om de 2 uur).



Figuur 26: Vloer met mestrobot en detail afsluitklep



- R-1.19

De vloer is opgebouwd uit vlakke geprofileerde prefab elementen met een helling naar de zijkanten van de loopgang. In het midden is een sleuf aanwezig voor de mestschuifketting of –touw. Aan de zijkanten, ter hoogte van de ligboxafscheiding en het voederhek, is een uitsparing aanwezig waar de urine in kan afstromen en worden opgevangen. Via deze giergoten kan het gier naar een gieropslag afgevoerd worden. Op deze manier kan een primaire scheiding van de urine en de vaste mest worden bekomen. De vloerelementen hebben een hellende profilering met een parallellogram motief die er voor zorgt dat de urine kan afgevoerd worden naar de twee giergoten. De giergoten kunnen ook gebruikt worden voor de kettingen van de mestschuiven. De mestschuif moet 12 keer per dag de loopvloer reinigen en dit om de 2 uur.

Onder de vloer kan een dichte mestkelder aanwezig zijn, maar de mest kan ook via de mestafstorten op het einde van de loopgang naar een externe mestopslag overgebracht worden.

De mestafstorten moeten voorzien worden van een brievenbusluiting, rubberen flappen of andere voorzieningen zodat er geen emissies naar de stal kunnen voorkomen.



Figuur 27: Hellende vloer met twee giergoten aan de zijkant en mestschuif (bron: Berkelbeton)

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

R-1.24

De vloer bestaat uit vlakke vloerplaten of een gestorte betonvloer waarop profielen met geprofileerde nokken worden aangebracht. Verder wordt de vloer bedekt met een rubberen mat die voorzien is van uitsparingen zodat de mat mooi rond de geprofileerde nokken past. Zowel de nokken als het rubber zijn voorzien van een hellend profiel dat ervoor zorgt dat de urine sneller kan afvloeien naar de diepere sleuven die evenwijdig lopen aan de lengterichting van de loopgangen.

Een mestschuif voorzien van “vingers” reinigt elke twee uur de vloer, waarbij ook de sleuven worden gereinigd. De mest wordt met de mestschuif naar de mestafstorten gebracht die zijn voorzien van afsluitkleppen zodat de emissie uit de mestkelder voorkomen kan worden. Er kan eventueel een kelder onder de vloer aanwezig zijn waar de mest en de urine worden opgevangen, maar de mest kan ook naar een externe mestopslag overgebracht worden.



Figuur 31: Opbouw emissiearme vloer R-1.24

- R-1.25

De vloer bestaat uit een betonnen roostervloer met geprofileerde ovale betonnokken waarover op de langs balken U-vormige rubberen elementen worden geplaatst. Op die manier ontstaat een aaneengesloten oppervlak bestaande uit een combinatie van betonnen nokken en rubberen elementen. Zowel het beton als het rubber is voorzien van groeven zodat de urine sneller kan afgevoerd worden naar de mestspalten. In de roosterspalen zijn kunststof elementen aanwezig met kunststof afsluitkleppen zodat de emissies uit de kelder vermeden worden. De vloer moet 12 keer per dag met een mestschuif of -robot gereinigd worden.



Figuur 32: Roostervloer met rubberen elementen (Bron: Cobefa)

- R-1.26

Op een vlakke vloer uitgevoerd met betonelementen of een gestorte betonnen vloer wordt een rubberen geprofileerde mat geplaatst. In de rubberen mat zijn sleuven uitgewerkt zodat de urine snel kan afgevoerd worden. Op de balken van de rubberen mat is een V-vormig profiel gemaakt in de richting van de mestschuif en een helling naar de sleuven.

Een mestschuif, voorzien van vingers voor het reinigen van de sleuven verwijdert de mest 12 keer per (om de 2 uur) naar één zijde van de loopgang waar de mestafstorten zijn voorzien buiten de stal. De mestafstorten worden voorzien van afsluitkleppen zodat de emissie uit de mestkelder wordt vermeden.



Figuur 33: Rubbermatten voorzien van sleuven en geprofileerde balken met hellend profiel (bron: V17 Agro BV)

4.4 LUCHTWASSERS

Luchtwassers worden al langer toegepast in varkensstallen als een methode om de ammoniakemissie naar de omgeving te reduceren. Meestal wordt de lucht van de verschillende afdelingen naar een centraal luchtkanaal geleid en van daaruit naar de luchtwasser. Luchtwassers in varkensstallen moeten een rendement van 70% halen. Dit wil zeggen dat 70% van de ammoniak uit de stallucht moet worden gehaald.

Voor rundvee kan het halen van hoge ammoniakemissiereductie moeilijker liggen omwille van het meer open karakter van de stallen (waardoor mogelijk een deel van de lucht niet langs de wasser passeert) en door de lagere staltemperatuur (waardoor de bacteriën mogelijk minder actief zijn). Omwille van de onzekerheid op die vlakken en de zeer beperkte ervaring met luchtwassers op rundveestallen wordt de emissiereductie van luchtwassers voorlopig vastgesteld op 45%. Het potentieel is echter duidelijk groter. Metingen en opvolging van de eerste uitvoeringen zouden uiteindelijk moeten kunnen leiden tot hogere reducties.

Tabel 6: Overzicht van luchtwassers

Fiche/nummer maatregel	Maatregel	Reductie (%)
PAS R-17	Chemisch luchtwassysteem in een natuurlijke geventileerde stal	45
PAS R-18	Biologisch luchtwassysteem in een mechanisch geventileerde stal	45
PAS R-120	Chemisch luchtwassysteem in een mechanisch geventileerde stal	45

Binnen de maatregel “luchtwassers” onderscheiden zich twee types luchtwassers. De chemische luchtwasser verwijdert ammoniak door de uitgaande stallucht te wassen met een zuur (zwavelzuur) waardoor de ammoniak omgezet wordt in ammoniumsulfaat.

De biologische luchtwasser gebruikt bacteriën op het filterpakket om de ammoniak om te zetten naar nitraat en/of nitriet. Het nitriet kan via een nabehandeling deels omgezet worden naar het onschadelijke stikstofgas.

In de huidige PAS-lijst kan de chemische luchtwasser toegepast worden in een natuurlijk geventileerde stal alsook in een mechanisch geventileerde stal. De biologische luchtwasser kan voorlopig enkel toegepast worden in een mechanisch geventileerde stal.

Er wordt ook aangegeven dat luchtwassers enkel mogen toegepast worden in een melkveestal met minstens 120 melk- en kalfkoeien > 2 jaar.

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



Figuur 36: Stal voorzien van automatisch gestuurde winddichte gordijnen

Ook de stalparameters moeten worden geregistreerd zoals drukverschilmetingen om de onderdruk aan te tonen en het CO₂-gehalte om een goed stalklimaat te garanderen. Het gemeten CO₂-gehalte mag maximaal 3000 ppm bedragen. Een hogere waarde zal duiden op een gebrekkige ventilatie.

De leverancier levert een technische fiche die minstens een aantal opgelegde specificaties bevat. Hij voorziet ook een bedieningshandleiding zodat de exploitant de goede werking kan controleren.

De exploitant sluit een onderhoudscontract af met de leverancier of een andere deskundige partij en hij houdt een logboek bij waarin alles wat met de luchtwasser te maken heeft wordt genoteerd en bijgehouden. De installatie wordt wekelijks gecontroleerd op de goede werking. De houder van het onderhoudscontract moet de installatie onderhouden zoals beschreven in de technische fiche.

De controlerende overheid kan een rendementsmeting laten uitvoeren, het gemeten verwijderingsrendement mag maximaal 5% lager liggen dan het vereiste rendement van 90%.

• R-1.8

De ammoniakemissie wordt beperkt door de uitgaande lucht te behandelen in een biologisch luchtwassysteem. Het luchtwassysteem bestaat uit een filter met één of meerdere wasseties. De wassetie bestaat uit een kolom vulmateriaal waar bacteriën zich op bevinden. De bacteriën die op het vulmateriaal zitten en in de wasvloei stof zetten de ammoniak om in nitriet en/of nitraat die op zijn beurt dan wordt afgevoerd met het spuiwater.

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

Een spuiroomreactor ('spuivretter') met bacteriebuffer zet het nitriet in het waswater om naar N₂ gas. Er wordt automatisch vreetpoeder toegevoegd die de biologie in de waswater stimuleert. Een biologische waswater moet steeds een rendement van 70% halen.

De stal is volledig mechanisch geventileerd met behulp van drukventilatoren en luchtinlaatventielen. Om de windinvloeden te vermijden op de luchtinlaat moeten er windkappen geplaatst worden. De onderdruk wordt verwezenlijkt door een automatische aansturing van de ventielen op basis van de drukmetingen in de stal. Elke toegang tot de stal is uitgerust met een luchtsas om te vermijden dat er bij het betreden of verlaten van de stal stallucht ontsnapt. De mechanische ventilatie moet dus zodanig worden uitgevoerd dat alle stallucht via het luchtwassersysteem uit de stal wordt afgevoerd en er altijd een onderdruk in de stal aanwezig is.

Het volledige dak van de stal moet geïsoleerd zijn, dit zal helpen verhinderen dat het in de zomer te warm wordt in de stal.

Ook bij deze biologische luchtwasser zijn heel wat voorwaarden inzake registratie, onderhoudscontract met leverancier en het meten en bijhouden van verschillende parameters beschreven.

Het filtermateriaal mag niet gereinigd worden of de waswater mag niet stilgelegd worden omdat na iedere reiniging of stopzetting van de luchtwasser de bacteriekolonie weer opgebouwd moet worden. Op dat ogenblik zouden de verwijderingsrendementen niet gehaald kunnen worden.

- R-1.20

De ammoniakemissie wordt beperkt door de uitgaande lucht te behandelen in een chemisch luchtwassersysteem. Het aangepaste mechanische ventilatiesysteem met drukventilatoren en luchtinlaatventielen moet ervoor zorgen dat alle stallucht door de luchtwasser wordt geleid. Tevens moeten er windkappen voorzien worden voor de ventielen en de stal moet geïsoleerd worden. De stal staat continu in onderdruk en de luchtsassen vermijden het ontsnappen van stallucht via de deuren of poorten.

De chemische luchtwasser moet een ammoniakemissiereductie halen van minstens 90%.

Net zoals bij de vorige maatregelen met luchtwassers zijn ook hier de voorwaarden inzake registratie, onderhoudscontract met leverancier en het meten en bijhouden van verschillende parameters van toepassing.

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

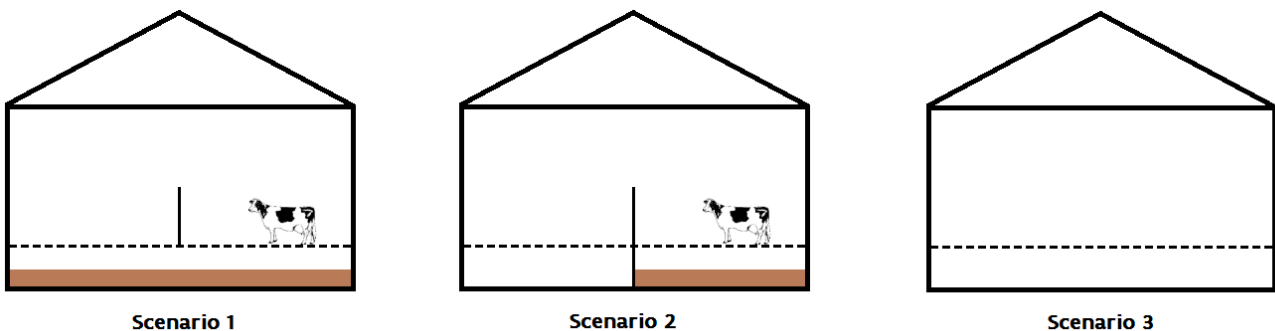
4.5 R-2 ZOOGKOEIEN OUDER DAN 2 JAAR

Deze diergroep heeft een beperkte keuze wat betreft PAS-maatregelen. Enkel beweiden in combinatie met leegstand in de stal komt in aanmerking als PAS-maatregel. Leegstand in de stal kan zowel bij huisvesting op een roostervloer (R-2.1a), als bij huisvesting in een ingestrooide stal (R-2.1b).

Het is de bedoeling dat de dieren gedurende lange tijd onafgebroken beweiden worden, zowel dag als nacht. Gedurende deze periode moet de mestkelder (R-2.1a) leeggetrokken zijn. Wanneer deze maatregel voor een deel van de stal wordt toegepast moet de lege mestkelder afgesloten zijn van de rest van de kelder. Op deze manier wordt verhinderd dat ammoniak uit de volle mestput via de lege mestput emitteert.

Figuur 37 illustreert 3 scenario's die kunnen voorkomen bij het toepassen van deze maatregel in combinatie met roostervloer.

- Scenario 1: in de helft van de stal wordt er leegstand toegepast, maar er is geen aparte kelder die leeggetrokken kan worden voor deze groep dieren. Er wordt dus niet voldaan aan de voorwaarden daar de emissie over de volledige stal kan blijven bestaan. De maatregel kan hier niet toegepast worden.
- Scenario 2: in dit scenario zijn de kelders duidelijk gescheiden en kan de mestkelder waar geen dieren zitten leeggetrokken worden. De maatregel kan hier toegepast worden voor het deel van de stal waar geen dieren zitten en waar de kelder kan leeggetrokken worden.
- Scenario 3: in dit scenario is de volledige stal leeg, en is de volledige kelder leeggetrokken, de maatregel kan toegepast worden voor de volledige stal.



Figuur 37: Pas-maatregel R-2.1, 3 scenario's van leegstand

Tabel 7: Overzicht maatregelen zoogkoeien ouder dan 2 jaar

Fiche	Naam maatregel	Reductie (%)
PAS R-2.1a	Beweiden in combinatie met leegstand in rundveestallen met roostervloer	15-45
PAS R-2.1b	Beweiden in combinatie met leegstand in ingestrooide rundveestallen	15-45

De reductie die met deze maatregel kan worden gehaald varieert tussen 15 en 45% en is afhankelijk van het aantal weidedagen.

Tabel 8: Overzicht weidegang zoogkoeien

Maximaal aantal dagen per jaar in de stal ^(*)	Minimaal aantal aaneengesloten dagen met onbeperkte weidegang (24u/24u)	Reductie (%)
265	100	15
240	125	20
215	150	30
190	175	40
165	200	45

(*) plus 1 in schrikkeljaar

4.6 R-3 VROUWELIJK RUNDVEE TOT 2 JAAR

Deze diergroep kan kiezen uit drie maatregelen. Het gaat hierbij om maatregelen met beweiden.

Tabel 9: Overzicht maatregelen vrouwelijk rundvee jonger dan 2 jaar

Fiche	Naam maatregel	Reductie (%)
PAS R-3.1a	Beweiden in groep	5-27
PAS R-3.1c	Beweiden in combinatie met leegstand in rundveestallen met roostervloer	15-45
PAS R-3.1d	Beweiden in combinatie met leegstand in ingestrooide rundveestallen	15-45

Elke maatregel komt overeen met een maatregel die eerder bij een andere diergroep werd besproken:

- R-3.1a is dezelfde als de R-1.1 voor melk- en kalfkoeien ouder dan 2 jaar;
- R-3.1c en R-3.1d zijn dezelfde als R-2.1a en R-2.1b voor zoogkoeien ouder dan 2 jaar.

Tabel 11: Overzicht vlesstieren van 6 tot 24 maanden

Fiche	Naam maatregel	Reductie (%)
PAS R-6.1a	Beweiden in combinatie met leegstand in rundveestallen met roostervloer	15-45
PAS R-6.1b	Beweiden in combinatie met leegstand in ingestrooide rundveestallen	15-45

4.9 R-7 FOKSTIEREN EN OVERIG RUNDVEE OUDER DAN 2 JAAR

Ook voor deze diergroep zijn er twee maatregelen opgenomen in de PAS-lijst rond beweiding. Het gaat hier eveneens over het beweiden in combinatie met leegstand. Leegstand in de stal kan zowel bij huisvesting op een roostervloer (R-7.1a), als bij huisvesting in een ingestrooide stal (R-7.1b). Deze maatregelen zijn identiek als deze voor categorie "R-2 zoogkoeien ouder dan 2 jaar".

Tabel 12: Overzicht maatregelen fokstieren ouder dan 2 jaar

Fiche	Naam maatregel	Reductie (%)
PAS R-7.1a	Beweiden in combinatie met leegstand in rundveestallen met roostervloer	15-45
PAS R-7.1b	Beweiden in combinatie met leegstand in ingestrooide rundveestallen	15-45

Fiche/ nummer maatregel	Maatregel	Reductie (%)	Rooster/dichte vloer	Mestkelder/ gesloten mestopslag	Mestschuif/ mestrobot	Schuif frequentie/ dag	Sproeien Ja/Nee	Gebruik van kleppen Ja/Nee
Fiche/ nummer maatregel	Maatregel	Reductie (%)	Rooster/dichte vloer	Mestkelder/ gesloten mestopslag	Mestschuif/ mestrobot	Schuif frequentie /dag	Sproeien Ja/Nee	Gebruik van kleppen Ja/Nee
PAS R-17	Chemische luchtwasser in een natuurlijke geventileerde stal	45						
PAS R-18	Biologische luchtwasser in een mechanisch geventileerde stal	45						
PAS R-19	Hellende V-vormige vloer met centrale giergoot en voorzien van geprofileerde rubbermatten en mestschuif	25	Dichte vloer	Dichte mestkelder/ externe mestopslag	Mestschuif met rubber strip	12	Nee	Nee
PAS R-1.10	Roostervloer voorzien van een bolle thermoplastische rubber toplaag en met mestschuif of mestrobot	25	Rooster	Mestkelder	Mestschuif of –robot met rubber of kunststof schuifblad	12	Nee	Nee
PAS R-1.12	Vloer voorzien van perforaties en hellende profilering en mestschuif	25	Dichte vloer	Kelder voor urineopvang /aparte gesloten mestsopslag binnen/bui- ten de stal	Mestschuif met kunststof schraper	12	Nee	Nee

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

Fiche/ nummer maatregel	Maatregel	Reductie (%)	Rooster/dichte vloer	Mestkelder/ gesloten mestopslag	Mestschuif/ mestrobot	Schuif frequentie/ dag	Sproeien Ja/Nee	Gebruik van kleppen Ja/Nee
PAS R-113	Geprofileerde vlakke vloer met hellende sleuven, regelmatige mestafstorten voorzien van hangende afdichtflappen met mestschuif of mestrobot	25	Dichte vloer	Mestkelder	Mestschuif of -robot	12	Nee	Ja
Fiche/ nummer maatregel	Maatregel	Reductie (%)	Rooster/dichte vloer	Mestkelder/ gesloten mestopslag	Mestschuif/ mestrobot	Schuif frequentie /dag	Sproeien Ja/Nee	Gebruik van kleppen Ja/Nee
PAS R-114	V-vormige vloer van geprofileerde vloerelementen in combinatie met een gierafvoerbuis en met mestschuif	25	Dichte vloer	Gesloten mestopslag, (urine/vaste mest)	Mestschuif met kabel, touw of ketting	12	Nee	Nee
PAS R-115	Roostervloer met hellende groeven of hellend gelegd voorzien van afdichtkleppen in de roosterspleten met mestschuif of mestrobot en water	30	Rooster	Mestkelder	Mestschuif of -robot	24	Ja	Ja
PAS R-116	Geprofileerde vloerplaten met sterk hellende langsgleuven met urineafvoergat en hellende dwarsgroeven aaneengesloten gelegd of gescheiden door mestafstorten voorzien van emissiereductiekleppen met mestschuif	25	Dichte vloer	Mestkelder	Mestschuif met vingers	12	Nee	Ja/Nee (afh. van uitvoering)

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

Fiche/ nummer maatregel	Maatregel	Reductie (%)	Rooster/dichte vloer	Mestkelder/ gesloten mestopslag	Mestschuif/ mestrobot	Schuif frequentie/ dag	Sproeien Ja/Nee	Gebruik van kleppen Ja/Nee
PAS R-117	Roostervloer voorzien van rubbermatten en composietnokken met een hellend profiel, kunststofcassettes in de roosterspleten met mestschuif of mestrobot	25	Rooster	Mestkelder	Mestschuif of -robot	12	Nee	Ja
PAS R-118	Geprofileerde vlakke vloer met hellende sleuven, regelmatige mestafstorten voorzien van emissiereductiekleppen en een mestschuif of mestrobot	25	Dichte vloer	Mestkelder	Mestschuif of -robot	12	Nee	Ja
Fiche/ nummer maatregel	Maatregel	Reductie (%)	Rooster/dichte vloer	Mestkelder/ gesloten mestopslag	Mestschuif/ mestrobot	Schuif frequentie /dag	Sproeien Ja/Nee	Gebruik van kleppen Ja/Nee
PAS R-119	Geprofileerde hellende vloer met holtes voor gieropvang en gierafvoer aan de zijkant met mestschuif	25	Dichte vloer	Gesloten mestopslag, (urine/vaste mest)	Mestschuif	12	Nee	Nee
PAS R-120	Chemisch luchtwassysteem in een mechanisch geventileerde stal	45						
PAS R-121	V-vormige vloer van geprofileerde vloerelementen in combinatie met een gierafvoerbuisc en met mestschuif	25	Dichte vloer	Gesloten mestopslag (urine/vaste mest)	Mestschuif met kunststof schraper en ketting in giergoot	12	Nee	Nee

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

6 MEER INFORMATIE:

De officiële en actuele documenten over de maatregelen op de PAS-lijst en de lijst van ammoniakemissiearme stalsystemen zijn terug te vinden op de site van:

- PAS-lijst en omschrijving maatregelen (ILVO-website):
<https://www.ilvo.vlaanderen.be/NL/Onderzoek/Ammoniak-emissiereducerende-maatregelen-en-technieken>
- Regelgeving PAS en berekening impactscore (Natura200-website)
<https://www.natura2000.vlaanderen.be/pas>
- Omschrijving systeem S2 in lijst van ammoniakemissiearme stalsystemen (VLM-website):
<https://www.vlm.be/nl/themas/Mestbank/mest/emissiearme%20stallen>

Praktische informatie over ammoniakemissiereductie bij rundvee:

- Innovatiesteunpunt: www.innovatiesteunpunt.be/emissies
- Hooibeekhoeve: de Hooibeekhoeve heeft een demoruimte waarin voorbeelden van stalvloeren en andere PAS-maatregelen ter plaatse te zien zijn, [hier vind je info hoe je een afspraak maakt voor een bezoek: https://www.provincieantwerpen.be/aanbod/dese/hooibeekhoeve/praktijkonderzoek-melkvee/ammoniakemissie.html](https://www.provincieantwerpen.be/aanbod/dese/hooibeekhoeve/praktijkonderzoek-melkvee/ammoniakemissie.html)
- Rundveeloket: https://www.rundveeloket.be/kenniscentrum/milieu_energie/ammoniak

Figuur 21: Uitvoering 3 van de geprofileerde vloer en zicht op het mestafstort (bron: systeembeschrijving BWL Nederland)	34
Figuur 22: V-vormige vloer met gierafvoerbuīs en mestschuif (bron: HCI-beton).....	35
Figuur 23: Roosterelement in helling geplaatst en sproei-installatie in de boxrand (bron: Swaans Beton).36	36
Figuur 24: Mestschuif uitgerust met vingers om langssleuven te reinigen.....	37
Figuur 25: Rubbermat met composietnok (links), afsluitklep in roosterspleet (rechts).....	38
Figuur 26: Vloer met mestrobot en detail afsluitklep	38
Figuur 27: Hellende vloer met twee giergoten aan de zijkant en mestschuif (bron: Berkelbeton).....	39
Figuur 28: V-vloer met giergoot en onderliggende gierafvoerbuīs (bron: innovatiesteunpunt).....	40
Figuur 29: Geprofileerde inlegroosterbalk.....	41
Figuur 30: Inlegroosterbalk voorzien van flappen in dwarsdoorsnede.....	41
Figuur 31: Opbouw emissiearme vloer R-1.24	42
Figuur 32: Roostervloer met rubberen elementen (Bron: Cobefa).....	43
Figuur 33: Rubbermatten voorzien van sleuven en geprofileerde balken met hellend profiel (bron: V17 Agro BV)	44
Figuur 34: Loopgang voorzien van loopstroken in rubber en mestschuif	45
Figuur 35: Luchtwasser aan de buitenzijde van een rundveestal	47
Figuur 36: Stal voorzien van automatisch gestuurde winddichte gordijnen.....	48
Figuur 37: Pas-maatregel R-2.1, 3 scenario's van leegstand	50

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