



# Veiligheid van emissiearme stalvloersystemen

in melkveehouderijen

projectnummer 0460201.100  
definitief  
11 januari 2021

# Veiligheid van emissiearme stalvloersystemen

## in melkveehouderijen

projectnummer 0460201.100

definitief revisie 1.0  
11 januari 2021

## Adviesgroep SAVE

### Opdrachtgever

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat  
Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit  
Rijnstraat 8  
2515 XP 's-Gravenhage

datum vrijgave	beschrijving revisie 1.0	goedkeuring	vrijgave
11 januari 2021	definitief	SE	HJS

## Samenvattende beschouwing

Voor u ligt onze rapportage welke het resultaat is van een onderzoek naar de humane veiligheidskundige risico's van emissiearme stalvloersystemen in melkveehouderijen. In deze samenvattende beschouwing beschrijven wij de resultaten, de scope van het onderzoek en benoemen wij de nuancering die van belang is bij de bestudering van het volledige rapport.

### De aanleiding

Vanuit de ammoniak-regelgeving krijgen veehouderijen, waaronder de melkveehouderij, te maken met bepaalde voorwaarden waarmee rekening dient te worden gehouden bij de uitvoering van de bedrijfsactiviteiten. Het voorkómen dat ammoniak vanuit de bedrijfsprocessen in het milieu terecht komt is daarbij de hoofddoelstelling. Dit onderzoek richt zich op één van de ammoniak emissie-reducerende technieken die in deze sector wordt toegepast; de zogenaamde emissiearme vloer in de melkveehouderij.

In de afgelopen jaren hebben diverse incidenten plaatsgevonden in bedrijven waar deze emissiearme stalvloeren geïmplementeerd zijn. Gezien de hoeveelheid potentiële oorzaken (en het samenspel tussen oorzaken) van deze incidenten hebben de ministeries van Infrastructuur en Waterstaat en van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit de opdracht gegeven de veiligheidskundige risico's te onderzoeken die, als gevolg van het in gebruik hebben van een emissiearme stalvloer in het bedrijf zelf, zouden kunnen ontstaan.

*Daarbij wordt nadrukkelijk niet gekeken naar de effectiviteit van de vloer in relatie tot de ammoniak emissie in het kader van de Ammoniak-regelgeving.*

### Het doel

Antea Group heeft het genoemde onderzoek uitgevoerd. De hoofddoelstelling is daarbij gedefinieerd als;

*Het in kaart brengen van de veiligheidskundige risico's (voor de mens) van de emissiearme vloer, alsook het benoemen van mogelijke oplossingsrichtingen.*

Daarbij is de keten van ontwikkeling van de emissiearme vloer tot en met gebruik van deze vloer onder de loep genomen. Antea Group heeft, op verzoek van de ministeries, de insteek gekozen om de diverse stakeholders (experts en belanghebbenden) te interviewen en bij elkaar te brengen om op basis van bestaande kennis en ervaringen de veiligheidskundige risico's in kaart te brengen.

*Er zijn geen bedrijfsspecifieke risico-inventarisaties uitgevoerd, en ook geen metingen verricht rondom eventuele gevaarlijke stoffen die vrij kunnen komen in de melkveestallen.*

### De scope

Een emissiearme vloer heeft vele ontwerp-mogelijkheden. Daarnaast spelen ook de locatie-specifieke omstandigheden (daar waar de vloer is aangelegd) een rol; zowel technische (bv aanwezigheid andere installaties) als gedragsmatige (bv zorg-werkzaamheden in de stal). Gezien deze vele variaties is bij aanvang van het onderzoek een duidelijke en snel te onderzoeken scope gedefinieerd, waarbij invulling is gegeven aan de term "emissiearm stalvloersysteem" alsmede de term "gangbaar stalvloersysteem". Deze "zwart-wit" benadering dient voor de correcte nuancering meegenomen te worden in de interpretatie van de uiteindelijke resultaten. Het onderzoek geeft namelijk vanuit een algemeen beeld een indicatie van mogelijke risico's.

*De daadwerkelijke aanwezigheid van eventuele risico's op de individuele bedrijfslocaties dient te allen tijde individueel en op de betreffende locatie beoordeeld te worden. De benadering biedt daarentegen wel de mogelijkheid om eventuele korte termijn oplossingen snel te detecteren en te vertalen naar uitvoering.*

## De aanpak

Bovenstaande scope is gebruikt om de hoofddoelstelling te onderzoeken waarbij het project in twee fasen is opgesplitst:

1. Allereerst zijn de verschillen in geobserveerde risico's tussen een emissiearm en een gangbaar stalvloersysteem beoordeeld. Daarbij is de term "prevalentie" gebruikt om het daadwerkelijk voorkomen in de praktijk te kunnen beoordelen. De geobserveerde risico-prevalenties die door de experts en belanghebbenden zijn benoemd als zijnde "vaker voorkomend" bij emissiearme stalvloersystemen dan bij gangbare stalvloersystemen zijn gebruikt als input voor fase 2. Deze worden in het onderzoek verder benoemd als de specifieke risico's.
2. Vervolgens zijn deze (voor emissiearme stalvloersystemen) specifieke risico's gekwantificeerd en vertaald naar specifieke beheers-adviezen. Bij deze beheers-adviezen zijn ook de risico's meegenomen die bij beide stalvloersystemen vaak voorkomen (de zogenaamde generieke risico's).

*De geobserveerde scenario's die niet als specifiek risico zijn benoemd kunnen uiteindelijk wel een belangrijke bijdrage hebben aan de veiligheidskundige risico's in het algemeen. Om deze (zogenaamde) generieke risico's niet uit het oog te verliezen zijn deze aan het einde van het onderzoek gekoppeld aan de maatregel-pakketten.*

## Het onderzoek

Vanuit de interviews en werksessie met de experts en belanghebbenden zijn 4 hoofd-risico-scenario's benoemd die van toepassing zijn op de veiligheidskundige situatie in de melkveehouderijen; gasvorming, brand, explosie en val-/slipgevaar. Er zijn binnen de vier hoofd-risico-scenario's diverse generieke risico's aangewezen met een hoge prevalentie, o.a. verhoogde mestgas vorming als gevolg van toevoegingen die een boer in de mest brengt, het breken van schuim door werkzaamheden in de mest, ontstaan van brand doordat gassen in contact komen met vonken. Zoals benoemd zijn dit risico's die bij iedere melkveehouderij kunnen optreden (onafhankelijk van het type stalvloer). Met het oog op de emissiearme stalvloersystemen kunnen drie van deze hoofd-risico-scenario's leiden tot specifieke risico's (dus risico's die eerder voorkomen bij emissiearme stalvloersystemen dan bij gangbare stalvloersystemen), namelijk: 1) gasvorming en gevaar op toxische effecten, 2) explosie gevaar en 3) val-/slipgevaar. In het rapport worden de verschillende sub-scenario's beschreven die deze specifieke risico's vormen. Opgemerkt dient te worden dat deze risico's op zichzelf ook weer door een aantal generieke omstandigheden (onafhankelijk van het type vloer) beïnvloedt kunnen worden:

1. *De risico's zijn (naast de concentratie) afhankelijk van het soort mestgas waaraan men wordt blootgesteld. Door het toevoegen van stoffen aan mest, fysieke omstandigheden (bv. diepte put) en bacteriële processen kan de samenstelling van het mestgas behoorlijke variëren. Deze variabelen maken het zeer complex om zonder metingen in te kunnen schatten om welke stoffen het specifiek gaat. Daardoor zijn ook de resulterende effecten moeilijk te voorspellen.*
2. *Dit geldt ook voor de concentraties van een brandbare stof in het gasmengsel. Indien deze tussen de onderste en de bovenste explosiegrens ligt, dan kan het mengsel ontploffen als het wordt ontstoken. Deze explosiegrenzen variëren tussen de verschillende mestgassen. Ook hier geldt dat het zeer complex is om zonder metingen in te kunnen schatten om welke stoffen het specifiek gaat. Daardoor zijn ook de resulterende effecten moeilijk te voorspellen. Daarnaast is een ontstekingsbron noodzakelijk om een explosie te doen ontstaan. Vonkvorming kan ontstaan door menselijk handelen (zoals het lassen, slijpen, roken en dier verzorgen in de stal) maar ook door elektrische apparatuur. Ook deze variabele is afhankelijk van vele factoren. Zo zal een vliegenval veelvuldig kleine vonkjes doen vrijkomen, terwijl dit bij toepassing van een mestrobot afhankelijk is van bijvoorbeeld de onderhoudstoestand van deze robot.*

3. *Op de mest in de kelder vormt zich normaliter een mestkoek die uitdamping van mestgas tegen gaat. Indien deze mestkoek breekt door werkzaamheden (mixen, uitrijden, etc.) kunnen in de mest opgehoopte gassen in zeer hoge concentraties vrijkomen. Dit kan op die specifieke momenten bij de doorvoerpunten tot extra hoge concentraties mestgas leiden.*
4. *Het fenomeen "schuimvorming" is ook veelvuldig genoemd als beïnvloedende variabele voor het vrijkomen van gassen. Er zijn nog veel onduidelijkheden hieromtrent, o.a.:*
  - a. *Wat zijn de oorzaken van schuimvorming;*
  - b. *Komt dit fenomeen meer voor bij een bepaald type vloer;*
  - c. *Welke oorzaken leiden tot het breken van schuim;*
  - d. *Hoe een melkveehouder het beste kan handelen wanneer en schuimvorming optreedt.*

*Schuimvorming leidt tot een lagere hoeveelheid mestgassen in de lucht. Echter indien het schuim breekt kunnen daardoor hoge concentraties gassen ontstaan.*
5. *Aanwezige luchtstromen in de stal zelf (door ventilatie). Hoe meer ventilatiestromen er zijn in de stal, hoe sneller vrijkomend mestgas (vanuit de kelder) zal verdunnen en hoe lager de concentraties daardoor zullen worden (lager risico!).*

Kijkende naar het type stalvloer kan gesteld worden dat eventuele geconstateerde risico scenario's niet direct te relateren zijn aan de product-eigenschappen van de stalvloer zelf, maar vooral afhangen van de diverse rand-variabelen die gelden bij het gehele concept waarin de specifieke stalvloer gebouwd is. Zo is bijvoorbeeld het risico op explosiegevaar een gevolg van de opeenhoping van gassen onder de stalvloer in combinatie met potentiële vonkvorming bij bepaalde openingen/ doorvoeringen. De eigenschap dat een emissiearme vloer een laag percentage aan openingen heeft, is per definitie ook het doel van het stalvloersysteem (i.r.t. de ammoniak regelgeving).

De huidige bestaande kaders (het Actieplan Brandveilige Veehallen, de procedure voor stalbeoordeling en vergunningverlening) bieden tot nog toe onvoldoende focus op de arbeid-gerelateerde risico's. De Arbowet biedt daar wel handvatten voor, echter worden deze in de praktijk niet of nauwelijks gebruikt door de belanghebbenden. Zo is een RI&E niet verplicht voor de melkvee bedrijven, wordt de regelgeving explosieveiligheid nauwelijks nageleefd, en zijn de gevaren binnen de melkveehouderij zelf onvoldoende in beeld, mede in relatie tot beheersbaarheid.

### Het advies

Vanuit het onderzoek zijn een aantal maatregelen benoemd die op korte termijn, op een efficiënte manier genomen kunnen worden:

- Veiligheid meenemen in stal-beoordelingsprocedure (bv. door het installeren van een veiligheidskundige in deze pool van deskundigen) en hier ook een officieel gewicht aan toekennen in de beoordeling.
- Toepassen van Arbowet mogelijkheden: verplichtende toets op de RI&E voor melkveestallen, met daarbij minimaal aandacht voor gevaarlijke stoffen, explosieveiligheid, machineveiligheid. Daarnaast kunnen ook de bestaande catalogi worden aangevuld met deze onderwerpen. Verder kunnen bruikbare en toepasbare checklists opgesteld worden waarmee het boerenbedrijf zelf inzicht kan krijgen in de risico's. Tot slot kan de Inspectie SZW aan de hand van bovenstaande aspecten haar handhavings- en toezichthoudende taken frequenter en gericht uitvoeren binnen de betreffende sector.
- Opstellen van een landelijke communicatiestrategie, met als doel het veiligheidsbewustzijn in de melkveehouderij te verhogen.
- Subsidiëren van sensing-systemen als alarmering-systemen in de melkveehouderijen.

- Optuigen van een landelijk incidenten-registratie systeem, gekoppeld aan de verplichting (vooraf te definiëren) incidenten te allen tijde te melden.

Naast deze korte termijn maatregelen wordt geadviseerd om nader onderzoek uit te voeren naar een aantal aspecten waaronder “schuimvorming” en “ventilatie mogelijkheden in relatie tot de hoeveelheid gevaarlijke stoffen in de stal”. Verder dient ook een oplossing als “kelderloos bouwen” nader onderzocht te worden. Specifiek met het oog op de verschuiving van eventuele risico’s van binnen de stal naar buiten de stal.

## Afkortingenlijst

Ab	Activiteitenbesluit
B	Blootstelling
Beh	Besluit emissiearme huisvesting
BWL	Bodem Water Landelijk
BZK	Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties
E	Ernst
EAV	Emissiearme vloer
EVD	Explosieveiligheidsdocument
IenW	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
K	Kans
LNV	Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit
LTO	Land- en Tuinbouworganisatie
NEC	National emission ceilings
NMV	Nederlandse Melkveehouders Vakbond
NVWA	Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit
OD	Omgevingsdienst
PBM	Persoonlijke beschermingsmiddelen
R	Risico
Rav	Regeling ammoniak en veehouderij
RI&E	Risico-inventarisatie en -evaluatie
RVO	Rijksdienst voor Ondernemend Nederland
SZW	Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid
TAP	Technische Advies Pool
W	Waarschijnlijkheid
Wabo	Wet algemene bepalingen omgevingsrecht
Wav	Wet ammoniak en veehouderij
Wnb	Wet natuurbescherming
WUR	Wageningen University & Research

# Inhoudsopgave

Blz.

<b>Samenvattende beschouwing</b>	<b>1</b>
<b>Afkortingenlijst</b>	<b>5</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>1</b>
1.1 Incidenten/ Kamervragen/ Vraag Ministerie	1
1.2 Onderzoeksvragen	2
1.3 Afbakening + Scope	2
1.4 Leeswijzer	5
<b>2 Aanpak</b>	<b>6</b>
2.1 Fase 1: Voorbereiding	6
2.2 Fase 2: Telefonische interviews	6
2.3 Fase 3: Bureaustudie	7
2.4 Fase 4: Digitale Werksessie	7
2.5 Fase 5: Rapportage	7
2.6 Betrokken experts en belanghebbenden	8
<b>3 Theoretisch kader</b>	<b>9</b>
3.1 Levensfasen	9
3.1.1 Levensfase 1: komen tot emissiearm stalvloersysteem	10
3.1.2 Levensfase 2: Implementatie emissiearm stalvloersysteem	11
3.1.3 Levensfase 3: Gebruik emissiearm stalvloersysteem	11
3.2 Bestaande Regelgeving en andere kaders	13
3.2.1 Wettelijk kader	13
3.2.2 Aanvullende kaders	15
<b>4 Verantwoordelijkheid stakeholders</b>	<b>17</b>
4.1 Reguliere rol stakeholders	17
4.2 Stakeholder analyse	21
4.2.1 Mate van invloed	23
4.2.2 Mate van belang	24
4.2.3 Mate van verantwoordelijkheid	25
4.3 Samenvattend	26
<b>5 Veiligheidsanalyse</b>	<b>28</b>
5.1 Overzicht van risicoscenario's	28
5.1.1 Kwalitatieve score (Prevalentie)	29
5.1.2 Kwantitatieve score (Kinney & Wiruth)	30
5.2 Direct blootstellingsrisico aan gas, damp en stof	31
5.2.1 Beschrijving subscenario's	31



5.2.2	Risicobeoordeling gasvorming	44
5.2.3	Conclusie gasvorming	47
5.3	Brandrisico	49
5.3.1	Beschrijving subscenario's	49
5.3.2	Risicobeoordeling Brandrisico	54
5.3.3	Conclusie Brandrisico	54
5.4	Explosierisico	55
5.4.1	Beschrijving subscenario's	55
5.4.2	Risicobeoordeling Explosierisico	59
5.4.3	Conclusie Explosierisico	61
5.5	Val en slip-risico	62
5.5.1	Beschrijving subscenario's	62
5.5.2	Risicobeoordeling Val en slip-risico	64
5.5.3	Conclusie val/slip gevaar	64
5.6	Samenvattende conclusie risico's	66
<b>6</b>	<b>Risico-aspecten in kaders</b>	<b>68</b>
6.1	Actieplan Brandveilige Veehallen 2018-2022	68
6.2	Procedure voor stalbeoordeling	69
6.3	Vergunningverlening	70
6.4	Arbo-aspecten	71
6.5	Samenvattend	73
<b>7</b>	<b>Conclusie</b>	<b>74</b>
7.1	Context	74
7.2	Onderzoeksvraag 1	74
7.3	Onderzoeksvraag 2	76
7.4	Onderzoeksvraag 3	80
<b>8</b>	<b>Advies en verbetermogelijkheden</b>	<b>81</b>
8.1	Aanvullende eisen aan ontwerp	81
8.2	Aanvullende eisen aan uitvoering	83
8.3	Richtlijnen voor veilig gebruik	84
8.4	Prioritering oplossingsrichtingen	87
8.4.1	Oplossingsrichtingen voor specifieke risico's	88
8.4.2	Oplossingsrichtingen voor generieke risico's	90
8.4.3	Korte termijn maatregelen	92
8.5	Aanvullend onderzoek	93
<b>9</b>	<b>Referenties</b>	<b>96</b>

## **Bijlage 1 Vragen aan de experts en belanghebbenden**

## **Bijlage 2 Wettelijke kaders**

## **Bijlage 3 Impact bepaling**

# 1 Inleiding

## 1.1 Incidenten/ Kamervragen/ Vraag Ministerie

Antea Group heeft van de Ministeries van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) en Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) de opdracht gegund gekregen om onderzoek te doen naar de veiligheid van emissiearme vloeren in melkveehouderijen. Aanleiding daarvoor was de explosie die zich begin 2019 heeft voorgedaan op een melkveebedrijf in de gemeente Hof van Twente (Markelo). Daarbij is een aantal vloerdelen ingestort en verschoven als gevolg van de explosie en daardoor belandden circa 25 koeien in de mestkelder die zich onder de vloer bevond. Dertien koeien overleden meteen en later overleed nog een aantal dieren. Het ongeval deed zich voor in een in 2017 nieuw gebouwde melkrundveestal met een emissiearme vloer. De brandweer beschrijft het ongeval in het brandonderzoeksbulletin als volgt: als gevolg van het mengen van de mest is een explosief mengsel ontstaan, dat ter hoogte van de vloer tot een explosie heeft geleid, met als gevolg een grote steekvlam en een drukgolf. De exacte ontstekingsbron is niet vastgesteld, maar elektrische apparaten (mestrobot) of menselijk handelen kunnen niet worden uitgesloten.

Dit ongeval heeft geleid tot bezorgdheid en vragen van betrokkenen en Kamerleden over de veiligheid van emissiearme vloeren in melkveehouderijen. IenW en LNV hebben eind augustus 2019 met een groot aantal betrokkenen overleg gevoerd hierover. In dat overleg zijn ook de bevindingen meegenomen van een reconstructie van het ongeval die de Omgevingsdienst Twente heeft gemaakt (OD Twente, 2019). In het overleg met betrokkenen is afgesproken dat IenW en LNV gezamenlijk een onderzoek laten uitvoeren naar de veiligheid van emissiearme vloeren. Betrokken instanties en deskundigen hebben hun medewerking aan het onderzoek toegezegd.

Ook de Nederlandse Melkveehouders Vakbond (NMV) heeft in een brief aan de minister van Sociale Zaken en Werkgelegenheid (SZW) haar bezorgdheid geuit over de veiligheid van emissiearme vloeren in relatie tot de wettelijke Arbo-eisen voor de gezondheid en veiligheid van de mens. De bezorgdheid betreft niet alleen de bovengenoemde explosie in Markelo, maar ook de gladheid en beloopbaarheid van sommige emissiearme vloeren.

In overleg met SZW hebben IenW en LNV afgesproken ook dit Arbo-aspect mee te nemen in het onderzoek.

## 1.2 Onderzoeksvragen

IenW wil graag de veiligheid van emissiearme vloeren in melkveehouderijen in beeld krijgen door middel van het laten uitvoeren van een onderzoek, zoals beschreven in de opdrachtomschrijving “Onderzoek veiligheid melkveehouderijen met emissiearme vloeren (versie 29-1-2020)”. Het onderzoek richt zich op alle aspecten die betrekking hebben op de veiligheid van emissiearme stalvloeren in melkveestallen: van ontwerp, productie en uitvoering, gebruik, toelating tot toezicht.

Om bovengenoemde verzoek in beeld te krijgen zijn vier hoofdvragen geformuleerd:

1. Welke partijen zijn verantwoordelijk voor de veiligheid van emissiearme stalvloeren?
2. Wat is er bekend over de veiligheid van stallen met emissiearme vloeren ten opzichte van stallen met gangbare roostervloer?
3. In hoeverre wordt voorzien in de risico-aspecten van het gebruik van emissiearme stalvloeren door:
  - het Actieplan Brandveilige Veehallen 2018-2022;
  - de procedure voor stalbeoordeling;
  - de vergunningverlening en/of de Arbo-aspecten.
4. Welke verbetermogelijkheden zijn er in relatie tot de veiligheid in melkveehouderijen? En kunnen deze toegepast worden om een basis te leggen voor:
  - mogelijke aanvullende eisen die kunnen worden gesteld aan ontwerp en uitvoering van emissiearme vloeren;
  - het opstellen van richtlijnen voor een veilig gebruik van emissiearme vloeren;
  - en waar nodig het verrichten van aanvullend onderzoek.

## 1.3 Afbakening + Scope

In deze paragraaf wordt de scope van dit onderzoek nader toegelicht. Deze scope dient als fundament voor de verdere rapportage, het is dus van belang deze scope tijdens deze gehele rapportage in het achterhoofd te houden.

### Type onderzoek

Een onderzoek met focus op veiligheid van emissiearme stalvloeren kan op verschillende manieren worden ingestoken. Grofweg kan gekozen worden voor een wetenschappelijke benadering waarbij potentieel gevaarlijke bronnen worden geïnventariseerd en beoordeeld, en een beschrijvend/statistisch onderzoek waarbij kennis en expertise vanuit stakeholders wordt verzameld om een beeld te krijgen de mogelijke risico's.

De onderhavige onderzoeksvragen zijn op verzoek van het ministerie opgepakt vanuit de beschrijvende/ statistische benadering.

### Definitie Emissiearm/ gangbaar stalvloersysteem

Een stalvloersysteem in de melkveehouderij bestaat grofweg uit een aantal elementen. Onder de stal, waar het vee aanwezig, bevindt zich meestal een mestput (ook wel mestkelder) waar de mest verzameld wordt. Deze mestput wordt van de stal gescheiden door een vloer. Er zijn veel type emissiearme stalvloersystemen goedgekeurd en toepasbaar voor de melkveehouderij. Ieder systeem heeft zijn eigen type vloer. Deze vloeren zijn voor een bepaald percentage geopend, zodat verzamelde mest direct in de mestput opgeslagen kan worden.

Het onderhavige onderzoek richt zich primair op de stalvloersystemen in de melkveehouderij waar zogenaamde emissiearme stalvloeren geplaatst en in gebruik zijn. Een emissiearme stalvloer (EAV) is een vloer waarmee emissiereductie wordt bereikt door een combinatie van:

- versneld afvoeren van urine naar de mestkelder of mestopslag door specifieke vloeruitvoering;
- beperken luchtuitwisseling tussen de stal en de kelder door maatregelen in de roosterspleten en bij de mestafstorten;
- beperken mest en urine op de vloer door regelmatig schoon schuiven met een mestschuif of mestrobot;
- beperken mestbesmeurd oppervlak per koe (Infomil, z.d.-a).

Op het moment dat een vloer op de “Rav-lijst” staat binnen de categorie A1 (diercategorie melk- en kalfkoeien ouder dan 2 jaar), noemen we deze pas een emissiearme vloer.

“De Regeling ammoniak en veehouderij (Rav) is onderdeel van de ammoniakwetgeving. IenW zet de Rav in om de emissie en depositie van ammoniak te verminderen. De regeling is gebaseerd op de Wet ammoniak en veehouderij (Wav). In bijlage 1 van deze regeling staat per diercategorie een lijst met verschillende huisvestingssystemen en de bijbehorende ammoniakemissiefactoren (in kg NH<sub>3</sub> per dierplaats per jaar). Met behulp van deze emissiefactoren wordt de ammoniakemissie uit een dierenverblijf berekend.” (RVO, z.d.-a)

*Box 1: Beschrijving Rav*

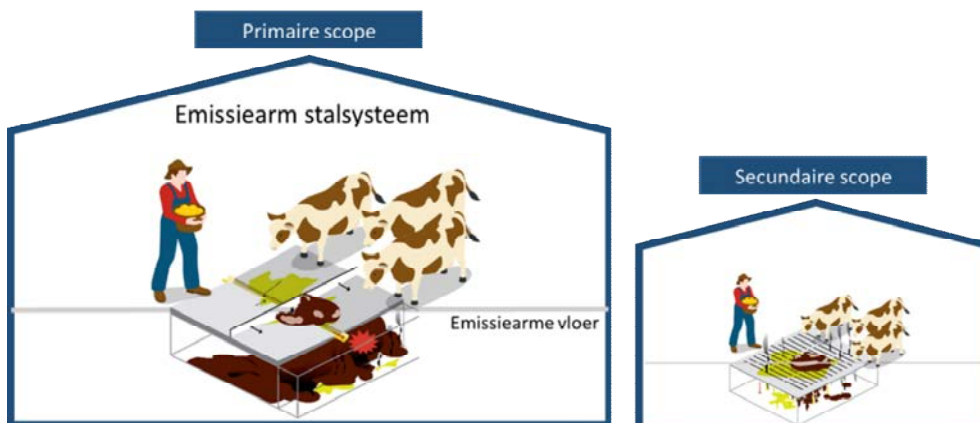
Dit onderzoek richt zich op zowel de stalvloersystemen die op de Rav-lijst zijn benoemd onder diercategorie A1, als op stalvloersystemen die de intentie hebben om voor deze diercategorie op deze lijst te komen. Daarbij richt dit onderzoek zich enkel op “**emissiearme stalvloersystemen**” met dichte vloerelementen (met een laag percentage openingen) én een mestkelder onder de stalvloer, waar mest (o.a. met behulp van een mestschuif of mestrobot) in de mestput wordt geschoven.<sup>1</sup>

Alle systemen waarbij gebruik wordt gemaakt van een mestput met daarboven een roostervloer worden in het onderhavige onderzoek verder beschreven als “**gangbare stalvloersystemen**”<sup>2</sup>.

In ons onderzoek is prioritair gekeken naar de specifieke veiligheidsrisico's van stalvloersystemen met een, hierboven gedefinieerde, emissiearme vloer. Om deze veiligheidsrisico's in kaart te brengen is inzicht verkregen in de veiligheidsrisico's van deze gangbare stalvloersystemen. Vervolgens zijn de risico's vergeleken tussen beide categorieën systemen (emissiearm versus gangbaar). De risico's van de “gangbare stalvloersystemen” worden meegenomen in de scope van de generieke risico's (paragraaf 8.3.). Figuur 1 geeft een visuele weergave van de primaire en secundaire scope van dit onderzoek.

<sup>1</sup> Veel vloeren hebben klepsystemen of urine-afvoergaatjes en zijn dus niet geheel dicht. In ons onderzoek wordt nu uitgegaan van een vloer met het laagst percentage openingen tussen stal en mestput. De conclusies dienen daarom in de praktijk genuanceerd beoordeeld te worden vanuit de specifieke situaties.

<sup>2</sup> Betonnen roostervloeren die onder categorie A1.100 vallen.



Figuur 1: Primaire en Secundaire scope van het onderzoek

### Vloer in systeem

De emissiearme stalvloer wordt in het onderhavige onderzoek beschouwd als een element in het gehele stalvloersysteem. In dit onderzoek worden de condities beschreven waarbij het systeem als zodanig een “gevaar” kan vormen (een “gevaar” wordt gezien als de situatie/ context die schade kan toebrengen). Een “gevaar” kan pas tot een “risico” leiden op het moment dat er ook blootstelling plaatsvindt aan het “gevaar”.

**Definitie risico:** het risico van een gevaar is de kans dat het potentieel gevaar resulteert in een daadwerkelijk incident, gecombineerd met de aanwezigheid van daadwerkelijk blootstelling én de ernst van de gezondheidsschade die deze blootstelling tot gevolg kan hebben.

*Box 2: Definitie risico*

Het onderzoek richt zich daarmee op het gehele stalvloersysteem waar de emissiearme vloer deel van uitmaakt, en waar juist als gevolg van de aanwezigheid van een emissiearme stalvloer risico’s kunnen ontstaan voor de gebruikers van de stal.<sup>3</sup> Daarbij worden ook “aangrenzende” risico’s meegenomen (denk bijvoorbeeld aan het werk in of bij de stal door loonwerkers, dierenartsen, et cetera).

<sup>3</sup> Bij de vaststelling van deze scope dient opgemerkt te worden dat binnen de beschikbare vloeren ook gecombineerde systemen bestaan uit elementen met een dichte vloer of een roostervloer waarop rubberen matten worden gelegd. Deze systemen zijn in bestaande stallen aan te brengen. Het rubber sluit de roostervloer af waarbij een afgesloten kelder ontstaat. De mest wordt door de mestschuif naar de mestafstorten geschoven. Eventueel zijn in het rubber afvoergaatjes voor de urine aanwezig. Wij hebben ons in het onderzoek beperkt tot de specifieke stalvloersystemen die vallen onder de genoemde categorieën in de Rav-lijst. Uiteindelijk wordt het gevaar bepaald door de specifieke inrichting van een specifieke stal die aldus kan variëren. En dus in de praktijk ook individueel beoordeeld dient te worden op feitelijke risico’s.

### Risico's voor de mens

Vanuit de focus op de stalvloersystemen met emissiearme vloeren zal specifiek gekeken worden naar de veiligheidskundige risico's voor de mens. Ondanks dat de veiligheidskundige risico's voor het dier waarschijnlijk deels gelijk zijn aan de humane veiligheidskundige risico's, vallen deze niet in de scope van dit onderzoek en zullen deze dus ook niet nader worden meegenomen.

### Procesaanpak onderzoeksvragen

Het onderhavige onderzoek is uitgevoerd op basis van reeds bestaande kennis en ervaring binnen de betreffende sector<sup>4</sup>. Bij de beantwoording van de onderzoeksvragen is de huidige kennis en expertise in deze sector verzameld en gebundeld. Daartoe heeft het ministerie een lijst van experts en belanghebbenden aangedragen, die actief zijn betrokken bij het onderhavige onderzoek. Deze kennis en expertise is verzameld middels interviews en een werksessie en is vervolgens vertaald naar inzicht in mogelijke risico's en beheersmaatregelen.

## 1.4 Leeswijzer

Het rapport bestaat uit twee delen. In het eerste deel wordt de context weergegeven waarin dit onderzoek is uitgevoerd. In het tweede deel zijn de resultaten van de werksessie en telefonische interviews gebruikt om antwoord te geven op de onderzoeksvragen.

Deel 1: Hoofdstuk 1 toont de context, de onderzoeksvragen, afbakening en scope van dit onderzoek. Het plan van aanpak is beschreven in hoofdstuk 2. Deze geeft duidelijkheid over hoe de beantwoording van de onderzoeksvragen tot stand is gekomen. Hoofdstuk 3 beschrijft het theoretisch kader, welke de basis vormt voor de verdere analyses. In het theoretisch kader worden onder andere de verschillende levensfasen van een emissiearm stalvloersysteem toegelicht, maar ook de regelgeving en andere kaders die hier invloed op hebben.

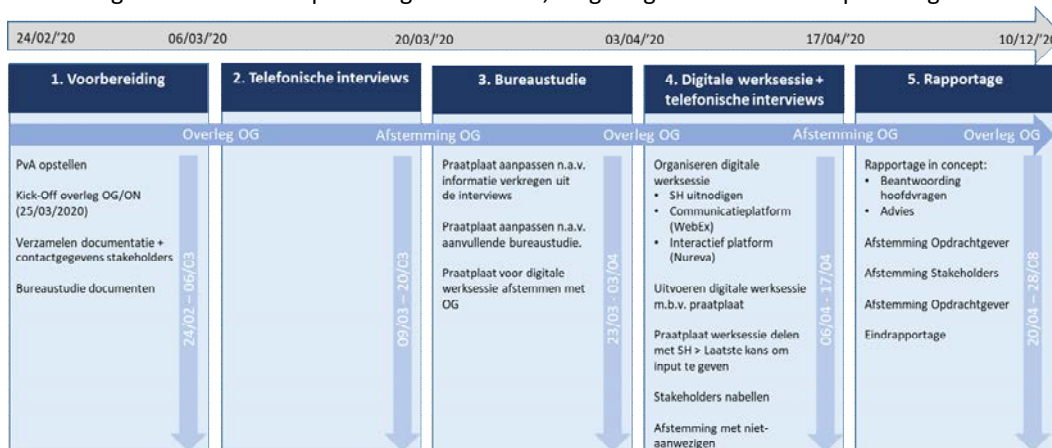
Deel 2: In hoofdstuk 4 worden de stakeholders beschreven die te maken hebben met emissiearme stalvloersystemen. Hierin wordt de reguliere rol van de stakeholders beschreven, maar ook de subjectieve waarneming van de experts en belanghebbenden ten opzichte van deze rol. Een stalvloersysteem kent verschillende risico's, namelijk het risico op gasvorming, brand, explosie en val/slipgevaar. Hoofdstuk 5 geeft een overzicht van deze risico's en de subscenario's die leiden tot ieder risico. Daarbij wordt, met behulp van de informatie uit de werksessie en interviews, beschreven of een verschil in risico waargenomen wordt tussen een emissiearm en gangbaar stalvloersysteem. De risico's met een grotere prevalentie bij emissiearme stalvloersystemen, worden vervolgens gekwantificeerd in een risicobeoordeling. In hoofdstuk 6 wordt beschreven in welke mate risico-aspecten worden meegenomen in kaders, zoals het Actieplan Brandveilige Vee stallen 2018-2022, de procedure voor stalbeoordeling, vergunningverlening en Arbo-aspecten. Hoofdstuk 7 presenteert de conclusie met daarin de antwoorden op de onderzoeksvragen. Tot slot, in hoofdstuk 8 wordt advies gegeven met betrekking tot mogelijke verbetermogelijkheden en aanvullend onderzoek.

---

<sup>4</sup> Er is in het kader van de onderzoeksvraagstellingen dus geen specifieke risico-inventarisatie en evaluatie uitgevoerd binnen de betreffende scope van stalvloersystemen.

## 2 Aanpak

In figuur 2 wordt de aanpak gevisualiseerd van hoe dit onderzoek is uitgevoerd. Vanwege de Corona-problematiek is deze aanpak anders dan de aanpak zoals aan de start van dit onderzoek was beoogd. De nieuwe aanpak is afgestemd met, en goedgekeurd door de opdrachtgever.



Figuur 2: Fasering onderzoek

Navolgend beschrijven wij kort en afzonderlijk de vijf fasen van de uitvoering in de periode tussen 24 februari 2020 en 11 december 2020.

### 2.1 Fase 1: Voorbereiding

Op 25 februari 2020 heeft een telefonisch kick-off overleg plaatsgevonden tussen de opdrachtgever en de opdrachtnemer. Hierin is het oorspronkelijke Plan van Aanpak nader toegelicht. Na afloop van dit kick-off overleg zijn alle beschikbare gegevens die relevant zijn in het kader van het onderzoek en nog niet bij de opdrachtnemer aanwezig waren, aan de opdrachtnemer overhandigd. Daaronder vielen de contactgegevens van alle bij het project te betrekken experts en belanghebbenden (zie paragraaf 2.6.). Op basis van deze aanvullende informatie en een bureaustudie door de opdrachtnemer, zijn de telefonische interviews voorbereid.

### 2.2 Fase 2: Telefonische interviews

In fase 2 van dit onderzoek zijn telefonische interviews afgenomen in week 12. Tijdens de interviews zijn de onderzoeksvraagstelling en het onderzoekskader besproken en verder uitgewerkt. Als voorbereiding op de telefonische interviews is een praatplaat opgesteld. Hierin zijn de verschillende aspecten gevisualiseerd die te maken hebben met de veiligheid van emissiearme stalvloersystemen in melkveehouderijen.

Naast de praatplaat zijn een aantal vragen opgesteld, die richting geven aan het beantwoorden van de eerste twee onderzoeksvragen (zie bijlage 1). Deze vragen zijn voorafgaand aan of volgend op het afgenomen individuele interview ingevuld en aangeleverd.



De opzet van de interviews, met daarbij ook de praatplaat en vragen aan experts en belanghebbenden, is op woensdag 18 maart (getoetst bij en aangescherpt door Gerrit Stobbelaar van Omgevingsdienst Twente). Na het aanscherpen van de praatplaat zijn ook telefonische/video-interviews afgenomen met de andere experts en belanghebbenden.

### 2.3 Fase 3: Bureaustudie

Fase 3 is gericht op het verwerken van de telefonische interviews in de praatplaat. Met behulp van de telefonische interviews is de praatplaat aangevuld en aangescherpt. Anderzijds is in fase 3 ook een bureaustudie uitgevoerd, waarmee aanvullende informatie (ter verduidelijking) is beoordeeld. Ook deze informatie is verwerkt in de praatplaat.

Het eindresultaat van deze fase is een praatplaat die als leidraad dient voor de digitale werksessie (zie fase 4).

### 2.4 Fase 4: Digitale Werksessie

In fase 4 heeft een digitale werksessie met de experts en belanghebbenden plaatsgevonden (7 april 2020). Hiervoor is gebruik gemaakt van een interactief platform (Nureva) alsmede een communicatie platform (WebEx). Het communicatieplatform is gefaciliteerd door het ministerie, het Nureva platform door Antea Group.

Tijdens de werksessie is de praatplaat door Antea Group toegelicht. Met behulp van Nureva, hebben de deelnemers interactief deelgenomen. Deze aanpak heeft de mogelijkheid geboden alle deelnemers in gesproken woord en geschreven tekst te laten reageren (hoor-wederhoor).

Na afloop van de werksessie, is de praatplaat, inclusief opmerkingen van de aanwezigen, verstuurd naar alle experts en belanghebbenden ter review. Na afloop van de werksessie zijn alle deelnemers nagebeld ter evaluatie en om hen de mogelijkheid te bieden om opmerkingen/aanvullingen achteraf toe te voegen. Daarnaast zijn aanvullende telefonische interviews afgenomen met afwezige deelnemers alsmede met personen waarvan opmerkingen nog nader toegelicht dienden te worden.

### 2.5 Fase 5: Rapportage

In deze fase zijn de resultaten van de digitale werksessie en de aanvullende telefonische interviews verwerkt in een concept rapportage. Het concept rapport is eerst getoetst bij IenW, LNV en SZW. Vervolgens is deze getoetst bij de experts en belanghebbenden. Met betrekking tot de review, heeft er nadere afstemming plaatsgevonden met de ministeries, maar ook met een aantal experts. Opmerkingen op de verschillende concept rapportages zijn verwerkt in het definitieve eindrapport. Ook deze is eerst afgestemd met IenW, LNV en SZW alvorens deze definitief is opgeleverd. Het onderhavige rapport is het resultaat van deze fase.

## 2.6 Betrokken experts en belanghebbenden

In dit traject zijn verschillende experts en belanghebbenden betrokken die hebben deelgenomen aan de telefonische interviews en/of de digitale werksessie. Tabel 1 geeft een overzicht van deze experts en belanghebbenden.

Tabel 1: Betrokken experts en belanghebbenden

Wie	Organisatie
Jetty Middelkoop	Brandweer Amsterdam Amstelland
Gerrit Stobbelaar	OD Twente
Wouter van de Vendel	RUD Utrecht
Hendrik Jan van Dooren	Wageningen University & Research
Erik van Well	CLM Onderzoek en Advies BV.
Harry Versluis	Productmanager bouw – DLV Advies
Gert-Jan Monteny	Monteny Milieu Advies: Adviseur stallen – stalvloeren.
Onno Pierens	Verzekeraar
Eric van den Hengel	Vertegenwoordiger stalvloerfabrikanten
Harm Wiegersma	NMV: Belangenbehartiger melkveehouderij
Mieke Smits	NMV: Belangenbehartiger melkveehouderij
Femke Wiersma	NMV: Belangenbehartiger melkveehouderij
Amanda Manten	LTO: Belangenbehartiger landbouw
Herman Bakhuis	LTO: Belangenbehartiger landbouw
Hans Verkerk	Cumela, branchevereniging voor o.a. loonwerkbedrijven
Nathan Kuper	NVWA

### 3 Theoretisch kader

Het thema “Emissiearme stalvloeren” maakt onderdeel uit van een groter geheel (stalvloersysteem) waarbij diverse (boven)wettelijke kaders van toepassing zijn. In dit hoofdstuk worden de diverse levensfasen van een emissiearm stalvloersysteem toegelicht en daarbij wordt ook beschreven welke wettelijke kaders van toepassing zijn op iedere levensfase.

#### 3.1 Levensfasen

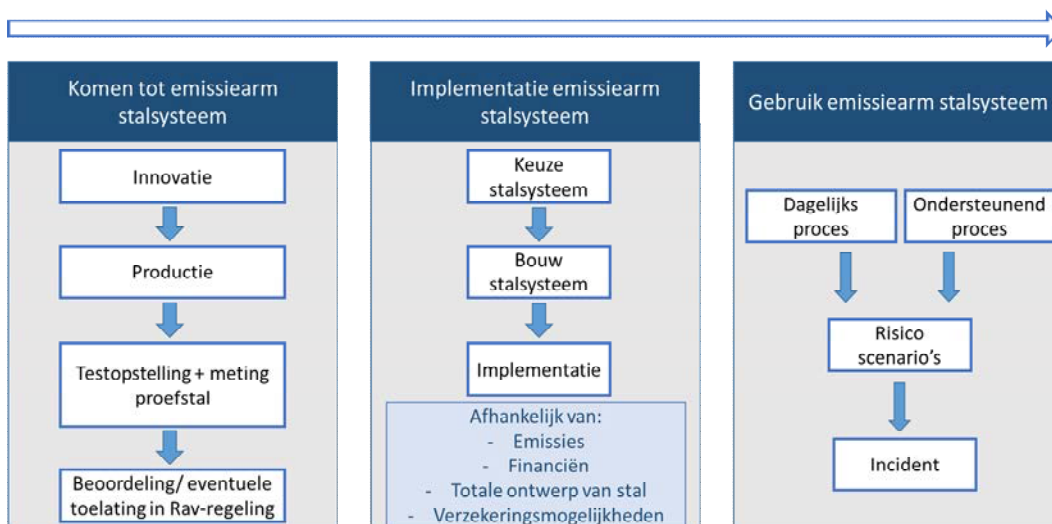
In deze paragraaf worden de afzonderlijke elementen/ levensfasen in de keten van ontwikkeling tot afval/ afvoer van emissiearme stalvloersystemen toegelicht.



Figuur 3: Levensfasen emissiearm stalvloersysteem.

Figuur 3 toont de levensfasen die behoren tot een emissiearm stalvloersysteem. Er wordt onderscheid gemaakt in vier fasen: 1) komen tot een emissiearm stalvloersysteem, 2) implementatie van een emissiearm stalvloersysteem, 3) gebruik van een emissiearm stalvloersysteem, 4) Afvoeren/ afval van stalvloersysteem (levenseinde).

Dit onderzoek beperkt zich tot de eerste drie categorieën: ontwikkeling, implementatie en gebruik. Juist deze drie fasen bieden mogelijkheden om gericht eventuele risico-beheersingsmaatregelen in te zetten. In figuur 4 en in de navolgende paragrafen wordt iedere categorie nader toegelicht.

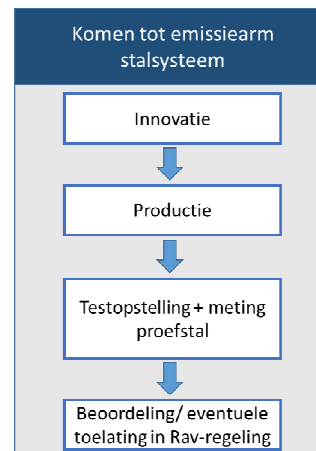


Figuur 4: Detailinvulling per levensfase.

### 3.1.1 Levensfase 1: komen tot emissiearm stalvloersysteem

Het komen tot een emissiearm stalvloersysteem kent verschillende aspecten, en begint bij innovatie. Innovatie begint over het algemeen in het bedrijfsleven, maar ook de Rijksoverheid, de Provincie en de onderzoekers spelen een rol bij deze innovatie. Met de Rijksoverheid wordt bijvoorbeeld besproken welke ambities nageleefd moeten worden bij de innovatie van nieuwe vloeren. De provincies spelen hierin een rol vanwege het provinciale beleid en stimuleringsmaatregelen. Tot slot, kunnen onderzoekers de werking van een stalvloersysteem wetenschappelijk onderbouwen.

Daarna wordt gekeken naar hoe emissies in een nieuw systeem gereduceerd en verwerkt kunnen worden in een stalvloersysteem dat aansluit bij de ambities van de Rijksoverheid.



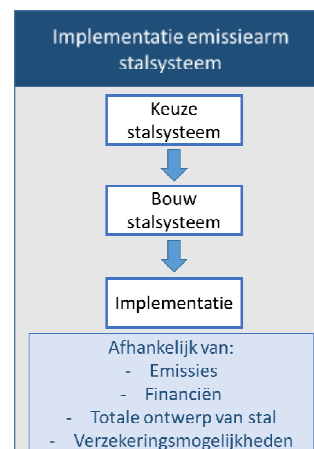
In de productiefase wordt een ontworpen vloer uitgewerkt en wordt hier een prototype van gemaakt. Een nieuw stalvloersysteem moet onder de ammoniakregelgeving voldoende bijdragen aan de bescherming van het milieu (voor wat betreft de emissie van ammoniak). Wanneer dit het geval is, wordt een proefstalaanvraag gedaan. Bij deze aanvraag wordt een meetplan en een onderbouwing van het systeem ingediend. De Technische Advies Pool (TAP) bepaalt op basis hiervan een emissiefactor voor de proefstallen. Dit is de bijzondere emissiefactor (zie artikel 3 van de Rav). De Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) stelt namens de staatssecretaris een besluit op voor de proefstal. Nadat de aanvraag is goedgekeurd door de TAP en de bijzondere emissiefactor is vastgesteld, wordt de vloer geplaatst in vier proefstallen<sup>5</sup>. Voordat een stalvloersysteem een definitieve emissiefactor kan krijgen, moeten deze vier proefstallen worden bemeten en beoordeeld. Als de metingen in orde zijn en het stalvloersysteem vermindert de ammoniakemissie voldoende, kan de staatssecretaris van lenW dit nieuwe stalvloersysteem definitief opnemen in bijlage 1 van de Rav. Dit is de definitieve emissiefactor (Infomil, z.d.-b). Aan de hand van het definitieve advies van de TAP wordt de staatssecretaris van lenW geadviseerd. De staatssecretaris stelt uiteindelijk de ammoniakemissie (definitieve emissiefactor) vast, waarna de systemen in de bijlage van de Rav-lijst komen te staan (RVO, z.d.-a).

De staatssecretaris heeft RVO gemandateerd om besluiten te nemen over bijzondere emissiefactoren. RVO begeleidt de beoordelingsprocedure van de ammoniakreductie van deze nieuwe stalvloersystemen, voor zowel het vaststellen van de bijzondere emissiefactor voor de proefstallen als de definitieve emissiefactor voor de Rav. Om aanvragen voor de Rav te beoordelen wordt de TAP om technisch advies gevraagd. Het beoordelingsproces gaat via het beoordeling-review-principe. Dit betekent dat minimaal 2 deskundigen de aanvraag beoordelen (RVO, z.d.-a).

<sup>5</sup> Ondanks dat de proefstal enkel in levensfase 1 is geplaatst, namelijk het “komen tot een emissiearm stalvloersysteem”, gaat een proefstal ook al door levensfase 2 “implementatie van emissiearm stalvloersysteem” en levensfase 3 “gebruik van emissiearm stalvloersysteem”. Echter speelt dit maar bij een viertal (en soms tweetal) stallen per type stalvloersysteem. In de beschrijving van de levensfasen in dit onderzoek, zijn deze proefstallen dus enkel in levensfase 1 geplaatst, maar zij hebben de cyclus al doorlopen alvorens deze vloeren op de Rav-lijst staan.

### 3.1.2 Levensfase 2: Implementatie emissiearm stalvloersysteem

De keuzes die gemaakt worden tijdens de implementatiefase liggen voornamelijk bij de melkveehouder. Deze keuze wordt gevormd door de wettelijke kaders die op dat moment gelden. Wanneer een melkveehouder een stal gaat bouwen of verbouwen, maakt deze een keuze voor een emissiearm stalvloersysteem. Bij dit stalvloersysteem hoort een type emissiearme vloer. De keuze van het stalvloersysteem is afhankelijk van onder andere de emissiefactor van de stal, de financiën van de melkveehouder, het totaal ontwerp van de stal en de verzekeringsmogelijkheden die een systeem met zich meebrengt. Nadat het passende stalvloersysteem voor de melkveehouder is geproduceerd, wordt deze geïnstalleerd. Deze installatie wordt vaak uitgevoerd door het bedrijfsleven, zoals een stalvloerfabrikant, leveranciers van mestrobot of mestschuif of een aannemer.

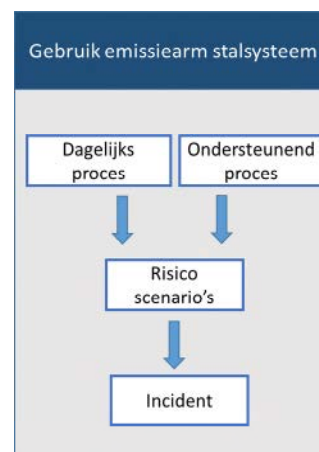


### 3.1.3 Levensfase 3: Gebruik emissiearm stalvloersysteem

Wanneer het stalvloersysteem is geïmplementeerd, kan deze gebruikt worden. In deze gebruiksfase kunnen verschillende risico's optreden voor de daadwerkelijke gebruikers van de stal of stalvloersysteem. Het gebruik van het stalvloersysteem bepaalt uiteindelijk een deel van de risico's daarvan. Het gebruik kan worden onderverdeeld in een dagelijks proces en een ondersteunend proces (zie figuur 5).

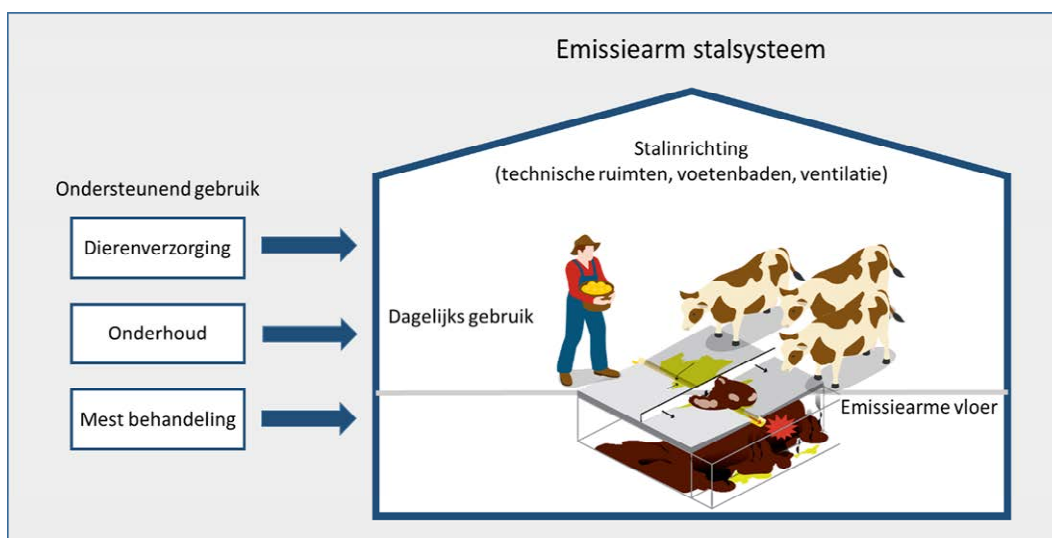
Met het **dagelijks proces** wordt het proces bedoeld dat hoort bij de primaire bedrijfsvoering van een melkveehouder, zoals het voeren van de koe, het melken van de koe, het schoonmaken van de stal en alles wat ervoor nodig is om dat te faciliteren.

Daarnaast behoren ook de stalinrichting (zoals een melkstal, technische ruimten, voetenbaden en ventilatie) en de werkzaamheden die nodig zijn om deze stalinrichting te onderhouden, tot het dagelijkse proces. Tot slot behoort ook een gedeelte van de mestbehandeling onder het dagelijks proces. Mestbehandeling kan op verschillende manieren plaatsvinden: mest schuiven, mest mixen, mest scheiden en mest uitrijden. Mest schuiven<sup>6</sup> en mest scheiden horen bij het dagelijkse proces van de stal. Mest mixen behoort in de modernere stallen ook vaak tot het dagelijks proces, wanneer dit elektrisch is aangedreven.



<sup>6</sup> De schuiffrequentie van een mestschuif of robot is meestal eenmaal per twee uur en soms vaker. Om het gebruik van de mestschuif of mestrobot te kunnen aantonen moet er een registratie zijn. Deze registratie moet tot drie maanden terug in te zien zijn. Een mestschuif moet een verzegelde urenteller hebben die het aantal schuifbewegingen registreert. Bij een mestrobot moeten de route(s) gelogd worden zodat achteraf is te zien dat er voldoende is geschoven. Als in een stalbeschrijving staat dat er een sproeivoorziening moet zijn, dan moet dit gebruik ook gelogd worden (Infomil, z.d.-c).

Het **ondersteunend proces** is gericht op de secundaire dierenverzorging, het extra onderhoud van de stal (met de daarbij behorende elektrische apparatuur) en een gedeelte van de mestbehandling. Met secundaire dierenverzorging worden alle zorgbehandelingen van de koe bedoeld, die niet onder het dagelijks proces vallen (zoals hoeven kappen en uierharen scheren/branden). Dit kan zowel door de melkveehouder als door een vakspecialist (gespecialiseerd bedrijf, klauwverzorger of dierenarts) worden uitgevoerd. Ook het onderhoud en reparatie van de stal en elektrische apparatuur kan gezien worden als ondersteunend proces. Hierbij valt te denken aan het onderhoud van de mestschuif en melkapparatuur, onderhoud van de mechanische bewegende delen in de stal et cetera. Bij dit onderhoud kunnen verschillende werkzaamheden voor komen, waar ook lassen en slijpen een onderdeel van kunnen zijn. Tot slot valt ook een gedeelte van de mestbehandling onder het ondersteunend proces. In stallen, waar mest nog op de traditionele manier wordt gemixt (met behulp van een mobiele, door de tractor aangedreven staafmixer of lange-as mixer), behoort mest mixen tot het ondersteunend proces. Ook het uitrijden van mest behoort tot het ondersteunend proces, aangezien dit enkele keren per jaar plaatsvindt.



Figuur 5: Emissiearm stalvloersysteem: Dagelijks en ondersteunend proces.

Door bepaalde combinaties van het dagelijks en ondersteunend proces, kunnen risicoscenario's worden gevormd. Onder risicoscenario verstaan we, alle scenario's die beginnen bij de bron en een risico hebben op effecten zoals verstikking, toxiciteit, invaliditeit en mortaliteit. In dit onderzoek maken we onderscheid in 4 verschillende risicoscenario's, namelijk gasvorming, explosiegevaar, brandgevaar en val-/slip gevaar. Deze risicoscenario's worden in hoofdstuk 5 nader uitgewerkt.

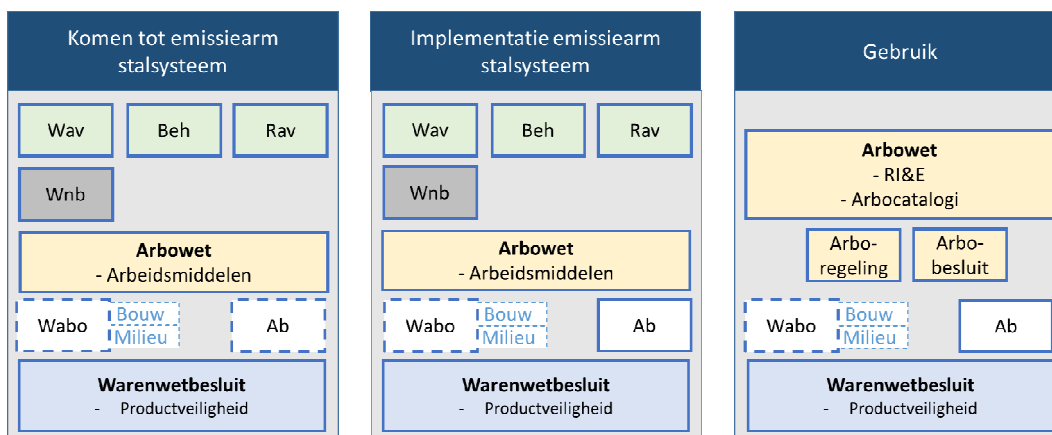
Wanneer een risicoscenario leidt tot een effect, kunnen we spreken van een incident. Een incident kan worden gedefinieerd als een potentieel schadelijke gebeurtenis die plotseling plaatsvindt. Een incident bij een emissiearme vloer kan een klein effect hebben (zoals de beschadiging van de mestput), maar ook een groot effect (zoals mortaliteit van mens en dier).

### 3.2 Bestaande Regelgeving en andere kaders

In deze paragraaf wordt toegelicht welke wettelijke kaders betrekking hebben op iedere fase van een emissiearm stalvloersysteem. Bijlage 2 van dit onderzoek bevat de nadere beschrijving van deze wetten.

#### 3.2.1 Wettelijk kader

Met betrekking tot emissiearme stalvloersystemen zijn verschillende wettelijke kaders van toepassing. Deze wettelijke kaders hebben betrekking tot ammoniakregelgeving (groene blokken), natuurbeschermingsregelgeving (grijze blokken), vergunningen (witte blokken), Arbo-regelgeving (gele blokken) en het warenwetbesluit (lichtblauwe blokken) (figuur 6). De uitleg van deze wetten is te vinden in bijlage 2. Figuur 6 weergeeft in welke levensfase ieder wettelijk kader voornamelijk van toepassing is. In de volgende paragrafen wordt deze invulling nader toegelicht.



Figuur 6: Wettelijke kaders van toepassing per levensfase.

#### Levensfase 1: Komen tot emissiearm stalvloersysteem

De volgende wettelijke kaders zijn van invloed op het komen tot een emissiearm stalvloersysteem:

- **Ammoniakregelgeving:** Bij het komen tot een emissiearm stalvloersysteem speelt voornamelijk de ammoniakregelgeving een rol. Dit komt omdat bij het ontwerp van een emissiearm stalvloersysteem rekening wordt gehouden met de emissie-eisen die aan een stalvloersysteem worden gesteld.<sup>7</sup>
- **Natuurbeschermingsregelgeving:** De Wet natuurbescherming is het juridisch kader ter bescherming van de natuur, daarmee is zij samen met de ammoniakregelgeving ook de aanleiding tot de ontwikkeling van stalvloersystemen met een lagere ammoniakemissie.
- **Vergunningen:** Daarnaast zijn ook de vergunning-/meldingenkaders relevant bij het komen tot een emissiearm stalvloersysteem.

<sup>7</sup> De ammoniakregelgeving komt ook naar voren in de Europese **NEC-richtlijn** (National emission ceilings). Meer uitleg hierover is te vinden in bijlage 2.

Voor het bouwen/ gebruiken van een dierenverblijf met een nieuw emissiearm systeem (proefstal), dient de melkveehouder een melding Activiteitenbesluit te doen of een omgevingsvergunning milieu aan te vragen. Dit geldt ook voor het bouwen/ realiseren van een dierenverblijf met een emissiearm systeem dat is opgenomen in bijlage 1 van de Rav (fase 2: implementatie).

- **Arboregelgeving en Warenwet:** Tot slot, bij het komen tot een emissiearm stalvloersysteem moet worden voldaan aan de producteisen en arbeidsmiddelenbepaling uit de Warenwet en Arbowetgeving.

### Levensfase 2: Implementatie emissiearm stalvloersysteem

De volgende wettelijke kaders zijn van invloed op de implementatie van een emissiearm stalvloersysteem<sup>8</sup>:

- **Ammoniakregelgeving:** Ook bij het implementeren van een emissiearm stalvloersysteem spelen de, in levensfase 1 genoemde, kaders een rol. Een melkveehouder kan kiezen uit stalvloersystemen die op de Rav-lijst staan. Dit houdt in dat enkel stalvloersystemen gekozen kunnen worden die ammoniakemissie voldoende verminderen.
- **Natuurbeschermingsregelgeving:** De vastgestelde emissiefactoren in de Rav worden ook gebruikt bij de vergunningverlening voor de Wnb.
- **Vergunningen:** Er dient een Wabo vergunningaanvraag activiteit bouwen en/of milieu of een melding Activiteitenbesluit opgesteld te worden voor een nieuwe, vervangende of te wijzigen stal. Vergunningverlening speelt aldus een belangrijke rol bij de implementatie van een emissiearm stalvloersysteem. Een melkveehouder moet een vergunning aanvragen en wanneer het stalvloersysteem is opgenomen op de Rav-lijst kunnen de, in de regeling opgenomen, emissiefactoren worden gehanteerd in de emissie berekening. Waarna, indien vergunning wordt verleend of een melding geregistreerd is, het stalvloersysteem op zijn bedrijf geïmplementeerd kan worden. In Artikel 3.123 van het Activiteitenbesluit staat beschreven dat een huisvestingssysteem uitgevoerd dient te worden overeenkomstig met de technische beschrijving (Infomil, z.d.-d). In de stalbeschrijving (BWL-nummer) wordt een uitvoeringseis beschreven waar een fabrikant zich aan dient te houden bij de implementatie van de vloer. Bevoegd gezag (bijvoorbeeld omgevingsdienst, gemeente of provincie) dient toe te zien op naleving van deze eis.
- **Arboregelgeving en Warenwet:** Tot slot, bij de implementatie van een emissiearm stalvloersysteem moet worden voldaan aan de producteisen en arbeidsmiddelenbepaling uit de Warenwet en Arbowetgeving.

### Levensfase 3: Gebruik emissiearm stalvloersysteem

De volgende wettelijke kaders zijn van invloed op het gebruik van een emissiearm stalvloersysteem:

- **Vergunningen:** Een melkveehouder dient zich tijdens de gebruiksfase te houden aan de verleende vergunningen met de daarbij opgenomen voorschriften en/of de voorwaarden die in het Activiteitenbesluit staan. Aan de omgevingsvergunning zijn namelijk ook voorschriften verbonden ten aanzien van het (veilig) gebruik en onderhoud van de stal/het stalvloersysteem. Deze voorschriften dienen door de exploitant te worden opgevolgd.

---

<sup>8</sup> Bij de bouw en verbouw van stallen dient ook te worden voldaan aan het Bouwbesluit.



Artikel 3.123 van het Activiteitenbesluit beschrijft dat de melkveehouder die dieren in een emissiearm stalvloersysteem houdt, zorg dient te dragen dat het emissiearm stalvloersysteem wordt gebruikt en onderhouden zoals overeenkomstig met de stalbeschrijving (BWL-nummer) (Infomil, z.d.-d). In de stalbeschrijving (BWL-nummer) wordt een gebruikseis beschreven waar een melkveehouder zich aan dient te houden bij het gebruik van de vloer. Bevoegd gezag (bijvoorbeeld omgevingsdienst, gemeente of provincie) dient toe te zien op naleving van deze eis.

- **Arboregelgeving:** De Arbowet geldt voor alle werkgevers en werknemers in Nederland. Onder de Arbowet vallen de Arbeidsomstandighedenwet, het Arbeidsomstandighedenbesluit en de Arbeidsomstandighedenregeling. Veel bepalingen in de Arbowet gelden ook voor zzp'ers. Dit betekent dat de Arbeidsinspectie boetes op kan leggen als een zzp'er zich niet houdt aan de Arbowet. De Arbowet is er om werknemers, maar ook zzp'ers, te beschermen op het werk. De bescherming op het werk dient voor eenieder gelijk te zijn. Ook om concurrentie op arbeidsomstandigheden te voorkomen. Naast zelfbescherming is de Arbowet natuurlijk ook gemaakt om de veiligheid en gezondheid van omstanders (loonwerkers, bezoekers, omwonenden en cetera) te beschermen. Het Arbokader bestaat enerzijds uit wet- en regelgeving waar een melkveehouder zich aan dient te houden in relatie tot de gezondheid en veiligheid van werknemers. Anderzijds, worden in het Arbokader ook adviezen en richtlijnen genoemd hoe een melkveehouder zich dient te gedragen om veiligheid en gezondheid te waarborgen. In het Arbokader staan ook regels met betrekking tot onder meer de omgeving waar een explosieve atmosfeer kan ontstaan. Deze regels kunnen ook van toepassing zijn op de melkveehouder gezien het gegeven dat een silo, tank of mestkelder explosie-risico's met zich mee kan brengen (Stigas, z.d.).
- **Warenwet:** Daarnaast speelt ook de warenwet een rol bij de gebruiksfase. De warenwet gaat in op productbeleid. Dit betekent dat alle producten die op de markt worden gebracht, verhandeld en gebruikt, veilig moeten zijn. In de gebruiksfase speelt productveiligheid een rol, omdat het dagelijks proces van een melkveehouder het produceren van melk (en deels vlees) is. Bij de productie van melk moeten veilige producten gebruikt worden. Indien explosierisico's een rol blijken te spelen bij stalvloersystemen bestaan daarmee ook aanknopingspunten met de Warenwet. Daarin staat namelijk beschreven dat in een omgeving waar een explosieve atmosfeer kan ontstaan alleen explosie veilig materiaal gebruikt dient te worden.

### 3.2.2 Aanvullende kaders

Naast de wettelijke kaders, bestaan aanvullende kaders waarin aspecten beschreven worden in relatie tot de veiligheid van melkveehouderijen:

- **Actieplan Brandveilige Veehallen 2018-2022.** Dit actieplan heeft als doel om de kans op stalbranden en dierlijke slachtoffers te verminderen. In het actieplan is beschreven dat de melkveesector zelf aan zet is om actief aan brandveiligheid te werken en dat zij zelf dienen te onderzoeken met welke maatregelen de brandveiligheid in bestaande stallen kan worden verhoogd.
- **Procedure voor stalbeoordeling:** Voor het vaststellen van de emissiefactoren voor de Rav wordt de staatssecretaris van IenW geadviseerd door deskundigen van de TAP in de zogenaamde stalbeoordeling.

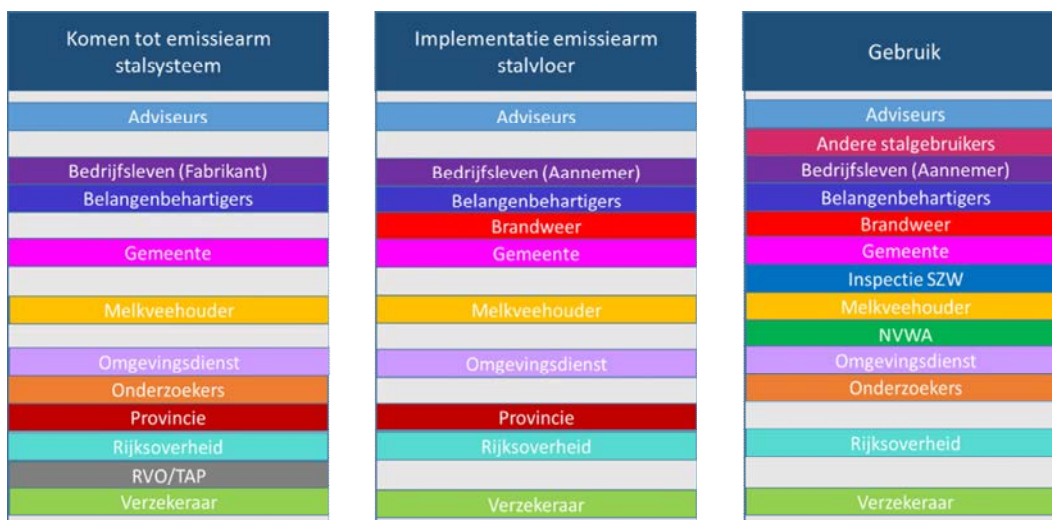
Naast een beoordeling van de emissie reducerende werking van het systeem vindt er een beoordeling plaats op het criterium of het systeem in de praktijk kan worden toegepast.

Als de aanvraag hier volgens de TAP aanleiding voor geeft, kunnen binnen dit kader veiligheidsaspecten van proefstallen worden getoetst. Er zijn geen standaard veiligheidsaspecten waaraan wordt getoetst.

## 4 Verantwoordelijkheid stakeholders

In dit onderzoek is gekeken naar de verantwoordelijkheden<sup>9</sup> van de diverse partijen in relatie tot de veiligheid van emissiearme stalvloersystemen. In deze paragraaf gaan wij in op deze resultaten. Allereerst wordt beschreven wat de reguliere rol is van alle stakeholders. Vervolgens wordt ingegaan op de subjectieve waarneming van de experts en belanghebbenden met betrekking tot de reguliere rol van de afzonderlijke stakeholder.

### 4.1 Reguliere rol stakeholders



Figuur 7: Reguliere rol Stakeholders per levensfase

In de drie levensfasen spelen veel verschillende stakeholders een rol. Figuur 7 geeft de verdeling van stakeholders in deze levensfasen weer. De rollen van iedere stakeholder worden nader toegelicht in tabel 2.

<sup>9</sup> Verantwoordelijkheid wordt in dit onderzoek gedefinieerd als de mate aan waarin stakeholders aanspreekbaar zijn op hun handelen en op de gevolgen daarvan voor het handelen door anderen. Omdat het beschrijven van verantwoordelijkheden in deze context complex is, spreken we niet over aansprakelijkheid. Daarnaast dient in gedachten te houden geworden dat deze resultaten zijn verkregen vanuit de interviews en digitale werksessie met experts en belanghebbenden.

Tabel 2: Rol met betrekking tot stalvloersystemen met emissiearme vloeren per stakeholder.

Stakeholder	Rol
<b>Adviseurs</b>	Adviseurs kunnen betrokken zijn bij iedere levensfase. Een adviseur kan het bedrijfsleven adviseren in het ontwerpen van een nieuw stalvloersysteem. Daarnaast kan een adviseur de melkveehouder raad geven welk emissiearm stalvloersysteem een melkveehouder het beste kan implementeren. Hierbij kan de adviseur kijken naar het totale ontwerp van de stal, naar de ammoniakuitstoot, naar de kosten en mogelijk ook naar de veiligheid van een stalvloersysteem. Tot slot kan een adviseur ook voorlichting geven over het (veilig) gebruik van een emissiearm stalvloersysteem.
<b>Andere stalgebruikers</b>	“Andere stalgebruikers” zijn gebruikers, anders dan de melkveehouder zelf. Deze kunnen variëren van een dierenarts, inseminators, veehandelaren, veevervoerders, vakspecialisten, klauwbekappers, chauffeurs van het melktransport, tot een bezoeker. Deze andere stalgebruikers kunnen werkzaamheden uitvoeren die tot veiligheidsrisico’s kunnen leiden (zoals de medische zorg van een koe). Daarnaast lopen deze aanwezig zelf ook gevaar wanneer een risicoscenario leidt tot een incident.
<b>Bedrijfsleven</b>	Het bedrijfsleven wordt gezien als de ontwikkelaar van een stalvloerconcept, bijvoorbeeld de stalvloerfabrikant die de stalvloeren ontwerpt, ontwikkelt en produceert, maar ook de aannemer of afzonderlijke leverancier van vloer en mestschuif die de stalvloeren aanbrengt, onderhoudt en repareert. Het bedrijfsleven speelt in iedere levensfase een rol.
<b>Belangenbehartigers</b>	Belangenbehartigers zijn organisaties die de melkveehouder vertegenwoordigen om diens belangen tot hun recht te laten komen (bijvoorbeeld NMV en LTO). Zij kunnen een rol spelen in alle levensfasen van een emissiearm stalvloersysteem. Bij het komen tot een systeem maken belangenbehartigers de belangen van de melkveehouders bekend, zodat deze kunnen worden meegenomen in de innovatie. Daarnaast kan een belangenbehartiger een melkveehouder ook advies geven met betrekking tot de implementatie van het emissiearme stalvloersysteem. Tot slot geven belangenbehartigers ook voorlichting met betrekking tot (de risico’s van) het gebruik van een emissiearm stalvloersysteem ter preventie van incidenten.
<b>Brandweer</b>	De brandweer kan een rol spelen bij vergunningverlening (toetsing op brandveiligheidsaspecten). Echter is dit niet altijd het geval, omdat het geen verplichting is om de brandweer te betrekken bij vergunningverlening. De brandweer komt in de praktijk hoofdzakelijk in beeld wanneer een incident met groot effect (zoals brand, explosie of gevaarlijke stoffen) heeft plaatsgevonden. Deze rol heeft te maken met de bestrijding van het incident (brand en veiligheid). Daarnaast gaan brandonderzoekers van de brandweer soms op zoek naar de oorzaak van een incident.

Stakeholder	Rol
<b>Gemeente</b>	De gemeente is het bevoegd gezag met betrekking tot de wetten zoals beschreven in het wettelijk kader. Enkel de Wet natuurbescherming valt onder de bevoegdheid van de provincie. De taken met betrekking tot vergunningverlening, toezicht en handhaving op het gebied van milieu besteedt de gemeente vaak uit aan de omgevingsdienst.
<b>Inspectie SZW</b>	De Inspectie SZW is de toezichthouder op het terrein van het SZW. Dat toezicht is gericht op de naleving van de wet- en regelgeving over arbeidsomstandigheden, de arbeidsmarkt, arbeidsverhoudingen en het sociale zekerheidsstelsel. Inspectie SZW houdt zich dus ook bezig met het creëren van gezonde en veilige werkomstandigheden. Dit komt voornamelijk terug in de gebruiksfase van de emissiearme vloer. Echter speelt de inspectie ook een rol bij de ontwikkelingsfase en implementatiefase aangezien het stalvloersysteem benoemd kan worden als “arbeidsmiddel”.
<b>Melkveehouder</b>	De melkveehouderij is de (primaire) stakeholder. Primaire focus van de melkveehouder is het houden van melkkoeien voor het verkrijgen van de melk van de moederdieren voor de consumptie van zuivel en later rundvlees door mensen. De melkveehouder kan in de praktijk betrokken worden bij het komen tot een emissiearm systeem omdat de proefstal bij een praktijkbedrijf staat. De melkveehouder speelt de belangrijkste rol in de implementatie en in het gebruik van het emissiearme stalvloersysteem. De melkveehouder is verplicht een emissiearm stalvloersysteem te implementeren. Daartoe kan een melkveehouder kiezen uit verschillende emissiearme stalvloersystemen. Met betrekking tot het gebruik van de stal, voert een melkveehouder zowel het dagelijkse proces als (een deel van) het ondersteunende proces in de stal uit.
<b>NVWA</b>	De Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (NVWA) bewaakt de veiligheid van voedsel en consumentenproducten, dierenwelzijn en natuur. Dit maakt dat zij een rol spelen in de gebruiksfase, waar dierenwelzijn/ -gezondheid en productveiligheid van de melk van belang zijn. Daarnaast speelt de NVWA een rol bij het komen tot en bij de implementatie van een emissiearm stalvloersysteem, wanneer het gaat om het product zelf. In relatie tot een stalvloersysteem als “arbeidsmiddel” valt het systeem onder de Inspectie SZW.
<b>Omgevingsdienst (regionale uitvoeringsdienst)</b>	Een omgevingsdienst <sup>10</sup> zorgt, in opdracht van de regionale overheden voor de vergunningverlening, toezicht en handhaving op het gebied van milieu. Sommige omgevingsdiensten voeren extra taken uit, zoals bouw- en woningtoezicht of advisering over bijvoorbeeld energie of vergunningverlening en/of toezicht en handhaving natuur in opdracht van de provincie. De omgevingsdiensten hebben voor al deze activiteiten deskundigheid in huis of beschikbaar. Het is de taak van een omgevingsdienst om te onderzoeken of iemand wel of geen recht heeft op een vergunning op milieugebied (Wabo).

<sup>10</sup> <https://www.omgevingsdienst.nl/default.aspx>

Stakeholder	Rol
<b>Onderzoekers</b>	De onderzoeker wordt door belanghebbenden (onder andere de stalvloerfabrikant en/of de Rijksoverheid) ingeschakeld wanneer zij een wetenschappelijk onderbouwd onderzoek willen hebben naar een vraag of naar de werking van een nieuw stalvloersysteem.
<b>Provincie</b>	De provincie is het bevoegd gezag met betrekking tot de Wet natuurbescherming. De Wet natuurbescherming is Europees geregeld. De provincie toetst of de voorgenomen initiatieven (bijvoorbeeld veehouderij) passen binnen de kaders van de wet en verstrekt en controleert de vergunning. Provincies besteden deze taak vaak uit aan de omgevingsdienst.
<b>Rijksoverheid</b>	De Rijksoverheid speelt een rol in de drie levensfasen. De Rijksoverheid (LNV) kan meedenken in de innovatie van een emissiearm stalvloersysteem door de ambities voor de komende jaren met het bedrijfsleven te delen. Verder bepaalt de Rijksoverheid (IenW) óf de proefstal op de uiteindelijke Rav- lijst zal worden geplaatst. Daarnaast kan de Rijksoverheid (LNV) ook zorgen voor een deel financiering van het nieuwe systeem. Bij de implementatie dienen melkveehouders te voldoen aan de emissie-eisen die de Rijksoverheid (IenW) stelt volgens het verplichte Besluit Emissiearme huisvesting. Tot slot speelt de Rijksoverheid (SZW) ook een rol in de gebruiksfase, voornamelijk met betrekking tot Arboveiligheid.
<b>RVO/TAP</b>	RVO/TAP wordt betrokken bij het komen tot een emissiearm systeem in relatie tot ammoniak emissies. De RVO begeleidt de beoordelingsprocedure van ammoniakreductie van deze nieuwe stalvloersystemen <sup>11</sup> . Om aanvragen voor bijzondere emissiefactoren voor proefstallen en voor definitieve emissiefactoren ten behoeve van de Rav te beoordelen wordt de TAP om technisch advies gevraagd. De TAP beoordeelt of metingen voldoen aan het meetprotocol, waaruit volgt of een emissiefactor kan worden opgenomen of niet. Daarnaast adviseert de TAP over het wel of niet opnemen van een nieuw emissiearm stalvloersysteem in de Rav.
<b>Verzekeraar</b>	Een verzekeraar kan een essentiële rol spelen in het al dan niet implementeren van een emissiearme vloer. Een verzekeraar kan er namelijk voor kiezen om een emissiearme vloer niet meer te verzekeren, omdat hier te hoge risico's aan verbonden zitten. Ook in de ontwikkelfase speelt de verzekeraar een rol bij het verzekeren van de proefstal. Daarnaast kan de verzekeraar een rol spelen in het geven van voorlichting en het bewust maken van boeren over het gebruik van een emissiearm stalvloersysteem en de risico's van foutief gebruik van het systeem. De rol die een verzekeraar inneemt, zal variëren per verzekeraar.

<sup>11</sup> Naast de beoordeling van nieuwe systemen worden ook verzoeken tot wijziging van systeembeschrijvingen voor bestaande systemen uit de Rav-lijst behandeld. Bij het onderhoud van de systeembeschrijvingen speelt RVO/TAP ook een rol.

## 4.2 Stakeholder analyse

In de voorgaande paragraaf zijn de formele verantwoordelijkheden van de stakeholders beschreven in relatie tot de verschillende fasen van de stalvloersystemen. Indien deze verantwoordelijkheden ten opzichte van ieders rol niet helder zijn bij de verschillende stakeholders kunnen risico's ontstaan doordat men naar elkaar "gaat wijzen" en daardoor geen verantwoordelijkheid wordt genomen bij eventuele onveilige handelingen of ontwikkelingen.

Om inzicht te krijgen in de mate van inzicht (subjectieve waarneming) in elkaars verantwoordelijkheden hebben experts en belanghebbenden na afloop van de telefonische interviews daarom drie vragen beantwoord met betrekking tot het "belang bij", "de invloed op" en "de verantwoordelijkheid voor" de veiligheid van emissiearme stalvloersystemen van verschillende stakeholders<sup>12</sup> (bijlage 1). Deze vragen zijn beantwoord door 10 experts en belanghebbenden. In dit hoofdstuk wordt deze "subjectieve waarneming" beschreven.<sup>13</sup>

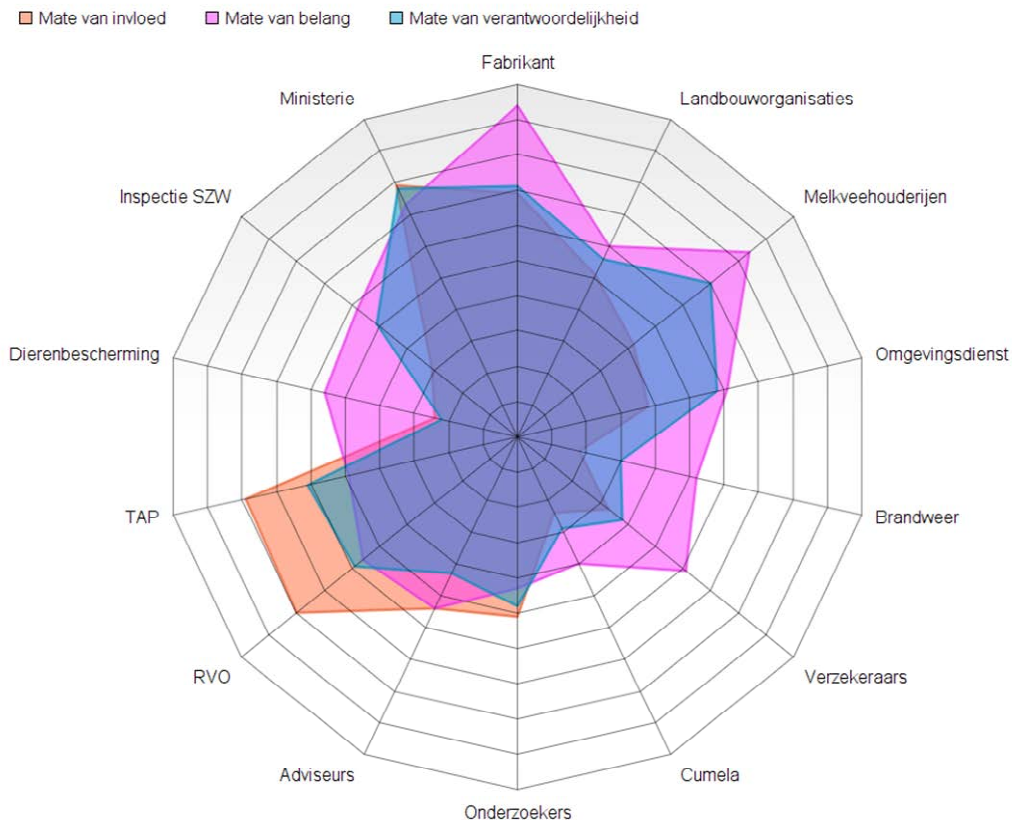
Figuur 8 geeft een overzicht weer van de gemiddelde<sup>14</sup> subjectieve waarneming van experts en belanghebbenden met betrekking tot de mate van invloed, de mate van belang en de mate van verantwoordelijkheid van iedere stakeholder in relatie tot de veiligheid van emissiearme vloeren. In de volgende paragrafen wordt daar dieper op ingegaan.

---

<sup>12</sup> In dit onderzoek wordt een "stakeholder" gedefinieerd als iemand of een groep mensen die invloed ondervindt (positief of negatief) of invloed kan uitoefenen op de veiligheid van emissiearme stalvloersystemen.

<sup>13</sup> Een belangrijke notitie hierbij is dat Rijksoverheid deze scores zelf niet heeft ingevuld.

<sup>14</sup> Deze gemiddeldes zijn berekend aan de hand van de scores die iedere expert en belanghebbende heeft toegekend aan een stakeholder.



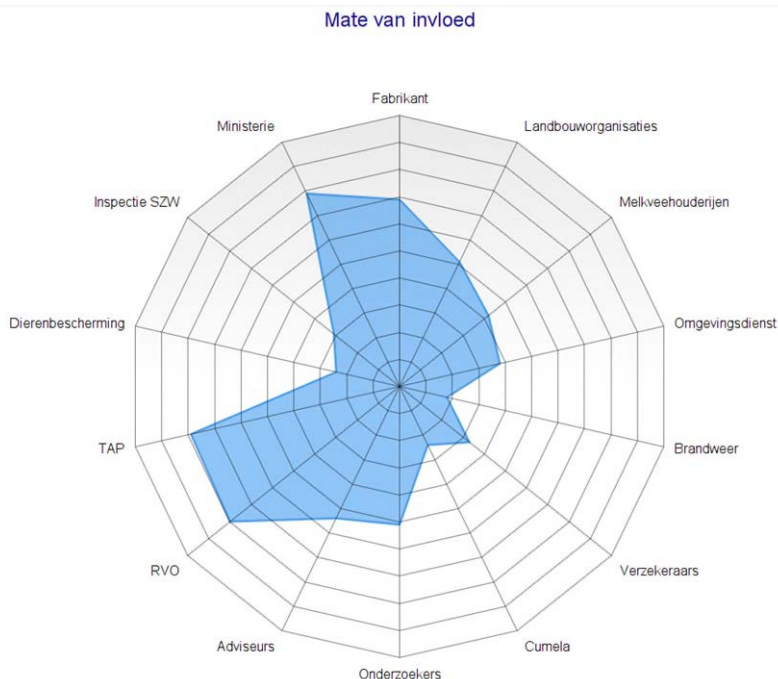
*Figuur 8: Overzicht van de subjectieve waarneming van experts en belanghebbenden met betrekking tot de mate van invloed, de mate van belang en de mate van verantwoordelijkheid van iedere stakeholder in relatie tot de veiligheid van emissiearme vloeren. De gemiddelde score van alle scores zijn per stakeholder weergegeven. Daarbij gaat de gehanteerde schaal van 0 tot 10 (0 = niet van toepassing, 10 = maximale score).*

*Als voorbeeld m.b.t. de Omgevingsdienst: voor wat betreft “mate van invloed” wordt de omgevingsdienst een score 4 gegeven, voor “mate van belang” een score 7, en “mate van verantwoordelijkheid” een score 7. Deze scores zijn de gemiddelde scores die alle experts en belanghebbenden in relatie tot de Omgevingsdienst gegeven hebben.*



### 4.2.1 Mate van invloed

Figuur 9 laat de subjectieve gemiddelde waarneming zien van de experts en belanghebbenden in relatie tot de invloed die iedere stakeholder heeft op beslissingen die genomen worden omtrent emissiearme vloeren in melkveehouderijen.



*Figuur 9: Overzicht van de subjectieve waarneming van experts en belanghebbenden met betrekking tot de mate van invloed op beslissingen omtrent emissiearme vloeren.*

De individuele reacties laten relatief veel spreiding zien.

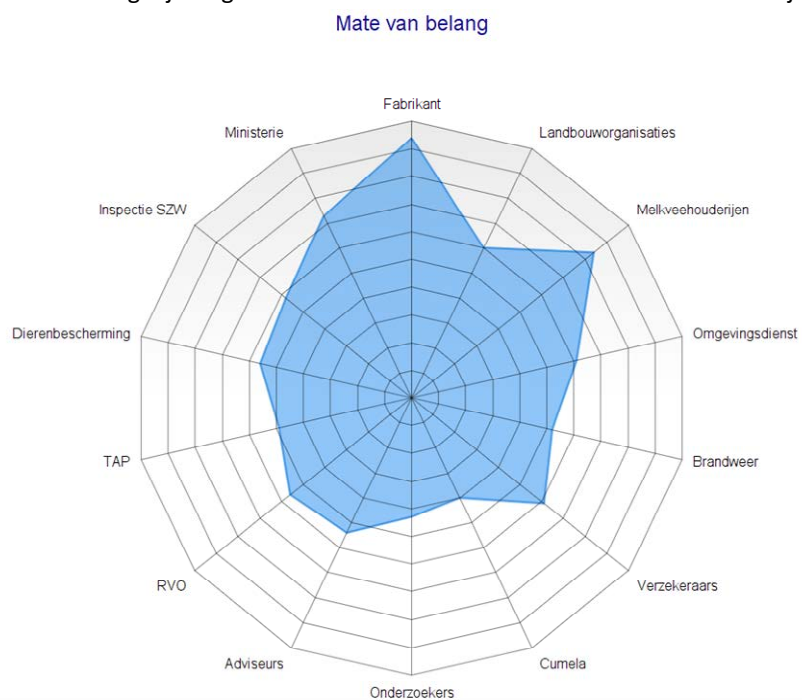
- Experts en belanghebbenden zijn het er over eens dat de brandweer weinig invloed heeft op beslissingen (spreiding 1-4) en dat RVO, ministerie<sup>15</sup> en TAP veel invloed hebben (spreiding 5-10).
- Daarbij geven de experts en belanghebbenden aan dat de invloed van het ministerie afhankelijk is van welk ministerie het betreft.
- De brandweer, dierenbescherming en Cumela hebben volgens de experts en belanghebbenden de minste invloed op beslissingen.

<sup>15</sup> In het hoofdstuk Stakeholder Analyse wordt de term ‘ministerie’ gebruikt en niet de term ‘Rijksoverheid’. Deze analyse is tot stand gekomen met behulp van antwoorden van experts en belanghebbenden op een aantal vragen met betrekking tot het “belang bij”, “de invloed op” en “de verantwoordelijkheid voor” de veiligheid van emissiearme stalvloersystemen van verschillende stakeholders (bijlage 1). In deze vragen is de formulering ‘ministerie’ gebruikt. Hierbij is geen onderscheid gemaakt tussen de verschillende ministeries. Bij het beschrijven van de resultaten zullen we gebruik maken van het woord ‘ministerie’, in de samenvatting van het woord ‘Rijksoverheid’.

Dat de RVO, de TAP en het ministerie veel invloed hebben op de beslissingen, komt overeen met reguliere rol, zoals beschreven in paragraaf 4.1.

## 4.2.2 Mate van belang

Figuur 10 toont de subjectieve waarneming van experts en belanghebbenden ten aanzien van de mate van belang bij het gebruik van emissiearme vloeren in melkveehouderijen.



Figuur 10: Overzicht van de subjectieve waarneming van experts en belanghebbenden met betrekking tot de mate van belang bij het gebruik van emissiearme vloeren in melkveehouderijen.

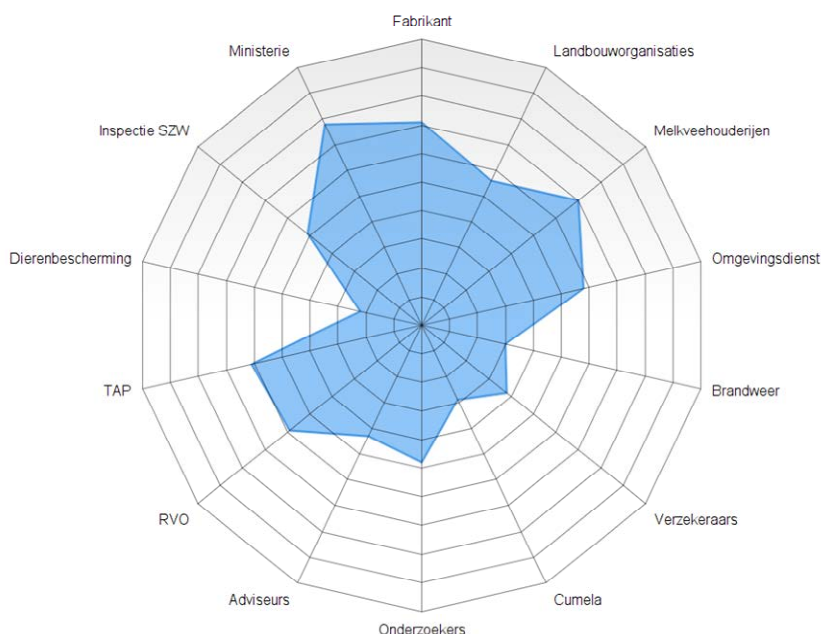
Er is veel spreiding te zien in de antwoorden van de experts en belanghebbenden.

- Alle experts en belanghebbenden zijn het eens met de mate van belang voor stalvloerfabrikanten en de melkveehouder (spreiding 8-10). Er is veel spreiding in de subjectieve waarneming van mate van belang bij de andere stakeholders (spreiding 1-8/9/10).
- De landbouworganisatie voor loonwerkers (Cumela) en de onderzoekers hebben volgens de experts en belanghebbenden het minste belang bij beslissingen.
- Het belang van de omgevingsdienst en van de TAP wordt relatief hoog ingeschat, dit terwijl zij volgens de betrokken experts en belanghebbenden van de omgevingsdienst en TAP zelf weinig belang hebben bij het gebruik maken van emissiearme vloeren. De omgevingsdienst en TAP worden schijnbaar anders gezien door de anderen dan door zichzelf in relatie tot “mate van belang”.

### 4.2.3 Mate van verantwoordelijkheid

Figuur 11 toont de subjectieve waarneming van de experts en belanghebbenden ten opzichte van de verantwoordelijkheid van iedere stakeholder voor de veiligheid van emissiearme stalvloeren.

Mate van verantwoordelijkheid



Figuur 11: Overzicht van de subjectieve waarneming van experts en belanghebbenden met betrekking tot de mate van verantwoordelijkheid voor de veiligheid van emissiearme stalvloeren.

Bovenstaand spinnenweb laat het volgende zien:

- Experts en belanghebbenden zijn het er over eens dat de fabrikant, melkveehouder en het ministerie (spreiding 5-9/10) de meeste verantwoordelijkheid dragen met betrekking tot de veiligheid van een emissiearme vloer. Daarbij geven de experts en belanghebbenden aan dat de verantwoordelijkheid van het ministerie afhankelijk is van welk ministerie het betreft.
- Over de verantwoordelijkheid van andere stakeholders, zijn de opinies meer verdeeld (spreiding 1-6/7/8/9/10).
- De dierenbescherming, Cumela en de brandweer dragen, volgens de experts en belanghebbenden, de minste verantwoordelijkheid.
- De stalvloerfabrikant onderkent zelf ook een relatief hoge verantwoordelijkheid te hebben voor de veiligheid van emissiearme stalvloersystemen.
- Alle andere experts en belanghebbenden hebben zichzelf een verantwoordelijkheidsscore gegeven tussen 1-5 wat betekent dat zij vinden dat zij weinig verantwoordelijkheid hebben ten opzichte van de veiligheid van emissiearme stalvloeren<sup>16</sup>.

<sup>16</sup> Ministerie heeft de scores zelf niet ingevuld.

## 4.3 Samenvattend

In voorgaande paragrafen wordt enerzijds de reguliere rol van de stakeholders geschetst, waarin wordt beschreven in welke mate en op welke gebieden iedere stakeholder is betrokken in het proces. Anderzijds gaat het tweede deel van hoofdstuk 4 in op de subjectieve waarneming van de experts en belanghebbenden in relatie tot het belang bij, de invloed op en de verantwoordelijkheid over de veiligheid van emissiearme stalvloersystemen van verschillende stakeholders.

In deze samenvattende conclusie wordt deze subjectieve waarneming van experts en belanghebbenden vergeleken met de reguliere rol van de afzonderlijke stakeholder.

Kijkende naar zowel de reguliere rol en naar de subjectieve waarneming van de experts en belanghebbenden, kan gesteld worden dat drie stakeholders het meest verantwoordelijk zijn voor de veiligheid van het emissiearme stalvloersysteem<sup>17</sup>:

- De **Rijksoverheid** geeft richting aan staleisen en kan meedenken over de innovatie van een emissiearm stalvloersysteem door de ambities voor de komende jaren met het bedrijfsleven te delen. Verder bepaalt de Rijksoverheid óf de proefstal op de uiteindelijke Rav-lijst zal worden geplaatst. Daarnaast kan de Rijksoverheid onder voorwaarden ook garantstelling bieden bij financiering van het nieuwe systeem. Bij de implementatie dienen melkveehouders te voldoen aan de emissie-eisen die de Rijksoverheid stelt. Tot slot speelt de Rijksoverheid een rol in de gebruiksfase, voornamelijk met betrekking tot Arboveiligheid.  
*Experts en belanghebbenden geven aan dat de Rijksoverheid een hoge invloed, belang en verantwoordelijkheid heeft in relatie tot emissiearme stalvloersystemen.*
- Het **bedrijfsleven** wordt gezien als de ontwikkelaar van een stalvloerconcept, bijvoorbeeld de stalvloerfabrikant die de stalvloeren ontwerpt, ontwikkelt en produceert, maar ook de aannemer of afzonderlijke leverancier van vloer en mestschuif die de stalvloeren aanbrengt, onderhoudt en repareert. Het bedrijfsleven speelt in iedere levensfase een rol.  
*Het bedrijfsleven heeft, volgens de experts en belanghebbenden, een hoge mate van verantwoordelijkheid en belang en een matige mate van invloed in relatie tot emissiearme stalvloersystemen.*
- De **melkveehouder** speelt een belangrijke rol in de implementatie en in het gebruik van het emissiearme stalvloersysteem. De melkveehouder kiest voor een bepaald emissiearm stalvloersysteem. Daarnaast is de melkveehouder ook degene die gebruik zal maken van de stal. Een melkveehouder voert zowel het dagelijkse proces als het ondersteunende proces in de stal uit.  
*Experts en belanghebbenden geven aan dat een melkveehouder een hoge mate van belang en verantwoordelijkheid heeft in relatie tot een emissiearm stalvloersysteem, maar dat de invloed van een melkveehouder beperkt is.*

Een andere interessante bevinding laat zien dat, bij de subjectieve waardering, enkel de stalvloerfabrikant erkent een hoge verantwoordelijkheid te hebben. Andere experts en belanghebbenden hebben zichzelf een lage verantwoordelijkheidsscore gegeven.

<sup>17</sup> Deze volgorde is niet bepaald op basis van prioritering, maar is een top-down benadering.

Daarbij dient benoemd te worden dat de experts en belanghebbenden niet per definitie representatief zijn voor de betreffende stakeholdergroep.

Ook is een grote variatie in toegekende scores te zien tussen de stakeholders onderling. Hierdoor ontstaat een beeld dat men de verschillende verantwoordelijkheden van de andere stakeholders niet éénduidig op het netvlies heeft staan. Deze variatie in subjectieve beoordelingen van elkaar is een belangrijk gegeven indien gezamenlijk naar oplossingen dient te worden gezocht. Bijvoorbeeld in het kader van het onderhavige project.

In relatie tot de veiligheid van emissiearme stalvloersystemen dient bij eventuele risicomanagement maatregelen rekening gehouden te worden met deze inzichten om een zo groot mogelijke impact te realiseren. Gezien de variatie in onderlinge inzichten kan het bijvoorbeeld gewenst zijn een goede objectieve stakeholder analyse uit te voeren op het moment dat gekozen wordt voor communicatieve (gedrags) maatregelen. Dit omdat een stakeholder met veel invloed en veel belang een andere communicatiestrategie behoeft dan een stakeholder met veel invloed en weinig belang.

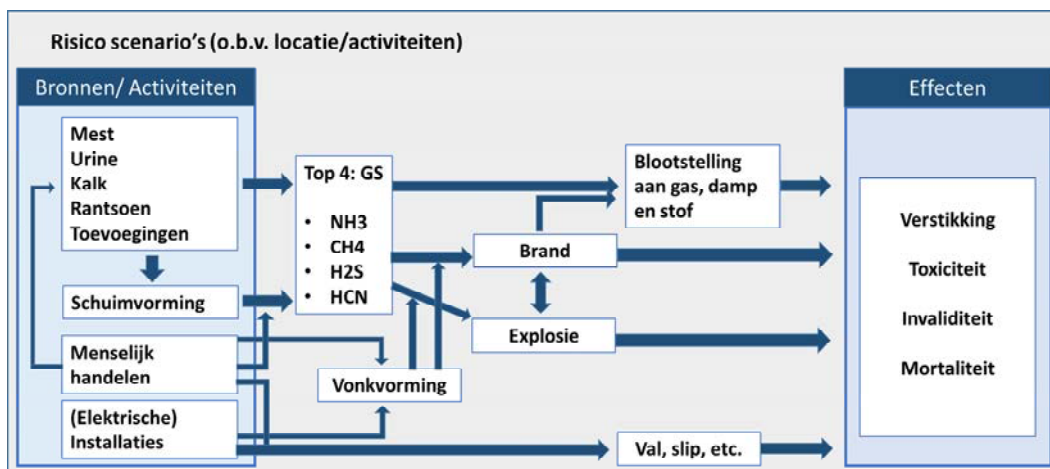
## 5 Veiligheidsanalyse

In dit hoofdstuk zullen de veiligheids- en gezondheidkundige risico's inzichtelijk worden gemaakt welke kunnen ontstaan bij het gebruik van (emissiearme) stalvloersystemen. Tijdens de diverse interviews en de werksessie zijn deze inzichten aangescherpt en is uiteindelijk een overzichtelijk en gedragen beeld van de risico's verkregen. In de volgende paragrafen worden deze risicoscenario's met daarbij, door de experts en belanghebbenden, aangegeven subscenari'o's beschreven.

### 5.1 Overzicht van risicoscenario's

Om de risico's te kunnen definiëren dienen allereerst de mogelijke risicoscenario's in kaart gebracht te worden. Nadat de risicoscenario's benoemd zijn, worden vervolgens per scenario de diverse concrete risico's belicht, deze noemen we subscenari'o's. Door vervolgens een vergelijking te maken tussen deze concrete risico's van de stalvloersystemen met emissiearme vloeren en de stalvloersystemen met gangbare vloeren, wordt direct zichtbaar welke mogelijke risico's specifiek van toepassing zijn op de stalvloersystemen met emissiearme vloeren.

Tijdens de interviews en werksessie is informatie opgehaald en getoetst met betrekking tot de risicoscenario's en subscenari'o's. Figuur 12 geeft alle mogelijke risicoscenario's weer voor stallen in de melkveehouderij, voor zowel stalvloersystemen met emissiearme vloeren als met gangbare roostervloeren.



Figuur 12: Risicoscenario's stallen melkveehouderij. Onder risicoscenario verstaan we, alle scenario's die beginnen bij de bron en kunnen leiden tot effecten zoals verstikking, toxiciteit, invaliditeit en mortaliteit. In dit onderzoek maken we onderscheid in 4 verschillende risicoscenario's, namelijk gasvorming (direct of via schuim), explosiegevaar, brandgevaar en val-/slip gevaar.

Aan de linkerkant van figuur 12 zijn de bronnen/primaire oorzaken van mogelijke risicoscenario's benoemd. Aan de rechterkant van het figuur zijn de gezondheidseffecten benoemd. Vervolgens zijn de verschillende risicoscenario's met pijlen zichtbaar gemaakt in dit figuur.

De verzamelde informatie vanuit de interviews en werksessie is uiteindelijk gecategoriseerd in 4 hoofd-risicoscenario's:

1. Blootstellingsrisico aan gas, damp en stof (direct en/of via schuimvorming);
2. Brandrisico;
3. Explosierisico;
4. Val en slip-risico.

In de volgende paragrafen worden deze risicoscenario's individueel verder uitgewerkt aan de hand van een kwalitatieve score (de "prevalentie", op basis van de interviews) en een kwantitatieve score (het "risico", op basis van de methode van Kinney & Wiruth). Deze beide methoden worden in onderstaande paragrafen nader toegelicht.

### 5.1.1 Kwalitatieve score (Prevalentie)

Vanuit de interviews en werksessie met de betrokken experts en belanghebbenden zijn de kwalitatieve scores opgesteld: de prevalenties. De prevalentie zegt iets over de bijdrage van een specifiek (sub)scenario aan de scenario-onderdeel die wordt beoordeeld (Bijvoorbeeld: wat is de bijdrage van slecht verteerbaar rantsoen (zijnde het subscenario) op schuimvorming (zijnde het scenario-onderdeel)).

Deze prevalentie wordt voor ieder risicoscenario kwalitatief gescoord. Score toekenning heeft plaatsgevonden op basis van de output van de interviews en werksessie, en is weergegeven in de vorm van "blauwe blokjes". Ieder subscenario is als zodanig gescoord. De uitleg van deze prevalentie-score is in de meeste gevallen als volgt:

- 0 blauwe blokjes betekent dat een subscenario nooit zal bijdragen aan de scenario-onderdeel;
- 1 blauw blokje betekent dat er een kleine kans is dat het subscenario bijdraagt aan de scenario-onderdeel;
- 2 blauwe blokjes betekent dat er een reële kans is dat het subscenario bijdraagt aan de scenario-onderdeel;
- 3 blauwe blokjes betekent dat er een grote kans is dat het subscenario bijdraagt aan de scenario-onderdeel;
- 4 blauwe blokjes betekent dat een subscenario per definitie bijdraagt aan de scenario-onderdeel.

De exacte beschrijving van hoe prevalentie is gescoord voor ieder specifiek subscenario staat beschreven onder iedere tabel.

Ieder subscenario wordt gescoord op prevalentie bij zowel een emissiearm stalvloersysteem als bij een gangbaar stalvloersysteem. Deze kwalitatieve score is gebruikt om een vergelijking te maken tussen de mogelijke aanwezigheid van risico's van een emissiearm stalvloersysteem versus een gangbaar stalvloersysteem. Wanneer een subscenario meer blauwe blokjes heeft bij een emissiearm stalvloersysteem dan bij een gangbaar stalvloersysteem, betekent dit dat de effectbijdrage voor het emissiearme systeem groter is dan de effectbijdrage bij een gangbaar systeem. Deze verschillen in prevalentie worden vervolgens meegenomen in de kwantitatieve score.

### 5.1.2 Kwantitatieve score (Kinney & Wiruth)

De kwantitatieve score gaat in op de subscenario's waarbij een emissiearm stalvloersysteem, op basis van de kwalitatieve benadering, een hogere prevalentie heeft dan een gangbaar stalvloersysteem. Om deze subscenario's te beoordelen en te prioriteren, wordt gebruik gemaakt van de methode van Kinney & Wiruth. Deze methode gebruikt voor het bepalen van de grootte van het risico de parameters kans (K) en effect (E), waarbij het risico het product is van kans maal effect. In formulevorm:  $Risico = Kans \times Effect (R = K \times E)$ . De kans wordt vervolgens opgesplitst in waarschijnlijkheid (W) en blootstellingsfactor (B). Dus  $K = W \times B$ .

De resulterende formule is dan:

$$Risicoscore (R) = Ernst (E) \times Blootstelling (B) \times Waarschijnlijkheid (W).$$

De waarden voor E, B en W zijn:

- **Risico (R):** De kans dat er schade zal optreden en het effect van deze mogelijke schade. De risicoclassificering wordt aangeduid als klasse zeer hoog, hoog, belangrijk, mogelijk, laag
- **Ernst (E):** De ernst van het effect geeft aan welk gevolg wordt ingeschat bij het tot stand komen van het specifieke scenario. En kan bestaan uit materiële schade of lichamelijk en psychisch letsel.
- **Blootstelling (B):** geeft aan hoe vaak en hoe lang iemand aan een gevaarlijke situatie wordt blootgesteld. In de blootstellingsfactor kan ook het aantal blootgestelde mensen worden meegenomen. Als blootstelling wordt dan dus het product genomen van blootstellingsfrequentie, blootstellingsduur en het aantal blootgestelde mensen.
- **Waarschijnlijkheid (W):** geeft de waarschijnlijkheid aan van het optreden van een bepaald risicoscenario. Bij het risicoscenario ontstaat, uitgaande van een gevaarlijke situatie, een ongewenste begingeburtenis die zich verder ontwikkelt via tussengeburtenissen tot een eindgeburtenis met een bepaald letsel of schade

In onderstaand tabel is de omschrijving te vinden van E, B en W.

E (ernst van het effect)	B (blootstelling)	W (waarschijnlijkheid, kans)
100 catastrofaal, vele doden	10 voortdurend	10 kan worden verwacht, bijna zeker
40 ramp, verscheidene doden	6 dagelijks tijdens werkuren	6 goed mogelijk
15 zeer ernstig, één dode	3 wekelijks of incidenteel	3 ongewoon, maar mogelijk
7 aanzienlijk, blijvend letsel	2 maandelijks	0,5 onwaarschijnlijk
3 tijdelijke arbeidsongeschiktheid	1 enkele malen per jaar	0,2 vrijwel onmogelijk
1 betekenisvol, EHBO vereist	0,5 zeer zelden	0,1 bijna niet denkbaar

De waarde volgt uit de vermenigvuldiging van  $E \times B \times W$ , en is in de methode verdeeld in vijf klassen. De aantallen die in het figuur zijn opgenomen geeft aan hoeveel van de geïnventariseerde gevaren in de verschillende klassen uitkomen.



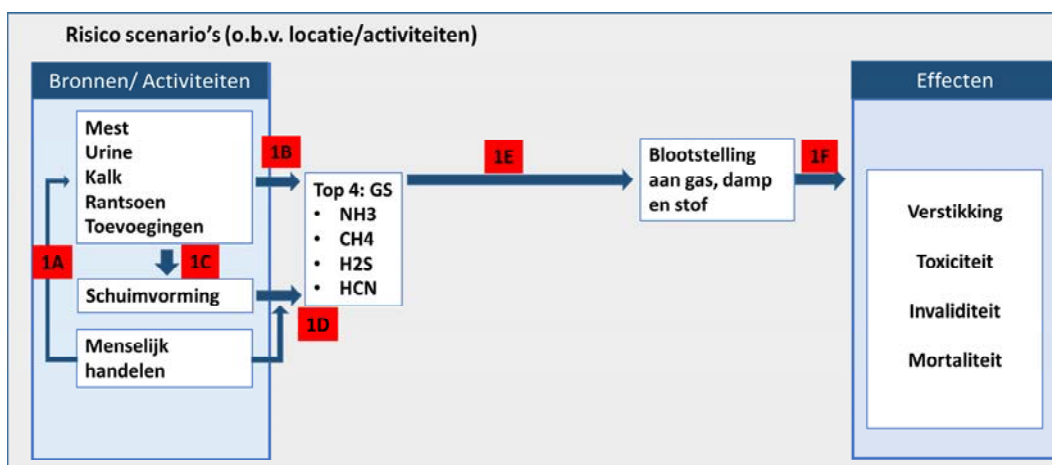
In de volgende tabel is de toekenning van risico categorie gekoppeld aan de scores die uit de Kinney & Wiruth methode volgen.

Risicoklasse	Omschrijving risico	Score	Kleurtoekenning
1	Laag	<20	Groen
2	Mogelijk	20-75	Geel
3	Belangrijk	75-200	Oranje
4	Hoog	200-400	Lichtrood
5	Zeer hoog	>400	Rood

## 5.2 Direct blootstellingsrisico aan gas, damp en stof

### 5.2.1 Beschrijving subscenario's

In figuur 13 is het scenario beschreven in relatie tot het blootstellingsrisico aan gas, damp en stof. Daarbij gaat het om vrijkomende gassen, dampen en stofdeeltjes (direct of via schuim) in een stalvloersysteem.



Figuur 13: Hoofd-rioscenario "blootstellingsrisico aan gas, damp en stof (direct/ via schuim)". De pijlen geven het verloop van het risicoscenario aan. In de rode "blokken" staan de codes van het betreffende onderdeel in het risicoscenario (1A t/m 1F).

In deze paragraaf wordt ieder scenario-onderdeel met alle bijbehorende subscenario's nader toegelicht. Daarbij wordt ook een vergelijking gemaakt tussen de risico's van een emissiearm stalvloersysteem versus een gangbaar stalvloersysteem.

## 1A: Menselijk handelen – bron

Scenario-onderdeel 1A beschrijft dat bepaalde stoffen/producten direct (mest/urine/kalk/toevoegingen) en indirect (rantsoen, melkresten/reinigingswater melkinrichting) in de mestkelder terecht kunnen komen. In figuur 14 zijn de verschillende, in de werksessies, benoemde subscenario's behorende tot dit scenario-onderdeel opgenomen. In dit figuur wordt ook ieder subscenario, met behulp van de interviews en werksessie, "gescoord" op prevalentie van het voorkomen in beide stalvloersystemen.

1A Menselijk handelen (negatieve impact) Risico bepalende factoren	1A - EAV Prevalentie	1A - Gangbaar Prevalentie	1A - Beschrijving prevalentie
Toevoegingen aan de mest (spuiwater en mineralenconcentraat; water van voetbaden (met daarin formaldehyde + kopersulfaat); Micro-organismen (ter schuimbekämpfung), kalk)			Bij zowel emissiearme als gangbare stalsystemen komt het voor dat de melkveehouder vaak verboden toevoegingen aan de mestput toevoegt, anders dan mest en urine. Men is zich daarbij niet altijd bewust van deze verboden toevoegingen. Toevoegingen in de mestput kunnen leiden tot hogere concentraties aan gassen. De aard en hoeveelheid van de toevoeging bepaalt uiteindelijk welke gassen, in welke concentraties kunnen ontstaan. Dit is daarom zeer specifiek voor de betreffende stal waar dit issue aan de orde is.
Slecht verteerbaar rantsoen			Bij zowel emissiearme als gangbare stalsystemen komt het voor dat de melkveehouder gebruik maakt van slecht verteerbaar rantsoen. Dat kan mogelijk leiden tot hogere concentraties aan gassen doordat meer organisch stof in de mest komt dat vervolgens door anaerobe bacteriële processen leidt tot meer mestgas vorming. De onderbouwing hiervan is echter onvoldoende onderzocht.

Figuur 14: Subscenario's behorende bij scenario-onderdeel 1A bij het hoofd-riscosscenario "blootstelling aan gas, damp en stof". Per subscenario is een kolom weergegeven met de beschrijving van het scenario, twee kolommen die de prevalentie van het subscenario aangeven bij stalvloersystemen met respectievelijk emissiearme vloeren en gangbare vloeren en een kolom die deze prevalentie beschrijft. Prevalentie is gescoord op frequentie en tijd. Betekenis blauwe blokjes: 0= subscenario i.r.t. menselijk handelen komt nooit voor, 1= subscenario i.r.t. menselijk handelen komt jaarlijks voor, 2= subscenario i.r.t. menselijk handelen komt maandelijks voor, 3= subscenario i.r.t. menselijk handelen komt wekelijks voor, en 4= subscenario i.r.t. menselijk handelen komt dagelijks voor. Wanneer een subscenario niet voorkomt bij iedere melkveehouder wordt één blauw blokje in mindering gebracht.

Figuur 14 geeft weer dat bepaalde stoffen/producten direct (mest/urine/kalk/toevoegingen<sup>18</sup>) en indirect (via rantsoen) in de mestkelder terecht kunnen komen. De prevalentie dat deze stoffen/toevoegingen in de mestput terecht komen, is gelijk voor beide stalvloersystemen.

<sup>18</sup> De aard en hoeveelheid van de toevoeging bepaalt uiteindelijk welke gassen, in welke concentraties kunnen ontstaan. Dit is daarom zeer specifiek voor de betreffende stal waar dit issue aan de orde is.

## 1B: Bron – Ontstaan mestgassen met gevaarlijke stoffen

Door chemische processen kunnen diverse chemische stoffen ontstaan (vanuit de bestanddelen mest en toevoegingen), waaronder ammoniak (NH<sub>3</sub>), methaan (CH<sub>4</sub>), zwavelwaterstof (H<sub>2</sub>S) en waterstofcyanide (HCN). Methaan is hoofdzakelijk afkomstig vanuit onverteerde koolstof componenten die in de faeces terecht komen. Ammoniak ontstaat uit ureum die in urine aanwezig is. Ureum, die in urine aanwezig is, wordt op de stalvloer en in de mestkelder door het enzym urease omgezet in ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>). Urease zit in mest en wordt gemaakt door micro-organismen. Ammonium is in de vloeistoffase in evenwicht met ammoniak (NH<sub>3</sub>).

Er wordt zelden onderzoek gedaan naar de samenstelling van mestgassen. Daarom wordt door de brandweer de globale samenstelling van biogas gebruikt als voorbeeld van de belangrijkste gassen die worden geproduceerd in mest. Zie onderstaand figuur voor de gemiddelde samenstelling van de belangrijkste bestanddelen van biogas:

Component	Chemische formule	Gevaren	Concentratie
Methaan	CH <sub>4</sub>	Brandbaar	45 – 75 %
Kooldioxide	CO <sub>2</sub>	Verstikkend, giftig	24 – 45%
Zwavelwaterstof Waterstof-sulfide	H <sub>2</sub> S	Giftig, brandbaar	< 2% (20-20.000 ppm)
Blauwzuurgas	HCN	Giftig, brandbaar	< 1% (?)
Ammoniak	NH <sub>3</sub>	Giftig, brandbaar	< 1% (1 – 200 ppm)

Het grootste deel van het gevormde (bio)gas bestaat uit methaan (brandbaar) en kooldioxide (verstikkend/giftig). Vanwege de hoge concentratie methaan vormen explosie en brand een belangrijk risico van mestgassen. De hoge concentratie kooldioxide zorgt ervoor dat mestgas ook verstikkend is. Methaan is lichter dan lucht (0,6 x) en stijgt op. In een ruimte met onvoldoende ventilatie kan de concentratie methaan bovenin de ruimte hoog zijn. Zijn lampen aan het plafond van een stal niet explosie veilig uitgevoerd en is er onvoldoende ventilatie, dan kan bovenin de stal soms een gasexplosie plaatsvinden. Als in de nok van een stal goed geventileerd wordt of als bij een silo het dak wordt verwijderd, zal het grootste deel van het methaan snel verdwijnen.

In de gierput is altijd methaan aanwezig, al zit dit door korstvorming soms deels “gevangen”. Bij werkzaamheden in de stal waarbij vonken of hete delen kunnen vrijkomen (“hot work”), zoals lassen, slijpen, klauw bekappen (slijpschijf!) en uierharen branden, kunnen zodoende brand en explosie risico’s ontstaan.

De concentraties waterstofsulfide, ammoniak en blauwzuurgas zijn te gering (minder dan 1 volumeprocent) om van belang te zijn voor de brandbaarheid. Stoffen zijn namelijk pas brandbaar wanneer er meerdere volumeprocenten van aanwezig zijn. Elke stof heeft zijn eigen specifieke “explosiegrenzen”. Zo is methaan brandbaar/bij een concentratie tussen 4,4 en 16 %. Onder de 4% brandt het niet omdat er te weinig gas is om te ontsteken. Boven de 16% brandt het niet omdat er onvoldoende zuurstof is om het gas te verbranden.

Waterstofsulfide, ammoniak en blauwzuurgas zijn allemaal brandbaar, maar dat zijn ze pas bij concentraties boven de 4,3% (waterstofsulfide), 5,4% (blauwzuurgas) en 15% (ammoniak). Zulke concentraties worden bij deze stoffen in mest nooit gehaald. Voor waterstofsulfide, ammoniak en blauwzuurgas is daarom alleen de giftigheid van belang.








Voor giftigheid is een véél lagere concentratie gas nodig dan voor brandbaarheid. Terwijl brandbaarheid wordt gemeten in volumeprocenten in lucht, wordt giftigheid weergegeven in “parts per million” (ppm) of deeltjes per miljoen. Een concentratie van 1 ppm betekent dat er 1 deeltje van het betreffende gas is op een miljoen deeltjes van alle gassen in de lucht. In 1 volumeprocent gas passen 10.000 ppm.

In de praktijk is van deze drie gassen vooral de giftigheid van waterstofsulfide (H<sub>2</sub>S) van belang. De concentratie ammoniak uit mest is namelijk veel te laag om tot vergiftiging te kunnen leiden. En blauwzuurgas is lang niet altijd in mest aanwezig. H<sub>2</sub>S wel – en regelmatig in gevaarlijke tot dodelijke concentraties.

*Box 3: Beschrijving gevaarlijke gassen in mestput. (Bron: www.brandweer.nl)*

De andere genoemde stoffen worden gevormd vanuit zowel potentiële rantsoeneringen als toevoegingen aan de mest in de put (bijvoorbeeld gebruik van gips (calciumsulfaat) geeft extra zwavel in de mest en daardoor kans op meer H<sub>2</sub>S).

In figuur 13 is het scenario-onderdeel gasvorming weergegeven met het nummer 1B. In figuur 15 zijn de verschillende, in de werksessies, benoemde subscenario's behorende tot dit scenario-onderdeel opgenomen. In dit figuur wordt ook ieder subscenario, met behulp van de interviews en werksessie, "gescoord" op prevalentie van het voorkomen in beide stalvloersystemen.

1B Gasvorming (NH <sub>3</sub> / CH <sub>4</sub> / H <sub>2</sub> S / HCN) Risico bepalende factoren	1B - EAV Prevalentie	1B - Gangbaar Prevalentie	1B - Beschrijving prevalentie
Opeenhoping van faeces en urine			Bij een emissiearme vloer (conform de benoemde scope) worden faeces en urine van elkaar gescheiden en sneller afgevoerd naar de mestkelder. Doordat de mestput dicht is kunnen de mestgassen vanuit de kelder minder snel uitwisselen met de stallucht. Dit kan dan leiden tot hogere concentraties gassen in de put zelf, maar niet in de stal.
Ontstaan van gassen door verschillende bestanddelen in mestput			De verschillende bestanddelen die in de mestput vallen, kunnen ieder voor zich een specifiek effect hebben op gasvorming. Dit effect leidt dan tot een variatie in soorten en hoeveelheden van specifieke gassen. Bovendien kunnen ook gassen ontstaan wanneer bestanddelen met elkaar in contact komen. Het risico voor het ontstaan van gassen door de werking van bestanddelen is voor beide stalsystemen gelijk.
Opeenhoping van gassen in mestput			Bij een gangbaar stalvloersysteem kunnen gassen zich door de open vloer snel verspreiden over de gehele stal. Echter is dit afhankelijk van het gewicht van het gas (t.o.v. lucht) alsook de mate van uitwisseling van het gas dat in de mest zit met de lucht. Bij een emissiearm stalsysteem is de mestput afgesloten, en zullen hier gassen eerder in ophopen. De gassen kunnen dan dus niet snel uit de mestput ontvluchten (behalve door gaten, kieren en doorvoeringen).
Diepte put (nieuwe stallen dieper)			Vanuit de werksessies is naar voren gekomen dat de mestputten die het laatste decennium zijn aangelegd over het algemeen dieper zijn dan de putten aangelegd vóór die periode. De diepte van de put heeft mogelijk invloed op de gasvorming als gevolg van het optreden van meer anaerobe bacteriële processen (o.a. H <sub>2</sub> S vorming). Aangezien de emissiearme vloeren grotendeels zijn aangelegd in de laatste decennia is te verwachten dat de stalsystemen met emissiearme vloeren over het algemeen diepere putten hebben. Aanvullende opmerking: dit risico heeft te maken met de diepte van de put en niet zozeer met het systeem van de emissiearme vloer.

19

<sup>19</sup> Uit de werksessie en telefonische interviews is gebleken dat de diepte van de put mogelijk invloed heeft op de gasvorming als gevolg van het optreden van anaerobe bacteriële processen. Echter dient hierbij wel een notitie geplaatst te worden dat uit een onderzoek van Counotte et al. (1988) is gebleken dat de diepte van de kelder of de hoeveelheid mest die was opgeslagen in die kelder geen invloed had op de gasconcentraties.

*Figuur 15: Subscenario's behorende bij scenario-onderdeel 1B bij het hoofd-risicoscenario "blootstelling aan gas, damp en stof". Per subscenario is een kolom weergegeven met de beschrijving van het scenario, twee kolommen die de prevalentie van het subscenario aangeven bij stalvloersystemen met respectievelijk emissiearme vloeren en gangbare vloeren en een kolom die deze prevalentie beschrijft. Prevalentie is gescoord op waarschijnlijkheid dat een subscenario leidt tot gasvorming. Betekenis blauwe blokjes: 0= subscenario leidt tot geen gasvorming, 1= kleine kans dat subscenario leidt tot gasvorming, 2= reële kans dat subscenario leidt tot gasvorming, 3= grote kans dat subscenario leidt tot gasvorming en 4= subscenario leidt per definitie tot gasvorming.*




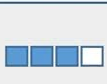


Figuur 15 geeft weer welke factoren bijdragen aan gasvorming. Door de opeenhoping van faeces en urine treden chemische processen op waarbij diverse 'mestgassen' ontstaan. Bij een emissiearm stalvloersysteem kunnen faeces en urine van elkaar worden gescheiden waardoor in dat geval de kans op chemische processen (voor vorming ammoniak) bij dit subscenario kleiner zal zijn dan bij een gangbaar stalvloersysteem<sup>20</sup>. Desalniettemin worden gassen gevormd bij beide stalvloersystemen. Een groot risico bij emissiearme vloeren is dat gassen, vanwege de dichte vloer, zich sneller kunnen ophopen in de mestput. Bij een stalvloersysteem met een gangbare vloer kunnen gassen zich sneller verspreiden door de stal als gevolg van luchtverplaatsingen. Hierdoor zijn, in de mestput van een emissiearm stalvloersysteem mogelijke hogere concentraties mestgassen aanwezig dan in de mestput van een gangbaar stalvloersysteem. Uiteraard hangt de hoogte van concentraties af van de luchtuitwisselings-mogelijkheden en hoeveelheden tussen stal en kelder. Dit zal per specifieke stal variëren en dient daarom op maat beoordeeld te worden per stal.

---

<sup>20</sup> In hoofdstuk 1.3 is reeds in gegaan op de scope van dit onderzoek. Als aanvulling daarop wordt hierbij opgemerkt dat de faeces en urine bij een emissiearme vloer van elkaar wordt gescheiden en dat daardoor minder urine in de mestpunt komt als bij een gangbaar systeem. Bij een deel van de dichte emissiearme vloeren wordt de urine inderdaad gescheiden afgevoerd en opgevangen. Echter, dit is niet de standaard bij alle emissiearme dichte vloeren. Er zijn ook vloeren waarbij faeces en urine gezamenlijk in de onder de vloer aanwezige kelder terechtkomen, net zoals bij de gangbare roostervloer. Dus ook in die gevallen zal (gemiddeld) evenveel NH<sub>3</sub>, CH<sub>4</sub> en H<sub>2</sub>S in de kelder worden gevormd. Alleen kunnen die gassen bij emissiearme vloeren waarschijnlijk minder goed uitwisselen met de stallucht, waardoor gehalten (concentraties) in de kelder gemiddeld hoger zullen liggen dan onder een traditionele roostervloer.

## 1C: Schuimvorming

Subscenario 1C beschrijft het ontstaan van schuimvorming door chemische en biologische processen. In figuur 13 is dit scenario-onderdeel weergegeven met het nummer 1C. In figuur 16 zijn de verschillende, in de werksessies benoemde subscenario's behorende tot dit scenario-onderdeel opgenomen. In dit figuur wordt ook ieder subscenario, met behulp van de interviews en werksessie, "gescoord" op prevalentie van het voorkomen in beide stalvloersystemen.

1C Schuimvorming Risico bepalende factoren	1C- EAV Prevalentie	1C- Gangbaar Prevalentie	1C - Beschrijving prevalentie
Ontstaan van schuimvorming door verschillende bestanddelen in mestput			De verschillende bestanddelen die in de mestput vallen, kunnen ieder respectievelijk een effect hebben op schuimvorming. Daarnaast wanneer de bestanddelen in contact komen met elkaar, kan mogelijk ook schuimvorming ontstaan. Het risico voor het ontstaan van schuimvorming door verschillende bestanddelen is voor beide stalssystemen gelijk.
Slecht verteerbaar rantsoen			Bij zowel emissiearme als gangbare stalssystemen komt het voor dat de melkveehouder gebruik maakt van slecht verteerbaar rantsoen. Dat kan mogelijk leiden tot hogere concentraties aan gassen doordat meer organisch stof in de mest komt dat vervolgens door anaerobe bacteriële processen leidt tot meer mestgas vorming. De onderbouwing hiervan is echter onvoldoende onderzocht
Diepte put (nieuwe stallen dieper)			Vanuit de werksessies is naar voren gekomen dat de mestkelders/putten die het laatste decennium zijn aangelegd over het algemeen dieper dan de putten aangelegd vóór die periode. De diepte van de put heeft mogelijk invloed op gasvorming (zie eerder), en mogelijk ook op schuimvorming (doordat putten dieper zijn, treden er namelijk mogelijk meer anaerobe bacteriële processen op). Aangezien de emissiearme vloeren grotendeels zijn aangelegd in de laatste decennia is te verwachten dat de stalssystemen met emissiearme vloeren over het algemeen diepere putten hebben. Daardoor is het risico op schuimvorming mogelijk groter. Aanvullende opmerking: dit risico heeft te maken met de diepte van de put, en niet zozeer met het systeem van de emissiearme vloer.

Figuur 16: Subscenario's behorende bij scenario-onderdeel 1C bij het hoofd-ricoscenario "blootstelling aan gas, damp en stof". Per subscenario is een kolom weergegeven met de beschrijving van het scenario, twee kolommen die de prevalentie van het subscenario aangeven bij stalvloersystemen met respectievelijk emissiearme vloeren en gangbare vloeren en een kolom die deze prevalentie beschrijft. Prevalentie is gescoord op de waarschijnlijkheid dat het subscenario leidt tot schuimvorming. Betekenis blauwe blokjes: 0= subscenario leidt tot geen schuimvorming, 1= kleine kans dat subscenario leidt tot schuimvorming, 2= reële kans dat subscenario leidt tot schuimvorming, 3= grote kans dat subscenario leidt tot schuimvorming en 4= subscenario leidt per definitie tot schuimvorming.







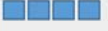

Uit de werksessies blijkt dat het momenteel nog onduidelijk is waar het fenomeen "schuimvorming" door wordt veroorzaakt. De subscenario's beschreven in Figuur 16 worden gezien als mogelijke oorzaken. Met uitzondering van de diepte van de put, komen geen verschillen tussen beide stalvloersystemen naar voren. Een onderzoek van Starmans et al. (2009) laat zien dat bij putten met een diepte van meer dan 2 meter meer en vaker schuimvorming voorkomt.

Bij een stalvloersysteem met een emissiearme vloer lijken de putten over het algemeen dieper te zijn (nieuwere stallen). Door de grotere opslagcapaciteit kunnen meer anaerobe processen plaatsvinden. Daarnaast kunnen temperatuurverschillen op bepaalde dieptes ontstaan. Deze variabelen kunnen ertoe bijdragen dat eerder en meer schuimvorming kan ontstaan. Mestputten bij een stalvloersysteem met een gangbare vloer zijn meestal minder diep (omdat deze ouder zijn). Daar is de kans op schuimvorming daarom mogelijk kleiner.

In het geval van schuimvorming kan (indien het schuim open breekt) een hoge piekconcentratie ontstaan aan gassen in de put. Bij stalvloersystemen met gangbare vloeren zullen de gassen zich sneller kunnen verspreiden omdat hier vaak meer luchtverplaatsingen plaats kunnen vinden (de kelder is niet "afgesloten" van de stal). Daardoor zijn de concentraties weliswaar mogelijk lager, échter zullen deze gassen zich verder kunnen verplaatsen, en gemakkelijker in de stal (boven de put) terecht kunnen komen.

### 1D: Schuim breekt door menselijk handelen

Als resultante van het menselijk handelen, kan schuim breken waarbij hoge concentraties aan gassen vrijkomen. In figuur 13 is dit scenario-onderdeel weergegeven met het nummer 1D. In figuur 17 zijn de verschillende subscenario's behorende tot dit scenario-onderdeel opgenomen. In dit figuur wordt ook ieder subscenario, met behulp van de interviews en werksessie, "gescoord" op prevalentie van het voorkomen voor beide stalvloersystemen.

1D Schuim breekt door menselijk handelen - Risico bepalende factoren	1D - EAV Prevalentie	1D - Gangbaar Prevalentie	1D - Beschrijving prevalentie
Het vallen van mest in de put			Doordat bij een emissiearme vloer vooral sprake is van mestverplaatsing naar mestafstorten in de stal zal meer mest op één punt in de mestkelder vallen. Daarmee is de kans mogelijk groter dat op dat punt (door een hogere impact) meer schuim open kan breken. Bij de gangbare vloer wordt ook mest in de put geschoven, echter zullen bij dit systeem meerdere open connecties bestaan waardoor minder mest gelijktijdig op één punt in de kelder wordt geschoven. En de directe impact mogelijk lager kan zijn. Dit dient verder onderzocht te worden.
Het mixen van mest			Door het mixen van mest gaat de schuimlaag kapot en komen daarin opgehoopte mestgassen vrij. Bij het mixen kan verder de soms aanwezige "mest-koek" (harde laag vezelachtige resten bovenop mest) breken, waardoor mestgassen kunnen vrijkomen. Mest mixen komt even vaak voor bij emissiearme stalssystemen als bij gangbare stalvloersystemen. Aanvullende opmerking: de manier hoe je mixt (onder welke omstandigheden) is een cruciale factor voor het vrijkomen van gassen. Bijvoorbeeld, wanneer het windstil is, verspreiden gassen zich minder snel over de stal waardoor hogere concentraties aan gassen zich ophopen in de mestput.
Het leegpompen van de mestputten			Schuim kan ook breken bij het leegpompen van de mestput om het mengsel uit te rijden over het land. De kans dat schuim breekt door dit leegpompen is identiek tussen het emissiearm en gangbaar stalvloersysteem. Het gevaar dat schuim breekt bij het leegpompen van de mestput is alleen relevant wanneer mest niet of niet voldoende is gemixt.
Mest wordt tegen stalvloer gedrukt door opeenhoping (te volle mestput)			Wanneer mest tegen de stalvloer (plafond van de mestput) wordt gedrukt omdat de put vol raakt, kan schuim breken. In dit geval is de kans dat schuim kapot wordt gedrukt groter bij een dichte/emissiearme vloer dan bij een roostervloer. Doordat de mestputten bij emissiearme stalvloersystemen (in het algemeen) mogelijk dieper zijn is de kans op breken echter ook mogelijk kleiner. Dit hangt dan vooral af van de frequentie van legen van de put, alsmede de totale mest opslagcapaciteit van het bedrijf zelf.

<sup>21</sup> In hoofdstuk 1.3 is reeds in gegaan op de scope van dit onderzoek. Als aanvulling daarop wordt hierbij opgemerkt dat er ook emissiearme vloersystemen bestaan met meerdere open vloerconnecties waardoor mest op vaak vergelijkbare punten in de put zal vallen (bij schuiven). In het onderhavige onderzoek zijn wij echter uitgegaan van een dichte vloer met slechts enkele "open" connecties met de put.



*Figuur 17: Subscenario's behorende bij scenario-onderdeel 1D bij het hoofd-risicoscenario "blootstelling aan gas, damp en stof". Per subscenario is een kolom weergegeven met de beschrijving van het scenario, twee kolommen die de prevalentie van het subscenario aangeven bij stalvloersystemen met respectievelijk emissiearme vloeren en gangbare vloeren en een kolom die deze prevalentie beschrijft. Prevalentie is gescoord op de kans dat het schuim breekt door het subscenario. Betekenis blauwe blokjes: 0= subscenario leidt niet tot het breken van schuim, 1= kleine kans dat subscenario leidt tot het breken van schuim, 2= reële kans dat subscenario leidt tot het breken van schuim, 3= grote kans dat subscenario leidt tot het breken van schuim en 4= subscenario leidt per definitie tot het breken van schuim.*

Uit bovenstaande figuur 17 blijkt dat verschillende activiteiten ertoe kunnen leiden dat schuim breekt. De meest risicovolle activiteiten voor het breken van schuim zijn het mixen van de mest en het leegpompen van de mestputten. Echter, dit geldt voor zowel het emissiearm stalvloersysteem als voor het gangbaar stalvloersysteem. Bij twee activiteiten is het risico groter bij een emissiearm stalvloersysteem dan bij een gangbaar stalvloersysteem. Allereerst, het vallen van mest in de put heeft een grotere impact op het breken van schuim bij een emissiearm stalvloersysteem, omdat grotere hoeveelheden op één punt in de mestput vallen. Ten tweede, breekt mestschuim bij een emissiearm stalvloersysteem mogelijk sneller wanneer de mestput te vol raakt dan bij een gangbaar stalvloersysteem doordat de mest bij de roostervloeren eerder intact tussen de roosters door kan komen.

Bij bovenstaande conclusies vanuit de werksessies dienen de volgende kanttekeningen geplaatst te worden:

- Omdat bij dichte vloeren de afstort van mest geconcentreerd is op slechts enkele plekken, breekt het schuim alleen daar en zal de rest van het schuim in de kelder onaangetast blijven. Bij roostervloeren wordt bij elke spleet mest naar de kelder afgevoerd, en is de mechanische impact op het schuim kleiner. Afhankelijk van de "sterkte" van het schuim (bijvoorbeeld door aanwezigheid oppervlakte verlagende/verhogende bestanddelen, zoals vetachtige stoffen) kan de beschreven conclusie in relatie tot impact van vallend mest, zelfs omgekeerd zijn tussen beide stalvloersystemen. Er dient daarom meer kennis vergaard te worden rondom de impact van vallend mest op het open breken van schuim.
- Verder is het zo dat in de mestkolom in de kelder altijd gassen zullen ontstaan. Ammoniak hoopt zich min of meer op, H<sub>2</sub>S ook, maar CH<sub>4</sub> doet dat niet en zal uitdampen. Schuim ontstaat onder omstandigheden die grotendeels nog onbekend zijn. De geproduceerde gassen vormen belletjes (schuim) en eventuele aanwezige vetachtige componenten verlagen de oppervlaktespanning. Breekt dit schuim, dan komen de gassen vrij. Deze gassen kunnen ook zonder schuim vrijkomen, echter dan veel gelijkmatiger. Brekend schuim zorgt voor piek-emissies en daarmee concentraties in de lucht.

### 1E: Blootstelling aan gassen

Doordat gassen, dampen en stof worden geëmitteerd (uitgestoten) kunnen gebruikers van de stal in specifieke situaties worden blootgesteld aan deze stoffen. In figuur 13 is dit scenario-onderdeel weergegeven met het nummer 1E. In figuur 18 zijn de verschillende subscenario's behorende tot dit scenario-onderdeel opgenomen. In dit figuur wordt ook ieder subscenario, met behulp van de interviews en werksessie, "gescoord" op prevalentie van het voorkomen voor beide stalvloersystemen.

1E Blootstelling aan gassen - Risico bepalende factoren	1E - EAV Prevalentie	1E - Gangbaar Prevalentie	1E - Beschrijving prevalentie
Onjuiste installatie/ onderhoud van de vloer			Een onjuiste installatie/ onderhoud van het emissiearm stalsysteem kan leiden tot een niet goed functionerend systeem waardoor op bepaalde punten in het stalsysteem open verbindingen zullen bestaan met de onderliggende kelder. De concentraties van gassen, dampen en stof zullen daar hoger zijn vergeleken met de gangbare (open) vloer. Voorbeelden hiervan zijn de onvolledige sluiting van een klepsysteem en openliggende kleppen, maar ook beperkt onderhoud aan kleppen en de mestschuif.
Nabij open verbindingen in stalvloer			De kans op blootstelling aan gassen is groter nabij open verbindingen (zoals de directe omgeving van de werkgaten, doorvoeringen en gaten (bijvoorbeeld de mestdoorvoer bij mestrobots) in de stalvloer. Een gangbaar stalvloersysteem heeft relatief veel openingen, waardoor kleinere concentraties aan gassen continu in de stal terecht komen. Deze lage concentraties aan gassen, hebben weinig/ geen effecten op de gezondheid (acuut of chronisch). Dit ligt anders bij een emissiearme vloer waar concentraties gassen veel hoger zijn (omdat deze in de mestput blijven circuleren). Door open verbindingen naar de mestput komen hogere concentraties aan gassen, dampen en stof vrij, omdat deze slechts op een enkele plaats uit de mestput kunnen komen. Aanwezigheid nabij open verbindingen kan leiden tot een acuut effect.
Geopende trekker ramen nabij de mestput			Op het moment dat er buiten de stal werkzaamheden worden uitgevoerd waarbij mest uit de kelder wordt gehaald (of de mest wordt gemixt) kunnen op die locatie ook verhoogde concentraties gassen, dampen of stof ontstaan. Vanwege meteorologische factoren worden deze gassen vrij snel verdund. Echter, wanneer een trekker dichtbij de mestput staat, kunnen gassen zich in deze trekker ophopen tot risicovolle concentraties (met name bij gebrek aan luchtverversing) waardoor bijvoorbeeld een melkveehouder of loonwerker blootgesteld wordt aan hoge concentraties aan gas. Ondanks dat dit een gevolg is van open verbindingen naar buiten toe, wordt dit subscenario wel meegenomen vanwege het grote gevaar.
Afwezigheid van ventilatie in de stal			Ventilatie kan een belangrijke rol spelen bij de ophoping en concentratie van gassen. Er kan onderscheid gemaakt worden tussen natuurlijke en mechanische ventilatie. Hoe meer ventilatie er is, hoe minder gassen zich ophopen. Bij een gangbaar stalvloersysteem vindt meer luchtuitwisseling tussen ruimten onder en boven de stalvloer plaats. Onderzoek dient gedaan te worden naar ventilatie van de kelder bij emissiearme vloeren.

*Figuur 18: Subscenario's behorende bij scenario-onderdeel 1D bij het hoofd-risicoscenario "blootstelling aan gas, damp en stof". Per subscenario is een kolom weergegeven met de beschrijving van het scenario, twee kolommen die de prevalentie van het subscenario aangeven bij stalvloersystemen met respectievelijk emissiearme vloeren en gangbare vloeren en een kolom die deze prevalentie beschrijft. Prevalentie is gescoord op de kans voor blootstelling aan gassen door het subscenario. Betekenis blauwe blokjes: 0= subscenario leidt niet tot blootstelling aan risicovolle gassen, 1= kleine kans dat subscenario leidt tot blootstelling aan risicovolle gassen, 2= reële kans dat subscenario leidt tot blootstelling aan risicovolle gassen, 3= grote kans dat subscenario leidt tot blootstelling aan risicovolle gassen en 4= subscenario leidt per definitie tot blootstelling aan risicovolle gassen.*

Figuur 18 laat zien in welke situaties gebruikers blootgesteld kunnen worden aan gassen, dampen en stof. Het risico op blootstelling aan deze gassen is gelijk voor beide stalvloersystemen wanneer het gaat om de ventilatie in de stal. Het risico op blootstelling is hoger bij een emissiearme vloer bij een onjuiste installatie/ onderhoud van de vloer<sup>22</sup>, nabij open verbindingen in de stalvloer en wanneer ramen van bijvoorbeeld een trekker open blijven gedurende het mixen en/of leegpompen van een mestput waardoor mestgassen die vrijkomen bij het mixen/ leegpompen zich in de trekker ophopen.

---

<sup>22</sup> Een resultaat van de werksessie en telefonische interviews is dat het voorkomt dat emissiearme stalvloersystemen beperkt worden onderhouden. Zo vindt er niet altijd frequent onderhoud plaats aan bijvoorbeeld de mestschuif en de kleppen in een vloer. Op Infomil is in een box beschreven dat er niet altijd een volledig sluiting van het klepsysteem is: "Het doel van de klepsystemen is om emissie vanuit de kelder naar de stal zoveel mogelijk te voorkomen. De klepsystemen sluiten de kelder niet hermetisch af. De veehouder moet er wel voor zorgen dat het systeem functioneert. De veehouder moet ontbrekende kleppen alsnog of opnieuw (laten) aanbrengen en mechanisch beschadigde kleppen vervangen. Mechanisch beschadigde kleppen kunnen bijvoorbeeld gescheurd zijn." In hetzelfde artikel op Infomil wordt ook beschreven dat kleppen in de praktijk deels openstaan (Infomil, z.d.-e).

## 1F: Effecten van gassen

Bij blootstelling zal het risico verhoogd zijn op bepaalde (acute of chronische) gezondheidskundige effecten. Deze effecten kunnen direct zijn (bijvoorbeeld onwel worden, verstikking, et cetera) of indirect (bijvoorbeeld het verminderd kunnen acteren als gevolg van bewustzijn-storingen). In figuur 13 is dit scenario-onderdeel weergegeven met het nummer 1F. Zie Box 3 voor een beschrijving van gevaarlijke gassen die voorkomen in een melkveestal. In figuur 19 zijn de verschillende subscenario's behorende tot dit scenario-onderdeel opgenomen. In dit figuur wordt ook ieder subscenario, met behulp van de interviews en werksessie, "gescoord" op prevalentie<sup>23</sup> van het voorkomen voor beide stalvloersystemen.

Indien gassen vrijkomen, kunnen mensen daaraan worden blootgesteld langs drie routes: inademing, oraal (via inslikken en/of hand-mond indien gassen condenseren op materiaal) en dermaal (directe opname gassen via de huid, óf directe schade aan huid door irriterend effect, indien gassen condenseren op de huid). Er van uitgaande dat geen Persoonlijke Beschermingsmiddelen (PBM) worden gebruikt, kunnen deze drie blootstellingsroutes leiden tot effecten. Daarbij zal het risico op inademings-effecten het grootst zijn, gevolgd door dermale effecten. Orale effecten zijn slechts minimaal te verwachten. De gezondheidskundige effecten zijn afhankelijk van de blootstelling aan het soort (en hoeveelheid) gevaarlijke stof, en zijn niet afhankelijk van het soort stalvloersysteem. Het soort stalvloersysteem kan echter wel een impact hebben op de hoeveelheid gevaarlijke stof dat vrij kan komen.

---

<sup>23</sup> De prevalentie beschrijft in dit geval de kans dat de gassen daadwerkelijk vrij kunnen komen. Echter zegt niets over de hoogte van de concentraties. Uiteindelijk bepalen de concentraties de daadwerkelijke risico's. Gevalideerde metingen in de kelder/ stal kunnen hier meer helderheid in brengen. Verder worden in de tabel ook de grenswaarden in relatie tot brandbaarheid genoemd. Bij "brandbaarheid" speelt, naast concentratie, ook ontstekingstemperatuur een rol. Zo zal deze bij ammoniak bijvoorbeeld 630 °C bedragen.

1F Effecten Risico bepalende factoren	1F- EAV Prevalentie	1F- Gangbaar Prevalentie	1F - Beschrijving prevalentie
Inademing – geen PBM	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<p>De effecten van inademing kunnen acuut van aard zijn (hoge concentraties in korte tijdsperiodes) als ook chronisch van aard (lage concentraties gedurende lange periodes). Toxische grenswaarden zijn verschillende voor acute (TGG 15 minuten) en chronische (TGG 8 uur) effecten. Brandbaarheid wordt gekoppeld aan de LEL waarden (lower explosion limit). Daarbij komt 1vol% overeen met 10.000ppm. Als grenswaarde wordt hierbij uitgegaan van een concentratie van 10% van de LEL waarde.</p> <p>Bekende <b>acute effecten</b> van de meest voorkomende gassen in stallen zijn:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>NH<sub>3</sub></b>: sterk prikkelend, toxisch en brandbaar. Toxische effecten: irritatie en corrosieve effecten op ogen en luchtwegen; longontsteking. (TGG 15 minuten – 36 mg/m<sup>3</sup> / 100% LEL – 15vol%)</li> <li>• <b>H<sub>2</sub>S</b>: sterk ruikend en toxisch. Toxische effecten: irritatie ogen; geurverlies; levensbedreigende effecten via centraal zenuwstelsel, cardiovasculaire systeem en schade aan de ademhalingsorganen (TGG 15 minuten – 10ppm / 100%LEL – 14vol%)</li> <li>• <b>CH<sub>4</sub></b>: brandbaar. Toxische effecten: verstikking door zuurstofverdringing. (TGG niet vastgesteld / 100%LEL – 4,4, vol%)</li> <li>• <b>HCN</b>: verstoring centraal zenuwstelsel en cardiovasculair systeem; verlamming ademhaling; verstikking door verstoring zuurstofmetabolisme intracellulair; irritatie ogen. (TGG 15 minuten – 5 mg/m<sup>3</sup>)</li> </ul> <p>Bekende <b>chronische effecten</b> van de meest voorkomende gassen in stallen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>NH<sub>3</sub></b>: chronische luchtwegklachten. (TGG 8 uur – 14mg/m<sup>3</sup>)</li> <li>• <b>H<sub>2</sub>S</b>: schade luchtwegen, centraal zenuwstelsel en cardiovasculair systeem. (TGG 8 uur – 1,6ppm)</li> <li>• <b>HCN</b>: verminderd welbevinden; aspecifieke klachten centraal zenuwstelsel. (TGG 8 uur – 1 mg/m<sup>3</sup>)</li> </ul> <p>De prevalentie is hoog voor beide stalsystemen. Daarbij is de verwachting dat acute effecten vooral in stalsystemen met emissiearme vloeren voorkomen op die plekken waar mensen zich bij open verbindingen met de onderliggende mestkelder bevinden. Doordat in stalsystemen met gangbare vloeren de gassen zich sneller kunnen verdelen over de hele stal (en daar dus lagere concentraties aanwezig zullen zijn) is de kans op acute effecten hier kleiner vergeleken met stalsystemen met emissiearme vloer.</p> <p>Voor chronische effecten geldt naar verwachting het omgekeerde: in stalsystemen met emissiearme vloer zijn minimale concentraties te verwachten in de stal zelf (door afsluiting van de stalvloer). In de stallen met gangbare vloeren zullen continu bepaalde (lage) concentraties aanwezig zijn. Vanwege het verschil in acuut en chronisch is de prevalentie op inademingseffecten gelijk gesteld over beide stalsystemen.</p>
Oraal – geen PBM	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<p>Deze blootstellingsroute zal minimaal zijn vanwege blootstellingsmomenten als ook blootstellingshoeveelheden. Effecten zullen beperkt blijven tot hoofdzakelijk <b>acute effecten</b>.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>NH<sub>3</sub></b>: irritatie slijmvliezen maag-darm kanaal.</li> <li>• <b>H<sub>2</sub>S en HCN</b>: systemische effecten vergelijkbaar met inademingsroute.</li> </ul> <p>De prevalentie is gelijk voor beide stalsystemen.</p>
Dermaal – geen PBM	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<p>Dermale blootstelling speelt vooral een grote rol voor huid irriterende stoffen en voor stoffen die snel door de huid opgenomen worden en zodoende tot systemische effecten kunnen leiden. Effecten zullen beperkt blijven tot hoofdzakelijk <b>acute effecten</b>.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>NH<sub>3</sub></b>: schade aan huid (door irritatie).</li> <li>• <b>H<sub>2</sub>S</b>: irritatie slijmvliezen, systemische effecten vergelijkbaar met inademingsroute.</li> <li>• <b>HCN</b>: verstoring centraal zenuwstelsel, cardiovasculair systeem. Verlamming ademhaling. Verstikking door verstoring zuurstofmetabolisme intracellulair. Irritatie ogen.</li> </ul> <p>De prevalentie is gelijk voor beide stalsystemen.</p>

Figuur 19: Subscenario's behorende bij scenario-onderdeel 1F bij het hoofd-risicoscenario "blootstelling aan gas, damp en stof". Per subscenario is een kolom weergegeven met de beschrijving van het scenario, twee kolommen die de prevalentie van het subscenario aangeven bij stalvloersystemen met respectievelijk emissiearme vloeren en gangbare vloeren en een kolom die deze prevalentie beschrijft.

*N.B in de tabel zijn een aantal gassen genoemd. Daarbij is het effect van koolstofdioxide niet opgenomen. Dit gas heeft een toxische grenswaarde van 5000ppm.*

## 5.2.2 Risicobeoordeling gasvorming

Een belangrijke opmerking vooraf, bij de risicobeoordeling van het scenario “gasvorming”, is dat er verschillende soorten gassen kunnen ontstaan als gevolg van de individuele bijdrage van specifieke subscenario’s, maar ook als gevolg van de interacties tussen de verschillende subscenario’s. Zo weten we dat in ieder geval de volgende gassen kunnen ontstaan: ammoniak, koolstofdioxide, methaan, waterstofsulfide en blauwzuurgas (Box 3 beschrijft deze gevaarlijke gassen die in een mestput voorkomen). De aard van het gas levert een bijbehorend risico op, zie ook box 3 en figuur 19. Zo zal methaan onder andere een risico vormen voor brand, maar daarnaast ook een zuurstof verdringende werking hebben (verstikking). Blauwzuurgas kan ook een verstikkende werking hebben, echter verloopt deze via onderbreking van essentiële processen in de menselijke cel. Kijkende naar zowel het soort gas als de hoeveelheid daarvan kunnen daarnaast acute effecten (direct effect bij kortdurende hoge blootstelling), maar ook chronische effecten optreden (langdurende blootstelling bij lagere blootstellingshoeveelheden). Aangezien er vele variabelen zijn die (eventueel in combinatie) kunnen leiden tot een verscheidenheid en hoeveelheid van gassen, én omdat er vele verschillende effecten kunnen ontstaan (zoals hierboven beschreven) is ervoor gekozen om de risico-waardering te baseren op het meest ernstige potentiële effect bij blootstelling aan een gevaarlijke stof.

Uit de voorgaande paragrafen blijkt dat bij een zevental subscenario’s de prevalentie bij emissiearme stalvloersystemen groter is vergeleken met gangbare stalvloersystemen. In deze paragraaf wordt ingegaan op een risicowaardering van de geconstateerde verschillen. Daarbij wordt specifiek gekeken naar de subscenario’s met verschillen tussen beide stalvloersystemen. Benadrukt dient te worden dat dit niet betekent dat de andere subscenario’s geen risico’s met zich meebrengen. Indien bij deze scenario’s de prevalentie hoog gescoord is, zal het risico ook evenredig hoger zijn. In hoofdstuk 8.3.2. gaan we in op de generieke risico’s waarbij de prevalentie hoog is, maar gelijk is voor beide stalvloersystemen.

In het algemeen geldt het paradigma dat een gezondheid- en veiligheidsrisico alleen kan ontstaan indien er een gevaar is én er blootstelling mogelijk is aan dit gevaar. Daarbij dient opgemerkt te worden dat het risico voor de mensen kleiner is, wanneer geen mensen aanwezig zijn in de stal wanneer een gevaar plaatsvindt (bijvoorbeeld in de nacht). De eerder beschreven methode van Kinney & Wiruth is ook gebaseerd op dit basisprincipe. Indien de 7 subscenario’s (die verschillen tussen beide stalvloersystemen) vanuit deze optiek worden bekeken kan gesteld worden dat drie van de genoemde subscenario’s direct tot mogelijke risico’s kunnen leiden, namelijk: onjuiste installatie/ onderhoud van de vloer, nabijheid van open verbindingen in de stalvloer en geopende trekker ramen nabij de mestput. Deze subscenario’s vallen binnen het blok “blootstelling” binnen het genoemde paradigma gasvorming. In figuur 13 zijn deze terug te vinden in scenario-onderdeel 1E. Indien deze “blootstelling” aanwezig is zullen alle gevaren in de voorgaande scenario-onderdelen een rol gaan spelen bij de hoogte van het daadwerkelijk gezondheidsrisico (dus ook die scenario-onderdelen die niet verschillend zijn tussen de stalvloersystemen). Kijkende naar die voorgaande scenario-onderdelen zien we enerzijds de overige (vier) subscenario’s die verschillen tussen beide stalvloersystemen (namelijk opeenhoping van gassen in de mestput, diepte put, het vallen van mest in de put en mest dat tegen de stalvloer aandrukt waardoor eventueel aanwezig schuim kapot gaat).

Anderzijds zien we ook subscenario's met hoge prevalenties die gelijk zijn voor beide stalvloersystemen, maar ook een rol gaan spelen bij de risico's die kunnen ontstaan door de drie vastgestelde (blootstelling) subscenario's die verschillen tussen beide stalvloersystemen.

In het kort:

1. De specifieke risico's zijn de risico's die specifiek optreden bij stalvloersystemen met emissiearme vloeren (en niet bij de systemen met gangbare vloeren).  
De generieke risico's zijn de risico's die optreden bij beide stalvloersystemen
2. Bij risico-reductie (arbeidsomstandigheden) wordt de arbeid hygiënische strategie altijd als uitgangspunt genomen (eerst kijken naar mogelijke bronmaatregelen, dan naar technisch/organisatorische maatregelen (ruimte/afstand) en vervolgens naar effectmaatregelen (toepassen PBM).
3. De risico's zijn over de gehele keten kwalitatief beoordeeld (o.b.v. de interviews en de werksessie). In de (gasvorming-risico) keten van 1A (bron) t/m 1F (effect) spelen diverse specifieke als ook generieke elementen een rol in relatie tot het gewicht van het uiteindelijke risico

Om in te kunnen schatten waar de grootste impact kan worden gegenereerd in het kader van risico-reductie van specifieke risico's vindt in deze paragraaf ook een risico-kwantificering plaats. Vanwege bovenstaande punten is ervoor gekozen de kwantificering te richten op de kwalitatief beoordeelde specifieke risico's die het meest "rechts" in de (bron-effect) keten gepositioneerd zijn (blootstelling-scenario's). Indien namelijk risico-reducerende maatregelen genomen worden op deze specifieke risico's zullen alle voorgaande specifieke én generieke risico's voorkomen worden.

Vanuit bovenbeschreven optiek zijn zodoende bij drie prioritaire blootstellingsscenario's verschillen geconstateerd tussen beide stalvloersystemen. Deze zullen verder worden uitgewerkt middels de methode van Kinney & Wiruth. Bij de vaststelling van de getallen voor waarschijnlijkheid, blootstelling en ernst is uitgegaan van een zekere en hoge aanwezigheid van gevaren in de voorgaande scenario-onderdelen. Concreet betekent dit dat uitgegaan wordt van het gegeven dat gasvorming per definitie zal plaatsvinden (door een samenspel van de eerder genoemde scenario-onderdelen). Daarbij richten wij ons op het meest ernstige potentiële effect bij blootstelling aan een gevaarlijke stof.

Deze toekenning van de afzonderlijke scores<sup>24</sup> (voor W,B,E) is gedaan op basis van de informatie die verzameld is tijdens de interviews en werksessie. Tijdens de review rondes hebben de stakeholders deze scores kunnen beoordelen aan aanscherpen daar waar van toepassing. Figuur 20 beschrijft de toekenning van de scores voor het risico-scenario gasvorming. Tabel 3 geeft een voorbeeld van hoe deze scores tot stand zijn gekomen. Deze wijze van het toekennen van scores is ook van toepassing op de risicobeoordelingen van de overige subscenario's.

---

<sup>24</sup> De drie tabellen van Kinney & Wiruth (zie paragraaf 5.1.2) zijn gebruikt om de vertaling te maken naar de scores.

	Gasvorming					
	Onjuiste installatie/ onderhoud		Nabijheid open verbindingen		Geopende trekker ramen	
	EAV	Gangbaar	EAV	Gangbaar	EAV	Gangbaar
W	6	0,5	10	10	3	0,5
B	6	6	6	6	1	1
E	15	3	15	3	15	15
Score	540	9	900	180	45	7,5
Risicoklasse	Zeer hoog	Laag	Zeer hoog	Belangrijk	Mogelijk	Laag
	5	1	5	3	2	1

Figuur 20. Methode van Kinney & Wiruth voor berekening risicowaardering scores. Per subscenario is de berekening gedaan voor de emissiearme vloer (EAV) en de gangbare vloer (gangbaar). Daartoe is een score voor Waarschijnlijkheid (W), Blootstelling (B) en Ernst (E) vastgesteld. In de figuur is goed te zien hoe de risico's zich tot elkaar verhouden.

Tabel 3: Weergave van het komen tot de risicobeoordeling bij gasvorming.

	Gasvorming					
	Onjuiste installatie/ onderhoud. Dit houdt in dat wordt gekeken naar het risico van het vrijkomen van gas in de stal als gevolg van onjuiste installatie/ onderhoud.		Nabijheid open verbindingen. Dit houdt in dat wordt gekeken naar het risico van het vrijkomen van gas in de stal als gevolg van open verbindingen.		Geopende trekker ramen. Dit houdt in dat wordt gekeken naar het risico dat gassen zich in de trekker ophopen als gevolg van open trekker ramen.	
	EAV	Gangbaar	EAV	Gangbaar	EAV	Gangbaar
W	6: Het is goed mogelijk dat een gas kan vrijkomen in de stal als gevolg van onjuiste installatie/ onderhoud.	0,5: Het is onwaarschijnlijk dat een gas kan vrijkomen in de stal als gevolg van onjuiste installatie/ onderhoud. Een roostervloer heeft standaard een groter % openingen en is niet beoogd om dicht uitgevoerd te zijn.	10: Het is onoverkomelijk dat gassen vrijkomen in de stal als gevolg van open verbindingen.	10: Het is onoverkomelijk dat gassen vrijkomen in de stal als gevolg van open verbindingen.	3: Het is ongewoon, maar mogelijk dat gassen ophopen in een trekker wanneer de trekker ramen nabij de mestkelder open staan gedurende het mest mixen/ leegpompen.	3: Het is onwaarschijnlijk dat gassen ophopen in een trekker wanneer de trekker ramen nabij de mestkelder open staan gedurende het mest mixen/ leegpompen.  Dit heeft te maken met de lagere concentraties aan gassen in de mestput/ langere weg voordat gassen bij trekker aankomen en de rol van meteo op de verspreiding van gassen.



Gasvorming						
	Onjuiste installatie/ onderhoud. Dit houdt in dat wordt gekeken naar het risico van het vrijkomen van gas in de stal als gevolg van onjuiste installatie/ onderhoud.		Nabijheid open verbindingen. Dit houdt in dat wordt gekeken naar het risico van het vrijkomen van gas in de stal als gevolg van open verbindingen.		Geopende trekker ramen. Dit houdt in dat wordt gekeken naar het risico dat gassen zich in de trekker ophopen als gevolg van open trekker ramen.	
	EAV	Gangbaar	EAV	Gangbaar	EAV	Gangbaar
B	6: Op het moment dat het scenario plaatsvindt, is de kans op blootstelling dagelijks tijdens werkuren.	6: Op het moment dat het scenario plaatsvindt, is de kans op blootstelling dagelijks tijdens werkuren.	6: Op het moment dat het scenario plaatsvindt, is de kans op blootstelling dagelijks tijdens werkuren.	6: Op het moment dat het scenario plaatsvindt, is de kans op blootstelling dagelijks tijdens werkuren.	1: Mest mixen en het leegpompen van de mestput gebeurt (in de meeste gevallen) slechts enkele malen per jaar.	1: Mest mixen en het leegpompen van de mestput gebeurt (in de meeste gevallen) slechts enkele malen per jaar.
E	15: Vanwege de hoge concentraties aan gassen, is het effect zeer ernstig (kan leiden tot één dode).	3: Omdat concentraties aan gassen lager zijn, heeft verspreiding van gassen eerder een chronisch effect. Dit kan leiden tot een tijdelijke arbeidsongeschiktheid.	15: Vanwege de hoge concentraties aan gassen, is het effect zeer ernstig (kan leiden tot één dode).	3: Omdat concentraties aan gassen lager zijn, heeft verspreiding van gassen eerder een chronisch effect. Dit kan leiden tot een tijdelijke arbeidsongeschiktheid.	15: Indien gassen zich hebben opgehoopt in de trekker, is de ernst van het effect zeer ernstig. Het kan leiden tot één dode.	15: Indien gassen zich hebben opgehoopt in de trekker, is de ernst van het effect zeer ernstig. Het kan leiden tot één dode.

### 5.2.3 Conclusie gasvorming

Er zijn verschillende scenario's nodig alvorens het scenario "gasvorming" kan leiden tot een effect. Daarbij zijn alle subscenario's beschouwd (op basis van de werksessies) van gasvorming tot het uiteindelijk optreden van effecten. Allereerst, gasvorming kan ontstaan door de directe werking van uitscheidingsproducten (faeces en urine) die in de put komen. Er komen ook andere producten in de mestkelder terecht. Dit betreft voornamelijk afvalwater met reinigingsmiddelen uit de melkinstallatie en hygiënemiddelen voor hoefbaden. Daarnaast kunnen – incidenteel – andere stoffen aan de mest worden toegevoegd, zoals mineralenconcentraten en spuiwater, wat kan leiden tot hogere concentraties aan gas.

Een ander effect van de werking van bronnen en de diepte van de put, is schuimvorming. Schuim kan ontstaan onder omstandigheden die grotendeels nog onbekend zijn. De geproduceerde gassen vormen belletjes (schuim) en eventuele aanwezige vetachtige componenten verlagen de oppervlaktenspanning. Breekt dit schuim, dan komen de gassen vrij. Deze gassen kunnen ook zonder schuim vrijkomen, echter dan veel gelijkmatiger. Brekend schuim zorgt voor piek-emissies en daarmee concentraties in de lucht. Hierbij zijn het mixen van mest en het leegpompen van de mestputten de meest risicovolle activiteiten voor het breken van schuim. Het vallen van mest in de put kan bij een emissiearm stalvloersysteem voor een verhoogd risico vormen<sup>25</sup>.

<sup>25</sup> Zie paragraaf 1.3. voor de beschrijvingen van een emissiearm stalvloersysteem en een gangbaar stalvloersysteem.

Echter ons onderzoek toont onvoldoende of er een relatie is met de prevalentie van schuimvorming en het type stalvloersysteem. Er is op dit moment te weinig informatie bekend over de oorzaken van schuimvorming. Vanwege deze constatering adviseren wij het proces van schuimvorming nader te onderzoeken.

De grootste verschillen tussen beide stalvloersystemen, worden benoemd in het subscenario “blootstelling aan gassen”. In een stalvloersysteem met emissiearme vloer ligt een vloer op de mestput, welke de mestput meer afsluit dan een stalvloersysteem met gangbare vloer<sup>26</sup>. Hierdoor is de kans kleiner dat een gas in de werkruimte van de stal komt. Echter, de hoge concentraties aan gassen kunnen via open verbindingen naar buiten ontsnappen waardoor daar hogere concentraties van gassen, dampen en stoffen ontstaan. Dit komt incidenteel voor. Echter, wanneer deze hoge concentraties aan gassen ontsnappen en er blootstelling is aan deze hoge concentraties, is het risico op een acuut gezondheidseffect groot (ten opzichte van een stalvloersysteem met gangbare vloer).

Een stalvloersysteem met gangbare vloer bevat continu meer openingen tussen mestput en stalruimte. Hierdoor is de kans dat gevaarlijke gassen zich door de stal gaan verspreiden groter en vindt er een continue blootstelling aan de gevormde gassen plaats. Door de continue ontsnapping van gassen zijn de concentraties lager. Daarnaast zorgen ook de afvoer en verdunning van gassen in een stal ervoor dat de concentraties gassen minder schadelijk zijn. Hierdoor is het risico op een acuut gezondheidseffect waarschijnlijk kleiner bij een stalvloersysteem met een gangbare vloer. Op langere termijn kunnen de effecten echter groter zijn (chronische effecten). Uiteraard is dit wederom afhankelijk van de daadwerkelijke concentraties die op kunnen treden in de stal zelf.

Als laatste dient opgemerkt te worden dat het uitdampen van gas uit mest geen continu proces is. Er zal ook vaak een “mestkoek” aanwezig zijn waardoor gassen niet of nauwelijks uit kunnen dampen op die specifieke plaatsen. Bij het in beweging brengen van mest (waardoor onder andere de mestkoek breekt) kunnen gassen dan in meerdere mate uitdampen waardoor risico's groter zullen zijn. Dit fenomeen speelt in principe bij alle stalvloersystemen. Echter kunnen daardoor de risico's per stalvloersysteem en per activiteit variëren.

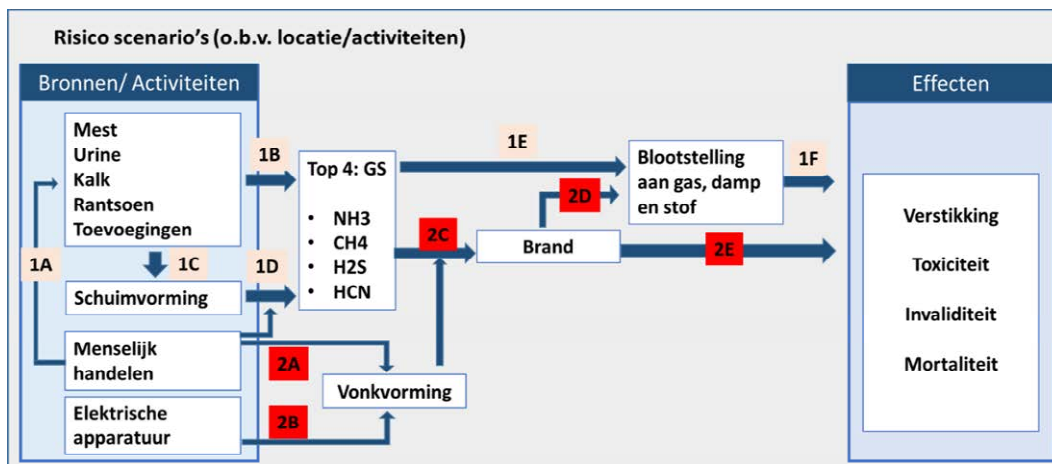
---

<sup>26</sup> Stalvloersystemen kunnen variëren waarbij het percentage “dichte vloer” eveneens kan variëren. Dit percentage is uiteindelijk bepalend voor de mate waarin blootstelling aan gassen plaats kan vinden. Zie paragraaf 1.3 voor de beschrijvingen van de stalvloersystemen.

## 5.3 Brandrisico

### 5.3.1 Beschrijving subscenario's

In figuur 21 is het scenario beschreven in relatie tot brandrisico.











Figuur 21: Hoofd-risicoscenario "brandrisico". De pijlen geven het verloop van het risicoscenario aan. In de rode "blokken" staan de codes van het betreffende onderdeel in het risicoscenario (2A t/m 2E). De oranje "blokken" zijn de scenario-onderdelen die ook aanwezig dienen te zijn bij dit hoofdcenario, maar reeds beschreven zijn in de voorgaande paragrafen.

In deze paragraaf wordt ieder scenario-onderdeel met alle bijbehorende subscenario's nader toegelicht. Daarbij wordt ook een vergelijking gemaakt tussen de risico's van een emissiearm stalvloersysteem versus een gangbaar stalvloersysteem.

## 2A: Vonkvorming door menselijk handelen

Door menselijk handelen, kan een vonk gevormd worden. In figuur 21 is dit scenario-onderdeel weergegeven met het nummer 2A. In figuur 22 zijn de verschillende subscenario's behorende tot dit scenario-onderdeel opgenomen. In dit figuur wordt ook ieder subscenario, met behulp van de interviews en werksessie, "gescoord" op prevalentie van het voorkomen bij beide stalvloersystemen.














2A Vonkvorming door menselijk handelen	2A - EAV Prevalentie	2A - Gangbaar Prevalentie	2A - Beschrijving prevalentie
Lassen/slijpen in de stal			Lassen en slijpen in de stal is een risicoactiviteit waar vonken vrij komen. De prevalentie van vonkvorming als gevolg van lassen en slijpen is gelijk tussen beide stalvloersystemen.
Roken in de stal			De prevalentie dat er gerookt wordt in de stal en dat daarbij vonken vrij komen is even hoog tussen beide stalvloersystemen. Roken in de stal is een risicovolle activiteit, omdat het kan zorgen voor vonkvorming.
Dieren verzorgen in de stal (hoeven kappen, uierharen branden/scheren, föhnen etc.)			Ten behoeve van de dierenverzorging in de stal, dienen soms risicovolle activiteiten uitgevoerd te worden welke kunnen leiden tot vonkvorming. Hierbij valt te denken aan het kappen van de hoeven, het branden/scheren van uierharen en het föhnen van een koe (m.b.t. keuring). De prevalentie dat dierenverzorging leidt tot vonkvorming is gelijk tussen beide stalvloersystemen.
Trekker met hete uitlaat de stal inrijden			Wanneer een trekker een hete uitlaat heeft, kunnen hier vonken vanaf komen. Op het moment dat deze trekker in een stal gereden wordt, kan dit gezien worden als een risicovolle activiteit. De kans dat een trekker met hete uitlaat in de stal gereden wordt en dat daarbij vonkvorming ontstaat is gelijk voor beide stalssystemen.

Figuur 22: Subscenario's behorende bij scenario-onderdeel 2A bij het hoofd-risicoscenario "Brandrisico". Per subscenario is een kolom weergegeven met de beschrijving van het scenario, twee kolommen die de prevalentie van het subscenario aangeven bij stalvloersystemen met respectievelijk emissiearme vloeren en gangbare vloeren en een kolom die deze prevalentie beschrijft. Prevalentie is gescoord op de kans op vonkvorming door het subscenario. Betekenis blauwe blokjes: 0= subscenario leidt niet tot vonkvorming, 1= kleine kans dat subscenario leidt tot vonkvorming, 2= reële kans dat subscenario leidt tot vonkvorming, 3= grote kans dat subscenario leidt tot vonkvorming en 4= subscenario leidt per definitie tot vonkvorming.

Figuur 22 geeft weer welke risicovolle activiteiten het vaakst voorkomen in een stal waarbij menselijk handelen leidt tot vonkvorming. Deze risicoactiviteiten komen even vaak voor bij emissiearme stalvloersystemen dan bij gangbare stalvloersystemen. Het lassen en slijpen in de stal wordt gezien als meest risicovolle activiteit, omdat hierbij direct vonken vrijkomen.

## 2B: Vonkvorming door elektrische apparatuur

Door elektrische apparatuur kan een vonk gevormd worden. In figuur 21 is dit scenario-onderdeel weergegeven met het nummer 2B. Figuur 23 beschrijft de verschillende subscenario's behorende tot dit scenario-onderdeel. In dit figuur wordt ook ieder subscenario, met behulp van de interviews en werksessie, "gescoord" op prevalentie van het voorkomen voor beide stalvloersystemen.





2B Vonkvorming door elektrische apparatuur	2B - EAV Prevalentie	2B - Gangbaar Prevalentie	2B - Beschrijving prevalentie
Elektrische vliegenvaal			Wanneer een vlieg tegen de elektrische vliegenvaal aanvliegt, leidt dit altijd tot vonkvorming.
Schrikdraad			Er kunnen vonken gevormd worden bij elektrische installaties zoals schrikdraad.
Mestrobot, mestschuif, mestscheider, voerrobot, melkrobot			Er kunnen vonken gevormd worden bij elektrische installaties zoals een mestrobot, mestschuif, mestscheider, voerrobot en melkrobot
Elektrische mixer			Er kunnen vonken gevormd worden door een elektrische mixer.
Zonnepanelen			Er kunnen vonken gevormd worden bij elektrische installaties zoals zonnepanelen.
Gebrek aan onderhoud elektrische apparatuur			Door een gebrek aan onderhoud aan elektrische apparatuur kunnen technische defecten ontstaan welke kunnen leiden tot vonkvorming.
Technische ruimten			In een technische ruimte staat veel elektrische apparatuur. Uit deze elektrische apparatuur kunnen vonken ontstaan.

Figuur 23: Subscenario's behorende bij scenario-onderdeel 2B bij het hoofd-ricoscenario "Brandrisico". Per subscenario is een kolom weergegeven met de beschrijving van het scenario, twee kolommen die de prevalentie van het subscenario aangeven bij stalvloersystemen met respectievelijk emissiearme vloeren en gangbare vloeren en een kolom die deze prevalentie beschrijft. Prevalentie is gescoord op de kans op vonkvorming door het subscenario. Betekenis blauwe blokjes: 0= subscenario leidt niet tot vonkvorming, 1= kleine kans dat subscenario leidt tot vonkvorming, 2= reële kans dat subscenario leidt tot vonkvorming, 3= grote kans dat subscenario leidt tot vonkvorming en 4= subscenario leidt per definitie tot vonkvorming.

Figuur 23 weergeeft welke risicovolle activiteiten het meeste voorkomen in een stal waarbij elektrische apparatuur leidt tot vonkvorming. Deze risicoactiviteiten komen even vaak voor bij emissiearme stalvloersystemen dan bij gangbare stalvloersystemen. Een elektrische vliegenvaal zorgt altijd voor vonkvorming, bij de overige elektrische apparatuur is dit niet het geval. Een belangrijke toevoeging hierop is dat, bij het gebruik van explosie veilig materieel, per definitie geen vonkvorming ontstaat. Bovenstaande prevalentie-beoordeling is dus gebaseerd op elektrische apparatuur welke niet is geclassificeerd als explosie veilig.

## 2C: Ontstaan van brand

Indien een vonk in contact komt met brandbare gassen kan brand ontstaan. Zie Box 3 voor een beschrijving van gevaarlijke gassen die voorkomen in een melkveestal en kunnen leiden tot ontbranding. In figuur 21 is dit scenario-onderdeel weergegeven met het nummer 2C. In figuur 24 zijn de verschillende subscenario's behorende tot dit scenario-onderdeel opgenomen. In dit figuur wordt ook ieder subscenario, met behulp van de interviews en werksessie, "gescoord" op prevalentie van het voorkomen voor beide stalvloersystemen.



2C Vonk komt in contact met gas en leidt tot brand	2C - EAV Prevalentie	2C - Gangbaar Prevalentie	2C - Beschrijving prevalentie
Scenario's 1B + 1E + 2A + brandbare materialen/isolatie			Een combinatie van de ophoping van gassen, het vrijkomen van gassen, vonkvorming door menselijk handelen en brandbare materialen/ isolatie kan ervoor zorgen dat brand ontstaat. Wanneer de vonk in contact komt met hoge concentraties aan gas, is de prevalentie voor het ontstaan van brand hoog. Echter, de prevalentie is gelijk voor beide stalvloersystemen, want als de vonk eenmaal met gas in aanmerking komt is de kans op brand gelijk.
Scenario's 1B + 1E + 2B + brandbare materialen/isolatie			Een combinatie van de ophoping van gassen, het vrijkomen van gassen, vonkvorming door elektrische apparatuur en brandbare materialen/ isolatie kan ervoor zorgen dat brand ontstaat. Wanneer de vonk in contact komt met hoge concentraties aan gas, is de prevalentie voor het ontstaan van brand hoog. Echter, de prevalentie is gelijk voor beide stalvloersystemen, want als de vonk eenmaal met gas in aanmerking komt is de kans op brand gelijk.

Figuur 24: Subscenario's behorende bij scenario-onderdeel 2C bij het hoofd-risicoscenario "Brandrisico". Per subscenario is een kolom weergegeven met de beschrijving van het scenario, twee kolommen die de prevalentie van het subscenario aangeven bij stalvloersystemen met respectievelijk emissiearme vloeren en gangbare vloeren en een kolom die deze prevalentie beschrijft. Prevalentie is gescoord op de kans dat vonkvorming in de stal leidt tot een brand. Betekenis blauwe blokjes: 0= subscenario leidt niet tot brand, 1= kleine kans dat subscenario leidt tot brand, 2= reële kans dat subscenario leidt tot brand, 3= grote kans dat subscenario leidt tot brand en 4= subscenario leidt per definitie tot brand.

Figuur 24 weergeeft de prevalentie van het ontstaan van brand wanneer een vonk met gas in aanraking komt. Deze vonk kan ontstaan zijn uit menselijk handelen (2A) en uit elektrische apparatuur (2B). De kans dat een vonk tot brand leidt bij aanraking met een brandbaar gas is voor beide stalvloersystemen gelijk.

## 2D: Blootstelling aan brand

Bij brand kunnen brandgassen en roetdeeltjes vrijkomen die mogelijk leiden tot blootstelling hieraan. In figuur 21 is dit scenario-onderdeel weergegeven met het nummer 2D. In figuur 25 zijn de verschillende subscenario's behorende tot dit scenario-onderdeel opgenomen. In dit figuur wordt ook ieder subscenario, met behulp van de interviews en werksessie, "gescoord" op prevalentie van het voorkomen voor beide stalvloersystemen.

2D blootstelling aan rookgassen	2D- EAV Prevalentie	2D- Gangbaar Prevalentie	2D - Beschrijving prevalentie
Aanwezig tijdens brand			Bij aanwezigheid van brand is de blootstelling aan rookgassen onvermijdbaar. Deze blootstelling is, wanneer een brand eenmaal is uitgebroken, gelijk voor beide stalsystemen.

Figuur 25: Subscenario's behorende bij scenario-onderdeel 2D bij het hoofd-risicoscenario "Brandrisico". Per subscenario is een kolom weergegeven met de beschrijving van het scenario, twee kolommen die de prevalentie van het subscenario aangeven bij stalvloersystemen met respectievelijk emissiearme vloeren en gangbare vloeren en een kolom die deze prevalentie beschrijft. Prevalentie is gescoord op de kans aanwezigheid in de stal bij brand, leidt tot blootstelling aan de rookgassen. Betekenis blauwe blokjes: 0= subscenario leidt niet tot blootstelling, 1= kleine kans dat subscenario leidt tot blootstelling, 2= reële kans dat subscenario leidt tot blootstelling, 3= grote kans dat subscenario leidt tot blootstelling en 4= subscenario leidt per definitie tot blootstelling.

Figuur 25 weergeeft dat de prevalentie met betrekking tot de blootstelling aan rookgassen bij aanwezigheid tijdens brand onvermijdbaar en gelijk is tussen beide stalvloersystemen.

## 2E: Effect van brand

Brand kan ook directe fysieke effecten (o.a. temperatuur) hebben welke kunnen leiden tot gezondheidseffecten. In figuur 21 is dit scenario-onderdeel weergegeven met het nummer 2E. In figuur 26 zijn de verschillende subscenario's behorende tot dit scenario-onderdeel opgenomen. In dit figuur wordt ook ieder subscenario, met behulp van de interviews en werksessie, "gescoord" op prevalentie van het voorkomen voor beide stalvloersystemen.

2E blootstelling aan vuur/warmte	2E- EAV Prevalentie	2E- Gangbaar Prevalentie	2E - Beschrijving prevalentie
Aanwezig tijdens brand			Bij aanwezigheid van brand is de blootstelling aan vuur/warmte onvermijdbaar. Deze blootstelling is, wanneer een brand eenmaal is uitgebroken, gelijk voor beide stalsystemen.

Figuur 26: Subscenario's behorende bij scenario-onderdeel 2E bij het hoofd-risicoscenario "Brandrisico". Per subscenario is een kolom weergegeven met de beschrijving van het scenario, twee kolommen die de prevalentie van het subscenario aangeven bij stalvloersystemen met respectievelijk emissiearme vloeren en gangbare vloeren en een kolom die deze prevalentie beschrijft. Prevalentie is gescoord op de kans aanwezigheid in de stal bij brand, leidt tot blootstelling aan de vuur/warmte. Betekenis blauwe blokjes: 0= subscenario leidt niet tot blootstelling, 1= kleine kans dat subscenario leidt tot blootstelling, 2= reële kans dat subscenario leidt tot blootstelling, 3= grote kans dat subscenario leidt tot blootstelling en 4= subscenario leidt per definitie tot blootstelling.

Figuur 26 weergeeft dat de prevalentie met betrekking tot de blootstelling vuur/warmte bij aanwezigheid tijdens brand gelijk is tussen beide stalvloersystemen. Een bijkomend effect bij brand treedt op wanneer zich in een stal brandbaar isolatiemateriaal bevindt.

Met name wanneer het plafond uit brandbaar isolatiemateriaal bestaat, brengt dit extra risico's met zich mee. Brandende druppels kunnen namelijk naar beneden vallen, en wanneer deze op mensen of dieren vallen, kunnen ernstige brandwonden ontstaan.

### 5.3.2 Risicobeoordeling Brandrisico

In bovenstaande paragrafen is te zien dat het risico op brand niet verschilt tussen beide stalvloersystemen. Daarom is dit scenario niet verder doorgerekend op risicowaardering scores.

### 5.3.3 Conclusie Brandrisico

Uit het onderzoek komt naar voren dat risicovolle activiteiten die leiden tot vonkvorming (menselijk handelen en elektrische apparatuur) even vaak voorkomen bij emissiearme stalvloersystemen als bij gangbare stalvloersystemen<sup>27</sup>. Echter, ondanks dat de kans op het uitbreken van een brand even groot tussen beide stalvloersystemen, zijn er wel een aantal verschillen te kenmerken met betrekking tot brandvorming.

Bij het stalvloersysteem met emissiearme vloer is de mestput grotendeels afgesloten. Daardoor is de kans kleiner dat een vonk in de put terecht komt. Echter vanwege hoge concentraties aan gassen bij openingen, is de kans op brand groter wanneer een vonk in deze opening terecht komt. Vergeleken met stalvloersysteem met een gangbare vloer is de kans incidenteel en klein dat een brand ontstaat. Echter wanneer een brand uitbreekt, is het effect hiervan gelijk tussen beide systemen.

Gezien het feit dat bij een stalvloersysteem met gangbare vloer een "open" verbinding bestaat met de mestkelder (en de gassen die daar gevormd kunnen worden), kunnen vonken in de stalvloersystemen met gangbare vloeren sneller in de mestkelder terecht komen. Echter is de kans dat een gas de concentratielimiet voor brand bereikt kleiner, aangezien gassen zich gemakkelijker verspreiden over de stal en zich minder snel ophopen in de mestput. Vergeleken met een emissiearme stalvloer bestaat hier aldus een continu brandrisico met kleine kans. Echter wanneer een brand uitbreekt, is het effect hiervan gelijk tussen beide systemen.

---

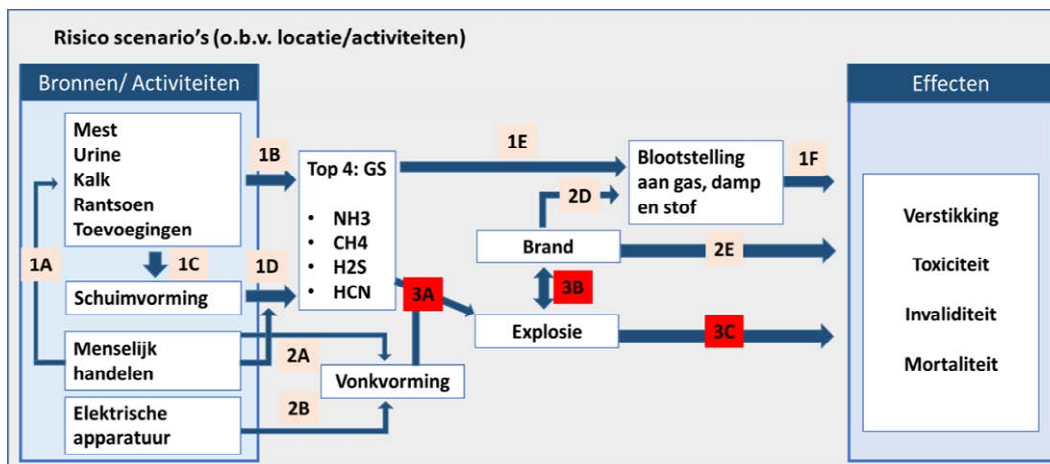
<sup>27</sup> Zie paragraaf 1.3. voor de beschrijvingen van een emissiearm stalvloersysteem en een gangbaar stalvloersysteem.



## 5.4 Explosierisico

### 5.4.1 Beschrijving subscenario's

In figuur 27 is het scenario beschreven in relatie tot explosierisico.







Figuur 27: Hoofd-risicoscenario "explosierisico". De pijlen geven het verloop van het risicoscenario aan. In de rode "blokken" staan de codes van het betreffende onderdeel in het risicoscenario (3A t/m 3C). De oranje "blokken" zijn de scenario-onderdelen die ook aanwezig dienen te zijn bij dit hoofdcenario, maar reeds beschreven zijn in de voorgaande paragrafen.

In deze paragraaf wordt ieder scenario-onderdeel met alle bijbehorende subscenario's nader toegelicht. Daarbij wordt ook een vergelijking gemaakt tussen de risico's van een emissiearm stalvloersysteem versus een gangbaar stalvloersysteem.

### 3A: Ontstaan van explosie

Indien een vonk in contact komt met explosieve gassen kan een explosie ontstaan. Zie Box 3 voor een beschrijving van gevaarlijke gassen die voorkomen in een melkveestal. In figuur 27 is dit scenario-onderdeel weergegeven met het nummer 3A. In figuur 28 zijn de verschillende subscenario's behorende tot dit scenario-onderdeel opgenomen. In dit figuur wordt ook ieder subscenario, met behulp van de interviews en werksessie, "gescoord" op prevalentie van het voorkomen in beide stalvloersystemen.

3A Vonk komt in contact met gas en leidt tot explosie	3A - EAV Prevalentie	3A - Gangbaar Prevalentie	3A - Beschrijving prevalentie
Scenario's 1B + 1E + 2A + brandbare materialen/isolatie			Een combinatie van de ophoping van gassen, het vrijkomen van gassen, vonkvorming door menselijk handelen en brandbare materialen/ isolatie kan ervoor zorgen dat een explosie ontstaat. Wanneer de vonk in contact komt met hoge concentraties aan gas, is de prevalentie voor het ontstaan van explosie hoger bij een emissiearm stalsysteem dan bij een gangbaar stalsysteem. Dit komt omdat bij een emissiearm stalvloersysteem de gassen opeenhopen (tot hoge/ explosiegevaarlijke concentraties), terwijl de gassen bij een gangbare vloer over de stal verspreiden.
Scenario's 1B + 1E + 2B + brandbare materialen/isolatie			Een combinatie van de ophoping van gassen, het vrijkomen van gassen, vonkvorming door menselijk handelen en brandbare materialen/ isolatie kan ervoor zorgen dat een explosie ontstaat. Wanneer de vonk in contact komt met hoge concentraties aan gas, is de prevalentie voor het ontstaan van explosie hoger bij een emissiearm stalsysteem dan bij een gangbaar stalsysteem. Dit komt omdat bij een emissiearm stalvloersysteem de gassen opeenhopen (tot hoge/ explosiegevaarlijke concentraties), terwijl de gassen bij een gangbare vloer over de stal verspreiden.

*Figuur 28: Subscenario's behorende bij scenario-onderdeel 3A bij het hoofd-risicoscenario "Explosierisico". Per subscenario is een kolom weergegeven met de beschrijving van het scenario, twee kolommen die de prevalentie van het subscenario aangeven bij stalvloersystemen met respectievelijk emissiearme vloeren en gangbare vloeren en een kolom die deze prevalentie beschrijft. Prevalentie is gescoord op de kans dat vonkvorming in de stal leidt tot een explosie. Betekenis blauwe blokjes: 0= subscenario leidt niet tot explosie, 1= kleine kans dat subscenario leidt tot explosie, 2= reële kans dat subscenario leidt tot explosie, 3= grote kans dat subscenario leidt tot explosie en 4= subscenario leidt per definitie tot explosie.*

Figuur 28 geeft de prevalentie van het ontstaan van explosie weer wanneer een vonk met gas in aanraking komt. Deze vonk kan, net zoals bij het brandrisico, ontstaan zijn uit menselijk handelen en uit elektrische apparatuur. Onder menselijk handelen verstaan we risicovolle activiteiten die gecreëerd worden door een mens, zoals het lassen/ slijpen/ roken in de stal en dierverzorging (zie subscenario 2A). Ook kunnen vonken ontstaan door elektrische apparatuur (bijvoorbeeld door ontlading of kortsluiting), wanneer vonken gevormd worden door bijvoorbeeld een elektrische vliegenvaal, mestrobot, mestschuif, mestscheider, voerrobot, melkrobot et cetera (zie subscenario 2B).

De kans dat een vonk tot explosie leidt wanneer deze in aanmerking komt met gas, is groter bij een systeem met emissiearme vloer dan bij een systeem met een gangbare vloer. Dit heeft te maken met de opeenhoping van gassen bij een emissiearme vloer, wat kan zorgen voor explosiegevaarlijke concentraties aan stoffen. Wanneer de vonk bij een emissiearme vloer in contact komt met een gas, is de kans op een explosie groot.

Echter de kans dat een vonk in contact komt met het gas is kleiner, omdat een emissiearme vloer grotendeels afgesloten is (in tegenstelling tot een gangbare vloer die open is).

### 3B: Explosie leidt tot brand

Nadat een explosie heeft plaatsgevonden kan een brand ontstaan. In figuur 27 is dit scenario-onderdeel weergegeven met het nummer 3B. In figuur 29 zijn de verschillende subscenario's behorende tot dit scenario-onderdeel opgenomen. In dit figuur wordt ook ieder subscenario, met behulp van de interviews en werksessie, "gescoord" op prevalentie van het voorkomen voor beide stalvloersystemen.


3B Explosie leidt tot brand	3B - EAV Prevalentie	3B - Gangbaar Prevalentie	3B - Beschrijving prevalentie
Scenario 3A + brandbare materialen/isolatie			De kans dat een explosie leidt tot brand is voor beide stalvloersystemen gelijk.

*Figuur 29: Subscenario's behorende bij scenario-onderdeel 3B bij het hoofd-risicoscenario "Explosierisico". Per subscenario is een kolom weergegeven met de beschrijving van het scenario, twee kolommen die de prevalentie van het subscenario aangeven bij stalvloersystemen met respectievelijk emissiearme vloeren en gangbare vloeren en een kolom die deze prevalentie beschrijft. Prevalentie is gescoord op de kans dat een explosie in de stal leidt tot brand. Betekenis blauwe blokjes: 0= subscenario leidt niet tot explosie, 1= kleine kans dat subscenario leidt tot explosie, 2= reële kans dat subscenario leidt tot explosie, 3= grote kans dat subscenario leidt tot explosie en 4= subscenario leidt per definitie tot explosie.*

Figuur 29 laat zien dat er een reële kans is dat een explosie leidt tot het uitbreken van een brand. De kans voor het ontstaan van een brand uit een explosie is gelijk voor beide stalvloersystemen.

### 3C: Blootstelling aan drukgolf

Een explosie kan ook directe fysieke effecten met zich meebrengen (o.a. drukgolf) welke kunnen leiden tot gezondheidseffecten. In figuur 27 is dit scenario-onderdeel weergegeven met het nummer 3C. In figuur 30 zijn de verschillende subscenario's behorende tot dit scenario-onderdeel opgenomen. In dit figuur wordt ook ieder subscenario, met behulp van de interviews en werksessie, "gescoord" op prevalentie van het voorkomen voor beide stalvloersystemen.

3C Blootstelling aan drukgolf	3C - EAV Prevalentie	3C - Gangbaar Prevalentie	3C - Beschrijving prevalentie
Aanwezig tijdens explosie			Bij de aanwezigheid tijdens een explosie is de kans op blootstelling aan een drukgolf erg hoog. De kans op een drukgolf is bij een gangbaar stalvloersysteem kleiner, omdat een gaswolk "in het vrije veld" nauwelijks druk produceert.

*Figuur 30: Subscenario's behorende bij scenario-onderdeel 3C bij het hoofd-risicoscenario "Explosierisico". Per subscenario is een kolom weergegeven met de beschrijving van het scenario, twee kolommen die de prevalentie van het subscenario aangeven bij stalvloersystemen met respectievelijk emissiearme vloeren en gangbare vloeren en een kolom die deze prevalentie beschrijft. Prevalentie is gescoord op de kans op een gevaarlijke blootstelling aan de drukgolf (druk golf impact). Betekenis blauwe blokjes: 0= subscenario leidt niet tot blootstelling, 1= kleine kans dat subscenario leidt tot blootstelling, 2= reële kans dat subscenario leidt tot blootstelling, 3= grote kans dat subscenario leidt tot blootstelling en 4= subscenario leidt per definitie tot blootstelling.*

Figuur 30 geeft weer dat de prevalentie met betrekking tot de blootstelling aan een drukgolf bij aanwezigheid tijdens de explosie hoger is bij een emissiearm stalvloersysteem.

## 5.4.2 Risicobeoordeling Explosierisico

Uit bovenstaande paragrafen blijkt dat bij een drietal subscenario's het risico groter is bij emissiearme stalvloersystemen dan bij gangbare stalvloersystemen. In deze paragraaf wordt ingegaan op een waardering van de geconstateerde risico's. Daarbij wordt specifiek gekeken naar de subscenario's die verschillen tussen beide stalvloersystemen. Benadrukt dient te worden dat dit niet betekent dat de andere subscenario's geen risico's met zich meebrengen. Het tegendeel is waar; daar waar de prevalentie hoog gescoord is, zal het risico ook evenredig hoger zijn. In hoofdstuk 8.3.2. gaan we in op de generieke risico's waarbij de prevalentie hoog en gelijk is voor beide stalvloersystemen.

Opnieuw geldt het paradigma dat een gezondheid- en veiligheidsrisico alleen kan ontstaan indien er een gevaar is én er blootstelling mogelijk is aan dit gevaar. Daarbij dient opgemerkt te worden dat het risico voor de mensen kleiner is, wanneer geen mensen aanwezig zijn in de stal op het moment dat een gevaar plaatsvindt (bijvoorbeeld in de nacht). In de risicobeoordeling voor explosierisico wordt blootstelling gezien als een scenario waar een vonk in contact komt met vrijkomende explosiegevaarlijke concentraties gassen. Het resultaat is een explosie met daaropvolgend gezondheidseffecten door de drukgolf. Doordat de gassen zich onder de emissiearme vloer eerder ophopen dan bij een stalvloersysteem met gangbare vloer, zal daarmee het risico op explosie hoger bij een stalvloersysteem met emissiearme vloer. De hoogte van de gasconcentraties bepaalt uiteindelijk het verschil in risico bij de scenario's brand en explosie. Deze hoogte zal door dezelfde factoren bepaald worden als bij subscenario's 1A tot en met 1D van het scenario-onderdeel gasvorming.

Kijkende naar de subscenario's, is vanuit de werksessies geconcludeerd dat de prevalentie van vonkvorming gelijk is tussen beide stalvloersystemen (subscenario 2A en 2B). Dit houdt in dat bij beide stalvloersystemen dezelfde risicovolle activiteiten kunnen leiden tot vonkvorming (via menselijk handelen of via elektrische apparatuur). Omdat de kans dat een vonk gevormd wordt gelijk is tussen beide stalvloersystemen en omdat deze al is beschreven in het hoofdstuk Brandrisico, gaan we hier niet nader op in bij de risicobeoordeling. Hierbij dient wel een nuancering aangebracht te worden; de kans dat vonkvorming ontstaat is weliswaar onafhankelijk van het soort stalvloer, maar de kans dat een vonk in contact kan komen met gassen uit de kelder is wel degelijk verschillend per stalvloer. Bij een emissiearme vloer is het aannemelijk te veronderstellen dat deze kans kleiner zal zijn (gezien het lagere percentage "openingen" tussen stal en kelder). Indien echter de vonk in contact komt met de gassen uit de kelder kan de impact, vanwege de drukgolf-impact, wel degelijk veel groter zijn bij deze stalvloersystemen.

Ook de prevalentiescores van het scenario-onderdeel explosierisico laten zien dat een hogere blootstellingsimpact aan de drukgolf eerder voorkomt bij de emissiearme stalvloersystemen (3C). Omdat blootstelling aan een drukgolf een effect weergeeft die niet meer kan worden weggenomen wanneer eenmaal een explosie plaatsvindt, zal de variabele "blootstelling aan een drukgolf" niet worden meegenomen in de risicobeoordeling. Het is effectiever om te focussen op preventieve maatregelen aan de voorkant, waarmee het ontstaan van een explosie voorkomen wordt. Daarmee zal ook de blootstelling aan een drukgolf voorkomen worden.

De bepalende variabelen voor het risico op gasvorming (en daarmee op potentiële explosierisico's indien een vonk in contact komt met het gas) zijn terug te brengen tot scenario-onderdeel 1E. Daarbij wordt dan verondersteld dat het risico op vonkvorming gelijk is bij beide stalvloersystemen, én dat de kans dat de vonk in contact komt met het gas uit de kelder ook gelijk is. Zoals reeds benoemd, is deze laatste kans in werkelijkheid zeer waarschijnlijk kleiner bij emissiearme stalvloersystemen. Als de vonk echter in contact komt met het gas zal de impact van de drukgolf zeer waarschijnlijk groter zijn.

Aangezien de bepalende variabelen nu terug gebracht worden tot onderdeel 1E gelden daarmee ook weer alle kaders (gevaren/ blootstellingen mede in relatie tot de voorgaande scenario-onderdelen die niet verschillen tussen beide stalvloersystemen, als ook de opmerking in relatie tot te implementeren maatregelen), zoals eerder beschreven in de risicobeoordelingsparagraaf bij het scenario gassen, dampen en stof (4.2.2).

Vanuit bovengenoemde informatie komt aldus naar voren dat de drie blootstellingsscenario's uit subscenario 1E de hoogste prioriteit hebben bij de preventie van een explosie. Deze scenario's zullen verder worden uitgewerkt middels de methode van Kinney & Wiruth. Bij de vaststelling van de getallen voor waarschijnlijkheid, blootstelling en effect is uitgegaan van een zekere en hoge aanwezigheid van gevaren in de voorgaande scenario-onderdelen. Dit houdt in dat we uitgaan van het meest ernstige potentiële effect bij blootstelling aan een gevaarlijke stof. Niet iedere gevaarlijke stof, leidt immers tot explosie.

In onderstaande figuur is de methode van Kinney & Wiruth toegepast om een risicowaardering score te berekenen voor de drie subscenario's uit 1E met een verschillende prevalentie tussen beide stalvloersystemen. Deze toekenning van de afzonderlijke scores (voor W,B,E) is gedaan op basis van de informatie die verzameld is tijdens de interviews en werksessie. Daarbij zijn de drie tabellen van Kinney & Wiruth (zie paragraaf 5.1.2) gebruikt om de vertaling te maken naar de scores.

	Explosierisico					
	Onjuiste installatie/ onderhoud		Nabijheid open verbindingen		Geopende trekker ramen	
	EAV	Gangbaar	EAV	Gangbaar	EAV	Gangbaar
W	3	0,5	3	0,5	3	0,5
B	6	6	6	6	1	1
E	40	15	40	15	15	15
Score	720	45	720	45	45	7,5
Risicoklasse	Ze er hoog	Mogelijk	Ze er hoog	Mogelijk	Mogelijk	Laag
	5	2	5	2	2	1

Figuur 31. Methode van Kinney & Wiruth voor berekening risicowaardering scores. Per subscenario is de berekening gedaan voor de emissiearme vloer (EAV) en de gangbare vloer (gangbaar). Daartoe is een score voor Waarschijnlijkheid (W), Blootstelling (B) en Ernst (E) vastgesteld. En is de score berekend (WxBxE) en bijbehorende klasse vastgesteld. Bovenstaande scores zijn, aan de hand van de informatie die bij de werksessies is opgehaald, gegeven aan de hand van de methode van Kinney & Wiruth. Uitleg hiervan is te vinden in paragraaf 5.1.2.

### 5.4.3 Conclusie Explosierisico

In een stalvloersysteem met emissiearme vloer ligt een dichte vloer op de mestput. Deze vloer sluit de mestput meer af dan een stalvloersysteem met gangbare vloer<sup>28</sup>. De dichte vloer zorgt ervoor dat gassen, dampen en stof in de mestput blijven hangen en ophopen. Wanneer de opeenhoping van deze gassen dermate hoog is, kunnen deze explosierisico's met zich meebrengen (Zie Box 3 voor een beschrijving van gevaarlijke gassen die voorkomen in een melkveestal en explosiegevaarlijk kunnen worden). Verder zitten in de stalvloer openingen, waardoor gassen kunnen uitdampen (bijvoorbeeld methaan als gevolg van een laag soortelijk gewicht), en waardoor ook eventuele vonken in contact kunnen komen met de gassen die uit de mestput uitdampen. Op het moment dat een vonk in contact komt met het brandbare gas, kan een explosie plaatsvinden.<sup>29</sup>

Zoals hierboven beschreven, kan een explosierisico ontstaan op het moment dat een vonk in contact komt met explosiegevaarlijke concentraties gas. Uit het onderzoek komt naar voren dat het breken van schuim kan leiden tot hoge piekconcentraties aan gassen, waardoor het explosierisico groter is. Echter, laat ons onderzoek ook zien dat een relatie tussen de prevalentie van schuimvorming en het type stalvloersystemen nog onduidelijk is. Schuimvorming kan met de gegevens van dit onderzoek aldus niet worden gerelateerd aan het type stalvloersysteem. Daarbij is schuimvorming geen gebruikelijke omstandigheid die standaard voorkomt bij iedere melkveehouder. Er is op dit moment te weinig informatie bekend over de oorzaken van schuimvorming. Vanwege deze constatering wordt geadviseerd het proces van schuimvorming nader te onderzoeken (zie paragraaf 8.4.).

De kans op explosie is bij een stalvloersysteem met emissiearme vloer groter dan bij een stalvloersysteem met een gangbare vloer. Dit komt doordat gevaarlijke gassen zich niet gemakkelijk over de stal kunnen verspreiden (zoals bij een stalvloersysteem met een gangbare vloer) en zich ophopen in de mestkelder. Op het moment dat een vonk in de mestput valt, is de kans op explosie dus groter. Omdat het gas is opgesloten, is de kans op een drukgolf bij een emissiearme vloer eveneens groter. Echter, doordat de mestput (bijna volledig) is afgesloten, komt een vonk minder snel in de mestput terecht. De kans dat een vonk in een opening naar de mestput valt is daarmee kleiner.

Bij een gangbaar stalvloersysteem met een roostervloer, is de kans dat een vonk in de put terecht komt groter, omdat overal openingen zijn naar de mestkelder. Echter omdat gassen bij dit systeem altijd naar buiten kunnen vluchten, en dus niet in de kelder circuleren, is de kans kleiner dat een gas explosiegevaarlijk wordt. Daarbij produceert een gaswolk "in het vrije veld" nauwelijks druk, waardoor de kans op een drukgolf kleiner is.

---

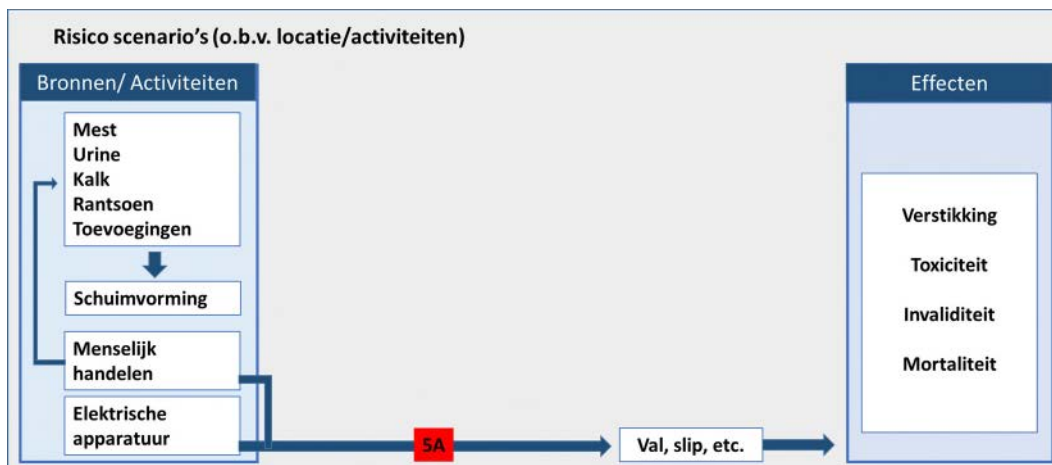
<sup>28</sup> Zie paragraaf 1.3. voor de beschrijvingen van een emissiearm stalvloersysteem en een gangbaar stalvloersysteem.

<sup>29</sup> Opmerking bij deze conclusie is dat een aantal experts en belanghebbenden heeft aangegeven dat indicatieve metingen hebben laten zien dat onder normale omstandigheden (onderdeel van het dagelijks proces) geen concentraties gassen zijn aangetoond die tot explosie zouden kunnen leiden. Aangezien wij deze metingen/onderzoeken niet hebben kunnen beoordelen en aangezien het gaat om indicatieve metingen hebben wij ervoor gekozen om de risico-waardering te baseren op het meest ernstige potentiële effect bij blootstelling aan een gevaarlijke stof.

## 5.5 Val en slip-risico

### 5.5.1 Beschrijving subscenario's

In figuur 32 is het scenario beschreven in relatie tot val en slip risico. Daarbij gaat het om het val- en slip risico als gevolg van menselijk handelen (zoals bijvoorbeeld openliggende putten) en als gevolg van elektrische apparatuur (zoals een mestrobot/- schuif) die een obstakel kan vormen op een looppad.





Figuur 32: Hoofd-risicoscenario "Val en slip-risico". De pijlen geven het verloop van het risicoscenario aan. In het rode "blok" staat de code van het betreffende onderdeel in het risicoscenario (5A).

In deze paragraaf wordt ieder scenario-onderdeel met alle bijbehorende subscenario's nader toegelicht. Daarbij wordt ook een vergelijking gemaakt tussen de risico's van een emissiearm stalvloersysteem versus een gangbaar stalvloersysteem.



### 5A: Oorzaken valgevaar

Onder andere obstakels op looppaden (zoals bewegende- of losliggende apparatuur) en een gladde vloer kunnen leiden tot val- en slip gevaar. In figuur 32 is dit scenario-onderdeel weergegeven met het nummer 4A. In figuur 33 zijn de verschillende subscenario's behorende tot dit scenario-onderdeel opgenomen. In dit figuur wordt ook ieder subscenario, met behulp van de interviews en werksessie, "gescoord" op prevalentie van het voorkomen voor beide stalvloersystemen.

4A Oorzaken valgevaar	4A - EAV Prevalentie	4A - Gangbaar Prevalentie	4A - Beschrijving prevalentie
Gladde vloeren			Een stalvloer kan dermate glad worden dat dit kan resulteren in val en slip gevaar. Een vloer kan glad worden door bijvoorbeeld het ontbreken van obstakels, zoals groeven en spleten in de vloer die de glijbeweging onderbreken. Een stalsysteem met emissiearme vloer heeft minder groeven en spleten in de vloer waardoor deze eerder glad kan worden dan een vloer uit een gangbaar stalsysteem.
Opdrogende mestlaag (film) blijft achter op vloer			Het risico op val- en slip gevaar komt ook naar voren wanneer een opdrogende mestlaag (ook wel filmlaag genoemd) achterblijft op een vloer die halfvochtig is. Een filmlaag kan resulteren in een gladde vloer. De prevalentie is hoger bij een emissiearm stalvloersysteem dan bij een gangbaar stalvloersysteem. Dit komt omdat bij een emissiearm stalsysteem vaker gebruik wordt gemaakt van een mestschuif waarbij een filmlaag achterblijft.
Obstakels op looppaden			Obstakels op looppaden in de stal kunnen leiden tot val en slip gevaar. Obstakels zijn bijvoorbeeld (elementen van) de mestschuif, mestrobot, voerrobot. Echter, de prevalentie voor de aanwezigheid van obstakels op looppaden is gelijk voor beide stalvloersystemen.
Betonvloer instortgevaar			Een stalvloer moet van dusdanige kwaliteit zijn, dat deze niet kan instorten. De belasting van een vloer door te zwaar materieel in combinatie met de inwerking van vocht en gassen op het (daardoor gescheurde) beton kan uiteindelijke en risico vormen voor instortgevaar. Zowel een stalsysteem met emissiearme vloer als met een gangbare vloer zijn gevoelig voor overbelasting en inwerking van gassen en vocht vanuit de mestkelder.
Openliggende putten			Het openliggen van putten kan leiden tot valgevaar. De prevalentie van het open liggen van deze putten, heeft te maken met het handelen van de mens, en daarmee niet met verschillen tussen beide stalvloersystemen.

*Figuur 33: Subscenario's behorende bij scenario-onderdeel 4A bij het hoofd-ricoscenario "Val en slip-risico". Per subscenario is een kolom weergegeven met de beschrijving van het scenario, twee kolommen die de prevalentie van het subscenario aangeven bij stalvloersystemen met respectievelijk emissiearme vloeren en gangbare vloeren en een kolom die deze prevalentie beschrijft. Prevalentie is gescoord op de kans dat een subscenario leidt tot val en slip gevaar. Betekenis blauwe blokjes: 0= subscenario leidt niet tot val/slip-risico, 1= kleine kans dat subscenario leidt tot val/slip-risico, 2= reële kans dat subscenario leidt tot val/slip-risico, 3= grote kans dat subscenario leidt tot val/slip-risico en 4= subscenario leidt per definitie tot val/slip-risico. Daarbij is ook gekeken naar de waarschijnlijkheid dat een subscenario zich voordoet.*

Figuur 33 laat zien dat verschillende subscenario's kunnen leiden tot val- en sliprisico in stallen.

De prevalentie voor obstakels op looppaden, instortgevaar van de vloer en openliggende putten is gelijk voor beide stalvloersystemen. Bij een emissiearme vloer komt het waarschijnlijk wel vaker voor dat een filmlaag op de vloer achterblijft, omdat hier vaker gebruik wordt gemaakt van een mestschuif. Daarnaast komt het waarschijnlijk ook vaker voor dat een vloer glad wordt, omdat er minder groeven en spleten in een emissiearme vloer zitten dan in een gangbare vloer.

### 5.5.2 Risicobeoordeling Val en slip-risico

In figuur 33 is te zien dat bij een twee subscenario's het risico van emissiearme vloeren groter is dan het risico van de gangbare vloeren. In onderstaande figuur is de methode van Kinney & Wiruth toegepast om een risicowaardering score te berekenen voor dit subscenario.

	Val en slipgevaar			
	Gladde vloer		Filmlaag op vloer	
	EAV	Gangbaar	EAV	Gangbaar
W	10	6	6	3
B	6	6	6	3
E	3	3	3	3
Score	180	108	108	27
Risicoklasse	Belangrijk	Belangrijk	Belangrijk	Mogelijk
	3	3	3	2

Figuur 34. Methode van Kinney & Wiruth voor berekening risicowaardering scores. Per subscenario is de berekening gedaan voor de emissiearme vloer (EAV) en de gangbare vloer (gangbaar). Daartoe is een score voor Waarschijnlijkheid (W), Blootstelling (B) en Ernst (E) vastgesteld. En is de score berekend (WxBxE) en bijbehorende klasse vastgesteld. Bovenstaande scores zijn, aan de hand van de informatie die bij de werksessies is opgehaald, gegeven aan de hand van de methode van Kinney & Wiruth. Uitleg hiervan is te vinden in paragraaf 5.1.2.

### 5.5.3 Conclusie val/slip gevaar

Met betrekking tot het risicoscenario val/slip gevaar, zijn de veiligheidsrisico's van de subscenario's in de meeste gevallen identiek voor een emissiearm stalvloersysteem en een gangbaar stalvloersysteem<sup>30</sup>. De prevalentie dat obstakels op de stalvloer aanwezig zijn die een risico vormen voor de beloopbaarheid van de stal, is vergelijkbaar tussen een emissiearm stalvloersysteem en een gangbaar stalvloersysteem. De waarschijnlijkheid dat putten open liggen, heeft te maken met het handelen van de mens, en daarmee ook niet met verschillen tussen beide stalvloersystemen. Ondanks dat beton aan bepaalde kwaliteitseisen moet voldoen alvorens deze kan worden geïmplementeerd, werd door een aantal experts en belanghebbenden aangegeven dat de kwaliteit van beton ook van belang kan zijn voor de veiligheid van stalvloersystemen. De belasting van een vloer door te zwaar materieel in combinatie met de inwerking van vocht en gassen op het (daardoor gescheurde) beton kan uiteindelijke en risico vormen voor instortgevaar. Echter zijn er in het huidige onderzoek geen verschillen ontdekt met betrekking tot instortgevaar tussen emissiearme en gangbare stalvloersystemen.

Twee subscenario's blijven over, waarvan de prevalentie bij een emissiearm stalvloersysteem groter is dan bij een gangbaar stalvloersysteem.

<sup>30</sup> Zie paragraaf 1.3. voor de beschrijvingen van een emissiearm stalvloersysteem en een gangbaar stalvloersysteem.

Allereerst, een opdrogende mestlaag (filmlaag) blijft bij een emissiearm stalvloersysteem vaker achter op de vloer, waardoor de vloer glad kan worden en val- of slipgevaar kan ontstaan. Hierdoor is dus een verminderde wrijving met de vloer, die voor zowel de koeien als voor de melkveehouder voor risico's kunnen opleveren. Ten tweede is het risico op gladheid bij een stalvloersysteem met emissiearme vloer ook iets groter dan bij een stalvloersysteem met gangbare vloer. Dit heeft ermee te maken dat er minder groeven en spleten in de vloer zijn verwerkt bij een emissiearme vloer.

## 5.6 Samenvattende conclusie risico's

Tabel 4: Verschillen in veiligheidsrisico's tussen een stalvloersysteem met emissiearme vloer en een stalvloersysteem met gangbare vloer

Scenario	Verhoogd veiligheidsrisico Stalvloersysteem met emissiearme vloer	Algemene beschrijving
<b>Gasvorming</b>		
1A: Menselijk handelen – Bron	- Geen verschil	Omdat de mestput volledig is afgesloten, is er een lager risico op blootstelling aan gassen in de emissiearme stal onder normale omstandigheden.  Daar waar open verbindingen in de vloer aanwezig zijn kunnen echter hoge concentraties aan gevaarlijke stoffen uitdampen. Deze gevaarlijke stoffen kunnen mogelijk ook nog hogere concentraties verstikkende en toxische stoffen bevatten als gevolg van een verhoogde activiteit van anaerobe processen in de mestput. Hierdoor vindt meer blootstelling aan acute effecten plaats.
1B: Ontstaan gassen	- Opeenhoping van gassen in mestput - Diepere put > meer anaerobe	
1C: Schuimvorming	- Diepere put > meer anaerobe processen > mogelijk meer	
1D: Schuim breken	- Het vallen van mest in de put - Mest wordt tegen stalvloer gedrukt door opeenhoping (te volle mestput)	
1E: Blootstelling aan gassen	- Onjuiste installatie/ onderhoud vloer - Nabij open verbindingen in stalvloer - Geopende trekker ramen nabij de mestput	
1F: Effecten	- Geen verschil	
<b>Brand</b>		
2A: Vonkvorming door menselijk handelen	- Geen verschil	Het risico op brand is bij stalvloersystemen met emissiearme vloeren kleiner omdat er een kleinere kans is dat een vonk in contact kan komen met brandbare gassen vanuit de mestput. Echter wanneer een brand uitbreekt, is het effect hiervan gelijk tussen beide systemen.
1B: Vonkvorming door elektrische apparatuur	- Geen verschil	
2C: Ontstaan van brand	- Geen verschil	
2D: Blootstelling aan brand	- Geen verschil	
2E: Effect van brand	- Geen verschil	

Scenario	Verhoogd veiligheidsrisico Stalvloersysteem met emissiearme vloer	Algemene beschrijving
<b>Explosie</b>		
3A: Vonk + gas = explosie	- Scenario's 1B + 1E + 2A + brandbare materialen/ isolatie - Scenario's 1B + 1E + 2B + brandbare materialen/ isolatie	Omdat de mestput volledig is afgesloten, zal een lager risico aanwezig zijn dat een vonk in contact komt met explosiegevaarlijke gassen.
3B: Explosie leidt tot brand	- Geen verschil	Echter, indien een vonk via gaten/kieren in de vloer alsnog in contact komt met de explosiegevaarlijke stoffen bestaat daarmee een risico op een explosie. De grootte van dit risico is afhankelijk van de concentraties aan gassen in de mestput.
3C: Blootstelling aan drukgolf	- Aanwezig bij explosie	
<b>Valgevaar</b>		
4A: Oorzaken valgevaar	- Gladde vloeren - Filmlaag blijft achter op vloer	Het risico op een gladde vloer is hoger bij een emissiearm stalvloersysteem dan bij een gangbaar stalvloersysteem, omdat er minder groeven en spleten in de vloer zitten. Daarnaast verhoogt een opdrogende filmlaag het risico op val- en slipgevaar, wat vaker voorkomt bij emissiearme stalvloersystemen dan bij gangbare stalvloersystemen (vanwege het gebruik van een mestschuif).

Tabel 4 geeft een samenvattend overzicht van de subscenario's met verschillen tussen emissiearme stalvloersystemen en gangbare stalvloersystemen. Daarnaast wordt ook een algemene beschrijving gegeven over het risicoscenario in het emissiearme stalvloersysteem.

Uit de analyse van de verschillende scenario's blijkt dat er een aantal elementen zijn die een mogelijke impact hebben op de hoogte van de bijbehorende risico's en waarvan deze impact nog niet afdoende in kaart is gebracht. Zo zullen de volgende onderdelen beter onderzocht dienen te worden (zie ook paragraaf 8.4.):

- Het proces van schuimvorming en breken van schuim
- De impact van vallend mest in de put
- De rol van de diepte van de put
- De invloed van onverteerbaar rantsoen
- De rol van kelderventilatie in de stal
- Bijdrage van verschillende bronnen aan vonkvorming

Daarbij is de veiligheid van een bepaald type vloer ook afhankelijk van de situatie rondom die betreffende vloer. Zo speelt gedrag (roken in nabijheid vloeren, slecht onderhoud etc.) een belangrijke rol, maar zijn ook andere aspecten (aanwezige ventilatiesystemen, toevoegingen aan mest, rantsoen dieren, zorg-behandelingen, etc.) van dien aard dat ze niet direct in relatie staan tot de specifieke technische aangebrachte stalvloer, maar wel de eventuele aanwezigheid en hoogte van een bepaald risico bepalen. In het onderhavige onderzoek zijn de verschillen tussen beide stalvloersystemen (zoals beschreven in de scope in paragraaf 1.3), die een rol spelen in de ontwikkeling van bepaalde risicoscenario's in beeld gebracht. Het uiteindelijke risico is afhankelijk van de specifieke situatie in de specifieke stal en dient te allen tijde op maat beoordeeld te worden.

## 6 Risico-aspecten in kaders

In dit hoofdstuk wordt beschreven in hoeverre wordt voorzien in de risico-aspecten van het gebruik van emissiearme stalvloeren door het Actieplan Brandveilige Veehallen 2018-2022, de procedure voor stalbeoordeling, de vergunningverlening en de Arbo-aspecten. Om richting te geven aan deze antwoorden wordt informatie verkregen uit de interviews, werksessie en bureaustudie gebruikt. Daarnaast zullen we ingaan op het theoretisch kader zoals beschreven in hoofdstuk 3.

### 6.1 Actieplan Brandveilige Veehallen 2018-2022

Het Actieplan Brandveilige Veehallen 2018-2022 heeft als doel om de kans op een stalbrand en diens gevolge het aantal dierlijke slachtoffers (en daarmee de impact) te verminderen. Volgens het Bouwbesluit moeten vanaf 2014 te bouwen stallen en stallen die verbouwd worden voldoen aan strengere brandveiligheidseisen. Deze eisen zijn niet verplicht voor stallen die vóór 2014 zijn gebouwd. Om deze reden staat in het Actieplan beschreven dat in het bijzonder aandacht nodig is voor het versterken van de brandveiligheid van bestaande stallen, gebouwd vóór de wijziging van het Bouwbesluit.

Met betrekking tot de risico-aspecten gaat dit Actieplan enkel over het thema brand. Andere risico-aspecten, zoals explosiegevaar, blootstelling aan gevaarlijke stoffen en val/slip gevaar, worden hier niet in belicht.

In het Actieplan zijn acties beschreven met betrekking tot een brandveilige bedrijfsvoering en de beheersbaarheid van stalbranden. Daarbij is veel aandacht besteedt aan de bewustwording van brandgevaaren in een stal en bewustwording van risicovolle werkzaamheden, zoals lassen, slijpen en dakdekken. Ondanks dat dit niet zo in het Actieplan is beschreven, heeft de bewustwording van risicovolle werkzaamheden ook invloed op het risico-aspect explosie. Hiermee bedoelt men dat de acties van het Actieplan gericht op brandveilige bedrijfsvoering en bewustwording ook bijdragen aan het reduceren van de kans op een explosie.

“Werkzaamheden in en rondom de stal, zoals lassen, slijpen en dakdekken, staan nog steeds in de top 3 van oorzaken van stalbranden. Het beste is om dit soort werkzaamheden buiten de stal uit te voeren of in de stal wanneer er geen dieren of mest (risico bij mest is verbranding van de vrijkomende gassen bij werkzaamheden met open vuur) aanwezig zijn. Dit is in de praktijk niet altijd mogelijk. Veiligheidsprotocollen die vanuit het Actieplan Brandveilige Veestallen 2018-2022 worden opgesteld zullen aangeven waar en wanneer bepaalde activiteiten het beste uitgevoerd kunnen worden en welke veiligheidsmaterialen en -maatregelen beschikbaar zijn. Doel is het creëren van bewustwording over brandgevaarlijke werkzaamheden. Een goede samenwerking tussen partijen op lokaal niveau is een belangrijk aandachtspunt. Hierbij hoort het bevorderen van de brandveiligheid bij technische installaties of andere voorzieningen. ... Het tijdig signaleren van hoge temperaturen is belangrijk. Veehouders en professionals die deze werkzaamheden uitvoeren in en rondom de stal zijn samen de doelgroep. Binnen de werkgroep wordt besproken hoe deze veiligheidsprotocollen onder de aandacht te brengen bij veehouders en betrokkenen. Mogelijk kunnen de partijen aansluiting vinden bij andere trainingen, denk bijvoorbeeld aan de jaarlijkse BHV-training.” (Citaat - Actieplan Brandveilige Veestallen, 2018)

## 6.2 Procedure voor stalbeoordeling

Uit de criteria die worden meegenomen in de procedure voor stalbeoordeling (zie onderstaande box) is af te lezen dat veiligheid en de risico-aspecten van het gebruik van stalvloersystemen met emissiearme vloeren niet tot deze hoofdcriteria behoren, ammoniakemissie wel.

Bij de beoordeling van de aanvraag gelden de volgende criteria:

- Het emissie-reducerend systeem moet voldoende bijdragen aan de bescherming van het milieu tegen de gevolgen van de ammoniakemissie.
- Het emissie-reducerend systeem kan in de praktijk worden toegepast.
- De werking van het emissie-reducerend systeem kan voldoende worden gecontroleerd.
- De ammoniakemissie kan volgens het Protocol voor meting van ammoniakemissie uit huisvestingssystemen in de veehouderij 2013a - of een gelijkwaardige meetmethode - worden gemeten. En er kan gerapporteerd worden over de wijze van meten en de meetresultaten.

Bron: RVO. (z.d.-b)

Uit de telefonische interviews en digitale werksessie blijkt dat veiligheid beperkt wordt meegenomen in de TAP. Er wordt bijvoorbeeld getoetst of een stalvloer beloopbaar is voor de koeien (in kader van welzijn), en wanneer dit niet het geval is, wordt een vloer niet geïmplementeerd. Daarnaast wordt er, volgens een van de experts/ belanghebbenden, gekeken naar de veiligheid van de individuele onderdelen van de stal, maar niet naar de veiligheid van de totale stal. Ondanks dat er geen specifieke toets plaatsvindt naar de veiligheid van een emissiearme stal, kan veiligheid tijdens de procedure dus wel aan de orde komen.

Verschillende experts en belanghebbenden gaven ook aan dat het behalen van het milieudoel als het belangrijkste wordt gezien.

Dit kan soms botsen met veiligheid. Een uitdaging blijft hoe je het beste resultaat kan behalen door te kijken naar zowel het milieudoel, als naar de veiligheid van de vloeren.

### 6.3 Vergunningverlening

Volgens de experts en belanghebbenden, spelen veiligheid en risico-aspecten een kleine rol bij vergunningverlening van een emissiearm stalvloersysteem. Een vergunningverlener verleent een vergunning voor de gehele stal, maar veiligheid lijkt van weinig belang te zijn bij de toetsing of een stalvloersysteem al dan niet geïmplementeerd mag worden. De brandweer wordt zelden bij de vergunningverlening betrokken, omdat dit geen verplichting is.



## 6.4 Arbo-aspecten

Werkgevers en zelfstandigen zijn verplicht ervoor te zorgen dat hun werknemers veilig en gezond kunnen werken. Daarnaast dienen zowel werkgevers als zelfstandigen gevaar voor derden te voorkomen. De meeste melkveehouders vallen onder het type zelfstandigen. Daarom gelden de meeste regels die gelden voor een werkgever, ook voor zelfstandigen. Hiermee wil de overheid voorkomen dat zelfstandigen en werkgevers gaan concurreren op arbeidsomstandigheden. Uitzondering hierbij is dat een zelfstandige geen RI&E hoeft te maken. Artikel 9.5 van het Arbeidsomstandighedenbesluit beschrijft alle verplichtingen voor zelfstandigen.

Om de Arbowetgeving goed na te leven dient een concreet Arbobeleid gevoerd te worden. Onderdeel van het Arbobeleid is onder meer dat er bepaald wordt welke risico's er binnen het bedrijf zijn ten aanzien van de veiligheid en gezondheid van werknemers. Voortvloeiend uit deze inventarisatie moet een Plan van Aanpak worden opgesteld met daarin de maatregelen die genomen zullen worden om alle risico's aan te pakken. Afhankelijk van de grootte van een bedrijf dient deze inventarisatie/ evaluatie met Plan van Aanpak getoetst te worden door een zogenaamde kerndeskundige (bv. gecertificeerd hoger veiligheidskundige/ arbeidshygiënist). Een RI&E dient als basis voor de te nemen maatregelen. Werkgevers en werknemersorganisaties kunnen een Arbocatalogus opstellen. De toetsingsplicht vervalt op de delen van de RI&E als deze delen door Inspectie SZW minimaal zijn getoetst en opgenomen zijn in de beleidsregel van het ministerie van SZW. Naast de twee catalogi (genoemd in bijlage 2) heeft Stigas ook een catalogus "Melkveehouderij" ontwikkeld. Deze is echter (nog) niet erkend door Inspectie SZW.

De Arbowetgeving richt zich op alle risico's voor werkgevers, werknemers en zelfstandigen. Daarbij komt een aantal thema's aan bod die ook (kunnen) spelen in de melkveehouderij. In deze paragraaf zullen we voor de verschillende risico-aspecten belichten wat er in de Arbocatalogi hierover te vinden is. Hiervoor wordt ingezoomd op de wettelijke kaders zoals beschreven in bijlage 2:

- *Gevaarlijke stoffen:* in de melkveehouderij kunnen diverse bronnen aangewezen worden die binnen dit kader kunnen vallen. Denk aan mestgassen, additieven (zie toevoegingen in hoofdstuk waar de risicoscenario's beschreven worden), oplosmiddelen (voor schoonmaak), bestrijdings- en desinfectiemiddelen, diesel/benzine opslag, etc. Voornamelijk in de Arbocatalogi wordt ingegaan op de gevaarlijke stoffen die vrijkomen bij het mixen van drijfmest in onder kelderde stallen. Er wordt voornamelijk gesproken over mestgas, welke bestaat uit onder andere zwavelwaterstof, ammoniak en methaan. In de Arbocatalogi wordt beschreven welke plaatsen extra gevaar kunnen opleveren en welke adviezen het best dienen te worden opgevolgd. Voor het omgaan met gevaarlijke stoffen moet ook een nadere RI&E zijn vastgelegd.
- *Brandgevaar:* In de Arbocatalogi wordt beschreven dat de meeste mestgassen brandbaar zijn en dat er bij een open vuur gemakkelijk een brand kan ontstaan of een explosie kan plaatsvinden. Brandgevaar dient in een RI&E te zijn vastgelegd. Echter een zelfstandige is niet verplicht tot het maken van een RI&E.
- *Explosiegevaar:* In de melkveehouderij kan door de aanwezigheid van mestopslag een explosierisico ontstaan (o.a. door de vorming van methaan gassen). De werkgever/ zelfstandige is op grond van de Arbowet verplicht een beleid te voeren dat erop gericht is de werknemers te beschermen tegen explosiegevaar.

Het Arbeidsomstandighedenbesluit bevat de bepalingen van de Europese richtlijn 1999/92/EG . Hierin staan de verplichtingen rondom het voorkomen van het ontstaan van een explosieve atmosfeer (explosiegevaar). De daaraan verbonden risico's voor de werknemer moeten schriftelijk worden vastgelegd in een zogenaamd explosie veiligheidsdocument, dat minimaal bestaat uit:

- een nadere risicoanalyse;
  - een gevarezone-indeling;
  - passende technische en organisatorische maatregelen;
  - voorlichting van de werknemers.
- *Val- en slipgevaar*<sup>31</sup>: Binnen de melkveehouderij bestaan risico's op val- en slipgevaar, onder andere als gevolg van vloerconstructies, (losliggende) obstakels, en gladheid als gevolg van mestbehandeling.
    - Artikel 3.11 van het Arbeidsomstandighedenbesluit beschrijft: *'Vloeren van arbeidsplaatsen zijn zo veel mogelijk vrij van oneffenheden en gevaarlijke hellingen en zijn voorts zo veel mogelijk vast, stabiel en stroef.'* Daarbij wordt een arbeidsplaats gedefinieerd als *'ledere plaats die in verband met het verrichten van arbeid wordt of pleegt te worden gebruikt'*. Een melkveestal valt dus ook onder een arbeidsplaats.
    - De EU richtlijn nummer 89/654/EEG stelt in artikel 9.1 de volgende eisen aan vloeren: *'Vloeren van ruimten moeten vrij zijn van hobbels, putten of gevaarlijke hellingen; moeten vast, stabiel en slipvrij zijn'*.
    - Specifiek voor melkveestallen wordt in de Arbocatalogus melkvee- en graas dieren beschreven dat passende, stevige (werk) schoenen van belang zijn. Hierbij staat vermeldt dat vooral bij het werken in een natte omgeving waar biologisch materiaal (bijvoorbeeld mest) op de grond ligt, is het risico op vallen groot.

Bovenstaande informatie maakt duidelijk dat het Arbokader in principe duidelijke kaders biedt om alle risicoscenario's te kunnen beheersen in de gebruiksfase. Echter, uit de interviews blijkt dat deze kaders in de praktijk niet afdoende worden nageleefd. Dit kan onder andere komen doordat een melkveehouder mogelijk inschat dat deze Arbokaders niet voor diens melkveehouderij van toepassing zijn, omdat er bijvoorbeeld geen werknemers werkzaam zijn of omdat het gaat om een familiebedrijf. Mogelijk is de kennis van de Arbo-verplichtingen ook ondermaats. Hierdoor sluit de praktijk vaak niet aan op de bestaande kaders.

---

<sup>31</sup> In het onderhavige onderzoek is gekeken naar val en slip gevaar als gevolg van (de gebruikstoestand van) bepaalde technische constructies/onderdelen. Als gevolg van "bedwelming" door blootstelling aan gevaarlijke stoffen kan men echter ook vallen en daardoor bepaalde gezondheidseffecten (zoals botbreuken) oplopen. Dit risico is niet meegenomen bij het risicoscenario val en slip gevaar.

## 6.5 Samenvattend

Tabel 5 geeft weer in welke kaders wordt voorzien in de risico-aspecten van het gebruik van emissiearme stalvloeren. In het Actieplan Brandveilige Veestallen 2018-2022 wordt enkel ingegaan op brandgevaar. De procedure voor stalbeoordeling houdt rekening met de beloopbaarheid van de vloer voor de koeien, en dus met val/slip gevaar. Bij de vergunningverlening kan de brandweer mogelijk om advies worden gevraagd met betrekking tot veiligheid. Deze zal dan voornamelijk kijken naar de risico-aspecten gevaarlijke stoffen, brandgevaar en explosiegevaar. Echter is het geen verplichting om de brandweer mee te nemen bij de vergunningaanvraag. Tot slot wordt er in de Arbowetgeving voorzien in ieder risico-aspect van het gebruik van emissiearme. Ondanks dat deze Arbo-aspecten ook van toepassing zijn op de melkveehouder, leeft er veel onduidelijkheid over de geldigheid van deze Arbo-aspecten voor de melkveehouder. Dit kan ervoor zorgen dat de wettelijke Arbokaders die er zijn, niet worden nageleefd.

Tabel 4: Het voorkomen van risico-aspecten in kaders

	Gevaarlijke stoffen	Brandgevaar	Explosie-gevaar	Val-/slip gevaar
<b>Actieplan Brandveilige Veestallen 2018-2022</b>		Ja		
<b>Procedure voor stalbeoordeling</b>				Ja
<b>Vergunningverlening</b>	Mogelijk	Mogelijk	Mogelijk	
<b>Arbo-aspecten</b>	Ja	Ja	Ja	Ja

## 7 Conclusie

### 7.1 Context

Antea Group heeft van de Ministeries van IenW en LNV de opdracht gegund gekregen om onderzoek te doen naar de veiligheid van emissiearme vloeren in melkveehouderijen. Het onderzoek richt zich op alle aspecten die betrekking hebben op de veiligheid van emissiearme stalvloeren: van ontwerp, productie en uitvoering, gebruik, toelating tot toezicht.

Om bovengenoemde verzoek in beeld te krijgen zijn vier hoofdvragen geformuleerd. Deze hoofdvragen zullen in de volgende paragrafen 7.2 t/m 7.4 en in hoofdstuk 8 worden beantwoord. Het onderhavige onderzoek is uitgevoerd op basis van reeds bestaande kennis en ervaring binnen de betreffende sector<sup>32</sup>. Bij de beantwoording van de onderzoeksvragen is de huidige kennis en expertise in deze sector verzameld en gebundeld.

### 7.2 Onderzoeksvraag 1

Onderzoeksvraag 1 luidt als volgt:

*Welke partijen zijn verantwoordelijk voor de veiligheid van emissiearme stalvloeren?*

**Antwoord:**

In hoofdstuk 4 wordt enerzijds de reguliere rol van de stakeholders geschetst, waarin wordt beschreven in welke mate en op welke gebieden iedere stakeholder is betrokken in het proces. Anderzijds gaat het tweede deel van hoofdstuk 4 in op de subjectieve waarneming van de experts en belanghebbenden in relatie tot het belang bij, de invloed op en de verantwoordelijkheid over de veiligheid van emissiearme stalvloersystemen van verschillende stakeholders.

Kijkende naar zowel de reguliere rol en naar de subjectieve waarneming van de experts en belanghebbenden, kan gesteld worden dat drie stakeholders het meest verantwoordelijk zijn voor de veiligheid van het emissiearme stalvloersysteem:

- De **Rijksoverheid** geeft richting aan stakeholders en kan meedenken in de innovatie van een emissiearm stalvloersysteem door de ambities voor de komende jaren met het bedrijfsleven te delen. Verder bepaalt de Rijksoverheid óf een emissie reducerend stalvloersysteem of techniek op de uiteindelijke Rav-lijst zal worden geplaatst.

---

<sup>32</sup> Het doel van het onderzoek is gericht op het inzicht krijgen in de risico's van emissiearme stalvloersystemen op basis van de kennis en expertise die aanwezig is binnen de sector. Er is bewust gekozen voor deze aanpak om snel inzicht te krijgen in potentiële risico's. Een alternatieve aanpak (waar in dit onderhavige onderzoek geen gebruik van is gemaakt) zou bijvoorbeeld gericht kunnen zijn op de uitvoering van een specifieke risico-inventarisatie en evaluatie (eventueel inclusief monitoring van gassen) bij stalvloersystemen met emissiearme vloer en met gangbare vloer. Het onderhavige onderzoek is dus gebaseerd op reeds aanwezige kennis en expertise en niet op locatie gerichte beoordeling.

Daarnaast kan de Rijksoverheid ook zorgen voor financiering/ subsidiering van een deel van de ontwikkelkosten van het nieuwe systeem. Rijksoverheid speelt ook een rol in het reguleren van stalvloersystemen. Bij de implementatie dienen melkveehouders te voldoen aan de emissie-eisen die de Rijksoverheid stelt. Tot slot speelt de Rijksoverheid een rol in de gebruiksfase, voornamelijk met betrekking tot Arboveiligheid.

- Het **bedrijfsleven** wordt gezien als de ontwikkelaar van een stalvloerconcept, bijvoorbeeld de stalvloerfabrikant die de stalvloeren ontwerpt, ontwikkelt en produceert, maar ook de aannemer of afzonderlijke leverancier van vloer en mestschuif die de stalvloeren aanbrengt, onderhoudt en repareert. Het bedrijfsleven speelt in iedere levensfase een rol.
- De **melkveehouder** speelt een belangrijke rol in de implementatie en in het gebruik van het emissiearme stalvloersysteem. De melkveehouder kiest voor een bepaald emissiearm stalvloersysteem. Daarnaast is de melkveehouder ook degene die gebruik zal maken van de stal. Een melkveehouder voert zowel het dagelijkse proces als het ondersteunende proces in de stal uit.

Uit het onderzoek blijkt dat, bij het toekennen van de subjectieve waardering, enkel de stalvloerfabrikant erkent een hoge verantwoordelijkheid te hebben. Andere experts en belanghebbenden hebben zichzelf een lage verantwoordelijkheidsscore gegeven. Daarbij dient benoemd te worden dat de experts en belanghebbenden niet per definitie representatief zijn voor de betreffende stakeholdergroep.

Ook is een grote variatie in toegekende scores te zien tussen de stakeholders onderling. Hierdoor ontstaat een beeld dat men de verschillende verantwoordelijkheden van de andere stakeholders niet éénduidig op het netvlies heeft staan. Deze variatie in subjectieve beoordelingen van elkaar is een belangrijk gegeven indien gezamenlijk naar oplossingen dient te worden gezocht. Bijvoorbeeld in het kader van het onderhavige project.

In relatie tot de veiligheid van emissiearme stalvloersystemen dient bij eventuele risicomanagement maatregelen rekening gehouden te worden met deze inzichten om een zo groot mogelijke impact te realiseren. Gezien de variatie in onderlinge inzichten kan het bijvoorbeeld gewenst zijn een goede objectieve stakeholder analyse uit te voeren op het moment dat gekozen wordt voor communicatieve (gedrags-) maatregelen. Dit omdat een stakeholder met veel invloed en veel belang een andere communicatiestrategie behoeft dan een stakeholder met veel invloed en weinig belang.

## 7.3 Onderzoeksvraag 2

Onderzoeksvraag 2 luidt als volgt:

*Wat is er bekend over de veiligheid van stallen met emissiearme vloeren ten opzichte van stallen met gangbare roostervloer?*

**Antwoord:**

In tabel 3 van paragraaf 5.6. zijn de verschillen in risico's opgenomen tussen beide stalvloersystemen (stalvloersysteem met emissiearme vloer en stalvloersysteem met gangbare vloer). Deze tabel geeft inzicht in de scenario-onderdelen met de bijbehorende subscenario's met verschillen tussen emissiearme stalvloersystemen ten opzichte van een stalvloersysteem met een gangbare vloer.<sup>33</sup>

Veiligheid van een bepaald type vloer is niet enkel afhankelijk van de technische eigenschappen van die vloer, maar ook van de situatie rondom die betreffende vloer. Zo speelt gedrag (roken in nabijheid vloeren, slecht onderhoud etc.) een belangrijke rol, maar zijn ook andere aspecten (aanwezige ventilatiesystemen, toevoegingen aan mest, rantsoen dieren, zorg-behandelingen, etc.) van dien aard dat ze niet direct in relatie staan tot de specifieke technische aangebrachte stalvloer, maar wel de eventuele aanwezigheid en hoogte van een bepaald risico bepalen. In het onderhavige onderzoek zijn de verschillen tussen beide stalvloersystemen (zoals beschreven in de scope in paragraaf 1.3), die een rol spelen in de ontwikkeling van bepaalde risicoscenario's, in beeld gebracht. Het uiteindelijke risico is afhankelijk van de specifieke situatie in de specifieke stal en dient te allen tijde op maat beoordeeld te worden.

Onderstaand wordt een samenvatting gegeven voor ieder scenario-onderdeel en daarbij wordt een vergelijking gemaakt tussen emissiearme stalvloersystemen en gangbare stalvloersystemen.

- **Gasvorming:**  
Gasvorming ontstaat door de directe werking van uitscheidingsproducten. Daarbij kunnen andere toevoegingen aan de mest, zoals reinigingsmiddelen uit de melkinstallatie, hygiënemiddelen voor de hoefbaden, mineralenconcentraten en spuiwater, leiden een verhoogde gasvorming.

De kans dat bovenstaande producten worden toegevoegd aan de mestput is gelijk voor beide stalvloersystemen. Echter zullen gassen in een emissiearm stalvloersysteem wel ophopen tot hogere concentraties gas dan bij een gangbaar stalvloersysteem. In een stalvloersysteem met emissiearme vloer ligt een vloer op de mestput, welke de mestput meer afsluit dan een stalvloersysteem met gangbare vloer<sup>34</sup>. Hierdoor is de kans kleiner dat een gas in de werkruimte van de stal komt.

---

<sup>33</sup> Vanuit de interviews en werksessie met de betrokken experts en belanghebbenden zijn de kwalitatieve scores opgesteld: de prevalenties. De prevalentie zegt iets over de bijdrage van een specifiek (sub)scenario aan de scenario-onderdeel die wordt beoordeeld. Deze prevalentie wordt voor ieder risicoscenario kwalitatief gescoord.

<sup>34</sup> Stalvloersystemen kunnen variëren waarbij het percentage "dichte vloer" eveneens kan variëren. Dit percentage is uiteindelijk bepalend voor de mate waarin blootstelling aan gassen plaats kan vinden. Zie paragraaf 1.3 voor de beschrijvingen van de stalvloersystemen.

Echter, de hoge concentraties aan gassen kunnen via open verbindingen naar buiten ontsnappen waardoor daar hogere concentraties van gassen, dampen en stoffen ontstaan. Dit kan leiden tot een acuut gezondheidsrisico.

Een stalvloersysteem met gangbare vloer bevat meer openingen tussen mestput en stalruimte. Hierdoor is de kans dat gevaarlijke gassen zich door de stal gaan verspreiden groter en vindt er een continue blootstelling aan de gevormde gassen plaats. Door de continue ontsnapping van gassen zijn de concentraties lager. Daarnaast zorgen ook de afvoer en verdunning van gassen in een stal ervoor dat de concentraties gassen minder hoog zijn.

Een ander fenomeen dat effect heeft op gasvorming, is schuimvorming. Schuim kan ontstaan door omstandigheden die nog grotendeels onbekend zijn. De geproduceerde gassen vormen belletjes (schuim) en eventuele aanwezige vetachtige componenten verlagen de oppervlaktespanning. Breekt dit schuim, dan komen de gassen vrij. Deze gassen kunnen ook zonder schuim vrijkomen, echter dan veel gelijkmatiger. Brekend schuim zorgt voor piek-emissies en daarmee piekconcentraties in de lucht. Hierbij zijn het mixen van mest en het leegpompen van de mestputten de meest risicovolle activiteiten voor het breken van schuim. De relatie tussen schuimvorming en het type stalvloersysteem dient nog nader onderzocht te worden.

- **Brand:**

Uit het onderzoek komt naar voren dat risicovolle activiteiten die leiden tot vonkvorming (menselijk handelen en elektrische apparatuur) even vaak voorkomen bij emissiearme stalvloersystemen als bij gangbare stalvloersystemen. Ondanks dat brandrisico niet wordt meegenomen in de risicobeoordeling, omdat subscenario's dezelfde prevalentiescores hebben bij beide stalvloersystemen, zit er wel verschil in het proces brandvorming tussen beide systemen.

Bij het stalvloersysteem met emissiearme vloer is de mestput grotendeels afgesloten. Daardoor is de kans kleiner dat een vonk in de put terecht komt. Echter vanwege hoge concentraties aan gassen bij openingen, is de kans op brand groter wanneer een vonk in deze opening terecht komt.

Gezien het feit dat bij een stalvloersysteem met gangbare vloer een "open" verbinding bestaat met de mestkelder (en de gassen die daar gevormd kunnen worden) kunnen vonken in de stalvloersystemen met gangbare vloeren sneller in de mestkelder terecht komen. Echter is de kans dat een gas de concentratielimiet voor brand bereikt kleiner, aangezien gassen zich gemakkelijker verspreiden over de stal en zich minder snel ophopen in de mestput.

- **Explosie:**

In een stalvloersysteem met emissiearme vloer ligt een dichte vloer op de mestput. Deze vloer sluit de mestput meer af dan een stalvloersysteem met gangbare vloer. De dichte vloer zorgt ervoor dat gassen, dampen en stof in de mestput blijven hangen en ophopen. Wanneer de opeenhoping van deze gassen dermate hoog is, kunnen deze explosierisico's met zich meebrengen (Zie Box 3 voor een beschrijving van gevaarlijke gassen die voorkomen in een melkveestal en explosiegevaarlijk kunnen worden).

Verder zitten in de stalvloer openingen, waardoor gassen kunnen uitdampen (bv. methaan als gevolg van een laag soortelijk gewicht), en waardoor ook eventuele vonken in contact kunnen komen met de gassen die uit de mestput uitdampen. Op het moment dat een vonk in contact komt met het brandbare gas, kan een explosie plaatsvinden. Opmerking bij deze conclusie is dat een aantal experts en belanghebbenden hebben aangegeven dat indicatieve metingen hebben laten zien dat onder normale omstandigheden<sup>35</sup> geen concentraties gassen zijn aangetoond die tot explosie zouden kunnen leiden. Aangezien wij deze metingen/onderzoeken niet hebben kunnen beoordelen en aangezien het gaat om indicatieve metingen hebben wij ervoor gekozen om de risico-waardering te baseren op het meest ernstige potentiële effect bij blootstelling aan een gevaarlijke stof.

Zoals hierboven beschreven, kan een explosierisico ontstaan op het moment dat een vonk in contact komt met explosiegevaarlijke concentraties gas. Uit het onderzoek komt naar voren dat het breken van schuim kan leiden tot hoge piekconcentraties aan gassen, waardoor het explosierisico groter is. Echter, laat ons onderzoek ook zien dat een relatie tussen de prevalentie van schuimvorming en het type stalvloersystemen nog onduidelijk is. Schuimvorming kan met de gegevens van dit onderzoek aldus niet worden gerelateerd aan het type stalvloersysteem. Daarbij is schuimvorming geen gebruikelijke omstandigheid die standaard voorkomt bij iedere melkveehouder. Er is op dit moment te weinig informatie bekend over de oorzaken van schuimvorming. Vanwege deze constatering wordt geadviseerd het proces van schuimvorming nader te onderzoeken.

De kans op explosie is bij een **stalvloersysteem met emissiearme vloer** groter dan bij een stalvloersysteem met een gangbare vloer. Dit komt doordat gevaarlijke gassen zich niet gemakkelijk over de stal kunnen verspreiden (zoals bij een stalvloersysteem met een gangbare vloer) en zich ophopen in de mestkelder. Op het moment dat een vonk in de mestput valt, is de kans op explosie dus groter. Omdat het gas is opgesloten is de kans op een drukgolf bij een emissiearme vloer eveneens groter. Echter, doordat de mestput (bijna volledig) is afgesloten, komt een vonk minder snel in de mestput terecht. De kans dat een vonk in een opening naar de mestput valt is daarmee kleiner. Bij een **gangbaar stalvloersysteem** met een roostervloer, is de kans dat een vonk in de put terecht komt groter, omdat overal openingen zijn naar de mestkelder. Echter omdat gassen bij dit systeem altijd naar buiten kunnen vluchten, en dus niet in de kelder circuleren, is de kans kleiner dat een gas explosiegevaarlijk wordt. Daarbij produceert een gaswolk "in het vrije veld" nauwelijks druk, waardoor de kans op een drukgolf kleiner is.

In het scenario "explosie" vormen 4 subscenario's een hoog risico (Onjuiste installatie/ Directe omgeving gaten/ Gaten, kieren, doorvoeringen/ Geopende ramen trekker).

---

<sup>35</sup> In dit onderzoek gaan we ervan uit dat er normale omstandigheden plaatsvinden wanneer deze onderdeel zijn van het dagelijks proces. Echter is deze definitie van normale omstandigheden discutabel, omdat het dagelijks en ondersteunend proces kan verschillen tussen melkveehouders.



- **Val/slip gevaar**

Met betrekking tot het risicoscenario val/slip gevaar, zijn de veiligheidsrisico's in de meeste gevallen identiek voor een emissiearm stalvloersysteem en een gangbaar stalvloersysteem. De aanwezigheid van obstakels op de stalvloer die een risico vormen voor de beloopbaarheid van de stal, is vergelijkbaar tussen beide stalvloersystemen. De waarschijnlijkheid dat putten open liggen, heeft te maken met het handelen van de mens, en daarmee ook niet met verschillen tussen beide stalvloersystemen. Ook zijn er geen verschillen naar voren gekomen met betrekking tot instortgevaar van een vloer.

Twee subscenario's blijven over, waarvan de prevalentie bij een emissiearm stalvloersysteem groter is dan bij een gangbaar stalvloersysteem. Allereerst, een opdrogende mestlaag (filmlaag) blijft bij een emissiearm stalvloersysteem vaker achter op de vloer, waardoor de vloer glad kan worden en val- of slipgevaar kan ontstaan. Hierdoor is dus een verminderde wrijving met de vloer, die voor zowel de koeien als voor de melkveehouder voor risico's kunnen opleveren. Ten tweede is het risico op gladheid bij een stalvloersysteem met emissiearme vloer ook iets groter dan bij een stalvloersysteem met gangbare vloer. Dit heeft ermee te maken dat er minder groeven en spleten in de vloer zijn verwerkt bij een emissiearme vloer.

Verder dient opgemerkt te worden dat uit de analyse van de verschillende scenario's blijkt dat er een aantal elementen zijn die een mogelijke impact hebben op de hoogte van de bijbehorende risico's en waarvan deze impact nog niet afdoende in kaart is gebracht. Zo zullen de volgende onderdelen beter onderzocht dienen te worden:

- Het proces van schuimvorming en breken van schuim
- De impact van vallend mest in de put
- De rol van de diepte van de put
- De invloed van onverteerbaar rantsoen
- De rol van kelderventilatie in de stal
- Bijdrage van verschillende bronnen aan vonkvorming

## 7.4 Onderzoeksvraag 3

Onderzoeksvraag 3 luidt als volgt:

*In hoeverre wordt voorzien in de risico-aspecten van het gebruik van emissiearme stalvloeren door:*

- *het Actieplan Brandveilige Veestallen 2018-2022;*
- *de procedure voor stalbeoordeling;*
- *de vergunningverlening*
- *Arbowetgeving.*

**Antwoord:**

Uit de telefonische interviews, de digitale werksessie en een bureaustudie blijkt dat de risico-aspecten van het gebruik van stalvloersystemen met emissiearme vloeren slechts een kleine rol spelen in de meeste bovengenoemde kaders.

- In het Actieplan Brandveilige Veestallen 2018-2022 wordt enkel ingegaan op brandgevaar.
- In de procedure voor stalbeoordeling wordt veiligheid beperkt meegenomen. Er wordt getoetst op de beloopbaarheid van de vloer voor de koeien en er wordt gekeken naar de individuele onderdelen van de stal. Er wordt niet gekeken naar de risicoaspecten in het totale ontwerp van de stal.
- Bij de vergunningverlening van de stal lijkt veiligheid weinig belang te hebben. De brandweer kan betrokken worden bij vergunningverlening om te toetsen of een stal veilig genoeg is. Echter is het geen verplichting om de brandweer te betrekken bij vergunningverlening.
- In de Arbowetgeving wordt voorzien voor ieder risicoscenario. De verschillende Arbokaders bevatten informatie over gevaarlijke stoffen, brandgevaar, explosiegevaar en val- en slipgevaar. Het Arbokader biedt een uitgebreid kader, echter in de praktijk lijkt de naleving hiervan soms tot knelpunten te leiden.

## 8 Advies en verbetermogelijkheden

In de volgende paragrafen zullen de, vanuit de experts en belanghebbenden aangedragen, veiligheidsrisico's worden vertaald naar advies en verbetermogelijkheden om de risico's zo veel mogelijk in te perken. In dit hoofdstuk wordt dit advies beschreven en onderverdeeld in aanvullende eisen aan ontwerp, aanvullende eisen aan uitvoering, richtlijnen voor veilig gebruik en aanvullend onderzoek.

### 8.1 Aanvullende eisen aan ontwerp



Vanuit technisch perspectief kan het emissiearm stalvloersysteem worden onderverdeeld in de fysieke vloer en het gehele stalvloersysteem waar de vloer deel van uitmaakt. De benoemde risicoscenario's in het onderhavige onderzoek richten zich op het stalvloersysteem als geheel. Bij het komen tot een emissiearm stalvloersysteem (ontwerpfase) gaat het hoofdzakelijk om het ontwerp van de vloer in het stalvloersysteem. Onderstaand zullen de aanvullende eisen aan ontwerp worden besproken:

#### Gas- en schuimvorming en Explosiegevaar

Kijkende naar de veiligheidskundige risico's valt op dat in relatie tot de emissiearme vloeren de risico's met betrekking tot de scenario's gasvorming en explosie vooral gerelateerd zijn aan het gebrek aan kennis, de bedrijfsvoering in de stal, en vonkvorming door menselijk handelen of elektrische apparatuur. Met betrekking tot de technische kwaliteit van het product 'emissiearme vloer' (en daarbij toegepaste materialen) zijn geen directe veiligheidsrisico's benoemd.

Aangezien de genoemde scenario's wel degelijk op kunnen treden in het systeem, zijn enkele oplossingsrichtingen genoemd tijdens de sessie in het onderhavige onderzoek:

- **Installatie & Gebruikersadvies**

Fabrikanten zijn verplicht een gebruikers- en installatiehandleiding te leveren voor producten die onder de Warenwet vallen. Dit geldt echter niet voor betonnen vloeren. Om onjuiste installatie alsmede gebruik te voorkomen, dient de aannemer en ook de gebruiker zelf op de hoogte te zijn van de technische voorwaarden waaraan de vloer, installatietechnisch als ook gebruik technisch dient te voldoen. De fabrikant kan hierin een belangrijke rol spelen door zowel de aannemer als de gebruiker van advies te voorzien van (bijvoorbeeld) een heldere installatie en/of gebruikershandleiding.

- **Veiligheid borgen in proces**

Er kan overwogen worden om de TAP niet enkel te laten beoordelen binnen de kaders van de ammoniak regelgeving, maar om deze expertise uit te breiden naar het beoordelen van veiligheidskundige risico's. Hoofddoel hiervan is om veiligheidskundige risico's te beoordelen van de (in ontwikkeling zijnde) vloer in relatie tot het systeem (of de systemen) waar de vloer daadwerkelijk in gebruik zal worden genomen. De TAP neemt daardoor zowel de ammoniak regelgeving mee, als de veiligheidskundige risico's. Dit onderdeel van de TAP zou kunnen functioneren vanuit de Arboretgeving (SZW) waarbij ook een relatie wordt gelegd met de Warenwet (explosieveilig materieel).

#### Val- en slipgevaar

Uit het scenario-onderdeel val- en slip gevaar blijkt dat het risico op een gladde vloer groter is bij een emissiearm stalvloersysteem dan bij een gangbaar stalvloersysteem. Deze gladde vloer kan veroorzaakt worden door het gebrek aan groeven en spleten, maar ook door het ontstaan van een filmlaag op de vloer. Met betrekking tot deze gladheid, heeft de (woordvoerder van) de fabrikanten aangegeven dat bij het ontwerp van een vloer "gladheid" altijd meegenomen wordt, weliswaar met specifieke focus op de dieren die op de vloer zullen verblijven.

#### **Gladheid:**

- Gladheid kan een aandachtspunt zijn voor fabrikanten om te onderzoeken of er technische mogelijkheden zijn om een blijvende oplossing voor dit scenario te ontwikkelen. Dit onderzoek zou zich dan ook kunnen richten op de stabiliteit van kwaliteit (gedurende de gebruiksjaren) van de beloopbaarheid van de vloer. Daarnaast kan het onderzoek zich ook richten op de werking van water op de gladheid van de vloer. Volgens de experts en belanghebbenden heeft niet alleen de urine een reinigende werking, maar heeft water dat ook.

## 8.2 Aanvullende eisen aan uitvoering



In de implementatie-fase (uitvoeringsfase) gaat het hoofdzakelijk om de installatie van de vloer in het stalvloersysteem. Uiteindelijk zal de eindgebruiker bepaalde keuzes maken die het uiteindelijke systeem zullen bepalen.

Oplossingsrichtingen genoemd tijdens de sessie in het onderhavige onderzoek:

- **Veiligheid borgen in proces**  
 Er zijn geen directe wettelijke Arbo-veiligheid kaders die in de ontwikkel- en implementatie fase van toepassing zijn. In de gebruiksfase zijn die er wel (Arbowetgeving). Terug-redenerend vanuit de risico scenario's (gebruiksfase) kan een vertaling van de risico's naar de implementatie fase leiden tot optimalisatie/aanpassingen van bestaande systemen. Richtlijnen, checklijsten, RI&E's/HAZOP's zouden daarbij gebruikt kunnen worden tijdens het implementeren van de vloer en/of het stalsysteem.  
 Daarnaast biedt de regelgeving omtrent explosieveiligheid (Arbowet/warenwet) houvast om juist in deze fase de juiste keuzes te maken voor bijvoorbeeld explosieveilige installaties (conform bijbehorende wettelijke kaders).  
 Deze oplossingsrichtingen vereisen verder een actief handavingsproces en zullen indien van toepassing ook invloed hebben op de ontwerp- en implementatiefase.
- **Informatie & Communicatie**  
 De keuze die een melkveehouder maakt (voor stalsysteem met bijbehorende vloer), hangt af van een aantal aspecten (zie figuur 4) en hoeft dus niet per definitie gebaseerd op alleen het thema "veiligheid" als zodanig. Het is van belang dat melkveehouders worden geïnformeerd over de veiligheidsrisico's van een bepaald type stalvloersysteem. Hierbij zou het mooi zijn dat melkveehouders niet enkel de financiële kosten van dit systeem meenemen, maar ook de gezondheids- en veiligheidskundige impact die de keuze voor een bepaald stalvloersysteem met zich mee kan brengen. Hierdoor kan een melkveehouder de meest efficiënte en effectieve keuze maken. Deze informatievoorziening kan komen van onder andere Rijksoverheid, belangenbehartigers of een andere onafhankelijke partij.
- **Verzekeringsclausules**  
 Bedrijfsmiddelen, zoals boerderij, bijgebouwen, de dieren, apparatuur en voorraad, zijn essentieel voor de bedrijfsvoering. Door deze middelen goed te verzekeren wordt het risico op bijvoorbeeld brand/explosie afgedekt. Verzekeringsclausules zoals de preventieclausule "mest mixen" kunnen gebruikt worden als middel om bewustwording te creëren bij de melkveehouder en bij het opstellen van risico- en preventieadviezen. Ook de verzekeraar kan in zowel de uitvoerings-als gebruiksfase dus een rol spelen bij het beheersen van veiligheidsrisico's, echter wordt hier op dit moment nog niet door alle verzekeraars op gestuurd.
- **Kelderloos bouwen**  
 Een brongerichte oplossing is het verplaatsen van de kelder naar een locatie buiten de stal. Deze oplossing lijkt eenvoudig maar behelst nog te onderzoeken factoren; zowel technisch (hoe mest en urine scheiden en transporteren naar andere locatie) als veiligheidskundig (welke additionele risico's bij transport en nieuwe opslag). Hierbij dient opgemerkt te worden dat je bij het verplaatsen van de mestopslag te maken hebt met andere ontstekingsbronnen, andere gebouwen en dus ook andere risico's. Het verplaatsen van de mestopslag, neemt dus niet alle risico's weg.

### 8.3 Richtlijnen voor veilig gebruik



In de gebruiksfase van een emissiearm stalvloersysteem bestaan voldoende kaders die iets zeggen over veiligheid. Deze zijn verankerd in de Arbowetgeving. Desondanks leert de praktijk dat de daadwerkelijke naleving hiervan vaak niet optimaal is. Dit kan enerzijds veroorzaakt worden doordat de eindgebruiker zich niet bewust is van de risico's danwel de van toepassing zijnde Arbo-verplichtingen. De specifieke richtlijnen genoemd in de Arbocatalogi staan beschreven in bijlage 2. Anderzijds wordt ook aangegeven dat er weinig, op Arbo gerichte, handhaving plaatsvindt.

- **Informatie & Communicatie rondom veiligheidsrisico's**

Het bewust maken van de veiligheidsrisico's in de melkveehouderij biedt veel kansen om de risico's in de gebruiksfase aan te pakken. Daarnaast zal dit ook direct uitstraling hebben naar de keuzes die gemaakt worden in de implementatiefase. Op dit moment is een project van start gegaan: Veilig en met plezier werken in de Melkveehouderij. NMV, LTO Nederland, NAK, NZO hebben samen met ZuivelNL en Stigas, het initiatief genomen om de veiligheid in de melkveehouderij te verbeteren. Doel van het project is om een veilige werkvloer voor melkveehouders, hun familieleden, personeel en bezoekers te realiseren. Dit project zal een goede stap zijn in de richting van bewustzijnsverhoging.

De Arbocatalogi bieden een mogelijkheid om veel van de punten, die hier en bij het volgende punt staan, in op te nemen. De branche en vakbonden kunnen een wijziging van de huidige Arbocatalogi maken waarna deze getoetst kan worden door de overheid.

Daarnaast kunnen ook de brancheorganisaties, belangenbehartigers en adviseurs een rol spelen bij het verhogen van bewustzijn van de melkveehouderij.

En last but not least kan de overheid daarin een rol spelen door gericht, via SZW, de melkveehouderij te informeren over mogelijke risico's en toepassingsverplichtingen en mogelijkheden van de Arbowet en bestaande catalogi. Met name de recente verduidelijking van de explosieveiligheids eisen in het Arbobesluit kunnen hier aanleiding voor zijn.

- **Handhaving door de overheid**

- Er dient vanuit de overheid meer aandacht te worden gegeven aan de veiligheidsrisico's in de melkveehouderij. In het vorig punt is reeds ingegaan op de communicatieve rol die de overheid kan innemen. Daarnaast dient ook de handhaving/inspectie meer structureel ingezet te worden. Daarbij dan specifieke focus op de Arbowet (SZW) en Warenwet (NVWA) met name op de verschillende, van toepassing zijnde onderdelen daarin (Gevaarlijke Stoffen, Explosieveiligheid, Valgevaar). Bij deze benadering dient specifiek aandacht te bestaan voor risico's van dagelijks gebruik, en ook van ondersteunende activiteiten.

- Verplichten tot doen van explosieveiligheids onderzoek/ opstellen Explosieveiligheidsdocument (EVD). Een explosieveiligheids onderzoek geeft inzicht in de risico's van explosieveiligheid in een stalsysteem waarbij feitelijk sprake is van een "gasbel" onder de dichte vloer. Een EVD geeft inzicht in deze risico's en definieert onveilige zones, waar dan vervolgens gerichte verbeteringen geïmplementeerd kunnen worden.
- Technische keuring installaties. Gebruikte installaties kunnen worden meegenomen in de audit/handhaving van het stalsysteem. Een periodieke keuring van elektrische installaties is in sommige gevallen al een vereiste van de verzekeraar, omdat dit in vele gevallen de hoofdoorzaak lijkt bij brand.

- **Sensoring en waarschuwingssysteem**

De meeste incidenten in de stallen met emissiearme vloeren in de melkveehouderij hebben te maken met de vorming van gasvormige componenten (verstikking, toxisch, brand en explosie). Uit het onderzoek komt naar voren dat dit vaak met onjuist gebruik en/of onderhoud van het stalsysteem te maken heeft. Bovengenoemde oplossingsrichtingen zijn (vanuit de arbeid hygiënische strategie) veelal bron en organisatie gerelateerd. Een sensing- en waarschuwing systeem is een effectgerichte oplossing die daarentegen direct effectief zal zijn. Mogelijkheden:

- Sensoring in de stal (gebruiksniveau): gericht op de directe veiligheid en te koppelen handelingsplan (bij alarmering).
- Sensoring onder de vloer: gericht op ophoping van gevaarlijke stoffen (en bijvoorbeeld schuimvorming).
- Sensoring buiten de stal: gericht op de veiligheid van omstanders, bezoekers en loonwerkers.

Met betrekking tot sensing is het van belang dat niet (enkel) seinen gegeven worden middels een kleursysteem maar dat ook precieze waardes worden aangegeven. Hiermee voorkom je dat het gebruik van sensing niet bruikbaar is voor kleurenblinden.

Daarbij dient het toevoegen van de sensor zelf geen extra risico's met zich mee te brengen, omdat deze vonken afgeeft. Daarom is het van belang om een explosieveilige sensor te installeren.

De toepassing van sensing- en waarschuwingssystemen dient nog nader onderzocht te worden (zie hoofdstuk 8.4.)

- **Incidentenregister**

Ondanks dat een melkveehouder verplicht is om een ongewoon voorval te melden aan het bestuursorgaan dat bevoegd is een omgevingsvergunning voor een inrichting te verlenen (Artikel 17.2. Wet Milieubeheer), worden incidenten die geen effect hebben op milieu (en mogelijk wel op de mens) hierin niet gemeld. Er is dus geen landelijke registratie van daadwerkelijke incidenten in de melkveehouderij en de daaraan gerelateerde oorzaken. Dit zorgt ervoor dat het Rijk niet op de hoogte is van alle incidenten die zich voordoen in melkveehouderijen (met of zonder emissiearme stalvloersystemen). Jetty Middelkoop van Brandweer Amsterdam-Amstelland heeft een incidentenregister opgesteld, waarin alle voor haar bekende incidenten in melkveehouderijen worden beschreven. Informatie over deze incidenten heeft zij gekregen uit het nieuws, of van collega's. In het incidentenregister wordt nauwelijks onderscheid gemaakt tussen een emissiearm stalvloersysteem of een gangbaar stalvloersysteem, gewoonweg omdat deze gegevens onbekend zijn. Wanneer een landelijke incidenten registratie ingevoerd wordt, is het van belang om ook aanvullend onderzoek te doen naar deze incidenten zodat risico's in de toekomst mogelijk verminderd kunnen worden.



## 8.4 Prioritering oplossingsrichtingen

In paragraaf 8.1 tot 8.3 zijn de mogelijke oplossingsrichtingen beschreven in relatie tot te nemen maatregelen. De maatregelen beschreven in bovenstaande paragrafen zijn erop gericht om veiligheidskundige risico's te minimaliseren voor de onderdelen waar een emissiearm stalvloersysteem een groter risico heeft dan een gangbaar stalvloersysteem. De maatregelen zijn dus gericht op de subscenario's die bij een emissiearm stalvloersysteem een hogere prevalentie hadden. Dit beschouwen we als de oplossingsrichtingen voor de **specifieke risico's**.

Echter, dit betekent niet dat de subscenario's die niet verschillen tussen beide stalvloersystemen minder risico met zich mee brengen. In tegendeel juist, sommige subscenario's zijn bij zowel het emissiearme stalvloersysteem als bij het gangbare stalvloersysteem gescoord met een prevalentie van vier blauwe blokjes. Het risico van een subscenario met vier blauwe blokjes is dus groter dan het risico van een subscenario met 3 of minder blauwe blokjes. In deze paragraaf wordt dus ook ingegaan op de risico's die voor beide stalvloersystemen gelijk zijn. Dit beschouwen we als de oplossingsrichtingen voor **generieke risico's**.

In deze paragraaf zullen we ingaan op de oplossingsrichtingen van zowel de specifieke als van de generieke risico's. Daarbij zullen we ook een prioritering geven van de mogelijke oplossingsrichtingen. De informatie uit deze paragrafen biedt een goede basis om risico-reducerende maatregelen op te stellen en te vertalen in een plan van aanpak. Deze dienen in ieder geval te bestaan uit maatregelen gericht op reductie van de specifieke risico's, en kunnen worden aangevuld met maatregelen gericht op de generieke risico's.

### 8.4.1 Oplossingsrichtingen voor specifieke risico's

Om een goede prioritering van deze oplossingsrichtingen aan te kunnen geven dient inzicht verkregen te worden in de impact van de maatregelen (zoals beschreven in paragrafen 8.1 en 8.2) op de vastgestelde risicoscores uit de paragrafen risicobeoordeling van hoofdstuk 5 (Waardering van de risico's). Voor deze prioritering is de methode van Kinney en Wiruth wederom toegepast, en is een inschatting gemaakt wat de impact van de maatregel op de drie variabelen "waarschijnlijkheid", "blootstelling" en "ernst" zal zijn. Hierdoor kan ingeschat worden hoe groot het risico is na implementatie van de mogelijke maatregel.

In bijlage 3 zijn de verschillende oplossingsmaatregelen uitgewerkt conform bovengenoemde methodiek. Dus in bijlage 3 is voor iedere maatregel gekeken wat de impact is op "waarschijnlijkheid", "blootstelling" en "ernst" (W x B x E). Ter illustratie laat onderstaande tabel 6 zien wat de maatregel "installatie- en gebruiksadvies" voor invloed heeft op bovengenoemde variabelen (W x B x E). De maatregel "installatie en gebruiksadvies" heeft invloed op het subscenario "onjuiste installatie" welke invloed heeft op zowel gasvorming als explosierisico. De impact is duidelijk zichtbaar: de risicoscore binnen het scenario gasvorming neemt af met 135 (van belangrijk risico naar mogelijk risico), en binnen het scenario explosierisico met 360 (van zeer hoog risico naar belangrijk risico).

	Gasvorming		Explosierisico	
	Onjuiste installatie/ onderhoud		Onjuiste installatie/ onderhoud	
	EAV voor	EAV na	EAV voor	EAV na
W	6	3	3	3
B	6	1	6	1
E	15	15	40	40
Score	540	45	720	120
Risicoklasse	Zeer hoog	Mogelijk	Zeer hoog	Belangrijk
	5	2	5	3

Tabel 6: Maatregel: installatie en gebruiksadvies. Inschatting van de impact na implementatie maatregel. Deze maatregel zal impact hebben op het subscenario "onjuiste installatie" binnen twee scenario's (gasvorming/ explosierisico). De impact is duidelijk zichtbaar: de risicoscore binnen het scenario gasvorming neemt af met 135 (van belangrijk risico naar mogelijk risico), en binnen het scenario explosierisico met 360 (van zeer hoog risico naar belangrijk risico). Deze methodiek laat zien dat zelfs bij het nemen van deze maatregel nog steeds een belangrijk risico aanwezig blijft. Een combinatie van maatregelen is daarom aan te bevelen.

In de volgende figuur 35 zijn de resultaten van bovenbeschreven methodiek samengevat voor de genoemde maatregelen in paragraaf 8.1 en 8.2. Figuur 35 maakt de impact van de maatregelen op de verschillende risicoscenario's inzichtelijk. Deze tabel kan worden gebruikt om een plan van aanpak uit te werken dat gericht is op de te nemen maatregelen.

Maatregelen	Implementatie maatregel	Scenario-onderdeel	Subscenario's										Totaal 1	Totaal 2	
			Onjuiste installatie/onderhoud		Nabij open verbindingen		Geopende trekker ramen		Filmlaag op vloer		Gladde vloer				
			Voor	Na	Voor	Na	Voor	Na	Voor	Na	Voor	Na			
<b>Ontwerp</b>															
	Installatie & gebruikersadvies	G	540	45										3	5
		E	720	120										2	
		V													
	Veiligheid borgen in proces (TAP)	G	540	15										4	8
		E	720	40										3	
		V								180	54			1	
	Richtlijnen/checklists/RI&E/HAZOP	G	540	45	900	270	45	9						5	10
		E	720	120	720	360	45	45						3	
		V							108	9	180	108		2	
<b>Implementatie</b>															
	Veiligheid borgen in proces (Arbo)	G													5
		E	720	40	720	360	45	15						5	
		V													
	Informatie en communicatie	G	540	90	900	270	45	9						4	7
		E	720	240	720	360	45	45						2	
		V							108	27	180	108		1	
	Verzekeringsclausules	G	540	15	900	15								8	14
		E	720	40	720	40								6	
		V													
	Kelderloos bouwen	G	540	<1	900	<1	45	<1						9	20
		E	720	2	720	2	45	<1						9	
		V							108	1	180	180		2	
<b>Gebruik</b>															
	Handhaving Overheid	G	540	45	900	90								6	10
		E	720	120	720	120								4	
		V													
	Technische keuring installaties	G	540	15										4	7
		E	720	40										3	
		V													
	Landelijke incidentenregistratie	G	Deze maatregel genereert inzicht in het soort incidenten en de frequentie daarvan. Met de data vanuit de registratie is het mogelijk de meest effectieve maatregelpakketten te definiëren die daadwerkelijk de grootste impact generen in risicoreductie.												
		E													
		V													
	Aanpassen Arbo-catalogi	G	540	45	900	270	45	9						5	10
		E	720	120	720	360	45	45						3	
		V							108	9	180	108		2	
	Sensing en waarschuwing	G			540	75	45	10,5						3	16
		E			720	60	45	22,5						3	
		V													

Figuur 35. Samenvattend overzicht van de impact van de afzonderlijke maatregelen op de verschillende van toepassing zijnde scenario's (G=Gasrisico/ E=Explosierisico/ V=Val en slip risico) en subscenario's. De impact is berekend middels Kinney en Wiruth en is in de figuur als risicoscore weergegeven. De kleurcodering (rood, lichtrood, oranje, geel, groen) komt overeen met de bijbehorende risicoklasse. In kolom "Totaal 1" is de som (impact) weergegeven van de risicoklasse-afname per maatregel en voor alle van toepassing zijnde subscenario's. In kolom "Totaal 2" is de totale impact van de specifieke maatregel weergegeven, zijnde de som van de in kolom "Totaal 1" benoemde impactscores.

Figuur 35 geeft een overzicht van de impact van de afzonderlijke maatregelen op de verschillende van toepassing zijnde specifieke risico-scenario's. Eén maatregel kan impact hebben op meerdere scenario's (kolom totaal 1). Door deze impact te sommeren kan een totaal-impact score berekend worden (kolom totaal 2). Deze laatste kolom laat daarmee goed zien welke maatregel de hoogste impact zal hebben op de beoordeelde specifieke risico's (hoe hoger de impact score, hoe hoger het effect van de maatregel).

#### 8.4.2 Oplossingsrichtingen voor generieke risico's

Zoals eerder beschreven in hoofdstuk 5 geldt het paradigma dat een gezondheidsrisico alleen kan ontstaan indien er een gevaar is én er blootstelling mogelijk is aan dit gevaar. In bovenstaande paragrafen zijn we in gegaan op de subscenario's met een verhoogd risico bij emissiearme stalvloersystemen die invloed hebben op blootstelling aan het betreffende scenario-onderdeel.

Er zijn echter meer scenario-onderdelen (met bijbehorende subscenario's) die een verhoogd risico met zich mee kunnen brengen. Zowel aan het begin als einde van de bron-keten. In Figuur 36 beschrijven wij de risico's met een hoge prevalentie-score (drie of meer blauwe blokken in de risico-figures in hoofdstuk 5) die niet eerder aan bod zijn gekomen, enerzijds omdat de prevalentie gelijk was tussen beide stalvloersystemen, anderzijds omdat het scenario-onderdeel niet direct gerelateerd is aan blootstellingsreductie. Risico-reductie in relatie tot één van deze elementen kan dan ook een bijdrage leveren aan de risico-reductie van de specifieke risico's die direct gerelateerd zijn aan de verschillen tussen de stalvloersystemen.

Scenario	Scenario-onderdeel	Subscenario	Prevalentie (N blauwe blokjes)	Maatregelen	Maatregelen	
				Koppeling aan specifiek maatregelenpakket	Generieke maatregel	
Gasvorming	1A: Menselijk handelen	Slecht verteerbaar rantsoen	3	Informatie en Communicatie		
	1B: Gasvorming	Ontstaan van gassen door verschillende bestanddelen in mestput	4	Richtlijnen/ Checklists/ RI&E/HAZOP/ Sensoring & Waarschuwing		
	1C: Schuimvorming	Ontstaan van schuimvorming door verschillende bestanddelen in mestput	3		Nader onderzoek	
	1D: Schuim breekt		Het mixen van mest	4		Nader onderzoek (o.a. invloed van meteo)
			Het leegpompen van de mestputten	4		Nader onderzoek
Brand	2A: Vonkvorming menselijk handelen	Lassen/ slijpen in de stal	4	Richtlijnen/ Checklists/ RI&E/HAZOP/ Handhaving Overheid		
		Roken in de stal	3	Richtlijnen/ Checklists/ RI&E/HAZOP		
		Dieren verzorgen in de stal	3	Richtlijnen/ Checklists/ RI&E/HAZOP		
	2B: Vonkvorming door elektrische apparatuur	Elektrische vliegenval	4	Richtlijnen/ Checklists/ RI&E/HAZOP/ Technische keuring installaties		
		Schrikdraad	3	Richtlijnen/ Checklists/ RI&E/HAZOP/ Technische keuring installaties		
		Mestrobot, mestschuif, mestscheider, voerrobot, melkrobot	3	Richtlijnen/ Checklists/ RI&E/HAZOP/ Technische keuring installaties		
		Elektrische mixer	3	Richtlijnen/ Checklists/ RI&E/HAZOP/ Technische keuring installaties		
		Zonnepanelen	3	Richtlijnen/ Checklists/ RI&E/HAZOP/ Technische keuring installaties/ Handhaving overheid		
		Gebrek aan onderhoud elektrische apparatuur	3	Richtlijnen/ Checklists/ RI&E/HAZOP/ Technische keuring installaties/ Handhaving overheid		
Technische ruimten	3	Richtlijnen/ Checklists/ RI&E/HAZOP/ Technische keuring installaties/ Handhaving overheid				
Explosie	3B: Explosie leidt tot brand	Scenario 3A + brandbare materialen/isolatie	3	Richtlijnen/ Checklists/ RI&E/HAZOP/ Technische keuring installaties/ Handhaving overheid		

Figuur 36: Generieke risico's die een bijdrage leveren aan de specifieke risico's bij de EAV stalvloersystemen. In het figuur zijn de subscenario's geselecteerd met meer dan drie blauwe blokjes in prevalentie (zie hoofdstuk 5). Verder zijn de maatregelen zoals genoemd in de vorige paragraaf gekoppeld aan een eventueel in te vullen maatregelenpakket voor het specifieke risicoscenario. Indien deze niet te koppelen zijn is in de laatste kolom aangegeven wat een generieke maatregel kan zijn. Met kleuren is een suggestie aangegeven voor prioritering: de oranje gekleurde scenario's zullen de meeste impact hebben op risicoreductie, de groen gekleurde scenario's zullen minder impact hebben op risicoreductie.

Figuur 36 geeft een overzicht van de generieke risico (sub)scenario's en onderdelen (die v.w.b. prevalentie gelijk zijn tussen de beide stalvloersystemen). In het overzicht komen alleen die scenario's naar voren die een score 3 of 4 (blokjes) op prevalentie hebben gescoord. Eventuele risico-reducerende maatregelen (gericht op de generieke risico's) zullen de grootste impact hebben indien ze worden ingezet op de risico-scenario's die gescoord zijn met score 4. Deze zijn oranje gekleurd in de figuur. Risico-reducerende maatregelen zullen ook bij deze risico-scenario's een groot effect hebben, zij het iets minder dan maatregelen ingezet op de score 4 scenario's. In figuur 36 is tevens een koppeling gemaakt naar de maatregelpakketten zoals opgesteld voor de specifieke risico's (zie paragrafen 8.1 en 8.2). Deze maatregelpakketten bieden het juiste kader om aanvullende maatregelen op te nemen die in deze gevallen dan gericht zijn op de generieke risico's.

### 8.4.3 Korte termijn maatregelen

Bovenstaande paragrafen beschrijven advies en verbetermogelijkheden om de risico's van emissiearme stalvloersystemen zo veel mogelijk te beperken. Paragraaf 8.4.1. geeft een impactscore voor de specifieke maatregelen en de mate waarin risico's worden beperkt. Paragraaf 8.4.2. beschrijft de impact van deze specifieke maatregelen op de generieke risico's. Onderstaande tabel geeft een prioritering van de maatregelen (gericht op specifieke risico's) en geeft daarbij inzicht in de vraag óf een maatregel direct te implementeren is door Rijksoverheid en, zo ja, op welke wijze. Deze tabel dient als handvat om eerder genoemde maatregelen te prioriteren.

*Tabel 7: Geprioriteerde maatregelen waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen wel/ niet direct te implementeren door Rijksoverheid. De scores zijn gebaseerd op de totale impactscore van de specifieke risico's. Bij prioritering kan ook het effect op generieke risico's meegenomen worden (Paragraaf 8.4.2.). Voor alle maatregelen geldt dat onderzoek gedaan moet worden naar hoe zij verankerd kunnen worden in regelgeving of een sturend kader (Paragraaf 8.5.).*

Maatregel + score	Direct te implementeren door overheidsinstanties
<b>Kelderloos bouwen</b> 20	Nee: Aanvullend onderzoek nodig naar de kosten, baten en risico's van kelderloos bouwen. Zowel technisch als veiligheidskundig is hier op het moment nog te weinig over bekend.
<b>Sensoring en waarschuwing</b> 16	Nee: Sensoren met waarschuwingssysteem kunnen op vrij korte termijn ontwikkeld en geplaatst worden. Overheidsinstanties kunnen hier een rol in spelen door deze ontwikkeling te ondersteunen en melkveehouders te wijzen op de nut en noodzaak van deze sensoren.
<b>Verzekeringsclausules</b> 14	Nee: Overheidsinstanties spelen nauwelijks een rol in de integratie in verzekeringsclausules. Deze verantwoordelijkheid ligt bij de verzekeraar. Wel kunnen overheidsinstanties hierover in gesprek gaan met de verzekeraar.
<b>Richtlijnen/ checklists/ Ri&amp;E/ HAZOP</b> 10	Ja: Overheidsinstanties kunnen afwegen of (een/enkele van) deze maatregelen toegepast dienen te worden/ kunnen worden bij de implementatie van stalvloersystemen.
<b>Handhaving Overheid</b> 10	Ja: Overheidsinstanties kunnen deze handhaving meer invulling gaan geven en dit zou op korte termijn gestart kunnen worden, mits dit vanuit wettelijk kader legitiem is. Handhaving dient voornamelijk gefocust te zijn op de risico's van dagelijkse en ondersteunende activiteiten.

Maatregel + score	Direct te implementeren door overheidsinstanties
<b>Aanpassen Arbo-catalogi</b>	10 Ja: Overheidsinstanties kunnen de aanpassing van de Arbocatalogi op korte termijn starten zodat het gedrag en de apparatuur die kan leiden tot gezondheids- en veiligheidskundige risico's duidelijk zijn beschreven.
<b>Veiligheid borgen in proces (TAP)</b>	8 Ja: Overheidsinstanties kunnen met relatief kleine investering kijken in welke mate veiligheid naar voren kan komen bij de keuring van de TAP. Overheidsinstanties kunnen een aantal vragen/ checkpunten opstellen waar een vloer aan dient te voldoen op veiligheidsniveau.
<b>Informatie en Communicatie</b>	7 Ja: Overheidsinstanties kunnen samen met belangenbehartigers of andere partijen een campagne opzetten om melkveehouders te informeren over de veiligheidsrisico's die kunnen spelen bij de verschillende typen stalvloersystemen en over risicovol gedrag wat gevaar kan vergroten.
<b>Technische keuring installaties</b>	7 Ja: Overheidsinstanties kunnen, met behulp van een kwaliteitssysteem, vastleggen dat gebruikte installaties periodiek dienen te worden gekeurd.
<b>Installatie &amp; Gebruikersadvies</b>	5 Ja/nee: Overheidsinstanties kunnen de fabrikant verplichten om de aannemer/ gebruiker op de hoogte te stellen van de technische voorwaarden waar een vloer aan dient te voldoen. Uiteindelijk zal deze taak uitgevoerd dienen te worden door de fabrikant.
<b>Veiligheid borgen in proces (Arbo)</b>	5 Ja: Overheidsinstanties kunnen kijken op welke wijze een explosieveiligheidsdocument verplicht kan worden, zodat beter nagedacht wordt over de explosierisico's van (emissiearme) stalvloersystemen en hoe deze risico's beperkt dienen te worden.
<b>Landelijke incidenten-registratie</b>	XX Ja: Overheidsinstanties kunnen een landelijk incidentenregister opstellen waarin ook incidenten gemeld dienen te worden die invloed hebben op veiligheid en gezondheid (en dus niet enkel milieu). Een incidentenregister geeft inzicht in de ongevallen waardoor concretere maatregelen getroffen kunnen worden.

## 8.5 Aanvullend onderzoek

Vanuit het onderhavige onderzoek komen een aantal aspecten naar voren die nog verder uitgezocht dienen te worden. Deze aanbevelingen voor aanvullend onderzoek zijn opgesteld door Antea Group en zijn gebaseerd op de gesprekken die gevoerd zijn met experts en belanghebbenden. De doelstelling van een aanvullend onderzoek is meerledig en wordt in de volgende paragrafen beschreven.

### Kosten-baten analyse maatregelen

In de eerdere paragrafen van dit hoofdstuk wordt de impact van maatregelen op veiligheidsrisico's van de bepaalde scenario's beschreven. Hierbij wordt enkel gekeken naar de impact van een oplossing op de risico's van een stalvloersysteem. Bij deze impact analyse, is geen rekening gehouden met de kosten die deze verandering met zich mee brengt en het organisatorische effect van deze verandering. Daarbij kunnen mogelijk ook weer nieuwe risicoscenario's een rol gaan spelen. Om een gewogen keuze te maken, is een aanvullende kosten-baten analyse met betrekking tot deze oplossingsrichtingen van belang.

### Verankering oplossingsrichtingen

In hoofdstuk 8 zijn veel verschillende oplossingsrichtingen beschreven. Het is van belang om te onderzoeken hoe verschillende oplossingsrichtingen kunnen worden verankerd in de regelgeving of in een sturend kader (richtlijnen etc.). Mogelijk kunnen een aantal oplossingsrichtingen worden verankerd in de bestaande catalogi, waardoor de aspecten van deze oplossingen beschouwd moeten worden alvorens een stalvloersysteem met emissiearme vloer geplaatst kan

worden. Onderzoek moet gedaan worden óf en in welke mate een bepaalde eis/ activiteit kan worden vastgelegd in de catalogi.

#### **Regelgeving explosieveiligheid in wet**

De richtlijn 92/99/EG is een Arbo richtlijn en beschrijft de minimale veiligheidseisen (inzake explosieveiligheid) waar een werkomgeving aan moet voldoen zodat werknemers in de werkomgeving op een veilige en gezonde manier hun werkzaamheden kunnen uitvoeren, met betrekking tot explosieveiligheid (zie bijlage 2 voor meer informatie over de toepassing van deze richtlijn in het Arbobesluit). De regelgeving explosieveiligheid biedt houvast om in de gebruiksfase, als ook de uitvoeringsfase (implementatiefase) rekening te houden met explosieveiligheid. Aanvullend onderzoek kan gedaan worden naar wat de mogelijkheden zijn voor het treffen van maatregelen om de regelgeving explosieveiligheid en EVD in praktijk nageleefd te laten worden.

#### **Oorzaken en rol van schuimvorming**

Uit het onderzoek blijkt dat schuimvorming in de mestkelder van een stalvloersysteem kan resulteren in vrijkomende gassen, dampen en stofdeeltjes. Het is momenteel nog onduidelijk waar het fenomeen "schuimvorming" door wordt veroorzaakt. Verschillende onderzoeken zijn uitgevoerd naar de oorzaken van schuimvorming, maar deze onderzoeken hebben geen causale verbanden opgeleverd (van Voorhuizen, Visser, Brandse & Uijterlinde, 2011; van Vuuren & Stokkers, 2012). Ondanks dat onderzoek naar de oorzaken van schuimvorming tot op heden nog geen duidelijke relaties heeft aangetoond, is het relevant om te onderzoeken hoe vaak schuimvorming voorkomt en of er verschillen te constateren zijn in het voorkomen van schuimvorming in emissiearme stalvloersystemen en gangbare stalvloersystemen. Daarnaast dient ook nader onderzoek gedaan te worden naar hoe een melkveehouder het beste kan handelen wanneer hij/zij last heeft van schuimvorming op de mest. Zo kunnen de mogelijke risico's van schuimvorming zo veel mogelijk worden beperkt.



### **Gevaarlijke stoffen en ventilatie**

Uit dit onderzoek blijkt dat verschillende gassen zich in de mestput opeenhopen welke humane veiligheidsrisico's met zich mee kunnen brengen. Echter is nog weinig onderzoek gedaan naar de daadwerkelijke concentraties gassen onder de stalvloer (en dus in de mestput). Het doen van een onderzoek naar de concentraties aan gassen onder de stalvloer is van belang om te toetsen in welke mate bepaalde (gevaarlijke) gassen, zoals methaan, koolstofdioxide, zwavelwaterstof, waterstofcyanide en blauwzuurgas voorkomen. Om een goede weergave te krijgen, dient onderzoek gedaan te worden naar het voorkomen van gassen tijdens zowel normale omstandigheden (dagelijks proces) als bijzondere omstandigheden zoals het mixen van mest en het leegpompen van de mestput.

Het opeenhopen van gevaarlijke concentraties gassen in de mestkelder kan op verschillende manieren beperkt worden. Enerzijds kan een brongerichte aanpak helpen bij het beperken van het ontstaan van gassen. Anderzijds kan ook een verspreidingsgerichte aanpak gehanteerd worden, bijvoorbeeld met behulp van ventilatie. Ventilatie blijkt een erg belangrijke maatregel om risico's bij het mest mixen te beperken. Met goede ventilatie en bij voldoende wind, hopen mestgassen zich minder snel op tot gevaarlijke concentraties bij het mest mixen. Over de ventilatie bij gangbare (rooster) vloeren, is al redelijk wat informatie bekend. Zo zouden oudere stallen over het algemeen minder worden geventileerd dan nieuwere stallen en vindt er uitwisseling van lucht plaats tussen de ruimten onder en boven de roostervloer. Hierdoor is er luchtstroming door de kelder.

Er kan onderzoek gedaan worden naar kelderventilatie bij emissiearme vloeren. Hierbij dient ook de afzuiging van kelderlucht via een luchtwasser beschouwd te worden. Luchtwassers worden op het moment nog maar sporadisch ingezet in een melkveehouderij en worden gebruikt om de uitstoot van ammoniak, geur en fijnstof te beperken. Om de uitstoot te verminderen zijn er drie manieren om de lucht te wassen. In een chemische luchtwasser wordt zuur gebruikt. Een biologische luchtwasser en een biofilter maken gebruik van micro-organismen (biomassa). Een waterwasser gebruikt alleen water (Infomil, z.d.-f). Deze toevoegingen kunnen echter ook weer opnieuw risico's met zich mee brengen en de werking van deze toevoegingen op de mestgassen moet goed worden onderzocht.

### **Sensoring en waarschuwingssysteem**

In paragraaf 8.2 van dit onderzoek is reeds beschreven dat een sensing en een waarschuwingssysteem een effectgerichte oplossing is die de veiligheidsrisico's van emissiearme stalvloersystemen kan minimaliseren. Hierbij kan gedacht worden aan sensing in de stal, onder de vloer en buiten de stal. In alle gevallen kunnen concentraties gassen gemonitord worden en kan een alarmering signaal gegeven worden wanneer hoge/ gevaarlijke concentraties aan gassen gemeten worden. Momenteel vinden diverse onderzoeken plaats gericht op luchtkwaliteit onder de vloer. Er is echter nog weinig informatie bekend over de luchtkwaliteit in de stal zelf. Kennis hieromtrent is noodzakelijk om een gedegen sensorings- en waarschuwingssysteem op te zetten.

### **Aanvullende onderzoeken gebleken uit subscenario's**

Tot slot zijn uit hoofdstuk 5 en de bijbehorende beschrijving van de subscenario's een aantal andere onderdelen gebleken die nog nader onderzocht dienen te worden, namelijk

- De impact van vallend mest in de put;
- De rol van de diepte van de put;
- De invloed van onverteerbaar rantsoen op gasvorming;
- Bijdrage van verschillende bronnen aan vonkvorming

De reden voor de advisering voor dit aanvullend onderzoek is beschreven in hoofdstuk 5.

## 9 Referenties

Actieplan Brandveilige Veestallen. (2018, juli). *Actieplan Brandveilige Veestallen 2018-2022*.

Counotte, G. H. M., B. van Keulen, G. W. Lieben, E. Mulder, L. T. van der Veen, D. Verbiesen en P. Zandstra. (1988). *Gevaren bij het mixen van mengmest in ligboxenstallen: het vrijkomen van zwavelwaterstof en blauwzuurgas*. Gezondheidsdienst voor Dieren.

Infomil. (z.d.-a). *Emissiearme vloeren*. Verkregen van:  
<https://www.infomil.nl/onderwerpen/landbouw/emissiearme-vloeren/#:~:text=Emissiearme%20vloeren%20worden%20toegepast%20in,of%20mestopslag%20door%20specifieke%20vloeruitvoering>

Infomil. (z.d.-b). *Opname nieuwe systemen*. Verkregen van:  
<https://www.infomil.nl/onderwerpen/landbouw/ammoniak/rav-0/opname-nieuwe/>

Infomil. (z.d.-c). *Mestschuif of mestrobot*. Verkregen van:  
<https://www.infomil.nl/onderwerpen/landbouw/emissiearme-vloeren/mestschuif-mestrobot/>

Infomil. (z.d.-d). *Eisen stalbeschrijving Activiteitenbesluit*. Verkregen van:  
<https://www.infomil.nl/onderwerpen/landbouw/ammoniak/activiteitenbesluit/landbouwhuisdieren/stalbeschrijvingen/>

Infomil. (z.d.-e). *Roostervloeren met kleppen*. Verkregen van:  
<https://www.infomil.nl/onderwerpen/landbouw/emissiearme-vloeren/roostervloeren-kleppen/>

Infomil. (z.d.-f). *Luchtwassers*. Verkregen van:  
<https://www.infomil.nl/onderwerpen/landbouw/luchtwassers/>

OD Twente. (2019). *Ongeval melkrundveestal met emissiearme vloer te Markelo*.

RVO. (z.d.-a). *Regeling ammoniak en veehouderij*. Verkregen van:  
<https://www.rvo.nl/onderwerpen/agrarisch-ondernemen/mest-en-grond/mestbeleid/rav>

RVO. (z.d.-b). *Bijzondere emissiefactor*. Verkregen van: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/agrarisch-ondernemen/mestbeleid/mest/innovatieve-stallen-en-technieken/regeling-ammoniak-en-veehouderij/bijzondere-emissiefactor>

Starmans, D. A. J., Blanken, K., Kupers, G. C. C., & Timmerman, M. (2009). *Schuimvorming op mest: eindrapportage* (No. 288). Wageningen UR, Livestock Research.

Stigas. (z.d.). *Mestgassen*. Verkregen van: <https://www.stigas.nl/agroarbo/melkvee-en-graasdieren/mestgassen/>

Voorhuizen, E. van, Visser, A., Brandse, F., & Uijterlinde, C. (2011). Praktijkonderzoek naar oorzaken schuimvorming in slibgistingtanks. *H 2 O*, 44(9), 37.

Vuuren, A. M. van, & Stokkers, E. (2012). *Invloed van voeding en mestsamenstelling op schuimvorming in rundveemest* (No. 637). Wageningen UR Livestock Research.

## **Bijlage 1 Vragen aan de experts en belanghebbenden**

## Bijlage 1 Vragen aan de experts en belanghebbenden

Deze week vindt ons interview plaats naar emissiearme vloeren in melkveehouderijen. Ter voorbereiding van dit interview, willen wij jullie vragen om antwoord te geven op een aantal vragen.

### Vraag 1:

Welke actoren spelen een rol wanneer het gaat om emissiearme vloeren? Wij hebben alvast een aantal actoren ingevuld, maar vul de tabel gerust aan wanneer u nog meer actoren weet. Van iedere actor willen wij graag antwoord hebben op de volgende vragen:

- Staat deze actor positief/ negatief tegenover deze emissiearme vloeren.
- Hebben zij veel of weinig invloed op beslissingen die genomen worden omtrent emissiearme vloeren in melkveehouderijen?
- Hebben zij veel of weinig belang bij het gebruik van emissiearme vloeren in melkveehouderijen?
- In hoeverre is deze actor verantwoordelijk voor de veiligheid van emissiearme vloeren?

Vul per actor onderstaande tabel in om bovenstaande vragen te beantwoorden:

Actoren	Positief/ negatief t.o.v. emissiearme vloeren	Mate van invloed op beslissingen (weinig = 1, veel = 10)	Mate van belang bij beslissingen (weinig = 1, veel = 10)	Mate van verantwoordelijkheid t.o.v. emissiearme vloeren (weinig = 1, veel = 10)
Fabrikanten				
Landbouworganisaties				
Boeren bedrijven				
Omgevingsdiensten				
Brandweer				
Verzekeraars				
Cumela				
WUR				
Adviseurs				
RVO				
TAP				
Dierenbescherming				
Inspectie SZW				
Ministerie				
Anders 1:				
Anders 2:				
Anders 3:				

**Vraag 2:**

Wij zijn benieuwd welke gevaren van emissiearme vloeren u als belangrijk ervaart. Deze informatie willen wij gebruiken tijdens het interview. Kunt u de, voor u, tien belangrijkste gevaren scoren op een schaal van 1 tot 10. Hierbij heeft een gevaar met **score 1 de laagste prioriteit**, en een gevaar met **score 10 de hoogste prioriteit**. Iedere score mag slechts één keer gegeven worden. Daarnaast willen wij u vragen wat, bij deze gevaren, het verschil maakt tussen een emissiearme vloer en een gangbare roostervloer (kolom 5).

Procesfase	Element	Gevaren	Prioriteits-score	Verskil emissiearme vloer t.o.v. gangbare roostervloer	
Ontwerp		- Gebruik van foute materialen			
		- Veiligheid wordt niet meegenomen in het ontwerp			
Productie		- Gebruik van foute materialen			
		- Defecte apparatuur			
		- Veiligheid wordt niet meegenomen tijdens inspectie			
Gebruik	Brongericht	- Rotting van mest			
		- Opeenhoping van urine en mest			
		- Schuimopeenhoping			
		- Ontstaan van drijfmestplassen			
		- Gebruik van fout veevoer			
			- Ontbreken van drukontlasting		
	Machinegericht	- Defecte apparatuur			
		- Onjuist gebruik			
		- Slecht onderhoud			
		- Valgevaar door machine			
- Gebruik van elektrische apparatuur					
Mensgericht		- Val/slip gevaar			
		- Risicovol gedrag vertonen			

		- Niet toereikende handhaving		
		- Strooien van kalk		
		- Schuiven van mest waardoor mest in de put valt		
		- Mixen van mest		
		- Scheiden van mest		
		- Uitrij-frequentie van mest		
	Stalinrichting	- Diepteligging put		
		- Te volle kelder/ put		
		- Gaten in de vloer		
		- Voetbaden ter voorkoming van klauwaandoeningen (formaldehyde/ kopersulfaat)		
	Extra	- Meteo waarden		

**Vraag 3:**

We willen het ook graag hebben over de positieve karakteristieken van emissiearme vloeren. Denk eens na over 3 punten die positief zijn aan het gebruik van emissiearme vloeren in melkveehouderijen:

- 1.
- 2.
- 3.

## **Bijlage 2 Wettelijke kaders**

## Bijlage 2 Wettelijke kaders

### Ammoniak

De **Wet ammoniak en veehouderij (Wav)** regelt de bescherming van aangewezen zeer kwetsbare gebieden voor ammoniak met behulp van emissieplafonds per veehouderij.

Het **Besluit emissiearme huisvesting (Beh)** bepaalt dat dierenverblijven emissiearm moeten zijn. Alleen huisvestingssystemen met een emissiefactor lager of gelijk aan de in het Besluit emissiearme huisvesting opgenomen maximale emissiewaarde per diersoort zijn toegestaan.

In de **regeling ammoniak en veehouderij (Rav)** zijn de emissiefactoren voor ammoniak per diercategorie weergegeven voor de verschillende stalvloersystemen, inclusief de niet emissiearme stalvloersystemen. In artikel 3 lid 3 zijn de criteria voor het vaststellen van een bijzondere emissiefactor (voor proefstallen) opgenomen:

- toepassing van het huisvestingssysteem voldoende bijdraagt aan de ontwikkeling van een huisvestingssysteem dat bijdraagt aan de bescherming van het milieu tegen de gevolgen van de ammoniakemissie,
- het huisvestingssysteem zich leent voor toepassing in de praktijk,
- de controleerbaarheid van de werking van het huisvestingssysteem voldoende is gewaarborgd, en
- voldoende is gewaarborgd dat de ammoniakemissie overeenkomstig het Protocol voor meting van ammoniakemissie uit huisvestingssystemen in de veehouderij 2013a of een gelijkwaardige meetmethode wordt gemeten en dat over de wijze van meten en de resultaten van de metingen aan hem wordt gerapporteerd.

De **NEC-richtlijn** (National emission ceilings) zijn Europese verplichtingen en kwantitatieve milieudoelstellingen die een monitoringsplicht kennen en een verplicht programma. De NEC-richtlijn heeft tot doel de oppervlakte in Europa die door verzuring is aangetast minimaal met de helft te verminderen.

### Natuurbeschermingsregelgeving

De **Wet natuurbescherming (Wnb)** beschermt Nederlandse natuurgebieden en planten- en diersoorten. De wet moet ervoor zorgen dat de verschillende planten- en diersoorten in de natuur blijven bestaan. Ook kwetsbare soorten mogen niet verdwijnen.

Natuur heeft een andere status dan andere bovengenoemde onderdelen. Zo kan deze aanhaken bij de Wabo, maar de ondernemer kan het aspect natuur ook gescheiden regelen (waarvoor deze dan toestemming vraagt op basis van de Wnb). Voor de andere onderdelen kan enkel vergunning verleend worden op basis van de Wabo.

### Vergunning

De **Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo)** regelt de omgevingsvergunning. De omgevingsvergunning is één geïntegreerde vergunning voor bouwen, wonen, monumenten, ruimte, natuur en milieu. De Wabo maakt het mogelijk om, binnen een project, met één omgevingsvergunning verschillende activiteiten (bouw, aanleg, oprichten, gebruik) uit te voeren.

In het **Activiteitenbesluit (Ab)** staan milieuregels van het Rijk. Alle bedrijven die een 'inrichting' zijn vallen eronder. Melkveehouderijen met minder dan 200 stuks melkrundvee (exclusief vrouwelijk jongvee) vallen onder het Activiteitenbesluit en moeten voldoen aan de voorschriften die zijn opgenomen in paragraaf 3.5.8. waarin regels staan voor het houden van landbouwhuisdieren in dierenverblijven: art 3.111 tot en



met 3.129<sup>36</sup>. Artikel 3.123 beschrijft dat de drijver van de inrichting er zorg voor draagt dat het stalvloersysteem wordt gebruikt en onderhouden overeenkomstig de voorwaarden die noodzakelijk zijn voor een goede werking van het huisvestingssysteem. Wanneer een melkveehouder meer dan 200 melkkoeien houdt, geldt een vergunningsplicht en moet een Omgevingsvergunning milieu worden aangevraagd.

### Arbeidsomstandighedenwetgeving

**Arbeidsomstandighedenwet:** In de Arbowet staan regels voor werkgevers en werknemers om de gezondheid en veiligheid van werknemers te bevorderen. De Arbowet vormt de basis van de Arbowetgeving. Hierin staan de algemene bepalingen die gelden voor alle plekken waar arbeid wordt verricht (dus ook voor verenigingen en stichtingen). De Arbowet is ook van toepassing voor agrarische bedrijven waar incidenteel seizoenskrachten, bedrijfsverzorgers, familieleden, stagiaires, deelnemers of loonwerkers meewerken. De Arbowet is een kaderwet. Dat betekent dat er geen regels in staan over concrete risico's. Die zijn uitgewerkt in het Arbobesluit en de Arboregeling.

**Arbobesluit:** Het Arbobesluit is een nadere uitwerking van de Arbowet. Hierin staan de regels waar zowel werkgever als werknemer zich aan moeten houden om arbeidsrisico's tegen te gaan. Er staan ook specifieke regels in voor een aantal sectoren en categorieën werknemers. In Nederland is de regelgeving omtrent onder meer het voorkomen van blootstelling gevaarlijke stoffen, explosieve atmosferen geïmplementeerd in het Arbobesluit in hoofdstuk 3 en 4. Art. 3.1 lid c, art. 3.5a tot en met art. 3.5f en art. 9.37 betreffen de implementatie van de richtlijn 92/99/EG inzake explosieve atmosferen. Dit is een Arbo richtlijn en beschrijft de minimale veiligheidseisen waar een werkomgeving aan moet voldoen zodat werknemers in de werkomgeving op een veilige en gezonde manier hun werkzaamheden kunnen uitvoeren. Een van de veiligheidseisen uit de richtlijn is dat de werkgever een explosieveilighedsdocument opstelt met daarin in ieder geval de volgende informatie:

- de indeling van de werkomgeving in explosie veilige zones;
- de ontstekingsbronnen en de bijbehorende risico's in de werkomgeving;
- beoordeling van de explosierisico's;
- en de preventieve maatregelen om een explosie te voorkomen.

De EU richtlijn nummer 89/654/EEG stelt in artikel 9.1 de volgende eisen aan vloeren: *'Vloeren van ruimten moeten vrij zijn van hobbels, putten of gevaarlijke hellingen; moeten vast, stabiel en slipvrij zijn'*.

**Arboregeling:** De Arboregeling is weer een verdere uitwerking van het Arbobesluit. Het gaat hierbij om gedetailleerde voorschriften. Bijvoorbeeld de eisen waar arbeidsmiddelen aan moeten voldoen of hoe een arbodienst zijn wettelijke taken exact moet uitvoeren. Ook deze regels zijn verplicht voor werkgever en werknemer. De voornaamste in relatie tot emissiearme stalvloeren betreffen explosie, brand- en blootstellingsgevaar. Bij stalvloeren speelt ook uitglijd-/struikelgevaar een voorname rol, maar dan met name voor de dieren (beloopbaarheid). Machineveiligheid speelt een belangrijke rol in het ontstaan van brand en in het bijzonder in relatie van een eventueel beoogd gebruik van materieel in explosieve atmosferen (explosie veilig materieel).

Om ervoor te zorgen dat werknemers gezond en veilig kunnen werken, moet iedere werkgever een overzicht opstellen van alle risico's die in de organisatie kunnen voorkomen. Dit doet de werkgever in een **risico-inventarisatie en -evaluatie (RI&E)**. Algemeen "brandgevaar" dient hierin betrokken te zijn en voldoende zorg voor brandgevaar kan op "checklistbasis" worden aangetoond. Voor een aantal

---

<sup>36</sup> De artikelen 3.113 tot en met 3.121 zijn enkel van toepassing voor bedrijven die in zijn geheel onder de regels van het Ab vallen en niet voor Type C inrichtingen (vergunningplichtige inrichtingen)

onderwerpen, waaronder het omgaan met gevaarlijke stoffen, moet een meer diepgaande RI&E zijn vastgelegd. Hieronder vallen ook de risico's in verband met explosiegevaar. Een explosieveiligheidsdocument (EVD) hoort bij de schriftelijk vastgelegde RI&E.

**Arbocatalogi:** Sinds 2007 hebben werkgevers en werknemers meer mogelijkheden gekregen om zelf te bepalen hoe ze de normen van de Arbowet (de zogenaamde 'doelvoorschriften') in hun ondernemen bereiken. Ook op brancheniveau maken werkgevers en werknemers hier afspraken over die ze vastleggen in een Arbocatalogus. Verschillende Arbocatalogi zijn van toepassing bij melkveehouderijen, namelijk de Arbocatalogus melkvee en graasdieren en de Arbocatalogus mechanisch loonwerk.

In de *Arbocatalogus 'Melkvee en graasdieren'* is het volgende opgenomen omtrent het onderwerp mestgassen: "Bij het mixen van drijfmest in onder kelderde stallen kan mestgas in de stalruimtes komen. Mestgas bestaat uit onder andere zwavelwaterstof, ammoniak en methaan. Het kan ook blauwzuurgas bevatten. Zo kunnen er dodelijke situaties ontstaan voor de mens en voor de opgehokte dieren. Plaatsen die extra gevaar opleveren zijn de directe omgeving van de mixgaten, de onder kelderde stalvloer (roosters) en de lager gelegen putten, waaronder ook de melkstalput. De gassen kunnen via een geopend achterraam zich ook ophopen in de trekker die de mixer aandrijft. Omdat de meeste mestgassen brandbaar zijn, kan er bij open vuur gemakkelijk brand ontstaan of explosie plaatsvinden." Daarnaast worden een aantal adviezen opgesomd:

- Kom niet in de stal tijdens en vlak na het mixen. Of draag adembescherming (volgelaatsmasker met type B2 (grijs filter)).
- Betreed mestkelders en giertanks alleen met onafhankelijke adembescherming (perslucht) ook na beluchting van uren of dagen.
- Wees bij het betreden van besloten ruimtes en mestkelders altijd aangeliënd en zorg dat er een extra man buiten de werkplek is.
- Beschrijf in een procedure wat te doen als zich toch een noodsituatie voordoet (bijv. bedwelming van personen in de tank of bij de tankopening, brand e.d.); de technische noodmaatregelen, de organisatorische noodmaatregelen, de verantwoordelijkheden en de taken van betrokkenen. Bespreek vervolgens de procedure met alle betrokkenen.

In de *Arbocatalogus Mechanisch loonwerk* is het volgende opgenomen met betrekking tot mestgassen: Bij het werken met drijfmest komen mestgassen vrij. Mestgas bestaat uit onder andere zwavelwaterstof, ammoniak en methaan. Het kan ook blauwzuurgas bevatten. Door pieken in de concentratie (in de mengmesttank, bij het mixen en bij het breken van de koek op de drijfmest) kunnen dodelijke situaties voor mens en dier ontstaan. Deze gassen verdringen ook de zuurstof waardoor een levensgevaarlijke situatie kan ontstaan. Sommige gassen zijn bovendien brandgevaarlijk. Plaatsen die extra gevaar opleveren zijn de tank van de mengmestverspreider, de mestsilo, mesttransportvoertuig, de directe omgeving van de mixgaten, silo-openingen, mangat van de tankwagen, de stalruimte tijdens het mixen, de onder kelderde stalvloer (roosters), de lager gelegen putten (onder andere de melkstalput) en de trekker cabine. Door luchtstromingen kunnen gassen zich in de trekker ophopen, vooral tijdens het mixen met windstil weer. In deze Arbocatalogus worden ook een aantal maatregelen genoemd, die genomen kunnen worden om blootstelling aan mestgassen te voorkomen:

- Zorg voor de juiste middelen (zoals meetapparatuur, onafhankelijke adembescherming\* en aanlijning) en werkwijze (zie toelichting) voor het reinigen van de mesttank of besteed het werk uit aan een deskundige die beschikt over de juiste middelen.
- Maak afspraken met de agrariër over de werkwijze en de te nemen maatregelen (ook in geval van nood).
- Spreek met de agrariër af dat er geen kinderen op het erf zijn tijdens werkzaamheden waarbij mestgassen vrij kunnen komen.

- Zorg voor een back-up flesje met ademlucht om bij een defect ademluchtsysteem de gevaarlijke ruimte nog veilig te kunnen verlaten.
- Zorg voor een bedrijfshulpverlener die weet hoe je moet redden en weet om te gaan met slachtoffers die hebben bloot gestaan aan mestgassen.

### Warenwet

In het Warenwetbesluit explosieveilig materieel 2016 is de **richtlijn 2014/34/EU** geïmplementeerd die de eisen bevat aan apparaten die bedoeld zijn voor gebruik op plaatsen waar ontploffingsgevaar kan heersen.

De **Richtlijn algemene productveiligheid** is in Nederland opgenomen in de Warenwet en in het Warenwetbesluit algemene productveiligheid. Deze schrijft voor dat alle consumentenproducten die op de markt worden gebracht en verhandeld, veilig moeten zijn. Deze richtlijn werkt als juridisch vangnet voor die consumentenproducten die niet onder een specifieke productveiligheidsrichtlijn vallen.

### Bouwregelgeving

Alle opdrachtgevers in de bouw krijgen bij (ver)bouwen te maken met wetten en regels. Bijvoorbeeld het Bouwbesluit en het Besluit omgevingsrecht. De gemeente controleert of opdrachtgevers zich aan deze wetten en regels houden. De verschillende wetten en regels die van toepassing zijn bij bouw- en verbouw van gebouwen (waaronder stallen) zijn te vinden op <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/bouwregelgeving/bouwvoorschriften>.

#### Bronnenlijst wettelijke kaders

<https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/natuur-en-biodiversiteit/wetgeving-voor-natuurbescherming-in-nederland>

<https://www.infomil.nl/onderwerpen/integrale/wet-algemene/>

<https://www.infomil.nl/onderwerpen/integrale/wet-algemene/wabo-kort-1/>

<https://www.vanwestreenen.nl/sectoren/melkveesector/>

<https://www.arboportaal.nl/onderwerpen/arbowedgeving/wat-staat-er-in-de-arbowet>

<https://www.atexcertificaat.nl/wat-is-atex/atex-richtlijnen/atex-153/>

<https://www.staatvan.nl/productveiligheid/index.php?page=5>

<https://aandeslagmetdeomgevingswet.nl/thema/lucht/nec/uitleg-nec/>

<https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/bouwregelgeving/bouwvoorschriften>

[https://wetten.overheid.nl/BWBR0022762/2020-07-01#Hoofdstuk3\\_Afdeling3.5\\_Paragraaf3.5.8\\_Artikel3.113](https://wetten.overheid.nl/BWBR0022762/2020-07-01#Hoofdstuk3_Afdeling3.5_Paragraaf3.5.8_Artikel3.113)

## **Bijlage 3 Impact bepaling**

## Bijlage 3 Impact bepaling

### Maatregelen advies

- Onderzoek aantasting beton: nodig om risico EAV instortgevaar mee te waarderen. Stel  $W=3$ , dan wordt de risicoklasse "2" (Mogelijk Risico) o.b.v. score 22,5.
- Gladheid (i.r.t. "gladde vloer") is onduidelijk i.r.t. kwaliteitsverlies gedurende de jaren. Mocht de gladheid van de EAV vloer toenemen in de loop van de jaren kan de risicoscore daarmee oplopen naar 108, "Belangrijk Risico" (op basis van waarschijnlijkheid "6", Blootstelling "6", Effect "3")

In de volgende figuren in deze bijlage zijn de verschillende maatregelen afzonderlijk beoordeeld op "impact". Daarbij zijn de subscenario's die van toepassing zullen zijn bij de betreffende maatregel uitgewerkt en is per subscenario een inschatting gemaakt van de risicoscore ná implementatie maatregelen. De volgende maatregelen, welke tekstueel zijn uitgewerkt in onderhavige rapportage, zullen daarbij aan bod komen:

- Ontwerp -- Installatie & gebruikersadvies
- Ontwerp -- Adviespool Veiligheid
- Implementatie – richtlijnen/checklists/RI&E/HAZOP/et cetera
- Implementatie – ATEX
- Implementatie -- Informatie en communicatie (Intrinsieke bewustwording veiligheidsrisico's in bedrijfsvoering)
- Implementatie -- Verzekeringsclausules
- Implementatie -- Kelderloos bouwen
- Gebruik – Handhaving Overheid
- Gebruik – Technische keuring installaties
- Gebruik – Landelijke incidentenregistratie
- Gebruik – Aanpassen Arbo-catalogi
- Gebruik – Sensoring en waarschuwing

**Ontwerp -- Installatie & gebruikersadvies**

	Gasvorming		Explosierisico	
	Onjuiste installatie/ onder		Onjuiste installatie/ onder	
	EAV v	EAV na	EAV v	EAV na
W	6	3	3	3
B	6	1	6	1
E	15	15	40	40
Score	540	45	720	120
Risicoklasse	Zeer h	Mogelijk	Ze	Belangrij
	5	2	5	3

**Ontwerp – Veiligheid borgen in proces (TAP)**

	Gasvorming		Explosierisico	
	Onjuiste installatie/ on		Onjuiste installatie/ onder	
	EAV v	EAV r	EAV v	EAV na
W	6	1	3	1
B	6	1	6	1
E	15	15	40	40
Score	540	15	720	40
Risicoklasse	Ze	Laag	Ze	Mogelijk
	5	1	5	2

	Val en slip gevaar	
	Gladde vloer	
	EAV voor	EAV na
W	10	3
B	6	6
E	3	3
Score	180	54
Risicoklasse	Belangrijk	Mogelijk
	3	2

**Implementatie – richtlijnen/checklists/RI&E/HAZOP/etc.**

Gasvorming						
	Onjuiste installatie/ onderhoud		Nabij open verbindingen		Geopende trekker ramen	
	EAV voor	EAV na	EAV voor	EAV na	EAV voor	EAV na
W	6	3	10	6	3	3
B	6	1	6	3	1	1
E	15	15	15	15	15	3
Score	540	45	900	270	45	9
Risicoklasse	Zeer hoog	Mogelijk	Zeer hoog	Hoog	Mogelijk	Laag
	5	2	5	4	2	1

Explosierisico						
	Onjuiste installatie/ onderhoud		Nabij open verbindingen		Geopende trekker ramen	
	EAV voor	EAV na	EAV voor	EAV na	EAV voor	EAV na
W	3	3	3	3	3	3
B	6	1	6	3	1	1
E	40	40	40	40	15	15
Score	720	120	720	360	45	45
Risicoklasse	Zeer hoog	Belangrijk	Zeer hoog	Hoog	Mogelijk	Mogelijk
	5	3	5	4	2	2

Val en slip gevaar				
	Filmlaag		Gladde vloer	
	EAV voor	EAV na	EAV voor	EAV na
W	6	3	10	6
B	6	1	6	6
E	3	3	3	3
Score	108	9	180	108
Risicoklasse	Belangrijk	Laag	Belangrijk	Belangrijk
	3	1	3	3

### Implementatie – ATEX

	Explosierisico					
	Onjuiste installatie/ onderhoud		Nabij open verbindingen		Geopende trekker ramen	
	EAV voor	EAV na	EAV voor	EAV na	EAV voor	EAV na
W	3	1	3	3	3	1
B	6	1	6	3	1	1
E	40	40	40	40	15	15
Score	720	40	720	360	45	15
Risicoklasse	Zeer hoog	Mogelijk	Zeer hoog	Hoog	Mogelijk	Laag
	5	2	5	4	2	1



**Implementatie -- Informatie en communicatie (Intrinsieke bewustwording veiligheidsrisico's in bedrijfsvoering)**

Gasvorming						
	Onjuiste installatie/ onderhoud		Nabij open verbindingen		Geopende trekker ramen	
	EAV voor	EAV na	EAV voor	EAV na	EAV voor	EAV na
W	6	3	10	6	3	3
B	6	2	6	3	1	1
E	15	15	15	15	15	3
Score	540	90	900	270	45	9
Risicoklasse	Zeer hoog	Belangrijk	Zeer hoog	Hoog	Mogelijk	Laag
	5	3	5	4	2	1

Explosierisico						
	Onjuiste installatie/ onderhoud		Nabij open verbindingen		Geopende trekker ramen	
	EAV voor	EAV na	EAV voor	EAV na	EAV voor	EAV na
W	3	3	3	3	3	3
B	6	2	6	3	1	1
E	40	40	40	40	15	15
Score	720	240	720	360	45	45
Risicoklasse	Zeer hoog	Hoog	Zeer hoog	Hoog	Mogelijk	Mogelijk
	5	4	5	4	2	2

Val en slip gevaar				
	Filmlaag		Gladde vloer	
	EAV voor	EAV na	EAV voor	EAV na
W	6	3	10	6
B	6	3	6	6
E	3	3	3	3
Score	108	27	180	108
Risicoklasse	Belangrijk	Mogelijk	Belangrijk	Belangrijk
	3	2	3	3

### Implementatie -- Verzekeringsclausules

	Gasvorming			
	Onjuiste installatie/ onderhoud		Nabij open verbindingen	
	EAV voor	EAV na	EAV voor	EAV na
W	6	1	10	1
B	6	1	6	1
E	15	15	15	15
Score	540	15	900	15
Risicoklasse	Zeer hoog	Laag	Zeer hoog	Laag
	5	1	5	1

	Explosierisico			
	Onjuiste installatie/ onderhoud		Nabij open verbindingen	
	EAV voor	EAV na	EAV voor	EAV na
W	3	1	3	1
B	6	1	6	1
E	40	40	40	40
Score	720	40	720	40
Risicoklasse	Zeer hoog	Mogelijk	Zeer hoog	Mogelijk
	5	2	5	2

**Implementatie -- Kelderloos bouwen**

Gasvorming						
	Onjuiste installatie/ onderhoud		Nabij open verbindingen		Geopende trekker ramen	
	EAV voor	EAV na	EAV voor	EAV na	EAV voor	EAV na
W	6	0,1	10	0,1	3	0,1
B	6	0,5	6	0,5	1	0,5
E	15	15	15	15	15	15
Score	540	<1	900	<1	45	<1
Risicoklasse	Zeer hoog	Laag	Zeer hoog	Laag	Mogelijk	Laag
	5	1	5	1	2	1

Explosierisico						
	Onjuiste installatie/ onderhoud		Nabij open verbindingen		Geopende trekker ramen	
	EAV voor	EAV na	EAV voor	EAV na	EAV voor	EAV na
W	3	0,1	3	0,1	3	0,1
B	6	0,5	6	0,5	1	0,5
E	40	40	40	40	15	15
Score	720	2	720	2	45	<1
Risicoklasse	Zeer hoog	Laag	Zeer hoog	Laag	Mogelijk	Laag
	5	1	5	1	2	1

Val en slip gevaar				
	Filmlaag		Gladde vloer	
	EAV voor	EAV na	EAV voor	EAV na
W	6	1	10	10
B	6	1	6	6
E	3	3	3	3
Score	108	<1	180	180
Risicoklasse	Belangrijk	1	Belangrijk	Belangrijk
	3	Laag	3	3

### Gebruik – Handhaving Overheid

	Gasvorming			
	Onjuiste installatie/ onderhoud		Nabij open verbindingen	
	EAV voor	EAV na	EAV voor	EAV na
W	6	3	10	3
B	6	1	6	2
E	15	15	15	15
Score	540	45	900	90
Risicoklasse	Zeer hoog	Mogelijk	Zeer hoog	Belangrijk
	5	2	5	1

	Explosierisico			
	Onjuiste installatie/ onderhoud		Nabij open verbindingen	
	EAV voor	EAV na	EAV voor	EAV na
W	3	3	3	3
B	6	1	6	1
E	40	40	40	40
Score	720	120	720	120
Risicoklasse	Zeer hoog	Belangrijk	Zeer hoog	Belangrijk
	5	3	5	3

**Gebruik – Technische keuring installaties**

	Gasvorming		Explosierisico	
	Onjuiste installatie/ onderhoud		Onjuiste installatie/ onderhoud	
	EAV voor	EAV na	EAV voor	EAV na
W	6	1	3	1
B	6	1	6	1
E	15	15	40	40
Score	540	15	720	40
Risicoklasse	Zeer hoog	Laag	Zeer hoog	Mogelijk
	5	1	5	2

## **Gebruik – Landelijke incidentenregistratie**

Deze maatregel genereert inzicht in het soort incidenten en de frequentie daarvan. Met de data vanuit de registratie is het mogelijk de meest effectieve maatregelpakketten te definiëren die daadwerkelijk de grootste impact generen in risicoreductie.

### Gebruik – Aanpassen Arbo-catalogi

Gasvorming						
	Onjuiste installatie/ onderhoud		Nabij open verbindingen		Geopende trekker ramen	
	EAV voor	EAV na	EAV voor	EAV na	EAV voor	EAV na
W	6	3	10	6	3	3
B	6	1	6	3	1	1
E	15	15	15	15	15	3
Score	540	45	900	270	45	9
Risicoklasse	Zeer hoog	Mogelijk	Zeer hoog	Hoog	Mogelijk	Laag
	5	2	5	4	2	1

Explosierisico						
	Onjuiste installatie/ onderhoud		Nabij open verbindingen		Geopende trekker ramen	
	EAV voor	EAV na	EAV voor	EAV na	EAV voor	EAV na
W	3	3	3	3	3	3
B	6	1	6	3	1	1
E	40	40	40	40	15	15
Score	720	120	720	360	45	45
Risicoklasse	Zeer hoog	Belangrijk	Zeer hoog	Hoog	Mogelijk	Mogelijk
	5	3	5	4	2	2

Val en slip gevaar				
	Filmlaag		Gladde vloer	
	EAV voor	EAV na	EAV voor	EAV na
W	6	3	10	6
B	6	1	6	6
E	3	3	3	3
Score	108	9	180	108
Risicoklasse	Belangrijk	Laag	Belangrijk	Belangrijk
	3	1	3	3

**Gebruik – Sensoring en waarschuwing**

	Gasvorming			
	Nabij open verbindingen		Geopende trekker ramen	
	EAV voor	EAV na	EAV voor	EAV na
W	6	10	3	3
B	6	0,5	1	0,5
E	15	15	15	7
Score	540	75	45	10,5
Risicoklasse	Zeer hoog	Mogelijk	Mogelijk	Laag
	5	2	2	1

	Explosierisico			
	Nabij open verbindingen		Geopende trekker ramen	
	EAV voor	EAV na	EAV voor	EAV na
W	3	3	3	3
B	6	0,5	1	0,5
E	40	40	15	15
Score	720	60	45	22,5
Risicoklasse	Zeer hoog	Mogelijk	Mogelijk	Mogelijk
	5	2	2	2



---

## Over Antea Group

Van stad tot land, van water tot lucht; de adviseurs en ingenieurs van Antea Group dragen in Nederland sinds jaar en dag bij aan onze leefomgeving. We ontwerpen bruggen en wegen, realiseren woonwijken en waterwerken. Maar we zijn ook betrokken bij thema's zoals milieu, veiligheid, assetmanagement en energie. Onder de naam Oranjewoud groeiden we uit tot een allround en onafhankelijk partner voor bedrijfsleven en overheden. Als Antea Group zetten we deze expertise ook mondiaal in. Door hoogwaardige kennis te combineren met een pragmatische aanpak maken we oplossingen haalbaar én uitvoerbaar. Doelgericht, met oog voor duurzaamheid. Op deze manier anticiperen we op de vragen van vandaag en de oplossingen van de toekomst. Al meer dan 60 jaar.

---

## Contactgegevens

Wim Duisenbergplantsoen 21  
6221 SE MAASTRICHT  
Postbus 959  
6200 AZ MAASTRICHT

E. [save@anteagroup.nl](mailto:save@anteagroup.nl)

[www.anteagroup.nl](http://www.anteagroup.nl)

### Copyright © 2021

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, elektronisch of op welke wijze dan ook, zonder schriftelijke toestemming van de auteurs.