



Preventieve detectie- en automatische blussystemen voor veestallen

Een inventarisatie en inschatting van de effectiviteit voor het voorkómen van stalbranden met dierlijke slachtoffers

Rapport 1329



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Preventieve detectie- en automatische blussystemen voor veestallen

Een inventarisatie en inschatting van de effectiviteit voor het voorkómen van stalbranden met dierlijke slachtoffers

1 Wageningen Livestock Research

2 Instituut Fysieke Veiligheid

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Livestock Research en Instituut Fysieke Veiligheid, en gesubsidieerd door het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, in het kader van het Beleidsondersteunend onderzoek thema 'Systeeminnovatie Veehouderij' (projectnummer BO-43-013.01-048).

Wageningen Livestock Research
Wageningen, augustus 2021

Openbaar

Rapport 1329

Preventieve detectiesystemen en automatische blussystemen voor veestallen. Een inventarisatie en inschatting van de effectiviteit voor het voorkómen van stalbranden met dierlijke slachtoffers.
Wageningen Livestock Research, Openbaar Rapport 1329.

Samenvatting NL In opdracht van het ministerie van LNV is door Wageningen Livestock Research en Instituut Fysieke Veiligheid een inventarisatie uitgevoerd naar detectiesystemen die brandgevaarlijke afwijkingen in elektrische installaties en apparaten kunnen detecteren voordat daadwerkelijk brand uitbreekt, alsmede naar automatische blussystemen, beide voor toepassing in technische ruimten en/of diervverblijven van intensieve veehouderijen. Daarbij is een inschatting gemaakt van de toepasbaarheid en effectiviteit van deze systemen in veestallen, met het doel om de brandveiligheid te versterken en dierenleed te voorkomen. De inschatting van effectiviteit is, bij het ontbreken van harde kwantitatieve data, grotendeels gebaseerd op expert judgement. Het heeft een overzicht opgeleverd van perspectievolle preventieve detectie- en automatische blussystemen die in vervolgstappen en binnen een integrale aanpak aandacht verdienen.

Summery UK At the request of the Ministry of Agriculture, Nature and Food Quality, Wageningen Livestock Research and the Institute for Safety have carried out an inventory of detection systems that can detect fire-hazardous deviations in electrical installations and equipment before the actual fire breaks out, as well as automatic fire extinguishing systems, both for use in technical areas and/or animal houses of intensive livestock farms. An estimate was made of the applicability and effectiveness of these systems in livestock sheds, with the aim of strengthening fire safety and preventing animal suffering. In the absence of hard quantitative data, the estimate of effectiveness is largely based on expert judgement. It has provided an overview of promising preventive detection and automatic fire extinguishing systems that deserve attention in subsequent steps and within an integrated approach.

Copyright omslagfoto: DaP Systems

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/551415> of op www.wur.nl/livestock-research (onder Wageningen Livestock Research publicaties).



Dit werk valt onder een Creative Commons Naamsvermelding-Niet Commercieel 4.0 Internationaal-licentie.

© Wageningen Livestock Research, onderdeel van Stichting Wageningen Research, 2021

De gebruiker mag het werk kopiëren, verspreiden en doorgeven en afgeleide werken maken. Materiaal van derden waarvan in het werk gebruik is gemaakt en waarop intellectuele eigendomsrechten berusten, mogen niet zonder voorafgaande toestemming van derden gebruikt worden. De gebruiker dient bij het werk de door de maker of de licentiegever aangegeven naam te vermelden, maar niet zodanig dat de indruk gewekt wordt dat zij daarmee instemmen met het werk van de gebruiker of het gebruik van het werk. De gebruiker mag het werk niet voor commerciële doeleinden gebruiken.

Wageningen Livestock Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Wageningen Livestock Research is NEN-EN-ISO 9001:2015 gecertificeerd.

Op al onze onderzoeksopdrachten zijn de Algemene Voorwaarden van de Animal Sciences Group van toepassing. Deze zijn gedeponeerd bij de Arrondissementsrechtbank Zwolle.

Openbaar Wageningen Livestock Research Rapport 1329

Inhoud

	Woord vooraf	5
	Samenvatting	6
1	Inleiding	10
	1.1 Doel van het onderzoek	10
	1.2 Afbakening	10
2	Aanpak	11
3	Mechanismen van elektriciteitsbranden	12
	3.1 Indicatie aandeel elektriciteitsbranden	12
	3.2 Fysische mechanismen	12
	3.3 Negatieve invloedsfactoren in veestallen	15
4	Elektrische installaties in (diervverblijven van) veestallen	16
	4.1 Pluimveebedrijven	16
	4.2 Varkensbedrijven	19
	4.3 Vleeskalverbedrijven	22
	4.4 Luchtwater/droogtunnel/warmtewisselaar	23
	4.5 Afwijkingen aan elektrische systemen in de praktijk	24
5	Inventarisatie van preventieve detectie- en automatische blussystemen	26
	5.1 Preventieve detectiesystemen	26
	5.1.1 Detecteren op temperatuur	26
	5.1.2 Elektrisch systeem	27
	5.1.3 Detecteren op rook	28
	5.1.4 Samengevat	28
	5.2 Automatische blussystemen	29
	5.2.1 Automatische sprinklerinstallaties	29
	5.2.2 Watermistinstallaties	29
	5.2.3 Blusgasinstallaties	29
	5.2.4 Blusschuiminstallaties	30
	5.2.5 Samengevat	30
6	Inschatting effectiviteit van systemen in veestallen	32
	6.1 Kwantitatieve inzichten in oorzaken en gevolgen van stalbranden	33
	6.1.1 Aanpak	33
	6.1.2 Brandoorzaken	33
	6.1.3 Voorwerp dat als eerste in brand raakt	34
	6.1.4 De bij de brand betrokken brandstoffen	35
	6.1.5 De ruimte waarin de brand ontstaan is	35
	6.1.6 De relatie tussen de ontstaansruimte en het aantal omgekomen dieren	36
	6.1.7 Conclusie	37
	6.2 Kwalitatieve inzichten in oorzaken en gevolgen van stalbranden	37
	6.2.1 Aanpak	37
	6.2.2 Resultaten	41
	6.3 Inschatting overall effect van toepassing in de praktijk	47

7	Conclusies en aanbevelingen	50
7.1	Perspectiefvolle systemen voor object- en/of ruimtebeveiliging	50
7.2	Aanbevelingen	52
Bijlage 1	Schematisch overzicht van mogelijke elektrische installaties en ruimten per sector	54
Bijlage 2	Scores experts	64

Woord vooraf

Dit onderzoek is uitgevoerd op verzoek van het ministerie van LNV in het kader van het versterken van de brandveiligheid van veestallen en het voorkomen van dierenleed.

De Onderzoeksraad voor Veiligheid benadrukt in haar rapport van maart 2021 dat er te weinig aandacht is voor de brandveiligheid van dieren in steeds groter wordende stallen, en er nog steeds te veel dieren omkomen bij stalbranden. Elektriciteitsbranden vormen een belangrijk onderdeel binnen de oorzaken van stalbranden, voor zover deze kunnen worden achterhaald. Het tijdig detecteren van brandgevaarlijke afwijkingen in de elektrische installatie, voordat er daadwerkelijk brand uitbreekt, is daarmee van groot belang ter voorkoming van dierenleed. In dit onderzoek is nagegaan welke systemen er voor preventieve detectie van dergelijke afwijkingen bestaan, en is een inschatting gemaakt van de toepasbaarheid en effectiviteit ervan op het voorkómen van stalbrand en het voorkómen van dierenleed. Eenzelfde inschatting is gemaakt voor geïnventariseerde automatische blussystemen. Daarbij liepen de onderzoekers er (opnieuw) tegenaan dat er weinig bruikbare gegevens voorhanden zijn over oorzaken van stalbranden, de ontstaansruimten en de factoren die hebben geleid tot wel of geen dierlijke slachtoffers daarbij. De inschatting van effectiviteit is daarom vrijwel geheel gedaan op basis van expert judgement.

Een belangrijke rode draad in de conclusies valt op: een integrale aanpak van (bouw)planologische, bouwkundige, installatietechnische en organisatorische maatregelen is van groot belang, waarbij maatregelen, voortbouwend op geïnventariseerde risico's, 'op maat' op elkaar dienen te worden afgestemd. Pas dan is duidelijk welke meerwaarde (preventieve) detectiesystemen en automatische blussystemen kunnen hebben uit oogpunt van brandveiligheid en het voorkomen van dierenleed bij stalbrand, en welke organisatorische maatregelen (de 'mensfactor', o.a. ten aanzien van opvolging van alarm) nodig zijn om te zorgen dat de potentiële effectiviteit ervan ook ten volle wordt benut.

Bij de totstandkoming van de onderzoeksresultaten hebben diverse personen een zeer waardevolle bijdrage geleverd. In het bijzonder wil het onderzoeksteam de volgende personen danken voor hun constructieve medewerking:

- De producenten van preventieve detectie- en automatische blussystemen, de bouwadviesbureaus en de sectoren voor het verstrekken van waardevolle informatie tijdens de bilaterale interviews en de plenaire (digitale) bijeenkomst;
- De experts van de brandverzekeraars en de brandonderzoekers, voor hun medewerking aan de beoordeling van systemen op toepasbaarheid en effectiviteit, en de levendige discussies in het rondetafelgesprek;
- De leden van de werkgroep Actieplan Brandveilige Veestallen 2018-2022, voor de waardevolle discussie over het eindresultaat.

Ik wil ook het team met de onderzoekers van Wageningen Livestock Research en Instituut Fysieke Veiligheid hartelijk danken voor hun inzet bij deze complexe opdracht en de (opnieuw) constructieve en waardevolle samenwerking tussen beide instituten. Ik hoop en verwacht dat het onderzoeksresultaat bijdraagt aan een snelle versterking van de brandveiligheid van bestaande veestallen en het voorkómen van dierenleed door stalbrand.

Hoofd afdeling dierenwelzijn en diergezondheid
Wageningen Livestock Research

Samenvatting

In opdracht van het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) hebben Wageningen Livestock Research en het Instituut Fysieke Veiligheid onderzocht welke preventieve detectiesystemen voor het detecteren van brandgevaarlijke afwijkingen in elektrische systemen praktisch toepasbaar en effectief kunnen zijn in veehouderijbedrijven. Tevens is onderzoek gedaan naar de praktische toepasbaarheid en potentiële effectiviteit van automatische blussystemen in veestallen.

Aanpak

Via literatuurscan zijn onderliggende mechanismen van elektriciteitsbranden inzichtelijk gemaakt. Er is een inventarisatie uitgevoerd van bestaande typen preventieve detectie- en automatische blussystemen, hun kenmerken en hun toepassingen in de veehouderij. Er is beschreven welke elektrische systemen, installaties en apparatuur voorkomen in (sub)ruimten van veestallen (o.a. dierverblijven) in de varkens-, pluimvee- en vleeskalverhouderij. Met experts uit het veld zijn tussenresultaten gefinetuned, en is een preselectie van preventieve detectie- en automatische blussystemen gemaakt voor de effectiviteitsinschatting. Voor de systemen in de preselectie is een inschatting gemaakt van de toepasbaarheid in veestallen en de effectiviteit op het voorkomen van ontstaan van stalbrand en voorkomen van dierlijke slachtoffers. Dit is uitgevoerd met behulp van bekende oorzaken van stalbranden (kwantitatief), en met behulp van expertview (kwalitatief).

Conclusies en aanbevelingen *(zie hoofdstuk 7 voor meer details)*

Conclusies

Er zijn te weinig (betrouwbare) gegevens voorhanden om in kwantitatieve zin richtinggevende uitspraken te kunnen doen over stalbranden wat betreft oorzaak, betrokken voorwerpen en ruimten van ontstaan. Van de gegevens die wel betrouwbaar genoeg zijn, zijn de aantallen incidenten steeds te klein om daar conclusies uit te trekken. Het kwalitatieve onderzoek (expertview) heeft mede door de gegeven argumentatie bij de scores en de discussies binnen een rondetafelgesprek belangrijke richtinggevende informatie opgeleverd voor inschatting van de effectiviteit van de betreffende systemen binnen veestallen.

De volgende preventieve detectie- en automatische blussystemen zijn, binnen de gegeven indicatie van toepassing, perspectiefvol om te betrekken in vervolgstappen gericht op beperken van het aantal stalbranden en dierlijke slachtoffers.

Categorie	Beveiliging in elektrisch systeem	Objectbeveiliging	Ruimtebeveiliging	
			Technische ruimte	Diervverblijf
Preventieve detectiesystemen				
Detectie op afwijkingen in elektra	Beveiliging tegen oververhitting in elektromotoren			
	Monitoring elektraverbruik			
	Continue lekstroom-bewaking			
	Vlamboogdetectie			
Detectie op temperatuur		Temperatuursensoren (punt en/of kabel; via sensorkabel indien object in diervverblijf)	T-voelers gekoppeld aan klimaatcomputer	T-voelers gekoppeld aan klimaatcomputer
Detectie op rook		Aspiratiemelders	Aspiratiemelders	Aspiratiemelders
Automatische blussystemen				
Op water gebaseerde blussing		Sprinklers	Sprinklers	Watermistsystemen
		Watermistsystemen	Watermistsystemen	(i.c.m. klimaat-systeem,..)
Op blusgas gebaseerde blussing		Blusgas	Blusgas	
		(CO ₂ , ..; in kleine afgesloten objecten zoals schakelkast)	(CO ₂ , ..; alleen indien goed afgesloten ruimte)	

- Het betreft bij de opsomming niet een of/of situatie, zowel binnen als tussen de preventieve detectiesystemen en automatische blussystemen, maar vooral ook een en/en situatie. En bij iedere keus is maatwerk per stal noodzakelijk. Wellicht kan hier met subsidieregelingen op worden ingespeeld.
- Wat detectie van brandgevaarlijke afwijkingen in elektra betreft: de elektrische installatie moet in de basis al in orde zijn om er preventieve detectie op te kunnen toepassen, dat is een randvoorwaarde. Het is de vraag of oudere stallen aan deze randvoorwaarde (kunnen) voldoen.
- Met preventieve detectie en blussystemen kan niet (altijd) worden voorkómen dat dieren omkomen, maar het aantal kan wel worden beperkt. Met effectieve opvolging bij preventieve detectie zal er in veel gevallen nog op tijd kunnen worden ingegrepen; met automatische blussystemen beperkt men het aantal dierlijke slachtoffers, maar wordt dierenleed niet helemaal voorkomen. Het welslagen is (ook) in belangrijke mate afhankelijk van menselijk gedrag, van een goede alarmopvolging. Dit geldt zowel voor preventieve detectie als voor automatisch blussen. De mensfactor is hierbij van doorslaggevend belang (zie hoofdstuk 7).
- De brandweer moet nu regelgericht toetsen op brandveiligheid bij vergunningaanvragen voor stallen; risicogericht toetsen zou veel beter zijn. Het is belangrijk dat verschillende brandveiligheidsaspecten binnen een veebedrijf, gebaseerd op een risico-inventarisatie, integraal op elkaar zijn afgestemd, met het doel om dierenleed te voorkomen. Dit betekent afstemming van zowel (bouw)planologische, bouwkundige en installatietechnische voorzieningen als organisatorische maatregelen om de brandveiligheid te versterken (Integraal Plan Brandbeveiliging). Ook in veestallen (nieuwbouw, maar ook voor bestaande stallen) kan een dergelijke aanpak, met als doel het voorkómen van stalbrand en dierlijke slachtoffers, waardevol zijn.
- Ook als een of meerdere van bovenstaande systemen wordt/worden toegepast, blijft het essentieel dat, om het brandbeveiligingssysteem effectief te laten zijn, de grootte van een brandcompartiment en het aantal daarin gehuisveste dieren beperkt blijft. Brandcompartimenten groter dan 2.500 m² die op basis van gelijkwaardigheid zijn vergund, zijn in dit opzicht ongewenst. Experts pleiten voor hogere brandwerendheid (>90 min) tussen compartimenten en voor vergroting van bouwblokken bij een gelijkblijvend maximaal te bebouwen oppervlak, zodat stallen (brandcompartimenten) verder uit elkaar kunnen worden gepositioneerd. Dat verkleint de kans op overslag en maakt brandbestrijding beter mogelijk.

-
- De experts benadrukken dat een meersporenbeleid noodzakelijk is om het aantal stalbranden te kunnen verminderen: een goede centrale registratie van brandoorzaken en het verloop van brand (conform registratie in geval van dodelijke slachtoffers bij brand in woonhuizen), preventieve detectie, een goede opvolging van detectie en automatische blussing, én beperken van de omvang van brandcompartimenten binnen veestallen.

Aanbevelingen

- Wat opnieuw opvalt is een volstrekt gebrek aan bruikbare gegevens over oorzaken, welk object als eerste in brand is gegaan, in welke ruimte, hoe verliep de verspreiding, waarom zijn er dieren omgekomen etc. Het verdient aanbeveling om stalbranden, met en zonder dierlijke slachtoffers, op een zelfde wijze te registreren als de registratie bij fatale woningbranden (met iedere 5 jaar een trendanalyse waar beleid uit wordt geformuleerd). Hier valt veel uit te leren. Evenals uit registratie van oorzaken en verloop van branden waar de brandweer niet bij is geweest, en waar geen dierlijke slachtoffers bij zijn gevallen. Daarvoor is een goede afstemming tussen brandweer en verzekeraars randvoorwaarde.
- Het verdient aanbeveling om de in deze studie geïdentificeerde perspectiefvolle preventieve detectie- en automatische blussystemen nader te onderzoeken op haalbaarheid voor implementatie in de veehouderijpraktijk. Daarbij is een integrale aanpak 'op maat' voor het bedrijf gewenst: gebaseerd op een risico-inventarisatie dienen (bouw)planologische, bouwkundige, installatietechnische en organisatorische maatregelen op elkaar te worden afgestemd (Integraal Plan Brandbeveiliging, met als doel het voorkomen van dierenleed). Op die wijze wordt duidelijk welke meerwaarde (preventieve) detectiesystemen en automatische blussystemen kunnen hebben uit oogpunt van brandveiligheid en het voorkomen van dierenleed, en welke organisatorische maatregelen (de 'mensfactor', o.a. ten aanzien van opvolging van alarm) faciliteren dat de potentiële effectiviteit ervan ook ten volle wordt benut. Pilots met stallen per diersector verdienen aanbeveling, eventueel voorafgegaan door een bredere inventarisatie van de 'Staat van de Brandveiligheid' van bestaande stallen binnen een sector, zodat gerichter keuzes voor stallen binnen de pilots kan worden gemaakt.
- Veel branden ontstaan door werkzaamheden: de menselijke factor. Dit onderzoek heeft zich beperkt tot elektriciteitsbranden als oorzaak van stalbrand. De menselijke factor (gedrag(s)verandering) t.a.v. brandveiligheid stallen, werkzaamheden, opvolging op meldingen e.a.) verdient nadrukkelijk aandacht binnen een Integraal Plan Brandveiligheid zoals hierboven bedoeld.
- De kwaliteit en betrouwbaarheid van preventieve detectie- en automatische blussystemen is geregeld in kwaliteitssystemen afgestemd op ruimten waarin personen verblijven, er worden randvoorwaarden bij gesteld die vaak niet haalbaar zijn voor veestallen. Het verdient aanbeveling om een aangepast/toegespitst kwaliteitsniveau met randvoorwaarden te maken specifiek voor toepassing in veestallen, waardoor meer garanties worden gegeven dat deze systemen ook onder veestal-omstandigheden blijven functioneren.
- Een verdere automatisering binnen diervverblijven geeft grotere risico's voor brandveiligheid. Het verdient aanbeveling om na te gaan hoe potentieel brandgevaarlijke installaties (zoals elektromotoren), ook in bestaande stallen, zo veel mogelijk buiten diervverblijven kunnen worden geplaatst, bv. bij vervanging ervan, en hoe daar brandcompartimentering op kan worden toegepast. Daarnaast is het belangrijk dat installaties die minimaal nodig zijn in diervverblijven (verlichting, ventilatie en verwarming) zo direct mogelijk op het elektriciteitsnet worden aangesloten. Het risico op het ontstaan van (de brandgevaarlijke) slechte verbindingen binnen elektrische systemen als gevolg van corrosieve/agressieve omgevingsfactoren wordt hiermee beperkt.
- Het verdient aanbeveling om na te gaan welke multifunctionele toepassingen kunnen worden verbonden aan watermistssystemen als brandbeheersingssysteem, en dit actief te communiceren naar ondernemers.
- Veehouderijbedrijven hebben met beleidsmaatregelen op uiteenlopende domeinen te maken (dierenwelzijn, emissiebeperking, ruimtelijke ordening e.a. Die maatregelen richten zich op oplossingen voor het betreffende domein, maar kunnen negatieve effecten op de brandveiligheid van veestallen of andere thema's hebben. Er zijn diverse praktijkvoorbeelden

hiervan (bv. wintertuinen tussen stallen e.a.¹). Om als ondernemer op bedrijfsniveau investeringen in brandveiligheid te kunnen (en willen) doen, is een integrale aanpak van de verschillende beleidsterreinen die samenkomen op het veebedrijf van groot belang, zodat naar win-wins kan worden gezocht, of ten minste tegenstrijdigheden worden vermeden.

¹ Zie ook conclusies en aanbevelingen uit eerdere WLR/IFV studies en evaluaties op het gebied van brandveiligheid van stallen, o.a. <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/246894> (2012) en <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/418937> (2017)

1 Inleiding

Overheid en deelnemers aan het Actieplan Brandveilige Veestallen 2018-2022 (Dierenbescherming, Verbond van Verzekeraars, Brandweer Nederland, POV en LTO Nederland) zetten zich gezamenlijk in om de kans op stalbranden met dierlijke slachtoffers te reduceren door o.a. de oorzaken van stalbranden aan te pakken. In dit kader is in 2019 door Wageningen Livestock Research in opdracht van het ministerie van LNV een verkennend onderzoek uitgevoerd naar brand- en rookdetectiesystemen voor gebruik in technische ruimten van veestallen, alsmede naar criteria waaraan dergelijke systemen zouden moeten voldoen.

Branddetectiesystemen kunnen een meerwaarde hebben uit oogpunt van voorkómen van dierlijke slachtoffers, mits een snelle en effectieve opvolging op het brandalarmsignaal mogelijk is. Brand helemaal voorkómen is nog beter dan het detecteren van een (beginnende) brand. Veel stalbranden hebben een technische oorzaak (kortsluiting, oververhitting van elektrische systemen en dergelijke). Het is daarom zinvol om na te gaan welke mogelijkheden er zijn om brandgevaarlijke afwijkingen in technische systemen binnen veestallen te detecteren vóórdat er daadwerkelijk brand door ontstaat.

In opdracht van het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) hebben Wageningen Livestock Research en het Instituut Fysieke Veiligheid onderzocht welke preventieve detectiesystemen zoals vlamboogdetectie, elektronische beveiliging, continue weerstandsmetingen praktisch toepasbaar en effectief zijn in veehouderijbedrijven. Tevens is onderzoek gedaan naar de praktische toepasbaarheid en effectiviteit van automatische blussystemen in veestallen.

1.1 Doel van het onderzoek

Overall doel van het onderzoek: bijdragen aan het brandveiliger maken van veestallen en daarmee aan het voorkómen van dierlijke slachtoffers.

Subdoelen

Inzicht geven in:

- bestaande preventieve detectiesystemen, die praktisch toepasbaar en haalbaar zijn voor gebruik in technische ruimten en diervverblijven van veehouderijbedrijven;
- de verwachte effectiviteit van deze preventieve detectiesystemen uit oogpunt van voorkómen van het ontstaan van brand en dierlijke slachtoffers;
- bestaande automatische blussystemen die praktisch toepasbaar en haalbaar zijn voor gebruik in technische ruimten en diervverblijven van veestallen, en, waar het de technische ruimten betreft, in principe combineerbaar met branddetectiesystemen in technische ruimten;
- de verwachte effectiviteit van deze automatische blussystemen uit oogpunt van voorkómen van het ontstaan van brand en dierlijke slachtoffers.

1.2 Afbakening

Het onderzoek richt zich op de intensieve veesectoren: de varkens-, pluimvee- en vleeskalverhouderij. Preventieve detectie is in dit onderzoek afgebakend tot de detectie van brandgevaarlijke afwijkingen in de elektrische installatie, d.i. de installatie die zich bevindt tussen de aansluiting van de netbeheerder en het punt van aansluiting van materieel/apparatuur, én in daarop aangesloten apparatuur binnen veestallen, vóórdat daadwerkelijk brand ontstaat. De preventieve detectie is uitsluitend gericht op de potentiële ontstaansbron van een elektriciteitsbrand, niet op preventieve detectie van bijvoorbeeld de 'ontvlambaarheid' van de omgeving. In het onderzoek zijn wel consequenties van mogelijke vervolgacties meegenomen (zoals bv. het uitvallen van de ventilatie bij het wegvallen/afschakelen van de stroom). Het onderzoek heeft zich niet gericht op kosten van systemen.

2 Aanpak

Het onderzoek bestond uit twee deelonderzoeken die parallel zijn uitgevoerd:

1. Inventariserend onderzoek naar beschikbare typen **preventieve detectiesystemen**, hun praktische toepasbaarheid, haalbaarheid en effectiviteit voor veestallen (technische ruimten en dierruimten)
2. Inventariserend onderzoek naar praktisch toepasbare, haalbare en effectieve **automatische blussystemen** voor veebedrijven (technische ruimten en dierruimten):

Daarbij zijn de volgende activiteiten volgtijdig uitgevoerd:

- a. Op basis van een beknopte literatuurscan is achtergrondinformatie verzameld over belangrijke onderliggende mechanismen van elektriciteitsbranden.
- b. Er is een beschrijving gemaakt van elektrische systemen/installaties/apparatuur die voorkomen in (sub)ruimten van veestallen (o.a. dierverblijven) in de betreffende diersectoren.
- c. Er is via een quickscan op internet en via bilaterale contacten/interviews met producenten/installateurs een inventarisatie uitgevoerd van bestaande typen preventieve detectie- en automatische blussystemen, hun kenmerken en hun toepassingen, in de veehouderij.
- d. In een bijeenkomst met experts uit het veld (bouwadviesbureaus, installateurs van preventieve detectiesystemen en automatische blussystemen, agrarische sectoren (LTO) en brandverzekeraars) zijn de tussentijdse resultaten gedeeld, gefinetuned, aangescherpt en aangevuld (digitale bijeenkomst).
- e. Ondersteund door expertview (brandonderzoekers) is door de onderzoekers een preselectie gemaakt van preventieve detectie- en automatische blussystemen voor de vervolgstap.
- f. Van de systemen in de preselectie is een inschatting gemaakt van de toepasbaarheid in veestallen en de effectiviteit op het voorkómen van ontstaan van stalbrand én voorkómen van dierlijke slachtoffers. Dit is uitgevoerd met behulp van bekende oorzaken van stalbranden (kwantitatief), en met behulp van een probabilistische bepalingsmethode (kwalitatief). In hoofdstuk 6 is de aanpak van de effectiviteitsinschatting meer in detail beschreven.
- g. Op basis van de voorgaande stappen zijn conclusies getrokken en aanbevelingen gegeven.

3 Mechanismen van elektriciteitsbranden

Veel stalbranden hebben een (elektro-)technische oorzaak. In dit hoofdstuk geven we kort een indicatie van het aandeel elektriciteitsbranden (3.1), vervolgens worden belangrijke mechanismen onder elektriciteitsbranden beschreven (3.2) en enkele specifieke negatieve invloedsfactoren in veestallen benoemd (3.3).

3.1 Indicatie aandeel elektriciteitsbranden

De bijlage bij NEN 6079:2016+ A1:2018 geeft de volgende verstekwaarden per sector voor de kans op brand per m² staloppervlakte (tabel 3.1), en een verdeling naar oorzaken (tabel 3.2).

Tabel 3.1 Verstekwaarden van coëfficiënt k_2 [$l/(m^2 \times jr)$](bron: NEN 6079:2016+ A1:2018 tabel I.5).

Onderdeel	Rundvee	Varkens	Pluimvee
K_2	$2,10 \times 10^{-6}$	$6,6 \times 10^{-6}$	$6,4 \times 10^{-6}$

Dit betekent bv. dat de kans op brand in een pluimveestall met een oppervlakte van 2.500 m² is gesteld op $p = 6,4 \times 10^{-6} \times 2.500 = 0,016$ (oftewel 16 op de 1000 stallen per jaar die met brand te maken krijgen). De NEN-bijlage geeft tevens verstekwaarden voor branden per sector naar oorzaak, waarvan een aantal relatie heeft met elektriciteit.

Tabel 3.2 Verdeling in elektriciteitsbranden naar oorzaak voor rundveesector, varkenssector en pluimveesector (bron: NEN 6079:2016+ A1:2018 tabel I.6).

Branden naar oorzaak	Rundveesector		Varkenssector		Pluimveesector	
	N branden	%	N branden	%	N branden	%
A. Elektriciteit/kortsluiting	36,2	44,2	18,3	37,8	12,3	75,4
C. Zelfontbranding/oververhitting	14,8	18,0	7,1	14,7	2,0	9,3
K. Blikseminslag	0,7	0,9	0,3	0,6	0,0	0,0
Totaal	82	100	48,4	100	21,4	100

Deze uitgangspunten van de NEN 6079 onderstrepen het belang van elektriciteit en zelfontbranding/oververhitting als oorzaken van stalbranden binnen veesectoren. Hierbij zij vermeld dat de gekozen verstekwaarden o.a. bij verzekeraars aan discussie onderhevig zijn.

3.2 Fysische mechanismen

Er zijn technische mogelijkheden om brandgevaarlijke afwijkingen in elektrische systemen en aangesloten apparatuur te detecteren vóórdat er daadwerkelijk brand door ontstaat. Hiervoor is het belangrijk om allereerst te achterhalen welke mechanismen in elektrische systemen kunnen leiden tot ontbranding en welke kenmerken daarmee samenhangen. Hiertoe is met name het overzichtsartikel van Babrauskas (2008) benut. Het meeste onderzoek waar Babrauskas aan refereert is uitgevoerd in laagspanningssystemen ($< 1.000V$ wisselspanning of $< 1.500V$ gelijkspanning), en met name in 100-240V wisselspanningsbereik in woonhuizen en kleine commerciële gebouwen. We gaan er vanuit dat voor veestallen in belangrijke mate dezelfde mechanismen een rol kunnen spelen bij het ontstaan van elektriciteitsbranden.

Babrauskas (2008) stelt dat installateurs ten onrechte doorgaans slechts twee mechanismen verantwoordelijk stellen voor elektriciteitsbranden: kortsluiting en overbelasting. Beide staan niet bovenaan Babrauskas' lijst van belangrijkste oorzaken van elektriciteitsbranden (tabel 3.3).

Tabel 3.3 *Fysische mechanismen die elektriciteitsbranden (kunnen) veroorzaken, naar volgorde van belangrijkheid (bron: Babrauskas, 2008).*

Mechanisme	Belang
Slechte aansluitingen	Meest belangrijk  Minst belangrijk
Vlamboog over een verkoold pad	
Vlamboog door de lucht	
Excessieve thermische isolatie	
Overbelasting	
Uitstoot van hete deeltjes	
Afbraak van vaste of vloeibare isolatoren	
Diversen	

Slechte aansluitingen

In elektrische circuits is vaak sprake van diverse connectoren die de elektrische apparatuur van stroom voorzien, en binnen elektrische apparatuur kan er ook sprake zijn van meerdere connectoren. Slecht geconstrueerde connectoren kunnen tot storing leiden en tot het ontstaan van brand, afhankelijk van de brandbaarheid van materialen in de directe omgeving ervan. Connectoren kunnen oververhit raken of zelfs rood gaan gloeien. De temperatuur bij roodgloeiende connectoren kan de 1200 °C overschrijden. Het benodigde vermogen voor oververhitting van connectoren is volgens Babrauskas (2008) niet hoog, in woonhuizen doorgaans 10-50W. Als dit vermogen wordt geconcentreerd in een klein gebied is het toch in staat om brandbare materialen in de omgeving te laten ontbranden. En voor het veroorzaken van gloeiende connectoren is evenmin een hoge stroomsterkte nodig, in een 120V circuit kunnen ladingen lager dan 0,3A dit al realiseren.

Slechte aansluitingen kunnen diverse oorzaken hebben: constructiefouten in ontwerp of bij fabricage; bij het aanleggen van bedradingen; door onvoldoende stevige verbindingen in push-on connectoren; door uitrekking van de aansluiting van de connector met de stroomdraad; doordat twee onbedoelde connectoren ontstaan (bv. spijker door een stroomdraad), et cetera. Slechte aansluitingen zijn vaak lastig te detecteren, omdat de daling in spanning rondom een gloeiende connector slechts laag is, doorgaans rond de 2-5V.

Vlambogen over verkoelde delen van de isolatie

Verkoelde paden in elektriciteitssystemen kunnen ontstaan als gevolg van de elektrische stroom, maar ook door externe omstandigheden, zoals (onbedoelde) blootstelling aan een hittebron. Een vlamboog over een verkoold pad (verkoold deel van de isolatie) is volgens Babrauskas (2008) een bekende brandoorzaak. Oppervlakte-overbruggende elektrische ontladingen (via natte of droge 'tracking') zijn in principe van lage temperatuur en lage energie. Echter, als het proces ongehinderd doorgaat kan er tussen twee geleiders via de lucht een vlamboog ontstaan die wel een (gevaarlijk) hoge temperatuur bereikt. Plastic materialen verschillen in samenstelling, en daarmee in het risico op ontstaan van vlambogen via verkoelde isolatiedelen. Voor dergelijke vlambogen moet materiaal kunnen verkolen.

Vlambogen door de lucht

In elektrische circuits van 240V of minder zijn vlambogen door de lucht vaak geen onafhankelijke gebeurtenissen, maar het gevolg van een ander mechanisme. Vlambogen kunnen in 240V circuits alleen ontstaan door een breuk in het circuit. Bijvoorbeeld doordat er twee polen bij elkaar komen (zoals spijker door snoer). Door werking van het magnetisch veld, verhitting en uitstoot van metaaldeeltjes kunnen beide polen iets wijken en kan een vlamboog door de lucht ontstaan. Vlambogen in de lucht kunnen ook ontstaan als gevolg van een slechte verbinding die open gaat staan of als het eindresultaat van een vlamboog over verkoelde delen van de isolatie. De temperatuur in vlambogen is ruim 6.000 °C en hoger, afhankelijk van de stroomsterkte. Dat wil nog niet zeggen dat brandbare materialen ook daadwerkelijk ontbranden als ze er mee in contact komen. Babrauskas (2008) noemt twee redenen voor niet-ontbranden: 1) een vast voorwerp onttrekt veel warmte aan de

vlamboog, en de boog kan uitdoven als een vaste stof verandert, 2) het materiaal kan zo snel 'verdwijnen' dat het niet kan ontbranden (bv. wegsmelten).

Overbelasting en excessieve thermische isolatie

Bij overbelasting gaat het over stroomsterktes die de veilige capaciteit van de stroomdraad of stroomkabel overschrijden. De temperatuur die ontstaat in een stroomdraad of -kabel als gevolg van de elektrische stroom is afhankelijk van meerdere factoren: met als belangrijkste de constructie van de draad/kabel, de actuele stroomsterkte, en de natuurlijke convectiekoeling die aanwezig is. Koeling door convectie wordt o.a. beïnvloed door de gebruikte (thermische) isolatiematerialen. In afwezigheid van excessieve thermische isolatie lijkt een 300-700% overbelasting nodig te zijn om ontbranding van de draad/kabel te veroorzaken; dergelijke overbelastingen zijn niet gebruikelijk. Volgens Babrauskas (2008) ligt het meer voor de hand dat brand veroorzaakt wordt door excessieve thermische isolatie. Zoals wanneer meerdere kabels gebundeld zijn (dit is bijvoorbeeld het geval bij een niet volledig afgerolde kabelhaspel), of indien draden/kabels door een spouwmuurconstructie met thermische isolatie lopen. Hierdoor kunnen stroomsterktes die de veilige capaciteit niet overschrijden maar gedurende langere tijd plaatsvinden (bv. enkele uren) wel tot ernstige oververhitting leiden, waardoor draad-/kabeldelen beschadigd kunnen raken en/of verkolen.

Overbelasting kan ook optreden bij een normale belasting waarbij het voltage ineens excessief hoog wordt. Bijvoorbeeld als gevolg van blikseminslag, pieken in de spanning, of een voeding met verkeerd ingangssignaal.

Overbelasting kan ook het gevolg zijn van lekstroom, een situatie waarbij stroom door een niet-bedoeld pad gaat dat niet is ontworpen voor stroomgeleiding.

Uitstoot van hete deeltjes door kortsluiting

Bij kortsluiting waarbij de aansluiting smelt worden vaak hete deeltjes uitgestoten. Gesmolten metalen deeltjes kunnen ontbranding van bepaalde brandbare stoffen veroorzaken.

Diëlektrische afbraak in vaste of vloeibare isolatoren

Diëlektrica zeer slechte geleiders zijn. Door de vrijwel onmogelijke geleiding van elektrische stroom zijn diëlektrica geschikt als elektrische isolator. Er zijn verschillende soorten diëlektrica die in de techniek worden gebruikt als isolator (lucht, glas, mica, aluminiumoxide, ..). Diëlektrische afbraak in vaste of vloeibare isolatoren kan voorkomen (er kan dan dus wel geleiding plaatsvinden), maar is vooral een belangrijke oorzaak in situaties met een hoog-voltage (of bij plotseling excessief hoge voltages, zie 3.1.4), niet gebruikelijk bv. in elektrische bedradingen van woonhuizen.

Andere mechanismen

Naast de bovengenoemde zijn er verscheidene andere mogelijke mechanismen van elektriciteitsbranden, maar volgens Babrauskas (2008) zijn deze minder van belang (komen minder vaak voor).

Babrauskas (2008) stelt dat belangrijkste oorzakelijke factoren waardoor bovengenoemde mechanismen optreden liggen in activiteiten die tot slechte aansluitingen leiden, en in activiteiten die tot overbelasting leiden. De rode lijn daarin is volgens de auteur incompetentie van personen die de elektrische systemen installeren, gebruiken of aanpassen. Daarnaast is fysieke beschadiging van elektrische systemen, bijvoorbeeld van de verbinding tussen snoer en stekker, volgens Babrauskas een belangrijk oorzakelijke factor voor brand in woonhuizen.

Lage voltages

In veestallen komen niet alleen installaties en apparatuur voor die zijn aangesloten op 230V of 380V. Steeds vaker wordt gebruik gemaakt van installaties op 12V of 24V. Voorbeeld hiervan is de verlichting in de stellingen in een volièrestal voor leghennen. Maar ook sensoren voor het meten van temperatuur, relatieve vochtigheid, CO₂ zijn aangesloten op circuits met een dergelijke spanning. Voor deze installaties en apparatuur geldt hetzelfde als voor installaties aangesloten op 230V of 380V. De in deze paragraaf genoemde oorzaken van brand kunnen ook bij de lage spanningen voorkomen.

Conclusies

Belangrijke mechanismen achter elektriciteitsbranden die ook in stallen een rol kunnen spelen, zijn:

- Oververhitte of gloeiende connectoren door slechte aansluitingen
- Kortsluiting door beschadigingen (ongewenste connectoren)
- Vlambogen over verkoolde isolatiedelen
- Vlambogen door de lucht
- Oververhitting door overbelasting van het elektrisch circuit
- Oververhitting door excessieve thermische isolatie (bv. opgerolde kabels)
- Lekstromen

Dit zijn de mechanismen waarop preventieve detectiesystemen in elektriciteitssystemen en aangesloten apparaten zich kunnen/moeten richten om brandgevaarlijke afwijkingen tijdig te kunnen signaleren.

In 4.5 geven we een (beperkt) overzicht van afwijkingen aan elektrische systemen en materieel die bij inspecties van stallen in de praktijk zijn aangetroffen.

3.3 Negatieve invloedsfactoren in veestallen

Het onderzoek van Babrauskas (2008) is gericht op woonhuizen en kleine commerciële ondernemingen. In de vorige paragraaf is een slechte aansluiting als een van de belangrijkste oorzaken van brand benoemd. In een stalomgeving kunnen slechte aansluitingen ook in de tijd ontstaan door corrosie of oxidatie als gevolg van het agressieve en vaak vochtige milieu (lucht, mest, reinigingswater). Vooral in de diervverblijven zijn er omstandigheden voor het ontstaan van aantasting van metalen onderdelen van een (elektrische) installatie; relatief hoge concentraties van ammoniak (uit mest) in combinatie met een hoge luchtvochtigheid. Afhankelijk van de diersoort komt daar het regelmatig schoonspuiten (al of niet met een hogedrukspuit) bij.

Vanwege deze omstandigheden en het risico op slechte aansluitingen wordt al steeds vaker gekozen om zo weinig mogelijk elektrische installaties in de diervverblijven te plaatsen en om de installaties die minimaal nodig zijn (voeding, verlichting, ventilatie en verwarming) zo direct mogelijk op het elektriciteitsnet aan te sluiten en niet via een wandcontactdoos (stopcontact). Denk bijvoorbeeld aan de biggennestverwarming in kraamhokken. Dit is uit oogpunt van brandveiligheid een goede zaak.

4 Elektrische installaties in (dierverblijven van) veestallen

In rapport 1229 (*Criteria voor brand- en rookdetectiesystemen in technische ruimten van veestallen in de intensieve veehouderij. Een inventariserende studie* (<https://doi.org/10.18174/514402>) is ingegaan op de definitie van technische ruimten in de intensieve veehouderij. Daarbij is een ruimere definitie gehanteerd dan in het Bouwbesluit:

Een technische ruimte is een van de dierverblijven afgescheiden ruimte door middel van een dichte wand, zodat er een mogelijkheid is om een vorm van branddetectie in deze specifieke ruimte toe te passen. In deze ruimte kunnen verschillende installaties aanwezig zijn. Ook kan de ruimte voor andere werkzaamheden worden benut, zoals bijvoorbeeld de centrale gang op een varkensbedrijf of de ruimte met de eierinpakker op een leghennenbedrijf [deze situatie komt in veel bestaande stallen voor in diverse combinaties].

In rapport 1229 is per diercategorie (pluimvee, varkens, vleeskalveren) aangegeven welke apparatuur veelal in deze ruimten aanwezig is. Naast apparatuur voor het verwarmen van de stal (CV-ketel of houtgestookte verwarming) is dit overwegend elektrisch aangedreven apparatuur (klimaat- en voercomputer, voermenger/-weger, bronpomp, pomp voor koeling, compressor, e.d.).

In de huidige studie sluiten we aan op de in rapport 1229 gegeven definitie en overzichten van de technische ruimten en geven als aanvulling welke apparatuur in de dierruimten bij de genoemde diercategorieën aanwezig is en of die elektrisch wordt aangedreven. Per diercategorie wordt een korte toelichting gegeven op het gebruik van de genoemde apparatuur. Hierbij is getracht de situatie te beschrijven van niet alleen stallen gebouwd na het inwerking treden van het Bouwbesluit 2014, maar ook van stallen die voor die tijd zijn gebouwd en ingericht. Met name in deze stallen kunnen nog situaties voorkomen die niet aan de eisen van de huidige regelgeving voldoen.

In een aparte paragraaf wordt ingegaan op installaties buiten de dierruimte en technische ruimte, zoals een luchtwasser, droogtunnel en warmtewisselaar.

4.1 Pluimveebedrijven

Leghennen

Het meest voorkomende huisvestingssysteem bij leghennen anno 2021 is volièrehuisvesting. Daarom wordt in deze paragraaf hier vooral op ingegaan. Bij de toelichting op de apparatuur wordt bij de belangrijkste onderdelen aangegeven wat het verschil is met traditionele grondhuisvesting (scharrelstal).

In een volièrestal zijn stellingen aanwezig met daarin roosters en daaronder mestbanden op verschillende niveaus. Verdeeld over de stellingen en de roosters zijn voer- en drinkwatervoorzieningen aangebracht en ook zijn legnesten aanwezig. Op de vloer onder de stellingen kan een strooiselschuif aanwezig zijn. Voor de luchtverversing zijn er ventilatoren gemonteerd; of in het dak of in de eindgevel. Eventueel wordt er ook stallucht afgevoerd via een mestnadroogsysteem (droogtunnel). Tegen het plafond van de dierruimte of op de hoogste niveaus van de stellingen is de hoofdverlichting aangebracht (meestal dimbare TL, LED verlichting is sterk in opkomst). Ter voorkoming van buitennesteieren is onder het onderste niveau extra verlichting aangebracht (veelal LED-verlichting), veelal aangesloten op een circuit met 24 Volt.

Behalve voor de aanvoer van drinkwater, die zit op een centrale plaats in de technische ruimte, en de verlichting, zijn voor de genoemde onderdelen elektromotoren aanwezig:

- Voersysteem; per voerlijn of rondgaande voerketting een motor en daarnaast een motor voor de centrale aanvoerlijn vanaf de voerweger/-menger
- Mestbanden; per stelling één of twee motoren en daarnaast een motor voor de dwarsafvoerband waarmee de mest naar de centrale opslag of de nadroging wordt getransporteerd. Voor de aansturing/bediening van de mestbanden is veelal een aparte regelkast geplaatst in het achterste deel van de stal waar de afstortpunten zijn van de mestbanden naar de dwarsafvoerband.

- Legnesten; per rij legnesten een motor voor het afsluit-/uitdrijfmechanisme. Daarnaast een aandrijfmotor voor de eierband en elevatoren en centrale spijlenband (vraag is of de aandrijfmotoren van deze laatste in de dierruimte zitten of in de ruimte met de inpakker. Beide situaties komen voor.)
- Strooiselschuif; uitgevoerd als een heen- en weergaande kabel met meenemers per twee stellingen. Soms ook in strooiselruimtes langs de zijgevels. Per rondgaande kabel een aandrijfmotor.
- Ventilatie; per ventilator een motor, afhankelijk van uitvoering direct op de waaiers of met een v-snaar. Voor de aansturing is vaak een aparte regelkast geplaatst in de omgeving van de ventilatoren, waarbij één voedingskabel aanwezig is voor de elektriciteitsvoorziening. Liermotoren voor bediening inlaatventielen.
- Overige 'installaties'; luchtmengkast/ventilator voor mestbandbeluchting, liermotoren voor uitloopschuiven.

In een traditionele grondstal (scharrelstal) zijn geen mestbanden en mestbeluchting aanwezig. Ook een strooiselschuif is een weinig voorkomend apparaat. Door de afwezigheid van de volièresstellingen is de verlichting daarin ook afwezig. De andere genoemde apparatuur is ook bij deze vorm van huisvesting aanwezig in de dierruimte.

Naast alle genoemde apparatuur zijn in de dierruimte veelal ook wandcontactdozen (zowel 230V als 380V) aanwezig.

Om diverse redenen, maar vooral vanwege veiligheid van de dieren, zijn de begin- en eindstukken van de volièresstellingen meestal afgeschermd voor de dieren. In deze aparte delen van de stal zijn veelal de elektromotoren voor de aandrijving van het voersysteem, de mestbanden en de strooiselschuif geplaatst, dus buiten bereik van de dieren. De motor voor het afsluit-/uitdrijfmechanisme van de legnesten is meestal eveneens zo geplaatst dat ook deze niet bereikbaar is voor de dieren.

Leghennen kennen een productieperiode van ca. 14 maanden, waarbij er een trend is om de dieren langer aan te houden. Na het afleveren van de dieren wordt de stal veelal droog schoongemaakt, hoewel er steeds meer bedrijven zijn die nat reinigen. Voor het bestrijden van de rode vogelmijt (bloedluis) is een methode ontwikkeld waarbij de stal gedurende 48 uur op minimaal 45 °C wordt gehouden. De in de stal aanwezige apparatuur en installaties moeten wel bestand zijn tegen deze 'hittebehandeling'.

In tabel 4.1 is aangegeven hoe de elektromotoren van de onderdelen worden aangestuurd en hoe ze op het elektriciteitsnet zijn aangesloten. Tabel 4.2 geeft weer hoe onderdelen van de elektrische installatie zijn geplaatst t.o.v. externe invloedsfactoren.

Tabel 4.1 Wijze van aansturing/aansluiting van elektromotoren van apparatuur in het dierverblijf op het elektriciteitsnet in een volièresstal voor leghennen: -- komt vrijwel niet voor <> ++ komt vaak voor.

	Voer-systeem	Mestband	Legnest	Strooisel-schuif	Ventilatoren ¹	Verlichting	Warmte bron ²
Aparte schakelunit in dierverblijf: a) afgesloten / b) niet afgesloten		a)		a)	a)		
Aparte schakelunit in technische ruimte	++	--	++	--	++	++	--
Aansluiting via overspanningsbeveiliging	++	++	++	++	++		--
Aansluiting via vaste kabel ³	+	+	+	--	+	++	--
Aansluiting via push-on connector	--	--	--	--	--	--	--
Aansluiting via wandcontactdoos ⁴	+	--	--	--	+	--	++

¹ Inclusief die voor mestbandbeluchting.

² Indien aanwezig. Veelal wordt de stal alleen met mobiele warmtebronnen (meestal heteluchtkanon) opgewarmd voor de ontvangst van jonge hennen en is daarna geen verwarming meer aanwezig.

³ Aansluiting via een vaste kabel kan nog voorkomen in oudere stallen waarvan de elektrische installatie niet is vernieuwd en daardoor niet aan nieuwere eisen hoeft te voldoen.

⁴ Hiermee wordt een stekkerverbinding bedoeld om uitgevallen motoren snel te kunnen vervangen.

Tabel 4.2 Praktijksituaties dierverblijf leghennen volièrehuisvesting: positionering onderdelen elektriciteitssysteem ten opzichte van omgeving (= potentiële wederzijdse beïnvloeding bij brandgevaarlijke afwijkingen) -- komt vrijwel niet voor <> ++ komt vaak voor.

Omstandigheid / onderdeel	Wand- contact- dozen	Schake- laars	Schakel- units	Sen- soren	Appara- ten	Elektro- motoren	Verlich- ting	Elek- trische leidingen
Gemonteerd op/door isolatiematerialen	-	-	--	--	--	--	++	++
Gemonteerd in dichte kabelgoot				--				+
Gemonteerd op brandbare (tussen)wanden	-/+	-/+	--	--	-	--	-	+
Korte afstand tot mest	-	-	-	--	-/+	+	-/+	--
Korte afstand tot transportbanden	--	--	-	--	-	++	-/+	-/+
Korte afstand tot strooisel/bedding	--	--	-	--	-	+	-/+	-
Korte afstand tot ventilatiekanaal ¹	-/+	-/+	-/+	--	-	+	+	+
Bereikbaar voor dieren	-	--	--	--	-	--	-/+	-/+

¹ Hieronder wordt ook de drukkamer van een droogtunnel verstaan.

Vleeskuikens

Nagenoeg alle vleeskuikens in Nederland worden gehouden in zogenaamde stallen met volledig strooisel. Het strooisel bestaat uit een mengsel van houtkrullen of stro, en de mest van de dieren. De dierruimte is een geïsoleerde hal zonder stellingen. In de dierruimte zijn voer- en drinkwatersystemen aanwezig, verlichting (veelal dimbare TL-verlichting, LED verlichting is sterk in opkomst) en verwarming. De verlichting is of tegen het dak geplaatst of verticaal vrij hangend in het midden van de stal aan de eigen stroomkabel. Voor de luchtverversing zijn ventilatoren geplaatst, in het dak, in de eindgevel of een combinatie van beide.

Behalve voor de aanvoer van drinkwater, dat zit op een centrale plaats in de technische ruimte, en de verlichting, zijn voor de genoemde onderdelen elektromotoren aanwezig:

- Voersysteem; per voerlijn (aantal afhankelijk stalbreedte) een motor (vaak aan het einde van de lijn) en daarnaast een motor voor de centrale aanvoerlijn vanaf de voerweger/-menger
- Verwarming; voorheen werd veel gebruik gemaakt van zogenaamde heteluchtkanonnen (met daarin een ventilator om de warme lucht de stal in te blazen). Deze worden nog wel gebruikt, maar zijn inmiddels meest voorzien van rookgasafvoer naar buiten en aanvoer van buitenlucht voor de verbranding (gesloten verbrandingssysteem). Ook veel toegepast zijn warmwaterheaters aangesloten op een gas of hout gestookte CV (aanwezig in de technische ruimte of in een apart gebouw). In de heater in de dierruimte is een ventilator aanwezig voor het verspreiden van de opgewarmde lucht in het radiatordeel. Als deze techniek wordt ingezet voor de reductie van ammoniak, draait de ventilator continu op minimaal 20% van de maximale capaciteit. Bij enkele ammoniakemissie reducerende systemen zijn ondersteuningsventilatoren aanwezig, die continu op een ingestelde capaciteit draaien. Hiermee wordt ook lucht continu gecirculeerd in de dierruimte.
- Ventilatie; per ventilator een motor, afhankelijk van uitvoering direct op de waaiers of met een v-snaar. Bij plaatsing in de eindgevel is voor de aansturing vaak een aparte regelkast geplaatst in de omgeving van de ventilatoren, waarbij één voedingskabel aanwezig is voor de elektriciteitsvoorziening. Liermotoren voor bediening inlaatventielen.
- Overige 'installaties'; liermotoren voor voer- en drinkwaterlijnen (kan ook handmatig zijn).

Op diverse plaatsen in de stal worden wel wandcontactdozen (zowel 230V als 380V) geplaatst.

Vleeskuikenbedrijven kennen een productieperiode van 7 tot 9 weken, afhankelijk van de productiewijze; regulier (snelgroeiend) of concept (trager groeiend). Dit is inclusief een leegstandsperiode van enkele dagen tot een week voor het schoonmaken van de stal. Voor het schoonmaken wordt een hogedrukspuit gebruikt.

In tabel 4.3 is aangegeven hoe de elektromotoren van de onderdelen worden aangestuurd en hoe ze op het elektriciteitsnet zijn aangesloten. Tabel 4.4 geeft weer hoe onderdelen van de elektrische installatie zijn geplaatst t.o.v. externe invloed factoren.

Tabel 4.3 Wijze van aansturing/aansluiting van elektromotoren van apparatuur in het dierverblijf op het elektriciteitsnet in een stal voor vleeskuikens: -- komt vrijwel niet voor <> ++ komt vaak voor.

	Voersysteem	Liermotoren	Ventilatoren	Verlichting	Warmtebron
Aparte schakelunit in dierverblijf:	--	a)	a)	--	--
a) afgesloten / b) niet afgesloten					
Aparte schakelunit in technische ruimte	++	++	++	++	++
Aansluiting via overspanningsbeveiliging	++	++	++		++
Aansluiting via vaste kabel ¹	+	+	+	++	+
Aansluiting via push-on connector	--	--	--	--	--
Aansluiting via wandcontactdoos ²	+		+	--	--

¹ Aansluiting via een vaste kabel kan nog voorkomen in oudere stallen waarvan de elektrische installatie niet is vernieuwd en daardoor niet aan nieuwere eisen hoeft te voldoen.

² Hiermee wordt een stekkerverbinding bedoeld om uitgevallen motoren snel te kunnen vervangen.

Tabel 4.4 Praktijksituaties dierverblijf vleeskuikens: positionering onderdelen elektriciteitssysteem ten opzichte van omgeving (= potentiële wederzijdse beïnvloeding bij brandgevaarlijke afwijkingen)-- komt vrijwel niet voor <> ++ komt vaak voor.

Omstandigheid / onderdeel	Wand-contactdozen	Schakelaars	Schakelunits	Sensoren	Apparaten	Elektromotoren	Verlichting	Elektrische leidingen
Gemonteerd op/door isolatiematerialen	-	-	--	--	--	--	++	++
Gemonteerd in dichte kabelgoot				--				+
Gemonteerd op brandbare (tussen)wanden	-	-/+	--	--	-	--	-	+
Korte afstand tot mest/strooisel	--	-	-	--	-/+	+	--	--
Bereikbaar voor dieren ¹	--	-	--	--	-	+/-	--	--

¹ Bij omschakeling naar trager groeiende dieren die actiever zijn dan de reguliere, worden bepaalde onderdelen meer bereikbaar voor de dieren. Zoals wandcontactdozen.

4.2 Varkensbedrijven

Voor een algemene beschrijving van de stallen, zie paragraaf 4.2.1 van het WUR-IFV rapport² inzake brandveiligheid van stallen uit 2012.

Hierna zijn puntsgewijs de installaties benoemd die voorkomen in de verschillende afdelingen op een varkensbedrijf. Zoals te zien valt, zijn er grote overeenkomsten tussen de diverse afdelingen. Ten opzichte van pluimvee zijn er weinig op de elektrische installatie aangesloten elektromotoren in de dierruimten zelf aanwezig, behalve de zeugvoerstations bij de dragende zeugen. De meeste elektromotoren in een varkensstal zitten in een technische ruimte zoals de voerkeuken, of zijn geplaatst in de centrale gang. Dit laatste geldt bijvoorbeeld ook voor de schakelaars van de verlichting, de klimaatregelaars, de regeling/pomp van de (vloer)verwarming, en een eventueel aanwezige mestpomp voor het verpompen van mest uit een centrale opslag onder de stal naar een opslag buiten. Ook wandcontactdozen (bijvoorbeeld voor mobiele verwarming bij vleesvarkens) worden zoveel mogelijk op de centrale gang geplaatst.

Voor de luchtverversing wordt veelal een systeem van centrale afzuiging toegepast, waarbij de ventilatoren voor de gehele stal op een plaats aan het einde van het centrale afzuigkanaal worden geconcentreerd en er gemakkelijk een luchtwassysteem kan worden aangehaakt. In de dierruimten (afdelingen) zelf zijn dan enkel luchtafzuigkokers aanwezig met een regelbare diafragmaschuif en een meetwaaier.

Vanwege de overeenkomsten zijn de tabellen met daarin de aansluiting/aansturing van installaties en de plaatsing t.o.v. externe invloedsfactoren voor alle diergroepen weergegeven in tabellen 4.5 en 4.6 aan het eind van deze paragraaf.

² Bokma-Bakker et al., 2012. Onderzoek naar brandveiligheid voor dieren in veestallen; Knelpunten en verbetermogelijkheden. Wageningen Livestock Research, rapport 641. <https://edepot.wur.nl/246894>

Guste en dragende zeugen, opfokzeugen en beren

Voor deze diergroepen zijn op varkensbedrijven meestal een beperkt aantal afdelingen aanwezig. De guste zeugen en dekberen (indien aanwezig) samen in een afdeling en de dragende zeugen in één of meer afdelingen, afhankelijk van de grootte van het bedrijf. Opfokzeugen zitten, totdat ze dekrijp zijn, overwegend in aparte afdelingen. De afdelingen worden niet verwarmd. In de afdelingen zijn de volgende elektrische installaties aanwezig:

- TL-verlichting (tegen dak/plafond of aan kabels op ca. 2,50 m hoogte).
- Dragende zeugen: zeugenvoerstations met uitdoseervijzel voor voer, afsluitbare of wegdraaiende trog en hekwerk, en elektronica voor dierherkenning en uitdoseren voer, of groepen met biofix of voerligboxen met een rondgaande voerleiding en per box een voerdosator. Bediening dosators gebeurt centraal d.m.v. perslucht of zwakstroom.
- Guste zeugen/dekberen: huisvesting in voerligboxen met rondgaande voerleiding met dosators. Bediening centraal d.m.v. perslucht of zwakstroom. De aandrijfmotor van voerlijn zit buiten de dierruimte.
- Opfokzeugen: Afdelingen met groepshokken. Trogvoeding met dosators.
- Ventilatie: aansluiting op centrale afzuigkanaal met een diafragmaschuif, soms eigen ventilatoren in het dak.
- Luchtinlaat: Veelal directe luchtinlaat of inlaat via ventilatieplafond. In eerste geval gestuurde kleppen.

Stallen voor guste en dragende zeugen zijn in de regel continu in gebruik. Deze worden slechts incidenteel met de hogedrukreiniger schoongemaakt. De loopgangen waarover de zeugen naar en van deze diervverblijven gaan worden in de regel direct na (wekelijks) gebruik snel met de hogedrukreiniger gekuist (in de centrale gang bevinden zich veel technische voorzieningen, zoals regelaars, circulatiepompjes).

Kraamzeugen

In de kraamafdelingen komen de zeugen vlak voor het werpen. Daar wordt all in-all out toegepast. Per zeug is er een hok met een kraambox waarin de zeug ingesloten staat, maar er zijn ontwikkelingen naar loslopende zeugen en zelfs groepshuisvesting in de kraamfase. In ieder hok is een deel ingericht en afgeschermd voor de jonge biggen met extra verwarming: via vloerverwarming, IR-stralers of biggenlampen. Verwarming van de ruimte vindt plaats vanuit de centrale gang d.m.v. centrale verwarming. Elektrische installaties die aanwezig zijn in een kraamstal:

- TL-verlichting (tegen dak/plafond of aan kabels op ca. 2,50 m hoogte).
- Voersysteem: rondgaand systeem met daaronder dosators voor de zeug. Bediening centraal d.m.v. perslucht of zwakstroom. Aandrijfmotor in de voerkeuken.
- Ventilatie: aansluiting op centrale afzuigkanaal met een diafragmaschuif, soms ventilatoren in dakkokers.
- Luchtinlaat: vaak indirect via plafondventilatie (geen gestuurde kleppen).
- Verwarming: warmtelamp achter de zeug tijdens het biggen, lokale bijverwarming in het biggenest.
- Wandcontactdozen (230V) voor warmtestralers (biggenlampen).

Een kraamafdeling is ca. 5-6 weken in gebruik, waarna deze volledig en intensief wordt schoongemaakt en ontsmet voor een nieuwe kraamronde. Schoonmaken wordt gedaan met een hogedrukspuit.

Gespeende biggen

Na het spenen worden de biggen opgefokt tot ca. 25 kg in aparte biggenafdelingen. Ook hier wordt all in-all out toegepast. In deze afdelingen zijn de volgende elektrische installaties aanwezig:

- TL-verlichting (tegen dak/plafond of aan kabels op ca. 2,50 m hoogte)
- Voersysteem: rondgaand systeem met regelbare valpijpen in droogvoerbak, of via computergestuurde voeding waarbij dan een afgewogen portie vanuit de voerkeuken naar een ventiel wordt gestuurd. Bediening centraal d.m.v. perslucht of zwakstroom. Aandrijfmotor buiten dierruimte.
- Ventilatie: aansluiting op centrale afzuigkanaal met een diafragmaschuif, soms ventilatoren in dakkokers.

- Luchtinlaat: Indirecte luchtinlaat vanuit een centrale gang of via plafondventilatie. In beide gevallen geen gestuurde kleppen.

Voor het verwarmen van de afdeling wordt gebruik gemaakt van voor- en ruimteverwarming middels CV, en eventueel vloerverwarming in de dichte ligvloer (indien aanwezig).

Na een groeiperiode van ca. 6 weken worden de biggen op een gewicht van ca. 25 kg verplaatst naar de afdelingen voor vleesvarkens of overgeplaatst naar een vleesvarkensbedrijf. Ook deze afdelingen worden daarna intensief schoongemaakt met een hogedrukspuit.

Vleesvarkens

De afdelingen voor vleesvarkens zijn meestal identiek ingericht op een bedrijf. Vooral als sprake is van een nieuwe stal. Bij aanwezigheid van oudere stallen op een bedrijf is er verschil tussen de diverse stallen wat betreft grootte en inrichting van de afdelingen (zie ook rapport 641). Er wordt all in-all out per afdeling toegepast. In een afdeling voor vleesvarkens zijn de volgende elektrische installaties aanwezig:

- TL-verlichting: tegen dak/plafond, of aan de achterwand van het hok (scheidingswand tussen afdelingen), of aan kabels op ca. 2,50 m hoogte
- Voersysteem: droogvoer middels rondgaand systeem, computergestuurd of met regelbare valpijpen in brijvoerbakken. Bediening centraal d.m.v. perslucht of zwakstroom. Aandrijfmotor in voerkeuken (technische ruimte). Of brijvoeding (in een lange trog) vanuit centrale voerkeuken met leidingen (pompen staan in centrale voerkeuken), doseerventielen, aangestuurd d.m.v. perslucht of zwakstroom.
- Ventilatie: aansluiting op centrale afzuigkanaal met een diafragma-schuif, of ventilatoren in dakkokers.
- Luchtinlaat: veelal via luchtkanalen onder dichte vloerdelen naar controlegangen en van daaruit de afdeling in. Of vanuit een centrale gang. In beide gevallen geen gestuurde kleppen.
- Verwarming: voor het voorverwarmen van een afdeling bij opleg wordt wel gebruik gemaakt van mobiele (elektrische) heaters. Krachtstroom-aansluiting op centrale gang. (Meestal is er vloerverwarming in dichte vloer aanwezig als hoofdverwarming.)

Na ca 16 weken worden de vleesvarkens afgeleverd aan de slachterij en de afdelingen ingeweekt en daarna grondig gereinigd met een hogedrukspuit. Er is hiervoor zelfs een reinigungsrobot ontwikkeld, maar die heeft nog geen echte opgang gemaakt. Het structureel en grondig reinigen lijkt de laatste jaren, en met name op grote bedrijven, minder toegepast te worden.

Tabel 4.5 Wijze van aansturing/aansluiting van elektromotoren van apparatuur in het dierverblijf op het elektriciteitsnet in varkensstallen: -- komt vrijwel niet voor <> ++ komt vaak voor.

	Voerstation	Voersysteem	Ventilatoren / diafragma- schuif	Verlichting	Lokale, vaak tijdelijke bijverwarming
Aparte schakelunit in dierverblijf: a) afgesloten / b) niet afgesloten	a)	--	--	--	--
Aparte schakelunit/schakelaar in centrale gang	+	--	++	++	--
Aparte schakelunit in technische ruimte	--	++	++	--	--
Aansluiting via overspanningsbeveiliging	+	++	++	--	--
Aansluiting via vaste kabel	--	--	+	++	+
Aansluiting via push-on connector	--	--	--	--	--
Aansluiting via wandcontactdoos	--	--	+	--	++ biggenlamp

Tabel 4.6 Praktijksituaties varkensstallen: positionering onderdelen elektriciteitssysteem ten opzichte van omgeving (= potentiële wederzijdse beïnvloeding bij brandgevaarlijke afwijkingen) -- komt vrijwel niet voor <> ++ komt vaak voor.

Omstandigheid /onderdeel	Wand- contact- dozen	Schake- laars	Schakel- units	Sen- soren	Appara- ten	Elektro- motoren	Verlich- ting	Elek- trische leidingen
Relevant in diervverblijf varkens	Alleen kraam-afdeling	nee	Nee, tenzij schakel-ventielen voeren	T en RV	Voer-station	Voer-station, ventilatie	Ja, 2 circuits	
Gemonteerd op/door isolatiematerialen	--	--	--	--	--	--	++	++
Gemonteerd in dichte kabelgoot								+
Gemonteerd op brandbare (tussen)wanden	+	+	+	--	--	--	+	+
Korte afstand tot mest	+	--	--	--	--	--	--	--
Korte afstand tot transportbanden	--	--	--	--	--	--	--	--
Korte afstand tot strooisel/bedding	--	--	--	--	--	--	--	--
Korte afstand tot/in ventilatiekanaal	+	+	--	+	--	++	+	+

4.3 Vleeskalverbedrijven

Voor een algemene beschrijving van de stallen, zie paragraaf 4.2.5 van het WUR-IFV rapport³ inzake brandveiligheid van stallen uit 2012.

Net als in de rapporten 641 en 1229 maken we ook in dit rapport onderscheid tussen blankvlees- en rosé vleesproductie. De stallen voor deze laatste categorie kennen behalve verlichting geen vaste elektrische installaties, hoewel er ook hier een ontwikkeling is naar mechanische ventilatie. Dit om het stalklimaat beter te kunnen beheersen en vanwege de eis om de emissie van ammoniak te reduceren, waarvoor bij deze diergroep tot op heden alleen luchtwassers zijn opgenomen in bijlage 1 van de Rav. Bij rosé kalveren kan de mest vaak worden gemixt door middel van rondpompen. Veelal gebeurt dit vlak voor het uitrijden en met een tractor-aangedreven mixer.

In stallen voor blankvleesproductie en voor starters rosé (de opfok tot 12 weken leeftijd bij rosé vleesproductie) zijn tot nu toe ook weinig elektrische installaties in het diervverblijf zelf aanwezig. Er is wel een voersysteem aanwezig voor de verstrekking van melk. De melk wordt semi-automatisch, maar handmatig, met een lange slang en vulpistool tweemaal daags in de troggen of emmers gedoseerd, of volledig automatisch, computergestuurd en via een vast leidingnetwerk. Bij dit laatste staat de pomp voor het uitdoseren in de voerkeuken. Kracht- en ruwvoer wordt veelal nog handmatig verstrekt, maar er zijn ook volautomatische installaties. Bij blankvlees en starters tijdens de opstartfase (eerste weken) zijn voor de verwarming enkele vloerverwarmingsslangen onder tegen de roostervloer gemonteerd en vaak (tijdelijke) indirecte luchtinlaat via een te verwarmen voorruimte. In oude stallen worden nog wel gaskapjes toegepast. Bij blankvlees wordt in de regel all in – all out op bedrijfsniveau toegepast, bij rosé vaak op stal- of afdelingsniveau.

In de stal/afdelingen zijn nog de volgende elektrische installaties aanwezig:

- TL-verlichting (tegen dak/plafond of aan kabels op ca. 2,50 m hoogte)
- Ventilatie: ventilatoren in dakkokers
- Luchtinlaat: Veelal inlaat via de voerpaden, met regelbare openingen in de deuren. Bij lange stallen worden ook wel inlaatventielen of -kleppen, of space boarding in de zijgevels toegepast.

De cyclus op een blankvleesbedrijf bedraagt globaal een half jaar. Na het afleveren van de zware kalveren worden alle stallen intensief gereinigd met een hogedrukreiniger. Bij de rosékalverhouderij worden de kalveren eerst opgevangen in een opfokstal waar ze globaal 3 maanden in verblijven en

³ , 2012. Onderzoek naar brandveiligheid voor dieren in veestallen; Knelpunten en verbetermogelijkheden. Wageningen Livestock Research, rapport 641. <https://edepot.wur.nl/246894>

overgaan op vast voedsel. Deze afdelingen worden na leegstand net als blankvleesstallen intensief met de hogedrukreiniger gereinigd en ontsmet. De afmestafdelingen waar de rosékalveren vervolgens naar toe gaan worden tegenwoordig vaak niet meer bij iedere leegstand intensief gereinigd.

In tabel 4.7 is aangegeven hoe de elektromotoren van de onderdelen worden aangestuurd en hoe ze op het elektriciteitsnet zijn aangesloten. Tabel 4.8 geeft weer hoe onderdelen van de elektrische installatie zijn geplaatst t.o.v. externe invloedsfactoren. Dit is alleen gedaan voor de productie van blankvlees en de opfok van rosé. Aangezien er weinig elektrische installaties zijn in een stal voor afmest rosé zijn hiervoor geen tabellen opgenomen.

Tabel 4.7 *Wijze van aansturing/aansluiting van elektromotoren van apparatuur in het dierverblijf op het elektriciteitsnet in een stal voor vleeskalveren (blankvleesproductie en starters rosé): -- komt vrijwel niet voor <> ++ komt vaak voor.*

	Voersysteem; melk	Voersysteem; kracht-/ruwvoer	Ventilatoren	Verlichting
Aparte schakelunit in dierverblijf: a) afgesloten / b) niet afgesloten	--	--	--	--
Aparte schakelunit in technische ruimte	++	+	++	++
Aansluiting via overspanningsbeveiliging	++	+	++	--
Aansluiting via vaste kabel	+	-	+	++
Aansluiting via push-on connector	--	--	--	--
Aansluiting via wandcontactdoos	--	--	+	--

Tabel 4.8 *Praktijksituaties dierverblijf vleeskalveren (blankvleesproductie): positionering onderdelen elektriciteitssysteem ten opzichte van omgeving (= potentiële wederzijdse beïnvloeding bij brandgevaarlijke afwijkingen) -- komt vrijwel niet voor <> ++ komt vaak voor.*

Omstandigheid /onderdeel	Wand- contact- dozen	Schake- laars	Schakel- units	Sen- soren	Appara- ten	Elektro- motoren	Verlich- ting	Kabels
Gemonteerd op/door isolatiematerialen	-	-	--	--	--	--	++	++
Gemonteerd in dichte kabelgoot								
Gemonteerd op brandbare (tussen)wanden	-	-/+	--	--	-	--	-	--
Korte afstand tot mest/strooisel	--	-	-	--	-/+	+	--	--
Bereikbaar voor dieren	--	-	--	--	-	--	--	--

4.4 Luchtwater/droogtunnel/warmtewisselaar

Op diverse bedrijven wordt gebruik gemaakt van technieken waarlangs de uitgaande ventilatielucht de stal(len) verlaat:

- luchtwater voor het verwijderen van ammoniak, geur en fijnstof, bij alle hiervoor genoemde diercategorieën;
- droogtunnel voor het nadrogen van mest op legpluimveebedrijven;
- warmtewisselaar voor het opwarmen van de binnenkomende lucht (en verwijderen van stof) op pluimveebedrijven (zowel leghennen als vleeskuikens).

Deze installaties staan (behalve in sommige situaties de warmtewisselaar) niet in de dierruimte opgesteld, maar veelal achter of direct naast de stal. Via kanalen of buizen wordt lucht uit de dierruimte(n) naar de installatie aangevoerd. De aanvoer van lucht wordt verzorgd d.m.v. ventilatoren. De aansturing van de ventilatoren vindt plaats via de centraal geplaatste ventilatieregeling. Er kan een extra schakelkast geplaatst zijn in de directe omgeving van de installatie, waarbij deze kast soms in de dierruimte aanwezig is.

In een droogtunnel zijn ook elektromotoren aanwezig voor het aandrijven van de mestbanden of -platen waarop de mest ligt. De aansturing van deze motoren is gekoppeld aan die van de mestbanden in de stal, waarbij de schakelkast veelal in de dierruimte is geplaatst.

4.5 Afwijkingen aan elektrische systemen in de praktijk

Bovenstaande paragrafen maken duidelijk dat er veel met elektriciteit aangedreven installaties aanwezig kunnen zijn in diervverblijven en technische ruimten van veestallen. In de praktijk vinden inspecties plaats voor het beoordelen van elektrisch materieel op brandrisico, onder andere via de NTA 8220 (zie hieronder). In deze paragraaf wordt ingegaan op de NTA 8220 en een overzicht gegeven van de (summier beschikbare) informatie over brandgevaarlijke afwijkingen die bij NTA 8220 inspecties zijn waargenomen.

NTA 8220:2017

De Nederlandse Technische Afspraak NTA 8220:2017 is, op initiatief van het Verbond van Verzekeraars, het platform voor onafhankelijke inspecteurs iKeur en de ondernemersorganisatie voor de installatiebranche en de elektrotechnische detailhandel UNETO-VNI, opgesteld door de NTA-commissie 'Ordering technische inspecties'. Het geeft een methode voor het beoordelen van elektrisch materieel op brandrisico en stelt eisen aan de persoon die de beoordelingsmethode toepast. De NTA 8220 is van toepassing op elektrische installaties, elektrische apparaten en elektrische uitrusting van machines. Uitgangspunt van de NTA is dat er alleen brand met een elektrische oorzaak kan ontstaan als het elektrisch materieel *oneigenlijk wordt gebruikt* of *defect* is.

Oneigenlijk gebruik is volgens de NTA als het elektrisch materieel niet is geïnstalleerd volgens de montagevoorschriften van de fabrikant, niet is geïnstalleerd volgens de vigerende normen, niet wordt gebruikt volgens de gebruiksvoorschriften van de fabrikant, niet wordt gebruikt zoals mag worden verwacht en niet wordt onderhouden zoals de fabrikant heeft voorgeschreven.

Onder defect wordt verstaan: onderbreking van de beschermingsgeleider; een isolatiefout; beschadiging van het omhulsel waardoor brandbaar materiaal tot in het elektrisch materieel kan doordringen; niet-werkende beveiligingstoestellen zoals installatieautomaten (beveiliging tegen kortsluiting en overbelasting) en aardlekbeveiligingen; niet-werkende schakelaars voor schakelen en/of scheiden.

Bij het bepalen van het brandrisico moet rekening worden gehouden met de bedrijfsomstandigheden (zijn die o.a. geschikt voor het voorziene gebruik en afwijkingen die kunnen optreden), de wederzijdse beïnvloeding (o.a. afstand tot brandbaar materiaal, max. oppervlaktetemperatuur), de uitwendige invloeden (o.a. aanwezigheid van vocht, corrosieve of verontreinigende stoffen, kans op stootbelasting, warmtebronnen), en automatische uitschakeling van de voeding (o.a. werking aardlekschakelaar, beveiliging tegen kortsluiting, tegen overspanning).

De NTA richt zich derhalve enerzijds op het beoordelen van de aanwezigheid van oorzakelijke mensgebonden factoren voor het ontstaan van elektriciteitsbrand (oneigenlijk gebruik), anderzijds op de beoordeling van de kwaliteit van het elektrische systeem en de beveiligingstoestellen daarbinnen (defecten in elektrisch materieel). De NTA onderscheidt twee typen beveiligingstoestellen: a) installatieautomaten met beveiliging tegen kortsluiting en overspanning, en b) aardlekbeveiligingen.

Resultaat van een beknopte enquête

Van LTO Nederland ontvingen wij het resultaat van een beknopte enquête bij 15 volgens NTA-8220 keurende instanties verspreid over heel Nederland. Daarbij is onder andere gevraagd wat de top-5 meest voorkomende gebreken of problemen in de elektrische installaties en materieel zijn die ze tegenkomen bij inspecties op basis van de NTA 8220 in veestallen. Hieruit kwam het volgende overzicht van afwijkingen naar voren:

1. Ondeugdelijke, onoverzichtelijke en slecht onderhouden elektrische installaties (ontbreken van tekeningen, coderingen, onjuiste beveiligingen etc.)
2. Aantasting van de installatie door o.a. ammoniak
3. Defecte verlichting (TL-armaturen, LED-snoeren)

-
4. Overbelasting van o.a. wandcontactdozen
 5. Geoxideerde componenten in wandcontactdozen en schakelkasten

Het is een heel beperkte steekproef, maar het geeft aan dat er bij inspecties van veestallen diverse afwijkingen in elektrische systemen en aangesloten apparaten kunnen worden gevonden. Enerzijds is het agressieve en corrosieve milieu in veestallen vaak een oorzaak van afwijkingen, anderzijds speelt menselijk handelen (oneigenlijk gebruik, slecht onderhoud e.d.) een rol.

5 Inventarisatie van preventieve detectie- en automatische blussystemen

5.1 Preventieve detectiesystemen

Preventieve detectiesystemen dienen al in het voorstadium van brand (smelten, schroeien, verkolen, broeien, doorbranden van elektrische apparaten, oververhitten etc.), in termen van brandweezorg *cascade 0: Aantasting* (Bertels & Hessels, 2019; zie ook hoofdstuk 6) een alarmsignaal af te geven. Hiervoor komen drie categorieën preventieve detectiesystemen in aanmerking: detecteren op temperatuur, detecteren op afwijkingen binnen een elektrisch systeem, detecteren op rook. In de navolgende paragrafen wordt op elk van de categorieën ingegaan.

5.1.1 Detecteren op temperatuur

Preventief detecteren van een brand met behulp van temperatuur kan alleen door de temperatuur van het voorwerp dat de brand veroorzaakt van dichtbij te monitoren. Als het voorwerp wordt gedetecteerd terwijl het in “Cascade 0: Aantasting” zit, is er nog geen sprake van brand, maar wel van aantasting zoals smelten, schroeien, doorbranden van elektrische apparaten, oververhitten etc.). Deze aantasting kan zorgen voor een verhoging van de temperatuur die gedetecteerd kan worden. Hiervoor moet de sensor dichtbij de warmtebron zitten of kunnen reageren op kleine veranderingen in de omgeving. Het detecteren kan volgens twee principes: a) met sensoren die realtime de temperatuur monitoren of b) met een thermisch component die smelt/breekt wanneer een bepaalde temperatuur wordt bereikt.

Realtime sensoren

Temperatuursensoren kunnen constant of met korte intervallen de temperatuur doorgeven aan een centraal systeem. Hieruit kan een melding ontstaan indien:

- de temperatuur boven een ingesteld maximum komt;
- de temperatuur plotseling snel stijgt;
- de temperatuur hoger is dan verwacht.

Temperatuursensoren kunnen puntsensoren zijn of sensorkabels.

Puntsensoren zijn losse sensoren die bedraad of draadloos in een ruimte kunnen worden geplaatst. Om een snelle stijging waar te kunnen nemen moeten deze sensoren worden geplaatst op risicoplakken en plekken waar de lucht de stal verlaat. Dit kan bijvoorbeeld het plaatsen van een temperatuursensor in de schakelkast, bij een elektromotor of in de ventilatiekoker zijn. Elke individuele sensor kan een mogelijke brand detecteren en lokaliseren. Vervolgens zou er een blussysteem in actie kunnen komen, of een systeem om de stroom en/of ventilatie uit te schakelen (vervolgactie).

Sensorkabels hebben op regelmatige afstanden (elke 10 cm tot 5 m) temperatuursensoren die constant of met korte intervallen de temperatuur waarnemen. Door een serie opeenvolgende sensoren aan een bepaalde groep toe te kennen, kan de temperatuurplaats specifiek worden gemonitord. Waarna een vervolgactie kan worden uitgevoerd. Het voordeel van een sensorkabel is dat deze gemakkelijker op meer plekken geïnstalleerd kan worden. Ook zijn veel sensorkabels geschikt voor lastige omstandigheden zoals veestallen. De kabel kan bijvoorbeeld door kabelgoten, voerkeuken, ventilatoren en luchtwasser worden gelegd zonder aangetast te worden door de omgeving. Temperatuursensoren zijn veelal al in dierverblijven aanwezig om het klimaat in de stal te monitoren en bij te kunnen stellen. Mogelijk kunnen temperatuursensoren uit de klimaatsysteem gebruikt worden om de staltemperatuur te monitoren en een beginnende brand te detecteren (mits ze daarvoor op de goede positie hangen). Hiervoor is de gevoeligheid en afstand tot warmtebron van belang. Als

de sensoren te gevoelig zijn afgesteld kunnen er veel vals positieve meldingen ontstaan, terwijl een hoge gevoeligheid nodig is om een brand snel te ontdekken. Om de temperatuursensoren snel en betrouwbare meldingen te kunnen laten genereren kan er gebruik worden gemaakt van andere data zoals vaste patronen waarop een motor draait en daardoor de temperatuur logischerwijs stijgt, of het koppelen van verschillende sensoren waartussen de temperatuur niet meer dan een bepaald aantal graden mag verschillen.

Detectie met een thermisch component

Thermische detectiekabels kunnen net zoals sensorkabels worden toegepast in moeilijke omstandigheden zoals een agressief of corrosief milieu. Een thermische detectiekabel bestaat over het algemeen uit twee draden met hiertussen een materiaal dat smelt bij een bepaalde temperatuur. De twee draden maken dan contact waardoor er een alarmmelding uitgaat. Door een signaal door deze kabels te sturen is het mogelijk de locatie te bepalen waar de kabel gesmolten is. De thermische detectiekabel heeft als voordeel ten opzichte van de sensorkabel dat deze goedkoper is en de werking simpeler is. Daarentegen gaat er pas een melding van uit als een hoge temperatuur is bereikt. Een alarmmelding komt daardoor vrij laat, tenzij de kabel dicht bij de warmtebron is gemonteerd. Naast deze detectiemethodes zijn er ook blusmiddelen met een geïntegreerd thermisch component, zoals sommige sprinkler- en blusgasinstallaties. Deze worden verder uitgelegd bij de paragraaf over blusmiddelen.

5.1.2 Elektrisch systeem

Veel stalbranden hebben een (elektro-)technische oorzaak. Over het algemeen bevat elke elektrische installatie apparatuur om bij lekstroom, kortsluiting en overbelasting de stroom af te schakelen. Dit wordt gedaan door de aardlekschakelaar en de installatieautomaat. De installatieautomaat is belangrijk in het voorkomen van kortsluiting en overbelasting wat kan leiden tot brand. Daarnaast zijn er verschillende manieren om de stroomkring en apparaten te beveiligen en monitoren. Deze worden hieronder uitgelegd.

Veel elektromotoren zijn uitgerust met een thermische beveiliging. De thermische beveiliging schakelt de elektromotor uit bij overbelasting en/of kortsluiting. Bij overbelasting van de elektromotor vraagt de motor meer stroom waardoor de thermische beveiliging warmer wordt en de stroom afschakelt. Het amperage waarbij de motor moet afschakelen is instelbaar. Door het amperage dichtbij het daadwerkelijke verbruik in te stellen en niet te verhogen is de motor beveiligd tegen oververhitting. Een stap verder dan thermische beveiliging is het monitoren van het elektriciteitsverbruik. Door het elektriciteitsverbruik van een bepaalde groep of apparaat te monitoren is te zien of een normale hoeveelheid stroom wordt gebruikt. Als er meer stroom wordt gebruikt kan dit een indicator zijn voor overbelasting en kan er een melding gegenereerd worden. Deze techniek wordt nog niet veel toegepast en hiervoor moeten alle processen in de veestal juist worden ingeregeld. Bij veranderingen zal er snel een valse melding uit voortkomen.

Vlamboogdetectie is een aanvulling op de eerder genoemde installatieautomaat. Naast kortsluiting en overbelasting kunnen er in de stroomkring vlambogen ontstaan, dit is eerder uitgelegd in hoofdstuk 3. De vlamboogdetector detecteert onregelmatigheden op de normale sinus-curve van de wisselstroom. Als hier onregelmatigheden in voortkomen sluit de vlamboogdetector de stroom af en wordt een brand mogelijk voorkomen. Om deze onregelmatigheden te kunnen detecteren mag de stroomkring niet langer zijn dan 100 meter, hierna worden onregelmatigheden minder goed zichtbaar voor de vlamboogdetector. De vlamboogdetector is nog niet beschikbaar voor krachtstroom. Het risico op valspositieve vlamboogdetecties kan vrij groot zijn (de detector moet onderscheid maken tussen afwijkende en normale golfpatronen, wat lastig kan zijn).

Normaal gesproken zorgt de aardlekschakelaar voor het afschakelen van de stroom als er lekstroom optreedt. Dit kan echter nauwkeuriger en sneller gedaan worden door een continue lekstroombewaking. Dit apparaat monitort continu de stroom die de elektrische installatie ingaat en de stroom die de installatie verlaat. Als hier al een relatief klein verschil in zit, schakelt de continue lekstroombewaking de stroom snel af. De continue lekstroombewaking kan op deze manier snel isolatiefouten detecteren die mogelijk tot een brand zouden kunnen leiden. Ook apparaten die later of tijdelijk worden aangesloten op het stroomcircuit worden gemonitord op lekstroom.

Lekstroombewaking is toe te passen op elk stroomnetwerk. Continue lekstroombewaking is ontstaan als beveiliging van elektrische schokken bij personen: het detecteren van isolatiefouten is een bijzaak

geweest. Bij het installeren van continue lekstroombewaking moet er rekening gehouden worden met het maximale verschil in stroom dat mag ontstaan.

Andere aspecten die bij kunnen dragen aan de veiligheid van het elektrisch systeem zijn:

- Kabels met ijzeren mantel om schade door ongedierte te voorkomen
- Een brandwerend paneel achter/boven apparatuur met een hoger brandrisico
- Regelmatige elektrakeuringen
- Brandvaste kabels bij ventilatoren

5.1.3 Detecteren op rook

Tijdens de hiervoor genoemde "Cascade 0: Aantasting" kan naast een stijging in temperatuur ook rook ontstaan. Het 'voordeel' van rook is dat dit verder verspreidt van het warme oppervlak. Hierdoor kan het rookdetectiepunt verder weg zitten van de bron.

De traditionele manier van rook detecteren is met een rookmelder. Dit is vaak niet toepasbaar in veestallen vanwege de grote hoeveelheid stof en vuil.

Een betere manier is het detecteren van rook met behulp van een aspiratiesysteem. Een aspiratiesysteem zuigt op verschillende punten in de stal lucht af om dit vervolgens naar een centrale unit te brengen waar een rookdetector in zit. Een probleem met de stallucht kan zijn dat hier teveel stof in zit. Dit kan op verschillende manieren worden opgelost. Er kan een filter voor detector worden geplaatst of er kan een cycloon voor de detector worden geplaatst die grove stofdeeltjes afvangt. Daarnaast kan de leiding schoongemaakt worden met een terugblaassysteem met eventueel een vibrerende luchtstroom. De rookdetector is in te stellen op sensitiviteit, zo kan heel nauwkeurig gedetecteerd worden, maar dit geeft vaker vals positieve meldingen. De detector vervuult altijd in kleine mate. Om te voorkomen dat hierdoor een alarm afgaat stelt de detector zichzelf bij tot het punt dat de detector schoongemaakt moet worden. Hiernaast moet er regelmatig onderhoud worden gepleegd aan de filters/cycloon die het systeem schoon houden. De aanzuigleiding wordt vaak dichtbij het dak van de stal geïnstalleerd, omdat hier de rook naartoe trekt. Door de hoge ventilatiebehoefte in veestallen is het mogelijk dat rook uit de stal wordt geventileerd vóórdat het in het aspiratiesysteem terechtkomt. De aanzuigleiding mag niet te lang zijn, dit kan de rook te sterk verdunnen, of het duurt te lang om de rook naar de detector te brengen.

5.1.4 Samengevat

Op basis van hun functionele kenmerken worden de onderstaande preventieve detectie(-systemen) meegenomen in de verdere analyse op effectiviteit ter voorkoming van stalbranden en dierlijke slachtoffers. In die verdere analyse wordt, waar relevant, onderscheid gemaakt in de toepasbaarheid van deze systemen voor resp. *object*beveiliging en *ruimte*beveiliging.

A. Detecteren op temperatuur

- A1. Temperatuursensoren realtime: puntsensoren
- A2. Temperatuursensoren realtime: sensorkabels
- A3. Temperatuurdetectie: kabel met thermische component

B. Detecteren in elektrisch systeem

- B1. Detectie elektrisch systeem: thermische beveiliging apparaat
- B2. Monitoren elektriciteitsverbruik
- B3. Vlamboogdetectie
- B4. Continue lekstroombeveiliging
- B5. Aardlekbeveiliging
- B6. Installatieautomaat

C. Detecteren op rook

- C1. Traditionele rookmelders
- C2. Aspiratierookmelders

5.2 Automatische blussystemen

Er zijn drie categorieën van automatische blussystemen geïnventariseerd: sprinklerinstallaties, watermistsystemen en blusgassystemen. De weergegeven informatie bij blussystemen is o.a. afkomstig uit het rapport *Systeemomschrijving Stationaire installaties* (Brandweer BRZO, 2009).

5.2.1 Automatische sprinklerinstallaties

Er zijn zogenaamde 'natte' en 'droge' sprinklerinstallaties.

'Natte' sprinklerinstallaties bestaan uit een leidingstelsel dat permanent onder druk staat en uit sprinklers. Deze sprinklers zijn op regelmatige afstanden gemonteerd of er zijn extra sprinklers gemonteerd op risicoplakken. De sprinkler gaat af door de warmteontwikkeling van de brand, de warmte zorgt ervoor dat de afsluiting van de sprinkler wordt verbroken. Het water sproeit vervolgens de omgeving van de sprinkler nat en blust de brand of verkleint de brand en uitbreiding hiervan naar andere delen van het gebouw. Doordat de sprinkler lokaal detecteert en blust kan een brand klein gehouden worden. De snelheid van het in actie komen van de sprinkler hangt af van de temperatuur waarbij de afsluiting wordt verbroken, deze temperatuur is instelbaar. Doordat de blussing lokaal plaatsvindt, is er weinig water nodig en kan dit vaak door de waterleiding geleverd worden. Naast deze 'natte' sprinklerinstallaties, bestaan er ook 'droge' sprinklerinstallaties. Deze worden vaak in combinatie met een ander detectiesysteem gebruikt, zoals temperatuursensoren of aspiratie. Als deze sensoren een brand detecteren komt er druk op het leidingstelsel en komt er water uit alle sprinklers, omdat deze alle open staan.

Sprinklers kunnen ook zeer lokaal gebruikt worden, door bijvoorbeeld een sprinkler dichtbij een risicoplek te plakken. Hierdoor is de detectie en blussing dichtbij de risicoplek.

De sprinkler is een methode om de brand te blussen of te vertragen, zodat er meer handelingstijd is om de schade te beperken.

5.2.2 Watermistinstallaties

Een watermistinstallatie lijkt op een sprinklerinstallatie qua systeem, echter er wordt gebruik gemaakt van fijnere waterdruppels. De mistinstallatie kan worden aangestuurd door onder andere temperatuursensoren en aspiratiesystemen, maar kan ook worden geactiveerd door het breken van een glasbulb of door middel van een smeltelement. Een brand zal niet altijd geblust worden (evenals bij een sprinkler), maar wordt wel vastgehouden op de plaats van oorsprong en kan zich niet uitbreiden. Door de fijnere druppels wordt rook snel neergeslagen, neemt het water sneller hitte op van de brandhaard en ontstaat er door de verdamping snel een zuurstoftekort rond de brandhaard. Daarnaast is er minder water nodig om de brand onder controle te krijgen en dus minder waterschade. Naast deze voordelen van een mistinstallatie ten opzichte van een sprinklerinstallatie zijn er ook enkele nadelen. Zo moet de leiding onder hoge druk staan om het water goed door de nozzle te kunnen verspreiden, hier is een extra pomp voor nodig en aangepaste leidingen. Ook kunnen de nozzles verstopt raken.

Een bijkomend voordeel van de sprinkler- en watermistinstallatie is dat deze voor meerdere doelen gebruikt zouden kunnen worden. Zo kan de watermistinstallatie gebruikt worden om in de zomer de stal te koelen. Beide installaties zouden ook gebruikt kunnen worden bij het inweken van de stal voor het schoonmaken.

5.2.3 Blusgasinstallaties

Een automatische blusgasinstallatie wordt vanwege zijn eigenschappen veelal gebruikt in kleinere ruimtes met elektronica. In kleinere ruimtes kan snel een hoeveelheid blusgas toegevoegd worden die een brand onder controle kan krijgen. Ook zijn er blusgassen (niet alle) die geen negatieve effecten hebben op de elektronica, zoals kortsluiting en corrosie.

Blusgassen hebben verschillende werkingsprincipes:

- Verdrijving van de zuurstof (lucht) tot onder een bepaald niveau
- Een fysische reactie die de temperatuur van de brandende stof verlaagt zodat deze beneden het vlampunt komt en dooft
- Een negatieve katalytische reactie zodat de verbrandingsreactie wordt onderbroken
- Een combinatie van eigenschappen

Op basis van de werkingsprincipes onderscheiden we *zuurstofverdringende blusgassen* en *chemische blusgassen*.

Bij zuurstofverdringende blusgassen wordt onderscheid gemaakt in inerte blusgassen en in CO₂ blusgas.

- *Inerte blusgassen* verlagen de zuurstofconcentratie voldoende om een vlam te verstikken, terwijl mensen/dieren nog een korte tijd in de ruimte kunnen verblijven. Voordelen zijn dat het geen schade geeft aan de elektrische installatie. Nadelen zijn de hoge druk en de hoeveelheid gas die nodig zijn om een ruimte te beveiligen.
- *CO₂-blusgassen* voegen extra CO₂ toe in de ruimte, waardoor de brand verstikt. Dit is gevaarlijk voor mensen/dieren die in de ruimte verblijven. Een ander nadeel is dat de CO₂ snel kan verdwijnen waardoor de brand weer kan opblazen. Een voordeel is dat het geen schade geeft aan elektrische apparatuur.

De bluswerking van chemische blusgassen berust voor een groot gedeelte op warmte-absorptie. Tevens vindt door ontleding van het blusgas een chemische interactie plaats, die het verbrandingsproces stopt.

Als het blusgas in een technische ruimte wordt gebruikt, waarvan de lucht niet bij de dieren terechtkomt, zou van alle bovenstaande typen blusgas gebruikt gemaakt kunnen worden. In de stal kan geen gebruik worden gemaakt van zuurstofverdringende (inerte of CO₂) blusgassen, omdat deze dodelijk kunnen zijn voor de dieren. Ook sommige chemische blusgassen kunnen schadelijk zijn voor de dieren, maar vaak niet direct dodelijk.

Blusgassen kunnen makkelijker worden toegepast in kleine ruimtes, omdat hiervoor minder blusgas aanwezig hoeft te zijn. Dit blusgas wordt vaak opgeslagen in cylinders onder druk. Deze druk is verschillend per blusgas. Bij het vrijkomen van blusgas onder hoge druk zou schade kunnen ontstaan aan de omgeving. Blusgassen kunnen ook bij ventilatoren of andere risicoplekken geplaatst worden in grotere ruimtes, hier is echter het risico dat het blusgas snel verdwijnt. Als een blusgas uit de ruimte verdwijnt is de kans aanwezig dat de brand weer opblaait, ook kan de hoeveelheid blusgas te weinig zijn om de brand onder controle te krijgen en houden. Daarom is het belangrijk dat het blusgas snel wordt ingezet en er voldoende aanwezig is. Vervolgens moet, afhankelijk van de veiligheid, de brand verder worden geblust (vervolgactie).

5.2.4 Blusschuimininstallaties

Blusschuim is een mengsel van water, schuimvormende vloeistof en een onbrandbaar gas, meestal lucht uit de omgeving (BRZO, 2009). Blusschuim heeft een afdekkende, luchtafsluitende werking. Het schuim verhindert de verdamping van een vloeistof, waardoor er geen brandbaar gas/luchtmengsel kan worden gevormd. Op deze wijze kan brand worden voorkomen of geblust. Het gebruik van fluorhoudend blusschuim staat vanwege de giftigheid voor mens en dier en het milieuvervuilende effect al jaren ter discussie. In veestallen worden automatische blusschuimininstallaties niet toegepast.

5.2.5 Samengevat

Op basis van hun functionele kenmerken worden de onderstaande automatische blussystemen meegenomen in de verdere analyse op effectiviteit ter voorkoming/beperking van stalbranden en dierlijke slachtoffers. In die verdere analyse wordt onderscheid gemaakt in de toepasbaarheid van deze systemen voor resp. *objectbeveiliging* en *ruimtebeveiliging*.

-
- A. Sprinklerinstallaties
 - B. Watermistsystemen
 - C. Automatische blusgassystemen:
 - C1. Blusgasinstallatie: inert blusgas
 - C2. Blusgasinstallatie: CO₂ blusgas
 - C3. Blusgasinstallatie: chemisch blusgas

In het volgende hoofdstuk wordt een inschatting gegeven van de effectiviteit van de geselecteerde preventieve detectie- en blussystemen op het voorkomen van het ontstaan van stalbranden en dierlijke slachtoffers. Ter ondersteuning hiervan is eerst in een Excel-bestand een schematisch overzicht opgenomen van elektrische installaties en apparatuur die in de verschillende ruimten binnen de diersectoren kunnen voorkomen (zie hoofdstuk 4), en de geselecteerde detectie- en blussystemen die daar van toepassing kunnen zijn (bijlage 1).

6 Inschatting effectiviteit van systemen in veestallen

In dit hoofdstuk wordt een inschatting gemaakt van de effectiviteit van de geïnventariseerde preventieve detectiesystemen en automatische blussystemen in technische ruimten⁴ en dierverblijven van veestallen uit oogpunt van het voorkómen van het ontstaan van brand en dierlijke slachtoffers.

Daarbij is allereerst geprobeerd kwantitatief inzicht te krijgen in de oorzaken van stalbranden binnen de uiteenlopende diersectoren (6.1). Vervolgens is via kwalitatieve expert judgement ingeschat in welke mate de geïnventariseerde preventieve detectie- en automatische blussystemen resp. in staat worden geacht om in dierverblijf of andere ruimten brandgevaarlijke afwijkingen tijdig te detecteren (in het voorstadium van brand) en daarmee brand (en dierenleed) te voorkomen, danwel door tijdig ingrijpen/blussing dierlijke slachtoffers te voorkomen (6.2).

Door het kwantitatieve inzicht in het ontstaan en de gevolgen van voorgekomen stalbranden (de kans) te combineren met de ingeschatte effectiviteit van de onderscheiden preventieve detectie- en blussystemen (het effect), is vervolgens gepoogd om een overall inschatting te maken van het effect van toepassing van deze systemen in de praktijk op het voorkómen van het ontstaan van stalbrand en dierlijke slachtoffers (6.3). Immers, de effectiviteit van een systeem wordt niet alleen bepaald door het scenario of de scenario's die in een specifiek geval leiden tot het ontstaan van een brand of het omkomen van dieren bij een brand, maar ook hoe vaak een scenario voorkomt (de waarschijnlijkheid).

Om een inschatting te kunnen maken over de effectiviteit van preventieve detectie- en automatische blussystemen (de voorziening), moet een koppeling gemaakt worden tussen het object van ontstaan van brand, de ruimte van ontstaan, de voorziening (preventief detectie- of automatisch blussysteem), het doel van de voorziening (het voorkomen van brand en het voorkomen van dierlijke slachtoffers⁵) en de betrokken diersoort. Uiteraard wordt, als met een voorziening het doel voorkomen brand gerealiseerd wordt, ook het doel 'voorkomen van dierlijke slachtoffers' behaald (de voor de dieren essentiële voorzieningen zoals ventilatie moeten dan wel in stand blijven). Omgekeerd is dat echter niet het geval. Bij zowel de kwantitatieve aanpak als de kwalitatieve aanpak zijn al deze elementen -in samenhang- betrokken.

Ook is gekeken of er internationaal literatuur beschikbaar is die iets zegt over de effectiviteit van de preventieve detectiesystemen en automatische blussystemen in stallen. Daartoe is de *NFPA 150 'Fire and Life Safety in Animal Housing Facilities'* bestudeerd en is in een aantal zoeksystemen gezocht naar informatie. Er is geen informatie gevonden over de effectiviteit van deze systemen in stallen.

⁴ In de beschouwing van de effectiviteit is de term technische ruimte breed beschouwd. Alle mogelijke technische brandoorzaken in alle aanwezige ruimten in een stal zijn beschouwd.

⁵ Het doel van het voorkomen van dierlijke slachtoffers is primair het voorkomen van dierenleed. Als er bij de brand zelf geen dieren zijn omgekomen en er geen dieren geleden hebben, is het mogelijk dat de dieren geëuthanaseerd worden omdat het vlees ongeschikt is geworden voor consumptie. Daar richt het onderzoek naar de effectiviteit van de systemen zich niet op.

6.1 Kwantitatieve inzichten in oorzaken en gevolgen van stalbranden

6.1.1 Aanpak

Er is gekeken naar bekende oorzaken van stalbranden op basis van de dataverzamelingen van het Actieplan Stalbranden (*Voortgangsrapportage Actieplan Brandveilige Veestallen 2019*) en het onderzoek van de Onderzoeksraad voor Veiligheid naar stalbranden (*Stalbranden maart 2021*). Er is in deze dataverzamelingen gekeken naar:

- de oorzaak van de brand
- het voorwerp dat als eerste in brand raakt
- de bij de brand betrokken brandstoffen
- de ruimte waarin de brand ontstaan is
- de relatie tussen de ontstaansruimte en het aantal omgekomen dieren

Runderen zijn geen diersoort die in dit onderzoek betrokken is. Ze zijn in de tabellen van de kwantitatieve gegevens wel genoemd om een volledig beeld te laten zien. In de analyse en conclusies zijn de runderen buiten beschouwing gelaten (met runderen wordt in dit geval melkvee bedoeld; vleeskalveren (die ook tot de groep runderen behoren) zijn wel onderwerp van deze studie).

Dataverzameling Actieplan Stalbranden

Dit overzicht met stalbranden waarbij dieren zijn omgekomen is gebaseerd op informatie over stalbranden uit de media, van de brandweer en de verzekeraars. In de lijst staan de stalbranden waarvan bekend is dat de brandweer ter plaatse is geweest. In het overzicht staat de beschikbare informatie over de stalbrand zoals: het adres van de locatie waar de brand heeft plaatsgevonden, de betrokken diersoorten, het aantal omgekomen dieren en de brandoorzaak. Bij een aantal branden staat een korte omschrijving van het incident. De stalbranden waarbij de brandweer niet ter plaatse is geweest, bijvoorbeeld omdat de ondernemer zelf de brand heeft geblust of de brand vanzelf is gedoofd, staan dus niet in het overzicht. Er is gebruik gemaakt van het overzicht van de stalbranden over de periode januari 2014 - oktober 2020. Het betreft 254 stalbranden. Bij 190 stalbranden (75%) waren pluimvee, varkens, vleeskalveren of runderen (melkvee) betrokken.

Dataverzameling Onderzoeksraad voor Veiligheid

De Onderzoeksraad voor Veiligheid heeft een inventarisatie gemaakt van data over stalbranden in de periode vanaf januari 2012, het startjaar van de actieplannen, tot en met oktober 2020. Voor deze inventarisatie is gebruik gemaakt van mediaberichten, cijfers van verzekeraars en de brandweer, brandonderzoeken, interviews met betrokkenen, satellietfoto's en data van de Kamer van Koophandel. In de onderzochte periode zijn er 333 stalbranden bij bedrijven geweest, waarvan 151 met dodelijke afloop voor dieren. Bij vijf stalbranden is vastgesteld, of wordt vermoed, dat ze zijn veroorzaakt door brandstichting. Deze 5 branden zijn niet in de analyses gebruikt.

6.1.2 Brandoorzaken

In de tabellen 6.1 en 6.2 zijn de geregistreerde brandoorzaken weergegeven; in totaal en uitgesplitst naar diersoort. Uit de data van het actieplan blijkt bij 61% van de 109 stalbranden de oorzaak onbekend is. De data van de Onderzoeksraad geven aan dat 54% van de 329 stalbranden een onbekende oorzaak heeft en dat van 22% de oorzaak niet zeker is.

Van de bekende oorzaken geeft het actieplan aan dat werkzaamheden (9,2%), blikseminslag (8,3%) en elektra (7,3%) de meest voorkomende brandoorzaken zijn. Opvallend is dat de cijfers van de Onderzoeksraad hier significant van afwijken. Daar is het percentage brandoorzaken dat door werkzaamheden veroorzaakt wordt 51% en wordt blikseminslag als brandoorzaak geheel niet genoemd. Uit de data-analyse van de Onderzoeksraad blijkt dat bijna alle brandoorzaken te herleiden zijn tot werkzaamheden en elektra/apparaten.

Een verklaring voor deze verschillen kan zijn dat er niet geregistreerd is of de genoemde brandoorzaak gebaseerd is op een brandonderzoek of dat de genoemde brandoorzaak een aanname is. In sommige gevallen staat er bij brandoorzaak 'onbekend' met daarbij een vermoedelijke

brandoorzaak genoemd. Er vindt geen eenduidige registratie plaats. Een brand die bijvoorbeeld is ontstaan in, op, aan of nabij een warmtelamp kan geregistreerd zijn als: apparaat (de lamp), elektra (van de lamp), hittebron (het warme gedeelte van de lamp), technisch defect of werkzaamheden (stro tegen lamp geveegd). De omstandigheden die geleid hebben tot de brand zijn maar zeer beperkt geregistreerd.

Tabel 6.1 *Overzicht gegevens brandoorzaak dataverzameling Actieplan Stalbranden.*

Brandoorzaak	Pluimvee		Varkens		Kalveren		Runderen		Totaal inclusief runderen		Totaal exclusief runderen	
Apparaat	2	5,3%	1	2,3%	-	-	2	2,5%	5	2,6%	3	2,8%
Blikseminslag	5	13,2%	1	2,3%	2	7,4%	3	3,7%	11	5,8%	8	7,3%
Brandstichting	1	2,6%	1	2,3%	-	-	1	1,2%	3	1,6%	2	1,8%
Broei	-	-	-	-	1	3,7%	4	4,9%	5	2,6%	1	0,9%
Elektra	5	13,2%	3	6,8%	1	3,7%	4	4,9%	13	6,8%	9	8,3%
Hittebron	2	5,3%	2	4,5%	-	-	3	3,7%	7	3,7%	4	3,7%
Ongediertebestrijding	-	-	-	-	1	3,7%	-	-	1	0,5%	1	0,9%
Technisch defect	2	5,3%	2	4,5%	1	3,7%	4	4,9%	9	4,7%	5	4,6%
Werkzaamheden	2	5,3%	3	6,8%	5	18,5%	11	13,6%	21	11,1%	10	9,2%
Onbekend	19	50,0%	31	70,5%	16	59,3%	49	60,5%	115	60,5%	66	60,5%
Totaal	38		44		27		81		190		109	

Tabel 6.2 *Overzicht oorzaken van stalbranden 2012-2020 dataverzameling Onderzoeksraad voor Veiligheid.*

Brandoorzaak	Vermoedelijk	Zeker	Totaal
Werkzaamheden	18	62	
Defect apparaat (niet nader onderzocht)	14	10	
Defect apparaat (kortsluiting door overbelasting/breuk)	8	12	
Weersinvloeden	10	7	
Elektra zonder verdere toelichting	13	5	
Broei	7	9	
Elektra niet goed aangesloten	1	1	
Beschrijving geeft geen informatie			148
Stal verwoest, geen onderzoek mogelijk			4
Totaal	152	71	106
			329

6.1.3 Voorwerp dat als eerste in brand raakt

In tabel 6.3 is weergegeven welk voorwerp als eerste tot ontbranding is gekomen; in totaal en uitgesplitst naar diersoort. Deze gegevens zijn alleen verzameld in het actieplan stalbranden en niet in het onderzoek van de Onderzoeksraad. Bij 97 van de 109 stalbranden (89%) is onbekend welk voorwerp als eerste is gaan branden. Van de 12 branden waar dat wel bekend is betreft het acht verschillende voorwerpen. Er kan daarom niet aangegeven worden welke voorwerpen vaak als eerste in brand raken.

Tabel 6.3 Overzicht gegevens voorwerp als eerste in brand dataverzameling Actieplan Stalbranden.

Voorwerp als eerste in brand	Pluimvee		Varkens		Kalveren		Runderen		Totaal inclusief runderen		Totaal exclusief runderen	
Automatische schoonmaak-machine	-	-	-	-	-	-	-	1	1	0,5%	-	-
Hooi/stro	-	-	-	-	2	7,4%	5		7	3,7%	2	1,8%
Grasmaaier	-	-	-	-	-	-	1		1	0,5%	-	-
Lasdoos	1	2,6%	-	-	-	-	-		1	0,5%	1	0,9%
Luchtwater	-	-	1	2,3%	-	-	-	-	1	0,5%	1	0,9%
Mengvoederkar	-	-	-	-	1	3,7%	-	-	1	0,5%	1	0,9%
Mestbandschakelaar	1	2,6%	-	-	-	-	-	-	1	0,5%	1	0,9%
Voertuig (shovel/tractor)	-	-	-	-	-	-	3		3	1,6%	-	-
Ventilatiesysteem	1	2,6%	1	2,3%	-	-	-	-	2	1,1%	2	1,8%
Voerinstallatie/-machine	-	-	1	2,3%	-	-	1		2	1,1%	1	0,9%
Warmtelamp	-	-	2	4,5%	1	3,7%	1		4	2,1%	3	2,8%
PV-installatie	-	-	-	-	-	-	1		1	0,5%	-	-
Onbekend	35	92,1%	39	88,6%	23	85,2%	68		165	86,8%	97	89,0%
Totaal	38		44		27		81		190		109	

6.1.4 De bij de brand betrokken brandstoffen

De Onderzoeksraad heeft ook gekeken naar welke brandstoffen een rol spelen bij de verdere ontwikkeling van de brand (tabel 6.4). Er zijn gegevens hierover verzameld bij 134 branden. In de meeste (51) gevallen betreft het mestgas (gassen als methaan die vrijkomen uit de in de stal opgeslagen drijfmest). Andere veel bij brand voorkomende brandstoffen die wel een relatie hebben met dit onderzoek zijn strooisel / hooibalen (28%) en isolatiematerialen (14%). In dit onderzoek wordt met name gekeken naar branden die een relatie hebben met apparaten en elektriciteit. Niet alle genoemde brandstoffen hebben daar een (in)directe relatie mee.

Tabel 6.4 Overzicht brandstoffen die een rol spelen bij de brandontwikkeling 2012-2020 dataverzameling Onderzoeksraad voor Veiligheid.

Stalinrichting	1
Verspreiding door gaswasser/luchtbehandeling	1
Gevalen Stofexplosie	1
Voertuigen	3
Mest (kippen)	3
Dakbedekking	5
Isolatie	19
Strooisel, hooibalen	37
Mestgas (varkens en koeien)	51
Beperkte brand (geen brandontwikkeling)	13

6.1.5 De ruimte waarin de brand ontstaan is

In de tabellen 6.5 en 6.6 zijn de geregistreerde ruimten van ontstaan weergegeven; in totaal en uitgesplitst naar diersoort. Bij 63 (61%) van de 105⁶ stalbranden is onbekend of de brand in of buiten het diervverblijf is ontstaan. Van de branden die buiten het diervverblijf zijn ontstaan is nog eens in 18% van de gevallen onbekend in welke ruimte de brand ontstaan is.

⁶ Hier zijn de 4 branden in lege stallen buiten beschouwing gelaten omdat het weliswaar een diervverblijf is, maar er op het moment van de brand geen dieren in verbleven

Waar de ontstaansruimte wel bekend is, zijn er iets meer branden ontstaan in het dierverblijf dan buiten het dierverblijf. Bij de branden die buiten het dierverblijf zijn ontstaan, komen deze het meest voor in een lege stal.

Tabel 6.5 Overzicht gegevens ruimte van ontstaan dataverzameling Actieplan Stalbranden.

Ruimte van ontstaan	Pluimvee		Varkens		Kalveren		Runderen		Totaal inclusief runderen		Totaal exclusief runderen	
In dierverblijf	6	16,7%	6	14%	9	34,6%	11	13,9%	32	17,4%	21	20%
Buiten dierverblijf	6	16,7%	8	18,6%	4	15,4%	7	8,9%	25	13,6%	18	17,1%
Onbekend	24	66,7%	29	67,4%	13	59%	61	77,2%	127	69%	66	62,9%
Totaal	36	100%	43	100%	26	100%	79	100%	184	100%	105	100%

Tabel 6.6 Overzicht gegevens ruimte van ontstaan buiten het dierverblijf dataverzameling Actieplan Stalbranden.

Ruimte van ontstaan buiten dierverblijf	Pluimvee		Varkens		Kalveren		Runderen		Totaal inclusief runderen		Totaal exclusief runderen	
Dak	1	12,5%	1	11,1%	-	-	-	-	2	6,5%	2	9,2%
Droogmesthal	1	12,5%	-	-	-	-	-	-	1	3,2%	1	4,6%
Machinekamer	-	-	-	-	-	-	1	11,1%	1	3,2%	-	-
Melklokaal	-	-	-	-	-	-	1	11,1%	1	3,2%	-	-
Meterkast	-	-	1	11,1%	-	-	-	-	1	3,2%	1	4,6%
Opslagruimte	-	-	-	-	1	20%	-	-	1	3,2%	1	4,6%
Technische ruimte	-	-	1	11,1%	-	-	-	-	1	3,2%	1	4,6%
Lege stal	2	25%	1	11,1%	1	20%	2	22,1%	6	19,4%	4	18,2%
Onbekend	4	50%	5	55,6%	3	60%	5	55,6%	17	54,8%	12	54,6%
Totaal	8	100%	9	100%	5	100%	9	100%	31	100%	22	100%

6.1.6 De relatie tussen de ontstaansruimte en het aantal omgekomen dieren

In tabel 6.7 zijn de omgekomen dieren afgezet tegen de ruimte van ontstaan van de brand en uitgesplitst naar diersoort. 31% van de dieren is omgekomen als het dierverblijf de ontstaansruimte was. 8% is omgekomen als de brand buiten het dierverblijf is ontstaan. Van de overige 61% is de ontstaansruimte onbekend. Bij een brand die ontstond in het dierverblijf kwamen gemiddeld 18.000 dieren om, bij het ontstaan buiten het dierverblijf kwamen gemiddeld 4.000 dieren om.

Bij de verschillende diersoorten zien we een dergelijk verschil tussen branden die ontstaan zijn in en buiten het dierverblijf alleen bij pluimvee. Bij varkens en kalveren zien we maar weinig verschil. Bij pluimvee is 32% van de dieren omgekomen bij branden die in het dierverblijf zijn ontstaan (gemiddeld 28.000 dieren per brand) en 3% bij branden buiten het dierverblijf (gemiddeld 24.000 dieren per brand⁷).

Bij varkens is 13% van het aantal dieren omgekomen bij brand ontstaan in het dierverblijf (per brand kwamen daarbij gemiddeld 2.500 varkens om het leven) en bij brand ontstaan buiten het dierverblijf kwam 8% van het aantal dieren om het leven (en kwamen per brand gemiddeld 2.000 varkens om het leven). Bij kalveren is 25% van het aantal dieren omgekomen bij brand ontstaan in het dierverblijf (per brand kwamen daarbij gemiddeld 60 kalveren om het leven) en bij brand ontstaan buiten het dierverblijf kwam 32% van het aantal dieren om het leven (en kwamen per brand gemiddeld 100 kalveren om het leven). Zoals gezegd is hier geen significant onderscheid tussen branden die binnen of buiten het dierverblijf zijn ontstaan.

⁷ Het betreft hier maar 1 brand waarbij 24.000 dieren omkwamen

Tabel 6.7 Overzicht omgekomen dieren in relatie tot ontstaansruimte brand (dataverzameling Actieplan Stalbranden).

Omgekomen dieren i.r.t. ontstaansruimte		Pluimvee	Varkens	Kalveren	Runderen	Totaal inclusief runderen	Totaal exclusief runderen
In diervverblijf	Dieren	266.000	10.320	362	3	276.685	276.682
	Branden	6	4	5	3	18	15
	Percentage	22,2%	12,9%	29,4%	12,5%	18,2%	20,0%
Buiten diervverblijf	Dieren	24.000	6.188	412	120	30.720	30.600
	Branden	1	3	4	2	10	8
	Percentage	3,7%	9,7%	23,5%	8,3%	10,1%	10,7%
Onbekend	Dieren	535.900	55.107	486	284	591.777	591.493
	Branden	20	24	8	19	71	52
	Percentage	74,1%	76,9%	47,1%	79,2%	71,7%	69,3%
Totaal	Dieren	82.5900	71.615	1.260	407	899.182	898.775
	Branden	27	31	17	24	99	75
	Percentage	100%	100%	100%	100%	100%	100%

6.1.7 Conclusie

De eerste en belangrijkste conclusie die getrokken wordt uit de kwantitatieve gegevens is dat bij een groot deel van de branden onbekend is wat de oorzaak van de brand is (61%), welk voorwerp als eerste ging branden (89%), in welke ruimte de brand ontstaan is (55 en 63%)⁸ en wat de relatie is tussen de ruimte van ontstaan en het aantal omgekomen dieren (69%).

Van de branden waar wel gegevens van bekend zijn is het de vraag in hoeverre deze cijfers betrouwbaar genoeg zijn. Er is immers geen eenduidige wijze van onderzoek en geen eenduidige registratie (zoals de gebruikte definities). Daarnaast heeft de Onderzoeksraad voor Veiligheid geconstateerd dat er meer stalbranden zijn geweest dan er zijn geregistreerd⁹.

Dit leidt tot de conclusie dat er te weinig (betrouwbare) gegevens voorhanden zijn om in kwantitatieve zin richtinggevende uitspraken te kunnen doen over stalbranden wat betreft oorzaak, betrokken voorwerpen en ruimten van ontstaan. Van de gegevens die wel betrouwbaar genoeg zijn, zijn de aantallen incidenten steeds te klein om daar conclusies uit te trekken.

Bovenstaande conclusies zijn in lijn met de analyse en conclusies die de Onderzoeksraad voor veiligheid trok in het rapport *Stalbranden (maart 2021)*.

6.2 Kwalitatieve inzichten in oorzaken en gevolgen van stalbranden

6.2.1 Aanpak

Om de effectiviteit van de in hoofdstuk 5 geselecteerde preventieve detectie- en automatische blussystemen te bepalen, zijn ze ingedeeld in clusters. De volgende clusters zijn onderscheiden:

Preventieve detectiesystemen

- Objectbeveiliging met temperatuursensoren (puntsensoren, sensorkabels, thermische detectiekabels, zowel differentiaal als maximaal)
- Ruimtebeveiliging met temperatuursensoren (puntsensoren, sensorkabels, thermische detectiekabels, zowel differentiaal als maximaal)

⁸ De Onderzoeksraad voor Veiligheid registreert 55% en het Actieprogramma Stalbranden registreert 63%

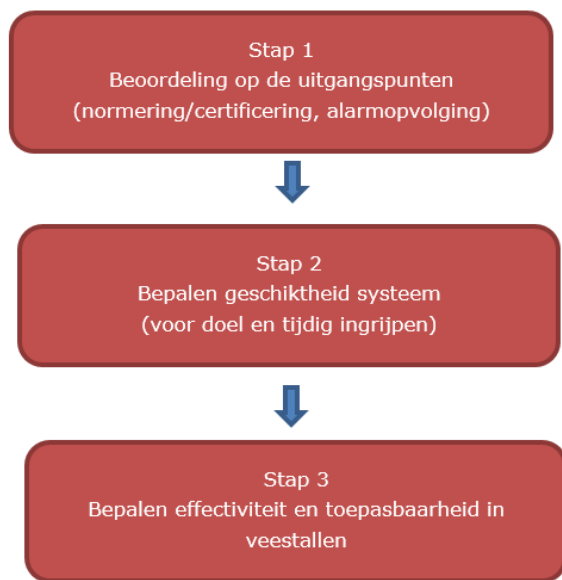
⁹ Bij verzekeringsmaatschappijen zijn ook branden geregistreerd waar de brandweer niet is geweest

- Elektrische systemen (intern thermische beveiliging elektromotoren, monitoren elektriciteitsverbruik, continue lekstroombewaking, vlamboogdetectie)
- Objectbeveiliging met aspiratiemelders
- Ruimtebeveiliging met aspiratiemelders

Automatische blussystemen

- Objectbeveiliging met een op water gebaseerd blussysteem¹⁰
- Ruimtebeveiliging met een op water gebaseerd blussysteem
- Objectbeveiliging met blusgas¹¹
- Ruimtebeveiliging met blusgas

De inschatting van de effectiviteit van een cluster van systemen is in drie stappen uitgevoerd.



Figuur 6.8 Stappenplan voor de effectiviteitsinschatting van preventieve detectie- en automatische blussystemen voor toepassing in veestallen.

Stap 1 Er zijn twee uitgangspunten geformuleerd waaraan preventieve detectiesystemen en automatische blussystemen in beginsel moeten voldoen om in de verdere beoordeling te worden meegenomen. Ten eerste moeten systemen en ook de ruimten waarin ze worden geplaatst (in dit geval veestallen) voldoen aan de eisen op het gebied van normering en certificering die op het systeem van toepassing zijn. Een tweede belangrijk uitgangspunt is dat er een adequate alarmopvolging plaatsvindt indien het systeem in werking treedt. Alarmopvolging is niet alleen het reageren op een alarmmelding, maar behelst ook voorzieningen om volledige uitval van essentiële systemen te voorkomen, of snel weer snel op te kunnen starten na uitschakeling of uitval. In stap 1 zijn de geselecteerde preventieve detectiesystemen en automatische blussystemen beoordeeld op deze uitgangspunten.

Stap 2 In deze stap is beoordeeld in welke mate het preventieve detectie- of automatische blussysteem voldoet aan het doel en of het systeem tijdig ingrijpt (we noemen dit de mate van 'geschiktheid' van het systeem). Voor preventieve detectiesystemen en automatische blussystemen zijn de volgende doelen gedefinieerd:

- doel van preventieve detectiesystemen is voorkómen dat brand ontstaat. Daarmee wordt ook dierenleed voorkomen. Het preventieve detectiesysteem moet ingrijpen in cascade 0 (zie kader), maar er ook voor zorgen dat de brand in cascade 0 blijft.
- Het doel van automatische blussystemen is het voorkomen van dierenleed bij brand en branduitbreiding tegengaan. Dit doel is mede afhankelijk van de ruimte waarin ze zijn geplaatst. Hierbij baseren we ons op het zogenaamde cascademodel (zie kader):

¹⁰ Met een op water gebaseerd blussysteem wordt zowel een sprinklerinstallatie als een watermistinstallatie bedoeld

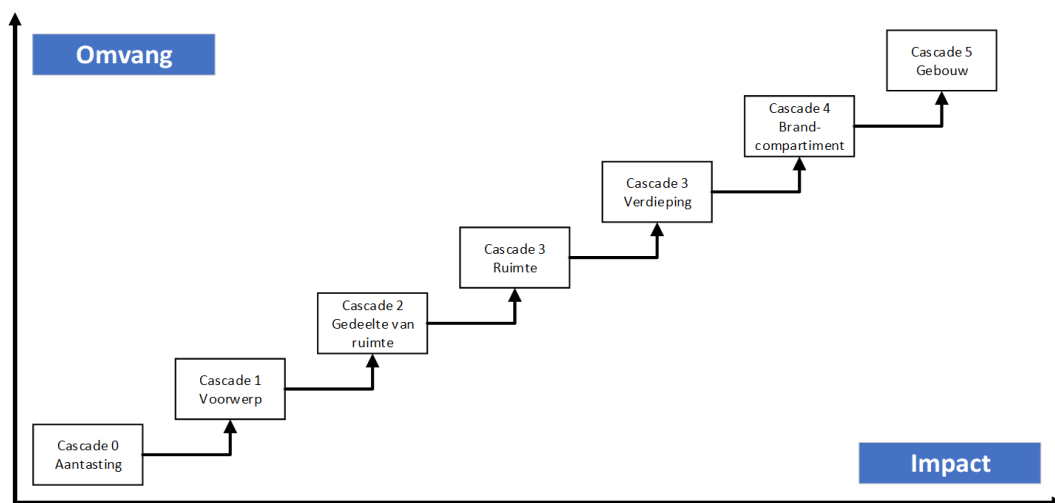
¹¹ Met blusgas worden alle typen blusgas bedoeld (bijvoorbeeld inert blusgas, CO₂)

- automatische blussystemen die geplaatst zijn in dierverblijven moeten ingrijpen in cascade 1. Dat wil zeggen dat de brand zich nog in het voorwerp bevindt en de rook zich pas gedeeltelijk heeft verspreid over het dierverblijf.
- automatische blussystemen die buiten het dierverblijf zijn geplaatst, moeten ingrijpen als de brand in cascade 2 zit. Dus als de betreffende ruimte gedeeltelijk in brand staat en de rook zich in de gehele ruimte bevindt.

In beide gevallen moet het automatische blussysteem er ook voor zorgen dat de brand en de rook in de cascade blijft waarin het zat toen het systeem in werking trad.

Cascademodel

De basis van het cascademodel zijn de cascades. Een cascade is een vooraf gedefinieerde ongewenste omvang van een brand. De cascades nemen toe in omvang als er niet wordt ingegrepen. Algemeen wordt aangenomen dat de rook tenminste al een cascade verder is dan de brand. In algemene zin worden de volgende cascades onderscheiden.



Mogelijke cascades voor een stalbrand zijn:

1. Aantasting voorwerp
2. Voorwerp in brand
3. Gedeelte van een ruimte in brand
4. Ruimte in brand
5. Verdieping in brand
6. Brandcompartiment in brand
7. Gebouw in brand (meerdere brandcompartimenten)
8. Omgeving gebouw in brand

Elke cascade is een indicatie van een bepaalde omvang en impact van een ongewenste gebeurtenis. Dit onderzoek richt zich op het voorkomen van het ontstaan van brand door preventieve detectiesystemen (cascade 0 en 1) en beheersen van een brand (cascade 1 en 2) door een automatisch blussysteem. Bij cascade 0 (aantasting) en cascade 1 gaat het over het voorwerp dat als eerste wordt aangetast of in brand raakt. Met voorwerp kunnen verschillende dingen bedoeld worden zoals losse objecten die normaal gesproken door mensen meegenomen of verplaatst kunnen worden of elektronische apparatuur. In een stal kunnen er inrichtingselementen zijn die niet in zijn geheel als één voorwerp kunnen worden beschouwd. Het inrichtingselement is samengesteld uit meerdere onderdelen. Bijvoorbeeld een elektromotor die een mestband van de volièrestelling laat draaien. De elektromotor kan beschouwd worden als voorwerp. In dit onderzoek worden de individuele onderdelen van een inrichtingselement beschouwd als "voorwerp".

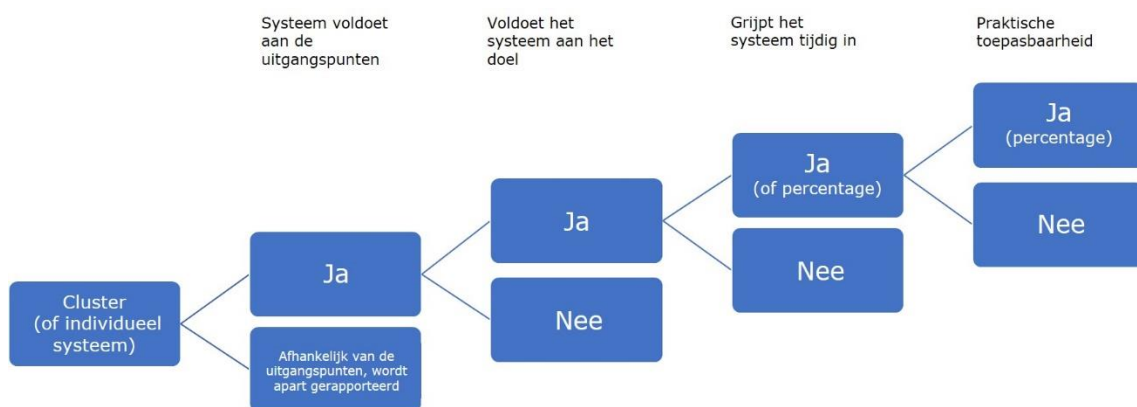
Stap 3 In deze stap wordt de effectiviteit van het systeem voor toepassing in veestallen beoordeeld. Een systeem kan immers in principe prima geschikt zijn om brandgevaarlijke afwijkingen tijdig te detecteren of beginnende branden tijdig te blussen, maar onder praktijkomstandigheden zoals die voorkomen in veestallen slechts beperkt of niet functioneren. Verschillende factoren kunnen invloed hebben op de functionaliteit in de praktijk, zoals stofvorming, corrosieve omstandigheden, aantastingen door water, ventilatiedebiet, aanwezigheid van dieren e.d.

De effectiviteit van preventieve detectiesystemen voor toepassing in veestallen wordt beoordeeld: in welke mate zijn/blijven deze systemen ook geschikt voor het doel waarvoor ze bestemd zijn bij toepassing in veestallen (technische ruimten en dierverblijven).

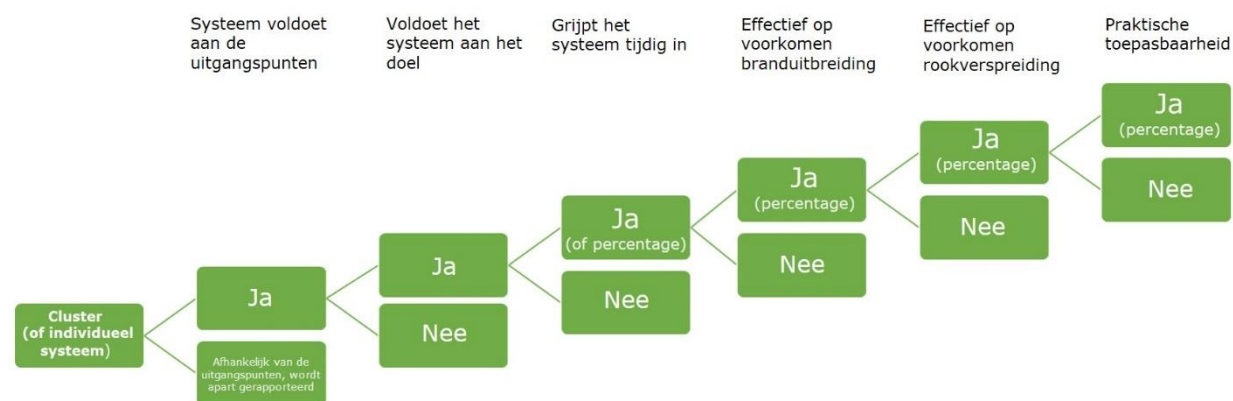
Bij automatische blussystemen gaan daar nog twee beoordelingsstappen aan vooraf: in welke mate zijn ze in staat branduitbreiding te voorkomen (het effect op branduitbreiding), en in welke mate kunnen ze rookverspreiding tegengaan (effect op rookverspreiding). Bij stap 2 zijn de automatische blussystemen beoordeeld op het moment van ingrijpen, bij stap 3 zijn ze beoordeeld op het resultaat van het ingrijpen, dus tot waar de brand en de rook zich maximaal verspreidt, en op het kunnen (blijven) functioneren in veestallen.

In de figuren 6.9 en 6.10 zijn de hiervoor beschreven stappen verwerkt in effectiviteits-gebeurtenissenbomen voor preventieve detectiesystemen en voor automatische blussystemen. Deze effectiviteits-gebeurtenissenbomen vormen de basis waarop het expert judgement heeft plaatsgevonden.

Bij stap 1 (systeem voldoet aan de uitgangspunten) diende gescoord te worden met ja of nee. Een percentuele inschatting van de effectiviteit is immers niet passend op het vaststellen van uitgangspunten. Bij stap 2 (bepalen geschiktheid systeem) diende bij 'voldoet het systeem aan het doel' eveneens met ja of nee gescoord te worden, en mocht bij 'grijpt het systeem tijdig in' ook een percentage¹² worden gegeven (bv. het systeem grijpt in 80% van de gevallen tijdig in). Bij stap 3 ('is het systeem ook effectief onder praktijkomstandigheden van veestallen') dienden de experts in percentages te scoren.



Figuur 6.9 Effectiviteits-gebeurtenissenboom preventieve detectiesystemen.



Figuur 6.10 Effectiviteits-gebeurtenissenboom automatische blusinstallaties.

¹²Het stond de experts vrij om bij het scoren van een percentage een exact getal aan te geven of een range waarbinnen de effectiviteit valt.

6.2.2 Resultaten

Een groep van zeven experts met kennis van en ervaring met onder meer stalbranden, risicobeoordelingen en fire safety engineering hebben volgens de stappen van de effectiviteits-gebeurtenissenboom de systemen beoordeeld op effectiviteit. Eerst individueel, daarna in een rondetafeldiscussie en tot slot weer individueel. De door de experts gegeven scores zijn in bijlage 2 opgenomen, alsmede uitleg over de wijze waarop scores zijn opgenomen in de tabellen. Omdat de interpretatie door experts niet altijd eenduidig was (dit bleek uit de rondetafeldiscussie en de gegeven argumentatie bij de scores), de range veelal erg groot was en er steeds maar een beperkt aantal scores in percentages gegeven zijn, is er voor gekozen om de scores niet te vermenigvuldigen tot een eindsscore voor de effectiviteit, zoals oorspronkelijk wel de bedoeling was. In plaats daarvan is voor ieder stap uit de gebeurtenissenboom een aparte, kwalitatieve argumentatie gegeven en zijn conclusies getrokken. Dit is in paragraaf 6.4 gecombineerd tot een kwalitatieve conclusie over perspectievolle (clusters van) systemen voor toepassing in veestallen.

In de navolgende paragrafen zijn de voornaamste bevindingen uit de beoordelingsstappen voor respectievelijk preventieve detectiesystemen en automatische blussystemen weergegeven.

6.2.2.1 Preventieve detectiesystemen: interpretatie beoordeling en toelichting

In tabel 6.11 wordt een interpretatie gegeven van de expert-beoordeling van preventieve detectiesystemen: gebaseerd op de scores van de experts, maar meer in het bijzonder op basis van de gegeven argumentatie bij de scoreformulieren en de discussies in het rondetafelgesprek.

Tabel 6.11 Interpretatie beoordeling preventieve detectiesystemen door onderzoeksteam o.b.v. expertbeoordelingen.

Legenda: - = voldoet niet <> zeer beperkt toepasbaar; +/- = voldoet niet volledig <> beperkt toepasbaar; + = Voldoet <> toepasbaar.

	STAP 1 KWALITEIT	STAP 2 GESCHIKTHEID				STAP 3 TOEPASBAARHEID	
	Voldoet aan uitgangspunten (kwaliteit)	Voldoet aan doel		Tijdig ingrijpen		Praktische toepasbaarheid in veestallen	
Systeem		Technische ruimte	Dierverblijf	Technische ruimte	Dierverblijf	Technische ruimte	Dierverblijf
Objectbeveiliging met temperatuursensoren	+	+	+/-	+	+	+	+/-
Ruimtebeveiliging met temperatuursensoren	+	+/-	-	+/-	-	Punts. + Kabels. +	+/- +
Elektrische systemen	+	+	+	+	+	+	+
Objectbeveiliging met aspiratiemelders	+	+	-	+	+	+	+ mits ..
Ruimtebeveiliging met aspiratiemelders	+	+	-	+	+/-	+	+ mits ..

Hierna volgt een toelichting op de verschillende onderdelen uit de tabel.

Stap 1 Beoordeling op de (kwaliteits-)uitgangspunten

In deze stap is gekeken of de geselecteerde systemen, die brandgevaarlijke afwijkingen kunnen detecteren vóórdat er brand is, voldoen aan de eisen met betrekking tot normering en certificering. En of er een adequate alarmopvolging mogelijk is.

In de rondetafeldiscussie is door experts aangegeven dat preventieve detectiesystemen weinig worden gebruikt in stallen. Wat er aan preventieve detectiesystemen voorhanden is, is wel uitgekristalliseerd, het voldoet aan de eisen ten aanzien van *normering en certificering*. Echter, die eisen zijn vaak niet passend voor stallen, in stalomstandigheden werken veel van deze systemen onvoldoende. Uitzonderingen hierop zijn volgens hen aspiratiemelders (en bepaalde thermische systemen).

De geselecteerde preventieve detectiesystemen hebben in principe de kwaliteit om te detecteren waar de systemen voor ontwikkeld zijn. Om deze kwaliteit te kunnen leveren moet er aan de randvoorwaarden worden voldaan waarbinnen de systemen toegepast kunnen worden, en aan de gestelde eisen in normering e.d. Dit betekent dat zowel in bestaande stallen als nieuw te bouwen stallen ófwel aanpassingen noodzakelijk zijn ten opzichte van de normale situatie om de systemen toe te kunnen passen, ofwel de eisen ten aanzien van normering en certificering voor deze systemen moeten worden toegespitst op de situaties in stallen. Als voorbeeld is genoemd dat er voor toepassing van preventieve detectiesystemen in stallen vaak aanvullingen nodig zijn, zoals (extra) voelers bij klimaatsystemen. Dergelijke systemen worden al toegepast, maar voldoen op dit moment niet aan de van toepassing zijnde normen, terwijl het de brandveiligheid wel bevordert.

De experts benadrukken dat de kwaliteit van een preventief detectiesysteem sterk afhankelijk is van een goede *alarmopvolging*. Als het systeem goed is, maar de alarmopvolging zwak, dan wordt het hele systeem zwak. In de verdere beoordeling van de systemen gaan we ervan uit dat er in principe bij ieder systeem een adequate alarmopvolging mogelijk is. De uitvoering ervan staat of valt met bewustwording en menselijk handelen (is niet systeemgebonden; hierna wordt daar op ingegaan).

Menselijk handelen in alarmopvolging van doorslaggevend belang Door de experts is hier binnen de rondetafeldiscussie uitgebreid op ingegaan. Zij benadrukken dat de alarmopvolging van systemen die brandgevaarlijke afwijkingen signaleren speciale aandacht behoeft: deze moet opvallen en prioriteit krijgen binnen het geheel aan attentie- of alarmmeldingen die een veehouder dagelijks van allerlei systemen krijgt (voer, klimaat, ventilatie, transportbanden, ..). De veelheid aan meldingen kan er toe leiden dat ondernemers bepaalde alarmen uitschakelen of drempelwaardes verhogen omdat ze het risico niet hoog inschatten en het systeem draaiend willen houden (bv. de drempelwaarde van de beveiliging tegen oververhitting van elektromotoren). Om alarmen over brandgevaarlijke afwijkingen te laten opvallen binnen het scala aan meldingen, zijn in de praktijk al enkele oplossingen bedacht. Zoals via het geluidsniveau aangeven welk alarm prioriteit heeft, of minder urgente alarmen alleen periodiek te geven, bijvoorbeeld 1x per week laten uitlezen.

Bewustwording bij de veehouder is een belangrijk aandachtspunt om de alarmopvolging en daarmee de effectiviteit van de brandbeveiliging op orde te hebben. De experts zijn geen voorstander van automatisch uitschakelen van systemen bij iedere melding van een brandgevaarlijke afwijking. Dat vereist namelijk maatwerk, omdat het uitschakelen van systemen zoals bv. ventilatie direct levensbedreigend kan zijn voor de dieren. Een snelle en adequate alarmopvolging op maat is essentieel. In organisatorische zin werkt een alarmopvolging alleen als die tijdig is, hetgeen betekent dat de veehouder of personeel zich in de directe omgeving van de stal moeten bevinden. Als er niet snel genoeg (binnen enkele minuten) iemand aanwezig is na een alarmering is het voorkómen of het bestrijden ervan wellicht niet meer mogelijk.

De experts zijn van mening dat systemen voor preventieve detectie van brandgevaarlijke afwijkingen voor veestallen de toekomst zijn, maar de normering en certificering moeten dan wel zijn afgestemd op de specifieke omstandigheden in stallen, en een goede alarmopvolging via adequaat menselijk handelen is daarbij een randvoorwaarde.

In tabel 6.11 zijn alle preventieve detectiesystemen positief gescoord op 'kwaliteit', het voldoen aan geldende eisen ten aanzien van normering en certificering en op het bieden van een mogelijkheid tot alarmopvolging. Bij de interpretatie van de beoordelingen binnen stap drie is vervolgens rekening gehouden met de toepasbaarheid van deze systemen in veestallen.

Stap 2 Beoordeling van de 'geschiktheid' van het systeem

In deze stap is beoordeeld in welke mate het preventieve detectiesysteem voldoet aan het doel (brand en dierenleed voorkómen) en of het systeem tijdig ingrijpen mogelijk maakt om een eventuele brand in cascade 0 (aantasting voorwerp) of in elk geval beperkt te kunnen houden.

In de rondetafeldiscussie geven de experts aan dat het *doel* van een preventief detectiesysteem, het voorkómen van brand en dierenleed, afhankelijk is van enerzijds de ruimte waarin het systeem geplaatst is en anderzijds van de configuratie van de stal. In het algemeen stellen de experts dat een

preventief detectiesysteem het doel beter haalt als het in een andere ruimte dan het dierverblijf wordt toegepast. Er kan immers al sprake zijn van rookontwikkeling voordat een detectiesysteem in werking treedt en deze rook is direct een bedreiging voor de dieren.

Tijdigheid van ingrijpen Als een preventief detectiesysteem direct ingrijpt in het elektrische systeem, is de effectiviteit volgens de experts hoger dan een preventief detectiesysteem dat rook of hitte afkomstig van het elektrische systeem detecteert. Een temperatuurmelding op object- of ruimteniveau is altijd te laat voor ingrijpen in cascade 0. Ten aanzien van thermische detectie op objectniveau wordt aangegeven dat hiermee geen brand wordt voorkomen, maar wel tijdig kan worden ingegrepen om de brand beperkt te houden. Ten aanzien van temperatuursensoren op ruimteniveau wordt met name de beperking hiervan in een grote ruimte (dierverblijf) als negatieve factor aangegeven, omdat het dan lang(er) zal duren voordat de temperatuur voldoende gestegen is om het alarm te activeren. Bij rookdetectie is het ingrijpen in dierverblijven veelal te laat vanwege de rook die al in het dierverblijf aanwezig is. Ook buiten de dierverblijven is de locatie van invloed. Bij een smeulbrand in een technische ruimte kan een aspiratiemelder tijdig detecteren, maar bij een smeulbrand in een luchtwasser zal het doorgaans te laat zijn om in te kunnen grijpen. Ruimtedetectie bij natuurlijke ventilatie kan nog lastiger zijn dan bij mechanische ventilatie door het ontbreken van een duidelijke locatie van de luchttuitlaat (is bij een deel van de vleeskalverstallen en bij biologische bedrijven het geval).

Een hogere brandwerendheid en het daadwerkelijk rookwerend zijn van brandcompartimenten en technische ruimten (bijvoorbeeld 90 minuten of hoger) en toepassing van materialen van klasse B of beter geven meer mogelijkheden om tijdig in te grijpen na detectie van brandgevaarlijke afwijkingen door een systeem.

In tabel 6.11 zijn op basis van bovenstaande toelichting bij toepassing in technische ruimten de volgende systemen positief gescoord op voldoen aan het doel (voorkómen van brand en dierenleed): objectbeveiliging via temperatuursensoren; preventieve detectie in elektrische systemen; en object- en ruimtebeveiliging met aspiratiemelders. Voor toepassing in dierverblijven scoort alleen detectie van brandgevaarlijke afwijkingen in het elektrische systeem positief op voldoen aan het doel. Ten aanzien van *tijdig ingrijpen* worden voor toepassing in technische ruimten en dierverblijven objectbeveiliging via temperatuursensoren, detectie in elektrische systemen en objectbeveiliging via aspiratiemelders positief beoordeeld.

Stap 3 Toepasbaarheid in veestallen

In deze stap wordt de effectiviteit van het systeem voor toepassing in veestallen beoordeeld. Een preventief detectiesysteem kan immers in principe prima geschikt zijn, maar onder praktijkomstandigheden zoals die voorkomen in veestallen slechts beperkt of niet functioneren. Er wordt beoordeeld in welke mate deze systemen geschikt zijn/blijven voor het doel waarvoor ze bestemd zijn bij toepassing in veestallen (technische ruimten en dierverblijven).

Uit de rondetafeldiscussie blijkt dat in het algemeen, met uitzondering van detectie in elektrische systemen, de praktische toepasbaarheid van preventieve detectiesystemen in technische ruimten en schakelkasten door de experts hoger wordt ingeschat dan in de dierverblijven van veestallen. Met name voor grote dierverblijven en dierverblijven met hokinrichtingen wordt de praktische toepasbaarheid laag ingeschat. Bij toepassing in dierverblijven werkt een systeem met aspiratiemelders het best indien het dierverblijf een onverdeelde ruimte is. Bij een stal met allerlei afdelingen is een aspiratiesysteem slecht toepasbaar.

Als nadeel voor de praktische toepasbaarheid wordt met name gewezen op onderhoud en gevoeligheid voor valse alarmen. De eisen aan normering en certificering voor bestaande preventieve detectiesystemen zijn niet toegespitst op de specifieke, vaak corrosieve en stofrijke omstandigheden van dierverblijven in veestallen. De beste toepasbaarheid hebben dan preventieve detectiesystemen die niet worden aangetast door deze uitwendige factoren, zoals systemen voor detectie van brandgevaarlijke afwijkingen in elektrische systemen (vlamboomdetectie, continue lekstroommeting etc.) en thermische sensorkabels. Wanneer een filter in de aanzuigleiding wordt geplaatst, waarmee vocht en stof zonder vertraging of verstoppingen uit de luchtstroom kunnen worden gehaald, zijn

aspiratierookmelders ook geschikt voor dierverblijven. Regelmatig onderhoud aan het systeem (o.a. terugblazen stof/vuil) is dan nodig. Een nadeel van aspiratiesystemen kan zijn dat de benodigde lengte van de aanzuigleiding in de stal groter is dan het systeem aankan (100 m).

In tabel 6.11 zijn op basis van de gegeven argumentatie en discussie alle categorieën preventieve detectiesystemen positief gescoord op toepasbaarheid (kunnen blijven functioneren) in technische ruimten van veestallen (er van uitgaande dat hier geen sprake is van sterk stoffige en/of corrosieve omstandigheden). Voor toepassing in dierverblijven scoren thermische sensorkabels en systemen voor detectie van afwijkingen in elektra positief, alsmede onder voorwaarden (zie hierboven) object- en ruimtebeveiliging met aspiratiemelders.

6.2.2.2 Automatische blusinstallaties: interpretatie beoordeling en toelichting

In tabel 6.12 wordt een interpretatie gegeven van de expertbeoordeling van automatische blussystemen: gebaseerd op de scores van de experts, maar meer in het bijzonder op basis van de gegeven argumentatie bij de scoreformulieren en de discussies in het rondetafelgesprek.

Tabel 6.12 Interpretatie beoordeling automatische blussystemen door onderzoeksteam o.b.v. expertbeoordelingen.

Legenda: - = voldoet niet <> zeer beperkt toepasbaar; +/- = voldoet niet volledig <> beperkt toepasbaar; + = Voldoet <> toepasbaar; Tech=technische ruimte, Dier=dierverblijf.

	STAP 1 KWALITEIT		STAP 2 GESCHIKTHEID				STAP 3 EFFECTIVITEIT			
	Voldoet aan uitgangspunten (kwaliteit)		Voldoet aan doel		Grijpt tijdig in		Effectief op voorkomen van branduitbreiding	Effectief op voorkomen van rook- verspreiding	Toepasbaarheid in veestallen	
Systeem	Tech	Dier	Tech	Dier	Tech	Dier			Techn	Dier
Objectbeveiliging met op water gebaseerd blussysteem	+	+	+	+	+	+	+	+/-	Spr. + Wmist +	+/- +/-
Ruimtebeveiliging met op water gebaseerd blussysteem	+	+	+	+/-	+	+/-	+	+/-	Spr. + Wmist +	+/- +
Objectbeveiliging met een op blusgas gebaseerd blussysteem	+	+	+/-	+/-	+	+/-	+	+	+	+ mits
Ruimtebeveiliging met een op blusgas gebaseerd blussysteem	+	-	+/-	-	+	-	+	+	+/-	-

Hierna volgt een toelichting op de verschillende onderdelen uit de tabel.

Stap 1 Beoordeling op de (kwaliteits-)uitgangspunten

In deze stap is gekeken of de geselecteerde automatische blussystemen voldoen aan de eisen met betrekking tot normering en certificering, en of een adequate alarmopvolging mogelijk is.

In de rondetafeldiscussie geven de experts aan dat automatische blussystemen op zich de *kwaliteit* hebben om in stallen gebruikt te worden. Een probleem is dat deze systemen in een strak regime van normering en certificering zitten, en dat (vooral oudere) stallen niet kunnen voldoen aan deze strenge eisen. Met de huidige normering mogen er bij toepassing van sprinklers bijvoorbeeld geen makkelijk brandbare materialen in de omhulling van de ruimte (wanden, plafond, dak) zitten. Ook mogen onderdelen van een toe te passen sprinklerinstallatie op basis van de normering niet zomaar door minder corrosiegevoelige materialen vervangen worden. Dit maakt gecertificeerde toepassing in stallen en dierverblijven met vaak makkelijk brandbare isolatiematerialen en corrosieve

omstandigheden niet haalbaar. In tegenstelling tot sprinkler- of blusgasinstallaties zijn er voor watermistsystemen (nog) geen generieke ontwerpnormen waarin de uitgangspunten voor verschillende scenario's zijn beschreven. De internationaal gehanteerde ontwerpnormen voor watermistinstallaties beschrijven slechts basiseisen. Daarnaast dient via realistische brandproeven e.d. de functionaliteit en betrouwbaarheid van de installatie te zijn aangetoond (approvals)¹³. Automatische blussystemen worden als kwalitatief goed gezien, omdat ze in andere gebouwen dan stallen al een brede toepassing kennen. Als ruimtebeveiliging in diervverblijven zijn automatische blusgassystemen niet gecertificeerd toepasbaar.

Evenals bij preventieve detectiesystemen het geval is, is ook de effectiviteit van een automatisch blussysteem afhankelijk van een goede *alarmopvolging*. Maar wel in mindere mate dan bij de preventieve detectiesystemen, omdat bij een automatisch blussysteem het systeem op zich al voor een actie zorgt, namelijk het onder controle houden van de brand. Bewustwording bij de veehouder is niettemin ook hier een belangrijk aandachtspunt. Want een snelle en adequate alarmopvolging is voor het overleven van de dieren essentieel. In organisatorische zin werkt ook hier een alarmopvolging alleen als die tijdig is, hetgeen betekent dat de veehouder of personeel zich in de directe omgeving (binnen enkele minuten) van de stal bevinden. In de verdere beoordeling van automatische blussystemen gaan we ervan uit dat er in principe bij ieder systeem een adequate alarmopvolging mogelijk is. De uitvoering ervan staat of valt met bewustwording en menselijk handelen (is niet systeemgebonden).

In tabel 6.12 zijn op basis van bovenstaande toelichting alle clusters met automatische blussystemen, met uitzondering van automatische blusgassystemen in diervverblijven, positief gescoord op 'kwaliteit', het voldoen aan geldende eisen ten aanzien van normering en certificering en aan het bieden van een mogelijkheid tot alarmopvolging. Bij de interpretatie van de beoordelingen binnen stap drie is vervolgens rekening gehouden met de toepasbaarheid (het functioneel kunnen zijn en blijven) van deze systemen in veestallen.

Stap 2 Beoordeling van de 'geschiktheid' van het systeem

In deze stap is beoordeeld in welke mate het automatische blussysteem voldoet aan het doel en of het systeem tijdig ingrijpen mogelijk maakt. Het doel van automatische blussystemen is het voorkomen van dierenleed bij brand en branduitbreiding tegengaan. Dit doel is mede afhankelijk van de ruimte waarin het systeem is geplaatst. Automatische blussystemen die geplaatst zijn in diervverblijven moeten ingrijpen in cascade 1. Dat wil zeggen dat de brand zich nog in het voorwerp bevindt en de rook zich pas gedeeltelijk heeft verspreid over het diervverblijf. Automatische blussystemen die buiten het diervverblijf zijn geplaatst, moeten ingrijpen als de brand in cascade 2 zit. Dus als de betreffende ruimte gedeeltelijk in brand staat en de rook zich in de gehele ruimte bevindt. In beide gevallen moet het automatische blussysteem er ook voor zorgen dat de brand en de rook in de cascade blijft waarin het zat toen het systeem in werking trad.

In de rondetafeldiscussie geven de experts aan dat voldoen aan het bij stallen gestelde *doel* van een automatisch blussysteem, het voorkomen van dierenleed bij brand, sterk afhankelijk is van waar de brand ontstaat (technische ruimte versus diervverblijf). De algemene visie is dat het systeem de brand beheerst en daardoor ingrijpen door de brandweer nog mogelijk is waardoor het gebouw behouden blijft, maar dat bij een brand in het diervverblijf een automatisch blussysteem alleen het aantal dieren dat omkomt door de brand en de rook beperkt. Het gebruik van blusgas op ruimteniveau, buiten een technische ruimte of schakelkast, wordt door de experts als niet realistisch gezien. Door de experts is ook (kort) gesproken over automatische blussystemen met blusschuim. Daarover was de unanieme mening dat stallen geen toepassingsgebied zijn, omdat het te schadelijk is voor de dieren, en het daarmee averechts werkt op het te behalen doel van een automatisch blussysteem.

De mate waarin automatische blussystemen aan het doel voldoet, hangt dus in sterke mate af van de ruimte waarin het systeem wordt toegepast: technische ruimte of diervverblijf. Dierenleed wordt er niet volledig mee voorkomen. Het systeem beperkt de brand en daardoor blijft een deel van de dieren

¹³ https://www.altavilla.nl/wp-content/uploads/2016/06/02_06_Groot_BF03_2013_150dpi.pdf

veilig voor hitte en rook, maar dat geldt niet voor de dieren in de directe omgeving van de brand (deze kunnen vaak niet van de hitte en de rook wegluchten).

Of een automatisch blussysteem in een bepaalde ruimte tijdig ingrijpt, is door de experts afhankelijk gemaakt van de plaats van de brand (met name onderscheid dierverblijf en andere (technische) ruimten), maar ook van de aanwezige brandbare stoffen (bijvoorbeeld hooi of stro of brandbare isolatiematerialen) en de hoogte van de ruimte (bij hogere ruimten minder effectief in 'tijdig ingrijpen').

In de rondetafeldiscussie is de onwenselijkheid van *hele grote brandcompartimenten*, toegestaan op basis van gelijkwaardigheid, meerdere malen benadrukt. Bij een stal boven de 2.500 m² is er weinig handelingsperspectief als er brand uitbreekt: vanwege de snelheid van detectie, de enorme luchtverplaatsingen, de grote overspanningen van oppervlakte, een brandweer die er niet naar binnen gaat etc. Als er sprake is van afdelingen in de stal zijn met sprinklers en watermistssystemen brand en dierenleed mogelijk te beperken tot die afdeling. Is het grote brandcompartiment gelijk het dierverblijf, dan lopen de meningen van de experts over de effectiviteit van op water gebaseerde blussystemen enigszins uiteen: alle dieren in het compartiment krijgen te maken met dierenleed versus een deel van de dieren kan gespaard blijven (de eerste kring dieren rondom de brandhaard gaat dood door de brand, de tweede kring dieren gaat dood door rook, de derde kring dieren blijft behouden door toepassing van sprinklers/watermistssystemen). Volgens een expert moet er in dat laatste geval dan ook RookWarmteAfvoer (RWA) worden toegepast, en dat is in verband met toegestane uitwerppunten (emissie-eisen) niet mogelijk. Meerdere brandcompartimenten binnen een stal die beperkt zijn van omvang verdient volgens de rondetafeldiscussie in elk geval de voorkeur, ook uit continuïteitsoverwegingen: zorgen dat er bij brand minimaal een levensvatbaar deel blijft staan in verband met duur verzekeraarheid vervolgschade en behoud van de milieuvergunning.

Tabel 6.12 laat zien dat objectbeveiliging met een op water gebaseerd blussysteem zowel qua doel als tijdigheid van ingrijpen positief wordt beoordeeld, zowel in technische ruimten als in dierverblijven. Daarnaast worden voor toepassing in technische ruimten ook op water gebaseerde blussystemen positief beoordeeld qua voldoen aan doel en tijdigheid van ingrijpen. In dierverblijven kan ruimtebeveiliging met op water gebaseerde blussystemen zeker een functie hebben, maar zullen ze niet kunnen voorkomen dat (een deel van de) dieren omkomt/omkomen. Blusgassystemen voldoen alleen aan doel en tijdigheid van ingrijpen in bv. luchtdicht afgesloten technische ruimten en schakelkasten. Verder is tijdig ingrijpen bij toepassing van blussystemen in technische ruimten vaker mogelijk dan wanneer deze in dierverblijven zijn geplaatst en de brand daar ontstaat.

Stap 3 Effectiviteit en toepasbaarheid in veestallen

In deze stap wordt de effectiviteit van het systeem voor toepassing in veestallen beoordeeld. Een automatisch blussysteem kan immers in principe prima geschikt zijn, maar onder praktijkomstandigheden zoals die voorkomen in veestallen slechts beperkt of niet functioneren. De toepasbaarheid in technische ruimten en dierverblijven wordt beoordeeld. Daar gaan twee beoordelingsstappen aan vooraf: in welke mate zijn de automatische blussystemen in staat branduitbreiding te voorkomen, en in welke mate kunnen ze rookverspreiding tegengaan.

De experts stellen in o.a. de rondetafeldiscussie dat de *effectiviteit op het voorkómen van branduitbreiding* van automatische blussystemen mede afhankelijk is van de plaats van ontstaan van de brand. Een automatisch op water gebaseerd blussysteem is bijvoorbeeld bij branden in of onder een transportband minder effectief, omdat het water er moeilijk bij komt. Het effect is ook afhankelijk van het doel waarvoor het systeem geplaatst is. In de huidige praktijk worden bv. sprinklers geplaatst bij een doorvoer van transportbanden tussen twee brandcompartimenten, met aan iedere zijde een sprinklerkop. Dat werkt op zich goed. Het probleem is wel een late detectie, er zijn relatief hoge temperaturen nodig om het systeem in werking te laten treden.

Automatische blussystemen beperken de branduitbreiding en *beperken* daarmee ook het risico op *rookverspreiding*. Bij op water gebaseerde blussystemen onderscheiden we sprinklers en watermistssystemen. Automatische blussystemen op basis van water koelen de rook af. Dat is positief, omdat een lagere rooktemperatuur minder snel een flash-over en daarmee een positief effect op de overleving van dieren kan geven. Anderzijds zakt afgekoelde rook (slaat neer) en komt bij de dieren

terecht. Afgekoelde rook heeft een andere samenstelling dan hete rook, het is niet duidelijk of dit ook minder schadelijk is voor de dieren. Rook zal altijd schadelijke bestanddelen bevatten, de lagere temperatuur ervan zal wel minder risico op beschadiging van longen en luchtwegen door verbranding geven.

Sprinklers en watermistssystemen zijn in principe toepasbaar in technische ruimten en diervverblijven. Qua *praktische toepasbaarheid* bestaat er in diervverblijven een groter risico op vervuiling en/of aantasting van bv. sprinklerkoppen/ watermistnozzles door stof, vuil, corrosie, etc dan in technische ruimten of andere typen gebouwen. Dit kan de effectiviteit van het systeem beïnvloeden. Groot voordeel van watermistssystemen ten opzichte van sprinklers is dat er door de verneveling van water onder hoge druk een beduidend minder grote watervoorraad nodig is (wel een factor 10 verschil). En die watervoorraad moet in principe binnen het bestaande bouwblok worden gerealiseerd, wat bij toepassing van sprinklers problematisch kan zijn.

Tweede grote voordeel van watermistssystemen ten opzichte van sprinklers is dat er meer functies aan verbonden kunnen worden dan alleen beheersing van een eventuele brand: watermistssystemen worden ook, gekoppeld aan klimaat- en ventilatiesystemen, gebruikt voor koeling van diervverblijven, en voor inweken van stallen voorafgaand aan schoonmaken en dergelijke. Het kan daarmee verschillende functies vervullen binnen de operationele werkzaamheden van een veehouderijbedrijf. Als automatische blussystemen toepasbaar zijn in combinatie met het (aanwezige) klimaatsysteem, daarop een aanvulling vormen, wordt de haalbaarheid voor toepassing in de praktijk volgens de experts flink vergroot. Als zodanig wordt het ook al toegepast op meerdere pluimvee- en varkensstallen. Het systeem staat relatief frequent aan, waardoor dichtslibben van nozzles door stof en vuil en het risico op opbouw van ziekteverwekkende kiemen in de leidingen en 'wegrotten' van onderdelen minder aan de orde is.

In stallen met meerdere leefniveaus, zoals voliêrestallen bij pluimvee, is de projectering van watermistnozzels op meerdere lagen veel beter te doen dan met sprinklerkoppen (watermist wordt door de luchtstromingen meegezogen naar de vuurhaard; waterdruppels van sprinklers zijn groter en zwaarder waardoor dit effect veel minder optreedt). Watermistssystemen kunnen in de hele stal worden aangebracht, technische ruimten en afdelingen.

Op blusgas gebaseerde systemen zijn volgens de experts alleen toepasbaar in (dichte) technische ruimten en kasten. Diervverblijven zijn niet afgesloten genoeg voor een goede werking van het systeem en blusgassen zijn schadelijk voor de dieren.

In tabel 6.12 zijn alle clusters met automatische blussystemen positief gescoord op 'effectief op voorkómen van branduitbreiding'. Alleen systemen met blusgas zijn positief gescoord op het voorkómen van rookverspreiding, maar deze zijn alleen toepasbaar in afgesloten technische ruimten en schakelkasten e.d. Op water gebaseerde blussystemen kunnen (slechts) gedeeltelijk rookverspreiding voorkomen. Sprinklers en watermistssystemen zijn goed toepasbaar in technische ruimten, voor toepassing van ruimtebeveiliging in diervverblijven scoren alleen watermistssystemen positief, met name vanwege de multifunctionaliteit waardoor het systeem beter blijft functioneren.

6.3 Inschatting overall effect van toepassing in de praktijk

Het blijkt lastig te zijn om de effectiviteit van preventieve detectiesystemen en automatische blussystemen in te kunnen schatten. Uit de kwantitatieve analyse bleek al dat er onvoldoende en onvoldoende betrouwbare data voorhanden is om een beeld te kunnen schetsen van brandoorzaken, object en ruimte van ontstaan van een brand, betrokken brandstoffen en de relatie hiervan met het aantal omgekomen dieren. Daarmee ontbreekt al een belangrijke input en validatie voor de inschatting van effectiviteit van de systemen. Omdat ook geconstateerd is dat er geen literatuur voorhanden is die kan ondersteunen bij het inschatten daarvan, is alleen een expert judgement als instrument overgebleven.

Zowel tijdens de rondetafeldiscussie als op basis van de scores van de experts bleek dat het zeer lastig is om voor nieuwe systemen, of bestaande systemen die redelijk nieuw zijn bij toepassing in stallen, een inschatting van de effectiviteit te maken. Een expert judgement vindt gewoonlijk plaats op basis van de kennis van experts van de systemen en van hun ervaringen ermee. En beide in het toepassingsgebied, in dit geval in stallen. Omdat de beschouwde preventieve detectiesystemen en automatische blussystemen nog niet of nauwelijks zijn toegepast in stallen, ontbreekt de kennis en in ieder geval de ervaring. Naast een niet altijd eenduidige interpretatie van de vraagstelling door de experts kan ook dat een reden zijn dat de spreiding van de scores door experts (zie bijlage 2) zo ver uiteenlopen. En dat maakt het moeilijker om een redelijk betrouwbare effectiviteitsscore te onderbouwen. Dit betekent dat het niet mogelijk is om voor de geselecteerde preventieve detectiesystemen gericht op brandgevaarlijke afwijkingen en de geselecteerde automatische blussystemen op dit moment in te schatten hoe effectief ze precies zijn in het voorkomen van stalbranden resp. dierlijke slachtoffers als gevolg van stalbrand. Mogelijk dat in de toekomst, als er meer ervaring is opgedaan, dit wel mogelijk is.

Toch heeft het expert judgement mede door de gegeven argumentatie bij de scores en de discussies binnen het rondetafelgesprek belangrijke richtinggevende informatie opgeleverd.

Ten aanzien van preventieve detectiesystemen

- Alle geselecteerde preventieve detectiesystemen kunnen in meer of mindere mate een bruikbare toepassing in stallen hebben.
- Detectie op ruimteniveau heeft meer effectiviteit in technische ruimten dan in de dierverblijven. Dit hangt onder andere samen met de vaak corrosieve, stoffige omgevingscondities in en het (frequent) reinigen en ontsmetten van dierverblijven.
- Preventieve detectie op brandgevaarlijke afwijkingen in elektrische systemen scoort op alle onderdelen in de effectiviteits-gebeurtenissenboom positief, en daarna scoort objectbeveiliging met temperatuursensoren en object- en ruimtebeveiliging met aspiratiemelders het meest gunstig op effectiviteit.
- De effectiviteit van een preventief detectiesysteem is sterk afhankelijk van de alarmopvolging. Die alarmopvolging behoeft bijzondere aandacht, met name de mensfactor erbij.

Ten aanzien van automatische blussystemen

- De kwaliteit van automatische blussystemen is beproefd en goed, de bestaande eisen ten aanzien van normering en certificering zijn echter niet toegespitst op veestallen. Dit betekent dat in veel bestaande en nieuw te bouwen stallen aanpassingen nodig zijn ten opzichte van de huidige standaarden voor stallen (toegepaste isolatiematerialen e.d.) om de blusinstallatie te kunnen certificeren. Daarnaast zijn niet alle blussystemen bestand tegen de corrosieve en andere omstandigheden in dierverblijven van veestallen.
- In dierverblijven is het voorkómen van dierenleed met een automatisch blussysteem slechts beperkt haalbaar als de brand in die ruimte uitbreekt: er zullen hoe dan ook dieren omkomen door de brand of rook. Het aantal dieren dat omkomt kan wel beperkt worden. Als de brand uitbreekt in een technische ruimte met een automatisch blussysteem kan dierenleed mogelijk worden voorkomen.
- Toepassing van een watermiststelsel is in dierverblijven effectiever dan toepassing van een sprinklersysteem. Groot voordeel van watermiststelsels is dat ze gecombineerd kunnen worden met operationele functies binnen het dierverblijf (inweken, koeling gekoppeld aan een klimaatsysteem e.a.). Dat bevordert het functioneel blijven van het systeem en vergroot de acceptatie en praktische haalbaarheid van de ondernemer.
- Een op water gebaseerd automatisch blussysteem koelt de rook af. Dat kan enerzijds zorgen voor minder 'schade' aan de dieren, anderzijds daalt de rook eerder en komen de dieren eerder in aanraking met de rook wat kan leiden tot dierenleed.
- Automatische blusgassystemen zijn niet geschikt voor toepassing in dierverblijven. Wel is er een effectief toepassingsgebied voor blusgas in kleine afgesloten ruimten zoals technische ruimten en schakelkasten.
- Blusschuim is geen effectieve oplossing voor een brand in een stal. De nevenschade is erg groot.

Dit leidt tot het volgende overzicht van mogelijk effectieve preventieve detectie- en automatische blussystemen voor te onderscheiden toepassingen in veestallen (Tabel 6.13).

Tabel 6.13 *Qua effectiviteit mogelijk perspectiefvolle preventieve detectie- en automatische blussystemen voor de te onderscheiden toepassingen in veestallen.*

Categorie	Blussystemen voor de toelichtende toepassingen in vasteland			
	Beveiliging in elektrisch systeem	Objectbeveiliging	Ruimtebeveiliging	
			Technische ruimte	Dierverblijf
Preventieve detectiesystemen				
Detectie op afwijkingen in elektra	Beveiliging tegen oververhitting in elektromotoren			
	Monitoring elektraverbruik			
	Continue lekstroom-bewaking			
	Vlamboogdetectie			
Detectie op temperatuur		Temperatuursensoren (punt en/of kabel; via sensorkabel indien object in dierverblijf)	T-voelers gekoppeld aan klimaatcomputer	T-voelers gekoppeld aan klimaatcomputer
Detectie op rook		Aspiratiemelders	Aspiratiemelders	Aspiratiemelders
Automatische blussystemen				
Op water gebaseerde blussing		Sprinklers	Sprinklers	Watermistsystemen
		Watermistsystemen	Watermistsystemen	(i.c.m. klimaat-systeem,..)
Op blusgas gebaseerde blussing		Blusgas	Blusgas	
		(CO ₂ , ..; in kleine afgesloten objecten zoals schakelkast)	(CO ₂ , ..; alleen indien goed afgesloten ruimte)	

7 Conclusies en aanbevelingen

In dit hoofdstuk trekt het onderzoeksteam conclusies uit de effectiviteitsinschatting van preventieve detectie- en automatische blussystemen (7.1). We sluiten het hoofdstuk af met een aantal (algemene) opmerkingen en aanbevelingen over versterken van de brandveiligheid van veestallen en het beperken van dierlijke slachtoffers (7.2).

7.1 Perspectievolle systemen voor object- en/of ruimtebeveiliging

Van de volgende clusters met preventieve detectiesystemen en automatische blussystemen is via expert judgement de effectiviteit ingeschat op het voorkomen van stalbrand resp. dierlijke slachtoffers:

Preventieve detectiesystemen

- Objectbeveiliging met temperatuursensoren (puntsensoren, sensorkabels, thermische detectiekabels, zowel differentiaal als maximaal)
- Ruimtebeveiliging met temperatuursensoren (puntsensoren, sensorkabels, thermische detectiekabels, zowel differentiaal als maximaal)
- Elektrische systemen (intern thermische beveiliging elektromotoren, monitoren elektriciteitsverbruik, continue lekstroombewaking, vlamboogdetectie)
- Objectbeveiliging met aspiratiemelders
- Ruimtebeveiliging met aspiratiemelders

Automatische blussystemen

- Objectbeveiliging met een op water gebaseerd blussysteem¹⁴
- Ruimtebeveiliging met een op water gebaseerd blussysteem
- Objectbeveiliging met blusgas¹⁵
- Ruimtebeveiliging met blusgas

Qua toepasbaarheid en effectiviteit perspectievolle systemen voor toepassing in veestallen

In tabel 7.1 (dezelfde als tabel 6.1) staan de preventieve detectie- en automatische blussystemen die, voor toepassing in veestallen qua effectiviteit op het voorkomen van stalbranden en dierlijke slachtoffers, als mogelijk perspectiefvol naar voren zijn gekomen uit de kwalitatieve inschatting op basis van expertview. Daarbij is onderscheid gemaakt naar perspectiefvol voor 'beveiliging in het elektrisch systeem', voor 'objectbeveiliging' en voor 'ruimtebeveiliging'. Bij ruimtebeveiliging is onderscheid gemaakt in technische ruimten en diervverblijven.

Deze systemen zijn perspectiefvol om te betrekken in vervolgstappen gericht op beperken van het aantal stalbranden en dierlijke slachtoffers.

¹⁴ Met een op water gebaseerd blussysteem wordt zowel een sprinklerinstallatie als een watermistinstallatie bedoeld

¹⁵ Met blusgas worden alle typen blusgas bedoeld (bijvoorbeeld inert blusgas, CO₂)

Tabel 7.1 Qua effectiviteit mogelijk perspectiefvolle preventieve detectie- en automatische blussystemen in verschillende toepassingen in veestallen.

Categorie	Blussystemen in personeelsruimtes en opslagen in voertuigen	Objectbeveiliging	Ruimtebeveiliging	
	Beveiliging in elektrisch systeem		Technische ruimte	Dierverblijf
Preventieve detectiesystemen				
Detectie op afwijkingen in elektra	Beveiliging tegen oververhitting in elektromotoren			
	Monitoring elektraverbruik			
	Continue lekstroom-bewaking			
	Vlamboogdetectie			
Detectie op temperatuur		Temperatuursensoren (punt en/of kabel; via sensorkabel indien object in dierverblijf)	T-voelers gekoppeld aan klimaatcomputer	T-voelers gekoppeld aan klimaatcomputer
Detectie op rook		Aspiratiemelders	Aspiratiemelders	Aspiratiemelders
Automatische blussystemen				
Op water gebaseerde blussing		Sprinklers	Sprinklers	Watermistsystemen
		Watermistsystemen	Watermistsystemen	(i.c.m. klimaat-systeem,..)
Op blusgas gebaseerde blussing		Blusgas	Blusgas	
		(CO ₂ , ..; in kleine afgesloten objecten zoals schakelkast)	(CO ₂ , ..; alleen indien goed afgesloten ruimte)	

Bij bovenstaand overzicht van qua effectiviteit perspectiefvolle systemen plaatsen we enkele belangrijke **kanttekeningen**:

- Het betreft bij de opsomming niet een of/of situatie, zowel binnen als tussen de preventieve detectiesystemen en automatische blussystemen, maar vooral ook een en/en situatie. En bij iedere keus is maatwerk per stal noodzakelijk. Wellicht kan hier met subsidieregelingen op worden ingespeeld.
- Wat detectie van brandgevaarlijke afwijkingen in elektra betreft: de elektrische installatie moet in de basis al in orde zijn om er preventieve detectie op te kunnen toepassen, dat is een randvoorwaarde. Het is de vraag of oudere stallen aan deze randvoorwaarde (kunnen) voldoen.
- Met preventieve detectie en blussystemen kan niet (altijd) worden voorkómen dat dieren omkomen, maar het aantal kan wel worden beperkt. Met effectieve opvolging bij preventieve detectie zal er in veel gevallen nog op tijd kunnen worden ingegrepen; met automatische blussystemen beperkt men het aantal dierlijke slachtoffers, maar wordt dierenleed niet helemaal voorkomen. Het welslagen is (ook) in belangrijke mate afhankelijk van menselijk gedrag, van een goede alarmopvolging. Dit geldt zowel voor preventieve detectie als voor automatisch blussen. De mensfactor is hierbij van doorslaggevend belang. Alarmsignalen betreffende brandgevaarlijke afwijkingen moeten opvallen en prioriteit krijgen binnen het scala aan alarm- en attentiemeldingen die een veehouder dagelijks krijgt. Bewustwording van de risico's op en gevolgen van brand is een belangrijk aandachtspunt om de alarmopvolging en de daarmee de effectiviteit van de brandbeveiliging op orde te hebben. Tijdig ingrijpen betekent dat de veehouder of personeel zich in de directe omgeving van de stal moeten bevinden, om brand te voorkómen of in een beginstadium te kunnen blussen. Dit is tegenwoordig steeds minder een vanzelfsprekendheid.
- De brandweer moet nu regelgericht toetsen op brandveiligheid bij vergunningaanvragen voor stallen; risicogericht toetsen zou veel beter zijn. Navolging van risicoadvisering gaat verder

dan Bouwregelgeving, hangt ook af van bereidheid van ondernemer, de wil om zijn stallen brandveiliger te maken, de overtuiging dat het belangrijk is (verzekeraars kunnen hier ook een belangrijke rol in spelen). Het is belangrijk dat verschillende brandveiligheidsaspecten binnen een veebedrijf, gebaseerd op een risico-inventarisatie, integraal op elkaar zijn afgestemd, met het doel om dierenleed te voorkomen. Dit betekent afstemming van zowel (bouw)planologische, bouwkundige- en installatietechnische voorzieningen als organisatorische maatregelen om de brandveiligheid te versterken. Bij andere bouwwerken spreekt men dan van een Integraal Plan Brandbeveiliging, waarvoor CCV het model beheert¹⁶. Ook in veestallen (nieuwbouw, maar ook voor bestaande stallen) kan een dergelijke aanpak, met als doel het voorkomen van stalbrand en dierlijke slachtoffers, waardevol zijn.

- Ook als een of meerdere van bovenstaande systemen wordt/worden toegepast, blijft het essentieel dat, om het brandbeveiligingssysteem effectief te laten zijn, de grootte van een brandcompartiment en het aantal daarin gehuisveste dieren beperkt blijft. Brandcompartimenten groter dan 2.500 m² die op basis van gelijkwaardigheid zijn vergund, zijn in dit opzicht ongewenst. Experts pleiten voor hogere brandwerendheid (>90 min) tussen compartimenten en voor vergroting van bouwblokken bij een gelijkblijvend maximaal te bebouwen oppervlak, zodat stallen (brandcompartimenten) verder uit elkaar kunnen worden gepositioneerd. Dat verkleint de kans op overslag en maakt brandbestrijding beter mogelijk.
- De experts benadrukken dat een meersporenbeleid noodzakelijk is om het aantal stalbranden te kunnen verminderen: een goede centrale registratie van brandoorzaken en het verloop van brand (conform registratie in geval van dodelijke slachtoffers bij brand in woonhuizen), preventieve detectie, een goede opvolging van detectie en automatische blussing, én beperken van de omvang van brandcompartimenten binnen veestallen.

7.2 Aanbevelingen

Hierna volgt een aantal aanbevelingen:

- Wat opnieuw opvalt is een volstrekt gebrek aan bruikbare gegevens over oorzaken, welk object als eerste in brand is gegaan, in welke ruimte, hoe verliep de verspreiding, waarom zijn er dieren omgekomen etc. Het verdient aanbeveling om stalbranden, met en zonder dierlijke slachtoffers, op een zelfde wijze te registreren als de registratie bij fatale woningbranden (met iedere 5 jaar een trendanalyse waar beleid uit wordt geformuleerd). Er is voldoende capaciteit nodig om de stalbranden te kunnen onderzoeken en de registratie te kunnen uitvoeren, een verplichting verdient overweging. Hier valt veel uit te leren. Evenals uit registratie van oorzaken en verloop van branden waar de brandweer niet bij is geweest, en waar geen dierlijke slachtoffers bij zijn gevallen. Daarvoor is een goede afstemming tussen brandweer en verzekeraars randvoorwaarde.
- Het verdient aanbeveling om de in deze studie geïdentificeerde perspectiefvolle preventieve detectie- en automatische blussystemen nader te onderzoeken op haalbaarheid voor implementatie in de veehouderijpraktijk. Daarbij is een integrale aanpak 'op maat' voor het bedrijf gewenst: gebaseerd op een risico-inventarisatie dienen (bouw)planologische, bouwkundige, installatietechnische en organisatorische maatregelen op elkaar te worden afgestemd (Integraal Plan Brandbeveiliging, met als doel het voorkomen van dierenleed). Op die wijze wordt duidelijk welke meerwaarde (preventieve) detectiesystemen en automatische blussystemen kunnen hebben uit oogpunt van brandveiligheid en het voorkomen van dierenleed, en welke organisatorische maatregelen (de 'mensfactor', o.a. ten aanzien van opvolging van alarm) faciliteren dat de potentiële effectiviteit ervan ook ten volle wordt benut. Pilots met stallen per diersector verdienen aanbeveling, eventueel voorafgegaan door een bredere inventarisatie van de 'Staat van de Brandveiligheid' van bestaande stallen binnen een sector, zodat gerichter keuzes voor stallen binnen de pilots kan worden gemaakt.

¹⁶ https://hetccv.nl/fileadmin/Bestanden/Bestellen/Algemeen/handboek_model-ibb_def02.pdf

- Veel branden ontstaan door werkzaamheden: de menselijke factor. Dit onderzoek heeft zich beperkt tot elektriciteitsbranden als oorzaak van stalbrand. De menselijke factor (gedrag(s)verandering) t.a.v. brandveiligheid in/van stallen, werkzaamheden, opvolging op meldingen e.a.) verdient nadrukkelijk aandacht binnen een Integraal Plan Brandveiligheid zoals hierboven bedoeld.
- De kwaliteit en betrouwbaarheid van preventieve detectie- en automatische blussystemen is geregeld in kwaliteitssystemen afgestemd op ruimten waarin personen verblijven, er worden randvoorwaarden bij gesteld die vaak niet haalbaar zijn voor veestallen. Het verdient aanbeveling om een aangepast/toegespitst kwaliteitsniveau met randvoorwaarden te maken specifiek voor toepassing in veestallen, waardoor meer garanties worden gegeven dat deze systemen ook onder veestal-omstandigheden blijven functioneren.
- Een verdere automatisering binnen dierverblijven geeft grotere risico's voor brandveiligheid. Het verdient aanbeveling om na te gaan hoe potentieel brandgevaarlijke installaties (zoals elektromotoren), ook in bestaande stallen, zo veel mogelijk buiten dierverblijven kunnen worden geplaatst, bv. bij vervanging ervan, en hoe daar brandcompartimentering op kan worden toegepast. Daarnaast is het belangrijk dat installaties die minimaal nodig zijn in dierverblijven (verlichting, ventilatie en verwarming) zo direct mogelijk op het elektriciteitsnet worden aangesloten [denk bijvoorbeeld aan de biggennestverwarming in kraamhokken]. Het risico op het ontstaan van (de brandgevaarlijke) slechte verbindingen binnen elektrische systemen als gevolg van corrosieve/agressieve omgevingsfactoren wordt hiermee beperkt.
- Het verdient aanbeveling om na te gaan welke multifunctionele toepassingen kunnen worden verbonden aan watermistssystemen als brandbeheersingssysteem, en dit actief te communiceren naar ondernemers.
- Het belang van een integrale aanpak van brandbeveiliging 'op maat' voor het bedrijf is al genoemd. Veehouderijbedrijven hebben met beleidsmaatregelen op uiteenlopende domeinen te maken (dierenwelzijn, emissiebeperking, ruimtelijke ordening e.a.). Die maatregelen richten zich op oplossingen voor het betreffende domein, maar kunnen negatieve effecten op de brandveiligheid van veestallen of andere thema's hebben. Een voorbeeld zijn de binnen welzijnsconcepten gestimuleerde wintertuinen bij pluimvee, die vaak tussen de bestaande stallen zijn gerealiseerd en daarmee de bereikbaarheid bij brand sterk verslechteren. De restricties aan de bouwblockgrootten vanuit ruimtelijke ordening hebben eveneens negatieve afwentelingen op brandveiligheid, en zo zijn er meer voorbeelden¹⁷. Om als ondernemer op bedrijfsniveau investeringen in brandveiligheid te kunnen (en willen) doen, is een integrale aanpak van de verschillende beleidsterreinen die samenkomen op het veebedrijf van groot belang, zodat naar win-wins kan worden gezocht, of ten minste tegenstrijdigheden worden vermeden.

¹⁷ Zie ook conclusies en aanbevelingen uit eerdere WLR/IFV studies en evaluaties op het gebied van brandveiligheid van stallen, o.a. <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/246894> (2012) en <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/418937> (2017)

Bijlage 1 Schematisch overzicht van mogelijke elektrische installaties en ruimten per sector

Sector vleeskalveren starters (blank of rosé)

Mogelijke elektriciteit in ruimten van stallen en indicatie mogelijk toepasbare preventieve detectie/automatische blussing																
Sector: VLEESKALVEREN STARTERS (blank en rosé)																
Dak Centraal afzuigkanaal Ruimte tussen verlaagd plafond en dak Dierverblijf 3 Dierverblijf 1 Dierverblijf 2 Ziekenboeg Centrale gang Voerkeuken Technische ruimte Aanbouw Aparte unit Mestkanaal/-put																
Ruimten	Kantoor	Kantine	Hygiënesluis	Dierverblijf 1	Dierverblijf 2	Ziekenboeg	Centrale gang	Voerkeuken	Technische ruimte	Aanbouw	Aparte unit					
Preventieve detectie Temperatuur Elektrisch Rook Automatisch blussysteem Water Blusgas																
Realtime monitoring Thermische comp. (smelten / breken) Sprinkler Plaatselijk																
				Puntensoren plaatselijk	Puntensoren ruimte (klimaat- regelaar)	Sensorabel plaatselijk	Sensorabel ruimte	Plaatselijk	Ruimte	Thermische bev.	Monitoren verbruik	Vlamboog detectie	Lokstroom bewaking	Traditionele rookmelder	Aspiratie rookmelder	
Kantoor	Bekabeling vast															
	Kabels los															
	Wandcontactdoos															
	Computers (management, voer, klimaat)			X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X
	Verlichting				X											
	Schakelaars															
	Sensoren/thermostaat															
Kantine	Bekabeling vast															
	Kabels los															
	Schakelaars															
	Sensoren/thermostaat															
	Wandcontactdoos			X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Boiler															
	Koelkast															
	Koffieapparaat															
	Magnetron															
	Verlichting															
Hygiënesluis/omkleedruimte	Bekabeling															
	Schakelaars															
	Sensoren/thermostaat															
	Wandcontactdoos			X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Verlichting															
	Ventilator															
	Boiler					X		X	X							
Dierverblijf 1	Bekabeling															
	Schakelaars															
	Sensoren															
	Wandcontactdoos															
	Verlichting															
	Ventilator															
	Ventilatie-/ frequentieregelaar			X	X	X	X	X	X		X	X	X		X	X
	Sturing luchtinlaat															
	Schakelkast			X		X		X	X							X
	Aandrijving voor mestband/kelderschui (nieuw)			X		X		X							X	
	Melkdooserventilen															
Dierverblijf 2	Idem dierverblijf 1			Idem dierverblijf 1					Idem dierverblijf 1							
Ruimte in mestkanaal/-put	Aandrijving mestafvoerband/ ketting (komt niet vaak voor)			X		X		X		X	X	X	X		X	X
Voerkeuken (vaak ook technische ruimte; alleen witvees/ opfokrose)	Schakelkast			X		X		X								X
	Bekabeling vast															
	Kabels los															
	Wandcontactdoos															
	Verlichting															
	Schakelaars															
	Sensoren/thermostaat				X		X	X	X		X	X	X		X	X
	Boiler															
	Mengvat															
	Doseerpompen			X		X		X								
	Bronpomp eigen water+ behandelingsinstallatie			X		X		X								
	Aanvoervijzels			X		X		X								
	Bijproductsilos met roerwerk / verwarming			X		X		X								
	Ventilator/ afzuigsysteem			X		X		X								

Sector vleeskalveren starters (blank of rosé) - vervolg

Dak	Zonnepanelen (PV)																		
	Zonnecollectoren (PT)																		
	Bekabeling																		
	Connectoren																		
Technische ruimte (apart)	Groepenkast/ verdeelinrichting	X		X		X										X			X
	Noodstroombaggregaat	X		X		X										X			
	CV-ketel	X		X		X										X			
	Houtkachel	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Warmtepomp	X		X		X										X			
	Compressor	X		X		X										X			
	Hogedrukreiniger	X		X		X										X			
	Omvormer PV	X		X		X										X			
Aanbouw 1 tegen stal: luchtwasser	Zuurbpompen	X		X		X										X			
	2 opties: aanbouw, maar luchtwasser wordt ook vaak geïntegreerd in de stal, soms aan het einde, maar ook wel in het midden	X		X		X										X			
	Circulatie-/suijpompen	X		X		X										X			
	Sensoren	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Ventilatoren	X		X		X										X			
	Schakelkast	X		X		X													X
	Bekabeling																		
Aanbouw 2 tegen stal: hout-CV-kachel	Pompen (warm water)	X		X		X										X			
	Of in aparte unit samen met werktuigenberging	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	CV-pomp	X		X		X										X			
	Vijzels voor snippers	X		X		X										X			
	Schakelkast	X		X		X													X
Aanbouw 3 tegen stal: mestbewerking	Mestbewerker			X															
	relevant bij vleeskalveren? NEE	X		X		X													X
Aanbouw 4 tegen stal: noodstroombaggregaat	Bekabeling/kabels		X	X	X		X		X	X	X	X	X	X	X		X	X	
	buitenmuur op positie van verdeelkast binnen	X				X													X
	Schakelkast																		
	Noodstroombaggregaat																		
Aparte unit: werktuigenberging/houtkachel	Pompen (warm water)	X		X		X										X			
	CV-pomp	X		X		X										X			
	Vijzels voor snippers	X		X		X										X			
	Diverse werktuigen															X			
	Wandcontactdoos		X		X		X		X	X	X	X	X	X	X		X	X	
	Bekabeling vast																		
	Kabels los																		
	Schakelaars																		
	Verlichting																		
	Schakelkast	X		X		X													X

Sector vleeskalveren rosé (afmest)

Mogelijke elektriciteit in ruimten van stallen en indicatie mogelijk toepasbare preventieve detectie/automatische blussing																							
Sector: VLEESKALVEREN ROSE (afmest)																							
				Dak																			
				Centraal afzuigkanaal																			
				Ruimte tussen verlaagd plafond en dak																			
				Dierverblijf 3																			
Ruimten	Kantoor	Kantine	Hygiënesluis	Dierverblijf 1	Dierverblijf 2	Ziekenboeg	Centrale gang	Voerkeuken	Technische ruimte	Aanbouw	Aparte unit												
				Mestkanaal/-put																			
				Preventieve detectie										Automatisch blussysteem									
				Temperatuur						Elektrisch				Rook		Water		Blusgas					
				Realtime monitoring				Thermische comp. (smelten/ breken)								Sprinkler		Plaatselijk					
				Puntsensoren plaatselijk	Puntsensoren ruimte (klimaat-regelaar)	Sensorkabel plaatselijk	Sensorkabel ruimte	Plaatselijk	Ruimte	Thermische bev.	Monitoren gebruik	Vlamboog detectie	Lekstroom bewaking	Traditionele rookmelder	Aspiratie rookmelder	Sprinkler plaatselijk	Sprinkler ruimte	Watermist (ruimte)	Alle typen				
Kantoor	Bekabeling vast									[ZIE BIJ TABBLAD VLEESKALVEREN STARTERS]													
	Kabels los																						
	Wandcontactdoos																						
	Computers (management, voer, klimaat)																						
	Verlichting																						
	Schakelaars																						
	Sensoren/thermostaat																						
Kantine	Bekabeling vast									[ZIE BIJ TABBLAD VLEESKALVEREN STARTERS]													
	Kabels los																						
	Schakelaars																						
	Sensoren/thermostaat																						
	Wandcontactdoos																						
	boiler																						
	Koelkast																						
	Koffieapparaat																						
	Magnetron																						
	Verlichting																						
Hygiënesluis/omkleedruimte	Bekabeling									[ZIE BIJ TABBLAD VLEESKALVEREN STARTERS]													
	Schakelaars																						
	Sensoren/thermostaat																						
	Wandcontactdoos																						
	Verlichting																						
	Ventilator																						
	Boiler																						
Dierverblijf 1	Groepenkast/ verdeelinrichting		X			X		X											X				
	Bekabeling																						
	Schakelaars																						
	Sensoren																						
	Wandcontactdoos																						
	Verlichting																						
	Ventilator		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X		X	X					
	Ventilatie-/ frequentieregelaar		X		X			X															
	sturing luchtinlaat		X		X			X															
	Schakelkast																						
	aandrijving voor mestband/kelderschui (nieuw)		X		X			X		X													
	vorstbeveiliging drinkwater																						
	melkdoseerventielen																						
Dierverblijf 2	idem dierverblijf 1				Idem dierverblijf 1												Idem dierverblijf 1						
Ruimte in mestkanaal/-put	Aandrijving mestaf-voerband/ ketting (komt niet vaak voor)									[ZIE BIJ TABBLAD VLEESKALVEREN STARTERS]													

Dak	Zonnepanelen (PV) Bekabeling Conductoren	[ZIE BIJ TABBLAD VLEESKALVEREN STARTERS]
Technische ruimte (apart)	Groepenkast/ verdeelinrichting Noodstroomaggregaat Hogedrukreiniger Omvormer PV Rondpompsysteem water	[ZIE BIJ TABBLAD VLEESKALVEREN STARTERS]
Aanbouw 1 tegen stal: luchtwas	Zuorpompen 2 opties: aanbouw, maar luchtwasser wordt ook vaak geïntegreerd in de stal, soms aan het einde, maar ook wel in het midden	[ZIE BIJ TABBLAD VLEESKALVEREN STARTERS]
Aanbouw 2 tegen stal: noodstroomaggregaat	Bekabeling/kabels buitenmuur op positie van verdeelkast Schakelkast	[ZIE BIJ TABBLAD VLEESKALVEREN STARTERS]
Aparte unit: werktuigenberging	Pompen (warm water) CV-pomp Vijzels voor snippers Diverse werktuigen Wandcontactdoos Bekabeling vast Kabels los Schakelaars Verlichting Schakelkast	[ZIE BIJ TABBLAD VLEESKALVEREN STARTERS]

Sector vleeskuikens

Mogelijke elektriciteit in ruimten van stallen en indicatie mogelijk toepasbare preventieve detectie/automatische blussing																								
Sector: VLEESKUIKENS																								
Dak Centraal afzuigkanaal Ruimte tussen verlaagd plafond en dak Dierverblijf 3 Dierverblijf 1 Dierverblijf 2 Ziekenboeg Centrale gang Voerkeuken Technische ruimte Aanbouw Aparte unit Mestkanaal/-put																								
Ruimten	Kantoor	Kantine	Hygiënesluis	Dierverblijf 1	Dierverblijf 2	Ziekenboeg	Centrale gang	Voerkeuken	Technische ruimte	Aanbouw	Aparte unit													
						Preventieve detectie						Automatisch blussysteem												
						Temperatuur						Elektrisch				Rook		Water		Blusgas				
						Realtime monitoring				Thermische comp. (smelten/ breken)								Sprinkler		Plaatselijk				
						Puntsensoren plaatselijk	Puntsensoren ruimte (klimaat-regelaar)	Sensorkabel plaatselijk	Sensorkabel ruimte	Plaatselijk	Ruimte	Thermische bev.	Monitoren verbruik	Vlamboog detectie	Lekstroom bewaking	Traditionele rookmelder	Aspiratie rookmelder	Sprinkler plaatselijk	Sprinkler ruimte	Watermist (ruimte)	Alle typen			
Kantoor	Bekabeling vast										[ZIE BIJ TABBLAD VLEESKALVEREN STARTERS]													
	Kabels los																							
	Wandcontactdoos																							
	Computers (management, voer, klimaat)																							
	Verlichting																							
	Schakelaars																							
	Sensoren/thermostaat																							
Kantine	Bekabeling vast										[ZIE BIJ TABBLAD VLEESKALVEREN STARTERS]													
	Kabels los																							
	Schakelaars																							
	Sensoren/thermostaat																							
	Wandcontactdoos																							
	close-in boiler																							
	Koelkast																							
	Koffieapparaat																							
	Magnetron																							
	Verlichting																							
Hygiënesluis	Bekabeling										[ZIE BIJ TABBLAD VLEESKALVEREN STARTERS]													
	Schakelaars																							
	Sensoren/thermostaat																							
	Wandcontactdoos																							
	Verlichting																							
	Ventilator																							
	Boiler/geiser																							
Dierverblijf 1	Schakelkast			X		X		X												X				
	Bekabeling																							
	Schakelaars																							
	Sensoren																							
	Wandcontactdoos																							
	Verlichting																							
	Motoren voersysteem		X		X		X	X		X		X					X							
	Motoren uitloopeningen		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X					
	Ventilator		X		X		X	X		X		X					X							
	Ventilator		X		X		X	X		X		X					X							
	Ventilatie-/ frequentieregelaar		X		X		X	X		X		X					X							
	sturing luchtinlaat		X		X		X	X		X		X					X							
	Ventilator verwarming		X		X		X	X		X		X					X							
	Verwarming met (recirculatie)ventilatoren		X		X		X	X		X		X					X							
Dierverblijf 2	idem dierverblijf 1																							
Voerkeuken	Schakelkast										[ZIE BIJ TABBLAD VLEESKALVEREN STARTERS]													
	Bekabeling vast																							
	Kabels los																							
	Wandcontactdoos																							
	Verlichting																							
	Schakelaars																							
	Sensoren																							
	Bronpomp eigen water+ behandelingsinstallatie																							
	Aanvoervijzels																							

Sector leghennen

Mogelijke elektriciteit in ruimten van stallen en indicatie mogelijk toepasbare preventieve detectie/automatische blussing

Sector: LEGHENNEN

		Dak																			
		Centraal afzuigkanaal																			
		Ruimte tussen verlaagd plafond en dak																			
Ruimten		Dierverblijf 3		Dierverblijf 1		Dierverblijf 2		Ziekenboeg	Centrale gang	Voerkeuken	Technische ruimte	Aanbouw	Aparte unit								
		Mestkanaal/-put																			
		Preventieve detectie										Automatisch blussysteem									
		Temperatuur										Elektrisch		Rook		Water		Blusgas			
		Realtime monitoring				Thermische comp. (smelten/ breken)								Sprinkler		Plotselijk					
		Puntensensoren plaatselijk	Puntensensoren ruimte (klimaat-regelaar)	Sensorkabel plaatselijk	Sensorkabel ruimte	Plaatselijk	Ruimte	Thermische bez.	Monitors en gebruik	Vlamhoogdetectie	Lekstroom bewaking	Traditionele rookmelder	Aspiratie rookmelder	Sprinkler plaatselijk	Sprinkler ruimte	Water met (ruimte)	Alle typen				
Kantoor	Bekabeling vast Kabels los Wandcontactdoos Computers (management, voer, klimaat) Verlichting Schakelaars Sensoren/thermostaat							[ZIE BIJ TABBLAD VLEESKALVEREN STARTERS]													
Kantine	Bekabeling vast Kabels los Schakelaars Sensoren/thermostaat Wandcontactdoos close-in boiler Koelkast Koffieapparaat Magnetron Verlichting							[ZIE BIJ TABBLAD VLEESKALVEREN STARTERS]													
Hygiënesluis	Bekabeling Schakelaars Sensoren/thermostaat Wandcontactdoos Verlichting Ventilator Boiler/geiser							[ZIE BIJ TABBLAD VLEESKALVEREN STARTERS]													
Dierverblijf 1	Schakelkast Bekabeling Schakelaars Sensoren Wandcontactdoos Verlichting Mestband motoren (alleen voliere stallen) Motoren voersysteem Motoren legnest Motoren strooiselschuif Motoren uitlooppopeningen Ventilator Ventilator Ventilatie-/ frequentieregelaar sturing luchtinlaat	X		X			X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X			
Dierverblijf 2	idem dierverblijf 1																				
Ruimte in mestkanaal/-put	Aandrijving mestaf-voer band							[ZIE BIJ TABBLAD VLEESKALVEREN STARTERS]													
Voerkeuken	Bekabeling vast Kabels los Wandcontactdoos Verlichting Schakelaars Sensoren Doseerpompen Bronpomp eigen water+ behandelingsinstallatie Aanvoer v ijzels Bijproductvlo's met roerwerk / verwarming Ventilator/afzuigstelsysteem							[ZIE BIJ TABBLAD VLEESKALVEREN STARTERS]													
Eier inpakruimte	Schakelkast Bekabeling vast Kabels los Wandcontactdoos Verlichting Schakelaars Sensoren Motoren eierband Eierinpakmachine Palletizer Koeling	X		X			X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X			

[illegible]

Sector varkens

Mogelijke elektrificatie in ruimten van stallen en indicatie mogelijk toepasbare preventieve detectie/automatische blussing

Sector: VARKENS

Ruimten		Dak										Kantoor		Kantine	Hygiënisch	Dierverblijf 1	Dierverblijf 2	Zienberg	Centrale gang	Voerkanten	Technische ruimte	Aanbouw	Aparte unit					
		Centraal afzuigkanaal																										
		Ruimte tussen verlaagd plafond en dak																										
		Dierverblijf 3																										
		Mestkanaal/-put																										
Preventieve detectie										Automatisch blussysteem																		
Temperatuur										Water								Blusgas										
Realtime monitoring										Sprinkler								Piratische										
Thermische comp. (smelterij/braken)										Thermische bev.								Thermische bev.										
Elektrisch										Monitor en verbruik								Monitor en verbruik										
Roek										Vlamloos detectie								Vlamloos detectie										
Traditionele rookmelder										Aspiratie rookmelder								Aspiratie rookmelder										
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)								Sensoren (plakselijk)										
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)								Sensoren (ruimte)										
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)								Sensoren (plakselijk)										
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)								Sensoren (ruimte)										
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)								Sensoren (plakselijk)										
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)								Sensoren (ruimte)										
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)								Sensoren (plakselijk)										
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)								Sensoren (ruimte)										
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)								Sensoren (plakselijk)										
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)								Sensoren (ruimte)										
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)								Sensoren (plakselijk)										
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)								Sensoren (ruimte)										
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)								Sensoren (plakselijk)										
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)								Sensoren (ruimte)										
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)								Sensoren (plakselijk)										
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)								Sensoren (ruimte)										
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)								Sensoren (plakselijk)										
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)								Sensoren (ruimte)										
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)								Sensoren (plakselijk)										
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)								Sensoren (ruimte)										
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)								Sensoren (plakselijk)										
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)								Sensoren (ruimte)										
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)								Sensoren (plakselijk)										
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)								Sensoren (ruimte)										
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)								Sensoren (plakselijk)										
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)								Sensoren (ruimte)										
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)								Sensoren (plakselijk)										
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)								Sensoren (ruimte)										
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)								Sensoren (plakselijk)										
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)								Sensoren (ruimte)										
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)								Sensoren (plakselijk)										
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)								Sensoren (ruimte)										
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)								Sensoren (plakselijk)										
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)								Sensoren (ruimte)										
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)								Sensoren (plakselijk)										
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)								Sensoren (ruimte)										
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)								Sensoren (plakselijk)										
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)								Sensoren (ruimte)										
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)								Sensoren (plakselijk)										
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)								Sensoren (ruimte)										
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)								Sensoren (plakselijk)										
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)								Sensoren (ruimte)										
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					Sensoren (plakselijk)													
Sensoren (ruimte)										Sensoren (ruimte)					Sensoren (ruimte)													
Sensoren (plakselijk)										Sensoren (plakselijk)					S													

Dak	Zonnepanelen (PV) Bekabeling Connectoren	(ZIE BIJ TABELLAAD VLEESKALMEREN STARTERS)
Technische ruimte (aparte)	Groepskast/verdieftrekking Noodstroomaggregaat CV-ketel Houtkachel Warmtepomp Compressor Hogedrukslangen Omvormer PV	(ZIE BIJ TABELLAAD VLEESKALMEREN STARTERS)
Aanbouw 1 tegen stal lichtwaaier <i>zie kalveren, kan ook gemeenschappelijk zijn voor bouw</i>	Zuigpompen Circuler-/spuitpompen Sensoren Ventilatoren Schakelkast Bekabeling	(ZIE BIJ TABELLAAD VLEESKALMEREN STARTERS)
Aanbouw 2 tegen stal hout-CV's achal <i>Of in aparte unit samen met werk tuigenberging</i>	Pompen (warm water) CV-pomp Wijfels voor snippers Schakelkast	(ZIE BIJ TABELLAAD VLEESKALMEREN STARTERS)
Aanbouw 3 tegen stal mestbewerking	Mestbe werker	(ZIE BIJ TABELLAAD VLEESKALMEREN STARTERS)
Aanbouw 4 tegen stal noodstroomaggregaat <i>buitenruimte op positie van verdiept kast binnen</i>	Bekabeling/kabels Schakelkast Noodstroomaggregaat	(ZIE BIJ TABELLAAD VLEESKALMEREN STARTERS)
Aparte unit: werk tuigenberging/houtkachal	Pompen (warm water) CV-pomp Wijfels voor snippers Diverse werktuigen Wandcontact doos Bekabeling vast Kabels los Schakelaars Verlichting Schakelkast	(ZIE BIJ TABELLAAD VLEESKALMEREN STARTERS)

Bijlage 2 Scores experts

Voor uitleg van de toegepaste methodiek voor het scoren: zie hoofdstuk 6 paragraaf 6.2.1.

Toelichting bij de tabellen

Bij enkele vragen is door de experts met percentage geantwoord terwijl er een ja of nee ingevuld had moeten worden en andersom. In de scoringstabellen zijn dan zowel de percentages(ranges) als de ja/nee score opgenomen. Sommige systemen en/of onderwerpen zijn door een of meer experts niet voorzien van een score omdat de expert zich op dat onderdeel niet deskundig genoeg achtte. In de scoringstabellen is aangegeven op hoeveel scores een waardering is gebaseerd. Bij de percentages is alleen de range waarbinnen percentages gegeven zijn weergegeven.

Aan de stappen uit de effectiviteits-gebeurtenissenboom zijn middels een expert judgement scores toegekend. In deze bijlage worden voor de preventieve detectiesystemen en de automatische blussystemen per stap uit de effectiviteits-gebeurtenissenboom de scores weergegeven. Tijdens de expert-sessie zijn er opmerkingen gemaakt over de verschillende systemen en daarnaast hadden de experts ook de mogelijkheid om een opmerkingen te plaatsen bij elke ingevulde score. Naast de score voor elke stap uit de effectiviteits-gebeurtenissenboom worden ook de opmerkingen weergegeven. Als er door de expert(s) een range (%) als score is gegeven dan wordt de totale range van de scores weergegeven, het gemiddelde en het aantal scores.

Preventieve detectiesystemen

Per stap uit de effectiviteits-gebeurtenissenboom worden voor de vijf categorieën preventieve detectiesystemen de input van de experts weergegeven.

Kwaliteit van het systeem

Door de experts is de **kwaliteit** van de preventieve detectiesystemen als volgt beoordeeld:

Systeem	Range van de scores	Ja of nee waardering
Objectbeveiliging met temperatuursensoren	30% - 90% (50%; n=2)	2x met ja
Ruimtebeveiliging met temperatuursensoren	30% - 90% (50%; n=3)	1x met ja
Elektrische systemen	30% - 80% (65%; n=3)	1x met ja
Objectbeveiliging met aspiratiemelders	90% - 90% (90%; n=3)	2x met ja
Ruimtebeveiliging met aspiratiemelders	20% - 75% (48%; n=2)	1x met nee; 1x met ja

Samenvatting scores effectiviteits-gebeurtenissenboom

De scores blijken onder meer afhankelijk van de (mogelijke) instellingen (de gevoeligheid van detectie) die weer afhankelijk is van de vervuiling in de stal. In algemene zin kan geconcludeerd worden dat er bij de experts over sommige elektrische detectiesystemen nog te veel onbekendheid is om de kwaliteit goed in te schatten en dat temperatuurdetectie op ruimteniveau minder scoort dan rookdetectie en temperatuurdetectie op objectniveau. Uit de door de experts toegevoegde opmerkingen blijkt dat bij de beoordeling van de kwaliteit van het systeem ook de toepasbaarheid meegenomen is in de waardering. Dit heeft ertoe geleid dat er enkele malen een % is weergegeven in plaats van een ja/nee score. De systemen zijn in principe kwalitatief voldoende voor toepassing in een stal, de randvoorwaarden voor toepassing binnen stallen zijn echter zodanig dat instelling ervan in stallen een grote uitdaging kan zijn).

In algemene zin kan geconcludeerd worden dat er bij de experts over sommige elektrische detectiesystemen nog te veel onbekendheid is om de kwaliteit goed in te schatten en dat temperatuurdetectie op ruimteniveau minder scoort dan rookdetectie en temperatuurdetectie op objectniveau.

Doel van het systeem

De experts geven aan dat het bereiken van het doel, het voorkomen van brand, met een preventief detectiesysteem, afhankelijk is van enerzijds de ruimte en anderzijds van de configuratie van de stal. In het algemeen stellen de experts dat een preventief detectiesysteem het doel beter haalt als het in een andere ruimte dan het dierverblijf wordt toegepast. Er kan immers al sprake zijn van rookontwikkeling voordat een detectiesysteem in werking treedt en deze rook is direct een bedreiging voor dieren.

Door de experts is het voldoen aan het **doel** van de preventieve detectiesystemen als volgt beoordeeld:

Systeem	Range van de scores	Ja of nee waardering
Objectbeveiliging met temperatuursensoren	50% - 50% (50%; n=1)	5x met ja
Ruimtebeveiliging met temperatuursensoren	-	2x met nee; 3x met ja
Elektrische systemen	50% - 70% (57%; n=1)	5x met ja
Objectbeveiliging met aspiratiemelders	20% - 20% (20%; n=1)	3x met ja
Ruimtebeveiliging met aspiratiemelders	10% - 10% (10%; n=1)	3x met ja

Detectie op ruimteniveau zal volgens de experts te laat plaatsvinden in relatie tot het doel. Bij detectie op objectniveau wordt aangegeven dat hiermee geen brand wordt voorkomen, maar men mogelijk wel tijdig kan ingrijpen om de brand beperkt te houden. Bij temperatuursensoren op ruimteniveau wordt met name de beperking hiervan in een grote ruimte (dierverblijf) als negatieve factor aangegeven, omdat het in een grote ruimte langer zal duren voordat de temperatuur voldoende gestegen is om de temperatuursensor te activeren.

Door de experts is geconcludeerd dat een snelle en adequate alarmopvolging essentieel is voor het effectief (kunnen) zijn van een preventief detectiesysteem, maar dat het tevens de zwakste schakel kan zijn. Als er geen alarm opvolging plaatsvindt na rook of temperatuurdetectie dan kan dit alsnog leiden tot dieren die komen te overlijden.

Ingrijpen van het systeem

Als een preventief detectiesysteem direct ingrijpt in het elektrische systeem, is de effectiviteit hoger dan een preventief detectiesysteem dat rook of hitte afkomstig van het elektrische systeem detecteert. Een temperatuurmelding op object- of ruimteniveau is altijd te laat met ingrijpen. Bij rookdetectie is het ingrijpen in dierenverblijven veelal te laat vanwege de rook die al in het dierverblijf aanwezig is. Ook buiten de dierenverblijven is de locatie van invloed. Bij een smeulbrand in een technische ruimte kan nog tijdig worden ingegrepen na detectie, maar bij een smeulbrand in een luchtwasser zal het in veel gevallen al te laat zijn om nog tijdig in te kunnen grijpen. Een hogere brandwerendheid en het daadwerkelijk rookwerend zijn van brandcompartimenten en technische ruimte (bijvoorbeeld 90 minuten of hoger) en toepassing van materialen van klasse B of beter ondersteunen de effectiviteit van het moment van ingrijpen van het systeem.

Door de experts is het **tijdig ingrijpen** van de preventieve detectiesystemen als volgt beoordeeld:

Systeem	Range van de scores	Ja of nee waardering
Objectbeveiliging met temperatuursensoren	50% - 80% (60%; n=2)	1x met nee; 2x met ja
Ruimtebeveiliging met temperatuursensoren	70% - 90% (80%; n=1)	2x met nee; 1x met ja
Elektrische systemen	10% - 75% (46%; n=2)	3x met ja
Objectbeveiliging met aspiratiemelders	-	1x met nee; 2x met ja
Ruimtebeveiliging met aspiratiemelders	-	2x met nee; 2x met ja

Door de experts is geconcludeerd dat een snelle en adequate alarmopvolging door bijvoorbeeld een medewerker van het bedrijf essentieel is om tijdig in te kunnen grijpen, maar dat de alarmopvolging ook de zwakste schakel kan zijn. De alarmopvolging van preventieve detectiesystemen behoeft daarom bijzondere aandacht. Bewustwording bij de veehouder is een belangrijk aandachtspunt om de alarmopvolging en dus de effectiviteit op orde te hebben. De veehouders krijgen dagelijks al veel

alarmmeldingen van al hun systemen, waardoor het voor hen lastig is de prioriteit te bepalen en men daardoor ook de neiging krijgt om de alarmen uit te schakelen of de drempelwaardes te verhogen. Er zijn hiervoor in de praktijk al enkele oplossingen bedacht, zoals het met verschil in geluidsniveau aangeven welk alarm prioriteit een melding heeft, of minder urgente alarmen alleen periodiek door te geven zodat ze bijvoorbeeld 1x per week uitgelezen kunnen worden.

Praktische toepasbaarheid

De experts zijn van mening dat de preventieve detectiesystemen de toekomst zijn, maar dat deze dan wel voor gebruik in stallen moeten zijn ontwikkeld, zodat ze niet gevoelig zijn voor stof of vuil en aantasting (door corrosie). Als systemen gebruikt kunnen worden in combinatie met het (aanwezige) klimaatstelsel wordt de toepasbaarheid volgens de experts vergroot.

Door de experts is de **praktische toepasbaarheid** van de preventieve detectiesystemen als volgt beoordeeld:

Systeem	Range van de scores	Ja of nee waardering
Objectbeveiliging met temperatuursensoren	20% - 80% (44%; n=3)	1x met ja
Ruimtebeveiliging met temperatuursensoren	30% - 80% (62%; n=3)	1x met nee; 1x met ja
Elektrische systemen	10% - 50% (35%; n=3)	2x met ja
Objectbeveiliging met aspiratiemelders	10% - 80% (48%; n=3)	2x met ja
Ruimtebeveiliging met aspiratiemelders	30% - 80% (72%; n=3)	1x met ja

In algemene zin wordt de praktische toepasbaarheid van preventieve detectiesystemen in technische ruimten en schakelkasten hoger ingeschat dan in de diervverblijven. Met name bij grote diervverblijven en diervverblijven met hokinrichtingen wordt de praktische toepasbaarheid laag ingeschat. Als nadeel voor de praktische toepasbaarheid wordt met name gewezen op onderhoud en gevoeligheid voor valse alarmen. De toepasbaarheid van de systemen worden als beter beoordeeld bij toepassing in andere ruimten dan het diervverblijf (vooral bij technische ruimten). Bij toepassing in het diervverblijf werkt een systeem met aspiratiemelders het best indien het diervverblijf een onverdeelde ruimte is. Bij een stal met allerlei afdelingen is een aspiratiesysteem slecht toepasbaar.

In technische zin waarschuwen de experts om niet bij iedere melding het betreffende systeem direct automatisch uit te schakelen. Dat vereist maatwerk omdat het uitschakelen van sommige systemen direct levensbedreigend kan zijn voor de dieren. Ook hier is dus een snelle en adequate alarmopvolging essentieel.

De experts zijn van mening dat de toepasbaarheid van een preventief detectiesysteem ook afhankelijk is van een goede alarmopvolging. In organisatorische zin werkt een alarmopvolging alleen als die tijdig is, hetgeen betekent dat de veehouder of personeel zich in de directe omgeving van de stal bevinden. Als er niet snel genoeg iemand aanwezig is na een alarmering kan hij of zij de stal waarschijnlijk niet meer betreden en is een bluspoging dus ook niet meer mogelijk.

Automatische blusinstallaties

Per stap uit de effectiviteits-gebeurtenissenboom worden voor de vier categorieën automatische blusinstallaties de input van de experts weergegeven.

Kwaliteit van het systeem

Automatische blussystemen hebben de kwaliteit om in stallen gebruikt te worden. Het probleem is echter dat automatische blussystemen in een strak regime van normering en certificering zit om deze kwaliteit te borgen.

Door de experts is de **kwaliteit** van de automatische blussystemen als volgt beoordeeld:

Systeem	Range van de scores	Ja of nee waardering
Objectbeveiliging met op water gebaseerd blussysteem	75% - 100% (94%; n=3)	3x met ja
Ruimtebeveiliging met op water gebaseerd blussysteem	70% - 100% (87%; n=3)	2x met ja
Objectbeveiliging met een op blusgas gebaseerd blussysteem	75% - 100% (96%; n=2)	2x met nee; 2x met ja
Ruimtebeveiliging met een op blusgas gebaseerd blussysteem	75 % - 100% (tech. ruimte) (96%; n=2) 0% - 100% (diervverblijf) (46%; n=2)	1x met nee; 2x met ja

De systemen worden als kwalitatief goed gezien, omdat ze in andere gebouwen dan stallen al een brede toepassing kennen. Alleen de kwaliteit van toepassing van blusgas in de diervverblijven zelf scoort beduidend lager.

Doel van het systeem.

De experts geven aan dat het bij stallen gestelde doel van een automatisch blussysteem, het voorkomen van dierenleed bij brand, sterk afhankelijk is van de locatie waar de brand ontstaat (technische ruimte versus diervverblijf). De algemene visie is dat het systeem de brand beheerst, waardoor ingrijpen door de brandweer nog mogelijk is en het gebouw behouden blijft. Dit is een ander doel dan het voorkomen van dierenleed. Bij een brand in het diervverblijf kan een automatisch blussysteem niet in alle gevallen dierenleed door de brand- en rookontwikkeling voorkomen, maar zal wel het aantal getroffen dieren beperken.

Door de experts is het voldoen aan **doel** van het automatische blussysteem als volgt beoordeeld:

Systeem	Range van de scores	Ja of nee waardering
Objectbeveiliging met op water gebaseerd blussysteem	30% - 50% (40%; n=1)	2x met nee; 3x met ja
Ruimtebeveiliging met op water gebaseerd blussysteem	20% - 20% (20%; n=1)	2x met nee; 3x met ja
Objectbeveiliging met een op blusgas gebaseerd blussysteem	70% - 70% (70%; n=1)	3x met nee; 2x met ja
Ruimtebeveiliging met een op blusgas gebaseerd blussysteem	-	5x met nee; 2x met ja

Het gebruik van blusgas op ruimteniveau (buiten een technische ruimte of schakelkast) wordt als niet realistisch gezien. Er is daarom op dit onderdeel door de experts geen score aangegeven.

Ingrijpen van het systeem

Door de experts is het **tijdig ingrijpen** van het automatische blussysteem in het diervverblijf als volgt beoordeeld:

Systeem	Range van de scores	Ja of nee waardering
Objectbeveiliging met op water gebaseerd blussysteem	70% - 90% (81%; n=3)	1x met nee; 2x met ja
Ruimtebeveiliging met op water gebaseerd blussysteem	20% - 95% (57%; n=3)	1x met nee; 3x met ja
Objectbeveiliging met een op blusgas gebaseerd blussysteem	80% - 80% (80%; n=2)	3x met nee; 3x met ja
Ruimtebeveiliging met een op blusgas gebaseerd blussysteem	80% - 80% (80%; n=1)	4x met nee; 2x met ja

Een actief blussysteem voorkomt niet dat er een brand ontstaat in de stal. De brand (en met name de rookontwikkeling) is een direct bedreiging voor de dieren.

Door de experts is het tijdig ingrijpen van het automatische blussysteem in de andere ruimten als volgt beoordeeld:

Systeem	Range van de scores	Ja of nee waardering
Objectbeveiliging met op water gebaseerd blussysteem	80% - 100% (90%; n=3)	4x met <i>ja</i>
Ruimtebeveiliging met op water gebaseerd blussysteem	80% - 100% (90%; n=3)	1x met <i>nee</i> ; 3x met <i>ja</i>
Objectbeveiliging met een op blusgas gebaseerd blussysteem	95% - 95% (95%; n=1)	6x met <i>ja</i>
Ruimtebeveiliging met een op blusgas gebaseerd blussysteem	95% - 95% (95%; n=1)	6x met <i>ja</i>

Er is een duidelijk onderscheid tussen de scores bij toepassing van de systemen in het dierverblijf of in andere ruimten. Of het systeem in de betreffende ruimte tijdig ingrijpt is door de experts afhankelijk gemaakt van de plaats van de brand in relatie tot de aanwezige brandbare stoffen (bijvoorbeeld hooi of stro of brandbare isolatiematerialen) en de hoogte van de ruimte (bij hogere ruimten minder effectief in tijdig ingrijpen).

Evenals bij preventieve detectiesystemen het geval is, is ook de effectiviteit van een automatisch blussysteem afhankelijk van een goede alarmopvolging. Maar wel in mindere mate dan bij de preventieve detectiesystemen omdat bij een automatisch blussysteem het systeem op zich al voor een actie zorgt, namelijk het onder controle houden van de brand. De rook blijft wel een bedreiging voor de aanwezige dieren.

Bewustwording bij de veehouder is dus ook hier een belangrijk aandachtspunt. Want een snelle en adequate alarmopvolging is voor het overleven van de dieren essentieel. In organisatorische zin werkt ook hier een alarmopvolging alleen als die tijdig is, hetgeen betekent dat de veehouder of personeel zich in de directe omgeving van de stal bevinden.

Effectiviteit op voorkomen branduitbreiding

De experts stellen dat de effectiviteit mede afhankelijk is van de plaats van ontstaan van de brand. Een automatisch blussysteem is bijvoorbeeld bij branden in of onder een transportband minder effectief omdat het water er moeilijk bij komt. Het effect is ook afhankelijk van het doel waarvoor het systeem geplaatst is. In de huidige praktijk worden op water gebaseerde blussystemen geplaatst ter plaatse van een doorvoer van transportbanden door een brandscheiding. Het probleem is dan de late detectie in combinatie met de hoge temperatuur die er dan al is.

Door de experts is het **voorkomen van branduitbreiding** door het automatische blussysteem als volgt beoordeeld:

Systeem	Range van de scores	Ja of nee waardering
Objectbeveiliging met op water gebaseerd blussysteem	30% - 95% (81%; n=4)	2x met <i>ja</i>
Ruimtebeveiliging met op water gebaseerd blussysteem	30% - 95% (79%; n=4)	1x met <i>nee</i> ; 2x met <i>ja</i>
Objectbeveiliging met een op blusgas gebaseerd blussysteem	30% - 95% (74%; n=4)	2x met <i>ja</i>
Ruimtebeveiliging met een op blusgas gebaseerd blussysteem	30% - 95% (74%; n=4)	2x met <i>ja</i>

De verschillen bij de op water gebaseerde blussystemen worden veroorzaakt door het verschil in de toepassing van een watermistinstallatie of een sprinklerinstallatie. Een watermistinstallatie wordt hoger gewaardeerd. Watermist wordt met de lucht mee aangezogen de vuurhaard in. Verder worden de verschillen bij alle systemen (ook) veroorzaakt door toepassing in het dierverblijf of in andere ruimten. Toepassing in andere ruimten wordt hoger gewaardeerd.

Effectiviteit op voorkomen rookverspreiding

Door de experts is het **voorkomen van rookverspreiding** door het automatische blussysteem als volgt beoordeeld:

Systeem	Range van de scores	Ja of nee waardering
Objectbeveiliging met op water gebaseerd blussysteem	10% - 90% (54%; n=4)	2x met <i>ja</i>
Ruimtebeveiliging met op water gebaseerd blussysteem	10% - 90% (57%; n=4)	2x met <i>ja</i>
Objectbeveiliging met een op blusgas gebaseerd blussysteem	30% - 90% (63%; n=4)	2x met <i>ja</i>
Ruimtebeveiliging met een op blusgas gebaseerd blussysteem	30% - 90% (73%; n=4)	2x met <i>ja</i>

De grote spreiding wordt veroorzaakt door het verschil in waarde die wordt toegekend aan de rook. Het systeem beperkt de branduitbreiding en daarmee ook de rookproductie. Bij relatief koude rook wordt een thermische detectie niet geactiveerd. Anderzijds koelt een op water gebaseerd blussysteem de rook af. Dat is enerzijds positief omdat een lagere rooktemperatuur een positief effect op de overleving van dieren kan geven, maar anderzijds negatief omdat de rook dan eerder bij de dieren komt (afgekoelde rook zakt). Ook heeft afgekoelde rook een andere samenstelling ten opzichte van hete rook wat een positief effect kan hebben op het dierenleed.

Praktische toepasbaarheid

Automatische blussystemen zitten in een strak regime van normering en certificering om de kwaliteit en betrouwbaarheid te borgen. In de meeste gevallen kunnen de systemen niet zonder meer toegepast worden in stallen waar een brandbare isolatie is toegepast of kunnen er niet zomaar minder corrosiegevoelige materialen worden toegepast. De toepasbaarheid van de op water gebaseerde automatische blussystemen wordt vooral bepaald door de kosten. Als systemen gebruikt kunnen worden voor een gecombineerde toepassing, zoals een blussysteem dat ook gebruikt kan worden voor het bevochtigen van de stal dan de toepasbaarheid volgens de experts vergroot. Dat zal ook een positief effect hebben op het voorkomen van vervuiling (bijvoorbeeld van het kroontje van de sprinklerkoppen).

Door de experts is de **praktische toepasbaarheid** van de automatische blussystemen als volgt beoordeeld:

Systeem	Range van de scores	Ja of nee waardering
Objectbeveiliging met op water gebaseerd blussysteem	10% - 90% (44%; n=5)	1x met <i>nee</i> ; 2x met <i>ja</i>
Ruimtebeveiliging met op water gebaseerd blussysteem	20% - 90% (51%; n=5)	2x met <i>ja</i>
Objectbeveiliging met een op blusgas gebaseerd blussysteem	0% - 100% (50%; n=3)	3x met <i>ja</i>
Ruimtebeveiliging met een op blusgas gebaseerd blussysteem	0% - 100% (45%; n=3)	3x met <i>ja</i>

De op blusgas gebaseerde systemen zijn volgens de experts alleen toepasbaar in (dichte) technische ruimten en kasten. Dierverblijven zijn niet afgesloten genoeg voor een goede werking van het systeem en zijn schadelijk voor de dieren.

De spreiding wordt hier veroorzaakt door de verschillen tussen stallen met en zonder volièrestellingen (met volièrestellingen scoort een lagere praktische toepasbaarheid) en de toepassing van blusgas in technisch ruimten en andere ruimten (de technische ruimte scoort een betere praktische toepasbaarheid).

To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Wageningen Livestock Research
Postbus 338
6700 AH Wageningen
T 0317 48 39 53
E info.livestockresearch@wur.nl
www.wur.nl/livestock-research

Wageningen Livestock Research ontwikkelt kennis voor een zorgvuldige en renderende veehouderij, vertaalt deze naar praktijkgerichte oplossingen en innovaties, en zorgt voor doorstroming van deze kennis. Onze wetenschappelijke kennis op het gebied van veehouderijsystemen en van voeding, genetica, welzijn en milieu-impact van landbouwhuisdieren integreren we, samen met onze klanten, tot veehouderijconcepten voor de 21e eeuw.

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.500 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

