



TKI Agri&Food
Postbus 557
6700 AN Wageningen
www.tki-agrifood.nl

Titel projectvoorstel: **Een gezond klimaat voor dier, mens en omgeving**
Een beter klimaat in en om de varkensstal

Nummer: **AF18096**

Contactgegevens penvoerder: Naam: Linda Janssen-Verriet
Bedrijf: Producten Organisatie Varkenshouderij (POV)
e-mailadres: ljanssen@pov.nl

Contactgegevens namens onderzoekers: Naam: Anita Hoofs
Organisatie: Wageningen Livestock Research
e-mailadres: anita.hoofs@wur.nl

Naam: Andre Aarnink
Organisatie: Wageningen Livestock Research
e-mailadres: andre.aarnink@wur.nl

Het projectvoorstel past onder thema

- X Consument & Maatschappij
- X Klimaatneutraal
- X Gezond & Veilig
- ☐ Circulair
- X Slimme Technologie

Heeft u het voorstel ook elders ingediend? ☒ Nee ☐ Ja, te weten bij

Inhoudelijke beschrijving

1. Samenvatting aanvraag

Het klimaat in varkensstallen is op dit moment suboptimaal, omdat de dieren een belangrijk deel van de tijd buiten hun thermo-comfortzone (te warm in de afdelingen) worden gehuisvest en de luchtkwaliteit, vooral in de winter, niet voldoet aan de gezondheidseisen. De mensen die er werken hebben ook eigen behoeftes voor een goed werkklimaat.

Diergezondheid, dierwelzijn en productie kunnen verbeteren als temperatuur en luchtkwaliteit meer in lijn worden gebracht met de behoeftes van de varkens. Voor de varkenshouders en hun medewerkers zal een verbetering van het stalklimaat hun gezondheid, welzijn en werkplezier vergroten. Dit zal een positief effect hebben op het imago van het werken in de varkenshouderij. Doordat emissies van ongewenste stoffen zal verminderen, heeft dit een positief effect op het milieu.

Met dit onderzoeksproject wil de varkenshouderijketen een gezond stalklimaat voor dier en mens mogelijk maken, aantonen én borgen. Hier geeft zij invulling aan in lijn met de volgende subdoelstellingen:

1. Schonere lucht in varkensstallen
2. Hele jaar rond varkens houden binnen de thermocomfort zone
3. Monitoring van luchtkwaliteit en temperatuur, inclusief alarmering
4. In beeld brengen van (neven)effecten van maatregelen
5. Kennisdoorstroming richting varkenshouders, medewerkers en onderwijs
6. Communicatie richting maatschappij

Samen met ketenpartners op het gebied van stalinrichting, diergezondheid, humane gezondheid & veiligheid en onderwijsinstellingen gaan we werken aan innovaties die bijdragen aan een schonere lucht en een beter macro- en microklimaat voor alle diercategorieën in een varkensstal. Dataverzameling en -toepassing en alarmering hoort daar ook bij. Het onderzoek levert praktijkrijpe maatregelen op voor toepassing in bestaande stallen. Daarnaast levert het een model op voor de 'varkensstal van de toekomst'. Als inspiratie voor varkenshouders die een nieuwe stal gaan bouwen.

Het project is van belang voor alle schakels in de varkenshouderij. Het verbetert productieresultaten, gezondheid van mens en dier, veiligheid en imago van de varkenshouderij als werkgever. Door emissies aan de bron te verminderen, verbetert het stalklimaat voor mens en dier en zal de uitstoot richting omgeving ook afnemen. Hiermee werken we aan integrale oplossingen voor een beter klimaat in en om de varkensstal!

2. Beoogde doel

De varkenshouderijketen wil relevante stappen voorwaarts maken en samen werken aan een toekomstbestendige varkenshouderij. Een beter klimaat in de stal voor de dieren en de mensen die er werken, hoort daar bij. Evenals vermindering van emissies richting de omgeving. Zie voor meer achtergrond bijlage 2 'State of the art'.

Aanleiding

Afgelopen jaren heeft de varkenshouderij veel aandacht gehad voor verbetering van het klimaat in haar omgeving. Er zijn stappen gezet en investeringen gedaan om emissies van geur, ammoniak en stof richting de omgeving te verminderen. Dit heeft een positief effect op de hinder die ondervonden werd en wordt door de omgeving. Deze ontwikkelingen en investeringen hebben echter ook tot gevolg gehad dat het klimaat in de stal nauwelijks aandacht heeft gekregen. In veel gevallen heeft dit beleid, gericht op het klimaat *buiten* de stal, zelfs geleid tot een negatief effect op het klimaat *in* de stal. Hierdoor worden niet alleen gezondheid en welzijn van de varkens aangetast, maar zijn er ook risico's voor de diervverzorgers. Dit is niet onopgemerkt gebleven in de maatschappij. NGO's hebben bijvoorbeeld in het afgelopen jaar het grote aantal longafwijkingen bij varkens onderdeel gemaakt van hun campagne.

Diergezondheid, dierwelzijn en productie kunnen verbeteren als bijvoorbeeld temperatuur en luchtkwaliteit meer in lijn worden gebracht met de behoeftes van de varkens. Voor de mensen die in varkensstallen werken zal een verbetering van het stalklimaat hun gezondheid, welzijn en werkplezier vergroten. De sector heeft te maken met een tekort aan goed geschoolde werknemers. Een beter werkklimaat voor mensen draagt bij aan een beter imago van de varkenshouderij als werkgever.

Ambitie en doelstelling

Met dit onderzoeksproject wil de varkenshouderijketen het mogelijk maken, aantonen én borgen dat klimaat in varkensstallen altijd oké is voor mens en dier.

Bovenstaande hoofddoelstelling is opgedeeld in een aantal subdoelstellingen. De varkenshouderij werkt binnen het project aan innovaties op gebied van:

1. Schonere lucht in varkensstallen;
2. Hele jaar rond varkens houden binnen de thermocomfort zone;
3. Monitoring van luchtkwaliteit en temperatuur, inclusief alarmering;
4. In beeld brengen van (neven)effecten van maatregelen;
5. Kennisdoorstroming richting varkenshouders, medewerkers en onderwijs;
6. Communicatie richting maatschappij.

Onderliggende PPS hangt nauw samen met de thema's en projecten in de Onderzoeksagenda varkenshouderij: bigvitaliteit, lange staarten en antibioticareductie. Een optimaal stalklimaat heeft positief effect op al deze uitdagingen in de varkenshouderij. Het biedt kansen voor ketenconcepten, differentiatie en segmentatie in de markt (nationaal en internationaal), door te onderscheiden op dit thema. En het geeft invulling aan goed werkgeverschap en een aantrekkelijke werkomgeving.

Het onderzoek vindt plaats voor zowel zeugen (met biggen), gespeende biggen als vleesvarkens. Alle subdoelstellingen en activiteiten in onderliggend projectplan zijn voor alle diercategorieën van toepassing. Binnen het project is vooral aandacht voor innovaties in bestaande stallen. Daarnaast wordt 'De stal van de toekomst' gemodelleerd als inspiratie voor varkenshouders die nieuw gaan bouwen.

Elk bedrijf is uniek en maatregelen die genomen kunnen worden voor een beter klimaat is maatwerk. Alle kennis die ontwikkeld wordt, wordt modulair aangeboden. Een varkenshouder kiest zelf welke combinatie(s) voor hem interessant is/zijn. Daar waar relevant worden combinaties ook doorgerekend op basis van effecten.

3. Beoogde impact

Het verbeteren van het klimaat in varkensstallen is nodig en heeft impact op verschillende factoren in en om de stal. De huidige situatie in stallen, inclusief de streefwaarden en/of normen die gelden voor mens en dier, zijn weergegeven in Bijlage 2 'State of the art'. Het project is van belang voor alle schakels in de varkenshouderij. Het verbetert productieresultaten, gezondheid, veiligheid. Er is veel onrust over emissies vanuit varkensstallen richting omwonenden en de arbeidsinspectiedienst SZW vraagt aandacht voor de gezondheid van mensen die in de stal werken. Daarnaast worden huisvesting en klimaat in de Nederlandse varkenshouderij en de invloed hiervan op de diergezondheid ter discussie gesteld door maatschappelijke organisaties. Door het thema klimaat in de varkensstal integraal op te pakken, is de impact op zowel de sector zelf als de maatschappij groot. We werken toe naar een gezonde en veilige omgeving voor mens en dier.

Het dier

Schonere stallucht (zie voor onderbouwing bijlage 'State of the art') en het houden van varkens binnen de thermocomfortzone (en schone vloeren) heeft impact op gezondheid en welzijn van de dieren. De diergezondheid zal verbeteren, onder andere op het gebied van luchtwegen, met een lager antibioticagebruik en vermindering van bijtgedrag aan oren en staarten tot gevolg. Het aantal varkens met longafwijkingen zal fors afnemen. Het welzijn van de dieren zal verbeteren, omdat zij zich comfortabeler voelen in hun omgeving. De dieren ervaren minder 'stress', waardoor ze beter bestand zijn tegen verschillende ziekteverwekkers en andere omgevingsinvloeden.

De mens

In de varkenshouderij zijn veel arbeidsplaatsen. Echter het imago laat te wensen over. Een beter stalklimaat met een schonere lucht maakt de sector aantrekkelijker om in te werken. De werkomgeving van varkenshouders en hun werknemers wordt veiliger en comfortabeler, waardoor de varkenshouderij handvatten creëert om te werken aan profilering als aantrekkelijke werkgever.

Het bedrijf

Een gezonde omgeving voor dieren en een veilige omgeving voor mensen die er werken hebben positieve impact op het bedrijf. Het heeft een positief effect op de productieresultaten en slachtkwaliteit van dieren en tegelijkertijd op de productiviteit en betrokkenheid van mensen. Dit zal leiden tot meer rendement in een sector die dat heel hard nodig heeft. Daarnaast zal het investeren in een gezond klimaat voor dier en mens resulteren in een toegenomen maatschappelijke waardering van de Nederlandse varkenshouderij.

De omgeving

Zonder dat het project de omgeving als directe doelstelling heeft geformuleerd, is de impact van het project op omwonenden groot. Het beperken van emissies aan de bron en het realiseren van een beter thermisch comfort voor varkens kan ook een positief effect hebben op uitstoot van geur, ammoniak en stof richting de omgeving. En daarmee ook op de uitstoot van endotoxinen, waar veel maatschappelijke onrust over is. Daarnaast krijgt de sector meer inzicht in de uitstoot van broeikasgassen door de varkenshouderij. De methaan uitstoot en de effecten van maatregelen hierop worden gemeten. Daarmee heeft het project ook impact op het behalen van de klimaatdoelstellingen vanuit de varkenshouderij.

4. Aanpak van het project

Er is een werkplan opgesteld met beoogde activiteiten en resultaten per subdoelstelling. Deze is te vinden als Bijlage 3. Een belangrijke basis onder het project is het vaststellen van de streefwaarden voor mens en dier. Hiervoor worden twee actuele bronnen gebruikt:

- A. Visie op stalklimaat in de varkenshouderij van Wageningen UR
Deze visie wordt eind juni opgeleverd. In deze visie beschrijven experts van Wageningen UR wat een optimaal stalklimaat inhoudt voor dieren. De verwachting is dat deze visie nieuwe inzichten geeft die aanleiding zijn tot innovatie en anders omgaan met het regelen van klimaat in de stal. (Zie ook de bijlage 'State of the art')
- B. Blootstellingsonderzoek varkenshouderij
In samenwerking met Arbeidsinspectiedienst SZW, de directie Gezond en Veilig werken van het Ministerie van Sociale zaken en Werkgelegenheid, Stigas en FNV wordt in het najaar van 2018 gestart met een blootstellingsonderzoek. Dit onderzoek gaat inzicht geven in luchtkwaliteit in stallen in relatie tot mensen die er werken.

1. Schonere lucht in varkensstallen

Voor verbetering van luchtkwaliteit kijken we naar 'ventilatie op maat' en 'aanpak van emissies bij de bron'. We ontwikkelen 2 nieuwe voorwarm technieken om harder ventileren mogelijk te maken. We ontwikkelen 4 praktijkoplossingen om emissies aan de bron te verminderen. Daarvoor meten we de volgende parameters: temperatuur (T), luchtvochtigheid (RV), kooldioxide (CO₂), waterstofsulfide (H₂S), stof (PM₁₀), endotoxinen, ammoniak (NH₃) en methaan (CH₄). Daarbij betrekken we de volgende waarnemingen: hokbevuiling, uiterlijke kenmerken (bijv. ogen, oren en staarten), geur en werkplezier. Deze wordt continu getoetst aan de gestelde streefwaarden. Er worden protocollen opgesteld voor het meten van klimaat. Hierin staat duidelijk wat er gemeten wordt, waar (plaats in de stal), hoe vaak, met welke apparatuur, alsook de betekenis van de verkregen data.

Resultaten: 2 nieuwe voorwarm-technieken, nieuwe adviezen ten aanzien van klimaatregeling, nieuwe producten voor integrale klimaatregeling, 4 praktijkoplossingen voor bestaande stallen, ontwerp 'stal van de toekomst'

2. Het hele jaar rond varkens binnen de thermo comfortzone

Bij innovatie-onderzoek naar thermocomfort ligt de focus op koelen en verwarmen, alsook op keuzemogelijkheden voor het varken zelf. Technieken en maatregelen die de emissies en thermocomfortzone beïnvloeden, worden modelmatig doorgerekend naar effecten en vervolgens vindt toetsing en validatie plaats in de praktijk. Hieruit kan productontwikkeling ontstaan. Daarom is de aansluiting met partners in de keten erg belangrijk.

Resultaten: 2 of 3 praktijkoplossingen voor bestaande stallen

3. Monitoring van luchtkwaliteit en temperatuur, inclusief alarmering

Monitoring en alarmering is een belangrijk innovatie-onderdeel binnen het project. Hierbij wordt aangesloten bij de 'Slimme stal' en technologische ontwikkelingen die er al zijn. Er worden data verzameld over stalklimaat en deze data worden omgezet in handelingsperspectief (sturingsmaatregelen) voor ondernemers (innovatie). Hierbij wordt onderzoek gedaan naar de huidige meetsystematiek en klimaatcomputers in stallen. Met het bedrijfsleven innoveren we deze systemen door sturing en alarmering van het klimaat op basis van nieuwe parameters en meettechnieken. De ambitie is een systeem te ontwikkelen waarbij varkenshouders een vroege signalering krijgen wanneer streefwaarden dreigen overschreden te worden.

Resultaten: meetprotocol voor verschillende parameters, dashboard en alarmering voor klimaat in de stal

4. In beeld brengen van effecten van maatregelen

Dit projectonderdeel volgt uit de activiteiten onder 1 tot en met 3. Bij het ontwikkelen van innovaties, bemeten en praktijkrijp maken van maatregelen wordt een continue afweging gemaakt tussen alle factoren die van invloed zijn. Integraliteit op het thema is belangrijk. Maatregelen die op de ene factor positief scoren, maar op een andere factor (bijv. welzijn, milieu, slachtkwaliteit) inleveren, zullen zorgvuldig afgewogen worden. Return on investment is belangrijk. Naast investeringskosten worden ook verbetering van de slachtkwaliteit, productiviteit, reductie van het antibioticagebruik en betere groei meegenomen in het economisch doorrekenen van de effecten van de verschillende maatregelen.

Resultaten: Effecten van maatregelen onderbouwd in factsheets

5. Kennisdoorstroming richting varkenshouders, medewerkers en onderwijs

De sector heeft behoefte aan meer innovatie, kennis over klimaat en handelingsperspectief. Binnen het project is aandacht voor een goede kennisdoorstroming. De betrokkenheid van ketenpartners is daarbij van belang en de POV zal bij de kennisdoorstroming een belangrijke rol spelen. Er wordt een Klimaat-kennisdag georganiseerd voor meer bewustwording op het thema en kennisdoorstroming, maar ook voor het ophalen van ideeën voor innovaties. Er worden factsheets opgeleverd op basis van ontwikkelde kennis. Daarnaast worden een E-book ontwikkeld, materialen voor scholing & training en onderwijspakketten. Op dit onderdeel wordt samengewerkt met Stigas.

Resultaten: 1 Klimaat-kennisdag, 10 factsheets en een E-book

Het uitgewerkte werkplan is bijgevoegd als Bijlage 3.

5. Organisatie

In de tabel hieronder staat beschreven welke partners meewerken aan het onderzoek en in welke rol:

Naam partner	Contactpersoon	Emailadres	Rol
POV	Linda Janssen	ljanssen@pov.nl	Penvoerder en projectleider
Aeres Hogeschool	Jeroen Nolles	j.nolles@aeres.nl	Verbinding met studenten, opdrachten en kennisdoorstroming
HAS Hogeschool Den Bosch	Lenny van Erp	l.verp@has.nl	Verbinding met studenten, uitvoeren opdrachten en kennisdoorstroming
Boehringer Ingelheim	Alfred van Lenthe	alfred.van_lenthe@boehringer-ingelheim.com	Kennis gezondheid en preventie Data en monitoring gezondheid
Inter Continental B.V.	John Houben	jh@intercontinental.nl	Kennis en producten emissie-arme stalsystemen
Stienen Bedrijfselektronica b.v.	Erwin Stienen	E.Stienen@stienenbe.com	Kennis en producten klimaatsturing
VION	Derk Oorburg	Derkoorburg@vionfood.com	Kennis en data slachtkwaliteit en afzet
AB Werkt	Remco van Sambeek	RvanSambeek@ab-werkt.nl	Kennis en netwerk medewerkers op varkensbedrijven Borging Goed werkgeverschap
PincAgro (Achmea)	Peter Post	Peter.post@achmea.nl	Kennis en netwerk 'Veilige stal'
Uitvoerende partijen	naam	emailadres	
Wageningen Livestock Research	Andre Aarnink en Anita Hoofs	Andre.aarnink@wur.nl Anita.hoofs@wur.nl	Onderzoek en validatie
Connecting Agri en Food	Ge Backus	g.backus@connectingagriandfood.nl	Inbreng kennis, data en producten Slimme stal en doorontwikkeling toepassing data
Aeres Hogeschool en HAS Hogeschool Den Bosch	Jeroen Nolles Lenny van Erp	j.nolles@aeres.nl l.verp@has.nl	Betaalde Inzet en begeleiding van studenten t.b.v. waarnemingen

Tegen de uitspraak van TKI Agri&Food over de beoordeling van de PPS-aanvraag is geen beroep mogelijk; met het indienen van deze aanvraag accepteert u dit.

De partners binnen het project vormen de Stuurgroep Klimaat in varkensstallen, waar verantwoordelijkheid voor voortgang, besluitvorming over uit te werken maatregelen (go/ no go momenten) en financiën wordt belegd.

6. Communicatie

In hoofdstuk 4 staat de projectaanpak beschreven. Het 6^e onderdeel van deze aanpak is Communicatie:

6. Communicatie

De communicatie is gericht op stakeholders en maatschappij. Daarbij sluiten we aan bij de communicatiestrategie vanuit de onderzoeksagenda varkenshouderij. De website www.vitalevarkens.nl speelt daarbij een belangrijke rol. Er worden nieuwsberichten, factsheets, foto/videreportages opgeleverd voor een groot bereik onder verschillende doelgroepen.

Resultaten: Artikelen op websites en in bladen, artikelen op de website www.vitalevarkens.nl

Communicatie vanuit het project richt zich op 'kennisdoorstroming' (zie hoofdstuk Aanpak) en communicatie richting de maatschappij, overheden en stakeholders. Bij kennisdoorstroming spelen alle partners een rol, met POV in de leidende positie. Er worden praktische kennisproducten ontwikkeld op basis van projectresultaten. Bestaande kanalen worden gebruikt om deze zo breed mogelijk te verspreiden in de varkenshouderij.

Voor communicatie richting 'externen' sluiten we aan bij de communicatie-aanpak van de Onderzoeksagenda varkenshouderij. Hiervoor wordt een website ingericht www.vitalevarkens.nl. Via deze website laat de sector zien hoe zij zich ontwikkelt op maatschappelijke thema's. Rode draad in deze aanpak is 'vakmanschap': laten zien dat de sector bezig is met continue verbetering van vakmanschap. Een beter klimaat in varkensstallen sluit hier naadloos op aan.

De sector zal de resultaten zelf ook gebruiken om zich te profileren als goede en aantrekkelijke werkgever. Hiervoor werken we nauw samen met onderwijsinstellingen, grote werkgevers/detacheringsbureaus en wellicht ook Colland.

Projectbegroting en projectfinanciering

De projectbegroting en projectfinanciering is weergegeven in de tabellen 1 tot en met 4.

Tabel 1. Projectbegroting

Projectkosten	Kosten in k€ EXCLUSIEF BTW				
	2019	2020	2021	2022	Totaal
Personele kosten voor inzet onderzoekers:					
Wageningen Livestock Research	115	103	97	79	384
POV (uren en reiskosten, in kind)	5	5	5	5	20
Stienen	2	2	2	2	8
Bedrijfselektronica (uren,, in kind)					
Inter Continental (uren,in kind)	2	2	2	2	8
VION (uren, in kind)	10	10	10	10	40
AB Werkt (uren, in kind)	5	5	5	5	20
PincAgro (Achmea) (uren, in kind)	5	5	5	5	20
Boeringer Ingelheim (uren, in kind)	5	5	5	5	12
Aeres Hogeschool en HAS Hogeschool Den Bosch (uren, in kind)	3	7	7	3	20
TOTAAL:	150	142	136	114	542
Materiële kosten en diensten door derden:					
Wageningen Livestock Research: uitvoering proeven op VIC Sterksel (1 kraamafdeling, 1 biggenopfokafdeling en 1 vleesvarkensafdeling)	40	28	0	0	68
Stienen	6	3	3	0	12
Bedrijfselektronica (materiaal, in kind)					
Inter Continental (materiaal in kind)	3	6	3	0	12
PincAgro (Achmea) (materiaal in kind)	5	5	5	5	20
Boehring Ingelheim (materiaal communicatie)	2	2	2	2	8
Aeres Hogeschool en HAS Hogeschool Den Bosch (kosten inzet studenten)	0	10	10	0	20
Connecting Agri Food (inhuur uren)	5	15	15	5	40
TOTAAL:	61	69	38	12	180
Investerings in apparatuur en afschrijvingen:					
VIC Sterksel aanpassingen gebouwen (finetune fase)	15	5	0	0	20
Aanpassing gebouwen op praktijkbedrijven (validatiefase)	0	10	10	0	20
Meetapparatuur	8	5	5	0	18
TOTAAL:	23	20	15	0	58
Overige kosten, reiskosten e.d.					
Reiskosten WLR	2	2	2	2	8
Communicatie middelen	2	3	3	4	12
TOTAAL:	4	5	5	6	20
KOSTEN TOTAAL (excl. BTW):	238	233	194	135	800

Tabel 2. Projectfinanciering

Projectinkomsten	Toegezegde / gevraagde bedragen (k€)
------------------	--------------------------------------

Tegen de uitspraak van TKI Agri&Food over de beoordeling van de PPS-aanvraag is geen beroep mogelijk; met het indienen van deze aanvraag accepteert u dit.



TKI Agri&Food
Postbus 557
6700 AN Wageningen
www.tki-agrifood.nl

	2019	2020	2021	2022	Totaal
Totaal bijdrage bedrijven <i>in kind 1)</i>	51	55	52	42	200
Totaal bijdrage bedrijven <i>in cash 2)</i>	50	50	50	50	200
Gevraagde publieke financiering (TKI-toeslag)					
Gevraagde publieke financiering (WR capaciteit)	138	133	94	35	400
TOTAAL (excl. BTW)	238	233	194	135	800

Tabel 3. Specificatie *in-kind* private bijdragen per bedrijf

Naam partner	Specificatie inzet (aantal uren, materialen, kasruimte, enz)	MKB	Waarde in kind bijdrage (k€)				
			2019	2020	2021	2022	Totaal
POV	Uren	Vere-niging	5	5	5	5	20
Stienen Bedrijfselektronica	Uren en materiaal	JA	8	5	5	2	20
Inter Continental	Uren en materiaal	JA	5	8	5	2	20
VION	Uren	NEE	10	10	10	10	40
AB Werkt	Uren	JA	5	5	5	5	20
PincAgro (Achmea)	Uren en materiaal	NEE	10	10	10	10	40
Boehringer Ingelheim	Uren en materiaal	NEE	5	5	5	5	20
Aeres Hogeschool en HAS Hogeschool Den Bosch	Uren	NEE	3	7	7	3	20
TOTAAL excl. BTW			51	55	52	42	200

Tabel 4. Specificatie in cash private bijdragen per bedrijf

Naam Partner	T.b.v. welke erkende onderzoeksinstelling	MKB	Waarde in cash bijdrage (k€)				
			2018	2019	2020	2021	Totaal
POV	WLR	Vere-niging	15	15	15	15	60
Stienen Bedrijfselektronica	WLR	JA	5	5	5	5	20
VION	WLR	NEE	10	10	10	10	40
AB Werkt	WLR	JA	5	5	5	5	20
PincAgro (Achmea)	WLR	NEE	10	10	10	10	40
Boehringer Ingelheim	WLR	NEE	5	5	5	5	20
TOTAAL excl. BTW			50	50	50	50	200



TKI Agri&Food
Postbus 557
6700 AN Wageningen
www.tki-agrifood.nl

Handtekening(en) voor akkoord:

Kennisinstelling:

Naam: Menno van Manen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Livestock Research

Handtekening:

Datum:

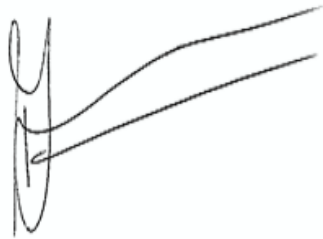
 29-6-2018

Private trekker:

Naam en bedrijf/organisatie: Ingrid Jansen (voorzitter), Producentenorganisatie Varkenshouderij (POV)

Handtekening:

Datum:



29 juni 2018



TKI Agri&Food
Postbus 557
6700 AN Wageningen
www.tki-agrifood.nl

Bijlage 1: Overzicht van alle deelnemende PPS-partners

Naam partner 1	Producenten Organisatie Varkenshouderij (POV)
KvK nr.	KVK 61024341
Postadres en postcode	Zwartewaterallee 14, 8031DX
Plaats	Zwolle
Contactpersoon	Linda Janssen-Verriet
e-mailadres	ljanssen@pov.nl

Naam partner 2	VION
KvK nr.	18032521
Postadres en postcode	Boseind 15, 5281RM
Plaats	Boxtel
Contactpersoon	Derk Oorburg
e-mailadres	derk.oorburg@vionfood.com

Naam partner 3	Boehringer Ingelheim
KvK nr.	37046285
Postadres en postcode	Comeniusstraat 6, 1817MS
Plaats	Alkmaar
Contactpersoon	Alfred van Lenthe
e-mailadres	alfred.van_lenthe@boehringer-ingelheim.com

Naam partner 4	Achmea Services NS
KvK nr.	34136016
Postadres en postcode	Spoorlaan 298, 5017JZ
Plaats	Tilburg
Contactpersoon	Peter Post
e-mailadres	Peter.Post@achmea.nl

Naam partner 5	AB Werkt
KvK nr.	12056379
Postadres en postcode	Mussenberg 5, 6049GZ
Plaats	Herten
Contactpersoon	Remco van Sambeek
e-mailadres	RvanSambeek@ab-werkt.nl

Naam partner 6	Stienen BE
KvK nr.	13030562
Postadres en postcode	Mangaanstraat 9, 6031RT
Plaats	Nederweert
Contactpersoon	Erwin Stienen
e-mailadres	E.Stienen@stienenbe.com

Naam partner 7	Inter Continental BV
KvK nr.	17175848
Postadres en postcode	Agrobaan 9, 5813EB
Plaats	Ysselsteyn
Contactpersoon	John Houben
e-mailadres	jh@intercontinental.nl

Bijlage 2: 'State of the Art' Klimaat in varkensstallen

Inleiding

Een goed stalklimaat is zeer belangrijk voor de gezondheid en de productie van de varkens en voor de gezondheid en het werkplezier van de varkenshouder en de medewerkers. Het stalklimaat heeft een belangrijke invloed op de diergezondheid en daarmee op de productie van de varkens. Een suboptimaal stalklimaat is waarschijnlijk een belangrijke oorzaak van longproblemen bij varkens (Van der Peet Schwering, 2005). In een onderzoek uitgevoerd in 2004 werden aan de slachtlijn bij 22,5% van de dieren afwijkingen gevonden aan het borstvlies en bij 9,2% van de dieren afwijkingen aan de longen; de totale kosten hiervoor bedroegen op de slachterij meer dan anderhalve euro per geslacht varken (Bondt et al., 2004). Dit betekent een directe jaarlijkse schadepost voor de Nederlandse varkenshouderij van ca. 25 M€. Uit recentere VION-cijfers (2013) blijkt dat deze percentages rond dezelfde niveaus blijven schommelen, ondanks het feit dat veel nieuwe stallen zijn gebouwd. Tijdens de groei van het varken zijn luchtwegproblemen de belangrijkste reden voor de toepassing van antibioticum (van Rennings et al., 2015) en geven longproblemen vaak groeivertraging en een verhoogde voerconversie (Van der Peet Schwering, 2005). Het stalklimaat wordt ook als een belangrijke factor genoemd voor het optreden van bijtgedrag aan oren en staarten (Van der Peet, 2014). Problemen met longgezondheid en bijtgedrag kunnen zich al voordoen tijdens de opfok van de biggen. Het voorgaande heeft ook een belangrijke impact op het welzijn van het varken.

De thermische omstandigheden in de stal hebben een belangrijke invloed op de productie van de varkens. Bij (te) lage temperaturen gaan varkens een deel van de energie van het voer benutten om de eigen lichaamstemperatuur op peil te houden (Van Der Peet et al., 1987; Verhagen & Verstegen, 1989; Verstegen & Hel, 1976; Verstegen, 1971). Bij (te) hoge temperaturen moeten de varkens een deel van de energie in het voer aanwenden om voldoende warmte af te kunnen geven aan de omgeving (verhoogde ademhaling) en daarnaast zullen de varkens de voeropname verlagen (Huynh et al., 2004; Renaudeau et al., 2011). Beide gaat ten koste van de groei en de voerconversie van het varken. Het moderne varken produceert, vanwege de hoge productie, veel meer warmte dan het varken van decennia terug. Dit in combinatie met de wereldwijde klimaatverandering, met meer extreme weersomstandigheden, veroorzaakt dat varkens ook in mildere klimaatgebieden (zoals in Nederland) meer hinder ondervinden van discomfort door warmte en hittestress. Echter ook de thermische omstandigheden in de winter vragen aandacht, aangezien we de varkens van meer verse lucht willen voorzien, zal deze verse lucht goed geconditioneerd moeten zijn om te lage temperaturen en tocht bij de dieren te voorkomen.

Uit verschillende onderzoeken blijkt dat mensen die werkzaam zijn in varkensstallen een groter risico hebben op longproblemen dan mensen in andere beroepsgroepen. Dit verschil lijkt vooral veroorzaakt te worden door de langdurige blootstelling aan relatief hoge concentraties stof, de componenten in het stof (endotoxine) en ammoniak (Preller, 1995; Preller et al., 1995; Preller & Vogelzang, 1993; Vogelzang, 1999; Vogelzang et al., 1999). Alhoewel voorgaande onderzoeken alweer een twintigtal jaren geleden zijn uitgevoerd, is de luchtkwaliteit in varkensstallen de laatste decennia niet significant verbeterd. Dit blijkt o.a. uit metingen die een aantal jaren geleden in varkensstallen zijn gedaan (Mosquera et al., 2011a; Mosquera et al., 2011b; Winkel et al., 2011), waarbij gemiddelde stofconcentraties (PM10, deeltjes kleiner dan 10 µm) werden gemeten van ca. 1000 µg/m³ lucht. Deze waarden liggen 20x boven de maximale grenswaarden voor de buitenlucht (EU, 2017). Daarbij moet worden vermeld dat stofconcentraties tijdens werkzaamheden in de stal in het algemeen nog hoger liggen doordat de dieren dan actiever zijn. Uit recent onderzoek van Vermeer en Hopster (2017), uitgevoerd in de periode januari – begin juni, blijkt dat bij gespeende biggen op dierniveau de CO₂-concentratie in 39% van de metingen hoger lag dan de grenswaarde van 3000 ppm en de NH₃-concentratie was in 24% van de metingen hoger dan de grenswaarde van 20 ppm; bij vleesvarkens was dit bij respectievelijk 33% en 32% van de metingen het geval. Deze concentraties waren gecorreleerd met de mate van bevuilding van de hokken en ze hadden een negatief effect op de oog- en de staartscore.

Klimaatparameters

Een optimaal stalklimaat wordt bepaald door de combinatie van thermocomfort en luchtkwaliteit. Deze twee kunnen op gespannen voet staan met elkaar. In de winter wordt in varkensstallen vaak (te) weinig geventileerd om te zorgen voor voldoende thermocomfort van de dieren; weinig ventilatie heeft echter een negatief effect op de luchtkwaliteit. In de zomer wordt in het algemeen wel ruim geventileerd, maar is het thermocomfort toch onvoldoende door de hoge buitentemperaturen.

Tegen de uitspraak van TKI Agri&Food over de beoordeling van de PPS-aanvraag is geen beroep mogelijk; met het indienen van deze aanvraag accepteert u dit.

Thermocomfort wordt vooral door de volgende variabelen bepaald:

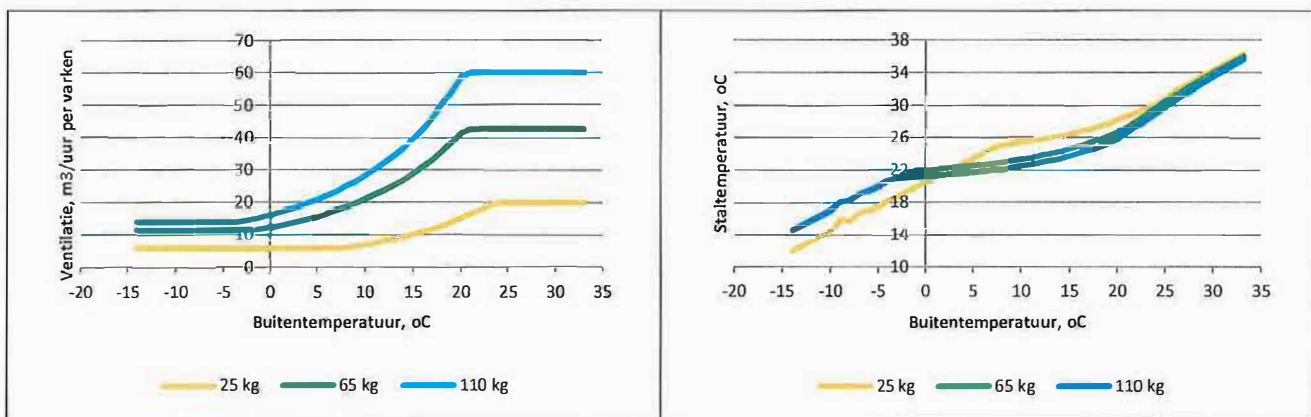
- Temperatuur
- Relatieve luchtvochtigheid
- Luchtsnelheid
- Temperatuurverschillen
- Temperatuurschommelingen

Luchtkwaliteit wordt vooral door de volgende variabelen bepaald:

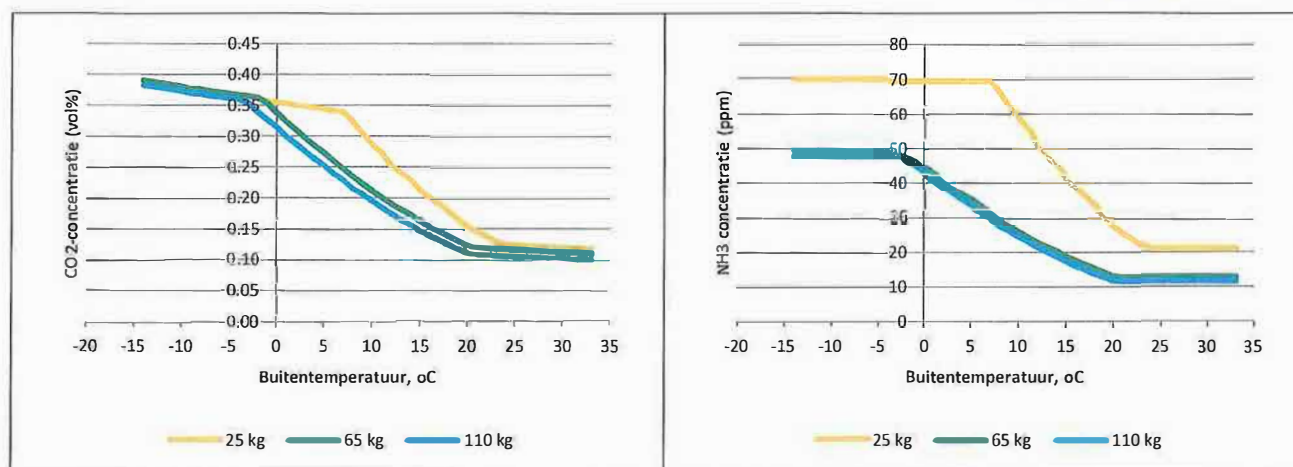
- CO₂-concentratie
- NH₃-concentratie
- Stofconcentratie
- Concentratie overige (geur)componenten, o.a. H₂S
- Concentratie micro-organismen (ziektekiemen) en endotoxine

Huidige situatie

Figuur 1 laat zien hoeveel er op dit moment in Nederlandse vleesvarkensstallen wordt geventileerd bij verschillende buitentemperaturen wanneer het klimaat wordt geregeld volgens het advies van het Klimaatplatform Varkenshouderij (Klimaatplatform varkenshouderij, 2014) en wat de staltemperaturen worden bij deze ventilatieniveaus. Uit deze figuur blijkt dat ondanks het lage minimum ventilatieniveau in de winter de gewenste staltemperatuur van ca. 20°C niet gehaald wordt. In de zomer wordt, ondanks dat er maximum wordt geventileerd, de gewenste maximum temperatuur van ca. 25°C ruim overschreden. Figuur 2 laat het effect zien van voorgaande ventilatieniveaus op de CO₂- en NH₃-concentraties in vleesvarkensstallen. Hieruit blijkt dat bij minimum ventilatie de maximum CO₂-concentratie van 0,30 vol% wordt overschreden. De ammoniakconcentraties bereiken bij minimum ventilatieniveaus hoogtes van 50 ppm en meer, terwijl de gewenste ammoniakconcentratie onder de 20 ppm ligt. Om deze concentraties te bereiken zou de minimum ventilatie tenminste moeten verdubbelen. Een andere mogelijkheid om de ammoniakconcentraties te verlagen is het reduceren van de ammoniakemissie bij de bron. Huidige varkensstallen hebben echter meestal een luchtwasser waardoor er niet extra geïnvesteerd wordt in emissiereductie bij de bron. Daarbij ontbreekt het ook aan praktische en betaalbare maatregelen om de emissies bij de bron sterk te reduceren. Dit geldt vooral voor bestaande stallen.

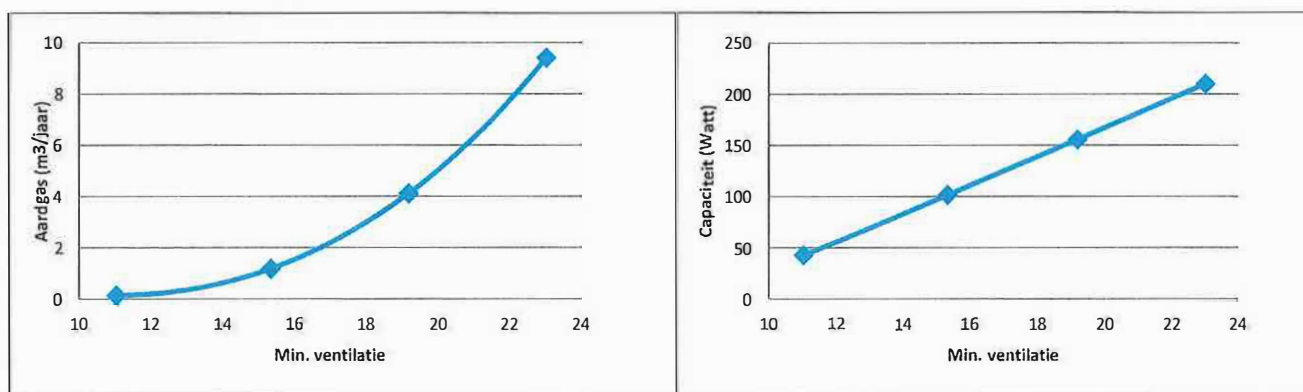


Figuur 1. Effect van de buitentemperatuur op het ventilatieniveau en de staltemperatuur bij de huidige klimaatregeling in Nederlandse vleesvarkensstallen (Berekeningen met model Anipro, versie 2016, Wageningen Livestock Research).



Figuur 1. Effect van de buitentemperatuur op de concentraties CO₂ en NH₃ bij de huidige klimaatregeling in Nederlandse vleesvarkensstallen (Berekeningen met model Anipro, versie 2016, Wageningen Livestock Research).

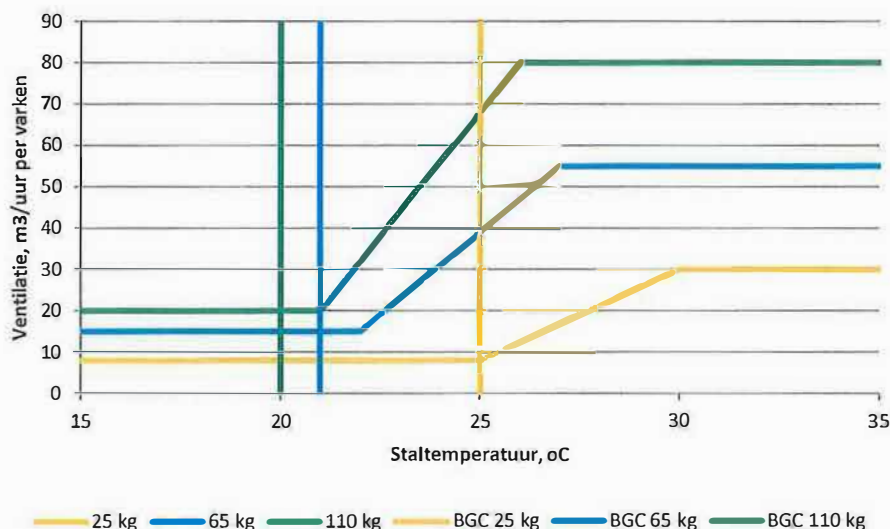
Bovenstaande geldt niet alleen voor vleesvarkensstallen, maar ook voor stallen voor gespeende biggen, gaste en drachtige zeugen en kraamzeugen. Sinds de jaren negentig is er sterk op energiekosten voor verwarming bespaard door het ventilatieniveau in de winter te verlagen. Hier ligt duidelijk een dilemma, eigenlijk zouden we veel meer moeten ventileren in de winter, maar de energiekosten voor verwarming zouden dan teveel toenemen. In figuur 3 wordt het effect van het minimum ventilatieniveau op de extra verwarmingsbehoefte weergegeven voor een vleesvarkensstal in m³ aardgas per vleesvarkensplaats per jaar. Tevens is weergegeven hoeveel extra verwarmingscapaciteit in de stal geïnstalleerd moet worden om de stal gedurende de winter op temperatuur te houden. Uit deze figuur blijkt dat de energiebehoefte exponentieel toeneemt met een toename van het minimum ventilatieniveau. De vereiste verwarmingscapaciteit neemt vrijwel lineair toe met het minimum ventilatieniveau.



Figuur 3. Effect van minimum ventilatieniveau op de aardgasbehoefte in m³/jaar per vleesvarkensplaats en op de benodigde verwarmingscapaciteit in Watt per vleesvarkensplaats.

Voor de zomersituatie is meer ventileren alleen niet voldoende, aangezien de maximum temperatuur van 25°C niet gerealiseerd kan worden als het buiten warmer is dan 25°C. Daarnaast is een temperatuur van 25°C eigenlijk al te hoog voor zwaardere vleesvarkens. Uit onderzoek blijkt dat zwaardere varkens al boven de 20°C hun lig- en mestgedrag aanpassen (Aarnink et al., 2006; Huynh et al., 2005). Dit betekent dat ze boven deze staltemperatuur liever op de roostervloer liggen dan op een geïsoleerde dichte vloer. Het gevolg hiervan is dat er op de roostervloer te weinig ruimte is om te mesten, waardoor de varkens de dichte vloer gaan bevuilen. Bevuiling van de dichte vloer geeft hogere emissies van ammoniak, geur en fijnstof, een slechtere hygiëne voor de varkens en meer benodigde arbeid om de hokken schoon te maken. Uit onderzoek blijkt ook hokbevuiling bij huisvesting van beren meer berengeur in het vlees geeft (Aluwé et al., 2011).

In de huidige klimaatcontrole in varkensstallen wordt in het algemeen een ruime bandbreedte aangehouden. De bandbreedte is het aantal graden Celsius waarin het ventilatiedebiet wordt verhoogd van minimum naar maximum. In figuur 4 wordt het effect van de bandbreedte op het gerealiseerde ventilatiedebiet weergegeven. De gehanteerde bandbreedte is 5°C, zoals geadviseerd door het Klimaatplatform Varkenshouderij (Klimaatplatform varkenshouderij, 2014). De figuur laat zien dat in de huidige situatie het ventilatiedebiet pas toeneemt op het moment dat de bovengrens van de comfortzone bereikt is. Deze klimaatregeling heeft tot gevolg dat vleesvarkens gedurende een groot deel van het jaar bij temperaturen zijn gehuisvest die liggen boven de bovengrens van de comfortzone. Hierdoor verandert het lig- en mestgedrag van de varkens met als gevolg veel hokbevuiling. Er wordt in de praktijk een ruime bandbreedte gehanteerd om snelle wisselingen in ventilatiehoeveelheden en schommelingen in de temperatuur te voorkomen. Vooral tegen de avond als de stal nog warm is maar de buitenlucht al sterk begint af te koelen, kunnen de dieren ziek worden als er teveel koude lucht naar binnen wordt gehaald. Deze klimaatregeling betekent echter dat de gehele dag minder wordt geventileerd om momentane negatieve effecten te voorkomen. Daarnaast wordt een bandbreedte toegepast om te compenseren voor het afkoelend effect van een hogere luchtsnelheid wanneer het ventilatiedebiet toeneemt. Berekeningen van Bjerg (Bjerg, 2016) laten zien dat de effectieve temperatuur bij vleesvarkens met ca. 0,8°C afneemt bij elke toename van de luchtsnelheid van 0,1 m/s. Uit metingen van Randall et al. (1983) blijkt dat de luchtsnelheid op dierniveau met ca. 0,1 m/s toenam bij een toename van het ventilatiedebiet van 10 naar 80 m³/uur. Het effect van een toename van het ventilatiedebiet op de effectieve temperatuur op dierniveau is dus relatief gering. Dit geldt echter voor situaties waarbij er geen gerichte luchtstroom is naar de dieren. Bij voergangventilatie, waarbij de luchtstroom direct bij de dieren terecht komt, kan dit effect beduidend groter zijn. Bij voergangventilatie kan de luchtstroom die bij de dieren komt ook een lage temperatuur hebben, omdat deze niet wordt voorverwarmd en ook niet wordt gemengd met de aanwezige lucht. Deze combinatie zorgt er voor dat varkens die gehouden worden in stallen met voergangventilatiesysteem mogelijk wel gevoelig zijn voor sterke veranderingen in het ventilatiedebiet.



Figuur 4. Gerealiseerde ventilatiedebieten in Nederlandse vleesvarkensstallen bij een bandbreedte van 5°C en bij verschillende diergewichten. De verticale lijnen geven de bovengrens aan van de comfortzone.

Een belangrijke tekortkoming in de huidige klimaatregeling is dat er geen enkele terugkoppeling plaatsvindt ten aanzien van het effect van het gerealiseerde stalklimaat op het welbevinden van de varkens. Op dit moment wordt het stalklimaat geregeld volgens een vast ingesteld schema. Varkenshouders moeten dit schema zelf bijstellen mocht dat nodig zijn, omdat hij bijvoorbeeld constateert dat zijn varkens ziek zijn. Het systeem zou veel sneller kunnen reageren wanneer er een terugkoppeling gegeven zou worden van de dieren zelf richting het klimaatregelsysteem. Een mogelijke parameter voor beoordeling van het stalklimaat zou het liggedrag van de varkens kunnen zijn: liggen de dieren te dicht op elkaar dan is het te koud, liggen ze te ver van elkaar en op de roostervloer dan is het te warm.

Een laatste tekortkoming die hier genoemd moet worden is dat in huidige klimaatregeling van varkensstallen geen rekening wordt gehouden met individuele variaties tussen dieren. De verschillende afdelingen en hokken in een stal worden in principe allemaal op dezelfde manier geklimatiseerd waarbij er naar wordt gestreefd om een zo uniform Tegen de uitspraak van TKI Agri&Food over de beoordeling van de PPS-aanvraag is geen beroep mogelijk; met het indienen van deze aanvraag accepteert u dit.

mogelijk klimaat aan te brengen in de stal. Er is echter een behoorlijke variatie in temperatuurbehoefte van individuele varkens. Deze verschillen in temperatuurbehoefte worden vooral veroorzaakt door verschillen in voeropname. Zieke varkens zullen ook minder voer opnemen en een hogere temperatuurbehoefte hebben dan gezonde varkens.

Gewenste situatie

De gewenste situatie is dat varkens van alle leeftijdscategorieën gedurende het gehele jaar binnen de thermo-comfortzone verblijven en niet bloot worden gesteld aan hoge concentraties vervuilde stoffen in de lucht. De optimum thermocomfortzone t.a.v. de parameters temperatuur, relatieve luchtvochtigheid en luchtsnelheid voor de verschillende diercategorieën zullen in dit project nader worden uitgewerkt op basis van beschikbare kennis en nieuw te genereren kennis binnen dit project. In tabel 1 zijn de doelstellingen voor dit project geformuleerd t.a.v. thermocomfort en luchtkwaliteit.

Berekeningen (Anipro, versie 2016, Wageningen Livestock Research) tonen aan dat door middel van een combinatie van nieuwe en bestaande technieken de ruimtetemperatuur in varkensstallen gedurende meer dan 95% van de tijd van het jaar binnen de comfortzone van de dieren kan blijven. In de huidige situatie ligt de staltemperatuur bij vleesvarkens, afhankelijk van het diergewicht, in 18 – 37% van de tijd boven de comfortzone. Maatregelen om de (inkomende) stallucht en/of de dieren te koelen dienen verder ontwikkeld en getest te worden. Indien de staltemperatuur consequent binnen de comfortzone kan worden gehouden dan biedt dit ook perspectieven om de ammoniak uitstoot bij de bron aan te pakken via een goed functionerend varkenstoilet. De varkens hoeven dan immers hun liggedrag niet meer aan te passen om af te koelen (op toilet liggen omdat het te warm is).

Tabel 1. Doelstellingen t.a.v. thermocomfort en luchtkwaliteit voor mens en dier.

Parameter	Methodē	Waarde
1. Beter welzijn en gezondheid van dieren		
Thermo comfortzone	% van de tijd waarin een varken binnen thermo comfortzone leeft	95%
Ammoniak (NH ₃)	Concentratie NH ₃ in de stallucht	< 10 ppm
CO ₂	Concentratie CO ₂ in de stallucht	< 2000 ppm
Ogen ¹⁾	Mate van roodheid en/of bevuiling (score 1-2-3-4)	1
Oren ¹⁾	Mate van oorbijten (score 1-2-3)	1
Staarten ¹⁾	Mate van staartbijten (score 1-2-3)	1
Bevuiling ¹⁾	Mate van bevuiling van de dieren (score 1-2-3)	1
2. Gezonde werkomgeving voor mensen		
Fijn stof	Respirabel stof (PM ₄)	< 0,5 mg/m ³
Endotoxinen	Concentratie Endotoxine	< 90 EU/m ³
Ammoniak	Concentratie NH ₃ in de stallucht	< 10 ppm
CO ₂	Concentratie CO ₂ in de stallucht	< 2000 ppm
3. Minimale emissies richting de omgeving, reductie bij de bron		
Fijnstof (PM ₁₀)	Geen overschrijding van de EU normen en reductie bij de bron	70% reductie ²⁾
Endotoxinen	Geen overschrijding van de adviesnormen voor omgevingslucht	<30 EU/m ³
Geur	Geurconcentratie en –emissie	70% reductie ²⁾
Ammoniak	Ammoniakconcentratie en –emissie	70% reductie ²⁾
Methaan	Methaanconcentratie en –emissie	70% reductie ²⁾

1) Zie rapport Vermeer en Hopster (2017) voor uitleg van de scores

2) Reductie t.o.v. de referentiewaarde

Referenties

- Aarnink, A.J.A., Schrama, J.W., Heetkamp, M.J.W., Stefanowska, J., Huynh, T.T.T. 2006. Temperature and body weight affect fouling of pig pens. *Journal of Animal Science*, **84**, 2224-2231.
- Aluwé, M., Bekaert, K., Tuytens, F., Vanhaecke, L., De Smet, S., De Brabander, H., De Brabander, D., Millet, S. 2011. Influence of soiling on boar taint in boars. *Meat Science*, **87**(3), 175-179.
- Bjerg, B. 2016. CFD prediction of the effective temperature in the laying area of pig pens with partly solid floor. *CIGR-AgEng conference, June 26 - 29 2016, Aarhus Denmark*.
- Bondt, N., Van den Elzen, D., Hoste, R., Van Wagenberg, C., Vermeij, I., Van der Fels, B. 2004. Terugdringen van slachtafwijkingen in de varkensketen. Landbouw Economisch Instituut (LEI).
- EU. 2017. Air Quality Standards, (Ed.) <http://ec.europa.eu/environment/air/quality/standards.htm>, Vol. 2018.
- Huynh, T.T.T., Aarnink, A.J.A., Gerrits, W.J.J., Heetkamp, M.J.H., Canh, T.T., Spoolder, H.A.M., Verstegen, M.W.A., Kemp, B. 2005. Thermal behaviour of growing pigs in response to high ambient temperature and humidity. *Applied Animal Behaviour Science*, **91**, 1-16.
- Huynh, T.T.T., Aarnink, A.J.A., Verstegen, M.W.A., Gerrits, W.J.J., Heetkamp, M.J.H., Kemp, B. 2004. Pigs' physiological responses at different relative humidities and increasing temperatures. *2004 ASAE/CSAE Annual International Meeting*, Ottawa, Ontario, Canada. ASAE, St. Joseph Mich. pp. 1-14.
- Mosquera, J., Hol, J.M.G., Winkel, A., Lovink, E., Ogink, N.W.M., Aarnink, A.J.A. 2011a. Fijnstofemissie uit stallen: vleesvarkens. Livestock Research, Rapport 292, herziene versie. Rapport 292, herziene versie.
- Mosquera, J., Hol, J.M.G., Winkel, A., Nijeboer, G.M., Ogink, N.W.M., Aarnink, A.J.A. 2011b. Fijnstofemissie uit stallen: dragende zeugen. Livestock Research, Rapport 294, herziene versie. Rapport 292, herziene versie.
- Preller, L. 1995. Respiratory health effects of pig farmers. Assessment of exposure and epidemiological studies of risk factors. *PhD-thesis Agricultural University Wageningen*, 1995: 173 pp.
- Preller, L., Heederik, D., Boleij, J.S.M., Vogelzang, P.F.J., Tielen, M.J.M. 1995. Lung function and chronic respiratory symptoms of pig farmers: focus on exposure to endotoxins and ammonia and use of disinfectants. *Occupational and Environmental Medicine* **52**: 654-660.
- Preller, L., Vogelzang, P. 1993. Gezondheid varkenshouder aan risico's blootgesteld! *Rapport 93.001, Stichting Gezondheidsdienst voor dieren in Zuid-Nederland*.
- Randall, J.M., Armsby, A.W., Sharp, J.R. 1983. Cooling gradients across pens in a finishing piggery. II. Effects on excretory behaviour. *J. Agric. Engng Res.* **28**, p. 247-259.
- Renaudeau, D., Gourdière, J.-L., St-Pierre, N. 2011. A meta-analysis of the effects of high ambient temperature on growth performance of growing-finishing pigs. *Journal of Animal Science*, **89**(7), 2220-2230.
- Van Der Peet, G.F.V., Verstegen, M.W.A., Koops, W.J. 1987. A Formula to Describe the Relation between Heat Production at Thermoneutral as well as below Thermoneutral Temperatures Simultaneously. in: *Energy Metabolism in Farm Animals: Effects of housing, stress and disease*, (Eds.) M.W.A. Verstegen, A.M. Henken, Springer Netherlands. Dordrecht, pp. 150-163.
- Van der Peet Schwering, C.M.C. 2005. Pleuritis op vleesvarkensbedrijven. Animal Sciences Group, Divisie Veehouderij.
- van Rennings, L., von Münchhausen, C., Ottilie, H., Hartmann, M., Merle, R., Honscha, W., Käsbohrer, A., Kreienbrock, L. 2015. Cross-sectional study on antibiotic usage in pigs in Germany. *PLoS One*, **10**(3), e0119114.
- Verhagen, J.M.F.W.v.d.H., Verstegen, M.W.A. 1989. Metabolic rate in young pigs as affected by climatic conditions; cold and/or draught. *Proceedings of the IIth symposium, Lunteren, Netherland, EAAP-publication no. 43*, p. 259-262.
- Vermeer, H., Hopster, H. 2017. Signaalindicatoren bij handhaving van "Open Normen" voor dierenwelzijn. Wageningen Livestock Research, Rapport 1017.
- Verstegen, M., Hel, W. 1976. Energy balances in groups of pigs in relation to air velocity and ambient temperature. *Eur. Ass. Anim. Prod. Publ. No. 19*.
- Verstegen, M.W.A. 1971. Influence of environmental temperature on energy metabolism of growing pigs housed individually and in groups. *Mededelingen Landbouwhogeschool Wageningen* **71-1**.
- Vogelzang, P. 1999. Airway disease and risk factors in pig farmers. *PhD-thesis Medical Science, Catholic University Nijmegen, The Netherlands*, 135 pp.
- Vogelzang, P.F., van der Gulden, J.W., Folgering, H., van Schayck, C.P. 1999. Organic dust toxic syndrome in swine confinement farming. *American Journal of Industrial Medicine*, **35**(4), 332-334.
- Winkel, A., Mosquera, J., Hol, J.M.G., Van Hattum, T.G., Lovink, E., Ogink, N.W.M., Aarnink, A.J.A. 2011. Fijnstofemissie uit stallen: biggen. Livestock Research, Rapport 293, herziene versie. Rapport 292, herziene versie.

Bijlage 3: uitgebreid meerjarig werkplan

Doelstelling	Activiteiten	Resultaten	Planning
1. Schonere lucht in varkensstallen			
Ventilatie op maat	Ontwikkelen van technieken om voor te verwarmen (zonder gebruik van fossiele brandstof), zodat er harder geventileerd kan worden. Ontwerpen 2 technieken om voor te verwarmen. Modelleren, bouwen, meten en valideren.		2019-2020
	Micro- (verwarmen en koelen) en macroklimaat voor varkens verbeteren, bijvoorbeeld door gescheiden klimaatzones voor slapen en activiteit te ontwikkelen.	2 nieuwe 'voorwarm' technieken	
	Huidige regeltechnieken en klimaatinstellingen ontwikkelen naar nieuwe inzichten/ technieken. Modelberekeningen en validatie op praktijkbedrijven.	Nieuwe adviezen ten aanzien van klimaatregeling (elke stal is uniek)	
	Ontwikkelen nieuwe meetmethoden en regeltechnieken. Inzet is om door middel van sensoren die gericht zijn op temperatuur, luchtvochtigheid, stof, NH3, CO2 en methaan de klimaatinstellingen per afdeling te bepalen (elke stal is uniek).	Nieuwe producten voor integrale klimaatregeling (op basis van streefwaardes)	
Aanpak emissies aan de bron	Ontwerpen 4 technieken om emissies, integraal, aan de bron (met name vanaf de vloer) te reduceren in bestaande stallen		
	Praktijkproeven en metingen met kansrijke maatregelen	4 praktijkoplossingen voor bestaande stallen	2019-2022
	Modelleren 'stal van de toekomst' als oplossing voor nieuwbouw	Ontwerp 'stal van de toekomst' met goed klimaat voor mens en dier	2019

Tegen de uitspraak van TKI Agri&Food over de beoordeling van de PPS-aanvraag is geen beroep mogelijk; met het indienen van deze aanvraag accepteert u dit.

Ontwikkelen nieuwe meetmethoden en regeltechnieken. Sensoren die gericht zijn op temperatuur, luchtvochtigheid, stof, CO2 en methaan. (zie ook 'ventilatie op maat')

2. Het hele jaar rond varkens houden binnen de thermocomfort zone

Luchtcirculatie, koeling en verwarming	Ontwerpen, bouwen fine tunen en valideren van eenvoudige technieken of combinaties van technieken voor beperken van discomform door warmte en hittestress. Voorebeelden: luchtcirculatie en koeling (douche). Praktijkproeven en metingen met kansrijke maatregelen	2 of 3 praktijkoplossingen voor bestaande stallen	2019-2022
--	--	---	-----------

3. Monitoring van luchtkwaliteit en temperatuur, inclusief alarmering

Meten, data verzamelen en toepassen	Proeven met sensoren die gericht zijn op temperatuur, luchtvochtigheid, stof, CO2 en methaan. (zie ook 'ventilatie op maat')		2019-2022
	Meetprotocollen opstellen	Meetprotocol voor verschillende parameters	
	Meten en data verzamelen op varkensbedrijven		
	Doorontwikkelen toepassing van data	Dashboard en alarmering voor klimaat in de stal	2020-2022

4. In beeld brengen van effecten van maatregelen

Neveneffecten van maatregelen	Doorrekenen van maatregelen (zie subdoelstelling 1 en 2) op economie, productie, welzijn (oa bijtgedrag), gezondheid en slachtafwijkingen/ -kwaliteit. Combineren van data uit verschillende ketenschakels.	Effecten van maatregelen in beeld (vewerkt in factsheet)	2019-2022
-------------------------------	---	--	-----------

5. Kennisdoorstroming richting varkenshouders, medewerkers en onderwijs

Bewustwording, kennisdoorstroming en toepassing	Klimaat-kennisdag 'Klimaat in de varkensstal'. Interactieve dag voor alle varkenshouders, gericht op bewustwording belang van goed klimaat, actuele kennis delen en sparren over mogelijke maatregelen.	1 Klimaat-kennisdag	2019
---	---	---------------------	------

Tegen de uitspraak van TKI Agri&Food over de beoordeling van de PPS-aanvraag is geen beroep mogelijk; met het indienen van deze aanvraag accepteert u dit.

	Ontwikkelen van factsheets over kansrijke maatregelen (incl. doorrekening)	10 Factsheets over kansrijke maatregelen en technieken	2019-2022
	Ontwikkelen e-book 'Gezond klimaat voor mens en dier'	E-book	2020-2022
6. Communicatie			
Informeren stakeholders en maatschappij	Kennisdoorstroming via communicatiekanalen van partners: nieuwsberichten, factsheets, foto/video rapportages	Artikelen op websites en in bladen	2019-2022
	Content voor website www.vitalevarkens.nl	Artikelen op de website	

De Stuurgroep monitort het proces en bouwt go/ no go momenten in. Zij bepalen welke innovaties verder uitgewerkt worden en welke geen doorgang vinden. Hiervoor worden criteria opgesteld. Elk projectjaar wordt een werkplan opgesteld om focus aan te brengen.