

Programmeringsstudie Duurzame Veehouderij

Geert van der Peet, Ine van der Fels, Joan Reijs en Annemarie Rebel

Inhoud

Programmeringsstudie Duurzame Veehouderij	1
1. Inleiding	2
2. Maatschappelijke opgave.....	2
3. Lopend onderzoek.....	4
3.1 Verbeteren gezondheid en welzijn dieren	5
3.1.1 Weerbare dieren	5
3.1.2 Ontwikkeling best practices op bedrijfsniveau	5
3.2 Integrale verduurzaming veehouderij.....	6
3.2.1 Ontwikkeling ideale stalsysteem	6
3.2.2 Ontwikkeling verbeterd dierwelzijn op transport.....	6
3.2.3 Ontwikkeling methoden zuivering voor medicijnen, antibiotica etc.....	6
3.2.4 Ontwikkeling preventiestrategieën voor infecties (NCOH)	6
3.3 Emissiereductie methaan en lachgas door de veehouderij	6
3.3.1 Emissiereductie door pens- en darmfermentatie	7
3.3.2 Emissiereductie uit stal, opslag en verwerking	7
3.4 Voedselveiligheid	7
3.4.1 Systemen voor vroege signalering en afwenteling van voedselveiligheidsgevaren en systemen voor preventie, verbetering en borging	7
3.4.2 On-site detectie pathogenen en contaminanten.....	7
3.4.3 Alternatieven voor dierproeven.....	7
4. Witte vlekken	8
5. Mogelijke consortia en financiering.....	14
6. Programmeringsadvies.....	15
Bijlage 1: Lopend en recent afgesloten onderzoek.....	17
Bijlage 2: Sleuteltechnologieën	21
Bijlage 3: Betrokken en geraadpleegde personen	23

1. Inleiding

Duurzame Veehouderij komt terug in drie van de zes missies binnen het thema Landbouw, Water en Voedsel. Dit betreft missie A Kringlooplandbouw, missie B Klimaatneutrale landbouw en voedselproductie en missie D Gewaardeerd, gezond en veilig voedsel. LNV heeft Wageningen University and Research de opdracht gegeven een programmeringsstudie uit te voeren waarbij deze programmeringsstudie Duurzame veehouderij is afgebakend naar missie B, onderdeel Duurzame Veehouderij en missie D onderdeel Veilige voeding met een One Health aanpak; dus inclusief voedselveiligheid.

De studie is uitgevoerd met onderzoekers binnen WUR en de analyse van de studie is uitgevoerd met onderzoekers, in een workshop met stakeholders van overheid en bedrijfsleven, de werkgroep Kennis en Innovatie van de Klimaattafel en bilateraal met per sector één vertegenwoordigers van Zuivel, varkens en pluimvee. In Bijlage 3 staan de betrokkenen weergegeven.

Voor de Versnellingsagenda Verduurzaming Veehouderij wordt momenteel vanuit de sectoren in overleg met LNV een toekomst ambitie/perspectief geformuleerd inclusief een kennis en innovatiebehoefte. Deze kennis en innovatiebehoefte zal later in dit document verwerkt moeten worden.

2. Maatschappelijke opgave

Missie:

In 2030 produceert de veehouderij gezond, veilig en duurzaam voedsel en verdienen ketenpartners, inclusief de veehouders, een eerlijke prijs. In 2050 is het systeem van landbouw en natuur netto klimaatneutraal.

Deze missie vertaalt zich naar de volgende ambities:

1. Optimale diergezondheid en dierenwelzijn

Optimale diergezondheid en dierenwelzijn vraagt een aanpak waarbij het systeem zelf versturende invloeden van buiten kan opvangen. Het aanpassen van het management aan de behoefte van het dier, verminderen van sterfte van jonge dieren, terugdringen van ingrepen, structurele medicatie en antibioticagebruik en beperking en/of verbetering van diertransport zijn onderdeel hiervan.

2. Integrale verduurzaming van de veehouderij

Integrale verduurzaming van de veehouderij vraagt het ontwikkelen en faciliteren van integraal duurzame houderijsystemen (breder dus dan stalsystemen) die positief bijdragen aan alle facetten van kringlooplandbouw. Behalve optimalisatie van diergezondheid en dierenwelzijn betreft dit ook het verbeteren van het leefklimaat voor mens en dier, bijdragen aan het sluiten van kringlopen en biodiversiteitsherstel, verminderen van emissies van broeikasgassen, ammoniak, geur en fijnstof en verontreiniging van bodem, oppervlakte- en grondwater. Ook is er nadrukkelijk aandacht voor het verdienmodel van primaire ondernemers en de sturingsinstrumenten die daarvoor nodig zijn.

Voorgaande betekent dat er een duidelijke link is met missie A (brongerichte aanpak, invulling kringlooplandbouw) en missie B (vermindering emissies door stalaanpassing, uit mestopslag als ook via de pens van herkauwers in relatie met diergezondheid en –welzijn).

Voor mestopslag gaat het om verbinding tussen emissiebeperking aan de bron (o.a. scheiden van urine en vast) frequente ontmesting en opslag en verwerking in gesloten mestverwerkingsketen.

3. Emissiereductie methaan en lachgas door de veehouderij

Emissiereductie methaan en lachgas door de veehouderij vraagt een aanpak waarbij de dieren minder methaan uitstoten en ervoor gezorgd wordt dat de emissie uit de mest wordt verlaagd. Concreet betreft dit reductie van methaanemissie door pens- en darmfermentatie of het nivelleren van de effecten ervan. Voorts aanpak van de

belangrijke bron van broeikasgassen zijnde de stalsystemen en mestopslag (zowel bij de boer als bij opslagen in het veld).

4. Betere beheersing van voedselveiligheidsrisico's

Via transparantie over samenstelling van producten, verminderen van de humane ziektelast veroorzaakt door voedsel gerelateerde ziekteverwekkers (zoönosen), realisatie van een effectief signalerings- en bestrijdingssysteem voor nieuwe en opkomende voedsel veiligheidsgevaaren (bv. gerelateerde ziekteverwekkers en ongewenste verontreinigingen).

Behorend bij deze ambities zijn de innovatie opgaven voor een duurzame Veehouderij de ontwikkeling van kennis, concepten, ondersteunende technologie en maximale implementatie in de praktijk (van reeds bestaande technieken) voor vier deelprogramma's:

1. **Verbetering gezondheid en welzijn dieren**

- a. Signalering en detectie: ontwikkelen van systemen voor vroegtijdige signalering van ziekteverwekkers en diergezondheid.
- b. Weerbaarheid en preventie: ontwikkelen van weerbare dieren (genotypen, locatie etc.), preventiestrategieën voor infectieziekten en het ontwikkelen van best practices (o.a. gericht op reductie Antibiotica gebruik, voorkomen ziekte uitbraken, vermindering sterfte van m.n. jonge dieren en ingrepen) voor diergezondheid en dierenwelzijn op bedrijven en bij transport.

2. **Integrale verduurzaming veehouderij**

- a. Ontwikkelen van integraal duurzame stal- en houderijsystemen en best practices voor integraal duurzame bedrijfsvoering in de veehouderij. Integraal is hier bedoeld als alle voor veehouderij relevante duurzaamheidsthema's/indicatoren in samenhang met elkaar bekijken, daar een goede balans in vinden zonder dat er (negatieve) afwenteling plaatsvindt. Voor een brede adoptie is beslissingsondersteunende informatievoorziening naar primaire ondernemers cruciaal evenals het helder onderbouwen van het verdienmodel en de daarvoor benodigde sturingsinstrumenten (incentives).

3. **Emissiereductie methaan en lachgas door de veehouderij**

- a. Voor de korte termijn maximale implementatie in de praktijk van de huidige technische mogelijkheden om de emissiereductie door pens- en darmfermentatie te realiseren. Dit door toepassing voeradditieven en kennis en innovatie die bijdragen aan verminderen van de emissies van koeien, andere herkauwers en van eenmagigen, inclusief de emissies van hobbymatig gehouden dieren zoals schapen en paarden.
Voor de lange termijn fundamenteel onderzoek gericht op hoe methaanvorming in de pens voorkomen kan worden, hoe emissies van andere herkauwers en eenmagigen verminderd kan worden, hoe fokkerij bijdraagt aan reductie van methaanuitstoot, doorbraak in ontwikkeling van additieven en krachtvoersamenstelling, verbetering van ruwvoer en krachtvoer kwaliteit zonder afwenteling op andere thema's.
- b. Voor de korte termijn maximale implementatie in de praktijk van de huidige technische mogelijkheden om de emissiereductie uit stal, opslag en verwerking te realiseren. Dit door brongerichte aanpak van nieuwe stal-/mestsystemen. Wat zijn mogelijkheden voor toepassing van een brongerichte aanpak in bestaande stallen? Hoe komen tot verwaarding en nieuwe productie van mestproducten uit nageschakelde technieken (verder de keten in). Lange termijn onderzoek richt zich op doorbraken voor reductie van emissies in open stalsystemen, fundamenteel onderzoek naar concentreren en afvangen van methaan uit stallucht, en een

integrale aanpak met technische doorbraken in de gehele mestketen voor sterk gereduceerde emissies van lachgas en ammoniak bij de opslag, verwerking en aanwending van circulaire meststoffen.

4. Voedselveiligheid

- a. Signalering en detectie: Systemen voor vroegtijdige signalering van het optreden van voedselveiligheidsgevaren inclusief de afwending van deze gevaren.
- b. Wegnemen voedselveiligheidsrisico's in een circulair voedselsysteem: Food safety als onderdeel van het food system (relatie met duurzaamheid, kringlooplandbouw, global one health etc. en daarmee borging van de integraliteit).

3. Lopend onderzoek

Duurzame Veehouderij kent een lange geschiedenis van onderzoek en kennis ontwikkeling. Tegelijkertijd staat de veehouderij voor een transitie naar duurzaamheid en is er vraag naar nieuwe kennis.

Dit hoofdstuk beschrijft voor de deelprogramma's die we onderscheiden op hoofdlijnen wat aan onderzoek loopt. Daarbij is uitgegaan van de deelprogramma's zoals die geordend zijn volgens het raster van de MMIP's binnen missie B2 en D3. Dit betreft:

1. Verbeteren gezondheid en welzijn dieren
 - a. Weerbare dieren
 - b. Ontwikkeling best practices op bedrijfsniveau
2. Integrale verduurzaming veehouderij
 - a. Ontwikkeling ideale stalsysteem
 - b. Ontwikkeling verbeterd dierwelzijn op transport
 - c. Ontwikkeling methoden zuivering voor medicijnen, antibiotica etc.
 - d. Ontwikkeling preventiestrategieën voor infecties (NCOH)
3. Emissiereductie methaan en lachgas door de veehouderij
 - a. Emissiereductie door pens- en darmfermentatie
 - b. Emissiereductie uit stal, opslag en verwerking
4. Voedselveiligheid
 - a. Systemen voor vroege signalering en afwenteling van voedselveiligheidsgevaren en systemen voor preventie, verbetering en borging
 - b. On-site detectie pathogenen en contaminanten
 - c. Alternatieven voor dierproeven

In de bijlage is in tabel 1 een uitgebreid overzicht weergegeven van recent afgesloten en lopend onderzoek. Meer informatie over de betreffende onderzoeken is voor het door Wageningen uitgevoerde onderzoek te vinden op [KennisOnline](#).

Onderzoek van bedrijfsleven/ individuele bedrijven is veelal niet bekend en niet opgenomen in de tabel. Denk hierbij aan programma's van bedrijfsleven zoals continue monitoring van diergezondheid; verstrekken van duurzaamheidskengetallen aan de veehouder ten behoeve van managementinformatie etc.

Hierna is per deelprogramma een korte uitwerking gegeven van lopend of recent uitgevoerd onderzoek.

3.1 Verbeteren gezondheid en welzijn dieren

3.1.1 Weerbare dieren

Van oudsher ligt in onderzoek en praktijk veel nadruk op het nauwkeurig controleren van de omstandigheden waaronder productiedieren gehouden worden en het buiten houden van bedreigingen die de productie negatief beïnvloeden. Deze aanpak gericht op het verminderen van de *draaglast* van dieren is succesvol geweest, maar leunde zwaar op maatregelen om infecties buiten te houden (via strikte biosecurity) of om dieren te behandelen met antibiotica, en op een symptomatische aanpak van gedragsproblemen (denk aan staart couperen ter vermindering van staartbijten bij varkens of pikgedrag bij hebbes). Een alternatief voor dit “controlemodel” is het ontwikkelen van een systeem dat de (intrinsieke) *draagkracht* van het dier stimuleert/vergroet en beter benut, waardoor de afhankelijkheid van de controle afneemt. Deze onderzoeksrichting wordt ‘Resilience thinking’ of ‘Veerkracht denken’ genoemd.

Er is in de kennisontwikkeling hierover afgelopen jaren geïnvesteerd vanuit de Kennisbasis als ook vanuit de EU waarmee een basis is gelegd voor het versterken van weerbare dieren. Tegelijkertijd staat de aanpak nog in de kinderschoenen en vraagt het een transitie in denken: van verminderen van de *draaglast* van het dier naar vergroten van de *draagkracht* van het dier.

Vanuit de topsector loopt momenteel eerste onderzoek gericht op weerbare dieren en vergroten van de draagkracht van het dier: generiek vanuit de fokkerij en specifiek voor voeding varkens, kalf bij de koe of biodiversiteit in de melkveehouderij.

3.1.2 Ontwikkeling best practices op bedrijfsniveau

Best practices op bedrijfsniveau voor diergezondheid richt zich op aspecten zoals reductie antibioticagebruik, verminderen en tegengaan van antimicrobiële resistentie, ziekte uitbraken en sterfte. Beleidsondersteunend onderzoek richt zich op de risico's op overdracht van resistentie-dragende bacteriën binnen de dierpopulatie en van de dierpopulatie naar de humane populatie. Uiteindelijk doel is te voorkomen dat de situatie met betrekking tot antimicrobiële resistentie verergert. Het onderzoek levert handvatten voor de praktijk om bijvoorbeeld door bepaalde managementmaatregelen gezondheidsrisico's te verminderen en eventueel alternatieve mogelijkheden te benutten. Een basis voor het uitvoeren van best practices op bedrijfsniveau.

De autoriteit Diergeneesmiddelen (SDA) heeft, mede met hulp van goede monitoring en surveillance, voor de implementatiefase en het realiseren van impact een belangrijke rol gespeeld en vervult deze rol nog steeds in het stimuleren en realiseren van best practices op bedrijfsniveau. Voor een belangrijk deel vindt publiek-privaat onderzoek diergezondheid in georganiseerd verband plaats binnen 1Health4Food.

Ten behoeve van best practices op bedrijfsniveau wordt ook onderzoek uitgevoerd om sterfte van jonge dieren te verminderen. Concreet voor kalveren en biggen, breed met de ontwikkeling van tools voor veehouders zoals gericht op kritische succesfactoren voor gezondheid (en welzijn). De sector zelf benut de onderzoekresultaten om achterblijvende bedrijven gericht te kunnen begeleiden (met de stoplichtmethode en begeleiding door dierenartsen) of om een risicobeoordeling op varkensbedrijven uit te voeren voor gezondheid en deze te borgen door inbouw in het private certificeringssysteem KKS-Holland varken.

3.2 Integrale verduurzaming veehouderij

3.2.1 Ontwikkeling ideale stalsysteem

Het ontwerpen van ideale stalsystemen in een decennium geleden vanuit de overheid als onderzoek uitgezet bij WUR resulterend in ontwerpen als Rondeel, Kracht voor koeien, Varkansen, Vooruit met de geit. Ondanks de integrale aanpak en het bewustzijn om afwenteling te voorkomen zijn er toch systeemfouten gemaakt zoals mestopslag onder de stal en end-of-pipe oplossingen voor het verminderen van emissies.

Lopend onderzoek richt zich nu vooral op deelaspecten zoals gezond klimaat voor dier, mens en omgeving, stalsysteem voor groepshuisvesting van zeugen met biggen.

3.2.2 Ontwikkeling verbeterd dierenwelzijn op transport

Onderzoek gericht op verbeterd dierenwelzijn op transport en doden is voor varkens, pluimvee en kalveren uitgevoerd in beleidsondersteunend onderzoek met name gericht inzicht ontwikkelen en op het opstellen van Richtlijnen door de overheid.

De sector heeft zelf onderzoek laten uitvoeren gericht op het borgen van welzijn tijdens transport en heeft veewagens hierop aangepast. Op dit moment loopt onderzoek in de topsector gericht op met sensoren meten van welzijn tijdens transport of mogelijkheden voor transport direct van melkveehouder naar kalverbedrijf.

3.2.3 Ontwikkeling methoden zuivering voor medicijnen, antibiotica etc.

Het onderwerp staat vanuit de veehouderij niet tot zeer beperkt op de agenda. Onderzoek dat plaatsvindt richt zich meer op initiatieven vanuit de rioolwater zuivering; en niet op aanpak bij de bron op het veehouderijbedrijf. In 2019 is een eerste proposal ingediend bij de topsectoren om voor pluimvee de risico's voor belasting van medicijnen voor grond en oppervlakte water in kaart te brengen. Het is niet zeker of dit onderzoek ook zal doorgaan.

3.2.4 Ontwikkeling preventiestrategieën voor infecties (NCOH)

Dit onderzoek heeft blijvend grote aandacht op alle niveaus: NWO, EU, BO en topsectoren. De NCOH richt zich op een integrale benadering om het risico op infectieuze ziektes aan te pakken.

Er wordt fundamenteel onderzoek uitgevoerd vanuit NWO, ZONMW en EU gericht op genetica, voeding en gezondheid landbouwhuisdieren; ontwikkeling van early warning systemen voor nieuwe Anti Microbiële Resistentie (AMR) en de aanpak van AMR. De topsectoren richt zich op aanpak van specifieke risico's voor ziektes zoals coccidiose, streptococci bij dieren; maar ook Q-koorts door emissies vanuit de geitenhouderij naar de omgeving. Ook onderzoek om stressmomenten te verminderen (zoals bij spenen van biggen ('biggen in transitie')) wordt als preventie strategie uitgevoerd.

3.3 Emissiereductie methaan en lachgas door de veehouderij

Met het klimaat akkoord heeft dit onderzoek afgelopen jaren eerste invulling gekregen. Vanuit de klimaatenvolpe wordt nu met name onderzoek uitgevoerd gericht op het monitoren van emissies van GreenHouse Gases bij verschillende houderijsystemen.

3.3.1 Emissiereductie door pens- en darmfermentatie

Bij het omzetten van voer in met name de pens van de koe vindt methaanvorming plaats. Onderzoek naar emissiereductie vindt plaats gericht op perspectief van voeradditieven, rantsoenwijziging (zoals voeren van wieren) of wijziging binnen de grondstoffen (soort gras, beweidingsstrategie).

3.3.2 Emissiereductie uit stal, opslag en verwerking

Uit mest komt methaan vrij. Door in te zetten op dagontmesting, mestscheiding (urine/dunne fractie, vaste mest) en nageschakelde technieken is op termijn verregaande reductie richting '0-emissie' mogelijk. Het betreft met name nog beleidsondersteunend onderzoek dat zich hierop richt. In 2019 zijn eerste preproposals ingediend gericht op de aanpak bij de bron (mest snel de stal uit).

3.4 Voedselveiligheid

3.4.1 Systemen voor vroege signalering en afwenteling van voedselveiligheidsgevaaren en systemen voor preventie, verbetering en borging

Voor het goed kunnen borgen van de veiligheid van diervoeder en voedsel is een benadering van preventie en controle in de hele productieketen, in plaats van eindproduct controle, noodzakelijk. Dit is dan ook de benadering die toegepast wordt in de dierlijke en plantaardige productieketens. Het belang (en de noodzaak) van het borgen van de voedselveiligheid in de diervoeder en primaire plantaardige sector neemt ook steeds verder toe. Een pro-actieve benadering, gericht op het vroegtijdig oppikken van signalen van een mogelijk afwijkende veiligheid in combinatie met maatregelen voor mitigatie is hierbij van belang. Hoe eerder signalen opgepikt kunnen worden met betrekking tot factoren die de veiligheid (negatief kunnen) beïnvloeden, hoe meer mogelijkheden er zijn deze gevaren af te wenden en incidenten of overschrijdingen te voorkomen.

Kennisontwikkeling over de opzet van dergelijke proactieve systemen voor vroegtijdige signalering is in gang gezet, alhoewel nog in de kinderschoenen, en dient verder te worden uitgebouwd om uiteindelijk te komen tot daadwerkelijke systemen die in de praktijk zijn geïmplementeerd en worden gebruikt.

3.4.2 On-site detectie pathogenen en contaminanten

Voor analyses van monsters op de aanwezigheid van microbiologische en chemische gevaren worden nu vaak gevoelige maar ook arbeidsintensieve en dure methoden gebruikt, die in een laboratorium omgeving geplaatst zijn. Daarnaast zijn snellere, goedkopere analytische methoden, zoals dipsticks en ELISA, op de markt. Met dergelijke methoden kan winst behaald worden in tijd en kosten omdat op locatie een snelle voorscreening kan worden gedaan en alleen verdachte monsters worden onderworpen aan een uitgebreider laboratorium onderzoek.

Onderzoek is in gang gezet naar nog snellere en kleinere analytische technieken, op chip niveau, die inline, online of on-site gebruikt kunnen worden. Verdere ontwikkeling en vervolgens implementatie levert niet alleen veel tijdswinst ook maar ook een winst van resources, zowel bij bedrijfsleven als overheid. Een uitdaging hierbij is niet alleen de techniek maar ook te voldoen aan de benodigde sensitiviteit en specificiteit van de methoden.

3.4.3 Alternatieven voor dierproeven

Als onderdeel van toxicologische onderzoek worden tot op heden vaak ratten en muizen gebruikt. Onderzoek naar de ontwikkeling naar alternatieven voor dierproeven, met behulp van in-vitro methoden en in silico modellen, is in gang gezet. Eerste assays en resultaten zijn beschikbaar voor specifieke toxicologische

eindpunten, maar er dient nog veel ontwikkeling, validatie en toetsing plaats te vinden voordat de dierproeven integraal vervangen kunnen worden.

4. Witte vlekken

In dit hoofdstuk zijn in tabel 1 de witte vlekken met kennis en innovatieopgaven weergegeven voor de veehouderij deelprogramma's van missie D en missie B en in de bijlage 2 voor Sleuteltechnologieën Biotechnologie en Veredeling in relatie tot de Missies – Dier. De witte vlekken in tabel 1 zijn geïdentificeerd via analyse door onderzoekers: wat staat in de oorspronkelijke missieteksten aan opgaven, mist hier nog iets? wat loopt aan onderzoek en wat zijn dan de witte vlekken. Het resultaat van deze analyse is getoetst in een workshop met stakeholders van overheid en bedrijfsleven op dinsdag 14 mei. Het resultaat van deze workshop is verwerkt en opnieuw getoetst bij betrokken beleidsmedewerkers van LNV en bedrijfsleven (Zuivel, varkens en pluimvee).

Tabel1. Kennis- en innovatieopgaven (witte vlekken); Deelprogramma's en fasering innovatietraject MMIP

Onderwerp	Onderzoeksfase TRL 1-3 (NWO, KNAW, EU, Kennis-basis, strategische middelen etc.)	Ontwikkelfase TRL 4-6 (toegepast onderzoek, beleidsondersteunend onderzoek)	Demonstratiefase TRL 7-9 (MIT, POP, fieldlabs, etc.)	Implementatie-fase (subsidies, investeringen, regelgeving, kennis-verspreiding, netwerken, campagnes etc.)
D2 Verbetering gezondheid en welzijn dieren – A. Signalering en detectie				
1. Ontwikkeling signalerings-systemen in veehouderij om ziekteverwekkers of risico's te signaleren (incl. OneHealth)	Fundamentele kennis ontwikkeling van een generieke detectie van veranderende omstandigheden die via ziekten of aandoeningen leiden tot inzet van antibiotica (en daarmee kans op antibiotica-resistentie vergroten). Ontwikkeling van biomarkers en sensoren (fysisch, chemisch, microbiologisch) voor het monitoren van welzijn, acute en cumulatieve stress, tijdens productie en transport Ontwikkeling kennis om via dier gerichte aanpak emissies zoals endotoxine en methaan te reduceren	Ontwikkeling van detectie van ziekteverwekkers voor de humane gezondheid in de omgeving van veehouderijbedrijven Toepassingsgerichte ontwikkeling van een generieke detectie van veranderende omstandigheden die via ziekten of aandoeningen leiden tot inzet van antibiotica (en daarmee kans op antibioticaresistentie vergroten)	Demonstratie van detectietechnieken op ziekteverwekkers, bijvoorbeeld via sensoren Demonstratie van op toepassing gerichte generieke detectie van veranderende omstandigheden die via ziekten of aandoeningen leiden tot inzet van antibiotica (en daarmee kans op antibioticaresistentie vergroten)	Inrichten transparante dierlijke productieketens (continue monitoring dierwelzijnsparementen, medicijn gebruik, emissies). Implementatie van generieke detectie van veranderende omstandigheden die via ziekten of aandoeningen leiden tot inzet van antibiotica Benchmarken van bedrijven met vergelijkbare bedrijfsvoering. kennisverspreiding en netwerken van veehouders onderling
D2 Verbetering gezondheid en welzijn dieren – B. Weerbaarheid en preventie				
2. Weerbare dieren (genotypen, locatie etc.)	Ontwikkeling van een robuust systeem dat voor een betere diergezondheid, dierenwelzijn en humane gezondheid zelf versturende invloeden van buiten kan opvangen en niet alleen voortbouwt op kleine aanpassingen	Ontwikkeling van meer weerbare dieren Ontwikkeling van tools om resilience/weerbaarheid non-invasief te kunnen meten (zonder ingrepen aan het dier) Uitwerking van de ethische discussie over weerbare dieren (veerkracht, genetische mogelijkheden en maatschappelijk geaccepteerd) Omdenken naar dieren die kunnen omgaan met een verstoring ipv het weghalen van een verstoring	Demonstratie van verbetering van de weerbaarheid en de betekenis ervan voor gezondheid, welzijn en financiële resultaten voor de boer Demonstratie dat verbetering in weerbaarheid voor verschillende endemische pathogenen generiek is	

	<ul style="list-style-type: none"> - Fundamentele kennisontwikkeling gericht op weerbaarheid in transitieperiodes zoals uit het ei komen, spenen, voerovergangen, transport. - Fundamentele kennisontwikkeling over transgenerationale overdracht en stimulering van weerbaarheid (epigenetica) - Ontwikkeling van generieke detectie/kwantificering voor gezondheid en voor goed (positief) welzijn 	<ul style="list-style-type: none"> - Behoud van diergezondheid in een kringlooplandbouw: Kunnen dieren die generaties gefokt zijn op hoge productie omschakelen op reststromen, biodivers voedsel etc. 		
3. Ontwikkeling best practices op bedrijfsniveau (o.a. gericht op reductie AB gebruik, uitbraken en sterfte)	<ul style="list-style-type: none"> - Ontwikkelen en opzetten van een diagnostiek gericht op biomarkers i.p.v. ziekteverwekkers als indicatie van de gezondheid van het dier - Nieuw te ontwikkelen niet invasieve detectie methode geschikt om voor o.a. kip en varken gezondheid en ziekte te kunnen meten (visionen audio) - Sensoren die biomarkers voor gezondheid en welzijn kunnen meten 	<ul style="list-style-type: none"> - Aanpakken zoönosen en antibiotica resistentie in een One Health-benadering - Ontwikkeling kennisdeling dierenarts – humane arts - Onderzoek gericht op meer gezonde dieren, vroege signalering via diergezondheids parameters en ‘smart and healthy farming’ waarmee ziekte bij mens door dieren wordt verminderd/ voorkomen - Slimmer gebruik maken van bestaande data ten behoeve van detectie en besluitvorming door de veehouder 	<ul style="list-style-type: none"> - Ontwikkeling en implementatie van bioveiligheid op bedrijven: voor mens en dier. Van belang is niet alleen de buur en burger maar vooral ook de gezondheid van de veehouder en zijn medewerkers 	<ul style="list-style-type: none"> - Implementatie van risico-analyse diergezondheid en – welzijn in borgingssystemen veehouderij - Implementatie ‘robuuste en gezonde varkens in een diervriendelijke varkenshouderij’ (Coalitie Vitale Varkenshouderij) - Kennisverspreiding best practices vanuit de motivatie voor de veehouder - kennisverspreiding en netwerken van veehouders onderling
4. Ontwikkeling preventiestrategieën voor infecties (NCOH)	<ul style="list-style-type: none"> - Ontwikkeling van op doorbraak gerichte, verbeterde detectiemethoden voor opkomende besmettelijke ziekte-uitbraken, inclusief ontwikkeling van strategieën ter preventie en bestrijding - Ontwikkeling van biomarkers voor gezondheid om zo, voordat pathogeen detectie mogelijk is, gezondheids veranderingen te kunnen meten - Integraal onderzoek waarbij stalsystemen weerbaarheid en preventie samenkomen. 	<ul style="list-style-type: none"> - Toepassingsgericht onderzoek naar voor in de praktijk implementeerbare detectietechnieken 		
5. Ontwikkeling verbeterd dierwelzijn op transport	<ul style="list-style-type: none"> - Scenariostudie gericht op transitie naar beperking diervervoer 	<ul style="list-style-type: none"> - Onderzoek gericht op beweging en transitie naar beperking van diervervoer, verbetering van condities tijdens transport (markt) mogelijkheden om op of dichterbij de productielocatie te slachten. 	<ul style="list-style-type: none"> - Demonstratie van nieuwe (sensor) technieken ten behoeve van een verbeterd welzijn tijdens transport 	

		Vervolgstudie naar slachtmogelijkheden op boerderijniveau		
D2 Verbetering gezondheid en welzijn dieren – C. Alternatieven voor dierproeven				
6. Alternatieven voor dierproeven	Ontwikkeling van stamcellen afgeleide organoïden en orgaan op een chipsysteem ter vervanging dierproeven.	Onderzoek naar gebruik van stamcellen afgeleide organoïden en orgaan op een chipsysteem ter vervanging dierproeven.	Validatie van deze alternatieven	Implementatie alternatieven voor proefdieren
D3 Integraal duurzame veehouderijsystemen				
7. Ontwikkeling integraal duurzame stalsystemen (voer, emissies, stalklimaat)	Op doorbraak gerichte ontwerpen van stalsystemen inclusief de houderij van het dier dat emissies reduceert met tevens positief resultaat op gezondheid en welzijn van het dier en maatschappij Voorkomen van uitscheiding emissies (minder en slimmer behandelen)	Ontwerp van integraal duurzame stalsystemen waarbij de huisvesting van dieren ruimte biedt aan hun natuurlijke gedrag i.c.m. een goede zorg vanuit hun specifieke behoeften. Onderzoek naar stalsystemen die bijdragen aan vermindering van de kans op stalbrand, het aantal dieren dat omkomt en het lijden (duur en omvang) Onderzoek naar duurzame behandeling van dieren (effect van afgezonderde dieren, mest van afgezonderde dieren etc) Probleemanalyse medicijnen in oppervlakte water (dier in relatie met humaan).	Demonstratie van deelontwerpen stalsystemen voor korte termijn toepassing in de praktijk Management-ondersteuning van veehouders bij keuzes voor een integraal duurzame stal: passend bij regio, ondernemer etc. Ruimere mogelijkheden voor proefstallen (met verminderde RAV beperkingen)	Instrumentarium gericht op versnelling van verduurzaming in integraal duurzame stalsystemen
8. Ontwikkeling van integraal duurzame houderijsystemen	Ontwerpen van innovatieve 'regeneratieve' bedrijfsconcepten voor dierlijke sectoren, rekening houdend met uitdagingen op gebied van diergezondheid, met dierenwelzijn conflicterende eisen, kringlooplandbouw, klimaat (mitigatie en adaptatie), biodiversiteit en energie.	Onderzoek naar verwachte effecten van regeneratieve bedrijfsconcepten. Ontwikkelen van modelinstrumentarium die effecten integraal te kunnen simuleren.	Met praktijk door ontwikkelen van innovaties uit praktijk en onderzoek. Sociaal-economisch onderzoek naar acceptatie nieuwe houderijsystemen bij veehouder en maatschappij Ontwerponderzoek tegenstellingen operationalisering transitie naar duurzaamheid	In regionale pilots stimuleren en opschalen van integraal duurzame bedrijfsconcepten. In dialoog /interactie met lokale stakeholders wegnemen van potentiële belemmeringen.
9. Informatie-voorziening integraal duurzame bedrijfsvoering		Definiëren van behapbare en robuuste set van indicatoren die integraal duurzame bedrijfsvoering in beeld brengt Definiëren integrale set best practices voor verschillende bedrijfstypes waarmee integrale duurzaamheidsdoelen gerealiseerd kunnen worden zonder afwenteling.	Ontwerpen van systemen die het mogelijk maken integrale duurzaamheidskengetallen als praktische managementinformatie voor veehouders beschikbaar komen.	Organiseren van data-uitwisseling met waarborg van privacy aspecten.
10. Verdienmodel en incentives		Onderbouwen van verwachte effecten van maatregelen/best practices op het verdienmodel van primaire ondernemers. Ontwerpen van instrumenten (zowel bij bedrijfsleven als overheden) waarmee duurzaamheidsmaatregelen effectief kunnen worden gestimuleerd zonder afwenteling.	Samen met de praktijk (overheden en bedrijfsleven) door ontwikkelen en toepassen van sturingsinstrumenten. Ontwikkelen van monitoring en evaluatie om instrumenten waar nodig te kunnen bijstellen	Toepassen van monitoring en evaluatie om instrumenten te evalueren en bij te stellen waar nodig.
B2 emissiereductie methaan en lachgas door de veehouderij				

<p>11. emissiereductie door pens- en darmfermentatie</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Onderzoek naar microbiomen met een fermentatie waarbij minder methaanvorming optreedt in de pens en dikke darm (eerst herkauwers en daarna eenmagigen). - Onderzoek naar alternatieve methoden en combinaties daarvan om methanogenese in de pens op procesniveau te remmen (beïnvloeden acetogenese, slimme additieven, vetten, industriële bijproducten, antilichamen). - Modellen voor/kwantificering van interacties tussen additieven onderling, additieven en rantsoen, van de variatie in de effectiviteit van additieven, en van de persistentie van/adaptatie aan additieven - Het effect van reststromen op de methaanemissie - Verkennen van mogelijkheden voor gewasveredeling om tot lagere methaanemissies te komen. 	<ul style="list-style-type: none"> - Onderzoek naar effecten van nieuwe additieven en kruiden (ikv natuurinclusief grasland) op de methanogenese processen in de pens - Onderzoek naar effect op methanogenese van nieuwe kandidaat-gewassen of veredelde gewassen voor de productie van ruwvoer en eiwit- of zetmeelrijke gewassen op het eigen bedrijf of in de omgeving, zowel voor herkauwers als eenmagigen (bv sorghum). - Onderzoek naar optimalisatie van huidig ruwvoer om lage methaanemissie te bewerkstelligen. - Onderzoek naar erfelijkheid van methaanvorming/voerefficiëntie in dikke darm van herkauwers en eenmagigen (paarden, varkens). - onderzoek naar effect van huidige praktijk en toekomstig natuurinclusief grasland op methanogenese. 	<ul style="list-style-type: none"> - State of the art study naar mogelijkheden en effect voeradditieven en het testen van kansrijke producten met oog voor dier en voedselveiligheid - Ontwikkelen van tools ter kwantificering van de reductie in methaan in combinatie met participatie van bedrijfsleven - Inpassing van het effect van additieven in de nationale Emissie Registratie inventarisatie van microbiom en het gebruik maken van de variatie in microbiom die gerelateerd is aan waterstofvorming in de pens en methaanemissie inventarisatie van mogelijkheden om genetisch te selecteren op dieren met lage methaanuitstoot - Beprijzingsconcepten in economische zin ontwikkelen 	<ul style="list-style-type: none"> - implementatie van goedgekeurde voeradditieven met oog voor de perceptie van sector en maatschappij - wat zijn de beste methoden om de huidige mogelijkheden geaccepteerd te krijgen? - advisering en implementatie van integraal optimaal natuurinclusief grasland - Opfok/management-historie tbv een lagere methaanemissie, en selectie van dieren met een lagere methaanemissie
<p>12. emissiereductie uit stal, opslag en verwerking</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Ontwikkeling hybride en modulaire stallen voor melkvee: open, maar met deels gesloten ligboxen om gecontroleerd lucht af te kunnen zuigen (geconcentreerd), met sensoren voor dierfuncties en luchtkwaliteit om op behoefte stalklimaat te reguleren en afgevoerde lucht te zuiveren. - Aanpasbaar om in te spelen op eisen van de tijd. - Onderzoek om op basis van sensortechnologie te komen tot het formuleren van doelvoorschriften ipv middelvoorschriften. 	<ul style="list-style-type: none"> - doorontwikkeling onderzoek naar mogelijkheden om methaan in stallucht te concentreren - Doorrekenen en vaststellen voor- en nadelen stalsystemen en nageschakelde technieken (vloertypes, aanzuren, koelen, bellenmixen, methaanoxidatie) of bij mestopslagen. - Onderzoek naar open stalsystemen met modulair ontwerp zodat snelle aanpassingen gedaan kunnen worden op basis van maatschappelijke wensen zoals milieu-eisen en dierenwelzijn (integraal duurzaam). - Ontwikkeling van stalsystemen gericht op intensieve diermonitoring van metabolisme en input-/output-/excretie-stromen, waarmee via verzorging en voeding optimaal op individuele diervariatie kan worden ingespeeld t.b.v. individuele gezondheid (productieve levensduur), welzijn, efficiëntie en op nutriëntenstromen - Onderzoek naar het toepassen van het kweken van insecten op mest in 	<ul style="list-style-type: none"> - Ombouw bestaande conventionele melkvee stallen naar stallen met lekdichte beloopbare vloeren en directe/frequente mestverwijdering naar gesloten mestopslag (onder stalvloer of extern) - Minimalisering van methaanvorming in opslag (door bv. grondkoeling /mechanische koeling, omzetting van resterende methaan-productie in headspace mestopslag naar CO2 via affakkelen/oxidatie) - maatregelen ter vermindering emissies potstallen en andere strooiselsystemen - Voorspellen van N en C verliezen op basis van verhoudingen tussen nutriënten in de mest (N/K, N/P, C/K, C/P) 	<ul style="list-style-type: none"> - Welke maatregelen zijn nodig om bestaande stallen met drijfmestkelders om te laten bouwen naar stallen met dagontmesting en mestscheiding? - Implementatie van integraal duurzame stalconcepten of modules van deze stalconcepten. - Implementatie van insectenweekmodules op stalniveau - Implementatie van methaanreducerende en/of methaanoxiderende technieken bij stallen en/of mestopslagen. - Realisatie gebruik mestproducten i.p.v. kunstmest?

		<ul style="list-style-type: none"> de praktijk om stalemissies te reduceren. Onderzoek naar mestverwaarding van verschillende meststromen, mestproducten en mestnutriënten (NPKC, maar ook ureum, humuszuren, micronutriënten) met oog voor bodem, natuur, vastlegging C 		
D1 Voedselveiligheid – Signalering en detectie				
13. Systemen voor vroege signalering en afwenteling van voedselveiligheidsgevaaren, en systemen voor preventie, verbetering en borging	<ul style="list-style-type: none"> Early warning / emerging risk identificatie en voorspellende systemen voor voedselveiligheidsgevaaren die gebruik kunnen maken van velerlei typen data (big data, incl imaging en satelliet data), op verschillende schaal nivo's. ICT (oa machine learning) voor opzet systemen. Sreeningsmethoden voor brede screening van voedselveiligheidsgevaaren voor detectie van emerging contaminanten Kennis species/stam diversiteit pathogenen in relatie tot overleving in de verdere dierlijke productieketen (<ul style="list-style-type: none"> Daadwerkelijke ontwikkeling early warning / emerging risk identificatie / voorspellende systemen voor voedselveiligheidsgevaaren voor de verschillende dierlijke systemen Effecten op voedselveiligheid van (nieuwe) processen en grondstoffen, en borging van de veiligheid Transmissie van gevaaren en pathogenen door de verdere dierlijke keten heen. Opzetten nieuw processen en antimicrobiële of mitigatie strategieën 	<ul style="list-style-type: none"> Testen en validatie van emerging risk en early warning systemen Pilot-scale testen van (nieuwe) mitigatie strategieën Testen en validatie van (nieuwe) processen en antimicrobiële of strategieën met relevante stammen van pathogenen en condities, en voor mitigatie strategieën van contaminanten in de dierlijke productie 	<ul style="list-style-type: none"> Genereren (loggen) van gebruikersdata. Omgaan (randvoorwaarden, regels oid) met privacy van data voor en van early warning /emerging risk identificatie systemen. Voorlichting bedrijven, handleidingen/adviezen beschikbaar maken, trainingen in gebruik Gestandaardiseerde protocollen voor validatie van nieuwe processen t.b.v. borging voedselveiligheid
14. A. Snelle on site detectiemethoden pathogenen	<ul style="list-style-type: none"> Snelle diagnostiek (on site) van voedselpathogenen in dierlijke productiesystemen Methoden voor onderscheid tussen 'echte' pathogenen en hun zwakke / niet-pathogene verwanten (bijvoorbeeld STEC onderscheiden van ongevaarlijke E. coli) o.b.v. genomanalyses Ontwikkeling van multiplex detectie systemen 	<ul style="list-style-type: none"> Daadwerkelijke ontwikkeling van snelle on-site en multiplex detectiesystemen voor pathogenen in dierlijke productie ketens Detectie pathogenen via on-site DNA detectie. Ontwikkelen van universeel concept voor DNA specifieke detectie (WUR breed), daarna doorontwikkelen voor de verschillende toepassingsgebieden, waaronder in food safety (inspecteurs) en dierlijke productie (dierenartsen), en bedrijfszelfcontrole. Bestaande snelle detectiemethoden op species niveaus doorontwikkeling om onderscheid te maken op bijvoorbeeld serotype of virulentie niveau. 	<ul style="list-style-type: none"> In praktijk testen en validatie van on-site detectiesystemen Validatie van multiplex detectiesystemen 	<ul style="list-style-type: none"> Beschikbaar maken en adviezen voor eindgebruikers snelle detectiemethoden (bedrijven en overheid) Trainen van gebruikers (NVWA inspecteurs, dierenartsen, bedrijven etc)
B On-site detectie contaminanten	<ul style="list-style-type: none"> Snelle diagnostiek (on site) van contaminanten tijdens de productie van diervoeder en veehouderijproducten, met directe verwerking van de gegeneerde data en systeem voor terugkoppeling van informatie naar de gebruiker. 	<ul style="list-style-type: none"> Doorontwikkelen van snelle on site detectie methoden voor de verschillende toepassingsgebieden, waaronder in food safety (inspecteurs) en dierlijke productie (dierenartsen), en bedrijfszelfcontrole. Ontwikkeling van snelle methoden voor pesticiden, met name voor neonicotinoiden, ter ondersteuning van het inrichten van pesticiden-vrije productie en handelsketens 	<ul style="list-style-type: none"> Borging en validatie van snelle on site testen in diverse dierlijke ketens. Ringtesten, test performance studies Implementatie van testmethoden bij bedrijven, integratie in bedrijfsvoering van bedrijven en controlerende instanties door trainen van 	<ul style="list-style-type: none"> Toepassing van on-site methoden door overheid (NVWA) en bedrijfsleven, welke methoden/uitslagen zijn valide voor overheidscontrole en welke voor bedrijfscontrole Inrichten transparante dierlijke productieketens. Benchmarken duurzaamheidsparameters tussen bedrijven met vergelijkbare bedrijfsvoering.

	<ul style="list-style-type: none"> - Gebruik nieuwe typen data (satelliet, drone, imaging) voor snelle on-site detectie. - Snelle methoden voor breed screenen, multiplex methoden etc 	<ul style="list-style-type: none"> - Continue monitoring van emissies, inclusief fijnstof, NH3 en CH4 in samenhang met bedrijfsvoering zie ook D2). 	<ul style="list-style-type: none"> - ondernemers en inspecteurs. - Digitalisatie en centralisatie van gebruiksgegevens over diergeneesmiddelen en pesticiden in productieketens 	<ul style="list-style-type: none"> - Benchmarks performance parameters tussen bedrijven met vergelijkbare bedrijfsvoering.
--	--	--	---	---

5. Mogelijke consortia en financiering

Aanwezige consortia

De dierlijke productiesector kent robuuste innovatie consortia met krachtige PPS-en, en kunnen vanuit die positie een sterke bijdrage leveren aan de integrale voedselagenda. Deze consortia zijn zowel georganiseerd op het niveau van thema's zoals fokkerij (CRV (melkvee), Hendrix Genetics (kalkoenen, leghennen, varkens, aquacultuur), Topigs Norsvin (varkens), Cobb Europe (vleeskuikens)), diervoeding (Nevedi, VDN), slachterij (COV) en gezondheid (verschillende branche organisaties) als op sector niveau. De consortiavorming op sector niveau heeft voor de melkveehouderij, varkenshouderij, pluimveehouderij, kalverhouderij en geitenhouderij een extra impuls gekregen door het programma Versnelling Verduurzaming Veehouderij. Aanvullend organiseren diverse bedrijven zich afhankelijk van de kennisvraag in consortia in verschillende samenstelling. De voor veehouderij relatief grote bedrijven (FrieslandCampina, Vion, Agrifirm, CRV) weten de weg naar topsectoren goed te vinden. De deelname van MKB is relatief beperkt.

Verdeling publiek - privaat

De voor bedrijfsleven en overheid gemeenschappelijke thema's vanuit maatschappelijke opgaven dienen bij voorkeur in meerjarige programma's te worden opgepakt, waarbij in de eerste pre-competitieve fase (met een zwaar accent op de maatschappelijke opgaven vanuit de overheid) de publieke bijdrage relatief hoog zou moeten zijn en in de latere competitieve fase relatief laag.

Bedrijfsleven zal in de maatschappelijke kennis en innovatie opgaven geïnteresseerd zijn als ze zich laten vertalen tot zakelijke proposities met een perspectiefvol, economisch verdienmodel op maatschappelijke waarden waarmee het bedrijfsleven zich competitief kan onderscheiden. Bedrijven zullen vervolgens mogelijk kiezen voor een doorontwikkeling buiten de PPS-en om, als het accommoderen van maatschappelijke opgaven tot nieuwe productontwikkeling komt.

Deelname kennisinstellingen en onderwijs

Traditioneel werken overheid en bedrijfsleven nauw samen met Wageningen research, weten ze elkaar goed te vinden en bestaat een nauwe en goede samenwerking. De Deelname van Hoger onderwijs neemt toe mede door het stimuleringsbeleid vanuit TKI en de lectoren op Hogescholen die actief mee programmeren. De huidige TKI structuur belemmert het samenwerken/betrekken van andere universiteiten en onderzoeksinstituten. Hierdoor worden zeer beperkt tot geen andere universiteiten, met name ook buiten Wageningen, betrokken. Dit remt de innovatie.

Financiering kennisvragen en onderzoek door bedrijfsleven

De veehouderij is vanaf de start van de topsector Agri&Food en de publiek-private aanpak uitermate actief met het uitvoeren van onderzoek. Het thema duurzame veehouderij is bewezen geschikt voor een publiek-private aanpak.

- In de call die in 2019 is uitgevoerd zijn gerelateerd aan duurzame veehouderij voor **klimaat 5** voorstellen ingediend met een publiek budget van k€ 5.640, privaat budget van k€ 3.470 en k€ 2.170 respectievelijk cash en in kind. Onduidelijkheid over de klimaatveloppe (welke projecten worden gefinancierd) en het nog uitblijven van het klimaatakkoord hebben enkele grote bedrijven weerhouden een voorstel in te dienen.
- Voor **gewaardeerd, gezond en veilig voedsel** zijn 14 voorstellen ingediend met een publiek budget van k€ 9.343, privaat budget van k€ 4.789 en k€ 4.554 respectievelijk cash en in kind.

Totaal is voor de topsectoren voor duurzame veehouderij voor k€ 30.000 aan voorstellen ingediend. Hiervan is circa k€ 15.000 publiek geld gevraagd met een bijdrage van bedrijfsleven van circa k€ 8.260 cash en k€ 6.720 in kind. Omdat deze gegevens nog gebaseerd zijn op vertrouwelijke pre-proposals is dit in deze rapportage niet in een tabel met doelstelling en consortia weergegeven.

6. Programmeringsadvies

Het advies programmering kennis- en innovatieprojecten is een combinatie van de kennisvragen die uit de missie komen en de kennisvragen die momenteel nog ontwikkeld worden vanuit het programma Versnelling Verduurzaming Veehouderij (nu Duurzame Veehouderij) waar de verschillende sectoren hun ambitie vertalen naar te nemen acties en kennisbehoefte.

Borging integraliteit

Er bestaat binnen de veehouderij breed commitment voor het werken aan integrale duurzaamheid. Met integraal is hier bedoeld alle duurzaamheidsthema's/ indicatoren in samenhang met elkaar bekijken, daar een goede balans in vinden zonder dat er (negatieve) afwenteling plaatsvindt. De kennisopgaven voor duurzame Veehouderij kenmerkt zich door de verdeling over met name de drie missies A, B en D. Bij de consultatie met stakeholders uit bedrijfsleven, overheid en kennisinstellingen is breed de zorg geuit over het kunnen borgen van de noodzakelijke integraliteit. De aandacht voor integraliteit èn werkelijk realiseren van beweging naar duurzame veehouderij leidt de volgende adviezen:

- Werk met een programma duurzame veehouderij waarin alle drie de missies samenkomen i.p.v. programmering per deelprogramma of per missie. Het gaat om het integraal invullen van de verduurzaming van de veehouderij. Dat betekent ook opnemen het effect op de omgeving (zowel directe omgeving als over-zee). Met effect op de omgeving worden ook bedoeld de elementen volgens de biodiversiteitsmonitor, waaronder bodem, landschapsbeheer, landgebruik, water, soortenbeheer etc.
Dit betekent dat deze programmering niet losgezien kan worden van kringlooplandbouw en de kringlooplandbouw niet los van klimaat en gewaardeerd, gezond en veilig voedsel.
- Kijk bij het uitvoeren van onderzoek op deelaspecten steeds naar
 - Voorkomen van afwenteling op andere onderdelen
 - Breder kijken dan naar alleen één deelaspect van onderzoek. De innovatie voor één deelaspect heeft voor bedrijfsleven mogelijk geen verdienmodel, maar in combinatie met een ander (maatschappelijk) vraagstuk kunnen twee innovaties wel lonend worden (zoek win-win).
- Monitor *de beweging* van verduurzaming veehouderij, analyseer dit en prioriteer op basis daarvan de onderzoeken. Met het oog op implementatie en het realiseren van impact kan bijvoorbeeld een scherpe norm (85% reductie ammoniak) innovatie remmen; en creativiteit doodslaan. De conclusie kan in zo'n geval zijn dat doorbraak onderzoek gewenst is (met tijd om wel de 85% norm te halen) en of dat (tijdelijk) een lagere norm gehanteerd wordt zodat beschikbare innovaties wel geïmplementeerd worden. Op het moment dat het bedrijfsleven in staat de kwaliteit van het dier of het product in de keten te verbeteren slaagt ze erin een verdienmodel te realiseren en met de innovatie maatschappelijke doelen te realiseren.

Een Kennis en Innovatie agenda met commitment

Voor versnelling van de verduurzaming is het advies nauw aan te sluiten bij de agenda's van ook bedrijfsleven. Voor missie B2 klimaat zijn de hier weergegeven kennisvragen ontwikkeld vanuit de klimaatwerkgroep kennis

en innovatie met daarin vertegenwoordigd bedrijfsleven, overheid, onderzoek en TKI. Deze agenda heeft breed commitment bij alle partijen en geldt in zijn geheel als prioritair. De vragen zijn uitgewerkt naar 2030 en 2050 waarbij laatste vooral lange termijn is en veelal het best past op TRL 1-3 niveau.

Voor missie D3 zijn middels één workshop de betrokkenen van de verschillende sectoren van de versnellingsagenda betrokken. Met name omdat de sector plannen dit najaar verder wordt uitgewerkt, wordt voor D3 geadviseerd de kennis en innovatie opgaven te actualiseren met die plannen. Naar analogie van de aanpak bij klimaat is het advies om voor duurzame veehouderij in de volle breedte van de relevante kennisvragen (Missie A, B en D) in gezamenlijkheid de eindprogrammering uit te voeren. Dit moet leiden tot een KIA met commitment.

Prioriteit

In de workshop over de KIA, missie D is door bedrijfsleven, overheid en kennisinstellingen voor het korte termijn onderzoek prioriteit gegeven aan:

- Verdere ontwikkeling van snelle detectie van pathogenen en contaminanten.
- Het samen met ondernemers door ontwikkelen van nieuwe stalsystemen, stimuleren en realiseren van best practices met speciaal aandacht voor de keuzes waar de ondernemer voor staat bij realisatie van integrale systemen door het aanbieden van managementopties.

Voor missie B2 zijn doorbraken nodig om aan de doelstelling van het Parijsakkoord te kunnen voldoen en zeker de doelen voor 2050 met de vermindering van de broeikasgasemissies door de veehouderij. Om doorbraken te kunnen realiseren is de uitdrukkelijke oproep van bedrijfsleven om vooral ook universiteiten en onderzoeksinstituten uit geheel nieuwe hoek te betrekken.

Samenvattend: Impact realiseren

Om tot impact te komen die (versneld) leidt tot een duurzame veehouderij zijn samenvattend de aanbevelingen:

- Organiseer op basis van tabel 1, gecombineerd met de kennisagenda van de sectoren, dit najaar commitment voor de KIA duurzame veehouderij door beide agenda's te combineren, bediscussiëren en prioriteren. Voer dit uit in tripartiet bedrijfsleven, overheid en kennisinstellingen.
- Om de integraliteit te borgen en het risico op afwenteling te minimaliseren zal de kennisagenda met regelmaat, bijvoorbeeld jaarlijks, getoetst moeten worden aan de door bedrijfsleven (en overheid) in de sectorplannen geformuleerde doelen. Op welke onderdelen zit voldoende **beweging op weg naar de doelstelling duurzame veehouderij** en op welke onderdelen blijft de beweging naar het gestelde doel achter. Waar de beweging naar duurzame veehouderij achterblijft moet analyse hiervan uitwijzen of nader onderzoek gewenst is of dat het om andere actie vraagt.
- Analyseer de belemmeringen om onderzoekresultaten te benutten. Het onderzoek leidt tot meer of minder innovatieve oplossingen en resultaten. Soms zijn de innovaties nog onvoldoende om (wettelijke) doelen zoals nu bijvoorbeeld bij de 85% norm vermindering ammoniakemissie in Brabant speelt. Dit heeft veel tot gevolg dat de onderzoekresultaten niet benut worden en in het voorbeeld geen verbetering in emissie optreedt of niet gewenste oplossingen worden gekozen. Dit vraagt aandacht hoe eventuele belemmeringen kunnen worden weggenomen en beschikbaar gekomen onderzoekresultaten toch benut worden.

Zo draag je zorg naar een continue **beweging** naar einddoelen en benutten van onderzoek.

Bijlage 1: Lopend en recent afgesloten onderzoek

Tabel 2 Lopend onderzoek

Onderwerp	Onderzoeksfase TRL 1-3 (NWO, KNAW, EU, Kennis-basis, strategische middelen etc.)	Ontwikkeelfase TRL 4-6 (toegepast onderzoek, beleidsondersteunend onderzoek)	Demonstratiefase TRL 7-9 (MIT, POP, fieldlabs, etc.)	Implementatiefase (subsidies, investeringen, regelgeving, kennisverspreiding, netwerken, campagnes etc.)
Deelprogramma 1: Verbetering gezondheid en welzijn dieren				
1. Weerbare dieren (genotypen, locatie etc.)	<ul style="list-style-type: none"> - EU Healthy Livestock (WP increasing resilience in broiler chickens) - KB-29-007-005 Resilient livestock production: voorspellen, meten en beïnvloeden van veerkracht - BO-43-013.01-022 POWER- Welzijn en Resilience in de Europese Biologische Varkenshouderij. - Verbetering van de veerkracht in de veehouderij (NL Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek Aard- en Levens-wetenschappen). - KB37 gezond en veilig voedselsysteem - Firm Broilers en Carboclick: Hoe kan voeding de darmmicrobiota en immuunrespons van vleeskuikens beïnvloeden, met het oogmerk robuustere vleeskuikens te krijgen resp. spec gericht op compounds (CCC) met ook ontwikkeling van in vitro modellen. 	<ul style="list-style-type: none"> - AF-18053 Familievoer(en): Transitie naar innovatief voerconcept voor zeugen met biggen - AF-16162 1H4F Biomarkers voor meten welzijn melkvee - AF-16022 Breed4Food - AF-16200 Verkenning kalf bij de koe - Biodiversiteit in de melkveehouderij: Investeren in veerkracht en reduceren van risico's. Rapport 2014-042 LbD. - Louis Bolk Instituut, Driebergen. - KB-34 veerkracht-epigenetica en veerkracht microbiom 		
2. Ontwikkeling best practices op bedrijfsniveau (o.a. gericht op reductie AB gebruik, uitbraken en sterfte)		<ul style="list-style-type: none"> - MIP gezonde mens en dier - BO-43-013.03 antibioticumproblematiek - AF18023 Reductie endotoxinen aan de bron - AF-17059 1H4F Biggen in transitie - AF-17060 1H4F duurzame beheersing van kiemgetal in geitenmelk - AF-16185 1H4F Kansen voor het kalf in de keten - AF-16183 1H4F Lactatie op maat - AF015221 Duurzame Zuivelketen 2.0 - AF-152223 1H4F Vitaal en gezond kalf in een duurzame veehouderij - AF-15227 Integrale aanpak van preventie en bestrijding van Streptococci suis infecties in de varkenshouderij - AF-15102 Biologische varkens zonder ingrepen - AF-14201 Robust broilers 4 Healthy Humans - AF-14210 1H4F Reduction ESBL's; Evaluation ESBL interventions 	<ul style="list-style-type: none"> - BO-43-013.01-005 Kennisontwikkeling en kennisverspreiding weidegang. - EU project: I41Health: reductie van AMU en AMR op hooggebruik bedrijven dmv coaching veehouder. - Registratiesysteem antibioticagebui in de veehouderij. - BO-43-013.01-014 Stappenplan krulstaarten. - Stalboekjes. - Kritische Succesfactor (KSF)-studies pluimvee, kalveren en varkens sector (GD, WUR). - H2020-RUR-2018-2020 DISARM - H2020-SFS-2018-2020 ROADMAP Rethinking Of Antimicrobial Decision-systems in the Management of Animal Production 	<ul style="list-style-type: none"> - Stoplichtensysteem antibiotica aanpak veehouderij-bedrijven

		<ul style="list-style-type: none"> - AF-14212 1H4F Chlamydia en respiratoire problemen bij pluimvee - Connected Animals; Sensoring in koeien om gezondheid te definiëren en monitoren. 	Anihwa ERA-Net Pigwatch.	
Deelprogramma 2: Integrale verduurzaming veehouderij				
3. Ontwikkeling ideale stalsysteem (voer, emissies, stalklimaat)	MIP Ontwerpen voor een gezondere pluimveehouderij	<ul style="list-style-type: none"> - AF-18096 Een gezond klimaat voor dier, mens en omgeving - AF-17021 Greenwell - AF-18091 Trager groeiende vleeskuikens: dierenwelzijn - AF-16182 Innovatief integraal houderijsysteem voor zeugen, biggen en vleesvarkens - AF-16053d LED-licht in de stal - AF-15234 Innovatieprogramma gezondheid en welzijn parkgehuysveste konijnen - AF-15257 Breeders in Balance - AF-18020 GrazeGuide - Amazing grazing 	Ontwikkelen en toepassen van emissie arme stalsystemen Core organic FreeBirds (uitloop – parasieten – darmgezondheid leghennen)	
4. Ontwikkeling verbeterd dierenwelzijn op transport		<ul style="list-style-type: none"> - AF-16017 Verbeteren dierenwelzijn tijdens CO2 verdoven - AF-18086 Toekomstbestendig diertransport - voer en water tijdens transitie van pluimvee 		
5. Ontwikkeling methoden zuivering voor medicijnen, AB, etc. (zie ook c.o. C1)	Geneesmiddelen en waterkwaliteit, RIVM, 2016	Praktijkproef 'de Zoetwaterfabriek' - een vierde trap bij rioolwaterzuivering 'De Groote Lucht' in Vlaardingen -	Proef verwijderen van medicijnen in afvalwater. Rioolwaterzuivering Aarle Rixtel	
6. Ontwikkeling preventie-strategieën voor infecties (NCOH)	<ul style="list-style-type: none"> - One Health Approach to Infectious Diseases, NCOH - NWO studie genetica, voeding en gezondheid van landbouwhuisdieren - BEWARE : Ontwikkeling van early warning ssteem voor nieuwe AMR in de veehouderij (ZONMW) - EU project: Healthy Livestock to tackle antimicrobial resistance (AMR) - MITAR : relatie tussen selectiedruk en evolutie van AMR (ZONMW) 	<ul style="list-style-type: none"> - AF-18119 1H4F HEVentie: - AF-EU-17038 Program for Innovative Global prevention of Streptococcus suis - BO-43-013.04-010 VGO onderzoek naar beperking van emissies uit de geitenhouderij - The new EU One Health Action Plan against Antimicrobial Resistance (WUR-LTO) - KB-33 incentives voor diergezondheid - AF-18022 To control coccidiosisWUR/UU/Aeres - AF-17059 1H4F-Biggen in transitie - MTRLA-16116 Integrale aanpak voor detectie, preventie en bestrijding Coccidiose 	SMP-17005 Feasibility of sound animal-based welfare criteria for farmed pangasius and Atlantic salmon	
Deelprogramma 3: emissiereductie methaan en lachgas door de veehouderij				
7. emissiereductie door pens- en darmfermentatie	<ul style="list-style-type: none"> - KB-34-005-003 Epigenetica - KB-Big data for methande emission - EU Horizon 2020 Grazing for carbon - Scheiden urine en feces (melkveefonds) 	<ul style="list-style-type: none"> - BO-53-003-010 Enterisch methaan: emissievariatie rassen en beweidingssystemen - BO-53-003-011 Enterische methaanemissie in de Nederlandse melkveestapel - BO-53-003-012 Stand van zaken kennis mbt voeradditieven 	Monitoring GHG bij verschillende houderijsystemen (Klimaatenvoloppe)	

8. emissiereductie uit stal, opslag en verwerking		<ul style="list-style-type: none"> - BO-53-003-004 Methaan-oxidatie; drie verschillende technieken getoetst op reductie potentieel bij externe mestopslagen - BO-53-003-005 Effect van het frequent mixen van mest op de emissie van broeikasgassen uit de stal - BO-53-003-006 Effect van dichte vloeren op de emissie van broeikasgassen uit de melkveestal - BO-53-003-007 Verlagen van methaanemissie uit varkenstallen door dagontmesting (KDV) - BO-53-003-008 Verlagen van methaanemissie uit vleesvarkensstallen door een innovatieve techniek van mestverwijdering en -behandeling 	<ul style="list-style-type: none"> - BO-53-003-001 Bedrijfsmonitorsysteem met CLM tbv management boer - BO-53-003-002 Demonstratie en monitoren van methaanemissie uit varkens- en kalverstallen - BO-53-003-003 Demonstratie en monitoring van BKG emissie en variatie uit melkveestallen en geitenstallen - BO-53-003-009 Monitoring parameters methaanemissie en demonstratie praktijkgebruik meststilo - Routekaart klimaatlimme melkveehouderij (ZuiveINL) 	SBIR-projecten vermindering ammoniakuitstoot
Deelprogramma 3: Voedselveiligheid				
9. Systemen voor vroege signalering en afwenteling van voedselveiligheidsgevaren, en systemen voor preventie, verbetering en borging	KB37-001 Healthy and Safe (2019-2022) - Early identification animal health and product safety issues	<ul style="list-style-type: none"> - AF-14225 Voorspellen mycotoxinen in granen - EU H2020 project "MyToolbox" (voorspellende modellen voor mycotoxine op Europese schaal) - AF-14239 Veilig valorisatie slachtbijproducten - AF-15212 Oppervlakte besmettingen in de levensmiddelen industrie - AF-15220 Borgen veiligheid insecten - AF-16002 (REFINE) raffinage plantaardige oliën/vetten - AF-14203 Beheersing Campylobacter pluimvee - TU18096 Rol van transmissieroutes water en mest bij besmetting van groente productiesystemen met humaan pathogenen - KV1605-010 Ecofysiologisch gedrag en risicobeoordeling van de pathogeen Listeria monocytogenes in champignon productiesystemen - KB-37-001-006 Emerging health risks and emerging food safety risks 	Demonstratie / testen voorspellend systeem voor mycotoxinen in tarwe in Nederland naar de daadwerkelijke eindgebruiker (o.a. teler, overheid) met enkele telers	
10. A On-site detectie pathogenen	KB37-001 Diagnostics platform	<ul style="list-style-type: none"> - AF-16138 Multi-analyt diagnostic methods to detect food pathogens - AF-16141 Rapid at line detection of environmental Listeria - AF-12067 Diagnostiek Ontwikkeling en Toepassing Uiergezondheid 		

		TU-18019 Onderscheid Bacillus thuringiensis biocontrol stammen van Bacillus cereus sensu lato stammen in plantaardige producten		
B On-site detectie contaminanten	<ul style="list-style-type: none"> - KB37-001 Healthy and Safe (2019-2022): Diagnostics platform WUR - KB-WOT voedselveiligheid: Innovatieve technologische ontwikkelingen op het vlak van MS en chromatografie (binnen dit project wordt gewerkt aan mobiele massaspectrometrie - KB-WOT voedselveiligheid: Contrafinanciering voor EU KP7 Phasmafood (food scanners) en Marie Curie FoodSmartPhone (2 AIOs), EU H2020 B-good (neonicotinoïde testen). - KB-WOT voedselveiligheid: Snelle on-site screening concepten (nieuwe ontwikkelingen) 	<ul style="list-style-type: none"> - PPS-16054 Geheim van tetrodoxine - AF-16091 Snelle on-site screening op authenticiteit van oliën, vetten en afgeleide feed/food producten - AF-17038 Snelle on-site methoden voor voedselveiligheid en authenticiteit(I) - AF-18094 Snelle on-site methoden voor voedselveiligheid en authenticiteit (II) - AF-16094 LC-MS methoden voor detectie voedselallergenen 		
11. Alternatieven voor dierproeven		AF-18070 Non-animal predictions of the behaviour of chemicals in the body		

Bijlage 2: Sleuteltechnologieën

Tabel 3. Nieuwe kennis en innovatieopgaven Sleuteltechnologieën bij B2, D3 en D4

Onderwerp	Onderzoeksfase TRL 1-3 (NWO, KNAW, EU, Kennisbasis, strategische middelen etc.)	Ontwikkelfase TRL 4-6 (toegepast onderzoek, beleids-ondersteunend onderzoek)	Demonstratiefase TRL 7-9 (MIT, POP, fieldlabs, etc.)	Implementatiefase (subsidies, investeringen, regelgeving, kennisverspreiding, netwerken, campagnes etc.)
Duurzame veehouderij (Missie B2)				
Pens- en darmfermentatie: Onderzoek gericht op het verminderen van de emissies van rundvee en andere herkauwers en eenmagigen. Ook onderzoek op hobbymatig gehouden dieren zoals schapen en paarden.	Fenotypering op grotere schaal en erfelijkheidsgraad schatten en genetische correlaties met productiviteit, gezond en welzijn.	Voorspellingen maken en fokdoel uitwerken, door reken verschillende scenario's, in combinatie met LCA.	Door rekenen effecten van de fokkerij op emissie vermindering.	
Inzet op doorbraaktechnologie om tot een reductie van 80- 95% te komen.	Onderzoek naar genetische merkers, en genetische variatie in het microbiome en interactie met host.			
Precision farming / smart farming (Missie B en Missie D3 en D4)				
Sensoren		Ontwikkeling van nieuwe lichte en pervasive sensorsystemen - waaronder micro- en nanobots - gericht op indoor-navigatie, energiegebruik, emissies en koolstof-opslag ten behoeve van precisielandbouw, precisiedierhouderij en precisieverwerking.		
Datafaticatie / Big Data / Modelleren / Digital twins		Ontwikkelen van methodes voor het meetbaar maken en managen van dierwelzijn, diergezondheid en biodiversiteit in verschillende omgevingen met aandacht voor productdifferentiatie en kringloop denken.		
Emerging risks / early warning (Missie D1)				
Datafaticatie / Big Data / Modelleren / Digital twins		Ontwikkelen van methoden voor datafusie van data uit verschillende soorten databronnen voor het kunnen voorspellen van emerging risks in de keten.		
Autonomous handling & packaging (Missie D3)				
Non-destructieve meetmethoden		Onderzoeken welke (combinatie van) non-destructieve meettechnologieën (NIR/VIS, XRT, THz, MRI, 2D/3D, ...) een specifieke product/plant/diereigenschap real-time kan meten; ontwikkelen van onderbouwde modellen om de gemeten data te koppelen aan product/plant/diereigenschappen.		
Gezondheid, welzijn en integriteit dier op orde (Missie D4)				

Ontwikkeling van meer weerbare dieren	Fenotypering en DNA kenmerken ontwikkelen die een maat zijn voor weerbaarheid van een dier.	Fenotypering op grotere schaal en erfelijkheidsgraad schatten en genetische correlaties met productiviteit, gezond en welzijn om een duurzaam fokdoel op te stellen	Fokwaardeschatting ontwikkelen en uitvoeren	Toegepast door fokkerijbedrijven
Terugdringen sterfte van jonge dieren	Fenotypering en DNA kenmerken ontwikkelen die een maat zijn voor weerbaarheid van een dier.	Fenotypering op grotere schaal en erfelijkheidsgraad schatten en genetische correlaties met productiviteit, gezond en welzijn om een duurzaam fokdoel op te stellen	Fokwaardeschatting ontwikkelen en uitvoeren	Toegepast door fokkerijbedrijven
Alternatieven voor dierproeven in de voedselproductie	Ontwikkeling van organoid systemen om genetische variatie te kunnen onderzoeken ter vervanging van dierproeven/testen en kijken naar genetische variatie	Op grote schaal organoids ontwikkelen van fokdieren, en testen in het lab voor gezondheid, efficiency, resilience	Koppelen van de test resultaten op organoids aan parkrijkinformatie van de nakomelingen.	Organoids toegepast door fokkerijbedrijven

Bijlage 3: Betrokken en geraadpleegde personen

Volgende personen en organisatie zijn betrokken en geraadpleegd voor de uitvoering van het project.

Onderzoek	<ul style="list-style-type: none"> • Ingrid de Jong, Marion Kluivers, Karin Groenestein, Nico Ogink, Nico Verdoes, Theun Vellinga, André Bannink, Annemarie Rebel, Geert van der Peet (WLR) • Monice van Dongen (WBVR) • Joan Reijs (WEcR) • Arjan Stegeman (UU) • Aart van Amerongen, Masja Nierop Groot, Ariette Matser (FBR) • Bjorn Berendsen, Marielle Pikkemaat, Lonneke van der Geest, Andries Koops, Ine van der Fels-Klerx (WFSR) • Leo van Overbeek, en Peter Bonants (WPR)
Deelnemers workshop duurzame veehouderij dinsdag 14 mei	<ul style="list-style-type: none"> • Annemarie Bouma, Françoise Divanach, Eric Pierey, Pascale de Ruyter, Koos van Wissen, Mark de Bode (LNV) • Arie Ottevanger (VWS) • Wijnie van Eck (TKI) • Henk Boelrijk (POV) • Bregje van Erve (FrieslandCampina) • Amanda Manten (LTO) • Inge Wouters (UU) • Anton Rietveld (RIVM) • Joan Reijs (WEcR), Ine van der Fels (WFSR) Geert van der Peet (WLR), Monice van Dongen(WBVR) • Joop Ehrhardt, Léon Jansen, Nienke Meijer (Schuttelaar)
Werkgroep Kennis en Innovatie van de klimaattafel (voor onderdeel B3)	<ul style="list-style-type: none"> • Arnoud Smit (Friesland Campina), Auke Jan Veenstra (LTO), Herrie Nijhuis (NWO), Kees de Gooijer (TKI), Peter Paul Mertens (LNV), Peter Bruinenberg (AVEBE), Ruud Tijssens (Agrifirm), Wim Wiersinga (VBNE), Sijas Akkerman (MNH), Piet Broekharst (glastuinbouwNL), Mark de Bode (LNV), Geert van der Peet (WUR)
BO begeleidingscommissie Duurzame Veehouderij	<ul style="list-style-type: none"> • Henny van Rij, Françoise Divanach, Merel Verhoeven, Geert van der Peet
Beoordeling eindconcept sectoren	<ul style="list-style-type: none"> • Hanneke van Wichen (ZuivelNL) • Henk Boelrijk (POV) • Peter Vesseur (Nepluvi) • Paul Moninx (innovatiemakelaar duurzame veehouderij TKI A&F)

