

Topsector
**Agri &
Food**

↓ **CO₂**

↓ **CH₄**



↓ **N₂O**

Onderzoeks- en
innovatieagenda
**klimaatneutrale
voedselproductie**

VOORWOORD

Topsector Agri & Food heeft in 2017 een nieuwe Kennis- en Innovatieagenda opgesteld met vijf kernthema's. Eén van deze kernthema's is Klimaatneutrale productiesystemen. In dit kernthema zijn ca. 50 lopende projecten gebundeld. Naar de toekomst toe willen we extra inspanning zetten op onderzoek dat bijdraagt aan klimaatneutrale en klimaatslimme productie.

Om hier richting aan te geven is opdracht gegeven aan Harry Kager en Joop Ehrhardt van bureau Schuttelaar & Partners om samen met TKI-thematrekker Geert van der Peet een Onderzoeks- en Innovatieagenda Klimaatneutrale Voedselproductie op te stellen. Deze agenda is tot stand gekomen via gesprekken en bijeenkomsten met deskundigen en stakeholders (bedrijven, onderzoekers, overheid). Hierbij is steeds de balans gezocht tussen (theoretisch) haalbare en maatschappelijk wenselijke maatregelen.

Het resultaat ligt nu voor. Echter een kennis- en innovatieagenda is nooit af. Concepten van dit document hebben al een rol gespeeld bij de klimaattafels in de voorbereiding van het Klimaatakkoord. Ook bij de invulling van de klimaatveloppe kan de agenda richting geven. Voor TKI zal de onderzoeks- en innovatieagenda een bijdrage leveren aan de programmering van nieuw onderzoek via NWO en via de eigen calls voor PPS-onderzoek. Nieuwe of bijgestelde inzichten zullen daarbij altijd ook betrokken worden.

We willen iedereen die een bijdrage heeft geleverd aan het opstellen van deze agenda hartelijk danken.

Kees de Gooijer en Wijnie van Eck
TKI-bureau Agri & Food

Juli 2018

INHOUDSOPGAVE

Voorwoord	1
1. Inleiding en afbakening	4
1.1 Inleiding	4
1.2 Afbakening	5
2. Aanpak en opbouw onderzoeksagenda	7
3. Missie per transitiepad	10
3.1 Minder methaan uit koeien	10
3.2 Minder methaan uit mest en stallen	10
3.3 Energietransitie in de agrifood-keten	11
3.4 Slimmer landgebruik	11
3.5 Kas als energiebron	11
3.6 Wijziging voedselsysteem	11
4. Innovatieopgaven en onderzoeksbehoefte	13
4.1 Minder methaan uit koeien	13
4.2 Minder methaan uit mest en stallen	15
4.3 Energietransitie in de agrifood-keten	16
4.4 Slimmer landgebruik	17
4.5 Kas als energiebron	20
4.6 Wijziging voedselsysteem	20
4.7 Overzicht onderzoeksvragen	22
5. Internationaal perspectief	29
6. Rol Topsector Agri & Food	31
7. Onderwijs	34
Bijlagen	36
Bijlage 1: Overzichten financiële ondersteuningsmogelijkheden	36
Bijlage 2: Overzichten lopende PPS-en per transitiepad in 2018	39
Bijlage 3: Deelnemers stakeholderbijeenkomsten	42
Bijlage 4: Overzicht referenties	44

1. INLEIDING EN AFBAKENING



1. INLEIDING EN AFBAKENING

1.1 Inleiding

Het klimaatverdrag van Parijs is een keerpunt voor de aanpak van het klimaatprobleem. De ondertekenaars hebben uitgesproken dat ze de opwarming van de aarde tot ruim onder de 2 graden Celsius zullen beperken met als ambitie te streven de opwarming te beperken tot 1,5 graad Celsius. De Europese Unie heeft namens alle lidstaten harde toezeggingen gedaan om de uitstoot van broeikasgassen in 2030 met minstens 40 procent te verminderen ten opzichte van 1990. Het kabinet Rutte III legt de lat hoger dan de toezegging die de EU gedaan heeft. Maatregelen in Nederland zijn gericht op een reductie van 49 procent in 2030. Overheid, bedrijfsleven en ngo's onderhandelen in 2018 over een nationaal klimaat- en energieakkoord dat sectoren zekerheid geeft aan welke doelstellingen op de langere termijn voldaan moet worden.

Om deze klimaatdoelen te bereiken zullen de mondiale emissies zo snel mogelijk omgebogen moeten worden naar een daling en dient er in de tweede helft van de eeuw een balans te worden bereikt tussen uitstoot en opname van broeikasgassen (*klimaatneutraliteit*). In het Parijs-akkoord is tevens opgenomen dat de productie van voedsel nodig blijft om de groeiende wereldbevolking te voeden, hetgeen de uitdaging om de klimaatdoelen te bereiken vergroot.

De Nederlandse agrifood-sector is mondiaal toonaangevend op het gebied van een efficiënte voedselproductie. De gefabriceerde producten hebben een relatief lage carbon footprint. Een impuls op het gebied van onderzoek en innovatie is echter nodig om te komen tot klimaatneutrale, weerbare en robuuste productiesystemen. Onderzoek dient al de komende jaren inzicht te verschaffen in de reductiemogelijkheden per 2030 en in het gewenste voedselsysteem vanaf 2050. Daarbij dient er mee rekening te worden gehouden dat de transitie veel tijd zal vergen. Er zijn veel fysieke investeringen nodig in meer efficiënte en duurzame systemen. Ook de sociale component van gedragsverandering bij ketenpartijen en consumenten is van belang.

De Topsector Agri & Food kan een substantiële bijdrage leveren aan het mogelijk maken van de noodzakelijke transitie. Hiervoor is deze onderzoeksagenda opgesteld, gebaseerd op korte en lange termijn innovatieopgaven, gericht op het bereiken van een klimaatneutraal voedselsysteem.

Schuttelaar & Partners, in samenwerking met thematrekker klimaatneutraal van de TKI Agri & Food Geert van der Peet, is gevraagd inzicht te verschaffen in de innovatieopgaven en de onderzoeksbehoefte, waarbij het belangrijk is dat de onderzoeksagenda door het agrofood bedrijfsleven wordt gedragen en dat er aansluiting is bij de kaders van het Nationaal Klimaat- en Energieakkoord.

De Onderzoeks- en Innovatieagenda Klimaatneutrale Voedselproductie is een nadere uitwerking van het kernthema klimaatneutraal zoals dat is benoemd in de Kennis- en Innovatieagenda 2018-2021 van de Topsector Agri & Food.



1.2 Afbakening

De onderzoeks- en innovatieagenda klimaatneutrale voedselproductie richt zich op de reductie van broeikasgassen in de Nederlandse agrifood-sector. Hierbij is aansluiting gezocht bij het door de Europese Unie en het kabinet Rutte III gekozen tijdpad, waarbij onderscheid gemaakt wordt tussen de korte termijn reductiedoelstelling per 2030 en de langere termijn doelstelling per 2050. Om afwenteling van broeikasgassen naar het buitenland te voorkomen is gekozen voor een ketenbenadering ("*cradle to factory gate*"). Dit betekent dat oplossingen waarbij een deel van de productieketen naar het buitenland wordt verplaatst zonder dat mondiale klimaatwinst optreedt, worden vermeden.

De ketenbenadering leidt ertoe dat energie-gerelateerde broeikasgassen in deze agenda zijn meegenomen en de bijbehorende onderzoeksbehoefte wordt belicht. Overigens zijn de emissies in de glastuinbouw vrijwel uitsluitend energie-gerelateerd, terwijl de glastuinbouw tegelijkertijd te maken heeft met typische zaken uit het agrarisch domein zoals de teeltomstandigheden.

De gekozen benadering leidt ertoe dat een aantal onderwerpen bewust buiten de scope van de onderzoeks- en innovatieagenda zijn gebleven. De emissies in het buitenland die vrijkomen bij de productie van grondstoffen voor veevoer bijvoorbeeld komen in dit rapport niet aan de orde. Wel is er in deze agenda aandacht voor alternatieve eiwitbronnen in Nederland. Er is ook niet gekeken naar de emissies behorende bij de productie van kunstmest en landbouwmachines. De reductiemogelijkheden en onderzoeksbehoeften van deze drie onderwerpen zijn niet in beeld gebracht.

In paragraaf 4.6 komt de onderzoeksbehoefte aan de orde inzake een aantal strategische vraagstukken ten aanzien van het Nederlandse voedselsysteem. Daarbij is de insteek gekozen om geen 'winnaars' en 'verliezers' binnen de agrifood-sector aan te wijzen. Uitgangspunt voor het formuleren van de onderzoeksbehoefte is het behoud van een krachtige agrifood-sector met perspectief voor alle subsectoren in Nederland.

De focus in deze agenda is primair gericht op klimaatmitigatie, dat wil zeggen het reduceren en/of vastleggen van broeikasgassen. In sommige gevallen raken maatregelen voor klimaatmitigatie echter aan klimaatadaptatie en helpen maatregelen om te komen tot meer weerbare voedselsystemen. Vanwege deze interactie komt in een aantal gevallen ook klimaatadaptatie en de bijbehorende onderzoeksbehoefte aan de orde.

2. AANPAK EN OPBOUW ONDERZOEKSAGENDA



2. AANPAK EN OPBOUW ONDERZOEKSAGENDA

Deskresearch

Om te kunnen komen tot de onderzoeks- en innovatieagenda is een specifieke aanpak gekozen. Tijdens de opdrachtuitvoering is regelmatig afgestemd over aanpak, proces en inhoud met een hiervoor in het leven geroepen begeleidingscommissie. Deze commissie bestond uit vertegenwoordigers van de topsector en het ministerie van LNV, aangevuld met vooraanstaande klimaatspecialisten uit de sector. De eerste activiteit betrof het uitvoeren van een deskresearch naar knelpunten voor korte termijn klimaatmaatregelen. Hieruit is een overzicht gemaakt van korte termijn innovatieopgaven. Het overzicht is aangescherpt door middel van interviews met externe experts en vervolgens getoetst bij de begeleidingscommissie.

Stakeholderbijeenkomsten

De aldus verzamelde informatie is belangrijke input geweest voor diverse overleggen met (groepen) stakeholders voor het operationeel krijgen van korte termijn innovatieopgaven. Deze stakeholderbijeenkomsten zijn georganiseerd rondom specifieke thema's (transitiepaden, zie hieronder). Tijdens deze bijeenkomsten is steeds de gewenste transitie inclusief de haalbaarheid besproken met een select gezelschap van belanghebbenden en experts. Hiermee is veel informatie verkregen over de concretisering van de klimaatambities, korte en lange termijn innovatieopgaven, lopende onderzoeksprojecten en de onderzoeksbehoeften. De georganiseerde bijeenkomsten en de bijbehorende deelnemers staan vermeld in bijlage 3.

Transitiepaden

Het bereiken van een klimaatneutrale voedselproductie is een complexe uitdaging met vele dimensies. Het is echter mogelijk gebleken de uitdaging op te splitsen in een aantal logische thema's met bijbehorende stakeholders. Ten behoeve van de onderzoeks- en innovatieagenda zijn daarom zes transitiepaden benoemd. Deze transitiepaden gaan uit van de grootste bronnen c.q. reductiemogelijkheden van de uitstoot van broeikasgassen in de agrifood-sector. De transitiepaden zijn:

- Minder methaanuitstoot uit koeien;
- Minder methaanuitstoot uit mest en stallen;
- Energietransitie in de agrifood-keten;
- Slimmer landgebruik;
- Kas als energiebron;
- Wijziging van het voedselsysteem.

Missies

Deze opdeling heeft het mogelijk gemaakt om stakeholders (inclusief ngo's) en experts per transitiepad te raadplegen over de innovatieopgaven, de onderzoeksbehoefte en de technisch maximaal haalbaar geachte reductie en missie. Voor Kas als Energiebron is geen stakeholderbijeenkomst georganiseerd, omdat hiervoor al een programma bestaat dat loopt via de Topsector Tuinbouw & Uitgangsmaterialen. De transitiepaden en een indicatie van de volgens de geraadpleegde stakeholders realistische missies voor reductie van broeikasgassen zijn weergegeven in figuur 1.

Figuur 1: Transitiepaden en bijbehorende missies voor 2050 t.o.v. 2018



(Bron: Missies per transitiepad op basis van stakeholderbijeenkomsten in de periode mei/juni 2018)

Stakeholders geven aan dat het bereiken van klimaatneutraliteit niet het enige duurzaamheidsdoel is voor de agrifood-sector. Andere doelstellingen op het gebied van biodiversiteit, dierenwelzijn, waterkwaliteit en gezond voedsel zijn eveneens belangrijk. Dit leidt ertoe dat stakeholders van mening zijn dat er integraal gestuurd moet worden en klimaat niet het enige doel zou moeten zijn.

Volledige klimaatneutraliteit voor biomassa- en voedselproductie blijkt op basis van de stakeholderbijeenkomsten zeer uitdagend vanwege de natuurlijke emissies van biologische processen in dieren en bodems. Daarbij is al rekening gehouden met mogelijke systeemaanpassingen en de mogelijkheden op het gebied van CO₂-vastlegging en duurzame opwekking. Klimaatneutraliteit is evenwel een stip aan de horizon die aangeeft waar de ambitie ligt om de uitstoot van broeikasgassen te verminderen en te compenseren.

De emissies van broeikasgassen in de Nederlandse agrifood-sector komen voor een belangrijk deel uit de primaire land- en tuinbouw en het bijbehorende landgebruik (bijna 90% van de emissies van de agrifood-sector in Nederland). Om te komen tot een klimaatneutrale voedselproductie is een aanpak nodig waarbij primaire sector, ketenpartijen, onderzoeks- en onderwijsinstellingen en overheden met elkaar samenwerken. Extra aandacht is nodig voor de ontwikkeling van klimaatneutrale, weerbare en robuuste productiesystemen, waarbij ook circulariteit en het hergebruiken van rest- en nevenstromen belangrijk zijn. De Topsector heeft in deze samenwerking een belangrijke rol om missiegedreven onderzoek en innovatie mogelijk te maken en samenwerking vorm te geven.

3. MISSIE PER TRANSITIEPAD



3. MISSIE PER TRANSITIEPAD

De Nederlandse agrifood-sector is wereldwijd een van de meest efficiënte producenten van biomassa en voedsel. De sector heeft daarmee wereldwijd gezien een kleine invloed op het klimaat per kilogram voedsel, maar verdere verbetering is nodig en mogelijk. De maatschappelijke uitdagingen bieden grote economische kansen. Nederland kan namelijk marktleider zijn bij het vermarkten van producten met een lage carbon footprint en kennis over de productiewijze tot waarde brengen. De sector heeft daartoe een aantal sterke troeven in huis.

Nederland is internationaal marktleider en heeft een sterke, innovatieve en hoogproductieve sector met een zeer efficiënte logistiek en verwerking. Onze kennisinstellingen zijn *world class* en de publiek-private samenwerking tussen bedrijfsleven, kennisinstellingen en overheden zit ons in de genen. Door de handen ineen te slaan, kunnen we maatschappelijke uitdagingen aan en tegelijkertijd de economische kracht van de sector versterken. Dit doen we nationaal en internationaal (Kennis- en Innovatieagenda 2018-2021).

In deze paragraaf wordt nader ingegaan op de resultaten van de bijeenkomsten met stakeholders per transitiepad, specifiek ten aanzien van een concrete missie. De hierop volgende paragraaf bevat een beschrijving van de onderzoeksbehoeften en de innovatieopgaven per transitiepad.

3.1 Minder methaan uit koeien

Bij het omzetten van voer in met name de pens van de koe vindt methaanvorming plaats. Volgens het Nationale Inventory Report 2018 (RIVM, 2019) was de enterische emissie van methaan uit rundvee in 2016 goed voor 7,9 Mton CO₂ equivalenten (tabel 5.1 van de Nationale Inventory Report). Stakeholders stellen dat op basis van nu bekende innovatieopgaven in 2050 theoretisch 40-50% reductie van de methaanemissie van rundvee kan worden bereikt. Meer reductie van broeikasgassen uit koeien zou volgens de stakeholders ook niet het doel mogen zijn: “Het gaat hier om een koe, niet om een machine”. Voorkomen zou moeten worden dat de koe op een geheel onnatuurlijke manier wordt gevoerd of systematisch moet worden aangepast om te voldoen aan klimaatdoelen. Beter is het volgens stakeholders om elders in het voedselsysteem te zoeken naar compensatiemogelijkheden.

De geformuleerde missie is om per 2050 te komen tot een klimaatvriendelijke koe, waarbij de restemissies worden gecompenseerd in andere onderdelen van het voedselsysteem. Dit betekent dat ingezet wordt op een klimaatvriendelijke melkveehouderij, niet zozeer op klimaatvriendelijke koeien.

3.2 Minder methaan uit mest en stallen

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. Bij het verminderen van de methaanemissie uit mest en stallen is een integrale benadering van belang. Naast methaan zijn namelijk ammoniak, geur en fijnstof aandachtspunten en liggen er kansen voor het breder verminderen van emissies en het inzetten van duurzame opwekking.

De geformuleerde missie voor methaan uit mest en stallen is om te reduceren tot een vrijwel 0-emissie in 2050. Er is een integrale onderzoekbenadering vereist waarmee rekening wordt gehouden met andere duurzaamheidsthema's.

3.3 Energietransitie in de agrifood-keten

In de toeleverende industrie, primaire land- en tuinbouw en de genots- en voedingsmiddelenindustrie worden verschillende vormen van energie toegepast. Gezien de uitdaging van klimaatneutraliteit vinden de geraadpleegde stakeholders het passend om versneld in te zetten op een energieneutrale agrifood-sector. Dit zou betekenen dat 0-emissie al voor 2050 wordt bereikt en dat bij netto levering van duurzame energie wordt gecompenseerd voor emissies elders in het voedselsysteem. Aandachtspunt is dat een dergelijke netto levering wel ten goede komt aan de agrifood-sector en niet wordt opgeëist door de energiesector.

De missie is om al voor 2050 energieneutraliteit te bereiken. De primaire land- en tuinbouw kan zich daarbij ontwikkelen tot kernspeler voor een energieneutraal platteland en integrale energieoplossingen rondom bevolkingscentra.

3.4 Slimmer landgebruik

Landgebruik en veranderingen daarin zijn van grote invloed op de uitstoot en vastlegging van broeikasgassen. De verwachting van stakeholders is dat door het energie- en klimaatbeleid in Nederland het landschap op weg naar 2050 ingrijpend gaat veranderen; in de land- en tuinbouw zal worden ingezet op CO₂-vastlegging in landbouwbodems en houtopstanden, veenweidegebieden zijn vernat, de veehouderij heeft zich aangepast aan de maatschappelijke randvoorwaarden en er zijn andere teelten en functies ontstaan (bijvoorbeeld paludicultuur). Er wordt gestuurd op het reduceren van emissies van lachgas die vrijkomen bij bemesting van gewassen.

De missie is om te komen tot een netto 0-emissie uit landgebruik. Een waarschuwing van experts hierbij is dat er een maximum zit aan CO₂-vastlegging in landbouwbodems en dat emissies uit bemesting en veengebieden niet naar nul kunnen worden gereduceerd. Realistisch lijkt een reductie van de huidige emissies met 60% per 2050 nog haalbaar. Stakeholders zijn het er echter over eens dat de Topsector Agri & Food voor het transitiepad Slimmer landgebruik een uitdagende ambitie hanteert van netto 0-emissie in 2050. Dit zou ertoe moeten leiden dat er wel gezocht wordt naar nu nog onbekende oplossingen om de emissies naar nul te reduceren.

3.5 Kas als energiebron

Voor het onderwerp glastuinbouw ofwel Kas als Energiebron is geen stakeholderbijeenkomst georganiseerd, omdat hiervoor al een programma ('Kas als Energiebron') bestaat dat loopt via de Topsector Tuinbouw & Uitgangsmaterialen. De ambitie van brancheorganisatie LTO Glaskracht is om per 2040 0-emissie uit glastuinbouw te bereiken. Dit betekent dat stakeholders op het gebied van glastuinbouw ernaar streven ruim voor 2050 klimaatneutraal te zijn.

3.6 Wijziging voedselsysteem

Het transitiepad Wijziging van het voedselsysteem is gericht op het verminderen van emissies via systeemwijzigingen. De missie is om de per 2050 resterende netto emissies in het voedselsysteem via systeemwijzigingen te hebben gecompenseerd. Dat betekent niet dat wijzigingen in het voedselsysteem pas rond 2050 tot reductie leiden, het verminderen van broeikasgassen door systeemveranderingen kan ook op korte termijn. Daarbij is op hoofdlijnen aandacht voor innovatieopgaven op het gebied van kringlooplandbouw, *biobased economy* en de eiwittransitie (nieuwe eiwitbronnen en dieet). Dit komt verder aan de orde in paragraaf 4.6.

4. INNOVATIEOPGAVEN EN ONDERZOEKSBEHOEFTE



4. INNOVATIEOPGAVEN EN ONDERZOEKSBEHOEFTE

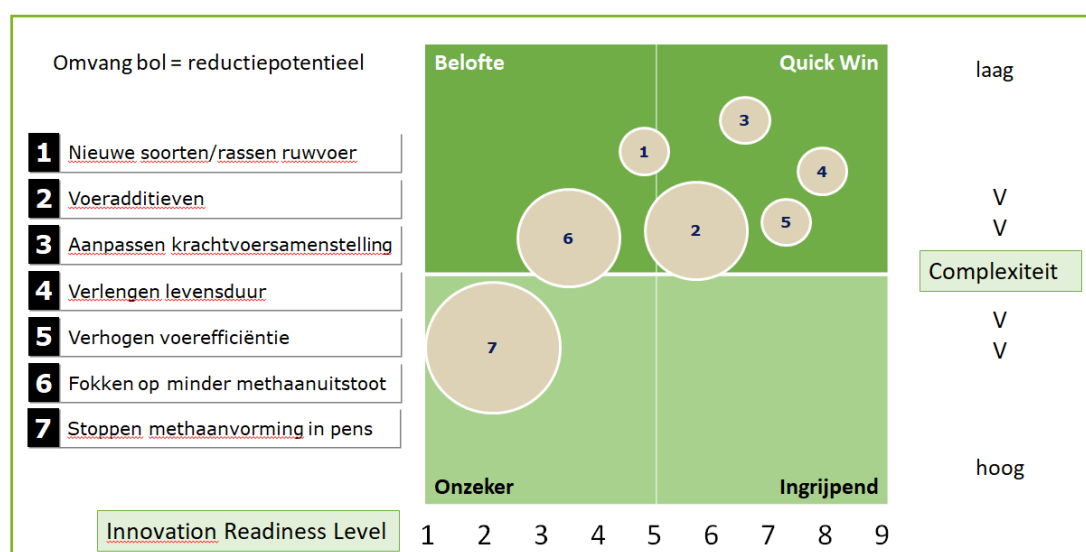
De aard van de innovatieopgaven en de onderzoeksbehoeften verschilt per transitiepad. Om de onderzoeksbehoeften te kunnen identificeren is tijdens de bijeenkomsten met stakeholders en experts gesproken over innovatieve klimaatmaatregelen. De discussie is gevoerd aan de hand van onderstaande meest relevante eigenschappen van de mogelijke maatregelen:

- Wat is de verwachte impact op broeikasgasemissies?
- Wat is de marktrijpheid van de innovatie? ('*innovation readiness level*')
- Wat is de complexiteit van de innovatie? (enkelvoudige techniek of combinaties, zijn er ook gedragsveranderingen nodig?)
- Wat zijn de achterliggende onderzoeksvragen om innovaties mogelijk te maken?

Door de innovatieve maatregelen in matrixfiguren te presenteren en te visualiseren (zie hieronder), ontstaan overzichten om de onderzoeksbehoeften op te baseren. Maatregelen met veel impact (grote bollen) geven het belang aan. Complexe maatregelen met lage *innovation readiness levels* vragen om fundamenteel onderzoek. Maatregelen met *innovation readiness levels* van 4 t/m 6 vragen om toegepast onderzoek en de *innovation readiness levels* 7 t/m 9 om valorisatie. Een hoge complexiteit vraagt tevens meer aandacht voor de sociale component van gedragsverandering bij ketenpartijen en/of consumenten.

4.1 Minder methaan uit koeien

Richting 2030 is de onderzoeksbehoefte vooral om oplossingen praktijkrijp te maken en cijfermateriaal te verkrijgen over de precieze emissies en variaties van methaan uit rundvee. Om de doelstellingen in 2050 te halen zal ook ingezet moeten worden op fundamenteel onderzoek gericht op nieuwe kennisontwikkeling.



Figuur 2: Innovatieopgaven transitiepad methaan uit koeien

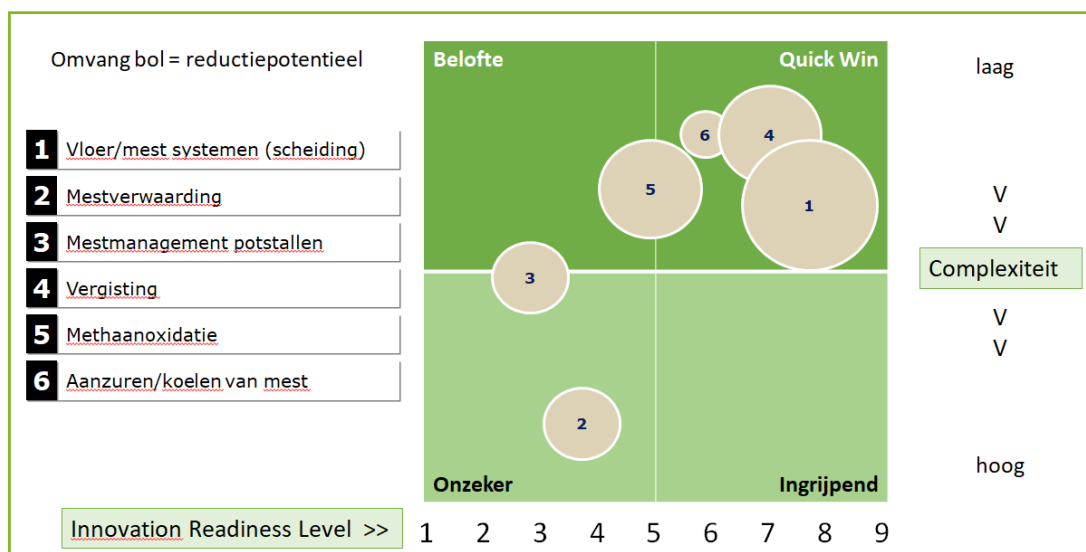
In figuur 2 staan de innovatieopgaven voor het reduceren van methaan uit koeien. Deze innovatieopgaven zijn besproken in de stakeholderbijeenkomst over methaan uit koeien. Daarbij is ingegaan op de complexiteit (y-as), het reductiepotentieel en *innovation readiness levels* (x-as) van de verschillende innovatieopgaven. Het toepassen van voeradditieven en fokkerij om methaanuitstoot te verminderen kunnen een belangrijke bijdrage leveren aan de reductieopgave. Voor de langere termijn zijn er mogelijk manieren om methaanvorming in de pens geheel of gedeeltelijk te stoppen.

Onderzoeksvragen/onderzoeksbehoefte

- Bij het doen van onderzoek op het gebied van methaan uit koeien wordt een integrale aanpak gevraagd met aandacht voor methaan, ammoniak, geur, fijnstof, diergezondheid en-welzijn, intrinsieke waarde van de koe, de werkomgeving van de boer, etc.
- Er is fundamenteel onderzoek gewenst hoe methaanvorming in de pens voorkomen kan worden. Methaanvorming is de manier waarop H₂ gebonden wordt en zo afgevoerd uit de pens. De onderzoeksvraag richt zich op mogelijkheden om het microbioom in de pens de H₂ op een andere manier dan via methaan te laten afvoeren, bij voorkeur op een manier waarbij voor de herkauwer extra nuttige voedingsstoffen beschikbaar komen. Dit betreft fundamenteel innovatief onderzoek dat niet gegarandeerd tot succes leidt. Het kan daarbij bijvoorbeeld gaan om het 'uitschakelen' van methanogenen (op welke manier dan ook, bijvoorbeeld via antilichamen) waarbij de waterstof bij voorkeur niet verloren gaat maar bij voorkeur door het dier nuttig (zoals azijnzuur via acetogenen) kan worden gebruikt.
- De komende jaren is onderzoek nodig naar de variatie van methaanemissies tussen dieren, rantsoenen en rassen. De verkregen data bieden vervolgens een basis om via *fenotyping* in fokkerij te komen tot een daling in methaanuitstootreductie. Potentieel is volgens experts via fokkerij 1 – 2 % reductie per jaar mogelijk in de periode tot 2050.
- Er zijn diverse kennisvragen van het agrobiedrijfsleven rondom reductie van emissies via optimalisatie van krachtvoer en ruwvoer. Hoe te komen tot verbetering van de ruwvoer kwaliteit en door wijziging van de samenstelling van ruw- en krachtvoer reductie te bewerkstelligen en afwenteling te voorkomen. Een andere onderzoeksvraag betreft doorontwikkeling/veredeling van rassen en nieuwe gewassen die leiden tot een vermindering in de methaanemissie.
- Er is behoefte aan een *state of the art study* naar de mogelijkheden en effecten van voeradditieven. Deze studie wordt momenteel opgestart met financiering uit de klimaatgelden benoemd in het Regeerakkoord (klimaatvelop 2018). Vervolgens is er de komende jaren behoefte om veelbelovende voeradditieven in vitro en in vivo uit te testen. Veel aandacht wordt gevraagd voor mogelijke effecten op de koe en mogelijke effecten op de voedselveiligheid.
- De prikkel voor ondernemers om methaanemissie te reduceren ontbreekt. Er is behoefte aan onderzoek dat de mogelijkheden in beeld brengt om prikkels te organiseren en beweging te creëren. Het gaat hier om sociaalwetenschappelijk onderzoek naar gedragsverandering en economisch onderzoek over het organiseren van marktprikkels. Dit betekent ook aandacht voor goede businesscases en het bedrijfseconomisch doorrekenen van kosten en baten van klimaatmaatregelen. Indien er geen aandacht is voor positieve incentives voor het bedrijfsleven vormt dit een belemmering voor toepassing van de technische reductiemogelijkheden.

4.2 Minder methaan uit mest en stallen

Richting 2030 is de onderzoeksbehoefte vooral om oplossingen praktisch te maken en cijfermateriaal te verkrijgen over de precieze emissies en variaties van methaan uit mest, mestopslagen en stallen. Daarbij moeten diverse maatregelen worden doorgerekend op de bedrijfseconomische gevolgen.



Figuur 3: Innovatieopgaven transitiepad methaan uit mest en stallen

In figuur 3 staan de innovatieopgaven voor het reduceren van de methaanuitstoot uit mest en stallen. Deze innovatieopgaven zijn besproken in een stakeholderbijeenkomst. Daarbij is gesproken over de complexiteit (y-as), het reductiepotentieel (omvang van de bollen) en *innovation readiness levels* (x-as) van de verschillende innovatieopgaven. Stakeholders schetsen aan de hand van de innovatieopgaven een helder toekomstbeeld waarbij wordt ingezet op vloer/mest systemen met dagontmesting en scheiding van de drijfmest in een dunne en dikke fractie. Vervolgens is het mogelijk om nageschakelde technieken toe te passen.

Onderzoeksvragen/onderzoeksbehoefte

- De komende jaren is onderzoek nodig naar de variatie van methaanemissies tussen stalsystemen, typen mestopslagen en het reductiepotentieel van nageschakelde technieken. De onderzoekopgave richt zich op de vraag welke technieken van ontmesting (bijvoorbeeld dagelijks of wekelijks en/of in bestaande of in nieuwe stallen) en (directe) mestscheiding leidt tot meest effectieve reductie van methaan. Voorbeelden van nageschakelde technieken waarvan het precieze reductiepotentieel nog onduidelijk is, zijn: methaanoxidatie ondergronds, methaanoxidatie bovengronds, thermisch oxideren, aanzuren van mest en het koelen van mest al of niet in combinatie met warmtewinning. Overigens wordt per 2018 onderzoek opgestart naar de variatie in emissies uit mestopslagen en stallen, dit wordt gefinancierd met behulp van de klimaatgelden benoemd in het Regeerakkoord (klimaatvelop 2018).
- Het bedrijfsleven heeft op korte termijn een kennisbehoefte aangaande het ombouwen van bestaande stallen met drijfmestkelders naar integraal duurzame stallen, bijbehorende financiële doorrekeningen en hoe reductie van broeikasgassen te bewerkstelligen.
- Er is behoefte aan kennis over de emissies van methaan en lachgas uit potstalsystemen en de mogelijkheden om via (management)maatregelen emissies te beperken. Volgens de stakeholderbijeenkomst over methaan uit mest is er sprake van een kennislacune als het gaat om emissies uit potstallen. De mest uit potstallen is veelal interessant in het kader van de bodemkwaliteit, klimaatadaptatie en slimmer landgebruik. Dit maakt dat het belangrijk wordt gevonden om meer over de emissies bij potstallen te weten te komen.
- Methaanreductietechnieken op het gebied van mest en stallen leiden tot nieuwe meststromen (zoals het gescheiden verzamelen van faeces en urine). De onderzoeksbehoefte richt zich op de

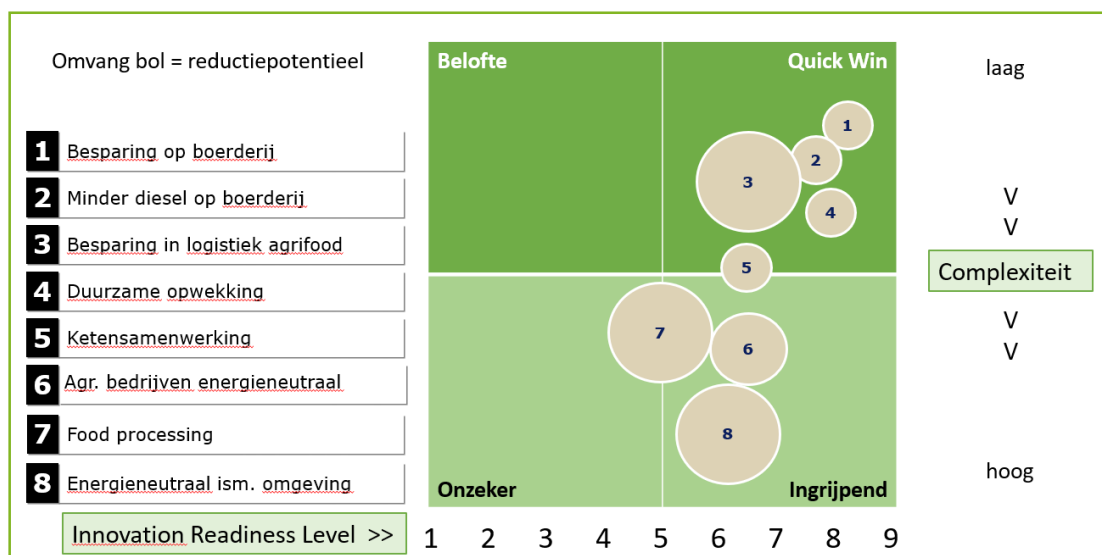
vraag hoe deze nieuwe meststromen kunnen leiden tot maximale koolstofvastlegging in de bodem.

- Een concrete kennisvraag is wat de werkelijke emissies zijn van methaan bij weidegang?
- Mest is een grondstof voor biogasproductie. Het is dus mogelijk om methaan te winnen uit mest en te benutten in de vorm van biogas. Hoe kan de businesscase van vergisting worden verbeterd? Tijdens de stakeholderbijeenkomst werd gedacht aan het efficiënter omzetten van biogas naar elektriciteit of door meer biogas uit (dagverse) mest te halen. Het zou ook voor de hand liggen om in te zetten op levering van biogas aan het landelijke gasnet of voor de inzet van biogas ten behoeve van mobiliteit.
- Fundamenteel en toegepast onderzoek is nodig naar de mogelijkheden om methaan in stallucht te concentreren en af te vangen. Met de huidige kennis en kunde is dit nog niet mogelijk, omdat de concentraties te laag zijn. Daarnaast heb je bij het concentreren van het methaangas te maken met ontploffingsgevaar.
- Het doorrekenen van de financiële gevolgen van maatregelen voor individuele bedrijven.

Er wordt geen onderzoek voorgesteld naar de effecten van additieven voor de mest. Diverse stakeholders zien dit als een ongewenste ontwikkeling.

4.3 Energietransitie in de agrifood-keten

Er is behoefte aan onderzoek via de Topsector Agri & Food gericht op het realiseren van integrale energieneutrale agrarische bedrijven, plattelandsgebieden en voedselproducenten. De onderzoeksbehoefte op het gebied van de energietransitie in de agrifood-keten is daarmee veelal niet gericht op individuele besparings- of opwekkingstechnieken. Stakeholders geven aan dat technisch al veel mogelijk is. Met betrekking tot individuele technieken heeft volgens de geraadpleegde stakeholders de Topsector Energie een duidelijke eigen rol. Tegelijkertijd kan energieopwekking bijdragen aan een goede businesscase voor de boer. Hier is ook een rol voor de Topsector Agri & Food weggelegd.



Figuur 4: Innovatieopgaven transitiepad energietransitie agrifood-sector

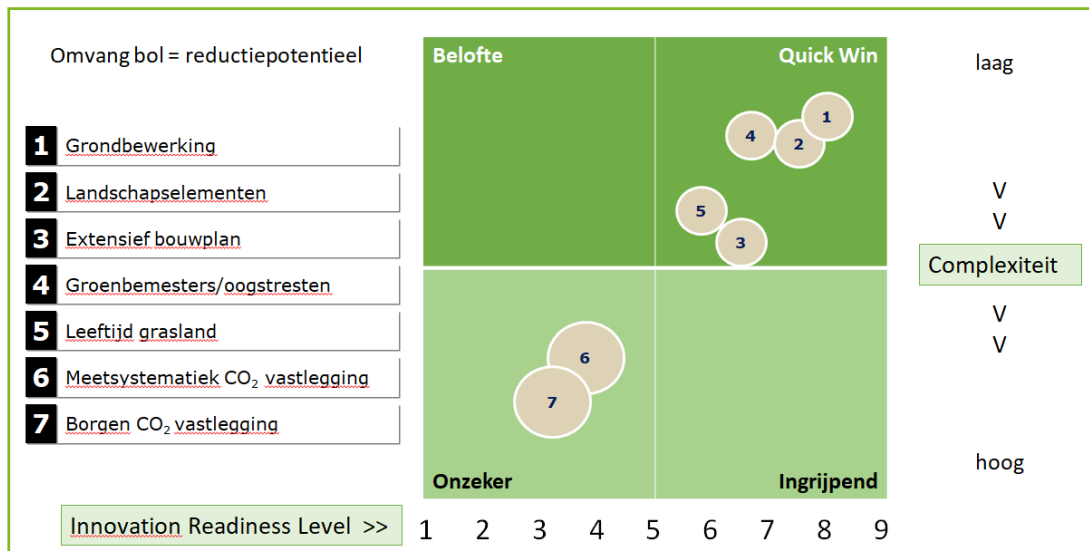
In figuur 4 staan innovatieopgaven op het gebied van energie in de agrifood-sector. Via een stakeholderbijeenkomst is gesproken over de complexiteit (y-as), het reductiepotentieel (omvang van de bollen) en *innovation readiness levels* (x-as) van de verschillende innovatieopgaven. Uit figuur 4 komt naar voren dat individuele technieken voor energiebesparing en opwekking nuttig zijn, maar dat de stakeholders de grootste verwachtingen qua reductiepotentieel hebben van integrale energieoplossingen op bedrijf- of regioniveau en aanpassingen in food processing.

Onderzoeksvragen/onderzoeksbehoefte

- Er is behoefte aan praktijkonderzoek hoe verschillende energietechnieken met elkaar te combineren om te komen tot integraal energieneutrale bedrijven met bijbehorende financiële doorrekeningen.
- De agrifood-sector wil aan de slag om door middel van slim drogen of koelen van producten in te spelen op vraag en aanbod op de elektriciteitsmarkt. Daarbij kan gedacht worden aan de bewaring van aardappelen, fruit, melk en bollen.
- Sommige bedrijven in de primaire landbouwsector hebben piekmomenten in de vraag naar energie (bijvoorbeeld in de akkerbouw en bollenteelt). Hoe kan regionaal op deze extra energievraag worden ingespeeld? In hoeverre zijn bijvoorbeeld zonnepanelen, met een piek in de elektriciteitsproductie in de zomer, hiervoor geschikt?
- Stakeholders zijn op zoek naar slimme oplossingen om technieken als warmtewinning uit mest en stal, geothermie voor warmte, zonnepanelen op daken, warmtewinning uit oppervlaktewater en windenergie meer rendabel te maken en de risico's te beheersen.
- Er is behoefte aan kennis en expertise over afstemming met de omgeving om te komen tot regionale *smart grid* oplossingen. Op die manier kan worden gekomen tot een energieneutraal platteland.
- Op welke wijze meer integrale ketens te ontwikkelen met het oog op de complete levenscyclus van het product: van grond tot mond.
- Momenteel wordt in de levensmiddelenindustrie voor de hoge temperatuur warmtevraag gebruik gemaakt van aardgas. De levensmiddelenindustrie heeft behoefte aan onderzoek naar warmtepompen die een hoge temperatuursprong (>150°C-200°C) kunnen leveren, terwijl het rendement gunstig blijft. Op deze wijze kan op een energie-efficiënte wijze uit laagwaardige restwarmte, stoom worden opgewekt.
- Droogprocessen in de zuivelindustrie zijn veelal, relatief met andere processen in de keten, energie inefficiënt. Een verschuiving van drogen naar indikken is in de praktijk niet mogelijk, vanwege viscositeitsproblemen. Praktijkonderzoek is nodig om technieken te ontwikkelen en te testen. Hoe kunnen membranen worden ontwikkeld zodanig dat melk en wei kunnen worden ingedikt tot 50% of meer op basis van membraantechnologie? Daarnaast is het interessant om een demonstratieproject te doen met een sortptiedroger.
- *Cleaning in Place* (CIP) wordt veel in de levensmiddelenindustrie toegepast. Onderzoek op de terreinen van *Advanced Proces Control* en chemie kunnen bijdragen om de warmtevraag voor CIP te reduceren.
- Tot slot is er behoefte aan kennis hoe processen in de agrifood-keten via schaalverkleining en met een lagere energievraag kunnen worden uitgevoerd op de boerderij in plaats van bij verwerkers.

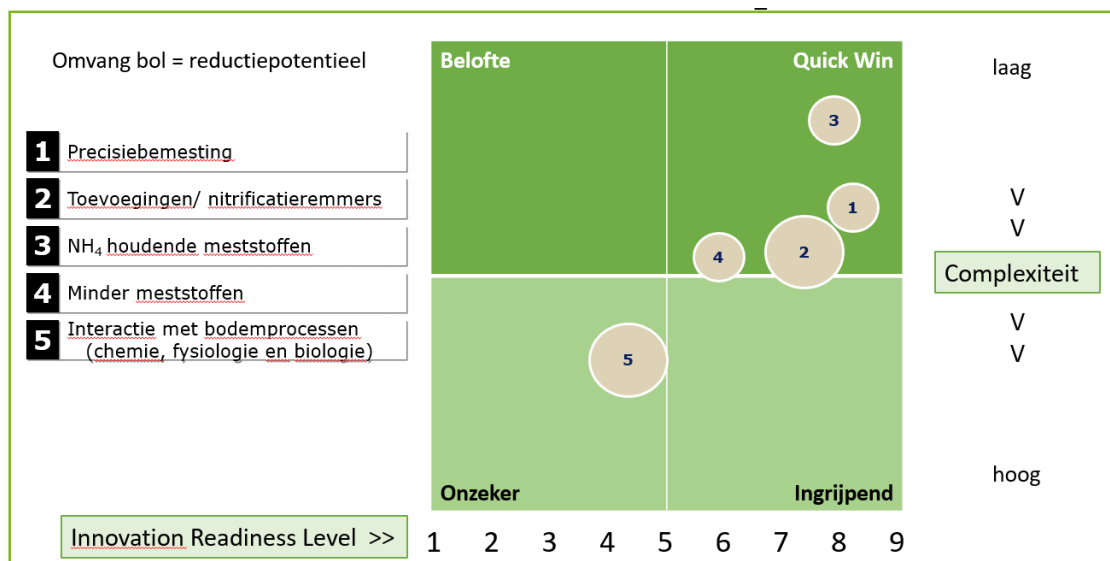
4.4 Slimmer landgebruik

De komende jaren zal moeten worden ingezet op onderzoek over het organiseren, meten en borgen van klimaatwinst via slimmer landgebruik. Voor optimale koolstofvastlegging in de bodem is nog meer kennisontwikkeling nodig over C-dynamica. De kennis die reeds beschikbaar is, dient vertaald te worden naar praktijkniveau (o.a. via pilots en demo's). Aandachtspunt is hier ook dat er extra (financiële) prikkels moeten komen voor agrarische ondernemers als voorwaarde om daadwerkelijk tot een slimmer landgebruik te komen.



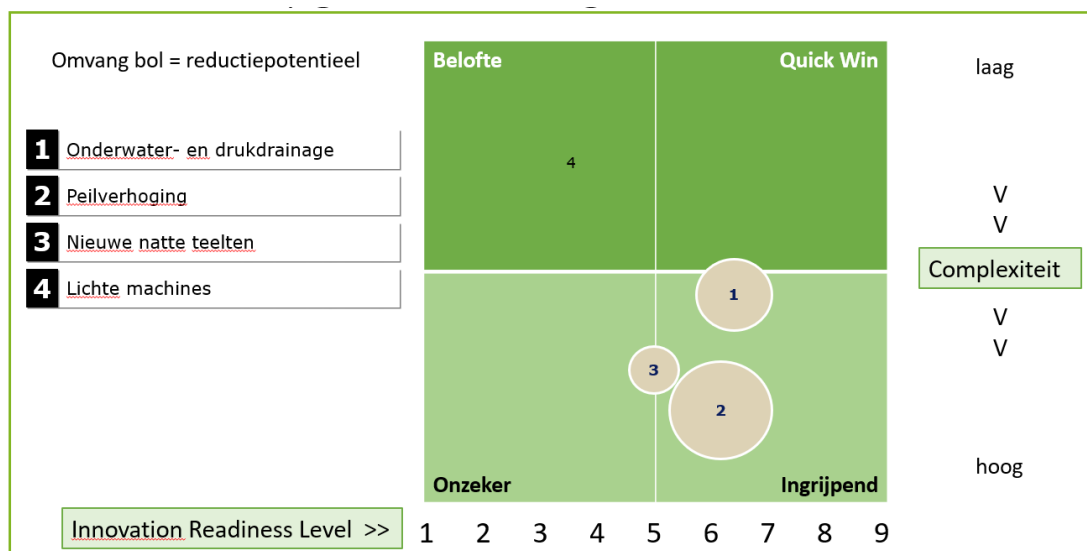
Figuur 5: Innovatieopgaven Landgebruik CO₂ vastlegging

Figuur 5 bevat korte termijn innovatieopgaven op het gebied van CO₂-vastlegging in landbouwbodems. Diverse innovatieopgaven (1 t/m 5) zijn maatregelen die in de praktijk in feite al genomen kunnen worden. Een probleempunt is dat prikkels om maatregelen te nemen veelal ontbreken. Op de korte termijn is er behoefte aan meer kennis over het organiseren, meten en borgen van klimaatwinst door landgebruik.



Figuur 6: Innovatieopgaven Landgebruik N₂O bemesting

In figuur 6 staan de innovatieopgaven weergegeven op het gebied van het reduceren van de N₂O uitstoot bij bemesting van gewassen. De innovatieopgaven 1 t/m 4 in figuur 6 hebben te maken met een efficiënte benutting van stikstof door het gewas. De logica hierbij is dat stikstof benut door het gewas niet verloren gaat in de vorm van N₂O. Het reductiepotentieel van nitrificatieremmers wordt hoger ingeschat dan andere innovatieopgaven, maar er zijn toch nog diverse onderzoeksvragen over de precieze gevolgen (zie verderop). Innovatieopgave 5 heeft te maken met de diverse aspecten van bodemkwaliteit en de relatie met de vorming van N₂O.



Figuur 7: Innovatieopgaven Veenbodems

Figuur 7 laat de innovatieopgaven zien bij het reduceren van emissies uit veenoxidatie. Innovatieopgave 1 betreft onderwaterdrainage en/of drukdrainage, waarbij er behoefte is aan pilots en demonstratieprojecten ten behoeve van de praktijkintroductie. Innovatieopgave 2 betreft peilverhoging. Dit is volgens de geraadpleegde stakeholders een complexe opgave vanwege de verschillende belangen in een veengebied. Innovatieopgave 3 gaat over de ontwikkeling van businesscases voor nieuwe natte teelten, oftewel paludicultuur. Nummer 4, de ontwikkeling van lichte machines leidt niet of nauwelijks tot minder veenemissies, maar is veel meer een randvoorwaarde voor de andere innovatieopgaven. De innovatieopgaven vereisen veranderingen in de bedrijfsvoering van agrarische ondernemers en zijn daarmee relatief complex.

Onderzoeksvragen/onderzoeksbehoefte

- Wat zijn de mogelijkheden voor het vormgeven van nieuwe combinaties van landgebruik (bv. *Agroforestry*)?
- Hoe kan de CO₂ vastlegging in landbouwbodems bij de grotere teelten in Nederland per hectare worden verhoogd?
- Wat zijn de mogelijkheden om CO₂ dieper in landbouwbodems vast te leggen, bijvoorbeeld met behulp van diep wortelende gewassen, hout onder en boven de grond en/of het strategisch omgaan met bodemlagen?
- Hoe kan worden gekomen tot ontkoppeling van C, N (en P), zodat een hogere bodem-C niet gepaard gaat met mineraalverliezen? Wat zijn de mogelijkheden voor verhoging van de potentie van landbouwbodems en hout om koolstof vast te leggen?
- Hoe kan worden gekomen tot een aanpak waarbij rotatie en bouwland niet leiden tot meer emissies, maar juist tot extra vastlegging in landbouwbodems?
- Er zijn innovaties gewenst op het gebied van mechanisatie (o.a. lichtere landbouwvoertuigen) ten behoeve van minder bodemverstoring en precisielandbouw.
- Wat is een optimale bodem om lachgas te reduceren en hoe kunnen in de praktijk maatregelen worden genomen op het gebied van lachgas?
- Wat is de werkelijke emissie en variatie van de emissie van lachgas bij de bemesting van gewassen?
- Inzicht in de effecten van de toepassing van nitrificatieremmers bij bemesting op de emissie van N₂O, bodemgezondheid en voedselveiligheid.
- Er is behoefte dat er een systematiek wordt ontwikkeld om CO₂-vastlegging te kunnen meten, te borgen en de *carbon credits* te verwaarden.
- Op korte termijn is er behoefte aan metingen van de werkelijke emissies na verschillende veenmaatregelen. Wat zijn de werkelijke emissies van de verschillende broeikasgassen na

onderwaterdrainage, drukdrainage, peilverhoging en/of het onder water zetten van veengebieden? Uit de stakeholdersessie over slimmer landgebruik blijkt dat experts niet zeker zijn van een reductie in broeikasgassen na veenmaatregelen. Bijvoorbeeld het onder water zetten van veengronden leidt tot minder CO₂, maar tot meer uitstoot van CH₄. Volgens de geraadpleegde experts is het daarbij onduidelijk of de reductie van CO₂ hier zwaarder weegt dan de stijging in CH₄ emissies.

- Wat zijn de kosten en baten van de diverse veenmaatregelen voor de individuele bedrijven?
- Hoe ziet een goede maatwerk aanpak eruit voor maatregelen in veenweidegebieden? Een belangrijk onderwerp daarbij is hoe om te gaan met eventuele weerstand tegen maatregelen en hoe de landbouw in veengebieden perspectief te bieden.

4.5 Kas als energiebron

“Kas als Energiebron” is de naam van een bestaand innovatieprogramma dat energiebesparing en het gebruik van duurzame energie in de glastuinbouw stimuleert. LTO Glaskracht en het ministerie van LNV trekken hierin samen op. Met het programma wordt kennis vergaard en naar de praktijk uitgedragen. Dit is gericht op (teelt)technieken om in kassen energie te besparen en om meer duurzame energie te gebruiken.

Kas als Energiebron heeft in het meerjarenprogramma van 2014-2017 de doelstelling geformuleerd om in 2050 geheel klimaatneutraal te zijn. Onder diverse randvoorwaarden zou het volgens LTO Glaskracht echter ook mogelijk zijn om al per 2040 klimaatneutraal te zijn als glastuinbouw sector, maar daar is medewerking van de overheid en andere partijen voor nodig. Te denken valt bijvoorbeeld aan de ontwikkeling van warmtenetten en CO₂-levering waar meerdere stakeholders voor nodig zijn.

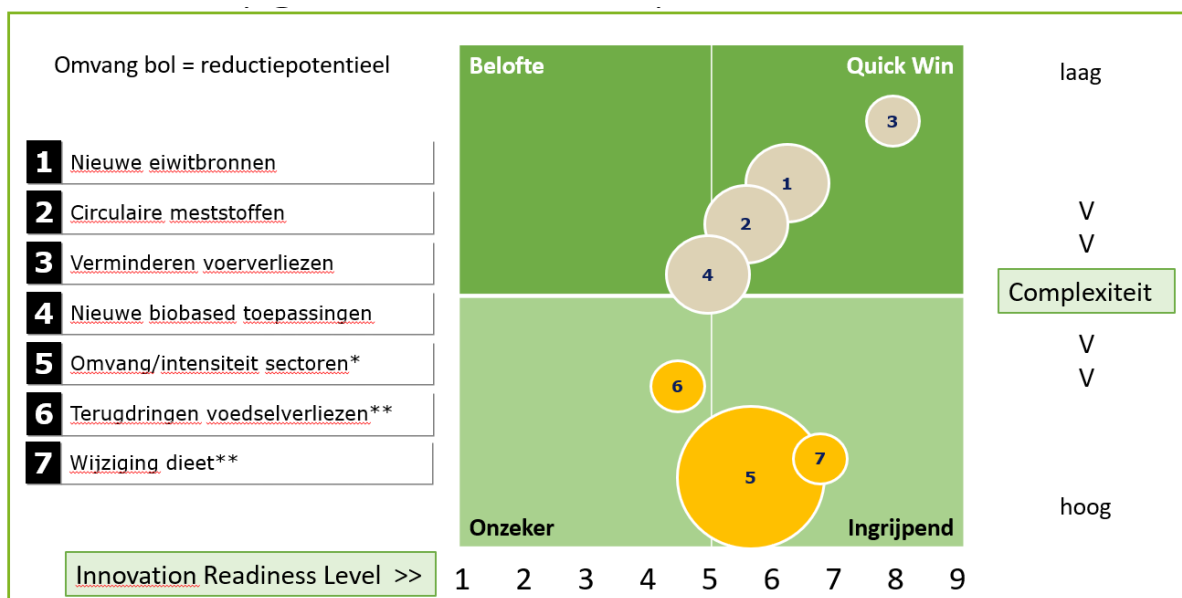
Voor de glastuinbouw, en dus ook het transitiepad Kas als Energiebron, zijn verschillende innovatieopgaven te benoemen:

- Teeltstrategieën, een pakket van teeltmaatregelen om energiezuiniger te telen (“het nieuwe telen”).
- Licht, het beter benutten van natuurlijk licht en kunstlicht energie-efficiënt inzetten.
- Zonne-energie, een van de opties om zonne-energie te benutten is een semigesloten kas. Zonnewarmte wordt geoogst en opgeslagen ten behoeve van verwarming in de winter.
- Geothermie, in de bodem kan vanaf een diepte van ca. 500 meter warm water aanwezig zijn. Deze warmte kan in de kas benut worden.
- Benutting van bio-energie als duurzaam alternatief voor aardgas.
- Efficiënt en duurzaam gebruik van CO₂ uit verschillende bronnen.

Voor Kas als Energiebron is geen stakeholderbijeenkomst georganiseerd, omdat al een innovatieprogramma bestaat dat loopt via de Topsector Tuinbouw & Uitgangsmaterialen. Dit is ook de reden dat de innovatieopgaven en onderzoeksbehoefte niet nader in beeld zijn gebracht. Voor nadere informatie wordt verwezen naar de website van Kas als Energiebron (www.kasalsenergiebron.nl).

4.6 Wijziging voedselsysteem

Transitiepad 6, wijziging voedselsysteem, gaat in op fundamentele wijzigingen in het voedselsysteem. Hoofdthema's zijn kringlooplandbouw, biobased economy en de eiwittransitie.



Figuur 8: Innovatieopgaven Wijziging voedselsysteem

*In figuur 8 is de omvang en intensiteit van sectoren benoemd als innovatieopgave 5. Het reductiepotentieel voor de emissies in Nederland is relatief groot. Vanuit mondiaal perspectief leidt een kleinere omvang of intensiteit van de voedsel- en biomassaproductie in Nederland echter waarschijnlijk niet tot lagere emissies. Indien de productie in Nederland wordt vervangen door buitenlandse productie, komen er vrijwel zeker meer broeikasgassen vrij. De oorzaak hiervan is de efficiëntie en de relatief lage carbon footprint van de Nederlandse productie. Dit betekent dat een kleinere omvang of intensiteit van de Nederlandse biomassa- en voedselproductie mondiaal gezien een schijnoplossing is, tenzij een aantal randvoorwaarden worden gesteld.

**Volgens de IPCC-rekenregels worden broeikasgassen toegerekend aan de productie en niet aan de consumptie van goederen. Daarbij is het de vraag of het terugdringen van voedselverliezen en/of het wijzigen van dieet door consumenten ook resulteert in verandering van het productievolume binnen Nederland. Zeker in de internationale landbouw- en voedselmarkten is er een beperkte relatie tussen de consumptie en productie van biomassa en voedsel in Nederland. Zonder dat wordt voldaan aan de randvoorwaarde dat de productie mee verandert, is de impact op de totale Nederlandse broeikasgasemissies van een wijziging in dieet of het terugdringen van voedselverliezen beperkt. Wel kunnen de innovatieopgaven 6 en 7 ervoor zorgen dat de carbon footprint van een maaltijd of van een bepaald product daalt. Tevens kan er mondiale reductie optreden. De emissies in Nederland dalen hiermee echter niet vanzelfsprekend. Op het moment dat voedselverliezen worden benut als de basis voor veevoer, dan worden in Nederland wel broeikasgassen vermeden.

Figuur 8 geeft de belangrijkste innovatieopgaven weer op het gebied van wijziging voedselsysteem. De maatregel nieuwe eiwitbronnen gaat over de productie van eiwitten op nieuwe manieren (bijvoorbeeld insectenteelt). Innovatieopgave 2, circulaire meststoffen, betreft het vervangen van kunstmest door al of niet bewerkte meststoffen van organische oorsprong. Innovatieopgave 3 gaat over een efficiënte voerwinning en is daarmee onderdeel van een efficiënte mineralenkringloop op agrarische bedrijven. De innovatieopgave nieuwe *biobased* toepassingen is weergegeven via bol nummer 4. De innovatieopgaven 1 t/m 4 zijn vooral technisch van aard en daarmee relatief eenvoudig. De innovatieopgaven 5 t/m 7; omvang/intensiteit van sectoren, terugdringen van voedselverliezen en wijziging van dieet, vereisen flinke aanpassingen van producenten en consumenten. Hiermee zijn dit zeer complexe innovatieopgaven waarbij o.a. gedragsverandering aan de orde is.

Omdat er geen eenduidigheid bestaat of de innovatieopgaven 5 t/m 7 leiden tot een reductie van broeikasgassen, hebben deze innovatieopgaven in grafiek 8 een afwijkende kleur. Zie tevens de toelichting onder de grafiek.

Onderzoeksvragen/onderzoeksbehoefte

- Hoe kan gekomen worden tot een hoger percentage hergebruik van reststoffen en voedselverliezen?
- Er is behoefte aan onderzoek rondom de doorontwikkeling van circulaire meststoffen en bijbehorende regelgeving ter vervanging van kunstmest.
- Hoe de kringlooplandbouw te versterken? Hoe kan kringlooplandbouw bijdragen aan minder uitstoot van broeikasgassen?
- Hoe kan efficiënter gebruik worden gemaakt van biomassa, biomassa langdurig worden benut en recycling van biomassa worden bewerkstelligd?
- Vraagstukken gericht op een verhoging van de plantproductie door een meer efficiënte fotosynthese.
- Ontwikkelen nieuwe gewassen specifiek voor *biobased* toepassingen. Verhoging drogestofgehaltes in gewassen.
- Ten behoeve van de teelt van bijvoorbeeld potplanten en champignons wordt momenteel door de Nederlandse agrifood-sector veen geïmporteerd uit Polen en de Baltische staten. Het afgraven van veengebieden in die landen leidt tot uitstoot van broeikasgassen. Vanuit internationaal perspectief is onderzoek gewenst naar de mogelijkheden om het gebruik van veen in Nederland te reduceren en/of te komen tot werkbare alternatieven.
- Er is behoefte aan het ontwikkelen van nieuwe teeltwijzen op nieuwe plaatsen (op zee, in de stad, 'vertical farming').
- Er is behoefte aan de ontwikkeling van synthetische productie van melk en vlees. Daarbij zijn er vraagstukken hoe dit productieproces goed en efficiënt vorm te geven.
- Hoe kan de eiwittransitie bijdragen aan een meer efficiënt gebruik van biomassa?
- Hoe kunnen voedselverliezen in de humane consumptie worden benut als basis voor veevoeders?
- De efficiëntie van agrarische ondernemers onderling en voedselverwerkers onderling verschilt. Hoe van de verschillen tussen bedrijven gebruik te maken? Is er een aanpak mogelijk om hiervan gebruik te maken om de gehele sector efficiënter te krijgen met minder broeikasgassen?
- Een klimaatneutrale biomassa- en voedselproductie vereist maatregelen op individuele bedrijven. Vraagpunt is hoe de te nemen van maatregelen kunnen worden geregistreerd en geborgd.
- Diverse innovatieopgaven en strategische keuzes op het gebied van wijziging van het voedselsysteem dienen te worden doorgerekend.
- Vraagstukken die aansluiten bij de Transitieagenda Biomassa & Voedsel ('Grondstoffenakkoord').
- Hoe krijgen we de consument mee bij de aanpak en ambities om te komen tot een klimaatneutrale biomassa- en voedselproductie?

4.7 Overzicht onderzoeksvragen

In onderstaande Tabel 1 staan per transitiepad de onderzoeksvragen vermeld van de Onderzoeks- en Innovatieagenda Klimaatneutrale Voedselproductie. Tegelijkertijd is dit een weergave van de onderzoeksbehoefte bij het kernthema klimaat van de Kennis- en Innovatieagenda 2018 - 2021 van de Topsector Agri & Food.

Onderwerp	TRL 1,2 en 3	TRL 4, 5 en 6	TRL 7, 8 en 9
Minder methaan melkvee			
Methaanvorming in de pens.	Onderzoeken mogelijkheden om het microbioom in de pens de H ₂ op een andere manier dan via methaan te laten afvoeren, bij voorkeur op een manier waarbij extra voedingsstoffen beschikbaar komen.	Metten variatie van methaanemissies tussen dieren, rantsoenen en rassen. Verzamelen basisinformatie ten behoeve van de fokkerij.	
Koe			Mogelijkheden verlengen levensduur; verminderen jongvee. Verbeteren dierenwelzijn en gezondheid. Verbeteren voerefficiëntie.
Voeradditieven	Ontwikkeling nieuwe voeradditieven.	Behoeftte om veelbelovende voeradditieven in vitro en in vivo uit te testen. Aandacht nodig voor mogelijke effecten op de koe en op de voedselveiligheid.	Behoeftte aan <i>state of the art study</i> over mogelijkheden en effecten voeradditieven (project in klimaatvelop 2018).
Gewassen	Ontwikkeling en toepassing nieuwe selectiemethoden voor veredeling van gewassen gericht op methaanreductie.	Doorontwikkeling (veredeling) van rassen en nieuwe gewassen die leiden tot een vermindering van methaanemissie.	Verbetering van de ruwvoer kwaliteit.
Voersamenstelling	Doorontwikkelen en valideren modellen methaanuitstoot en voersamenstelling.	Optimaliseren samenstelling krachtvoer om reductie te bewerkstelligen en afwenteling te voorkomen.	Optimaliseren rantsoen van krachtvoer en ruwvoer. Benutten voedselverliezen.
Ontwikkelen marktprikkels / creëren beweging.		Verkennen mogelijkheden om prikkels te organiseren en methaanreductie te behalen in de praktijk.	Organiseren melkveehouders en sectorpartijen om methaan uit rundvee te reduceren.
Onderwerp	TRL 1,2 en 3	TRL 4, 5 en 6	TRL 7, 8 en 9
Minder methaan uit mest en stallen			
Variatie van methaan emissies uit mest.		Metten variatie van methaanemissies tussen stalsystemen, typen	Doorrekenen en vaststellen voor- en nadelen verschillende

		mestopslagen, bij weidegang en nageschakelde technieken (aanzuren, koelen, bellenmixen, methaanoxidatie).	stalsystemen en nageschakelde technieken (vloertypes, aanzuren, koelen, bellenmixen, methaanoxidatie).
Ombouwen stallen.			Hoe kunnen bestaande stallen met drijfmestkelders worden omgebouwd naar stallen met dagontmesting en mestscheiding?
Potstallen		Met en variatie van methaan- en lachgasemissies van potstallen. Bemeten reductiepotentieel klimaatmaatregelen.	Met welke maatregelen zijn emissies in potstallen te beperken?
Nieuwe meststromen.			Hoe nieuwe meststromen aan te wenden met lage emissies en ten behoeve van CO ₂ vastlegging in landbouwbodems?
Vergisting		Nieuwe technieken ten behoeve van businesscase mestvergisting.	Verbeteren <i>businesscase</i> mestvergisting.
Stallucht	Onderzoek naar mogelijkheden om methaan in stallucht te concentreren en af te vangen.		
Ontwikkelen marktprikkels / creëren beweging.		Verkennen mogelijkheden om prikkels te organiseren en methaanreductie te behalen in de praktijk.	Mobiliseren van veehouders om reductie uit mest en stallen te realiseren.
Onderwerp	TRL 1,2 en 3	TRL 4, 5 en 6	TRL 7, 8 en 9
Energietransitie in de agrifood-keten			
Integrale energieneutraliteit.		Realiseren van slimme energie (incl. warmte) oplossingen op boerderijen en bij voedselverwerkers.	Combineren van energiebesparing, opwekking en opslag.
Elektriciteitsmarkt		Ontwikkelen nieuwe flexibele energiesystemen en/of <i>smart grids</i> .	Bedrijfsprocessen afstemmen op actuele marktvaart naar elektriciteit.
Regionaal		Ontwikkelen systemen om in te spelen op vraag	

		en aanbod van energie met de omgeving (incl. piekmomenten).	
<i>Food processing.</i>	Warmtepomp ontwikkelen die hoge temperatuursprong kan leveren.	Ontwikkelen nieuwe processen voor voedselverwerking met lagere energievraag (of warmtevraag).	
Verwijderen water uit biomassa.		Verbeteren membraantechnologie voor indikken biomassa.	Demonstratieproject sorptiedroger.
<i>Cleaning in Place.</i>		Onderzoek naar mogelijkheden reductie warmtevraag.	
Transport		Ontwikkelen nieuwe duurzame transportconcepten.	Optimaliseren transport gericht op reduceren kilometers per product. <i>Local voor local.</i>
Onderwerp	TRL 1,2 en 3	TRL 4, 5 en 6	TRL 7, 8 en 9
Slimmer landgebruik			
Landgebruik		Ontwikkelen nieuwe concepten van landgebruik (bv. <i>Agroforestry</i>).	Realiseren van meer blijvend grasland en/of landschapselementen.
CO ₂ vastlegging landbouwbodems.	Onderzoeken mogelijkheden om potentie C en CO ₂ opname landbouwbodems te verhogen. Ontkoppeling van C, N en P.	Verkennen mogelijkheden om dieper in landbouwbodems CO ₂ vast te leggen (< 30 cm, bv. via hout).	Verhogen CO ₂ vastlegging in de bovenste bouwvoor van landbouwbodems door concrete maatregelen.
Bouwplan en gewasrotatie.		Ontwikkelen concept waarbij rotatie en bouwland leiden tot meer CO ₂ vastlegging.	Behoud van CO ₂ vastlegging in bouwland. Testen nieuwe gewassen ten behoeve van CO ₂ vastlegging in landbouwbodems.
Meetsystematiek CO ₂ vastlegging.		Ontwikkelen systematiek om CO ₂ vastlegging te meten, te borgen en zo mogelijk te verwaarden op perceel- en gebiedsniveau.	Introduceren nieuwe concepten voor meten, borgen en verwaarden om CO ₂ vastlegging.
Bodemverstoring		Ontwikkelen nieuwe lichtere machines tegen bodemverdichting. Tevens gericht op minder spoorvorming in veengebieden.	Maatregelen tegen bodemverstoring / spoorvorming.

Maatregelen veenemissies.		Meten werkelijke reductie broeikasgassen door onderwaterdrainage, drukdrainage, peilverhoging, onder water zetten.	Uitproberen diverse maatregelen tegen veenoxidatie. Vaststellen voor- en nadelen.
Aanpak veenemissies.		Ontwikkelen maatwerk-aanpak voor maatregelen in veengebieden. Behoud perspectief landbouw.	Identificeren passende maatregelen per gebiedstype.
Natte teelten.		Ontwikkelen nieuwe concepten natte teelten.	Nieuwe natte teelten in de praktijk.
Lachgas	Vergroten kennis over bodemprocessen.	Wat is een optimale bodem om lachgas te reduceren?	Hoe kunnen in de praktijk maatregelen worden genomen op het gebied van lachgas? Hoe maatregelen te borgen?
Nitrificatieremmers		Effecten van nitrificatieremmers op de bodem-gezondheid en voedselveiligheid.	Vaststellen voor- en nadelen gebruik nitrificatieremmers.
Onderwerp	TRL 1,2 en 3	TRL 4, 5 en 6	TRL 7, 8 en 9
Wijziging Voedselsysteem			
Gebruik	Nieuwe types producten met een lagere carbon footprint.	Ontwikkelen langer houdbare producten.	Verhogen langdurig gebruik van biomassa en houdbaarheid van voedselproducten.
Benutten verliezen.		Verhogen van hergebruik reststoffen en voedselverliezen. Bijvoorbeeld door benutting in veevoer.	
Kringlooplandbouw		Realisatie en benutting nieuwe circulaire meststoffen.	Versterken kringloop-landbouw. Verminderen (voer)verliezen op boerderij. Optimale inzet bodem, mest & mineralen.
<i>Biobased economy.</i>	Ontwikkelen en identificeren nieuwe <i>biobased</i> toepassingen.	Verkennen mogelijke <i>businesscases</i> voor de <i>biobased economy</i> . Welke inhoudsstoffen kunnen gemaakt worden uit welke type grondstof? Raffinageproces	Markt toepassingen van inhoudsstoffen uit biomassa.

		optimaliseren. Kostenreductie van productie.	
Plantproductie		Verhogen plantproductie door middel van veredeling (diverse technieken).	Introductie nieuwe gewassen.
Plantproductie <i>biobased economy</i> .	Ontwikkelen nieuwe gewassen specifiek voor <i>biobased</i> toepassingen.	Verhoging drogestofgehaltes in gewassen.	
Toepassing veen in tuinbouw / champignonenteelt.		Ontwikkelen alternatieven voor toepassing veen in tuinbouw en champignonenteelt.	
“Slachtvrij vlees”.		Onderzoek naar productiewijze, benodigde inputs, efficiëntie van productie van “slachtvrij vlees”.	Introductie “synthetisch vlees” met benutting distributienetwerk vlees.
Nieuwe eiwitten.	Ontwikkelen en identificeren mogelijkheden nieuwe eiwitbronnen zoals algen, zeewier en insecten.	Welke inhoudsstoffen kunnen gemaakt worden uit welke type grondstof? Raffinageproces optimaliseren. Kostenreductie van productie.	Markt toepassingen van inhoudsstoffen. Raffinage en scheiding.
Nieuwe teeltwijzen.	Ontwikkelen nieuwe teeltwijzen op nieuwe plaatsen.	Productie op zee, in de stad of <i>vertical farming</i> . Kostenreductie van productie.	Praktijkconcepten van nieuwe teeltwijzen en/of nieuwe plaatsen.
Consument / dieet.	Welke stappen moeten er gezet worden om een intrinsiek gemotiveerde gedragsverandering te bewerkstelligen?	Meenemen consument bij aanpak en ambities klimaatneutrale biomassa- en voedselproductie.	Hoe communicatie over klimaat en voedsel vorm te geven?
Benutten variatie tussen bedrijven.			Aanpak om variatie in de emissies tussen bedrijven te benutten om te komen tot reductie. Verstrekken handelingsperspectief voor broeikasgasreductie.
Klimaatmaatregelen		Hoe klimaatmaatregelen te registreren en te borgen?	Praktijktest met het registreren van klimaatmaatregelen.

5. INTERNATIONAAL PERSPECTIEF



5. INTERNATIONAAL PERSPECTIEF

Bij het opstellen van de onderzoeks- en innovatieagenda klimaatneutrale voedselproductie is vanuit internationaal perspectief gekeken naar de emissies van de agrifood-keten. Dit houdt in dat de transitiepaden leiden tot een zoveel mogelijk klimaatneutrale voedselproductie in 2050 in Nederland (zie figuur 1), maar het uitgangspunt tegelijkertijd is om emissies elders in de wereld niet te doen stijgen. Oplossingen waarbij een deel van de productieketen naar het buitenland wordt verplaatst zonder dat mondiale klimaatwinst optreedt, worden vermeden. Tijdens de stakeholderbijeenkomsten werd bevestigd dat bedrijven in de voedingsmiddelenindustrie een internationaal perspectief hebben. De productieketens en de eindafnemers bevinden zich deels in het buitenland en hiermee wordt ook een deel van de emissie van broeikasgassen aan het buitenland toegerekend.

Diverse geraadpleegde stakeholders wijzen op het belang om rekening te houden met de rol van de IPCC op het gebied van rekenregels voor broeikasgassen. Het *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) is een organisatie van de Verenigde Naties en houdt zich bezig met de risico's bij klimaatverandering, de *global warming potentials* van broeikasgassen en de emissiefactoren. Het IPCC doet zelf geen onderzoek, maar heeft een rol bij de evaluatie van gepubliceerd onderzoek. Zeker voor Nederlands onderzoek gericht op de emissiefactoren is het belangrijk dat rekening wordt gehouden met de rol van de IPCC, anders kunnen nieuwe nauwkeurige emissiefactoren niet worden verdisconteerd in de formele registratie van emissies in Nederland. Het terugdringen van de onzekerheidsmarges op het gebied van emissiefactoren is overigens primair een taak van instanties gericht op de emissieregistratie en niet zozeer van de Topsector Agri & Food.

Met het Parijs-akkoord hebben 195 landen afspraken gemaakt over de aanpak van klimaatverandering. Daarmee zijn diverse landen en onderzoeksinstituten wereldwijd met klimaatmitigatie op het gebied van biomassa en voedsel bezig. Dit maakt het zeer relevant om de komende jaren in te zetten op onderzoeksprojecten waarbij internationaal wordt samengewerkt. Internationale onderzoekssamenwerking draagt er ook aan bij dat Nederland de positie als kennisland op het gebied van een klimaatvriendelijke voedselproductie kan versterken.

6. ROL TOPSECTOR AGRI & FOOD



6. ROL TOPSECTOR AGRI & FOOD

Topsector Agri & Food heeft een belangrijke rol bij het aansturen van onderzoek en innovatie om te komen tot een zoveel mogelijk klimaatneutrale voedselproductie in 2050. Dit kan door het meerjarig vasthouden aan transitiepaden en het bepalen van prioritaire onderwerpen. Daarbij kan de Topsector Agri & Food mede zorgen voor een omvangrijk netwerk van bedrijven, kennisinstellingen en overheden en samenwerking stimuleren.

Publiek-private samenwerkingsprojecten

De TKI Agri & Food heeft de rol om ontwikkeling van publiek-private samenwerkingsprojecten (PPS-en) te initiëren en te ondersteunen. Door middel van PPS-en wordt ruimte gegeven aan het bedrijfsleven om samen met onderzoeksorganisaties met voorstellen te komen die aansluiten op de benoemde missies in de onderzoeks- en innovatieagenda. De Topsector heeft hiervoor de beschikking over onderzoekscapaciteit bij Wageningen University & Research die door het ministerie van LNV beschikbaar is gesteld. Op basis van private bestedingen bij onderzoeksorganisaties kan bovendien worden beschikt over een PPS-toeslag. In de jaarlijkse oproep voor PPS-en zijn de prioritaire onderwerpen leidend.

Activiteiten en instrumenten

Topsector Agri & Food maakt ook *Seed Money* Projecten mogelijk die dienen als opstart ('seed') voor internationale samenwerkingsverbanden voor het bedrijfsleven uit de agrifood-sector. Hierbij staat het vormen van consortia centraal. Overige activiteiten en instrumenten van de Topsector Agri & Food zijn de ontwikkeling van Strategische en Maatschappelijke Innovatieprogramma's, cofinanciering van EU-projecten bij Wageningen University & Research, bouw van calls voor universitair onderzoek samen met de NWO, inzet van innovatiemakelaars, het organiseren van netwerkactiviteiten en het agenderen van onderzoek- en innovatiethema's bij de Europese Unie en in de regio's.

Klimaatneutraal als kernthema

Topsector Agri & Food is nadrukkelijk niet alleen gefocust op het reduceren van broeikasgassen. Binnen het kernthema klimaatneutraal is bijvoorbeeld ook aandacht voor 'weerbare en robuuste dierlijke productiesystemen', 'weerbare en robuuste plantaardige productiesystemen' en 'duurzaam waterbeheer'. Een overzicht van alle kernthema's en ambities kan worden gevonden in de Kennis- en Innovatieagenda 2018 - 2021 van de Topsector Agri & Food.



Aanzetten tot actie

Een belangrijk aandachtspunt is dat er momenteel voor thema's als minder methaan uit koeien, minder methaan uit mest & stallen en slimmer landgebruik nog beperkt sprake is van een innovatiesysteem met incentives voor individuele stakeholders om in beweging te komen. Tot op heden is er voor deze onderwerpen nog maar beperkt sprake van samenwerking en missiegedreven onderzoek en innovatie. Topsector Agri & Food, rijksoverheid en bedrijfsleven hebben weliswaar aandacht voor de thema's, maar de prikkels om te komen tot reducties in de praktijk zijn nog goeddeels afwezig. Het creëren van positieve prikkels en beweging is echter beslist nodig om het technisch reductiepotentieel te behalen. Aanbeveling is daarom om niet alleen te focussen op de onderzoeksbehoefte van technische innovatieopgaven, maar juist ook aandacht te besteden aan het organiseren van beweging.

In de stakeholderbijeenkomsten is gesproken over de innovatieopgaven en het reductiepotentieel per 2050. In feite gaat het hier om een technisch reductiepotentieel. Om daadwerkelijk tot reductie van broeikasgassen te komen moeten alle actoren in beweging worden gebracht en gehouden. Daarbij gaat

het om prikkels, veelal in financiële vorm. In een bredere context speelt er echter meer. Het gaat ook om basiskennis van zaken als broeikasgassen, klimaatverandering en het eigen handelingsperspectief. Daarnaast is er nog niet bij iedereen bereidheid om in actie te komen. Samenwerkingen als de Duurzame Zuivelketen en Kas als Energiebron zijn goede voorbeelden hoe tot via een programmatische aanpak tot beweging bij ondernemers in de agrifood-keten te komen.

Leerpunten Kas als energiebron

Het innovatieprogramma Kas als Energiebron loopt al enige jaren en is een samenwerking tussen LTO Glaskracht en het ministerie van LNV (formeel Meerjarenaafpraak Energietransitie Glastuinbouw 2014-2020). In 2017 heeft de Universiteit van Utrecht een tussenevaluatie uitgevoerd. De Universiteit is vanuit innovatie- en transitieperspectief positief over het programma Kas als Energiebron. Er is geconstateerd dat er zeer helder en consistent richting is gegeven aan het innovatiezoekproces in de glastuinbouwsector. Tot slot is de Universiteit van Utrecht van oordeel dat er op consistente wijze is gewerkt aan meerdere oplossingsrichtingen in intensieve interactie met de glastuinbouwpraktijk.

Bij het programma Kas als Energiebron is in ruime mate aandacht besteed aan alle sleutelprocessen die gestimuleerd moeten worden voor het opbouwen van een innovatie-ecosysteem (zoals onderzoek, demonstratie en kennisuitwisseling, subsidies). Een belangrijke succesfactor is de publiek-private samenwerking.

Kenmerkend voor de aanpak van Kas als Energiebron is dat bij alle stappen van fundamenteel onderzoek, toegepast onderzoek, valorisatie en uitrol in de markt ondernemers zijn betrokken. Het uitgangspunt daarbij is dat ondernemers leren van andere ondernemers (op enkele koplopers na). Het betrekken van agrarische ondernemers is bij de Onderzoeks- en Innovatieagenda Klimaatneutrale Voedselproductie ook aan de orde. Het is belangrijk om het boerenperspectief helder voor ogen te houden. Kanttekening is dat Kas als Energiebron een voorbeeld is van een programma dat zich primair richt op een tak in de primaire land- en tuinbouw. Bij andere transitiepaden spelen andere ketenpartijen soms een grotere rol.

7. ONDERWIJS



7. ONDERWIJS

Het realiseren van een klimaatneutrale voedselproductie vraagt de komende 30 jaar om gedragsverandering van producenten, meer bewustzijn bij consumenten en innovatieve oplossingen op allerlei gebied. Het gaat daarbij niet alleen om het ontwikkelen van kennis en het vertalen daarvan naar toepassingen, maar ook om het opleiden van mensen die dat allemaal waar moeten gaan maken. Hierbij kan de nieuwe generatie van boeren en tuinders een sleutelrol vervullen.

Daarnaast is in de *agribusiness* sector veel nieuwe kennis en expertise vereist op het gebied van klimaatneutraal produceren bij bijvoorbeeld loonwerkers voor slimmer landgebruik, installateurs ten behoeve van slimme energieoplossingen, stallenbouwers voor klimaatneutrale stallen en adviseurs met een brede visie op de toekomstige ontwikkelingen. Tevens is op het gebied van *food processing* en transport expertise nodig om uiteindelijk te komen tot energie- en klimaatneutrale voedselproductie.

Het gaat daarbij, gezien de maatschappelijke urgentie, niet alleen over het opleiden van jonge mensen binnen het onderwijssysteem. Ook mensen die al actief zijn op de arbeidsmarkt moeten de gelegenheid krijgen zich de nieuwe kennis eigen te maken op een manier die bij het eigen leven en werken past. Dat laatste vraagt, nog sterker dan het organiseren van opleidingen binnen het onderwijs gericht op jongeren, om flexibiliteit en opleiden op maat. Het noodzaakt tot reflectie op de manier waarop opleidingen voor die verschillende doelgroepen worden ontworpen en geïmplementeerd.

Het GroenPact is opgestart door het Nederlandse bedrijfsleven, onderwijs en overheid om de handen ineen te slaan om het groene kennis- en innovatiesysteem in Nederland verder te versterken. Samen werken ze op het gebied van onderwijs aan het realiseren van de gezamenlijke ambitie om internationaal voorloper te blijven in het oplossen van grote mondiale en regionale vraagstukken op het gebied van voeding, duurzaamheid en leefbaarheid (zie de website www.groenpact.nl).

BIJLAGEN



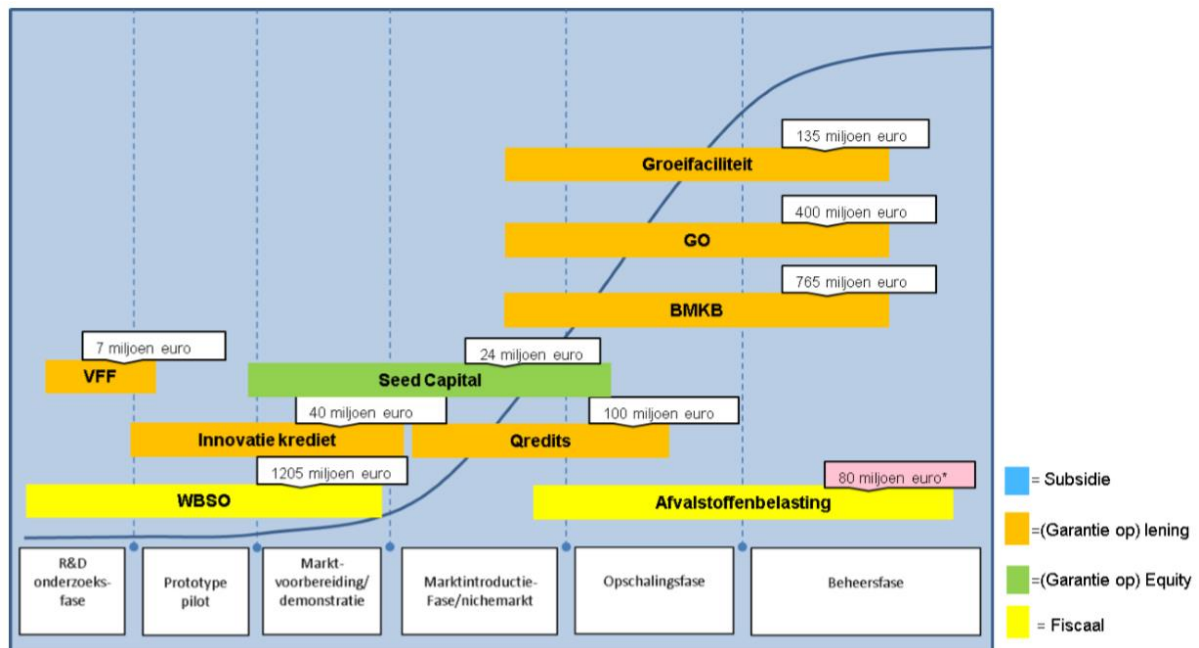
BIJLAGEN

Bijlage 1: Overzichten financiële ondersteuningsmogelijkheden

Overzicht 1: Illustratie van de financiële ondersteuningsmogelijkheden voor de overheid, op basis van bestaande algemene financiële ondersteuningsregelingen (bron: RVO, 2017).

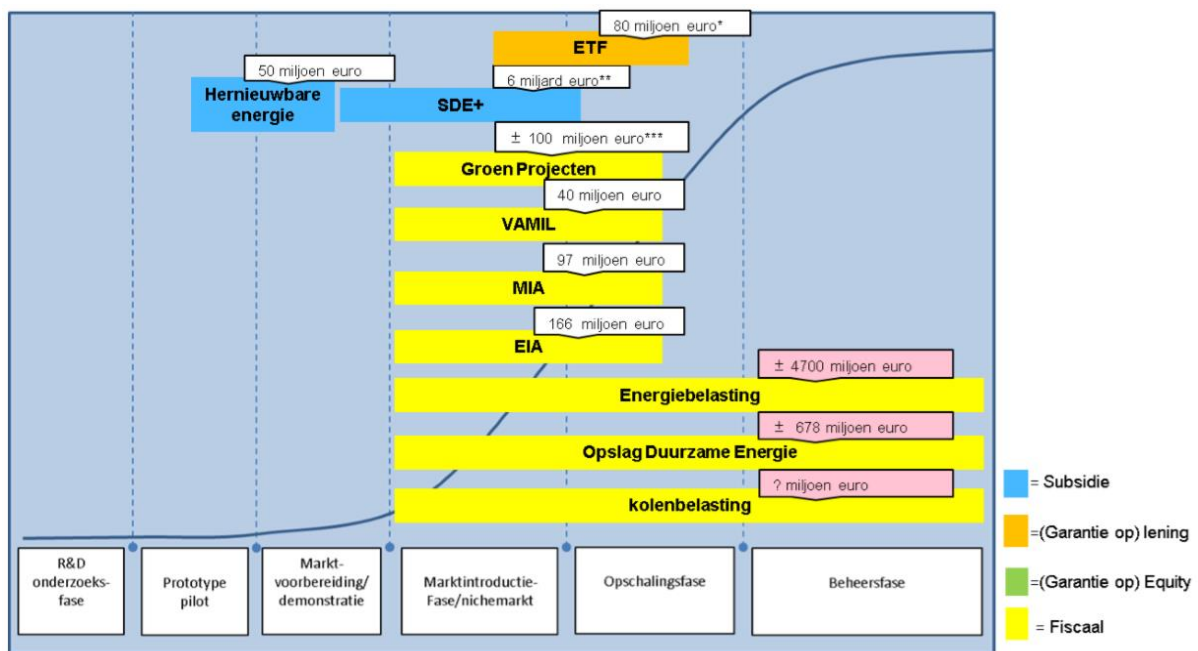
		1. Subsidie	2. Fiscaal	3. (Garanties op) leningen	4. Overheidsinvesteringen
Investing	'Producent'	Investerings Milieuvriendelijke maatregelen	Milieu Investerings Aftrek	Garantie Ondernemings-financiering	Investeren in bijvoorbeeld het versterken van het NL elektriciteitsnet en equity deelnamen in markt projecten en bedrijven. Kosten maken voor het uit de markt nemen van bijvoorbeeld kolencentrales of gasnetten.
	'Gebruiker'	Investerings-subsidie duurzame energie	BPM vrijstelling	Nationaal Energie-bespaarfonds	
Exploitatie	'Producent'	SDE+	X		
	'Gebruiker'	X	Afvalstoffen-belasting		

Overzicht 2: Financiële ondersteuningsregelingen Rijksdienst voor Ondernemend Nederland generiek per marktfase (bron: RVO, 2017).

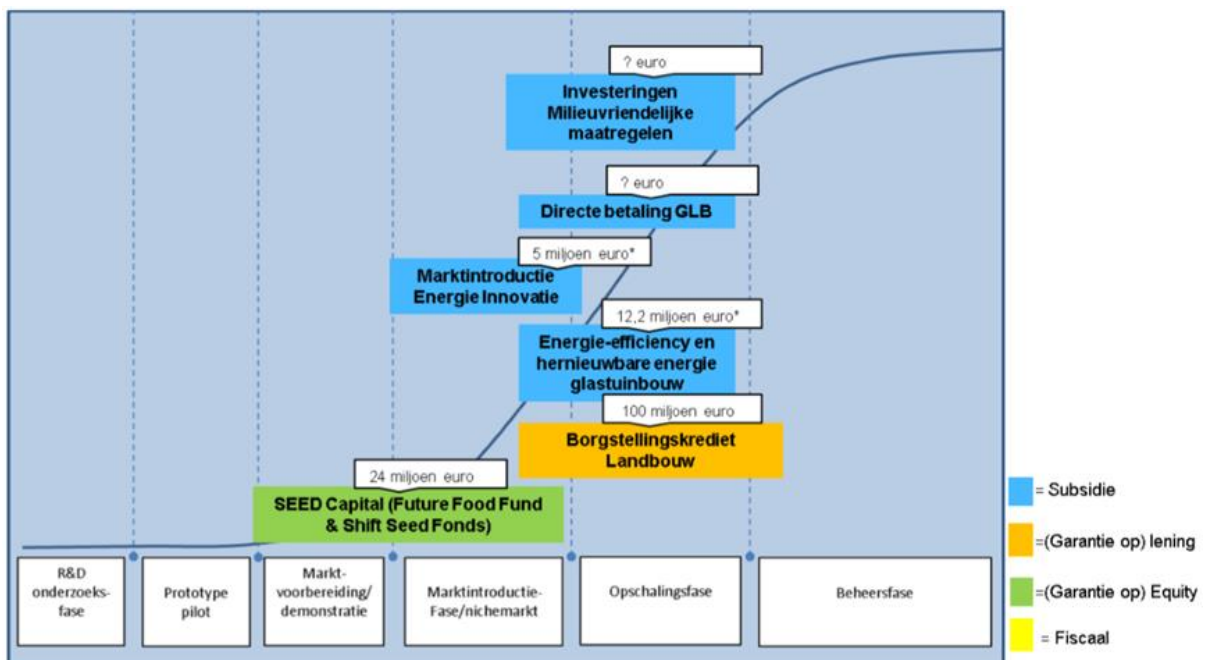


* Het betreft hier het bedrag over 2015

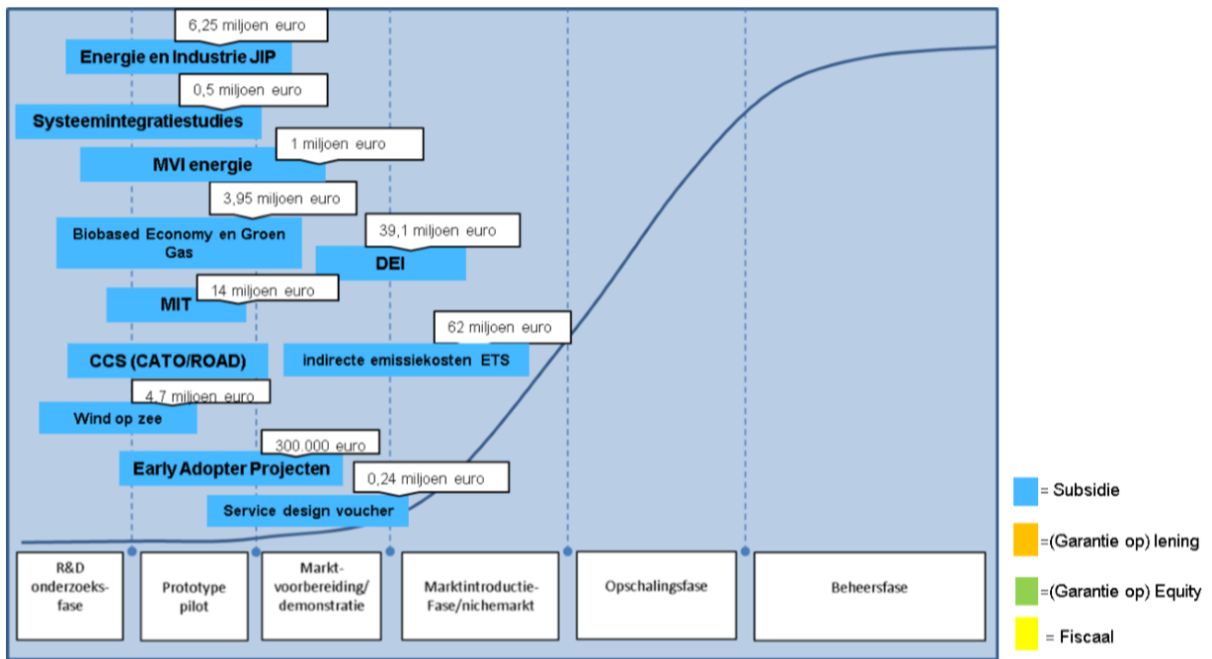
Overzicht 3: Financiële ondersteuningsregelingen Rijksdienst voor Ondernemend Nederland CO2 specifiek, niet sectorspecifiek, per marktphase (bron: RVO, 2017).



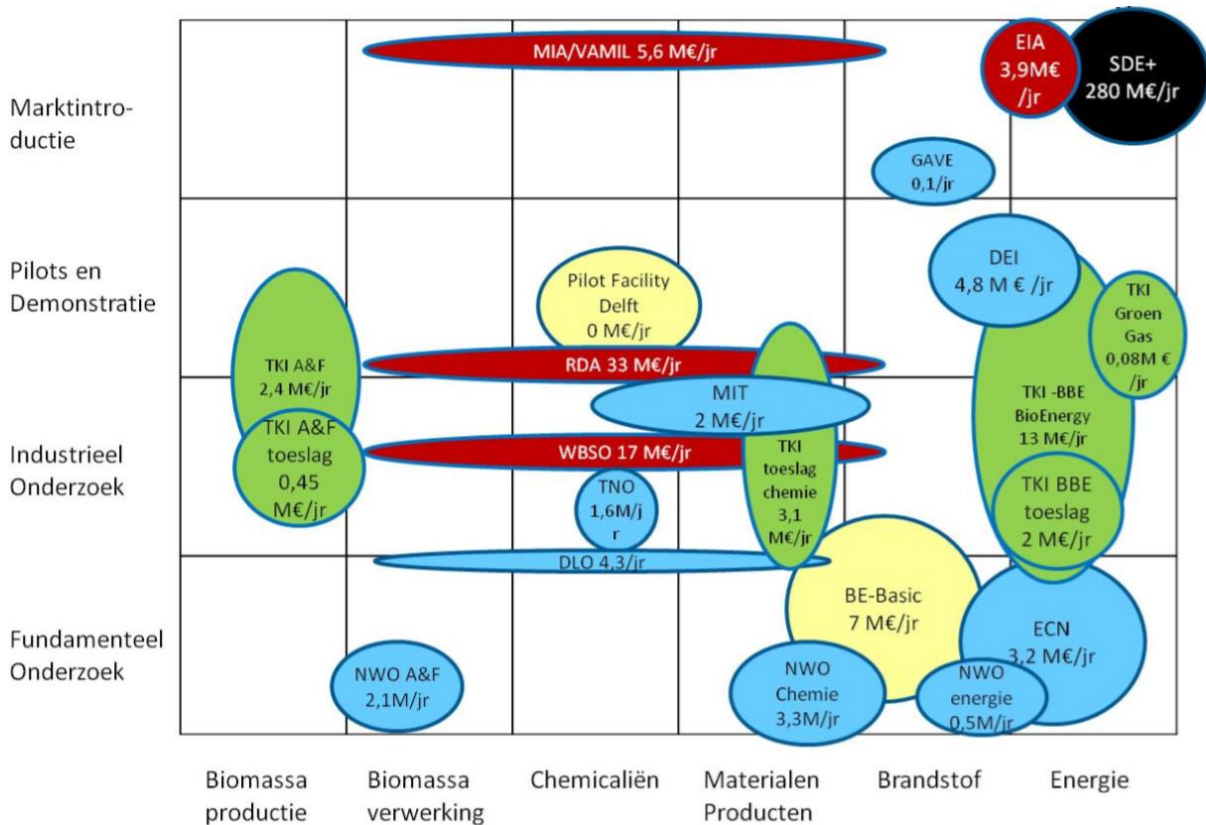
Overzicht 4: Financiële ondersteuningsregelingen Rijksdienst voor Ondernemend Nederland specifiek voor de sector Landbouw per marktphase (bron: RVO, 2017).



Overzicht 5: Overzicht financiële ondersteuningsregelingen Rijksdienst voor Ondernemend Nederland specifiek voor de sector Industrie per marktphase (bron: RVO, 2017).



Overzicht 6: Budget 2018 overheidsmiddelen *biobased economy* regelingen (bron: TKI Agri & Food, 2015).



Bijlage 2: Overzichten lopende PPS-en per transitiepad in 2018

Tabel 2: Overzicht lopende PPS-en en projecten transitiepad Minder methaan uit koeien

	PPS	Provinciale inzet	Klimaatenvolpe
Innovatieopgaven			
Verbeteren ruwvoer kwaliteit			
Aanpassen ruwvoersamenstelling	B&F4F, F4F		x
Nieuwe soorten/rassen ruwvoer			
Aanpassen krachtvoer samenstelling	B&F4F, F4F		x
Voeradditieven			x
Beweidingstrategieën			x
Verbeteren vruchtbaarheid			
Minder jongvee			
Verhogen melkproductie/levensduur			
Fokken op minder methaanuitstoot	B4F, RME		x
Verhogen voerefficiëntie	B&F4F, F4F		

Namen van relevante PPS-projecten:

- Feed4Foodure (F4F);
- Breed&Feed4Food (B&F4F);
- Breed4Food (B4F);
- Reduction of methane emission from dairy cows (RME) (2012-2016);
- Duurzame Zuivelketen 2.0.

Tabel 3: Overzicht lopende PPS-en/projecten transitiepad Minder methaan uit mest en stallen

	PPS	Provinciale inzet	Klimaatenvolpe
Innovatieopgaven			
Dagontmesting			x
Mestscheiding (direct of indirect)	(x)		x
Overige huisvesting incl vloeren	(x)		x
Mestmanagement potstallen			
Vergisting	Eff		
Diverse mestbewerkingstechnieken (osmose, pyrolyse, indampen)	MMM		
Methaanoxidatie			x
Afvangen van gassen			
Toevoegmiddelen/bellenmixen*			
Koelen van mest			
Aanzuren van mest			

* Stakeholders noemen toevoegmiddelen/bellenmixen een ongewenste ontwikkeling

Namen van relevante PPS-projecten:

- Meerwaarde mest & mineralen 2 (MMM);
- Effect van mestvergisting op emissies van broeikasgassen uit mest (Eff);
- Innovatief integraal houderijsysteem voor zeugen, biggen en vleesvarkens;
- Diverse PPS-voorstellen inzake stalontwerp bij call TKI Agri & Food 2018 (x).

Tabel 4: Overzicht lopende PPS-en/projecten transitiepad Energietransitie in de Agrifood-keten

		PPS	Provinciale inzet
Innovatieopgaven			
Besparing	Energiebesparing boerderij		x
	hybride tractoren		
	minder diesel/opt veldwerk		
	Energie opslag		
	Energie omzetting		
Duurzame opwekking	Zon PV	E	x
	Windmolens	E	x
	Vergisting	E	x
	Biomassa centrales	E	x
	Warmteterugwinning	E	x
	Aardwarmte		x
	Zonnecollectoren	E	x
Samenwerking	collectieve aanpak	E	
	nieuwe businesscases	E	
	financieringsconstructies	E	
	Energie neutraal bedrijf	E	
	Energie neutrale omgeving	E	
	Duurzaamheidsprogramma's		x
Bij verwerkers	Efficient transport		
	Korte ketens/ local for local		
	Gebruik biomassa/reststromen		
	Optimalisatie koeling en bewaring		
	Innovatieve scheidingsprocessen		
	Energiezuinige verpakkingen		

Namen van relevante PPS-projecten:

- Landbouw als vliegwiel voor de energietransitie.

Tabel 5: Overzicht lopende PPS-en/projecten transitiepad Slimmer Landgebruik

Innovatieopgaven		PPS	Provinciale inzet	Andere projecten (o.a. klimaatveloppe)
CO2 vastlegging	Grondbewerking	BB, RB		
	Landschapselementen			
	Extensiever bouwplan	BB, RB		
	Groenbemesters			
	Organische meststoffen	BB, RB	x	x
	Oogstresten		x	
	Precisielandbouw		x	x
	Leeftijd grasland			
	CO2 vastlegging algemeen	DZK, SB, BB, RB, Ko		
	Meten C en CO2 in bodem			x
Borgen CO2 vastlegging			x	
N2O emissie	Precisie bemesting		x	x
	Nitrificatieremmers	BB		
	Ammoniakhoudende meststoffen	BB		
	Gras/klaver	RB	x	
	Minder kunstmest	RB		x
	Bodemchemie	SB, BB, RB, Ko	x	x
	Fysische eigenschappen	BB, GROEN	x	x
	Bodembiologie	SB, RB, BB, GROEN	x	x
Tegengaan veenoxidatie	Onderwater- en drukdrainage			x
	Peilverhoging			x
	Nieuwe natte teelten/natuur			x
	Lichtere machines			

Namen van relevante PPS-projecten:

- Ruwvoerproductie en bodemmanagement (RB);
- Beter Bodembeheer (BB);
- Belang van vastlegging koolstof in de bodem voor mitigatie broeikasgassen (Ko);
- Gewasbescherming Robuust Optimaal Economisch & Natuurlijk (GROEN);
- Duurzame Zuivelketen 2.0 (DZK);
- Sturen op bodemweerbaarheid door toediening van organische materialen (SB).

Tabel 6: Overzicht lopende PPS-en/projecten transitiepad Wijziging Voedselsysteem

Innovatieopgaven		PPS	Provinciale inzet
Kringlopen	nieuwe eiwitbronnen	Ins	x
	benutten reststromen / circulaire landbouw	Cir	x
	circulaire meststoffen		x
	Verminderen voerverliezen		
	CO2 netwerk		
Biobased economie	Strategische inzet biomassa	Cir	
	nieuwe biobased toepassingen	Cir	
Voedselsystemen	Omvang/intensiteit sectoren		
	Verminderen voedselverliezen		
	Dieet		

Namen van relevante PPS-projecten:

- Insecten als innovatieve veevoerconcepten (Ins);
- Circulaire Bio-economie (Cir).

Bijlage 3: Deelnemers stakeholderbijeenkomsten

Bijeenkomst 1: Minder methaan uit koeien

Jan Dijkstra	Wageningen University & Research
Herman Bakhuis	LTO Melkveehouderij
Tjitske Bolt	NZO
Marijn Dekkers	Rabobank
Lex Dolfig	Stichting Natuur & Milieu
Karen Eilers	Stichting Natuur & Milieu
Bart van der Hoog	NAJK
Marije Klever	NAJK
Arnoud Smit	Royal FrieslandCampina
Jolien Veeman	Cargill
Roel Veerkamp	Wageningen University & Research
Koos van Wissen	Ministerie van LNV

Harry Kager	Schuttelaar & Partners
Joop Ehrhardt	Schuttelaar & Partners
Geert van der Peet	Themacoördinator klimaatneutraal TKI Agri & Food
Patty Scholten	Schuttelaar & Partners
Corlissa van Lohuizen	Schuttelaar & Partners

Bijeenkomst 2: Minder methaan uit mest

Hugo Bens	LTO vakgroep pluimvee
Mark de Bode	Ministerie van LNV
Mark van den Eijnden	Keten Duurzaam Varkensvlees
Kees Kroes	Projecten LTO Noord
Herman Litjens	ZLTO
Edwin Michiels	LTO akkerbouw
Albert Moerkerken	RVO
Jeanette van de Ven	LTO geitenhouderij/diergezondheid
Nico Verdoes	Wageningen University & Research
Bart Verhees	POV
Hans Verkerk	Cumela Nederland
Arnoud Smit	Royal FrieslandCampina

Harry Kager	Schuttelaar & Partners
Joop Ehrhardt	Schuttelaar & Partners
Geert van der Peet	Themacoördinator klimaatneutraal TKI Agri & Food
Lisa Bottema	Schuttelaar & Partners
Corlissa van Lohuizen	Schuttelaar & Partners

Bijeenkomst 3: Energietransitie in de agrifood-keten

Wijnie van Eck	TKI Agri & Food
Bert ten Have	G2 Energy
Ton van Korven	ZLTO
René van der Linde	Royal FrieslandCampina
Ronald Luijks	BTC
Albert Moerkerken	RVO
Peter Pos	Liander
Ynte de Vries	Royal FrieslandCampina

Harry Kager	Schuttelaar & Partners
Joop Ehrhardt	Schuttelaar & Partners
Lisa Bottema	Schuttelaar & Partners
Corlissa van Lohuizen	Schuttelaar & Partners

Bijeenkomst 4: Slimmer landgebruik

Gerard Velthof	Wageningen University & Research
Jan van den Akker	Wageningen University & Research
Jan Peter Lesschen	Wageningen University & Research
Kees van Zelderen	LTO Nederland
Jaap van Wenum	LTO akkerbouw
Auke Jan Veenstra	LTO Nederland
Wim Wiersinga	VBNE
Maurice Steinbusch	Cumela Nederland

Harry Kager	Schuttelaar & Partners
Joop Ehrhardt	Schuttelaar & Partners
Geert van de Peet	Themacoördinator klimaatneutraal TKI Agri & Food
Lisa Bottema	Schuttelaar & Partners
Corlissa van Lohuizen	Schuttelaar & Partners

De diverse transitiepaden en strategische onderwerpen (transitiepad Wijziging van het voedselsysteem) zijn besproken met de werkgroep innovatie van de LNV-tafel van het Nationaal Klimaatakkoord en met het TKI-bestuur en Topteam van de Topsector Agri & Food.

Begeleidingscommissie

Martijn Root	Ministerie van LNV / Secretariaat LNV-tafel klimaatakkoord
Jan Peter Lesschen	Wageningen University & Research
Auke Jan Veenstra	LTO Nederland
Ton van Korven	ZLTO
Mark de Bode	Ministerie van LNV
Wijnie van Eck	Topsector Agri & Food
Geert van der Peet	Themacoördinator klimaatneutraal TKI Agri & Food

Bijlage 4: Overzicht referenties

- AnimalChange (2012), Qualitative overview of mitigation and adaptation options and their possible synergies & trade-offs. (<http://www.animalchange.eu/Content/deliverables.html>).
- Ministerie van Economische Zaken (2017), Kamerbrief 'Tussentijdse evaluatie Meerjarenaafspraken Energietransitie Glastuinbouw 2014-2020'.
- RIVM (2018), Greenhouse gas emissions in the Netherlands 1990-2016; National Inventory Report 2018.
- SmartSoil (2014), Report describing the practices and measures in European farming systems to manage soil organic matter. (http://smartsoil.eu/fileadmin/www.smartsoil.eu/Deliverables/D2_1_Final.pdf)
- Topsector Agri & Food (2017), Kennis- en Innovatieagenda 2018-2021.
- Wageningen Economic Research (2017), Energiemonitor van de Nederlandse glastuinbouw 2016.
- Wageningen Environmental Research (2017), Verkenning naar de mogelijkheden voor versterking van klimaatverandering binnen het huidige en toekomstige GLB in Nederland.
- Wageningen UR Livestock Research (2013), Kosteneffectiviteit reductiemaatregelen emissies broeikasgassen zuivel.
- Wageningen UR Livestock Research (2006), Verlaging van methaan- en lachgasemissie uit de Nederlandse melkveehouderij: Implementatie van reductiemaatregelen op praktijkbedrijven binnen project Koeien & Kansen.