



Dit is een achtergrondnotitie
ten behoeve van de sectortafel
Landbouw en landgebruik

Kennis- en Innovatie Agenda

Klimaat, Landbouw en Landgebruik

Sfeerbeeld: Mensen willen eten, comfortabel wonen en werken, en mobiel zijn in een prettig landschap. Dit betekent voedsel, veevoeding, biomassa (chemie, materialen, en energie). Emissiereducties in de Landbouw moeten aan deze beelden bijdragen.

Contents

1.	Omgeving en Doel	3
1.1	Doelstelling	3
1.2	2030	4
1.3	2050	4
1.4	Externaliteiten	4
2.	De Missiegedreven Innovatieopgaven	5
2.1	In 2050 levert food en non-food productie haar bijdrage aan de 80% - 95% emissiereductie in Nederland.	5
2.1.1	Emissiereductie in bodem en landgebruik in de landbouw	5
2.1.2	Veehouderij: emissiereductie methaan en lachgas	7
2.2	Energie: gebruiksreductie naar nul emissie in 2030 en opwek van 100 PJ in 2050	9
2.2.1	Energiebesparing	10
2.2.2	Kleinschalige Energieopwekking	10
2.3	100% Land en water ingericht op CO2 vastlegging en -gebruik in 2050	10
2.3.1	Ontwikkelen van 14.000 km2 Blauwe Ruimte voor zeewierproductie	11
2.3.2	Biomassateelt met verdubbelde fotosynthese in 2050.	11
2.3.3	Humane eiwitvoorziening voor 50% uit (nieuwe) plantaardige bronnen gerealiseerd in 2050. 11	
2.3.4	Klimaatbehoudende natuur: legt jaarlijks meer CO2 vast, met behoud van biodiversiteit, en grotere biomassa oogst in 2050.	12
2.4	Carbon Footprint consument halveert (in food en non-food, ook internationaal) door aankoopkeuzen in 2050	12
2.4.1	Alle consumenten maken de klimaatvriendelijkste keuzes in 2050.	12
2.4.2	De gezonde voedselkeuze wordt ethisch gerelateerd aan grondstofkeuzes (waarom van preferentie in bodemgebruik: food of non-food).	13
2.4.3	Vaste biomassa als vastleggend medium wordt optimaal ingezet als constructiemateriaal.	13
3.	Uitvoeringsonderwerpen	13
4.	Governance	14
5.	Vervolg	14
6.	Bijlage: Werkgroepsamenstelling	15

1. Omgeving en Doel

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% 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% in 2030, en op 80% tot 95% in 2050.

In het document "Bijdrage van de sectortafel Landbouw en Landgebruik aan het Voorstel voor de hoofdlijnen van het Klimaatakkoord" is afgesproken dat in het najaar van 2018 een uitgewerkte Agro-kennis- en innovatieagenda voor het Klimaatakkoord wordt opgesteld. Daarnaast wordt voor het totale klimaatakkoord gewerkt aan een integrale kennis en innovatieagenda (IKIA), waarin de kennis- en innovatie-opgaven voor alle sectoren zijn opgenomen. Dit document geeft invulling aan de paragraaf landbouw en landgebruik binnen de IKIA.

De Nederlandse agrifood-sector is mondiaal toonaangevend op het gebied van een efficiënte voedselproductie. De gefabriceerde producten hebben een relatief lage carbon footprint per eenheid product. 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 ermee 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. Deze sociale component gaat verder dan landbouw en landgebruik. Immers: gedrag en consumptie beïnvloedt ook chemie, zware industrie en mobiliteit, en is daarmee van invloed op emissies in die sectoren. De sociale component en gedragsverandering moet dus ook in de overkoepelende IKIA aan de orde komen.

Voor deze KIA is gebruik gemaakt van een aantal uitgewerkte deelstukken: i) Voor de doorbraaktechnologieën de rapportage van de werkgroep innovatie van de sectortafel Landbouw en Landgebruik, ii) voor het praktijkrijp maken de kennis en innovatie agenda voor het thema klimaat van de topsector A&F, en iii) voor implementatie in de praktijk de aanzetten uit de klimaatenvolp.

Nieuw is dat de KIA en IKIA een missiegedreven aanpak¹ kennen, conform Mazzucato. Kern hierin zijn Meerjarige Missiegedreven Innovatie Programma's (MMIPs)². De ambitie, 95% emissiereductie, is een enorme opgave. Dat betekent dat er keuzes moeten worden gemaakt over wat Nederland zelf wil ontwikkelen en vooral wat niet, en dat alle bronnen van innovaties moeten worden benut: Universiteiten, TO2-instituten, grote bedrijven, en het MKB.

1.1 Doelstelling

Om de doelstellingen uit het klimaatakkoord te kunnen realiseren is kennis en innovatie essentieel. Omdat ontwikkeling van kennis en innovatie en de daarop volgende implementatie tijd kost is tijdigheid belangrijk. De KIA omvat het volledige innovatieontwikkelingstraject, van TRL 1 (nieuwsgierigheidsgedreven fundamenteel onderzoek) tot en met TRL 9 (een nieuw product of

¹ Het regeerakkoord van Rutte III beschrijft dat deze aanpak voor het geheel van onderzoek en ontwikkeling gaat gelden. De aan het klimaatakkoord gerelateerde onderwerpen lopen in dit proces ongeveer een jaar voor.

² Een missie 1) Is moedig, inspirerend en met brede maatschappelijke relevantie, 2) Heeft een heldere richting: doelgericht, meetbaar, en tijdsgebonden, 3) Beschrijft ambitieuze maar realistische acties in onderzoek en innovatie, en 4) Is interdisciplinair, intersectoraal en multi-actor innovatie.

proces in de markt). De KIA moet daarom ondersteunend zijn voor de ontwikkeling van doorbraaktechnologie (TRL 1 t/m 3), het toepasbaar maken van de doorbraaktechnologie (TRL 4 t/m 6) en grootschalige implementatie in de praktijk (TRL 6 t/m 9). Belangrijk hierbij te realiseren dat, gezien de reductieopgaves voor 2030 en 2050, in dit document geen sprake is van volgtijdelijkheid. Om de doelstellingen van 2030 te realiseren is nadruk op de TRL-niveaus 5 t/m 9 nodig, maar ook dat vraagt voor een deel nog nadere uitwerking en onderbouwing op de TRL-niveaus 1 t/m 4. Parallel daaraan dient versterkt te worden ingezet op de TRL-niveaus 1 t/m 4 om de lange termijn opgave (2050) te kunnen realiseren.

Deze KIA richt zich op de opgaven binnen de Nederlandse landsgrenzen, maar heeft nadrukkelijk oog voor de ketenopgave (waarbij delen zich zullen afspelen buiten de Nederlandse landsgrenzen). Deze KIA zal zich zowel richten op (directe en indirecte) vermindering van emissies, op het vergroten van negatieve emissies (vastlegging van koolstof maar ook energieopwekking in het landbouwsysteem), alsmede anticiperen op veranderend consumptiegedrag en lange termijn productiedoorbraken. De KIA heeft als doel bij te dragen aan drie ambities:

1. Reductie van 49% in 2030 en 80% tot 95% in 2050 van emissies van broeikasgassen in Nederland en de bijdrage van de primaire productie daarin, waarbij de ambitie is lock-ins te voorkomen.
2. Sterke reductie van emissies op het niveau van de gehele agrofood keten zowel binnen als buiten Nederland.
3. Optimalisatie van productie en gebruik van biomassa, te beoordelen aan de hand van: versterking van biodiversiteit in agrarisch gebied, verbetering bodemkwaliteit en -vitaliteit, optimaal landgebruik inclusief klimaatadaptatie, minimale emissies en minimale verspilling.

1.2 2030

De benodigde technieken om de 2030-doelstellingen te realiseren zijn deels ontwikkeld. Om de doelstellingen ook daadwerkelijk te kunnen realiseren moeten deze technieken echter nog wel rijp, (economisch) duurzaam, en vooral robuust worden gemaakt (TRL 4-6). Daarna moet er gezorgd worden voor implementatie in de praktijk, zodat de technieken ook daadwerkelijk grootschalig worden toegepast TRL (7-9). De implementatie bestaat bijvoorbeeld uit demonstratie en pilots, netwerken, start-ups en spin-outs, met zorg voor voldoende gekwalificeerde mensen. Ook dit onderdeel maakt nadrukkelijk onderdeel uit van de agenda. Daarnaast is verdere verankering van de kennis nodig door ook op de 2030-onderwerpen fundamentele bases te leggen (TRL 3).

1.3 2050

Om de Nederlandse ambities voor het klimaatverdrag in 2050 te kunnen realiseren moeten doorbraaktechnologieën voor landbouw en landgebruik c.q. voedsel- en biomassaproductie worden ontwikkeld (TRL 1-3). De terreinen waarop deze technieken ontwikkeld moeten worden zijn in deze kennis- en innovatieagenda aangegeven.

1.4 Externaliteiten

Bij de uitwerking van de kennis en innovatieagenda is grotendeels uitgegaan van de huidige positie van de landbouw en het landgebruik. Het is belangrijk er bewust van te zijn dat naar 2050 veel hierin kan veranderen. Navolgende speelt hierbij:

- Door klimaatverandering zullen waterbeschikbaarheid en daarmee landbouwproductie in verschillende gebieden met nieuwe onzekerheden te maken krijgen,
- Adaptatie en mitigatie: wereldwijd zal de landbouw de emissies moeten verminderen en zich moeten aanpassen aan een veranderend klimaat,
- Verandering in en de behoefte en beschikbaarheid van biomassa; bijvoorbeeld door toenemende welvaart en rijkdom in o.a. China of door verandering in diëten, door de transitie naar biomassa als basis voor de chemie,

- Alternatieve productietechnieken voor eiwitten voor humane consumptie zullen worden ontwikkeld,
- Naar verwachting zal ook de blauwe ruimte meer en meer benut gaan worden voor de productie van biomassa ten behoeve van materialen, brandstof, eiwit, voedsel en als "koolstofsink".

2. De Missiegedreven Innovatieopgaven

2.1 In 2050 levert food en non-food productie haar bijdrage aan de 80% - 95% emissiereductie in Nederland.

De reductie van broeikasgassen bij de productie van food en non-food is een enorme opgave. Het gaat hier namelijk om biologische processen, die onvermijdbare verliezen kennen. Aan de andere kant zijn er in de agrarische productie ook mogelijkheden om extra koolstof vast te leggen.

Om de gewenste netto reductie te kunnen realiseren is een grote inspanning nodig op kennis en innovatie. Inzet van deze KIA is om maximaal bij te dragen aan het realiseren van de gewenste reductie. Hiervoor zal deze missiegedreven programma worden ingedeeld in de volgende lijnen:

- Netto emissiereductie in landbouwbodems en landgebruik
- Veehouderij: emissiereductie methaan en lachgas

2.1.1 Emissiereductie in bodem en landgebruik in de landbouw

De bodem is de basis voor de landbouwproductie. Voor het klimaat kent de bodem verschillende kanten. Aan de ene kant is het een emissiebron vanwege verbranding van veen in veenweidegebieden en lachgas is combinatie met bemesting, maar aan de andere kant kan er ook koolstof worden vastgelegd. In deze lijn wordt met kennis en innovatie geprobeerd een bijdrage te leveren aan de verlaging van de emissies en een verhoging van de vastlegging.

2.1.1.1 Landbouwbodems en bemesting

Bemesting, maar ook omzetting van bouwplan, hebben een effect op de lachgasemissies. De onderliggende fysiologische processen zijn complex.

2030: 0,3 Mton reductie in lachgasemissie

Op korte termijn zijn drie kansrijke onderzoekslijnen in beeld:

- a) Om de effecten van technisch handelen te kunnen monitoren is nader onderzoek noodzakelijk naar de werkelijke emissie en variatie in emissie van lachgas bij bemesting, andere grondbewerkingen, en bouwplanveranderingen.
- b) Het verder ontwikkelen van precisielandbouw en – technieken plus bouwplanontwerp om zo nauwkeurig en adequaat mogelijk te bemesten, en daardoor de effectiviteit van de bemestingsgift in relatie tot het daadwerkelijke gebruik door het gewas aanzienlijk te verhogen. Dit onderzoek is een combinatie van techniekontwikkeling (smart fertilisation) en het ontwikkelen van nieuwe bemestingsproducten (bijvoorbeeld 'slow release' meststoffen).
- c) De ontwikkeling en verdere applicatie van nitrificatieremmers bij bemesting. Nader onderzoek is nodig naar het effect op de lachgasemissies, de bodemgezondheid, de voedselveiligheid en acceptatie in de productieketen.

2050: Circa 1,0 Mton reductie door vermindering lachgasemissie

Vergaande reductie van lachgasemissie bij aanwending van circulaire bemestingsproducten middels:

- a) De ontwikkeling van fundamentele kennis ten aanzien van de dynamiek in de bodem op het gebied van mineralengebruik en de productie van lachgas, om op grond daarvan nieuwe technieken te kunnen ontwikkelen die adequaat de productie van lachgas onderdrukken.
- b) De ontwikkeling van nieuwe generatie bemestingsproducten³ en -technieken.
- c) Het ontwikkelen van integraal duurzaam bouwplan, met speciale aandacht voor veredeling van gewassen met een groei-patroon en minerale benuttingspatroon waardoor lachgasemissies worden geminimaliseerd en effectiviteit van benutting van mineralen wordt verhoogd. Maar ook de mate van productie van ondergrondse biomassa, het effect op koolstofvastlegging, biovitaliteit, etc. is van groot belang, en dient nader te worden onderzocht.

2.1.1.2 Koolstofvastlegging

CO₂-vastlegging in teelten, effecten van (diep wortelende) gewassen, mechanisatie, hout onder en boven de grond, hoe strategisch om te gaan met bodemlagen: veel is nog onbekend.

2030: een extra vastlegging van 0,5 Mton/jaar (basis 1990)

- a) Op korte termijn zijn gevalideerde technieken nodig om CO₂-vastlegging in bodems te monitoren en toe te wijzen aan maatregelen. Daarbij dient nagegaan te worden of er mogelijkheden bestaan deze systemen zodanig te ontwerpen dat eventuele verwaarding (o.a. carboncredits) tot de mogelijkheden zouden kunnen horen.
- b) Er is kennisopbouw nodig t.a.v. CO₂-vastlegging in grotere teelten, het effect van bijvoorbeeld diep wortelende gewassen, hout onder en boven de grond en hoe om strategisch om te gaan met bodemlagen. Tevens is inzicht nodig over de effecten van rotatie en bouwlandplanning en verschillende soorten mechanisatie t.a.v. de langere termijn-effecten op CO₂-vastlegging.
- c) Er is kennisontwikkeling nodig over de effecten van koolstof-vastlegging op bodemkwaliteit zoals biodiversiteit en bodemleven, waterkwaliteit, omvang voedselproductie en vochtleverend- en waterbergend vermogen.
- d) Er is onderzoek noodzakelijk naar de mogelijkheden om minerale processen betreffende C (koolstof), N (stikstof) (en P (fosfaat)) te ontkoppelen, zodat een hogere bodem-C niet gepaard gaat met mineraalverliezen.

2050: extra vastlegging van ca. 2,0 Mton/jaar (basis 1990)

Verhoging van de koolstofvastlegging in biomassa en in de bodem is van groot belang. Echter, additionele biomassa-productie ten behoeve van emissiereductie van andere sectoren vergroot de emissie in de landbouw. Logischerwijs wentelt dit af op de landbouwambitie, waardoor de 2,0 Mton ambitie ter discussie komt te staan. De ambitie van extra vastleggen kan plaatsvinden middels vormen die flexibiliteit in landgebruik mogelijk maken, en die voorbij de huidige potenties gaan, middels:

- a) Manipuleren van de C-N dynamiek in landbouwsystemen; het gaat om het verkrijgen van fundamentele kennis over opbouw en afbraak van C en N in plant, dier, mest en bodem. Dat betreft ook kennis over de processen van lachgasvorming (invloed van bodembiologie, -fysica en -chemie).
- b) Kennis over de ontkoppeling van C, N (en P), zodat hogere bodem-C niet gepaard gaat met hogere N emissies en mogelijke verliezen van bodemvoorraden van P.
- c) Het zoeken naar mogelijkheden om de relatie tussen landgebruik en koolstofvastlegging te veranderen en mogelijk nieuwe combinaties van landgebruik (bijv. agroforestry) te ontwikkelen.

³ Fossielvrij geproduceerd en emissieloos.

2.1.1.3 Veenweidegebieden

In veenweidegebieden komen meerdere maatschappelijke opgaven samen. Het gaat hier om bodemdaling, grondwaterstand en -kwaliteit, verdienvermogen, biodiversiteit, cultuurhistorische en landschappelijke waardering. Op korte termijn kan de klimaatopgave een vliegwiel zijn om een nieuwe wegging te maken zodat deze gebieden toekomstbestendig zijn.

2030: reductie van 1 Mton⁴

- a) Kennisontwikkeling en innovaties om nieuwe en kosteneffectieve technieken praktijkklaar te ontwikkelen.
- b) Op korte termijn is er behoefte aan metingen van de werkelijke emissies na verschillende veenmaatregelen, en het maken van integrale kosten- / batenanalyses voor individuele bedrijven. Wat zijn de werkelijke emissies van de verschillende broeikasgassen op dit moment, en na maatregelen zoals onderwaterdrainage, drukdrainage, peilverhoging en/of het onder water zetten van veengebieden.
- c) Onderzoek naar toekomstbestendige landbouwpraktijken in het veenweidegebied en de daarbij behorende verdienmodellen voor de melkveehouderij, met aandacht voor natuurinclusieve landbouw (inclusief weidevogelbeheer en biodiversiteitseffecten), en andere teelten zoals Paludicultuur. Aandacht voor lock-in effecten is daarbij noodzakelijk.

2050: Verdere reductie

- a) In veengebieden met dikke veenpakketten zullen technische maatregelen op lange termijn niet voldoende zijn en zal er ook gewerkt moeten worden aan transitie naar een ander landgebruik. Alternatieven voor de huidige melkveehouderij zullen ontwikkeld moeten worden en potentiële tradeoffs met methaan dienen onderzocht te worden.

2.1.2 Veehouderij: emissiereductie methaan en lachgas

Op hoofdlijn zijn er twee manieren om de emissie vanuit dieren te verlagen, zorgen dat de dieren minder methaan uitstoten en zorgen dat de emissie uit de mest wordt verlaagd. Deze lijn is daarom in twee sublijnen onderverdeeld:

- Pens en darmfermentatie
- Stal en opslag en verwerking

2.1.2.1 Pens- en darmfermentatie

Reductie van methaanemissie door pens- en darmfermentatie of het nivelleren van de effecten ervan. De belangrijkste oplossingsrichtingen hiervoor zijn:

2030: maximale implementatie in de praktijk van de huidige technische mogelijkheden:

- a) Er is behoefte aan een state of the art studie naar de mogelijkheden en effecten van voeradditieven. Voor rundvee wordt momenteel deze studie uitgevoerd met financiering uit de klimaatgelden benoemd in het Regeerakkoord (klimaatenvelop 2018). Vervolgens is er de komende jaren behoefte om veelbelovende voeradditieven *in vitro*, *in vivo* en in de dagelijkse praktijk uit te testen. Veel aandacht wordt gevraagd voor mogelijke effecten op de koe en mogelijke effecten op de voedselveiligheid.
- b) Er is behoefte aan kennis en innovatie die bijdragen aan het verminderen van de emissies van andere herkauwers en van eenmagigen, inclusief de emissies van hobbymatig gehouden dieren zoals schapen en paarden.

⁴ Basisgetallen: PBL

2050: Technisch potentieel beschikbaar om 95% reductie te realiseren:

- a) Er is fundamenteel onderzoek gewenst hoe methaanvorming in de pens en darm voorkomen kan worden. Methaanvorming is de manier waarop reactieve waterstof (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.
- b) Er is behoefte aan fundamentele kennis die bijdraagt aan het verminderen van de emissies van andere herkauwers en van eenmagigen, inclusief de emissies van hobby matig gehouden dieren zoals schapen en paarden.
- c) Fokken op dieren met lagere methaanemissies. Het is al bekend dat er grote genetische variatie is tussen dieren met betrekking tot methaanvorming. 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 methaanuitstootreductie⁵.
- d) Doorbraak in additieven, ingrediënten en krachtvoersamenstelling om pensfermentatie verder te verlagen dan de huidige generatie additieven.
- e) 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.
- f) Er is behoefte aan technische cross-over doorbraken om emissies uit pens- en darmfermentatie te verminderen.

2.1.2.2 Stal en opslag en verwerking

Een belangrijke bron van broeikasgassen zijn de stalsystemen en mestopslag (zowel bij de boer als bij opslagen in het veld). Daarnaast is bemesting een belangrijke bron van lachgasemissies, dit wordt apart behandeld.

De belangrijkste kennis- en innovatie-opgaves zijn:

2030: implementatie in de praktijk van de huidige technische mogelijkheden

Richting 2030 is de kennis en innovatie behoefte vooral om bestaande oplossingen rijp te maken voor implementatie in de dagelijkse praktijk.

- a) Uitgangspunt van het ontwerp van nieuw stal-/mestsystemen is scheiding aan de bron en verwerking van de mest zo snel mogelijk na productie. Daarvoor is onderzoek nodig naar kosteffectieve maatregelen om methaan- en lachgasemissies in stalsystemen en mestopslagen te verminderen⁶. De onderzoeksopgave richt zich op de vraag welke technieken van ontmesting (spoelen, directe scheiding in de mestput, frequente ontmesting) en (directe) mestscheiding leidt tot meest effectieve reductie van methaan en lachgas. Tevens dient het potentiële reductiepotentieel van nageschakelde technieken te worden vastgesteld. Voorbeelden daarvan zijn methaanoxidatie ondergronds, methaanoxidatie bovengronds,

⁵ Potentieel is volgens experts via fokkerij voor rundvee 1–2% reductie per jaar mogelijk in de periode tot 2050.

⁶ Uit de klimaatenvelop 2018 start onderzoek naar emissievariatie uit mestopslagen en stallen.

thermisch oxideren, aanzuren van mest en het koelen van mest al of niet in combinatie met warmtewinning.

- b) Om op korte termijn effect te hebben is het belangrijk de potentie en technieken vast te stellen van het versneld ombouwen van bestaande stallen met drijfmestkelders naar integraal duurzame stallen noodzakelijk.
- c) Er is behoefte aan kennis over de emissies van methaan en lachgas uit potstal- en/of vaste mestsystemen en de mogelijkheden om via (management)maatregelen emissies te beperken. De kennisbehoefte betreft ook de mogelijke voor en nadelen van gebruik van potstal- en/of vaste mest voor landbouw, bodem, koolstofvastlegging en natuur.
- d) Methaanreductietechnieken (meestal gebaseerd op bronscheiding en nieuwe productie uit nageschakelde technieken) vragen om onderzoek naar een optimale integrale keten voor mestverwerking en -verwaarding, waarbij de focus ligt op integrale reductie van methaan- en lachgasemissies (zowel bij de productie van de mest tot en met bemesting). De kennisbehoefte betreft ook de mogelijke voor en nadelen van gebruik van nieuwe meststromen voor landbouw, bodem, koolstofvastlegging.

2050: geen emissie meer uit stal en opslag

- a) Doorbraken in reductie in open stalsystemen gericht op integraal duurzame systemen (maximaal dierenwelzijn en transparantie (zichtbaarheid); een lage footprint; met een hoog-flexibel ontwerp voor snelle aanpassing aan nieuwe inzichten; geen of minimale afwenteling naar andere duurzaamheidsthema's als biodiversiteit; duurzame bouwtechnieken).
- b) Fundamenteel en toegepast onderzoek is nodig naar de mogelijkheden om methaan in stallucht te concentreren en af te vangen met bijzondere aandacht voor het afvangen en verwerken van gassen in zeer lage concentraties (methaan, lachgas, ammoniak).
- c) 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.

2.2 Energie: gebruiksreductie⁷ naar nul emissie in 2030 en opwek van 100 PJ in 2050⁸

Het doel is om de CO₂- emissie uit gebruik van fossiele brandstoffen in de landbouw tot nul terug te brengen en in het landelijk gebied 100 PJ aan energie op te wekken uit niet-fossiele brandstoffen. Hier wordt gewerkt aan de kennis en innovatie die daar voor nodig is.

Reeds nu is het rurale gebied een netto opwekker van elektriciteit. Er is behoefte aan onderzoek gericht op het realiseren van integrale energieneutrale agrarische bedrijven, plattelandsgebieden en voedselproducenten. De onderzoeksbehoefte op het gebied van de energietransitie in de agrifoodketen is daarmee niet gericht op individuele besparings- of opwekkingstechnieken. Tegelijkertijd kan energieopwekking bijdragen aan een goede businesscase voor de boer.

2030: energieneutraliteit in het rurale gebied, glastuinbouw reduceert van 3,4 naar 2,2 Mton

De primaire sector is al lange tijd bezig met het opwekken van hernieuwbare energie en het besparen van energieverbruik. Inmiddels is het finaal energieverbruik van de landbouwsector exclusief de glastuinbouw voor ongeveer 80% afkomstig uit hernieuwbare bron. Een deel van de toekomstige energiebehoefte van Nederland kan door de primaire sector worden geproduceerd. Een energieneutrale primaire sector in 2030 is daarmee haalbaar. Om daar te komen kan de KIA

⁷ Dit is tot de erfgrens. Alles daarna is of de mobiliteitstafel of de industrietafel.

⁸ Gebaseerd op Elbersen, Jannsen en Koppejan 2011.

ondersteunend zijn langs de lijnen Besparen, Opwekken inclusief Glastuinbouw. Het gaat daarbij niet om het realiseren van doorbraaktechnologie, maar juist om downscaling en integratie in de bedrijfsvoering.

2.2.1 Energiebesparing

- a) Uitvoering van praktijkonderzoek naar hoe verschillende energietechnieken, zoals elektrificatie, met elkaar te combineren is zodat maximale besparing gekoppeld wordt aan optimale opwekking.
- b) Er is behoefte aan kennis en expertise over afstemming met de omgeving om te komen tot regionale smart grid oplossingen: Hoe bijvoorbeeld te komen tot energie-optimaal bewaren van producten (door middel van slim drogen of koelen van producten in te spelen op vraag en aanbod op de elektriciteitsmarkt).
- c) Onderzoek naar warmteterugwinning uit katabolisme (mest en stal, compostering), warmte-opslag.
- d) Meer specifiek voor glastuinbouw: Het uitvoeren van onderzoek naar het energiezuiniger telen onder glas met vernieuwd uitgangsmateriaal, onderzoek naar de betere benutting van licht onder glas en energie-efficiënt inzetten van kunstlicht, en onderzoek naar het efficiënt en duurzaam (her)gebruik van CO₂ uit verschillende bronnen in de kas.
- e) Onderzoek naar het optimaal inzetten en modificeren van emissieneutrale landbouwwerktuigen⁹.

2.2.2 Kleinschalige Energieopwekking

- a) Onderzoek naar de inzet van geothermie in de glastuinbouw en andere landbouwsystemen¹⁰.
- b) Onderzoek naar en praktijkrijp maken van ondiepe geothermie voor warmte (bodemwarmte).
- c) Het door ontwikkelen van zonnepanelen (zonnepanelen, biogasproductie, warmtewinning uit oppervlaktewater en windenergie) en opslagsystemen (zoals waterstof, ammoniak, warmte/koude) en integratie in de agrarische bedrijfssystemen/voering, inclusief onderzoek naar maatschappelijke waardering en het maatschappelijk gewaardeerd ontwerpen. Voor landbouw is dit een specifieke opgave, omdat in de landbouw decentrale opwekking/gebruik van energie grote mogelijkheden biedt.
- d) De ontwikkeling van het praktijkrijp maken van semi-doorlatende PV panelen als kasdek in de glastuinbouw.

2050 het rurale gebied produceert netto 100 PJ, tuinbouw is klimaatneutraal

Voor de verdere toekomst wordt er gekeken naar nieuwe bedrijfsconcepten waarmee individuele bedrijven een klimaatafdruk van nul hebben, en in staat zijn om gezamenlijk bij energietekorten tot 100 PJ te leveren.

- a) De verdere ontwikkeling van diepe geothermie voor warmte, inclusief warmte-cascadering.
- b) Er komt vraag naar kleinschaliger naaogstbehandelingen. Dit vereist een scale-down benadering, waar scale-up, met alle vervoeremissies van dien, de norm is. Ontwateren is daarbij een kernbegrip. Praktijkonderzoek is nodig om technieken te ontwikkelen en te testen (membranen, vriezen, dunne filmdrogen, inclusief CIP).

2.3 100% Land en water ingericht op CO₂ vastlegging en -gebruik in 2050

Naast een gelijkblijvende vraag voor voedsel en diervoer zal de vraag aan biomassa voor grondstof voor materialen en biobrandstoffen en als vastlegging van koolstof in natuur toenemen. In deze

⁹ De onderzoeksopgave van emissieneutrale werktuigen wordt geagendeerd bij de Klimaattafel mobiliteit

¹⁰ De onderzoeksopgave van geothermie is geagendeerd bij de Klimaattafel energie

KIA wordt met kennis en innovatie gewerkt aan het kunnen verhogen van de biomassaproductie. Hiervoor worden de volgende lijnen uitgewerkt:

- ontwikkelen van 14.000 km² blauwe ruimte voor zeewierproductie
- biomassateelt met verdubbelde fotosynthese
- klimaatbehoudende natuur

2.3.1 Ontwikkelen van 14.000 km² Blauwe Ruimte voor zeewierproductie

Nieuwe teeltwijzen op nieuwe plaatsen: de Noordzee als productieruimte voor een substantiële bijdrage aan de productie van biomassa. Vanuit de Elektriciteitstafel is bekend dat 25% van het Noordzee-oppervlak windmolens krijgt. Dat is 14.000 km². Doelstelling is dit oppervlak meervoudig te benutten: voor windenergie, voor natuurontwikkeling, voor aangepaste vormen van visserij en voor biomassateelt: zeewier. Het gebied is waarschijnlijk beperkt toegankelijk voor visserij, en met zeewierteelt een kraamkamer voor vis, ook buiten dit gebied. Dit levert ook nieuw handelingsperspectief voor de vissector. Inzet van de zeewierteelt is voor de eiwitvoorziening, bouwstenen voor de chemie en bio-energie in 2050.

- a) Een onderzoeksprogramma voor verdere veredeling; alle wieren zijn momenteel natief.
- b) Het verder praktijkrijp maken van teelttechnieken; er is veel voorwerk gedaan, maar uitrol naar een praktijk behoeft verdere ontwikkeling van kennis.
- c) Het ontwikkelen van efficiënte technieken om het geogste product te behandelen. De productie is meerledig: eiwit (van kippe-eiwitkwaliteit); veevoer, polymeren voor de Chemie, en reststroom voor energietoepassingen.
- d) Er is behoefte aan onderzoek naar de integrale ontwikkeling van deze blauwe ruimte, de mogelijkheden van en effecten op visserij, effecten op de marine biodiversiteitseffecten, en de ontwikkeling van de zeewierteelt.

2.3.2 Biomassateelt met verdubbelde fotosynthese in 2050.

2030: Het onderzoeken van de mogelijkheden om geproduceerde biomassa meer optimaal te gebruiken (het optimaal inzetten van het huidige niveau van fotosynthese). Leidend zou daarin het gebruik van geproduceerde biomassa moeten zijn volgens een nader vast te stellen cascadering, bijvoorbeeld: food, feed, materialen, energie. Bioraffinage speelt daarin een belangrijke rol. Verder onderzoek, inclusief demonstratieprojecten, dienen te worden uitgevoerd.

2050: Plantenveredeling: het gaat daarbij om gerichte verbetering van de fotosynthese, de benutbaarheid voor food en non-food en de verdeling van assimilaten over oogstbare delen en het wortelstelsel. De huidige efficiëntie waarmee zonlicht wordt omgezet in plantmateriaal (<1 % van de invallende energie) moet worden verdubbeld, hetgeen fundamenteel onderzoek vereist. Een gerichte veredeling op benutbaarheid van planten is om twee redenen belangrijk. Ten eerste de nieuwe toepassingen van biomassa en de vermindering van dierlijke producten in het humane dieet, ten tweede zal de inzet van plantaardige materialen als grondstof voor veel producten (chemie en materialen) nodig zijn, bijvoorbeeld de kwaliteit van vezels of het mineraalgehalte. Tenslotte kan een deel van de verbeterde fotosynthese worden gebruikt voor een groter aandeel van het wortelstelsel, waarmee weerbaarheid en de bijdrage aan organische stof in de bodem kunnen worden verhoogd.

2.3.3 Humane eiwitvoorziening voor 50% uit (nieuwe) plantaardige bronnen gerealiseerd in 2050.

De komende jaren zullen er nieuwe productiewijzen worden ontwikkeld voor eiwitten voor humane consumptie. Randvoorwaarde voor deze nieuwe productiewijzen is dat ze tot minder broeikasgasemissies moeten leiden. De volgende ontwikkelingen worden voorzien.

2030: De ontwikkeling van nutritioneel hoogwaardige, aantrekkelijke, alternatieve plantaardige en dierlijke producten met een minimale footprint en minimaal landgebruik, met integrale toetsing op grondstoffen en emissies.

2050: De ontwikkeling van nieuwe eiwitgewassen en de verdere verbetering van bestaande eiwitgewassen. In de veredeling van de afgelopen decennia is relatief weinig aandacht besteed aan de eiwitgewassen voor humane voeding. Vaak gaat het bij eiwitgewassen over vlinderbloemigen, deze kunnen ook bijdragen aan een andere stikstofvoorziening in de plantaardige productie, of kan de eigenschap van vlinderbloemigen naar andere gewassen worden gezet?

2.3.4 Klimaatbehoudige natuur: legt jaarlijks meer CO₂ vast, met behoud van biodiversiteit, en grotere biomassa oogst in 2050.

Maatregelen in bos- en natuurterreinen moeten bijdragen aan het klimaat via CO₂ vastlegging. Slim Bos- en Natuurbeheer is belangrijk voor biodiversiteit, grondstoffen voor de bio-economie, en waterberging. Dit moet zich richten op mitigatie door de hele keten: Bos-hout-bio-energie en dit combineren met adaptatie aan klimaatverandering. Voorwaarde is uitgaan van de lokale omstandigheden en de maatregelen daarop aanpassen.

2030: De ontwikkeling van een gereedschapskist klimaatslim bosbeheer. Dit door het uitvoeren van pilots ter versterking van de klimaatmitigatie d.m.v. de Nederlandse bos en houtketen. De pilots leveren:

- a) Lering over o.a. technische en economische haalbaarheid ten behoeve van de gereedschapskist.
- b) Een basis voor grotere uitrol in vervolgjaren.
- c) Data ten behoeve van monitoring en rapportage (vereisten LULUCF).
- d) Inzicht in de gebieden en bodems in Nederland die de grootste potentiële opslag voor CO₂ kunnen bieden,
- e) En welk specifieke maatregelen moeten worden ontwikkeld om gebieden te beschermen, herstellen en reactiveren

2050:

- a) Onderzoek is nodig naar die plantensoorten, inclusief de hiervoor beschreven biomassa- en klimaatdoelen, die zich het beste passen bij het veranderende klimaat, met maximale koolstofvastlegging in hoge biodiversiteit.
- b) Onderzoek naar nieuwe verdienmodellen en oogstmachines voor gebruik inlands hout.
- c) Onderzoek naar soort- en grondspecifieke boom-natuurcombinaties, die optimaal passen bij de hiervoor omschreven functies.
- f) Nader onderzoek is nodig naar de 'Naburs gebruiksmogelijkheden': Multifunctioneel landgebruik. De ontwikkeling van agroforestry kan grote perspectieven bieden voor zowel landbouw, biodiversiteit als betere productie van biomassa.

2.4 Carbon Footprint consument halveert (in food en non-food, ook internationaal) door aankoopkeuzen in 2050

De basisgedachte dat de mens kan blijven doen wat hij/zij deed, want het wordt immers duurzaam gemaakt, houdt geen stand. Consumentengedrag is uiteindelijk bepalend voor het realiseren van de doelstellingen in deze KIA. Maar hoe kan het consumentengedrag worden beïnvloed. In deze KIA wordt kennis en innovatie ontwikkeld om de broeikasgasemissies te verlagen door het gebruik van producten te beïnvloeden.

2.4.1 Alle consumenten maken de klimaatvriendelijkste keuzes in 2050.

Er is behoefte aan onderzoek dat de mogelijkheden in beeld brengt om prikkels te organiseren en beweging te creëren. Het gaat hier om

- a) Dieper inzicht in de mechanismen van de menselijke psyche.
- b) sociaalwetenschappelijk onderzoek naar gedragsverandering.
- c) economisch onderzoek over het organiseren van marktprikkels.

Er is behoefte aan een betere informatievoorziening naar de consument, zodat keuzes beter gemaakt kunnen worden.

- a) Ontwikkelen en opzetten van een systeem van een robuust systeem voor groepsgewijze emissieprint per productgroep in 2030,
- b) Doorontwikkeling en vervolmaking van een volledig systeem in 2050.

2.4.2 De gezonde voedselkeuze wordt ethisch gerelateerd aan grondstofkeuzes (waarom van preferentie in bodemgebruik: food of non-food).

Er is meer inzicht nodig in beïnvloeding van de emissies van productie en consumptie van voeding en consumptiegoederen in het algemeen, gericht op de verschillende beïnvloedingsniveau's micro (bedrijven, personen), meso (samenwerkingsverbanden, instellingen, huishoudens) en macro (ketens en voedingspatronen).

- a) beïnvloeding van de emissies door productie en consumptie van voeding en consumptiegoederen in het algemeen
- b) beïnvloeding van diensten (transport, mobiliteit, huisvesting, maar ook recreatie).
- c) Welke incentives er zijn voor producenten (besparing, verdienmodellen, business cases)
- d) En welke incentives er zijn voor consumenten (beprijzing, true pricing, tegen gaan van voedselverspilling, etc.).

2.4.3 Vaste biomassa als vastleggend medium wordt optimaal ingezet als constructiemateriaal.

Uit natuur, bosbouw, maar ook andere bronnen van duurzame biomassa dienen constructiematerialen ontwikkeld en ingezet te gaan worden. Voor het gebruik als koolstofsink heeft deze toepassing een belangrijke rol. Deze ontwikkelingslijn dient opgezet te worden samen met de tafel Gebouwde Omgeving.

3. Uitvoeringsonderwerpen

Bij de uitvoering van deze KIA horen een aantal onderwerpen nadrukkelijk te worden meegenomen, die echter niet specifiek aan één onderdeel van de KIA zijn toe te wijzen.

- a) Versterking van de biodiversiteit in Nederland is geïdentificeerd als belangrijk thema. Door de toenemende vraag naar land voor diverse functies kan de biodiversiteit verder onder druk komen te staan. Ontwikkeling van vormen van land- en watergebruik waar versterking van biodiversiteit gecombineerd wordt met een goede wijze van biomassaproductie.
- b) Conform de eisen aan (geïmporteerde) biomassa mag energie-opwekking niet ten koste gaan van de voedselproductie. Zonnepanelen horen op daken, parkeerplaatsen en afvalstortplaatsen, niet op goede landbouwgrond of natuurgebieden.
- c) Voor acceptatie van innovaties zijn twee groepen van belang: de gebruikers (in de sector) en degene die eet (buiten de sector). Een aanpak langs de lijnen van de Social Readiness Levels (SRL ipv TRL) moet hiervoor ontwikkeld worden, inclusief de ontwikkeling van goede businesscases (tripartite inzet om financiële en juridische prikkels te realiseren).
- d) Draag zorg voor éénduidige en transparante monitoring en sturing op drie sleutelindicatoren tegelijkertijd: 1) Reductie van de broeikasgasemissie binnen de Nederlandse landsgrenzen, 2) reductie van broeikasgasemissie in de keten (per eenheid eindproduct), inclusief het tegengaan van voedselverspilling en 3) minimaal landgebruik per eenheid eindproduct.

- e) Vereenvoudig de regelgeving voor landbouw en voedselproductie en -consumptie en stuur aan op een integrale benadering. Combineer dit met het scheppen van ruimte voor experimenten, alsmede living labs.
- f) Verbreed de basis voor kennisontwikkeling en kennisdeling tot een (inter)nationaal initiatief, maak meer gebruik van kennis buiten de gangbare paden. Dus met universiteiten, HBO, TO2, MKB en Grote bedrijven. De KIA is dan kaderstellend zijn, invulling van onderzoek zou vrij moeten zijn.
- g) Organiseer ontzuiling en stimuleer samenwerkingsvormen. Zorg dat een brede samenwerking van partijen ontstaat, zorg voor een hogere organisatiegraad op met name regionaal / lokaal niveau om optimale circulaire systemen te bouwen.
- h) Stimuleer start-ups die bijvoorbeeld specifiek inzetten op vernieuwing van biomassa-productie, en ontwikkeling en intensiveer financiële stimuli en vangnetten voor kansrijke ontwikkelingen.
- i) Werk aan systemen die carbon footprints inventariseren om externe effecten in de prijs van producten mee te nemen, bijvoorbeeld true pricing of carbon credits.
- j) Een potentieel belangrijk knelpunt bij de biomassatransitie is de ruimtelijke ordening: in de ruimtelijke ordening wordt momenteel alleen gestuurd op functies en op sterk gedecentraliseerd niveau, maar wordt binnen de functies veel ruimte gelaten voor de werkelijke invulling. Voor een gecombineerde opgave van versterking van de biodiversiteit en het optimaliseren van de biomassa-productie vanuit meerdere doelen is een vergaande sturing van het landgebruik nodig. De ontwikkeling van instrumenten is een belangrijke opgave om die sturing vorm te geven.
- k) Het ontwikkelen van een programma om kennis te dissemineren richting de agrarische sector en overige grondgebruikers.

4. Governance

Een aantal onderzoekslijnen vraagt om fundamentele doorbraken en jarenlange focus (bijvoorbeeld de ontwikkeling van de blauwe ruimte, de ontwikkeling van de biomassa-teelt). Dit zijn vooral de vraagstukken t.a.v. de biomassa-opgave voor de Nederlandse economie. Daarom wordt voorgesteld voor een deel van de opgaven langjarige governance te ontwikkelen, die integraal sturend op bestaande organisaties prioriteiten kan bewaken.

Concreet geldt dit voor:

- Bodem (koolstofopslag / emissie-arme bemesting)
- Energie & het landelijke gebied
- Biomassa-productie
- Klimaatvriendelijke consumentenkeuzes

5. Vervolg

Deze analyse vraagt een gedetailleerde uitwerking. Daarvoor ontbreekt op dit moment de tijd. Daarom wordt voorgesteld om in 2019 een team gedetailleerd de onderzoeksprogrammering uit te laten werken, inclusief de bijpassende onderzoek infrastructuur. Daarbij dient ook geanalyseerd te worden welke expertise in Nederland ontwikkeld moet worden of op welke gebieden samenwerking met buitenlandse onderzoeksinstituten gesloten moet gaan worden. Omdat onorthodoxe doorbraken noodzakelijk zijn wordt ook nadrukkelijk voorgesteld het ontwikkelingsbeleid daarop in te richten. Het stimuleren van doorbraken, briljante innovators en startups verdient een vaste plaats in de beleidsimplementatie.

6. Bijlage: Werkgroepsamenstelling

De werkgroep heeft geopereerd binnen de kaders van de Klimaattafel Landbouw & Landgebruik, als onderdeel van het Klimaatakkoord (2018). Volgende personen hebben bijgedragen aan het tot stand komen van de hiervoor beschreven visie:

Ruud Tijssens (Voorzitter; AgriNI, Koninklijke Agrifirm Group)

Geert Butz (Vereniging van Nederlandse Gemeenten; Gemeente Ede)

Peter Bruinenberg (Branche Organisatie Akkerbouw; Avebe)

Mark de Bode (Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit)

Kees de Gooijer (Topsector Agro&Food en Biobased Economy)

Peter Paul Mertens (Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit)

Herrie Nijhuis (Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek)

Geert van der Peet (Wageningen University & Research)

Martijn Root (Ministerie van Economische Zaken)

Arnout Smit (Nederlandse Zuivelorganisatie; FrieslandCampina)

Auke Jan Veenstra (Land- en Tuinbouw Organisatie Nederland)

Wim Wiersinga (Vereniging van Bos- en Natuureigenaren)