

Gezonde, robuuste bodem¹ en teeltsystemen gebaseerd op agro-ecologie en zonder schadelijke emissies naar grond- en oppervlaktewater

Aanleiding: missie gedreven innovatie

Het Ministerie van LNV heeft zes missies gedefinieerd om de maatschappelijke opgaven voor het thema Landbouw, Water, Voedsel aan te pakken. Eén daarvan is *Gezonde, robuuste bodem en teeltsystemen gebaseerd op agro-ecologie en zonder emissies naar grond- en oppervlaktewater*. De missies geven ambities voor kennis en innovatie: zij moeten prikkelen tot ambitieus onderzoek en doorslaggevende innovaties. Het Ministerie wil een goed beeld te krijgen van: het voor de missie noodzakelijke onderzoek, van lopende initiatieven, van betrokken partijen, en van beschikbare kennis.

De maatschappelijke relevantie van dit onderwerp is groot, wat blijkt uit de recentelijk gepubliceerde “Toekomstvisie Gewasbescherming 2030 naar weerbare planten en teeltsystemen”, EU Kaderrichtlijn Water, het Deltaplan Biodiversiteit en de door de sectoren geformuleerde ambities en actieplannen op dit onderwerp (Actieplan Plantgezondheid).

Doel van deze studie

Deze programmeringsstudie richt zich inhoudelijk op gezonde, robuuste bodem en teeltsystemen gebaseerd op agro-ecologie en zonder emissies naar grond- en oppervlaktewater. Binnen de topsectoren T&U en A&F lopen gerelateerde projecten, bijvoorbeeld op het gebied van bodem en plantgezondheid. Deze programmeringsstudie heeft tot doel een integrale visie te ontwikkelen waarbij het lopende onderzoek gekaderd en met elkaar verbonden wordt, een link naar de topsector Water gelegd wordt en nieuwe ontwikkelpunten geïdentificeerd worden.

Werkwijze

Binnen deze programmeringsstudie zijn de volgende activiteiten uitgevoerd: een omgevingsscan, een workshop en het opstellen van een programmeringsadvies. Hieronder volgt een toelichting op de aanpak van deze activiteiten.

1. Omgevingsscan

- a. Inventarisatie van de maatschappelijke opgave. De omgevingsscan is uitgevoerd om de maatschappelijke opgave t.a.v. *Gezonde, robuuste bodem en teeltsystemen gebaseerd op agro-ecologie en zonder emissies naar grond- en oppervlaktewater* in de context te plaatsen. Verschillende sectorpartners, het ministerie LNV, ministerie van L en W, en ngo's hebben op relevante (deel)onderwerpen visies, actieplannen en ambities geformuleerd. Vertegenwoordigers van deze organisaties zijn bevroegd en hebben relevante brondocumenten aangeleverd. Op basis hiervan is de maatschappelijke opgave geformuleerd, evenals hieruit voortvloeiende kennis en innovatie opgaven (zie verderop punt 1 Maatschappelijke opgave).

¹ Met de term bodem wordt in dit gehele document ook impliciet substraat bedoeld.

- b. Inventarisatie van de lopende initiatieven.

Op basis van de onder a opgestelde kennis en innovatie opgaven is een enquête uitgegaan naar kennisinstellingen om een overzicht te krijgen van lopende initiatieven gericht op deze kennis en innovatie opgaven (zie verder op punt 2 Lopend onderzoek). Er is een inventarisatie gemaakt van lopende initiatieven in fundamentele onderzoeksprojecten (TRL1-3), in toegepast onderzoek in ontwikkelingsprojecten (TRL4-6), middels participierend onderzoek en demonstratie (TRL 7-9). Deze activiteiten worden ondersteund door investeringen, regelgeving, kennisverspreiding, netwerken en subsidies om te komen tot implementatie.

- c. Identificatie van witte vlekken: missende kennis en innovatie opgaven identificeren.

De inventarisatie van de lopende initiatieven heeft een overzicht opgeleverd van de voor de missie relevante kennis en innovatie opgaven die nog niet (voldoende) worden aangepakt. Dit levert een overzicht op van nieuwe ontwikkelpunten (zie punt 3 witte vlekken).

2. Interactieve workshop op 9 mei 2019 met kennisinstellingen (niet alleen WUR), overheden, landbouwbedrijfsleven, ketenpartijen, en betrokkenen bij het Deltaplan Biodiversiteit. De eerste versie van de omgevingsscan is getoetst in de workshop en aangepast naar aanleiding van de resultaten van de workshop. Tevens is in kaart gebracht wat het perspectief is om de witte vlekken in het onderzoek via een publiek-private aanpak in te vullen (punt 4 mogelijke consortia en financiering).
3. Op basis van de resultaten van de workshop en verdiepende gesprekken is een programmeringsadvies opgesteld (zie verderop punt 5 programmeringsadvies).

1 Maatschappelijke opgave

Missie A2 Gezonde, robuuste bodem en teeltsystemen gebaseerd op agro-ecologie en zonder schadelijke emissies naar grond- en oppervlaktewater:

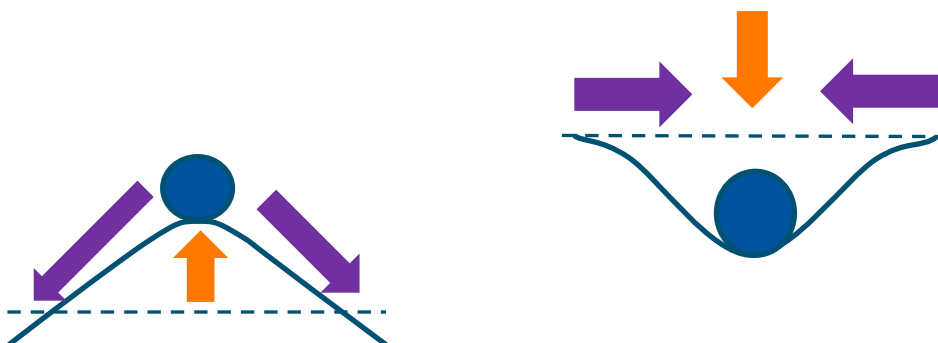
In 2030 is in de land- en tuinbouw het gebruik van grondstoffen en hulpstoffen substantieel verminderd en worden alle eind- en restproducten zo hoog mogelijk verwaard. De schadelijke emissies van gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten naar de omgeving zijn tot nagenoeg nul gereduceerd. De productiesystemen dragen bij aan de reductie van broeikasgasemissies. Ecologische omstandigheden en processen vormen het vertrekpunt voor voedselproductie waardoor biodiversiteit zich herstelt en de land- en tuinbouw robuust en veerkrachtiger wordt.

De Nederlandse land- en tuinbouw is wereldwijd bekend om zijn kwalitatief hoogwaardige producten en levert een belangrijke bijdrage aan onze economie. Tegelijk staat Nederland voor grote maatschappelijke uitdagingen:

- Er zijn maatschappelijke zorgen over de mogelijke effecten van emissies van gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten naar mens en milieu. De stand van de biodiversiteit in Nederland heeft volop publieke aandacht. Tegelijkertijd leiden nieuwe wetenschappelijke inzichten tot strengere beoordelingscriteria van werkzame stoffen en een smaller pakket beschikbare gewasbeschermingsmiddelen. Voor telers wordt een afdoende bescherming van hun gewassen steeds complexer.
- Nederland heeft zich verbonden aan internationale Sustainable Development Goals van de Verenigde naties, waaronder de aanpak van klimaatverandering en herstel en behoud van biodiversiteit. Nederland heeft zich verbonden aan het internationale klimaatakkoord. Daarin is afgesproken om de broeikasgasemissies, ook uit de landbouw, sterk terug te dringen en koolstof vast te leggen o.a. in landbouwbodems.
- Het belang van voldoende water van goede kwaliteit: Nederland zet in op het verbeteren van de waterkwaliteit van grondwater en oppervlakte water voor verbetering natuur en drinkwaterkwaliteit;
- Beter omgaan met schaarse hulpbronnen als energie, water en fosfaat. Energiegebruik is ook gekoppeld aan het beperken van broeikasgasemissies. Efficiënter omgaan met water gaat om meer water vasthouden in landbouwbodems en efficiënte irrigatietechnieken. Gebruik maken van gewassen en rassen met minder waterbehoefte en een hogere nutriëntenefficiëntie;
- Bijdragen in het voorkomen van wateroverlast (zowel teveel als te weinig water o.a. voortkomend uit klimaatverandering) door meer water vasthouden in landbouwbodems en robuustere gewassen;
- Voldoende en gezond voedsel (food), voer (feed) en non-food producten voor de NL markt en daarbuiten.

Nederlandse land- en tuinbouw in 2030

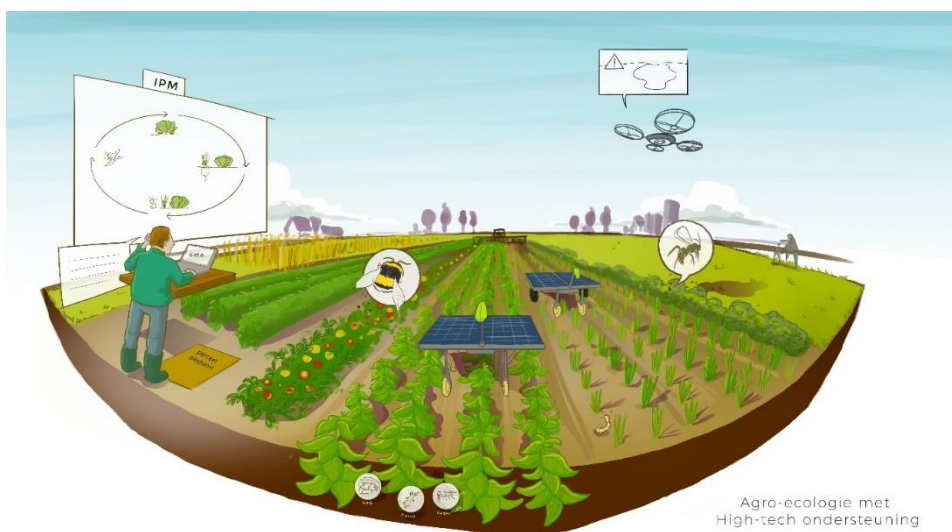
In 2030 bestaat de land- en tuinbouw in Nederland uit een duurzame, economisch volhoudbare plantaardige productie met weerbare planten en teeltsystemen op een gezonde bodem, waardoor ziekten en plagen veel minder kansen krijgen en het gebruik van externe inputs (gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten) zo veel mogelijk kan worden voorkomen. Dit vraagt om een uitbreiding van denken uit productie maximalisatie op basis van inputs (in de voorliggende studie: gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen) met het denken vanuit weerbare planten en teeltsystemen die een bijdrage leveren aan onze leefomgeving waarbij productie van voldoende en gezond voedsel (food), voer (feed) en non-food producten voor de NL markt en daarbuiten, voorop staat.



Van productiemaximalisatie op basis van inputs (links), uitbreiding met denken in weerbare, robuuste agro-ecologische productiesystemen (rechts). Naar: Haan et al 2008, Acta horticulturae 852(852) en Erisman et al., 2016. AIMS Agriculture and Food Volume 1, Issue 2, 157-174

De slimme teeltsystemen gestoeld op ecologische processen benutten en voeden de gezonde bodem en geven ziekten en plagen veel minder kansen. De nieuwe teeltsystemen maken optimaal gebruik van de (bio)diversiteit door intelligente bouwplannen, nieuwe gewasconfiguraties en –combinaties (waaronder stroken- en mengteelten), en het gebruik van (natuurlijke) vegetatie. Hierdoor dragen ze bij aan het herstel van de biodiversiteit en zorgen voor een natuurlijke regulatie van ziekten, plagen en onkruiden (Functionele Agro Biodiversiteit). Landbouw en natuur zijn met elkaar verbonden, evenals de huidige sectoren akkerbouw, veehouderij en tuinbouw. Door gebruik te maken van de ecologische processen en als gevolg van regio- en grondsoort specifieke condities ontstaan er specifieke gebiedsgerichte teeltsystemen.

Een gezonde bodem (substraat) vormt de basis van robuuste teeltsystemen. Een gezonde bodem draagt bij aan goede gewasopbrengsten, een hogere biodiversiteit en weerbaarheid van de systemen tegen (a)biotische stress, zoals extreme droogte, wateroverlast en ziekten en plagen. Daar waar gewasbeschermingsmiddelen worden gebruikt, is dit conform de principes van geïntegreerde gewasbescherming, nagenoeg zonder schadelijke emissies naar het milieu en nagenoeg zonder residuen. De inzet van resistente en tolerante rassen in combinatie met het gebruik van biologische plaagbestrijders, biostimulanten, mechanische technieken en inzet van laag risico middelen zijn belangrijke principes van geïntegreerde gewasbescherming. Ziekten, plagen en onkruiden worden net als gewasgezondheid via monitorings- en detectietechnieken waargenomen. Deze gegevens worden via (Big) Data systemen verwerkt tot praktische, handzame informatie voor de teler en adviseur waardoor deze kosteneffectief kunnen bijsturen. Gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten worden via precisietechnieken toegepast. Hiermee wordt tegelijkertijd een blijvend economisch perspectief voor de land- en tuinbouw gerealiseerd.



Sferbeeld voor plantaardige productie in de volle grond in 2030: Gezonde, robuuste bodem en teeltsystemen gebaseerd op agro-ecologie, ondersteund met technologie.

De realisatie van dit doel vraagt tevens de realisatie van een aantal subdoelen:

- In 2030 zijn alle Nederlandse bodems duurzaam beheerd;
- In 2030 is Nederland toonaangevend op het gebied van duurzame gewasbescherming en is dit het business model waarmee Nederlandse telers en partijen in de keten zich onderscheiden op de internationale markt. De teeltsystemen zijn zo ingericht dat niet alleen de plant, maar ook de omgeving gezond blijft;
- In 2050 wordt geteeld in genetisch diverse en agro- biodiverse productiesystemen;
- In 2030 zijn teeltsystemen klimaatadaptief (bestand tegen grote (a)biotische schommelingen als gevolg van klimaatverandering);
- In 2030 is de teelt in de glastuinbouw volledig circulair en gezond;

Kennis en innovatieopgaven

De land en tuinbouw maakt in 2030 gebruik van robuuste teeltsystemen met een efficiënt gebruik van grondstoffen, een betere benutting van nutriënten, zonder belasting van grond en oppervlakte water, gezonde bodems en draagt bij aan een natuurinclusieve landbouw. Er is ruimte voor regionale en lokale productie van eiwitrijke gewassen waarbij over de sectoren heen wordt samengewerkt.

Bij de ontwikkeling van weerbare plantaardige productiesystemen zijn twee stappen te volgen: het slim inrichten van het systeem, en het slim bijsturen van het systeem:

1. Slim inrichten van weerbare plantaardige productiesystemen, waaronder

- a) Het ontwerp van het totale weerbare, robuuste systeem, door slim benutten van bodem, robuuste rassen, gewasdiversiteit in ruimte en tijd (mengteelt, rotatie) , functionele agrobiodiversiteit, gewasbeschermingstechnieken, hygiëne maatregelen, fytosanitatie en bemesting, rekening houdend met plaatselijke omstandigheden. Weerbare systemen zijn in 2030 ook klimaatadaptief.
- b) Duurzaam bodem- en waterbeheer;
- c) Robuuste weerbare rassen²;
 - Resistente en tolerante gewassen tegen biotische aspecten als ziekten, plagen onkruiden;
 - Weerbaar tegen fysische extremen en met optimale benutting van grondstoffen; Resource use efficiënte gewassen (gereduceerde waterbehoefte, zouttolerant, verminderde nutriënten behoefte, etc)
- d) Functionele agrobiodiversiteit³: ondergrondse, bovengrondse biodiversiteit en interacties daartussen. Van bodembiodiversiteit, via bovengrondse biodiversiteit op micro, macro, plant, gewas, bedrijf en regio niveau.
- e) Het ondersteunen van **samenwerking tussen verschillende sectoren** (akkerbouw, bollen, glastuinbouw, bomen, (grondgebonden) veehouderij) op het gebied van o.a. reststromen, bemesting, landgebruik, zowel regionaal als nationaal met inachtneming van de internationale setting van de Nederlandse land- en tuinbouw

² Er is een aparte Programmeringsstudie sleuteltechnologieën: biotechnologie en veredeling waarin de technieken die nodig zijn om tot robuuste plantaardige rassen te kunnen komen staan beschreven.

³ Er is een aparte Programmeringsstudie Herstel en benutten biodiversiteit. In die studie ligt de nadruk op herstel van biodiversiteit, in deze studie betreft het de bijdrage van functionele agrobiodiversiteit aan de primaire productie.

2. **Slim bijsturen van plantaardige productie⁴;**

- a. Monitoring- en detectie systemen t.b.v. waarnemen ziekten, plagen, onkruiden en gewasgezondheid voor nauwkeurig bijsturen gewasbescherming en nutriënten;
- b. Nieuwe gewasbescherming strategieën met precieze inzet van biologische (zowel micro als macro), niet chemische en chemische maatregelen (laag risico middelen);
- c. Nieuwe bemestingsstrategieën met inzet van precisiebemesting, recirculatie en slim beheer en inzet van organische stof;

⁴ Er is een aparte Programmeringsstudie sleuteltechnologie Slimme technologie / high tech waarin de technieken die nodig zijn om te komen tot sensoren en robotisering tbv precisielandbouw beschreven staan.

2. Lopend onderzoek

Voor een beschrijving van het lopende onderzoek op het gebied van Gezonde, robuuste bodem en teeltsystemen gebaseerd op agro-ecologie en zonder schadelijke emissies naar grond- en oppervlaktewater zijn ongeveer 75 TKI-projecten in beeld gebracht. Dit betreft voornamelijk PPS-en, zowel lopende als recent afgelopen PPS-en, die tijdens de verschillende calls van de Topsector T&U en A&F zijn gehonoreerd. Daarnaast zijn ook de EU-cofinancieringsprojecten en de NWO-projecten met deelfinanciering voor WR-capaciteit meegenomen. Daarnaast zijn relevante POP projecten opgenomen. Op basis van deze informatie is een overzicht gemaakt van lopende onderzoeksprojecten per deelprogramma op TRL niveau. In onderstaande tabel wordt per TRL niveau een overzicht gegeven van lopend onderzoek voor elk van de bovengenoemde kennis en innovatie opgaven.

Tabel 1 een overzicht van lopend onderzoek voor elk van de bovengenoemde kennis en innovatie opgaven

Onderwerp	Onderzoeksfase TRL 1-3 (NWO, KNAW, EU, Kennis-basis, strategische middelen etc.)	Ontwikkelfase TRL 4-6 (toegepast onderzoek, beleidsondersteunend onderzoek)	Demonstratiefase TRL 7-9 (MIT, POP, fieldlabs, etc.)	Implementatiefase (subsidies, investeringen, regelgeving, kennisverspreiding, netwerken, campagnes etc.)
Deelprogramma 1: Slim inrichten van weerbare plantaardige productie systemen				
A Het ontwerp van het totale weerbare, robuuste, klimaatadaptieve systeem, door slim benutten van bodem, robuuste rassen, functionele agrobiodiversiteit, gewasdiversiteit in ruimte en tijd, gewasbescherming, en bemesting, rekening houdend met plaatselijke omstandigheden.	AF-EU-17028 Agrilink (2017-2021) AF-EU-17035 Plaid (2017-2019) EU 18019 Diverimpacts (2018-2022) KB-34-008-002 Living labs (2019)	BO-43-011.06 Verduurzamen Plantaardige productieketens AF- Amazing Grazing (2016-2019)	MIT-15005 Voedselproductie op verzilte bodem (2016-2017) MITAF-14086 Introductie van plant-specifieke resources-huishouding (2016-2017) POP Drenthe: Schone teelt op basis van druppelirrigatie (2018-2021) POP3 Groningen Vergroening Veenkoloniën POP3 Friesland: Stikstof Telen, vlinderbloemigen als basis voor een natuurinclusieve akkerbouw (2018-2020) POP3 Flevoland Flevoland Innovatieland (2018-2021)	EU 18028 Nefertiti (2018-2021) https://vruchtbarekringloopachterhoek.nl/over-vka/
B Duurzaam bodembeheer	NWO-15001 Harnessing the soil microbiome for improved stress tolerance in crop plants (2016-2021)	AF-15261 Sturen op bodemweerbaarheid door toediening van organische materialen (2016-2019)	MTRLA-16118 Ontwikkeling biologische oplossing ter bestrijding van vrijlevende- en plant parasitaire aaltjes in de	Europees Landbouwfonds voor Plattelandsontwikkeling (ELFPO) http://www.grondigboerenmetmais.nl/ Bodemcoalitie: ontwikkeling Bodemlabel

	<p>NWO-15005 Vital soils for sustainable intensification of agriculture (2016-2020)</p> <p>NWO-14002 Unravelling the mechanisms underlying health and productivity promoting agricultural practices by fine-mapping rhizosphere communities (2015-2019)</p> <p>NWO-14007 Clever Cover Cropping: Synergistic Mixtures for Sustainable Soils (2015-2020)</p> <p>NWO-14009 SQUASH: a Soil Quality Universally Applicable Soil Health assessment system (2016-2020)</p> <p>AF-EU-16011 LANDMARK (2016-2018) AF-EU-15040 iSQUAPER: Interactive Soil Quality Assessment in Europe and China (2015-2019)</p> <p>KB-34-008-001 Soil biology as basic element for resilient cropping systems and C-sequestration (2019)</p> <p>KB-34-008-005 SOILCARE (2019)</p> <p>KB34-005-001 1-2a-1 Peatlands in the new circular and climate positive</p>	<p>AF-15252 Systeemoplossing ziekten en plagen in bioglasgroenten (2016-2019)</p> <p>AF-16064 Beter bodembeheer (2017-2020)</p> <p>AF-17065 Belang van vastlegging van koolstof in de bodem voor mitigatie van broeikasgassen (2017-2018)</p> <p>AF-17003 Effect van de bodem op weerbaarheid van aardappelknollen tegen biotische stress (2018-2021)</p> <p>AF-18085 TU18150 Groenbemesters in de praktijk (2019-2022)</p> <p>AF-18032 Slimme bouwplannen voor bodemgezondheid (2019-2022)</p> <p>AF 16190 SMARAGD (2018-2021)</p> <p>BO-43-012.02-001 Langjarige fosfaatproeven</p> <p>BO-53-002 Slim Landgebruik</p>	<p>akkerbouw (2016-2018)</p> <p>MTHLA-16260 Haalbaarheidsstudie biologische bestrijdingsstrategie (2016-2017)</p> <p>POP3 Drenthe: MAXUS POP3 Drenthe: Compost composities (2018-2021)</p> <p>POP3 Flevoland Voorjaarsploegen Winterbedekkende Groenbemesters (2018-2021)</p> <p>POP3 Flevoland Lasting Fields in de Praktijk (2018-2021)</p> <p>POP3 NoordHolland: BRizonder: bodem resetten & inundatie</p> <p>POP3 Gelderland Verminderen ondergrondverdichting (2018-2020)</p> <p>POP3 Zuid Holland Hoeksche Waard Rond</p> <p>POP3 Zuid Holland Samen innoveren voor groene groei</p>	
--	---	---	--	--

	production systems			
C Robuuste Rassen <i>Deze lijn sluit aan bij de MMIP sleuteltechnologie uitgangsmaterialen en veredeling</i>	<p>NWO-15001 Regulation of glandular trichome formation in tomato (2016-2021)</p> <p>NWO-15003 Unravelling Tsw-mediated resistance and the interplay with the innate immunity modulator NSs of Tomato spotted wilt virus, a plant-infecting bunyavirus (2016-2020)</p> <p>NWO-15004 Master old resistance in new tomatoes: transcriptional control of metabolite production by small RNAs (2016-2020)</p> <p>NWO-12001 Nieuwe detectiesystemen van planten voor ziekteresistente (2013-2017) EU 18011 New Plant Breeding Techniques; Chicory as a multipurpose crop for dietary fibre and medicinal terpenes (CHIC) (2018-2022)</p> <p>KB-34-005-003 Epigenetica</p>	<p>TU18002 Fijnkartering tulp resistenties en ontwikkeling nieuwe veredelingsmethoden (2019-)</p> <p>TU18003 Lasting Beauty/SciFi (2019-)</p> <p>TU18015 Counteracting Botrytis and Alternaria infection by interfering with plant susceptibility genes (2019-)</p> <p>TU18024 Finding the Achilles' heel of Brassica for Black Rot disease (2019-)</p> <p>TU18043 Resistance mechanisms against thrips in chrysanthemum and its relatives (2019-)</p> <p>TU18048 CONTrolling REcombination for fast, innovative breeding of resilient crops (CORE) (2019-)</p> <p>TU18073 Taking HDAC-Inhibitors to the Next Level in Doubled-Haploid Embryo Production (2019-)</p> <p>TU18075 A new method for potato breeding: the "Fixation-Restitution" approach (2019-)</p> <p>TU 18080 Resistance mechanisms against thrips in wild relatives of onion (2019-)</p> <p>TU18086 Novel tools to breed potato for resistance against obligate biotrophic pathogens (2019-)</p> <p>TU18100 Whitefly resistant Poinsettia to reduce insecticide use (2019-)</p> <p>TU18140 HeatYield - stabilising crop yield in a warming world</p>	<p>POP3 Groningen Naar een rendabele sojateelt in de Veenkoloniën (2018-2020)</p> <p>POP3 Groningen Rassenveredeling zetmeelaardappelen: IDA (2016-2020)</p> <p>POP3 Groningen Ontwikkeling van duurzame en klimaatbestendige robuuste aardappelrassen door betere beworteling (2017-2020)</p>	

		<p>TU18142 Weerbare rozen nu eindelijk in zicht! (2019-)</p> <p>TU18151 Strain instability in fungi as a model for the study of recombination and epigenetic regulation of meiosis (2019-)</p> <p>TU18152 Fenotypische plasticiteit in wortelarchitectuur: de sleutel tot tolerantie voor parasitaire aaltjes in planten? (2019-)</p> <p>TU18155 Re-booting potato; enhancing the breeding of hybrid diploid potato using statistical genetics and computer simulations(2019-)</p> <p>TU18156 Transcriptional networks up- and downstream of the negative regulators of plant immunity DMR6 and DLO1(2019-)</p> <p>TU18153 Ouderdomsresistente als een nieuwe manier om virusziekten en hun verspreiding te beheersen (2019-)</p> <p>1605 – 118 Building the Green Hapmap (2017-2019)</p> <p>1604 -046De Weerbare Plant: middelen en merkers voor de keten voor het sturen op plantafweer tegen ziekten en plagen (2017-2019)</p> <p>Koepelprogramma Better Plants for New Demands Koepelprogramma Groene Veredeling</p>		
D Functionele agrobiodiversiteit	<p>NWO-14003 The relative importance of wild pollinators as an agricultural input in seed production (2015-2019)</p> <p>NWO-12002 Linking local</p>	<p>TU18088 FAB+: integratie van natuurlijke plaagbestrijding en doeltreffende diversificatie in plantaardige productiesystemen (2019-)</p>	POP3 Limburg Biodivers Fruit Telen Limburg (2017-2020)	

	and landscape scale trophic interactions for plant-induced biological control of insect pests (2013-2017)			
E Ondersteunen van samenwerking tussen de sectoren	KB-21-003-001 Samenwerking Akkerbouw Veehouderij (2015-2018)	AF-15284 Ruwvoerproductie en bodemmanagement (2016-2019) AF-17106 Regenerative Farming (2018-2022) AF-17021 Verbeteren van de kringloopwijzer (2018-2021)		
Deelprogramma 2 Slim bijsturen van weerbare plantaardige productie systemen				
A Monitoring- en detectie systemen <i>Deze lijn sluit aan bij de MMIP sleuteltechnologie precisietechnieken</i>	AF-EU-16013 Smart AKIS (2016-2018) EU 18046 VALITEST: Validation of diagnostic tests to support plant health (2018-2020) EU 18032 Optima (2018-2021)	TU18079 Standaardisatie diagnostiek met Next Generation Sequencing (2019-) TU18095 Fytosanitair Belangrijk voor Nederland BV(2019-) TU 18148 On-site plantpathogeen detectie en barcode sequencing voor verbetering van plantgezondheid en fytosanitaire controle (2019-) 1605-029 Optimale Diagnostiek door gebruik innovatieve detectiemethoden (2017-2020) KV1605 075 Visuele attractie van plaaginsecten: een fundamentele stap voor optimale monitoring en mass-trapping (2017-2020) 1605 – 082 Preventie van Ralstonia solanacearum uitbraken in de Nederlandse land- en tuinbouw (2017-2019) AF-18101 Precisielandbouw 4.0: op naar data-gedreven landbouw (2019-) AF-17221 Sensors and ICT applications for effective use of	POP3 Gelderland Voelhoorn duurzaamheid (2018-2019) POP3 Flevoland Data Boeren (2018-2021) AF-EU-17017 ANTARES (2017-2024)	Nationale Proeftuin Precisie Landbouw (NPPL)

		<p>fungicides (2018-2021)</p> <p>AF-16190 Slimme Mechanisatie – Automatisering – Robotisering voor een Akkerbouw met Groei en Duurzaamheid (2017-2020)</p> <p>AF-16191 Data Intensive Smart Agrifood Chains (2017-2020)</p> <p>AF-14275 Op naar precisielandbouw 2.0 (2015-2019)</p> <p>AF-EU-17015 IoF 2020, Internet of Food & Farm 2020 (2017-2020)</p> <p>KV 1604-025 Precisie Tuinbouw (2017-2020)</p> <p>EU-2017-06 PeMaTo (2017-2019)</p> <p>BO 52 TU-HTDT High Tech & Digitale Transformatie projecten: oa HT-17222 Exploitation of high-tech plant phenotyping tools (2018-2021)</p>		
B Nieuwe gewasbescherming strategieën	<p>NWO-15006 Biological control of the new invasive pest species Spotted Wing Drosophila (2016-2020)</p> <p>NWO-15007 Boosting the efficacy of biological control agents of citrus mealybugs through olfactory conditioning (2016-2020)</p> <p>NWO-14005 A biodiversity approach to develop multispecies microbial inoculants for sustainable crop</p>	<p>BO-43.011.01 Duurzame gewasbescherming</p> <p>AF-16186 Gewasbescherming Robuust Optimaal Economisch & Natuurlijk (GROEN) (2017-2020)</p> <p>TU18110 Jaarrond Biologische bestrijding</p> <p>TU18128 Een totaalsysteem voor plaagbestrijding met generalistische predatoren</p> <p>TU18007 Natuurlijke weerbaarheid tegen echte meeldauw (2019-)</p> <p>TU18028 Strategische kennis</p>	<p>TU18143 Milieu indicator gewasbescherming (2019-)</p> <p>Cv100 IPM tool</p> <p>POP3 Friesland Schone kisten en schoon oppervlaktewater (2018-2020)</p> <p>POP3 Friesland Agricorder TM DNA veldtest voor bacterieziekten in aardappelen (2017-2019)</p> <p>POP3 Flevoland Selectieve aanpak Phytophthora Pootgoed (2018-2021)</p> <p>POP 3 Flevoland Uitrol Duurzame</p>	Diverse B2B projecten toetsen zuiveringsapparatuur

	<p>protection (2015-2019)</p> <p>AF-EU-17031 IWPRAISE (2017-2022)</p>	<p>voor de preventie van bacterieziekten in de pootaardappelteelt (2019-)</p> <p>TU18049 Virus- en vectorbeheersing in pootaardappelen (2019-)</p> <p>TU18115 De groene tulp; teelt strategieën met inzet van groene/low risk middelen(2019-)</p> <p>TU18123 Weerbaarheid(2019-)</p> <p>TU18126 Verlagen risico's voor het optreden van bacteriële ziekten(2019-)</p> <p>1605-032 Ontwikkelen van preventiemaatregelen in de boomgaard om verliezen door zwartvruchtrot en bewaarrot in peer en appel te voorkomen (2017-2020)</p> <p>1605-079 Masterplan Fusarium (2017-2020)</p> <p>1604-022 Palifit (2017-2020)</p> <p>1605-033 Integrale ketenaanpak voor beheersing van vruchtboomkanker (2017-2020)</p> <p>1604-046 De weerbare plant</p> <p>KV 1605-041 Versterking van plantweerbaarheid tegen ziekten en plagen door aanpassing van het plant microbiom (2017-2020)</p> <p>Cv100 Wortelmilieu</p> <p>1605-048 Naar een duurzame koolteelt (DKT) (2017-2020)</p> <p>KV 1605 – 106 Role of helper microbes enhancing downy mildew on leafy vegetables (2017-2020)</p> <p>1605-028 Beheersing Stemphylium in</p>	<p>teelt Uien en Peen (2018-2021)</p> <p>POP3 Noord Brabant Automatisch wieden praktijkrijp (2017-2020)</p> <p>POP3 Limburg Agricorder sneltest voor koprot in uien (2018-2020)</p>	
--	---	---	---	--

		bouwplanverband (2017-2019) Koepelprogramma Het Nieuwe Doen In Plantgezondheid Innovatieve Efficiënte Toedieningstechniek en PPS KV 1406044 EU-TU-18032 Optima (2018-2021)		
C Nieuwe bemestingsstrategie ën	KB-34-001-002 Ontwikkeling van een evaluatiekader voor (de productie van) organische meststoffen (2019-2022)	AF-18083 Monitoren diepteregeling en nauwkeurigheid mesttoediening (2019-) BO-43-012-02 div BO projecten in het kader van actieprogramma nitraat TU 18055 Voorkomen en bestrijden emissies kasteelten TU 18101 Zorgplicht grondgebonden teelten TU 18136 Ion specifiek telen JPI Agrinupis	POP3 Overijssel Proeftuin Mineralen en bemesting (2016- 2020) POP3 Gelderland: Biomassa in het Haarloseveld en Olden Eibergen: Organische stof tot nadenken (2016- 2019) POP3 Zuid Holland Beter organisch bemesten voor beter water (2018) POP3 Zuid Holland Samen innoveren voor groene groei (2016-2020) POP3 Zuid Holland DeltaDrip: Efficiënter omgaan met water en nutriënten	

3. Witte vlekken

Tijdens de interactieve workshop op 9 mei 2019 met kennisinstellingen, overheden, landbouwbedrijfsleven, ketenpartijen, en betrokkenen bij het Deltaplan Biodiversiteit is in kaart gebracht wat de witte vlekken zijn voor de verschillende kennis- en innovatie opgaven. . De eerste versie van de omgevingscan is getoetst in de workshop en aangepast naar aanleiding van de resultaten van de workshop.

Tijdens de workshop werd de **integrale ontwikkeling van het totale weerbare, robuuste systeem** door slim benutten van bodem, robuuste rassen, gewasdiversiteit in ruimte en tijd (mengteelt, rotatie), functionele agrobiodiversiteit, gewasbeschermingstechnieken, en bemesting, rekening houdend met plaatselijke omstandigheden als prioritair benoemd. Denk hierbij aan een plant die geschikt is voor teelt (veredeling) die past bij de omgeving in een bodem die gevoed wordt met meststoffen uit een zo kort mogelijke kringloop. Dat vraagt veredeling-bodem-teelt- mechanisatie en high tech - gewasbescherming-bemesting- integraal te beschouwen. Wat deze onderzoekslijn belangrijk maakt, zijn de kennisintegratie en de regionale samenwerking die nodig is om het systeem te laten functioneren en de kennis en inzichten die een ondernemer nodig heeft om dit uit te kunnen voeren, ook onder veranderende klimatologische omstandigheden.

Daarnaast werden de volgende kennis- en innovatieopgaven benoemd als prioritair en potentieel met hoge impact:

Ontwikkeling van robuuste rassen passend in de nieuwe teeltsystemen (bestand tegen klimaatverandering en andere (a)biotische stress);

Ontwikkeling van graslandvegetaties passend in de nieuwe teeltsystemen (bestand tegen klimaatverandering en andere (a)biotische stress (bijvoorbeeld kruidenrijk grasland));

Ontwikkeling van een robuuste en **weerbare bodem** t.a.v. organische stof, bodemvruchtbaarheid, bodemweerbaarheid, bodemleven, efficiënt gebruik van nutriënten, beperken van (ondergrond)verdichting en een goede waterbuffering;

Ontwikkeling van **nieuwe gewasbescherming** als oplossing voor knelpunten in de nieuwe teeltsystemen (weerbare planten, weerbare teeltsystemen en geïntegreerde groene gewasbescherming en biocontrol voor open teelten en doorontwikkeling van biocontrolsystemen voor kasteelten (zowel micro als macro);

Ontwikkeling van indicatoren voor **biodiversiteit** t.b.v. **agrarische productie** en natuur op verschillende schalen;

Inzicht in en oplossingen voor mogelijke **trade-offs tussen maatregelen** gericht op klimaatadaptatie en mitigatie, en maatregelen gericht op beperking van emissies (nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen) waardoor bedrijfsconcepten ontwikkeld kunnen worden waarmee telers aan de normen kan voldoen op al deze vlakken;

Fytopanitaire gezondheid en maatregelen om deze te kunnen garanderen;

Detectietechnieken voor ziekten, plagen, onkruiden en beneficials.

Samenwerking plantaardige en dierlijke productie: productie van ruwvoer van eigen bodem met efficiënt landgebruik, goede kwaliteit van ruwvoer. Voer dat bijdraagt aan de beperking van emissies door vee, waarbij de relatie met kwalitatief goede bruikbare mest voor plantaardige sector voorop staat. Ontwikkeling van kruidenrijk grasland t.b.v. diergezondheid en biodiversiteit. Ontwikkeling van de geschikte rassen. Mest als een waardevol product en geen afvalproduct dat met kunstgrepen opgewaarderd moet worden tot een product. Afstemming over andere vormen van landgebruik tussen veehouderij en akkerbouw.

Nieuwe bemestingsstrategieën: om de emissie van nutriënten in 2027 sterk teruggedrongen te hebben is voor de kasteelt op substraat sterk ingezet op hergebruik van al het water dat binnen het bedrijf wordt gebruikt en het zuiveren van reststromen voordat ze worden afgevoerd. Om een dergelijk systeem in de praktijk over de volle breedte goed te laten functioneren moeten nog diverse kennisvragen beantwoord worden. Voor grondteelten in en buiten de kas liggen er vooral oplossingsrichtingen in redesign van teeltsystemen (teelt de grond uit, hydrologische oplossingen) en verhogen nutriëntenefficiency (precisiebemesting, sensoren, meetsystemen)

De gedetailleerde kennis- en innovatieopgaven behorend bij deze onderwerpen staan in onderstaande tabel weergegeven.

Tabel 2: Gedetailleerde kennis en innovatie opgaven per fase van het kennis- en innovatietraject.

Onderwerp	Onderzoeksfase TRL 1-3	Ontwikkelfase TRL 4-6	Demonstratiefase TRL 7-9 (MIT, POP, fieldlabs, etc.)	Implementatiefase
-----------	---------------------------	-----------------------	---	-------------------

	(NWO, KNAW, EU, Kennis-basis, strategische middelen etc.)	(toegepast onderzoek, beleidsondersteunend onderzoek)		(subsidies, investeringen, regelgeving, kennisverspreiding, netwerken, campagnes etc.)
Deelprogramma 1: Slim inrichten van weerbare plantaardige productie systemen				
A. Het ontwerp van het totale weerbare, robuuste, klimaatadaptieve systeem, door slim benutten van bodem, robuuste rassen, functionele agrobiodiversiteit, gewasdiversiteit in ruimte en tijd, gewasbescherming, en bemesting, rekening houdend met plaatselijke omstandigheden.	<p>Mechanistisch inzicht in en kwantificering van weerbaarheid op systeemniveau, minimaal op bedrijfs- en omgevingsniveau.</p> <p>Mechanistisch inzicht in en kwantificering van ruimtelijke en temporele interacties van intra- en interspecifieke planteigenschappen en onder- en bovengrondse ziekte, plagen en onkruiden (bv mengteelten)</p> <p>Inzicht in relatie tussen onder- en bovengrondse planteigenschappen en de trade offs bij opschaling van individueel plantniveau naar gewasniveau.</p> <p>Inzicht in de rol van economische, mentale en sociologische factoren op het gedrag van boeren met betrekking tot systemen gebaseerd op mengteelten</p> <p>Inzicht in hoe veranderingen op het boerderij niveau afhangen van veranderingen in de bredere context (beleid, regelgeving)</p> <p>Inzicht in de systeemeigenschappen die bijdragen aan intrinsieke weerstand tegen extremere weersinvloeden als gevolg van klimaatverandering</p>	<p>Methodiek voor systeemontwerp van weerbare, robuuste teeltsystemen op verschillende schalen (perceel, bedrijf, gebied);</p> <p>Ontwikkeling van slimme gewasmengsels en rotaties die de NUE en de weerstand tegen ziekten, plagen en onkruiden maximaliseren;</p> <p>Kennis om feed, food en sierteelt (akkerbouw, tuinbouw, bosbouw, bloembollen, melkveehouderij) productie te integreren om emissies te beperken en agrobiodiversiteit te benutten tbv weerbaar systeem;</p> <p>Methodiek ter bepaling van systeemweerbaarheid op biologisch, fysische en chemisch vlak;</p> <p>Nieuwe mechanisatie en ontwikkeling precisietechnieken t.b.v. realisatie nieuwe agro ecologische teeltsystemen;</p> <p>Ontwikkeling van multi-sensor fenotyperings-techniek en om gewas- en diereigenschappen, ziekten en plagen non-invasief en kwaliteit van voedsel geautomatiseerd kwantitatief te kunnen beoordelen.</p> <p>Inzicht in effect van klimaatadaptatie maatregelen (bv niet kerende grondbewerking, akkerranden en groenbemesters) op</p>	<p>KPI's tav aanvullende (gebieds)eisen; weidevogelbeheer, grondwaterpeil (verhogen, verlagen, wisselend), natuur, reduceren emissies, waterkwaliteit;</p> <p>Fysieke en Digitale experimenteerruimte t.b.v. nieuwe agroecologische teeltsystemen ondersteund met high tech</p> <p>Optimalisatie en toetsing van teeltsystemen aan lokale omstandigheden;</p> <p>Bedrijfsdoelen invullen met gewassenkeuze en teeltmaatregelen;</p> <p>In pilots ontwikkelen concepten en verdienmodellen;</p> <p>Ontwikkelen onderwijsmateriaal en cursussen, producten, diensten ter ondersteuning implementatie</p> <p>Ontwikkelen en toetsen van adaptatiestrategieën in diverse regio's/grondsoorten. Strategieën zijn combinaties van teeltmaatregelen (bodem, gewas, mechanisatie), bedrijfsmanagement (risicospreiding, financieel management, planning), maatregelen in keten- en regioverband (rassenpakket, contractafspraken, waterbeheer, etc) financieel systeem (verzekeringen, etc.).</p>	<p>Bedrijfsplannen weerbare productiesystemen opstellen voor implementatie op praktijkbedrijven binnen samenwerkingsverbanden agrariërs -onderzoek-advies Toepassing van weerbare productiesystemen door telers op het eigen bedrijf, ondersteund door experts middels praktijknetwerken</p> <p>Procesmatige integratie van feed, food en sierteelt (akkerbouw, tuinbouw, bosbouw, bloembollen, melkveehouderij) productie om emissies te beperken en agrobiodiversiteit te benutten t.b.v. weerbaar systeem;</p> <p>Precisielandbouw technologie inpassen in weerbare productiesystemen;</p> <p>Aanbieden van services en producten aan farmers en erfbetreders voor het implementeren van smart farming concepten incl. trainingen;</p> <p>Breed in de praktijk implementeren van de kennis uit de pilots;</p> <p>Teelt opnemen van vlinderbloemigen in gewas-rotatieschema's (stikstofbinding, eiwit gewassen);</p> <p>Formuleren maatregelen passend in GLB en GLMC;</p> <p>Borging van fytosanitaire eisen en veiligheidseisen voor uitgangsmateriaal, voedsel en veevoeder (zoals bijvoorbeeld mycotoxines) in verband met de internationale handel</p> <p>Teelthandleidingen Filmmateriaal, demonstraties en coaching Data tbv opnemen technieken in investeringsregelingen MIA/VAMIL</p>

	<p>(droogte of waterovervloed)</p> <p>Ontwikkeling van een dynamisch bio-economisch optimalisatie model ter bepaling van optimale gewasmengsels en rotaties op bedrijfsniveau;</p> <p>Klimaatsscenario's en de te verwachten effecten op biotische factoren, o.a. ziekten, plagen, onkruiden (wat zijn fyto-sanitaire bedreigingen?)</p> <p>Klimaatsscenario's en de te verwachten effecten op abiotische factoren: watertekort, overschot, verzilting, koolstofopslag</p>	<p>ziekten, plagen en onkruiden; Inzicht in risico's, kosten en baten van huidige en alternatieve bouwplannen waarin rust- en eiwitgewassen zijn opgenomen in de context van klimaatverandering en eiwittransitie; Maatregelen ter voorkoming van negatieve effecten van verzilting, bodemdaling, watertekort,- en overschot, als gevolg van klimaatverandering in het weerbare systeem; (Fyto-sanitaire) maatregelen ter preventie en beheersing van nieuwe ziekten, plagen en onkruiden in het weerbare systemen als gevolg van klimaatverandering;</p>		
B Duurzaam bodembeheer	<p>Fundamenteel inzicht in de relatie tussen organische stof, bodemvruchtbaarheid, bodemweerbaarheid, bodemleven, bodemverdichting, waterbuffering en nutriënten, vastlegging van de kennis in een model;</p> <p>Integrale beschrijving (model) van bodem waarin cruciale eigenschappen (biologisch, chemische en fysisch) geïntegreerd beschreven staan, als middel om verbeteringen te modelleren en implementeren;</p>	<p>Kennisontwikkeling over relatie tussen maatregelen, bodemkwaliteit en ecosysteemdiensten integraal over alle bodemaspecten, met focus op maatregelen met effect op bodembiologie en effect van bodembiologie op ecosysteemdiensten</p> <p>Methodiek ter bepaling van bodemweerbaarheid</p> <p>Robuuste systematiek voor het meten van integrale bodemkwaliteit</p> <p>Kennis over de rol van organische stof uit verschillende bronnen op de weerbaarheid van het systeem</p>	<p>Toetsing van effectieve maatregelen gericht op bodemkwaliteit en ecosysteemdiensten op proefbedrijven</p> <p>Ontwikkeling van een robuuste eenduidige systematiek als basis voor verwaarding van goede bodemkwaliteit bij o.a. grondtransacties</p>	<p>Verkenning van de inpasbaarheid van een robuuste eenduidige systematiek als basis voor verwaarding van goede bodemkwaliteit bij o.a. grondtransacties</p> <p>Kennisoverdracht over effectieve maatregelen gericht op duurzaam bodembeheer middels praktijknetwerken, onderwijs;</p> <p>Opstellen van een bodemkwaliteitsplan voor bedrijfs- en perceelsniveau;</p> <p>Kennisoverdracht over effectieve maatregelen gericht op duurzaam bodembeheer middels praktijknetwerken, onderwijs;</p> <p>Maatregelen ter inbedding van pachtgronden in de bedrijfsvoering; Ketenafspraken over bodem - kwaliteit en vergoeding daarvoor;</p>

	<p>Methodieken ter bepaling van de kwaliteit van de bodembiologie.</p> <p>Ontwikkeling van technieken als metagenomics, bioinformatics;</p>	<p>Ontwikkeling van maatregelen om de juiste bodembiologische samenstelling te bevorderen: (organische) bemesting, compost, groenbemesters, grondbewerking, gewasresten, biostimulanten, biological control agents</p>		
<p>C Robuuste Rassen <i>Deze lijn sluit aan bij de sleuteltechnologie biotechnologie en veredeling</i></p>	<p>Kennis van het pathogeen of plaagorganisme. Identificeren van kruisbare bronnen van resistentie/tolerantie.</p> <p>Ophelderen van onderliggende mechanismen of pathways.</p> <p>Onderzoeken welke onderliggende genen en pathways betrokken zijn bij NUE;</p> <p>Onderzoek naar de potentie van het zaadmicrobioom en biologicals voor gezond zaaizaad onafhankelijk van chemische gewasbescherming.</p> <p>Fundamenteel fysiologisch onderzoek gericht op desiccatie-tolerantie, dormancy, en kieming.</p>	<p>Ontwikkelen van fenotyperingsmethoden voor gewenste eigenschappen (resistentie tegen ziekten en plagen, tolerantie tegen onkruiden, zoutstress e.d.)</p> <p>Identificeren van QTL's.</p> <p>Technieken zijn nodig om de (positieve) effecten van microbioom op de plant te meten en te optimaliseren</p> <p>Onderzoeken naar verbetering zaadproductie gericht op verkrijgen van hoge vigour en behoud ervan tijdens behandelingen en bewaring.</p> <p>Toepassen van fundamentele kennis in de ontwikkeling van methoden om zaadkwaliteit te optimaliseren.</p> <p>Ontwikkelen van methoden om de invloed van het zaadmicrobioom te bestuderen en te sturen.</p> <p>Ontwikkeling van methoden om zaad-overdraagbaarheid van ziekten te beperken en pathogenen te doden.</p>	<p>Resistentiemanagement ontwikkelen om doorbreken resistenties te voorkomen;</p> <p>Toetsing robuuste rassen in weerbare, robuuste plantaardige productiesystemen in proeftuinen/integratie in gewasbeschermingsstrategieën;</p> <p>De potenties van het zaadmicrobioom demonstreren en beschikbaar stellen van geselecteerde stammen als biologicals;</p> <p>Validatie van merkers door gebruik van verschillende populaties met resistentie/tolerantie in het onderzoek; Identificeren van gunstige microbiomen voor verschillende gewassen.</p> <p>Trainen van zaadtechnologen om methoden voor het meten van vigour en bewaarbaarheid te kunnen implementeren.</p> <p>Demonstreren van positieve effecten van microbioom-componenten op zaadgezondheid en methoden om die te versterken.</p>	<p>Toepassing bij veredelingsbedrijven, zaadproducenten, zaadtechnologie bedrijven</p> <p>Inpasbaarheid van rassen op boerenbedrijven in weerbare productiesystemen, inclusief afspraken resistentiemanagement;</p> <p>Passende wet- en regelgeving en/of experimenteerruimte om nieuwe veredelingstechnieken (bijvoorbeeld CRISPR/Cas) te kunnen toepassen;</p> <p>Colleges, cursussen, workshops over robuuste rassen</p> <p>Gebruik van merkers voor QTLs in veredelings-programma's door bedrijven.</p> <p>Inkruisen van eigenschappen in cultuurmateriaal.</p>
<p>D Functionele agrobiodiversiteit <i>Deze lijn sluit aan bij A4, maar is meer gericht op productiedoeleinden</i></p>	<p>Fundamenteel inzicht in de relatie tussen functionele groepen aan productie doeleinden op plant, perceels-, bedrijfs- en regionaal niveau;</p>	<p>Ontwerp van nieuwe teelten en teeltsystemen of bouwstenen daartoe gericht op de creatie en benutting van biodiversiteit voor de primaire productie;</p>	<p>Toetsing van maatregelen ter bevordering van agrobiodiverse teeltsystemen op proefbedrijven; Inzicht in trade offs met onder- en bovengrondse ziekten, plagen en onkruiden;</p>	<p>Inzet van en stimuleren van maatregelen ter bevordering van de functionele agrobiodiversiteit op praktijkbedrijven; Vertaling van maatregelen t.b.v. biodiversiteit van bedrijfs-naar gebiedsniveau.</p>

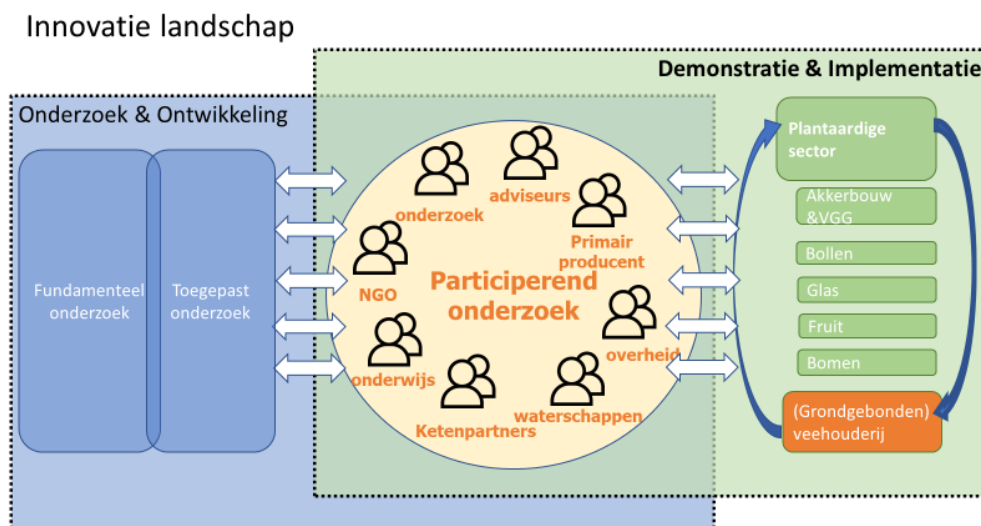
	Inzicht in plant-eigenschap combinaties die de efficiëntie van natuurlijke vijanden maximaliseren;	Ontwikkeling van maatregelen ter bevordering van functionele agrobiodiversiteit;		
E Ondersteunen van samenwerking tussen de sectoren	Kwantificering van de klimaateffecten door teelt van eiwit en rustgewassen Verkenning grondgebondenheid intensieve veehouderij (varkens, pluimvee) Verhoging van nutrientefficiëntie in de teelt van ruwvoergewassen	Ontwikkelen maatregelen ter optimalisatie van ruwvoederproductie per oppervlakte eenheid		Akkerbouw-Veehouderij praktijknetwerken op het gebied van duurzaam bodembeheer, gezonde vruchtwisseling, duurzame bemesting, duurzame veevoerproductie GLB maatregelen ter bevordering van teelt van eiwit- en rustgewassen
Deelprogramma 2 Slim bijsturen van weerbare plantaardige productie systemen				
A Monitoring- en detectie systemen <i>Deze lijn sluit aan bij de sleuteltechnologie high tech</i>		Ontwikkeling van monitorings- en detectiemethodieken van insecten, schimmels, onkruiden, bacteriën, nematoden en hun vectoren; Inzicht in de schaderelaties tussen aantasting en gewasschade; Integratie van sensordata met gewasbeschermings-, bemestingsstrategieën en toedieningstechnieken tbv precisielandbouw	Toetsing van (precieze) monitorings- en detectiemethodieken in weerbare teeltsystemen; Precisietoedieningen/toepassingen ondersteund door sensing/geodata platform en faciliterende (big)data analyse	Colleges, cursussen, workshops, demonstraties over monitorings- en detectietechnieken; Fysieke en digitale experimenteeruimte en ondersteuning voor partijen die met elkaar willen samenwerken voor nieuwe data-gedreven oplossingen; Vertaling van (big) data naar management informatie voor agrariërs en adviseurs
B Nieuwe gewasbescherming strategieën	Inzicht in relatie tussen microbioom en intrinsieke/geïnduceerde weerbaarheid van de plant; Kennis over de levenscycli van bodempathogenen en -plagen ten bate van DSS;	Ontwikkeling van bestrijdingsmethoden op basis van biologie: slim inzetten insecten en micro-organismen, bovenop het inzetten van vruchtwisseling, gewasdiversificatie en gebiedsbiodiversiteit; Ontwikkeling van biocontrol agents, zowel micro als macro; Inzicht in de mogelijke effecten van residuen van biocontrol agents in de keten voor volksgezondheid en fytosanitaire keten; Ontwikkeling van biostimulanten; Ontwikkeling van drempelwaardes en	Toetsing van gewasbeschermingsstrategieën in weerbare teeltsystemen op proefbedrijven; Toetsing van geïntegreerde gewasbescherming, inclusief precisietechnieken; Toetsing biocontrol agents, biostimulanten en drempelwaardes ten behoeve van bestrijding op praktijkschaal; Maatregelen ter preventie van residuen van biocontrol agents in de keten voor volksgezondheid en fytosanitaire keten;	Opstellen van geïntegreerde gewasbeschermingsstrategieën passend in weerbare productiesystemen door telers op het eigen bedrijf, ondersteund door experts middels samenwerkingsverbanden onderzoek-praktijk; Verzekering voor niet preventief inzetten gewasbeschermingsmiddelen tegen ziekten en plagen die incidenteel voorkomen (bv maïsstengelboorder); Advisering gericht op inrichten van teeltsysteem ter preventie van ziekten, plagen en onkruiden;

		<p>bestrijdingsdrempels ten behoeve van de precieze inzet van bestrijding van ziekten, plagen en onkruiden;</p> <p>Ontwikkeling van maatregelen gericht op beheer (kwaliteit en kwantiteit) van organische stof tbv minimale emissies van gewasbeschermingsmiddelen;</p> <p>Onderzoek naar breed inzetbare predatoren voor iedere teelt als basis voor de Standing Army. Dit geldt voor een breed scala aan ziekten en plagen en voor alle (glastuinbouw)gewassen</p>		
<p>C Nieuwe bemestingsstrategieën <i>Deze lijn sluit aan bij A1, maar is meer ingestoken vanuit de teelt. In Missie A1 wordt gericht op nutriënten uit reststromen en verwaarding van mest</i></p>		<p>Sensorsystemen voor vroegtijdige kosten effectieve detectie van water en nutriëntenstress bij planten in open teelten</p> <p>State of the art adviezen rond bemesting en irrigatie en efficiëntere bemestings- en irrigatietechnieken</p> <p>Welke organische meststoffen en welke beheersmaatregelen zorgen voor een verhoging van het organisch stofgehalte zonder emissie van nutriënten naar oppervlakte water en grondwater en via lachgas of ammoniakemissie naar de lucht</p> <p>Doorontwikkelen van innovatieve teeltsystemen los van de ondergrond voor gewassen die momenteel in de grond worden geteeld</p> <p>Welke reststromen zijn inpasbaar in een weerbaar productiesysteem</p>	<p>Demonstratie en doorontwikkeling van nieuwe bemestingsystemen op demonstratiebedrijven</p> <p>Ontwikkelen van low-tech substraat systemen</p> <p>Ontwikkelen van implementatiestrategieën</p>	<p>Ontwikkeling van specifieke normen voor de verschillende regio's/grondsoorten</p> <p>GLMC: gebruik van het landbouwbedrijfsduurzaamheidsinstrument voor nutriënten</p>

4. Mogelijke consortia en financiering

Een sterke wisselwerking tussen Onderzoek, Ontwikkeling, Demonstratie en Implementatie is voor deze missie van essentieel belang, evenals samenwerking tussen verschillende sectoren op het gebied van oa benutting meststoffen en landgebruik door het **stimuleren en faciliteren van leerprocessen** in de vorm van praktijknetwerken, demonstratieactiviteiten, onderwijs en advies gericht op alle betrokken stakeholders.

Innovaties kunnen opgepakt worden in **fundamentele onderzoeksprojecten** (TRL1-3), in **toegepast onderzoek in ontwikkelingsprojecten** (TRL4-6), in **participerend onderzoek en demonstratie** (TRL 7-9). Deze worden ondersteund door investeringen, regelgeving, kennisverspreiding, netwerken en subsidies om te komen tot **implementatie**. In transitie projecten waarin de stakeholders betrokken zijn wordt de benodigde informatie verzameld om de ondersteunende maatregelen zoals investeringen, regelgeving, kennisverspreiding, netwerken en subsidies te kunnen ontwikkelen en implementeren.



Figuur 3 Een sterke wisselwerking tussen Onderzoek, Ontwikkeling, Demonstratie en Implementatie is voor deze MMIP van essentieel belang, evenals samenwerking tussen verschillende sectoren op het gebied van oa benutting meststoffen, landgebruik en het ontwikkelen van nieuwe verdienmodellen.

Kennis en innovatie opgaven die opgepakt kunnen worden in projecten op TRL niveau 4-9 hebben het meest perspectief op een publiek-private aanpak.

Kennis en innovatie opgaven met een meer fundamenteel karakter (TRL 1-3), en opgaven gericht op integratie van agronomie, ecologie en technologie hebben beperkt zicht op financiering via PPS constructies. In beide gevallen ontbreekt een direct economisch belang van private partners, en is er eerder sprake van een groter publiek (sectoroverstijgend) belang.

De topsectoren Agri& Food en Tuinbouw en Uitgangsmaterialen zijn belangrijke stimuli voor de vorming van consortia tussen kennisinstellingen en bedrijfsleven voor de het formuleren en uitvoeren van onderzoeksprojecten. De afgelopen jaren was de vraag om budget telkens groter dan het aantal projecten dat gehonoreerd kon worden nadat deze door de reviewcommissies als "goed" waren. Dit geeft heel duidelijk aan dat er vanuit het bedrijfsleven een grote wens is om samen te werken met kennisinstellingen.

Voor deze missie zijn partners vanuit de veredeling, gewasbescherming, bemesting, primaire sector, ketenpartijen, overheden, advisering, ngo's en techniek van belang voor de vorming van consortia. Al naar gelang het deelprogramma zijn verschillende consortia denkbaar op de genoemde deelprogramma's.

Potentiele partners (niet uitputtend): LTO, Plantum leden, leden van BO akkerbouw (o.a. Cosun, AVEBE, comite van graanhandelaren, van Iperen BV, Agrifirm BV, NAO, NAJK, NAV,VAVI), Club van 100, NFO, Artemis leden (Biobest,Vlamings, Hortipro, Valto, Bayer Crop Science, Ecostyle, Certis, Cebeco, Natural Biopol, Nufarm,Syngenta, Koppert, Handelsonderneming Klep,Vos Cappelle, BASF, Arysta, Pronafit, Nijhof, Pireco, Plant Research, DENKA, Royal Brinkman, Mertens, PHC, Entocare,DCM), Nefyto leden, waterschappen, provincies, KAVB, Leden van Agrodix (ADAgro B.V.,Agrea, Agriant B.V., Agrowin, AgruniekRijnvallei, Alliance, Benfried B.V. ,P. Bestebreurtje, Ten Brinke Holding B.V., Brinkman Agro, CAV Agrotheek, Cebeco Agrochemie, CZAV Coöp. Zuidelijke Aan- en Verkoopvereniging, Forfarmers Hendrix B.V., GMN, Alb. Groot B.V. , Holland Fyto U.A., Horticoop, Huntjens, Jabaay B.V., Handelsonderneming G.J. Klep, P.G. Kusters Land- en Tuinbouwbenodigdheden B.V., H. van de Maarl, Mertens, Van Overloop gewasbeschermingsmiddelen B.V., Profytodsd, Telermaat, Gewasbeschermingsmiddelenhandel Theunisse B.V., Handelsonderneming Vlamings B.V., Fa. Joh. Vos Capelle B.V., R. van Wesemael, Willems Balgoy VOF), WPA-Robertus zeker & vast B.V., Waterschappen, Provincies, Stichting Weidegang, leden van de Nederlandse Vereniging Diervoederindustrie (NEVEDI), Diervoederfabrikanten, Bancaire instellingen, Accountants, Zuivel verwerkende industrie, Nederlandse Zuivelorganisatie (NZO), Cumela, NGO's bijvoorbeeld Natuurmonumenten, Vogelbescherming, BLHB (Organisatie voor pachters, eigenaren, grondgebruikers en erfpachters), Groenten en Fruit Huis, John Deere, Rometron, Agrometius, Eurofins AGRO, Yara Benelux B.V., Barenbrug Holland B.V., Avantes and Tec5, Tolsma Techniek Emmeloord B.V, Eijkelkamp Soil & Water B.V., VAA ICT Consultancy, BioDAC, KPN B.V, Kverneland Group Mechatronics B.V. (Kverneland Group), Kubota Corporation, NEO B.V, AeroVision B.V., Loonbedrijf Thijssen, Agrovision BV, Agrifac, Drone4Agro, Agro Intelli, Protonic Holland, Groothandel, Supermarkten.

5. Programmeringsadvies

Om te komen tot de **ontwikkeling van het totale weerbare teeltsysteem** is een **integrale aanpak** nodig op basis van het slim benutten van bodem, robuuste rassen, gewasdiversiteit in ruimte en tijd, functionele agrobiodiversiteit, en het slim ingrijpen met gewasbeschermings- en bemestingstechnieken rekening houdend met de plaatselijke omstandigheden.

Naast de integrale systeemaanpak is het advies te investeren in fundamenteel onderzoek, toegepast onderzoek via ontwikkelingsprojecten en via participierend onderzoek, demonstratie en implementatie via de volgende twee lijnen:

1. Slim inrichten:

- **Ontwikkeling van robuuste en weerbare rassen** passend in de nieuwe teeltsystemen (bestand tegen klimaatverandering en andere (a)biotische stress).. Een uitgebreide beschrijving van benodigde technieken staan beschreven in de programmeringsstudie uitgangsmateriaal en veredeling;

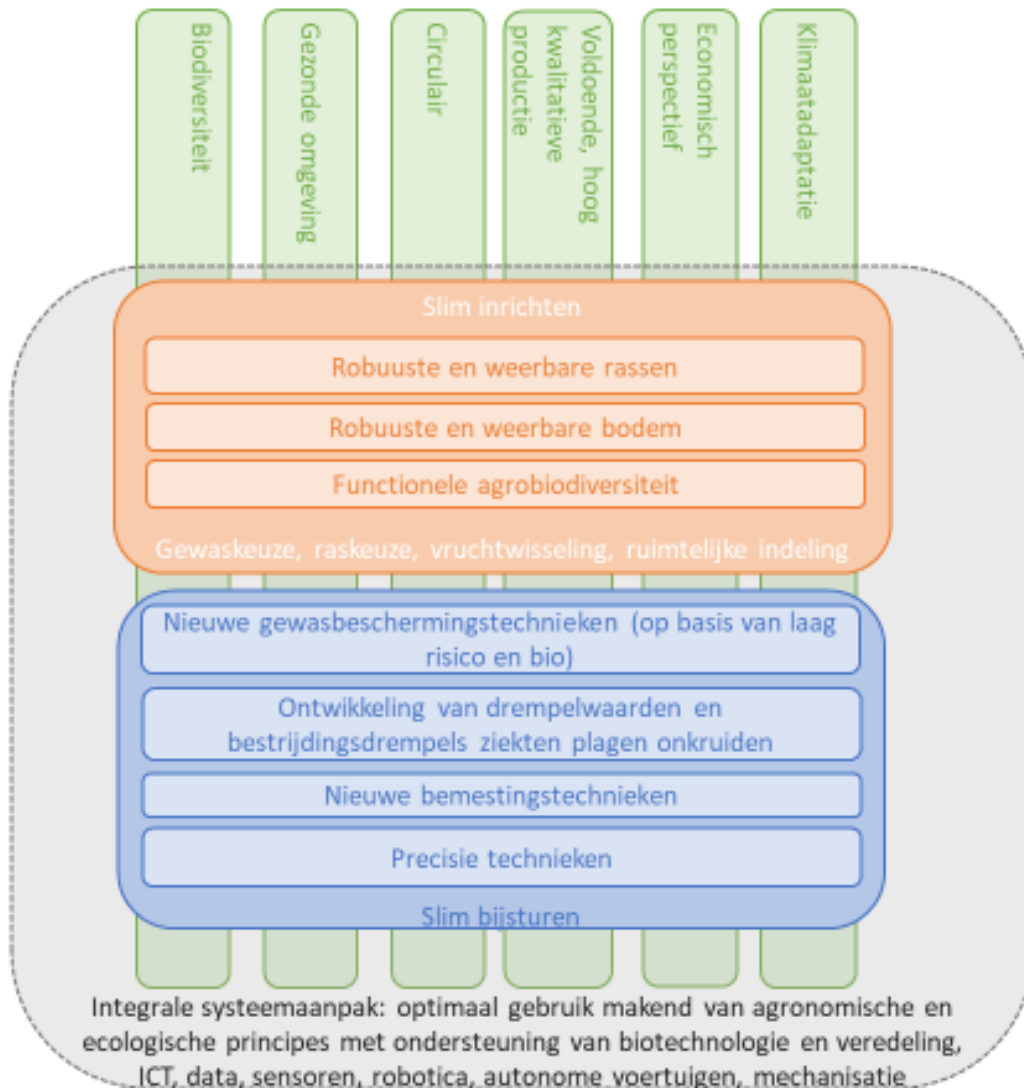
- Ontwikkeling van een robuuste en **weerbare bodem** tav organische stof, bodemvruchtbaarheid, bodemweerbaarheid, bodemleven, efficiënt gebruik van nutriënten, beperken van (ondergrond)verdichting en een goede waterbuffering. Bodemprocessen verlopen over meerdere jaren, daarmee zijn langjarige programma's wenselijk;
- Ontwikkeling indicatoren voor **biodiversiteit t.b.v. agrarische productie** en natuur op verschillende schalen;

2. Slim bijsturen:

- Ontwikkeling van **nieuwe gewasbescherming** als oplossing voor knelpunten in de nieuwe teeltsystemen (weerbare planten, weerbare teeltsystemen en geïntegreerde groene gewasbescherming en biocontrol voor open teelten (zowel micro als macro);
- Ontwikkeling van drempelwaardes, bestrijdingsdrempels en detectietechnieken ten behoeve van de **precieze inzet** van bestrijding van ziekten, plagen en onkruiden;
- Nieuwe bemestingsstrategieën met inzet van precisiebemesting en slim beheer en inzet van organische stof;
- **Integratie van sensordata met gewasbeschermings- en bemestingsstrategieën en toedieningstechnieken t.b.v. precisielandbouw**

Figuur 4 geeft een schematisch overzicht van de voorgestelde programmering.

Voor deze innovatielijnen geeft tabel 2 een overzicht van de gedetailleerde kennis en innovatie opgaven die passen bij deze lijnen in dit programma. Daarbij is het wenselijk dat fundamentele onderzoeksprojecten (TRL1-3), toegepast onderzoek in ontwikkelingsprojecten (TRL4-6) opgepakt worden met een perspectief op de iets langere termijn (5 jaar). De activiteiten gericht op het participierend onderzoek en demonstratie (TRL 7-9) en de investeringen, regelgeving, kennisverspreiding, netwerken en subsidies om te komen tot implementatie kunnen gericht worden op de kortere termijn (2 jaar).



Figuur 4. Mogelijke programmering om te komen tot gezonde, robuuste bodem en teeltsystemen gebaseerd op agro-ecologie en zonder schadelijke emissies naar grond- en oppervlaktewater. Randvoorwaarden zijn klimaatadaptatie, economisch perspectiefvol, voldoende kwalitatieve productie, circulair, bijdragend aan een gezonde omgeving en biodiversiteit. Programmaliijnen betreffen: integrale systeemaanpak, slim inrichten (met als pijlers: robuuste en weerbare rassen, robuuste en weerbare bodem, functionele agrobiodiversiteit), en slim bijsturen (met als pijlers: nieuwe gewasbeschermingstechnieken, ontwikkeling van drempelwaarden en bestrijdingsdrempels, nieuwe bemestingstechnieken, Integratie van sensordata met gewasbeschermings- en bemestingsstrategieën en toedieningstechnieken t.b.v. precisielandbouw)