

# Innovatie opgaven Boerderij van de Toekomst 2030

Dit document geeft een samenvatting van de innovatie opgaven uit de thematische roadmaps van de Boerderij van de Toekomst.

## Contents

Innovatie opgaven Boerderij van de Toekomst 2030 .....	1
Thema - Agro-ecologie: biodiversiteit, bodem en plantgezondheid.....	2
Doelen .....	2
Agro-ecologie: biodiversiteit .....	2
Agro-ecologie: bodem .....	3
Agro-ecologie: Plantgezondheid .....	3
Innovatieopgaven en witte vlekken Agro-ecologie.....	4
Agro-ecologie: biodiversiteit .....	4
Agro-ecologie: bodem .....	6
Agro-ecologie: Plantgezondheid .....	9
Thema Data en Technologie.....	12
1. Volledige autonome teeltcycli.....	12
2. Dataficatie van het bedrijf.....	12
Op de BvdT field Lab zien we de volgende innovaties ontstaan .....	16
Thema Energie.....	17
Ambitie .....	17
Direct oppakken (in 2025 gereed).....	18
Op korte termijn (in 2030 gereed) .....	19
Activiteiten .....	20
Thema Circulariteit en reststromen .....	21
Doelen .....	21
Innovatieopgaven en witte vlekken .....	22
Reststromen uit de voedselketen .....	22
Dierlijke reststromen.....	23
Reststromen uit beheer van wegbermen, watergangen en groen .....	24
Thema Transitie management .....	25
Doelen .....	25
Activiteiten .....	25
Algemene criteria voor monitoring.....	25
Innovatieopgaven en witte vlekken .....	26

• Regels .....	27
• Educatie .....	27
• Sociale druk .....	27
• Economie .....	28
• Tools (ook wel vertaald met 'ontzorgen') .....	28
Verbinding tussen theorie en praktijk.....	28

## Doelen Boerderij van de Toekomst

De boerderij van de toekomst streeft naar het realiseren van kringlooplandbouw en de doelen zijn als volgt omschreven:

- a) Aandacht voor herstel en onderhoud van natuurlijke hulpbronnen (bodem, water, biodiversiteit)
- b) Een klimaat robuust productiesysteem dat bestand is tegen wateroverlast en droogte
- c) Weerbare teeltsystemen waardoor het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen sterk wordt verminderd.
- d) Minimaal gebruik van kunstmest
- e) Herstel van de natuurwaarden in de landbouw belangrijk voor insecten, vogels en kleine zoogdieren
- f) Energie-neutraal tot energie-producerend door maximaal gebruik te maken van reststromen en CO<sub>2</sub>-equivalenten vastleggend
- g) Een verbeterde sociaaleconomische positie van boeren zowel in arbeid als inkomen

## Thema - Agroecologie: biodiversiteit, bodem en plantgezondheid

### Agroecologie: biodiversiteit

Voor het thema **Biodiversiteit** zijn met name doelen a en e relevant waarbij het in principe gaat om herstel, ontwikkeling en duurzame benutting van natuur en biodiversiteit (flora en fauna) in en om landbouwgebieden.

Concreet gaat het dan om:

- Betere benutting van biodiversiteit (i.v.v. ecosysteem diensten bodemgezondheid door bodembiodiversiteit, bestuiving en natuurlijke plaagbestrijding, genetische diversiteit, diversiteit in rassen en gewassen) voor de primaire productie;
- Herstel van populaties weide- en akkervogels en het bereiken van een gunstige staat van instandhouding voor alle vogels en habitats tot de in Europa afgesproken doelen;
- Herstel en ontwikkeling van populaties insecten, inclusief bestuivers;

- Het herstel van de groenblauwe dooradering van agrarische landschappen; bv in de vorm van opgaande landschapselementen, sloot(kanten)beheer ed.

Door deze doelen te realiseren wordt ook bijgedragen aan doelen b en c, want door te werken aan een biodivers productiesysteem wordt ook bijgedragen aan veerkrachtige, weerbare systemen tegen hittestress, wateroverlast, droogte, en ziekten en plagen.

## Agroecologie: bodem

Voor het thema **Bodem** zijn met name doelen a, b en d relevant, waar het gaat om herstel van de bodem, klimaatrobustheid en minimaal gebruik van meststoffen.

Concreet gaat het om:

- Verbetering van bodemstructuur door inzet van minder zware machines om ondergrondverdichting te voorkomen;
- Verbetering bodembiodiversiteit gericht op de algemene biotische weerbaarheid van de bodem;
- Verbeteren van de bodemvruchtbaarheid en voorkomen van emissies van nutriënten naar water en lucht;
- Verbetering kwaliteit en kwantiteit organische stof t.b.v. klimaatmitigatie, mineralisatie, bodemvruchtbaarheid en beperken van emissies;
- Verbeteren van het waterbergend en wateropbrengend vermogen.

## Agroecologie: Plantgezondheid

Voor het thema **Plantgezondheid** is met name het doel c, om te komen tot "Een weerbaar teeltsysteem waarin ziekten en plagen minder kans krijgen en gebruik van gewasbeschermingsmiddelen zoveel mogelijk voorkomen wordt. Nagenoeg zonder emissies naar het milieu en zonder residuen", van belang.

Om tot zulke teeltsystemen te komen is een prominente rol weggelegd voor agro-ecologie.

Agroecologie in deze zin is het toepassen van ecologische processen op landbouwproductiesystemen, in het bijzonder het aspect van diversificatie en inclusiviteit. Door gewassen meer divers te telen in tijd (ruimere gewasrotatie) en ruimte (strokenteelt of mengteelt) en door naast productiegewassen ook ruimte te houden voor meer natuurlijke beplanting worden teeltsystemen meer in balans gebracht.

Dit kunnen bijvoorbeeld stroken (rechtlijnige landschapselementen) met een mengsel van kruiden/gras/heesters zijn met een lage (of geen) productiewaarde die echter wel een goede uitvalsbasis zijn voor natuurlijke vijanden (kevers, sluipwespen, vogels) en een onderbreking van de gewassen die vatbaar(der) zijn voor ziekten en plagen. Deze manier van natuur-inclusieve landbouw verlaagt via het vergroten van de biodiversiteit de algemene vatbaarheid van het teeltsysteem en verdient zich naar verwachting op deze wijze in de loop der jaren terug.

Concreet gaat het om:

- A) Preventie
  - Schoon, ziekte- en plaagvrij uitgangsmateriaal;
  - Rassen met ziekte- en plaagresistentie/tolerantie

- Weerbare gewassen: bijvoorbeeld door gewasdiversiteit te verhogen (mengteelt, strokenteelt), of door microbiële helpers;
  - Weerbaar teeltsysteem:
    - o een gezonde bodem (bodemvruchtbaarheid, -structuur, -leven en vochthuishouding) ondersteunt de weerbaarheid van het gewas en houdt ziekten en plagen op afstand.
    - o preventieve inzet van functionele onder- en bovengrondse agrobiodiversiteit, ondersteunt door inzet van macro- en microbiologie;
    - o in relatie tot de omgeving (biodiversiteit rondom en in de land- en tuinbouwpercelen).
- B) Beheersing: Er zullen altijd ziekten, plagen en onkruiden zijn die zich aan een teeltsysteem aan kunnen passen en voor schade aan een gewas kunnen zorgen. Beheersing van deze organismen is dan noodzakelijk. Precisietechnologie kan bijdragen aan de monitoring en scouting van ziekten, plagen, onkruiden, gewas, bodem en biodiversiteit, en voor de toediening van, bij voorkeur, fysische/mechanische methoden en laag risicomiddelen;
- C) Voorbereid zijn: op nieuwe ziekten en plagen die door klimaatverandering, de teelt van andere gewassen en internationale handel hun intrede kunnen doen. Ook voorbereid zijn op de sociaaleconomische aspecten van nieuwe teelten en teeltsystemen.

Uiteraard dienen deze drie aspecten niet los van elkaar gezien te worden maar in een weerbaar systeem in samenhang toegepast te worden.

## Innovatieopgaven en witte vlekken Agroecologie

### Agroecologie: biodiversiteit

Voor herstel en benutting van biodiversiteit in de landbouw is een integrale aanpak<sup>1</sup> cruciaal, maar vaak onderbelicht. De grootste uitdaging ligt in kennis en innovatie voor een integrale/ systemische aanpak voor een biodiverse kringlooplandbouw, daarbij onderscheiden we drie hoofdpogingen voor innovatie: a) Doelen en monitoring, b) wisselwerking landbouwpraktijk-biodiversiteit en c) handelingsperspectief.

#### A Doelen en monitoring

Om te werken aan biodiversiteitsherstel moet enerzijds bekend zijn wat de toestand en trend van de biodiversiteit in Flevoland is en moeten we weten wanneer er daadwerkelijk sprake is van herstel, m.a.w. wat zijn de (kwantitatieve) doelen voor biodiversiteit in het agrarische gebied? Momenteel worden een aantal soort(groepen) goed gemonitord. Maar dit geldt veel minder voor insecten en ondergrondse biodiversiteit. Voor het sturen op doelstellingen, monitoring, en het gebruik van kritische prestatie indicatoren zijn er nog belangrijke kennis lacunes m.b.t. de integrale monitoring van bedrijven en de ontwikkeling en toetsing van kritische prestatie indicatoren.

---

<sup>1</sup> Onder integrale aanpak verstaan we dat alle relevante aspecten worden meegenomen en niet wordt gericht op maar één of enkele.

## b) Wisselwerking landbouwpraktijk-biodiversiteit

Voor de wisselwerking tussen landbouwpraktijk en biodiversiteit/ natuur zien we dat er relatief veel onderzoek is geweest naar de oorzaken van de afname van boerenlandvogels, de effectiviteit van agrarisch natuurbeheer maatregelen, de effecten van gewasbeschermingsmiddelen op bepaalde soorten en de effecten van N-depositie op biodiversiteit. Om beter de wisselwerking tussen de landbouwpraktijk en biodiversiteit te begrijpen, zowel in negatieve als positief zin, zien we vooral kennis lacunes in de cumulatieve effecten en meer systemische/ integrale analyses op perceel- bedrijfs- en regionaal niveau.

## C) Handelingsperspectief

Veelal staan boerenbedrijven onder bedrijfseconomische druk en is er weinig speelruimte om andere, meer biodiverse wegen in te slaan. Cruciaal is dan ook om handelingsperspectief voor zowel de boer als zijn omgeving te ontwikkelen, zodat boeren met biodiversiteit gerealiseerd kan worden.

Tabel witte vlekken agro-ecologie, voor de drie hoofdogaven voor biodiversiteit

A Doelen en Monitoring	B Wisselwerking landbouwpraktijk en biodiversiteit	C Handelingsperspectief
Breng samen met relevante gebiedspartijen in kaart wat de doelen zijn in Flevoland m.b.t. biodiversiteit, bv vanuit de VHR, ANLb, provinciale plannen	Formuleer concrete maatregelen om <u>basiskwaliteit agro-ecologie t.b.v. biodiversiteit te bevorderen</u> . Benoem maatregelen op de verschillende ruimtelijk schaalniveaus (perceel, bedrijf, landschap). Benut hierbij bouwstenen voor biodiverse akkerbouw (zie figuur 2), leer van de ervaringen van succesvolle pilots (zoals GLB Akkerbelt) en implementeer de maatregelen.	Bepaal de ecologische en economische effecten, in termen van kosten en baten, van het nieuwe productiesysteem van de BvdT. Onderzoek welke kosten/ investeringen nodig zijn om drempel- en streefwaarden op KPI's te behalen. Benoem mogelijke verdienmodellen op bedrijfsniveau en in de keten om dit productiesysteem economische gezond te krijgen.
Verken in hoeverre het mogelijk is om ecologische streefdoelen (bv tav verminderen emissies van GBM, verminderen nutriënten) te kwantificeren. Ga na in hoeverre biodiversiteitsdoelen gecombineerd kunnen worden met bv- klimaatdoelen.	Formuleer concrete maatregelen <u>om soorten van uit de doelen ANLb te bevorderen</u> . Benoem maatregelen op de verschillende ruimtelijk schaalniveaus (perceel, bedrijf, landschap). Benut hierbij bouwstenen voor biodiverse akkerbouw (zie figuur 2), leer van de ervaringen van succesvolle pilots (zoals GLB Akkerbelt) en implementeer de maatregelen.	Ontwikkel een beoordelingssystematiek passend bij de nieuwe technieken, het teeltsysteem, en de maatregelen zoals deze in de BvdT toegepast worden, zodat hun effect op biodiversiteit en ecosystemen bepaald kan worden.
Benoem welke indicatoren een goede representatie zijn voor biodiversiteit rond het field lab. Het gaat dan om biodiversiteit in brede zin: zowel ondergrondse- als bovengrondse biodiversiteit, diversiteit in rassen en	Ga na welke acties/ maatregelen een dubbeldoel kunnen dienen (bv combinatie van stroken voor biodiversiteit die tegelijkertijd dienen voor waterafvoer tijdens piekbuien) of gewassen/soorten/rassen die	Verken knelpunten/belemmeringen en succesfactoren volgens de RESET <sup>2</sup> systematiek bij het stappen zetten naar het nieuwe productiesysteem. Organiseer uitwisseling van praktijkervaring; wat ervaren boeren

<sup>2</sup> RESET = afkorting voor de belangrijkste factoren bij veranderingen in de landbouw: Regels en wetgeving, Educatie, Sociale aspecten, Economische prikkels en beschikbare Technologie

gewassen, diversiteit in soorten en diversiteit in landschap en leefgebieden  Ontwikkel (goedkope) meetmethoden voor het vaststellen van biodiversiteit op bedrijfsniveau	aantrekkelijk zijn voor bestuivers en natuurlijke vijanden	als belangrijkste hindernissen bij werken aan biodiversiteit en verken welke oplossingen hierbij behulpzaam kunnen zijn.
Ontwikkel (kritische prestatie) indicatoren om de basiskwaliteit agro-ecologie ten behoeve van biodiversiteit te monitoren.	Voer specifieke monitoring uit om effecten van de maatregelen op zowel productie, biodiversiteit en milieufactoren te meten	Verken op gebiedsniveau in hoeverre de BMA gebruikt kan worden om een systeem van gestapelde beloning voor biodiversiteit te organiseren (parallel aan het Brabantse initiatief in de melkveehouderij)
Voer een nulmeting uit voor de benoemde indicatoren, probeer de waarden ook in historisch perspectief te plaatsen.	Bepaal cumulatieve effecten van drukfactoren op biodiversiteit op agrarische land in Flevoland, waaronder: verstoring, grondbewerking, maaien, rooien, bemesten, gewasbeschermingsmiddelen toepassen.	Verken hoe de vergroeningsmaatregelen vanuit het GLB (verzwaaarde conditionaliteit, eco-regelingen en ANLb) ingepast kunnen worden op de BvdT.
Stel een monitoringsprogramma op, inclusief frequentie van meetmomenten en kosten en breng in kaart in hoeverre landelijke monitoringsprogramma's (zoals het NEM-netwerk ecologische monitoring) hiervoor behulpzaam zijn	Kwantificering van kosten & baten van functionele biodiversiteit en ecosysteem diensten in Flevoland (bodembiodiversiteit, koolstofvastlegging, natuurlijke plaagbestrijding, bestuiving)	Test de meerwaarde van nieuwe technologieën voor biodiversiteit (bv-gps-markering van nesten)
	Analyse van de te verwachten gevolgen van klimaatsveranderingen voor de te verwachten levering van ecosystemendiensten en soortendiversiteit, analyse van trade-offs en synergiën tussen de verschillende opgaven, toegespitst op Flevoland	Breng het werken met de biodiversiteitsmonitor akkerbouw en de KPI's in de praktijk. Onderzoek wat de relatie is tussen KPI's en maatregelen enerzijds en KPI's en impact op doelen anderzijds
		Toetsen van nieuwe gewassen en (nieuwe) rassen vanuit hun effecten op/ bijdrage aan biodiversiteit

### Agroecologie: bodem

Om de verschillende doelen op het gebied van bodem te kunnen behalen, zijn op korte (<4 jaar), en langere termijn (>4 jaar) knelpunten en oplossingsrichtingen benoemd. Deze zijn op hoofdlijnen samengevat en in onderstaande tabel weergegeven.

	Oplossingsrichtingen	
Knelpunt	Korte termijn (Field lab BvdT)	Lange termijn

<p>Structuurbederf</p>	<p>Gebruik de optimale bandenspanning/asdruk voor verschillende teelten;</p> <p>Ontwikkelen van lichtere mechanisatie (lichter dan 3 á 4 tons aslast), rijpadensysteem (CTF) op 315 cm, aanvoer van vast mest, compost en gebruik van organische reststromen</p> <p>Ontwikkeling overige technieken voor verminderen bodemdruk en risico op ondergrondverdichting door (zware) mechanisatie.</p> <p>Bepaal de effectiviteit van gaten boren/prikken voor herstel verdichte ploegzool</p> <p>Ontwikkeling grondbewerkingstechnieken voor verminderen ondergrondverdichting</p> <p>Toepassing van structuurverbeterende (nieuwe)_ gewassen of rassen</p> <p>Ontwikkeling grondbewerkingstechnieken die passen in een systeem van vaste rijpaden en/of strokenteelt (bijvoorbeeld een voorloze ploeg)</p> <p>Bepaal effect opbouw OS op kationenwisselingscapaciteit (CEC) bij verschillende manieren van grondbewerking</p> <p>Bepaal streefwaarden voor OS-gehalte in de bodem;</p> <p>Bepaal streefwaarde voor gewenste samenstelling OS (C: N-ratio) en aanpalend EOS: OStot-ratio;</p> <p>Gestandaardiseerde monitoringsmethode OS-gehalten;</p>	<p>Toepassing niet/minimaal kerende grondbewerking (aantal teelten);</p> <p>Toepassing (nieuwe) diep wortelende groenbemesters;</p> <p>Toepassing diepe grondbewerking (woelen, diepploegen);</p> <p>Toepassing niet/minimaal kerende grondbewerking (aantal teelten) – benut hiertoe de analyse en evaluatie over de invloed van NKG op structuur van de boven- en ondergrond, vanuit LTE BASIS</p>
------------------------	--	--

	<p>Beslissings- Ondersteunend Systeem (BOS) voor opbouw OS en vastlegging koolstof (gebaseerd op RothC (officiële metingen) of NDICEA (meer als 'tool' voor grondbeheerder))</p>	
<p>Uitspoeling/Belasting grond- en oppervlaktewater met nutriënten, gewasbeschermingsmiddelen en diergeneesmiddelen; Verhoging nutriënten efficiëntie (vooral N)</p>	<p>Kiezen van de juiste maatregelen zoals inpassing vlinderbloemigen als groenbemester; juiste vanggewassen; toepassen van strokenteelt (divers nutriëntengebruik en bewortelingsdiepte);</p> <p>Precisietoepassing nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen, beter sturen vanuit de bodemvoorraad fosfaat;</p> <p>Bepaal naleveringsvermogen stikstof (mineralisatie) van verschillende bodems bij verschillende combinaties grondbewerkingsregime en groenbemesters</p> <p>Toepassing meststoffen met laag uitspoelingsrisico</p>	<p>Afstemmen N- en P-gift op bodemvoorraad/-levering, (nieuwe) groenbemesters, (nieuwe) vanggewassen, Rassen met betere doorworteling c.q. hogere N en P-efficiëntie, deels autonome precisietechnieken voor toepassing, perceel paspoort (registratie beperkt, wettelijk kader)</p> <p>Rassen met een goede combinatie geschiktheid voor mengteelten</p>
<p>Verdroging, wateroverlast</p>	<p>Peilgestuurde (klimaat adaptieve) drainage, sluzen plaatsen in sloten, verbreden kavelpad, afgraven en vlakleggen kopakker en aanlopend akkergedeelte, kavel licht bol leggen, verken mogelijkheden tot druppelirrigatie of andere zuinige irrigatietechnieken</p>	<p>Rassen met een hoge droogte tolerantie/hoge water efficiëntie. Meer zouttolerante rassen, dynamisch peilbeheer (lokaal, regionaal), drainage-infiltratie.</p>
<p>Bodemgebonden ziekten en plagen Voetziekte (mogelijk Fusarium) Aardappelpcysteaaltje (Globodera pallida)</p>	<p>Inzet van een resistent ras tegen ACA;</p> <p>Inzet van een biotoets Fusarium en gericht bouwplan aanpak;</p> <p>Versterk effect fungistase (algemene werking) door verhogen bodemweerbaarheid.</p> <p>Bepaal de invloed van hogere gewasdiversiteit (inclusief niet-landbouwgewassen) op grondgebonden ziekten en plagen in ruimte en tijd (welke mogelijkheden liggen er nog qua gewas/ras keuze binnen de rotatie, en hoe zit het met de opbouw van bodemziekten in de</p>	<p>Hogere gewasdiversiteit (strokenteelt met bloem- en heester-/boomstroken), breed onderzoek naar effect op pathogenen.</p>



	grensregio's, door overlap van wortelstelsels tussen de stroken)	
Verlies (functionele) biodiversiteit/-intensiteit	Teel stroken kruidenrijk gras en verschuivende bloemstroken met regelmatig geplante, besdragende struiken (struweel), niet alleen randen maar ook tussen stroken, slootkanten met verschrallingsbeheer (gefaseerd gemaaid voor fauna)	Strokenteelt gecombineerde bloemen-/kruiden-/heesterstroken
Monitoring bodemkwaliteit	Snellen en goedkope technieken t.b.v. bodemkwaliteitsmetingen. Bij voorkeur met een hoge dichtheid zodat de perceelsvariatie bepaald kan worden en hierop in het management kan worden geanticipeerd; -Zorg voor een goed beheer en analyse van alle bodemdata t.b.v. ontwikkeling managementstrategieën.	

### Agroecologie: Plantgezondheid

Hieronder lopen we de drie aspecten preventie, beheersing en voorbereid zijn, langs voor de Boerderij van de Toekomst en geven daarbij aan welke ontwikkelingen nodig zijn. Hierbij wordt uitgegaan van de huidige gewassen en teeltsysteem(e)m(en) van het field lab van de BvdT: Toekomst (grasklaver, aardappel (vroeg ras, laat ras), peen, ui, veldboon, zomergerst, zomertarwe, in latere jaren komen ook suikerbieten.

		Benodigde ontwikkelingen
<b>A) Preventie</b>	Uitgangsmateriaal	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Strategieën/methoden ontwikkelen om sterk weerbaar uitgangsmateriaal te maken zonder afhankelijkheid van synthetische gewasbeschermingsmiddelen</li> </ul>
	Rassen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ontwikkelen rassen met meervoudige resistenties tegen ziekten ten plagen;</li> <li>- Ontwikkelen rassen met een goede onderdrukking van onkruiden;</li> <li>- Ontwikkelen van rassen met een goede intrinsieke weerbaarheid tegen ziekten en plagen</li> <li>- Kennis van raseigenschappen c.q. ontwikkeling van rassen/gewassen/banker plants die invloed hebben op de ziekte weerbaarheid van een buur gewas. Bijvoorbeeld aromaten, repellent, verwarring, ... (zie ook bekende voorbeeld uiengeur en wortelvlieg)</li> <li>- Kennis over de rol van genetisch diverse rassen</li> </ul>
	Weerbaar gewas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Meetbaar maken van effect van gewasdiversiteit in ruimte en tijd op de op de populatiedynamica van ziekten, plagen, onkruiden en natuurlijke vijanden; (vanuit verschillen optieken: vermindering host abundance, repellent werking, verandering</li> </ul>

		<p>microklimaat, aantrekkelijkheid voor natuurlijke vijanden etc.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Keuze van de plaats van gewassen t.o.v. elkaar in relatie tot epidemiologie van ziekten en plagen;</li> <li>- Ontwikkelen van methoden waarmee microbiële helpers in en rond het gewas gerealiseerd worden</li> </ul>
	Weerbaar teeltsysteem	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bodembeheer gericht op preventie van ziekten en plagen;</li> <li>- Strategieën ontwikkelen voor effectief gewasrestmanagement;</li> <li>- Meetbaar maken van preventieve functionele agrobiodiversiteit en gericht de robuustheid verhogen, o.a. door stimuleren van organismen die bijdragen aan biologische gewasbescherming</li> <li>- Strategieën ontwikkelen voor het sturen en stimuleren van microbiële functionele ondergrondse en bovengrondse biodiversiteit (microbioom in en op plant, bodem, gewasresten)</li> <li>- Strategieën ontwikkelen voor bemesting voor optimale gewasgezondheid</li> <li>- Inzicht in relatie tussen biodiversiteitsinfrastructuur en ziekten en plagen</li> </ul>
<b>B) Beheersing</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ontwikkelen kosteneffectieve monitoring/scouting tools;</li> <li>- Opstellen of (her)valideren van schadedrempels;</li> <li>- Ontwikkeling van beslissingsondersteunende systemen voor ziekten, plagen en onkruiden voorkomend in de gewassen van het field lab van de boerderij van de toekomst, of optimaliseren van adviezen zoals gegeven door reeds bestaande systemen (AgroVision, BlightApp) voor het teeltsysteem van de BvdT. Daarbij richten op beslissingen op het hele teeltsysteem, inclusief preventie, beheersing en monitoring.</li> <li>- Ontwikkeling laag risicomiddelen/toepassingen (o.a. biologische en fysische/mechanische gewasbescherming)</li> <li>- Apparatuur voor onkruidbestrijding passend in het teeltsysteem van de BvdT (fysisch, mechanisch, thermisch, elektrisch, chemisch): Evalueren en afstelling verbeteren voor mechanisatie op 3.15-meter stroken (strak zaaien op GPS, hoeveelheid toegepast middel);</li> <li>- Aanscherpen strategie onkruidbestrijding met combinatie van chemie/mechanisatie</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apparatuur voor precies toedienen van laag risicomiddelen.</li> <li>- Opstellen van draaiboek gewasbescherming per gewas of aanpassen van bestaande draaiboek (BO Groene gewasbescherming) zodat dit aansluit bij de meer complexe teeltsituatie (meer gewassen tegelijkertijd) zoals die bestaat in het Field lab</li> </ul>
<b>C) Voorbereid zijn</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- In kaart brengen potentiële toekomstige gewasbeschermingsknelpunten</li> <li>- Opbouw van infrastructuur voor ontwikkelen van nieuwe generatie biologische gewasbeschermingsproducten</li> <li>- Ontwikkelen van de best passende strategieën (resistenties, maatregelen, middelen) voor toekomstige knelpunten</li> <li>- Sociaaleconomische aspecten in beeld brengen (veranderingen in kwaliteitsperceptie; acceptatie van niet-perfecte producten, economische haalbaarheid)</li> </ul>

## Thema Data en Technologie

De roadmap richt zich op gewenst innovaties in akkerbouwmatige teelten op kleigrond. We stellen twee innovatielijnen voor:

1. **Volledige autonome teeltcycli** (ontwikkeling sensorsystemen, beslisregels, actuatie op autonome werktuigdrager(s); van grond bewerken tot gewasverzorging en oogst):
  - a. Monitoring gewas (sensoren plus AI voor detectie, groeikenmerken, ziekten, plagen, onkruiden, waterstress, nutriënten-stress);
  - b. Actuatoren voor groundbewerking, precisie zaai, gewasbescherming, onkruidverwijdering, bemesting, irrigatie, en oogst o.b.v. aangestuurd door gebruikersvriendelijk FMS (Zie ook: Dataficatie van het bedrijf);
  - c. Lichtgewicht werktuigdragers en autonome tractoren inclusief aangestuurd door gebruikersvriendelijk FMS (Zie ook: Dataficatie van het bedrijf)

De actuatoren en werktuigendragers hebben de volgende eigenschappen:

- i. Licht en ultra-licht om bodemverdichting te voorkomen. Een zwerm kleine robots kan 1 grote tractor qua capaciteit vervangen;
  - ii. Monitoren niet alleen het gewas, maar ook hun eigen acties op kwaliteit en kwantiteit op kunstmatig intelligente wijze;
  - iii. Kunnen zo nodig functies scheiden om eenvoudiger, lichter, sneller en robuuster te werken (voorbeeld: oogst van aren op het land en dorsen in de schuur);
  - iv. Gaan slim om met logistieke concepten voor product aan- en afvoer om bodemverdichting en aantasting biodiversiteit te voorkomen.
  - v. Zijn energie efficiënt.
2. **Dataficatie van het bedrijf** met een data-infrastructuur passend bij kaders PL4.0 (veilig, data ownership secured, storage, outdoor connectivity, interoperable, smart edge and cloud solutions)
    - a. Toegang tot data (bodem, klimaat, gewas, teelt, opbrengst) verbeteren
    - b. Interoperabiliteit machine-data
    - c. Smart gebruik van de data
    - d. Opbrengstpotentie en yield gap bepaling

- e. Dashboarding en alerts
  - f. Digital twins op gebied kringlopen en biodiversiteit
  - g. Betere strategische, tactische en operationale keuzes (AI op data)
3. Overige intelligentie en gebruikersinteractie
- h. Gebruikersvriendelijke en adaptieve interfaces voor de gebruiker
  - i. Data als een 'wallet' van de boer

De gewenste innovaties in deze roadmaps zijn af te leiden per subthema van de voorgenoemde twee innovatielijnen. De eerste lijn heeft 3 subthema's (a, b en c) met specificaties voor de te ontwikkelen technieken. Lijn 2 heeft 5 subthema's. In totaal hebben we dus 3+5 is 8 thema's waarop we innovatie wensen. Innovatie-voorstellen die gebruik willen maken van vouchers binnen het Data & Technologie thema, moeten dus passen in 1 van deze 8 thema's.

Daarnaast willen we een evenwichtig pakket innovaties voor korte, middellange en lange termijn. Hieronder beschrijven we scenario's voor korte (< 3 jaar, niveau 1, hoge TRL>6), en lange termijn (> 6 jaar, niveau 4, lage TRL<4) en middelmatige termijn (3-6 jaar, niveaus 2 en 3, TRL 4 - 6). De 4 niveaus lopen op van korte termijn en nog weinig automatisering tot lange termijn en volledig geautomatiseerd.

**Niveau1:** Weinig automatisering.

Gebruikmakend van huidig commercieel beschikbare techniek die beperkt aangepast is. Hierbij valt te denken aan wat nu beschouwd wordt als 'kleine' machines (bijvoorbeeld een 1 rijige bunkerrooier). Deze machines zijn nog wel zo zwaar dat aanpassingen om op rijpaden te rijden nodig zijn om bodemverdichting te beheersen. Keuze voor deze kleinere machines heeft als gevolg dat de arbeidsbehoefte waarschijnlijk toeneemt.

Gebruik van sensorsystemen en BMS is beperkt. Systemen hebben voornamelijk een signaalfunctie naar de boer. Systemen die gebruik maken van modellen gebruiken vaak sterk versimpelde modellen waarin alleen de belangrijkste parameters meegenomen worden (dit is mede het gevolg van feit dat gewenste data niet altijd kosteneffectief beschikbaar is). Interpretatie van de informatie wordt door de boer gedaan. Systemen zijn wel gekoppeld. Data (bijv. dronebeelden of opbrengstkaarten) hoeven maar op een plek (handmatig) ingevoerd te worden. Eenmaal ingevoerde data is door andere systemen te benaderen.

Voor precisielandbouw geldt dat in geval van strokenteelt de spatiale resolutie van monitoringssystemen en BMSsen een aandachtspunt is. Ook is verdere standaardisatie en ontwikkeling nodig om het uitwisselen van data tussen verschillende systemen soepel te laten verlopen.

## **Niveau2:** Beperkte autonomie.

Het gaat hier om ontwikkeling van componenten die nodig zijn voor precisielandbouw.

- Werktuigendragers/autonome trekkers die zelfstandig over het veld rijden. Maar hun werktuig niet autonoom controleren. De boer heeft wel een grote rol in het bepalen van het tijdstip, machine instellingen (zoals rijsnelheid), en routeplanning,
- Autonome actuatorsystemen die heel specifiek 1 functie kunnen uitvoeren. Hierbij is de boer nog steeds verantwoordelijk voor het bepalen van het juiste tijdstip. Een autonoom actuatorsysteem kan gecombineerd worden met een autonome werktuigendrager. Dit creëert een autonome robot die een specifieke taak kan uitvoeren, bijvoorbeeld een onkruid-robot. Echter blijft de boer nodig en verantwoordelijk voor het juist instellen van zowel de werktuigendrager als de actuator.
- Monitoringsystemen voor ziekten, plagen en gebreken.
- Decision Support Systemen (DSS) die automatisch output genereren. Hierbij wordt niet alleen geadviseerd wat te doen, maar ook wanneer. Terugkoppeling vanuit het veld is beperkt. Teeltregistratie gaat waar mogelijk automatisch. Machines koppelen terug wanneer wat op welke plek uitgevoerd is. Deze informatie maakt ook mogelijk op plaatsspecifiek bij te houden hoe goed of effectief een bewerking geweest is. Waar relevant heeft dit invloed op de volgende bewerkingen.
- Adviessystemen gaan niet uit van een teeltmaatregel (bv-bemesting, of schimmelbestrijding), maar gaan uit van een heel gewascyclus. Bij een bemestingsadvies wordt dus niet alleen gekeken naar beschikbare en opgenomen voedingsstoffen, maar ook de invloed van schaduw of ziekte. Hier worden plaats specifieke groei modellen gebruikt.

## **Niveau3:** Handsfree hectares.

Voor bepaalde toepassingen is alleen op hoog niveau menselijke supervisie nodig. Onder juiste randvoorwaarden kunnen werkzaamheden autonoom gepland en uitgevoerd worden.

- DSS en FMS genereren autonoom werkopdrachten voor werkzaamheden die uitgevoerd moeten worden. Deze werkopdrachten bevatten ook informatie over het tijdstip en houden hierbij rekening met de beschikbaarheid en capaciteiten van mens en machines.
- Op Digital Twin gebaseerde FMS-systemen adviseren de boer over de inrichting van het bouwplan, inclusief raskeuze, groenbemesters en grondbewerkingen.
- DSS-systemen geven meerjarig advies. Waar mogelijk worden ziektes en plagen niet alleen onder controle gehouden in het jaar dat ze een probleem geven, maar juist ook in andere jaren in andere gewassen.

- DSS-systemen nemen in hun adviezen ook de impact op biodiversiteit mee. Dit geldt niet alleen voor de toepassing van GBM, maar ook bij mechanische onkruidbestrijding en bijvoorbeeld keuze voor bankerfields en beheersacties.

#### **Niveau4:** Handsfree farm.

Op basis van inputs op hoog managementniveau (gewassen, certificeringen, ecologische waarderingen, etc.) worden in een Digital Twin meerdere scenario's doorgerekend. De boer kiest welk scenario hij wil uitvoeren.

#### Innovatieopgaven en witte vlekken

Om niveau 1 te bereiken zijn aan machines vooral relatief kleine aanpassingen nodig. Als machinefabrikanten dit niet oppakken, zijn deze aanpassingen ook uit te voeren door gespecialiseerde constructiebedrijven. TRL-niveau van de benodigde ontwikkelingen is hoog. Componenten worden al in de praktijk gebruikt, en aanpassingen zijn op detailniveau.

Voor niveau 2 zijn de volgende gebieden witte vlekken waarop kennisontwikkeling en innovatie nodig is.

- Veiligheid en regelgeving autonome systemen met verminderd toezicht.
- Volledigere plantgroeimodellen.
- Er zijn al vele sensoren beschikbaar, maar voor monitoring zijn betere sensorsystemen nodig. Huidige systemen zijn te grof om plantstress of ziektes goed en eenduidig waar te nemen. Voor de waarneming van plaagdieren kan het ook nodig zijn om in of onder het gewas te kijken omdat de betreffende plaagdieren niet van bovenaf zichtbaar zijn.
- Veel testen en ontwikkelen in praktijksituaties. Een complex systeem in eenmalig op een enkele plek laten werken is doenlijk. Om een systeem marktrijp te krijgen is het echter nodig dat het systeem in meer dan 95% van de gevallen werkt, en dat eventuele instellingen betrekkelijk eenvoudig door de gebruiker aan te passen zijn.

Voor data-uitwisseling op alle beschreven niveaus is het belangrijk dat de ketenpartijen gezamenlijke standaarden verder ontwikkelen en implementeren. Hierbij is het ook belangrijk dat partijen open staan om data te delen (als de data-eigenaar dit wil), en dat data delen daadwerkelijk leidt tot meerwaarde van alle partijen in de keten.

## Activiteiten

Op de BvdT field Lab zien we de volgende innovaties ontstaan

Volledige autonome teeltcycli (ontwikkeling sensorsystemen, beslisregels, actuatie op autonome werktuigdrager(s); van grond bewerken tot gewasverzorging en oogst):

- Monitoring gewas (sensoren plus AI voor detectie, groeikenmerken, ziekten, plagen, onkruiden, waterstress, nutriënten-stress);
- Actuatoren voor grondbewerking, precisie zaai, gewasbescherming, onkruidverwijdering, bemesting, irrigatie, en oogst o.b.v. aangestuurd door gebruikersvriendelijk FMS (Zie ook: Dataficatie van het bedrijf);
- Lichtgewicht werktuigdragers en autonome tractoren inclusief aangestuurd door gebruikersvriendelijk FMS (Zie ook: Dataficatie van het bedrijf).

Dataficatie van het bedrijf met een data-infrastructuur passend bij kaders PL4.0 (veilig, data ownership secured, storage, outdoor connectivity, interoperable, smart edge and cloud solutions)

- Toegang tot data (bodem, klimaat, gewas, teelt, opbrengst) verbeteren
- Interoperabiliteit machine-data
- Smart gebruik van de data
- Gebruikersvriendelijke en adaptieve interfaces voor de gebruiker
- Data als een 'wallet' van de boer



# Thema Energie

## Ambitie

*De ambitie ten aanzien van (hernieuwbare) energie voor de Boerderij van de Toekomst in hieronder opgenomen. De afbakening van de systeemgrens ligt bij het teeltsysteem en de daarvoor benodigde inputs. Energiegebruik gerelateerd aan de keten vanaf het bedrijf wordt niet meegenomen tenzij er verwerking op het bedrijf plaatsvindt.*

*Daarnaast is bij het opstellen van de ambitie de 'Trias Energetica' gehanteerd. De eerste stap is het verminderen van het gebruik, de tweede stap het maximaal produceren en benutten van duurzame energie en als derde het zo efficiënt mogelijk inzetten van resterende fossiele energie.*

*De ambitie:*

- *Het bedrijf is een netto energieproducent.*
  - Dit houdt in dat er op het bedrijf meer energie geproduceerd wordt dan het totale bedrijfssysteem gebruikt (de teelt, gebruik van machines & gebouwen, energiekosten gekoppeld aan inputs zoals kunstmest, gewasbeschermingsmiddelen, etc.)
  - De geproduceerde energie is van duurzame oorsprong: zon, wind, biogas en of H2 productie op basis van wind en zon).
- *Het bedrijf is energieneutraal door het jaar heen.*
  - Dit betekent dat er eigen energie beschikbaar is op het moment van gebruik. Het gevolg is dat er meerdere bronnen van hernieuwbare energie beschikbaar moeten zijn en dat op bepaalde momenten in het jaar (bijvoorbeeld bij weinig zonne- en windenergie) andere energievormen beschikbaar moeten zijn (het benutten van opgeslagen eigen energie in de vorm van een batterij, H2 of LNG of anders).
- *Er wordt geen diesel meer gebruikt voor de werkzaamheden op het bedrijf.*
  - Dit is een wens die al langer leeft in de landbouw, het terugdringen van diesel in de bedrijfsvoering. Dit resulteert in een lager CO<sub>2</sub>- en NO<sub>x</sub>-uitstoot. Diesel kent een CO<sub>2</sub> uitstoot van 3,23kg CO<sub>2</sub> per liter, elektriciteit van 0,413 kg CO<sub>2</sub> per kWh en elektriciteit uit zon-pv 0,042 kg CO<sub>2</sub> per kWh. Daarnaast kent diesel een NO<sub>x</sub>-emissie van 0,017 kg per liter. In certificatieschema's zoals Planet Proof wordt energiegebruik gekoppeld aan CO<sub>2</sub>-emissiefactoren. Er zit dus tevens een financiële prikkel in het terugdringen van CO<sub>2</sub>-emissies.
- *Het bedrijf belast minimaal het elektriciteitsnet hetgeen betekent dat tijdens momenten van piekproductie (veelal midden overdag) de opgewekte energie maximaal in het bedrijf benut wordt.*
  - Dit betekent dat er in de bedrijfsvoering (mechanisatie en gebouwen / opslag) gezocht moet worden naar flexibel op- en afschakelbaar vermogen (koeling, opslag, processing etc.)
- *CO<sub>2</sub>-positief voor elektriciteit, gas en overig.*
  - Ook bij volledig gebruik van duurzame energie is er nog geringe CO<sub>2</sub>-emissie. Om deze te compenseren zal CO<sub>2</sub> vastgelegd moeten worden via bijv. bomen of via netto aanvoer van organische stof

*Het energieverbruik is niet alleen het resultaat van bewerkingen en bijbehorende mechanisatie, maar indirect ook van keuzes in teeltwijze, bouwplan en bodembeheer. Meer als elk ander thema zijn er relaties met andere innovatiethema's binnen Boerderij van de Toekomst.*

## Direct oppakken (in 2025 gereed)

Maatregel	Toelichting	Waar op BvdT?
<b>Besparen van energie</b>	De eerste stap naar het verminderen van het gebruik van energie is besparen. Er zijn tal van maatregelen mogelijk op een akkerbouwbedrijf zoals isolatie bij bewaring, led verlichting etc. Denk ook aan besparing door bijv. minder grondbewerking (NB de niet-chemische aanpak van onkruiden en groenbemesters kan ook leiden tot meer energiegebruik, breng dat ook in beeld). Een lijst met maatregelen is beschikbaar op <a href="https://agriconnect.nl/thema/erkende-maatregelen">https://agriconnect.nl/thema/erkende-maatregelen</a>	Vooraf rond het erf, deels ook bewerkingen en mechanisatie.
<b>Inzicht door meten van gebruik en productie</b>	Inzicht in gedetailleerd energiegebruik is essentieel om tot aanpassingen in het energiegebruik te komen. Het gaat om het meten van individuele energiegebruikers op het bedrijf door het jaar heen. Het gaat dan om mechanisatie en installaties op het bedrijf (op 15 minuten basis).	Op het land en erf. Voor het erf is de focus op machines en in tweede instantie gebouwen.
<b>Combineren van zonne- en windenergie</b>	Om jaar rond zoveel mogelijk eigen gegenereerde energie te kunnen benutten is een combinatie van zon en wind belangrijk. De profielen vullen elkaar goed aan. Bij de overkapping constructie kan eventueel een combinatie gemaakt worden met elektrisch beregenen, bemesting en gewasbescherming.	Wind op het erf, er worden al kleine windmolens geplaatst aan de Edelhertweg 1. De pv opstellingen (zowel overkapping constructie of rechtopstaande panelen of andere vormen ) kunnen op het experimentele bedrijf op de Broekema hoeve een plek vinden. Het ligt voor de hand om dat te combineren met bv. het agroforestry stuk of met de strokenteelt. Het verkennen van mogelijkheden op de nieuwe kavel.
<b>Elektrificatie van mechanisatie op en rond het erf</b>	Elektrificatie van machines resulteert in minder emissies. Elektrische heftrucks, elektrische quads e.d. zijn commercieel verkrijgbaar	Erf
<b>Restwarmte benutten voor verwarming of anders</b>	Warmte die vrijkomt bij koeling e.d. inzetten voor bv verwarming van gebouwen	Erf / kantoorgebouwen: dit valt niet onder BvdT. Inzet is wel dit te verkennen in relatie tot praktijkbedrijven.
<b>Warmtepompen</b>	Daar waar warmte nodig is geen gas maar warmtepompen	Erf / kantoorgebouwen: dit valt niet onder BvdT. Inzet is wel dit te verkennen in relatie tot praktijkbedrijven.
<b>Elektrisch beregenen</b>	Op een gemiddeld bedrijf in de veenkoloniën gaat de CO <sub>2</sub> uitstoot van 8.215 kg per jaar naar 335 kg bij het switchen naar elektrisch beregenen d.m.v. zon-pv.	Bij demobedrijf / experimentele bedrijf

<b>Op- en afschakelbaar vermogen organiseren</b>	Bij piekproductie zorgen dat er processen aangezet kunnen worden die maximaal energie benutten. Te denken valt aan een grote batterij (>500 kWh), ook omschakelen naar stroom benutten uit de batterij voor andere elektrische processen (boxen vullers, transportbanden etc.) koeling extra koelen, alle batterijen van elektrische apparaten (heftrucks) op die momenten laden etc.	Erf, bij demo evt. elektrische berekening. Voor overige aspecten als batterij opslag en koeling verkenning in relatie tot praktijkbedrijven.
<b>Toevoegen verwerken van producten op het bedrijf</b>	In de akkerbouw ligt het elektrisch energiegebruik vooral in de winter en het dieselgebruik vooral in de zomer. Het overschot aan eigen geproduceerde energie kan benut worden in het verwerken van bv aardappelen tot chips of het onttrekken van water uit suikerbieten. Dit kan evt. ingezet worden al energiedienst: afnemen van stroom bij onbalans op het net.	Erf

### Op korte termijn (in 2030 gereed)

Maatregel	Toelichting	Waar op BvdT?
<b>Bijmengen H<sub>2</sub> in diesel</b>	Er zijn commerciële systemen beschikbaar voor toepassing in personenvoertuigen. Er wordt daarbij in de auto waterstof gemaakt die bijgemengd wordt voor verbranding. Men geeft daarbij aan dat door deze toepassing de roetuitstoot tot bijna nul reduceert. De vraag is of dit zo toegepast kan worden op tractors.	Toepassen in trekkers demobedrijf. H <sub>2</sub> productie op erf Broekemahoeve (er komt een installatie i.s.m. ECN/TNO).
<b>Kleine autonome mechanisatie</b>	Vervanging van trekkers door kleine autonome machines voor schoffelen, aanaarden, spuiten etc. Deze machines kunnen op batterijen, dus elektrisch en daarmee vervanging van diesel. Inzet van vb. waterstof is tevens een optie. Optimaal lijkt hier voor een strokenteeltsysteem met niet kerende grondbewerking zodat alle machines elektrisch kunnen.	Op het experimentele bedrijf, evt. op het demobedrijf afhankelijk van de gewaskeuzes en het teeltsysteem.
<b>H<sub>2</sub>-productie en H<sub>2</sub>-mechanisatie</b>	Een manier om diesel te vervangen is door H <sub>2</sub> als brandstof te gebruiken. Er zijn de nodige prototypes ontwikkeld maar nog niet commercieel beschikbaar. Aangezien er een H <sub>2</sub> productie unit geplaatst gaat worden die H <sub>2</sub> uit wind energie produceert kan dit een aantrekkelijke optie zijn.	Toepassen in trekkers demobedrijf. H <sub>2</sub> productie op erf. Op Switch Field Lab komt een installatie i.s.m. ECN/TNO
<b>Elektrische trekker</b>	Inmiddels is de Fendt e-100 trekker beschikbaar. Deze heeft een accupakket van 100kW en kan ongeveer 4 uur draaien daarop. Niet geschikt voor zware werkzaamheden als ploegen maar wel voor kleinere veldwerkzaamheden.	Toepassen in demobedrijf
<b>Tanken bij de boer / methaan trekker</b>	Biovergister gecombineerd met biogas opwerkingsinstallatie en tankinstallatie voor auto's en vrachtwagens. Methanisering (van waterstof naar methaan) kan ook een optie zijn. Afhankelijk van welke keuzes er gemaakt worden ten aanzien van	Erf (ACRRES)

	samenwerking met de veehouderij (reststromen, mest, voer etc.) kan een biogasinstallatie zinvol zijn. Het geproduceerde methaan kan ook gebruikt worden voor methaantrekkers (New Holland)	
--	--	--

## Activiteiten

### Op korte termijn

1. *Metten van al het energieverbruik op Boerderij van de Toekomst en erfterrein Wageningen University & Research locatie Edelhertweg 1.*
2. *Cursus energiebesparing voor medewerkers*
3. *Vervanging van en/of aankoop van mechanisatie wordt beoordeeld op de energie impact.*
4. *Vervanging heftrucks en ATV's naar elektrisch*
5. *Elektrisch beregenen (irrigatie) op Boerderij van de Toekomst*
6. *Realiseren van flexibel op- en afschakelbaar vermogen (incl. ICT technologie)*
7. *Realiseren zonne- en windenergie*
8. *Verkenning restwarmte benutting*
9. *Verkenning van verwerkingsopties op het bedrijf*

## Thema Circulariteit en reststromen

### *Boerderij van de Toekomst 2020*

In het huidige bouwplan van de Boerderij van de Toekomst worden zowel voedselgewassen (aardappelen, uien, peen, baktarwe, veldbonen t.b.v. vleesvervangers) als veevoergewassen geteeld (gras-klover, zomergerst). Daarnaast worden reststromen die ontstaan bij de verwerking van de voedselgewassen weer gebruikt o.a. als veevoer.

Bij de bemesting is in 2020 gebruik gemaakt van dierlijke mest (van de melkveehouder waarmee wordt samengewerkt), GFT-compost en struviet. De dierlijke mest betreft drijfmest en vaste mest (met stro).

### Doelen

Hoofddoel is het maximaal benutten van (regionale) recyclebare nutriënt houdende reststromen t.b.v. dekking van de nutriënten- en koolstofbehoefte van het bouwplan met minimale verliezen van nutriënten naar het milieu.

De boerderij van de Toekomst produceert vooral voedselproducten. De productie van veevoerproducten is een afgeleide en loopt via niet-consumeerbare reststromen die ontstaan bij de verwerking van de geproduceerde voedselproducten en via de teelt van rustgewassen noodzakelijk voor een gezond bouwplan.

Hierbij worden de volgende subdoelen geformuleerd:

- De Boerderij van de Toekomst levert een bijdrage aan vermindering van het nationale nutriëntenoverschot via maximale inzet van reststromen. Bij de keuze tussen de dierlijke mest en reststromen die verderop in de voedselketen ontstaan (verwerkende industrie, huishoudens, afval) is globaal insteek dat de hoeveelheid nutriënten in aangevoerde dierlijke mest in verhouding staat tot de hoeveelheid nutriënten in geleverd veevoer. In hoeverre dit realiseerbaar is, is afhankelijk van de beschikbaarheid van regionale reststromen.
- Minimaal gebruik van kunstmest
- Het verminderen van het gebruik van eindige grondstoffen (o.a. fosfaat)
- Minimalisering van nutriëntenverliezen via:
  - Evenwichtsbemesting (aanvoer = afvoer) voor fosfaat en kalium bij bodemtoestand voldoende. Bij lage toestand is beperkt overschot toegestaan.
  - Voor stikstof is het doel minimalisering van verliezen. Een deel van de verliezen is onvermijdelijk in een open systeem als landbouw (o.a. als gevolg van gasvormige verliezen uit de bodem, enige uitspoeling in periodes met een neerslagoverschot). Deze verliezen worden aangevuld met stikstof uit reststromen, vlinderbloemigen en daar waar nodig kunstmest.
  - Aanpassingen in rotatieschema (gewasvolgorde) en andere gewassen, met name gewassen met een lager N-aanvoer en/of hogere N-benutting, waardoor de risico's van N-verliezen verminderen.
- Minimaal handhaving organische stofgehalte in de bodem, streven naar positieve organische stofbalans.

## Innovatieopgaven en witte vlekken

### Reststromen uit de voedselketen

Dit betreft reststromen die ontstaan in de voedselverwerkende industrie, retail, horeca en huishoudens. De grootste uitdaging ligt bij hergebruik van nutriënten uit vooral humaan afvalwater. Bij de opties om nutriënten terug te winnen uit afvalwater wordt onderscheid gemaakt tussen terugwinning uit de huidige afvalwaterketen (verzameling en zuivering) en uit separaat verzamelde urine en feces.

### Huidige afvalwaterketen

- P: is terug te winnen uit afvalwaterketen via struvietproductie of terugwinning uit verbrandingsassen (bijv. van botten & slib, Remondis TRL 7-8). In het laatste geval kan de teruggewonnen P worden gebruikt als grondstof voor hernieuwbare kunstmest-P-productie. Via de verbrandingsassen kan een groot deel van de P worden terug gewonnen. De producten zijn niet altijd praktisch geschikt voor elke toepassing, maar in principe kan en mag het. In geval van struviet productie wordt de business case gedragen door besparingen op RWZI (voorkoming verstoppingen), niet door de financiële opbrengst van struviet. De acceptatie door boeren is nog een vraagteken, de producten hebben kunstmestachtige eigenschappen (hoge P-concentratie) en kunnen met de huidige apparatuur worden toegediend. TRL 7-9. Het voordeel van deze teruggewonnen P is dat deze niet radioactief is, waar P uit de mijnen dat wel is.
- N: technisch voor een beperkt deel (~20%) terug te winnen uit huidige afvalwaterketen, maar niet kosteneffectief en tegen hoge energiekosten.
  - Soms is er een beschikbaar restproduct (ammoniumsulfaat, dit wordt o.a. geproduceerd bij GMB door het wassen van de lucht bij de compostering van het RWZI-slib). Dit product kan rechtstreeks worden ingezet als meststof.
  - Kweken van (microbiële) biomassa (bijvoorbeeld algen, waterplanten) op het effluent is nog niet economisch haalbaar gebleken (technisch wel mogelijkheden, TLR 4-6). Een nuttige bestemming van de biomassa is ook een punt vanwege eventuele contaminatie.
  - Het kweken van biomassa op het zuiveringsslib is ook een optie, maar er liggen veel uitdagingen met betrekking tot gebruik van de gekweekte biomassa in verband met contaminatie (TLR 1-3).
  - Een andere optie is het gebruik van het effluent als irrigatiewater op landbouwgrond. Technisch is dit mogelijk (TLR 7-9), maar het vereist infrastructuur en irrigatiewater is maar in een deel van het jaar nodig. Voor BvdT waarschijnlijk ook minder interessant, omdat de irrigatiebehoefte op kleigrond lager is dan bijvoorbeeld op zandgronden.
- K: technisch nauwelijks terug te winnen uit huidige afvalwaterketen. Het komt voor 90-95% terecht in het effluent. Bij gebruik van effluent als irrigatiewater op landbouwgronden komt de K wel weer terug in de voedselketen. Ook bij biomassakweek op effluent zal een deel van de K opgenomen in de biomassa.

### Scheiding van urine en feces

Door urine en feces gescheiden op te vangen ontstaan schonere stromen dan bij de huidige manier van verzamelen en zuiveren van afvalwater.

- In urine (onverdund) zit een groot deel van de door de mens uitgescheiden NPK (80%, 50% en 70%). Door deze gescheiden op te vangen zou deze al dan niet bewerkt als meststof kunnen worden gebruikt. Dit verg echter wel een systeem- en gedragstransitie, hetgeen lang kan duren en onzeker is. Er zijn echter wel locaties in NL waar zuivere (onverdunde) urine wordt ingezameld, dus voor een beperkte schaal mogelijk wel beschikbaar. TRL hangt erg af van systeem en technologie (TLR 4-5).

- Gescheiden opgevangen feces zou na compostering eventueel ook als meststof zijn te gebruiken. Op kleine schaal zijn experimenten gedaan (o.a. op festivals). TLR4-5

Voor alle stromen en producten uit de afvalwaterketen geldt het vraagstuk van de microverontreinigingen. In RWZI slib zitten ook microplastics, medicijnresten, vlamvertragers en ander chemicaliën. In urine zitten medicijnresten, hormonen en mogelijk drugs. Het lot van deze microverontreinigingen tijdens opslag, verwerking, in de bodem, opname door plant is (lang) niet altijd bekend, evenals de consequenties hiervan bij het hergebruik van deze bronnen.

#### *Voedselverwerkende industrie (plantaardig en zuivel)*

- Reststromen kunnen worden gebruikt als veevoer of als meststof of bodemverbeteraar. Het laatste is met name voor de BvdT van belang.
- Zoals ook aangegeven bij het afvalwater is kweek van biomassa ook hier een optie. Het voordeel is dat deze stromen doorgaans schoner zijn en de gekweekte biomassa beter is af te zetten.
- Ook in de verwerkende industrie ontstaat afvalwater dat of (deels) door de industrie zelf wordt verwerkt of (deels) via de RWZI's. Naast zuivering achteraf kan er ook gekeken worden naar (P-)terugwinning voordat het in het afvalwater terecht komt, bijvoorbeeld bij de verwerkende industrie (o.a. weipermeaat moederloog, aardappelverwerkende industrie). Een voordeel hiervan is dat de concentratie bij de uitstroom uit de verwerkende industrie een stuk hoger zal zijn dan wanneer het bij de RWZI is. Hierdoor is terugwinning makkelijker.

#### Dierlijke reststromen

##### *Dierlijke mest*

Wat gebruik van dierlijke mest betreft zijn er geen directe grote innovatieopgaven. De BvdT ontvangt dierlijke mest van het melkveebedrijf waarmee wordt samengewerkt. Wel worden stalsystemen mogelijk aangepast teneinde urine- en feces apart op te vangen en hiermee de ammoniakemissie te verminderen (advies Cie Remkes). Dit kan leiden tot andere mestproducten, maar de verwachting is dat deze goed in te passen zijn in het bemestingsplan wat betreft bemestende waarde, conventionele toedieningstechnieken zijn wellicht minder geschikt voor een egale bemesting. Bovendien kan hierover ook informatie worden verkregen uit lopende projecten rond dit onderwerp.

Naast het directe gebruik van dierlijke mest is digestaat na (co) vergisting ook een optie. Uit vergisting ontstaat duurzame energie, daarnaast vermindert het de uitstoot van methaan en ammoniak door de veehouderij. De concentraties nutriënten verandert niet veel door de vergisting, het organische stofgehalte neemt wat af en het minerale N gehalte iets toe. Aandachtspunten hierbij zijn: het effect van digestaat op de organische stofopbouw in de bodem, het bodemleven en emissies vanuit de bodem.

Wanneer de melkveehouderij naar meer grondgebondenheid gaat zal een groot deel van de mest daar blijven en niet beschikbaar zijn voor de akkerbouw. Hierdoor blijft voornamelijk de intensieve veehouderij met een mestoverschot over, dit zal voornamelijk varkensmest zijn (of kippenmest wanneer deze niet meer zou worden verbrand).

De ontwikkelingen in de veehouderij kunnen er toe leiden dat in de toekomst een situatie ontstaat dat er minder mest beschikbaar is voor de akkerbouw. Dit benadrukt het belang van gebruik van reststromen uit de maatschappij.

### *Slachtresten*

Wat betreft nutriënten (vooral fosfaat) is dit een significante stroom. Een deel van de slachtresten (cat1 en cat2) moet vanwege diergezondheidsaspecten verplicht worden verbrand. Uit de verbrandingsassen zou, analoog aan humaan zuiveringsslib, fosfaat kunnen worden teruggewonnen. De cat3-slachtresten zouden kunnen worden gebruikt als veevoer of als meststof. Dit betreft o.a. producten als beendermeel, bloedmeel en verenmeel. Een groot deel van deze slachtresten belanden nu echter in huisdierenvoer. Indien deze stroom zou worden ingezet in de landbouw dan zijn alternatieve (dierlijke en plantaardige) grondstoffen nodig voor huisdierenvoer.

### *Champost*

Dit betreft een restproduct vanuit de champignonkweek. Het bestaat meestal uit een mix van dierlijke mest, plantaardige bestanddelen en kalk. Dit product mag wettelijk worden gebruikt.

### *Overige reststromen uit de voedselketen*

Dit betreft vooral voedselresten en niet verspild voedsel. De nutriënten daarin komen nu deels terug via GFT-compost (circa 55% van het huishoudelijk afval wordt gescheiden ingezameld). Er zijn wel klachten over verontreiniging (o.a. glas, plastic).

### *Reststromen uit beheer van wegbermen, watergangen en groen*

De nutriënten in sloot- en bermmaaisel kunnen worden gebruikt in de voedselketen door ze toe te dienen op landbouwland. Urgente vragen momenteel zijn: hoe deze stromen terug te brengen, bijvoorbeeld na vergisting of compostering, wat de samenstelling is van toepasbare producten (digestaat, compost) die naar het land gaan en hoe schoon zijn deze producten?

### *Gewas- en meststofkeuze*

Er zijn grote verschillen tussen gewassen qua N-benutting. Opname van meer gewassen in het bouwplan met een hoge N-benutting (in de regel zijn dat diep en intensief wortelende gewassen zoals granen) en inzet van N-vanggewassen om stikstof de winter over te tillen, draagt in belangrijke mate bij aan verhoging van de N-efficiëntie en vermindering van het N-verlies.

De N-efficiëntie is maar beperkt afhankelijk van het type meststof dat wordt gebruikt. Meer gebruik van organische mest hoeft niet per se tot een lagere N-efficiëntie te leiden. De gewaskeuze en de hoogte van de N-gift hebben daar minstens zoveel invloed op. Het belangrijkste bezwaar van organische mest is de ontijdige mineralisatie van stikstof (op een moment dat er geen gewasopname is), met name in de nazomer en herfst. Door de inrichting van het bouwplan is het mogelijk dit te vermijden. Dit is te realiseren door in het najaar en de winter een zo hoog mogelijk aandeel van de bodem bedekt te hebben met een groen (vang)gewas. Daarnaast draagt dit ook bij aan de OS-opbouw.



# Thema Transitie management

## Doelen

Voor het transitieproces zijn twee groepen doelen te formuleren, concrete verduurzamingsdoelen en procesdoelen. Voor de verduurzamingsdoelen wordt verwezen naar de technologische roadmaps in dit werkpakket. Wat betreft de procesdoelen, daarbij gaat het er vooral om dat er ketenbreed een paradigmaverschuiving optreedt, dat er oplossingen worden gevonden voor duurzaamheidsvraagstukken en die oplossingen ook toegepast gaan worden:

1. Brede **bewustwording en visievorming** in de primaire sector en in de overige ketenschakels van de benodigde veranderingen in teeltsystemen als gevolg van gestelde doelen op het terrein van met name water, milieu, klimaat en energie en de consequenties daarvan voor de bedrijfsvoering bij al die partijen;
2. Stimulering van de ontwikkeling van de benodigde **stysteem- en technologische en sociale aanpassingen** om de doelen te kunnen halen en **training en scholing** van alle ketenpartners om deze aanpassingen toe te kunnen passen in de bedrijfsvoering;
3. Ontwerp van **verdienmodellen** waardoor de nieuwe procedures voor alle ketenpartijen betaalbaar en haalbaar zijn;
4. Identificering van enerzijds **wettelijke en institutionele belemmeringen** voor het halen van de duurzaamheidsdoelen of het komen tot goede verdienmodellen en oplossing daarvan en anderzijds heldere en realistische regelgeving met duidelijke normen die innovatie stimuleert;
5. Onderdeel van het transitieproces is ook de opzet van regionale 'Boerderijen van de Toekomst' (Valthermond, SPNA, Dairy Campus, etc.) om via **lokale demonstratie- en innovatielocaties** het transitieproces zichtbaar en tastbaar te maken voor alle partijen en boeren in de regio.

## Activiteiten

- Uitlichten van verdienmodel BvdT uit de totale monitorings- en evaluatieactiviteiten in BvdT en inzichtelijk maken voor praktijkvoorbeelden door het experimentele karakter van BvdT te vertalen naar praktijkniveau (kostenbesparend en opbrengst verhogend, indien van toepassing)
- True price model: Op basis van resultaten verhoging ecosysteem diensten (bijvoorbeeld CO2 vastlegging, biodiversiteitverhoging, verlaging milieubelasting).
- Netwerkvorming; organiseren van kritische massa rond BvdT

Bovengenoemde activiteiten zullen continu aandacht behoeven in 2021 en later.

**Algemene criteria voor monitoring** van een omslag naar kringlooplandbouw uit het advies over de opzet van monitoring en evaluatie kringlooplandbouw (Berkhout et al., 2019):

1. Dragen ze bij aan het sluiten van kringlopen, het terugdringen van emissies en het verminderen van verspilling van biomassa in het gehele voedselsysteem?
2. Versterken ze de sociaaleconomische positie van de agrarisch ondernemer in de keten?
3. Leveren ze een bijdrage aan de klimaatopgave voor landbouw en landgebruik?
4. Bevorderen ze de aantrekkelijkheid en vitaliteit van het platteland en dragen ze bij aan een bloeiende regionale economie?

5. Leveren ze winst op voor ecosystemen (water, bodem, lucht), biodiversiteit en de natuurwaarde van het boerenlandschap?
6. Is het dierenwelzijn meegewogen?
7. Leveren ze een bijdrage aan de erkenning van waarde van voedsel en het versterken van de relatie tussen boer en burger?
8. Versterken ze de positie van Nederland als ontwikkelaar en exporteur van integrale oplossingen voor klimaatslimme en ecologisch duurzame voedselsystemen?

Gedacht vanuit de 'small wins-theorie' wordt vooral gekeken naar procesindicatoren, die verderop worden benoemd.

### Innovatieopgaven en witte vlekken

In de zomer en het najaar van 2020 is een nulmeting gedaan naar de visie en perceptie van verschillende stakeholders ten aanzien van kringlooplandbouw in het algemeen en het concept 'Boerderij van de Toekomst'. Vervolgens wordt jaarlijks nagegaan hoe die visie en perceptie zich ontwikkelen. Dit is een belangrijk onderdeel van WP4. Naast de monitoring zelf wordt als onderdeel van WP4 ook het gesprek gezocht met belangrijke stakeholders die invloed hebben op het transitieproces en kunnen aangeven in hoeverre sprake is van small wins. In het kader van WP3 gaat het vooral om 'innovatiepartners' die in de andere deelprojecten in WP3 werken aan concrete innovaties op het gebied van agro-ecologie (thema 1), data en technologie (thema 2), energie (thema 3) en circulariteit en reststromen (thema 4). De uitdaging is om met deze partijen een 'benen op tafelgesprek' te voeren over trends, ontwikkelingen en behoeften op langere termijn, ter ondersteuning van de visie- en planvorming van deze partijen voor (bijvoorbeeld) 2030 en 2050. De hierboven geformuleerde scenario's dienen daarbij als kapstok om het gesprek concreet te maken. Technologische bedrijven zijn vaak sterk gericht op technologische kansen en uitdagingen dat het doel van hun technologie-inzet en -ontwikkeling en het aansluiten bij maatschappelijke behoeften en draagvlak niet altijd voldoende aandacht krijgt. Het thema 'transitie' moet deze 'verbreding' faciliteren.

Een tweede activiteit wat betreft het thema 'transitie' betreft de communicatie over monitoringsresultaten van de innovatie-inzet. In samenwerking met de innovatiepartijen in BvdT worden de resultaten daarvan en de bijdragen voor het halen van de gestelde doelen in BvdT wetenschappelijk verantwoord gemonitord en geëvalueerd. Daarover kan worden gecommuniceerd op de website en in ander vormen. Deze communicatie moet bijdragen aan bekendheid bij boeren en tot inspiratie leiden om zich te verdiepen in de mogelijkheden om op het eigen bedrijf stappen te zetten richting duurzaamheid etc. Hierbij is ook aandacht voor het verdienmodel van de boer en voor 'true price costing' (zoals beschreven onder het blokje 'initiatieven'). In samenwerking met WP4 wordt ook aangestuurd op een open debat met de sector en met andere stakeholders, als wezenlijk onderdeel van het transitieproces.

Een en ander is nader uitgewerkt in het volgende praktische stappenplan aan de hand van het RESET-model <sup>3</sup>: Inventarisatie van belemmeringen voor toepassing van kringlooplandbouw in de Nederlandse akkerbouw (de zeven thema's <sup>4</sup>) en zoeken naar wegen om hiervoor oplossing te

<sup>3</sup> De RESET-theorie wordt in dit gedeelte uitgelegd en direct toegepast op de uitdagingen van de BvdT. Deze uitwerking is gebaseerd op het werk van Jolanda Jansen et al. (2012) en ervaringen van Wageningen Economic Research met toepassing in onder andere het PPS-project Duurzame Zuivelketen.

<sup>4</sup> Deze zeven thema's zijn:

1. Herstel en onderhoud van natuurlijke hulpbronnen zoals bodem, water en biodiversiteit
2. Een klimaatrobuust productiesysteem (wateroverlast en droogte).
3. Een weerbaar teeltsysteem waarin ziekten en plagen minder kans krijgen en gebruik van gewasbeschermingsmiddelen zoveel mogelijk voorkomen wordt. Nagenoeg zonder emissies naar het milieu en zonder residuen.

vinden. Dit moet tot experimenteerruimte leiden en een stimulerend innovatie- en investeringsklimaat. Zo kunnen toch eerste stappen worden gezet in het transitieproces, vanuit het bewustzijn dat nog niet alle stappen gezet zullen zijn in 2030 maar dat nu wel concrete acties vereist zijn:

- Regels:
  - Boeren bekend maken met de ontwikkelingen in wet- en regelgeving met het oog op klimaat, biodiversiteit, milieu etc. – bewustwording, o.a. vanuit het GLB maar ook breder: op welke ontwikkelingen op het gebied van deze thema's moet de wet- en regelgeving een antwoord geven en wat gebeurt er als de doelen niet bereikt worden.
  - Nagaan welke regelgeving bijvoorbeeld strokenteelt lastig maakt, zoals de Gecombineerde Opgave bij RVO en een spoorbreedte van 3 meter bij een rijpadensysteem in relatie tot verkeersregels<sup>5</sup> – bijdrage aan het wegnemen van wettelijke belemmeringen voor kansrijke innovaties
- Educatie:
  - Eenduidige informatie opstellen en delen op website, informatieborden, flyers, etc. – bijdrage aan correcte beeldvorming rond BvdT.
  - Webinars en per webinar een leaflet maken van 2 pagina's met:
    - Samenvatting
    - Boodschap
    - Wetenschappelijk bewijs
    - Wat is zeker/onzeker, welke risico's?
  - Aansluiting bij EIP om kennis op te halen en te delen? Bijvoorbeeld in het thema 'Circular farming'
  - Aansluiting zoeken bij het groene onderwijs, bijvoorbeeld door gastlessen en stages.
  - Netwerkvorming van boeren (zie ook volgende punt) inclusief leerpunten uit ervaringen op de regionale locaties met BvdT-concepten (Valthermond, Wijnandsrade, etc.)
- Sociale druk:
  - Netwerkvorming met groepen akkerbouwers, om te beginnen in de provincie Flevoland en in samenwerking met NPPL en op langere termijn ook in andere regio's, als onderdeel van een netwerk van BvdT's. Enerzijds is dit een vorm van educatie, anderzijds beïnvloedt deze werkvorm ook de ontwikkeling van gesprekken, zoektochten en creativiteit in groepen. Dat bevordert de versnelling van het bewustwordingsproces en het urgentiegevoel.

---

4. Minimaal gebruik van kunstmest. 80% reductie N kunstmest. Geen aanvoer van P kunstmest.

5. Herstel van de natuurwaarden in de landbouw (insecten, vogels, kleine zoogdieren)

6. Energie neutraal tot energie producerend, maximaal gebruik makend van reststromen en per saldo CO2 equivalenten vastleggend.

7. Verbeterde sociaaleconomische positie van boeren (arbeid, inkomen).

Vanuit transitie management geredeneerd is naast deze thema's een integraal beeld van belang met een stip op de horizon om naar toe te werken.

<sup>5</sup> Deze inventarisatie kan input zijn voor WP2.

- Publicatie van voortgangsrapportages en opinieartikelen op de website en in vakbladen om de gewenste ontwikkelingsprocessen in de publieke opinie te bevorderen.
- **Economie:**
  - Pilots rond verdienmodellen opzetten, met name rond betaling van ecosysteemdiensten, bijvoorbeeld:
    - Aansluiting bij GLB-pilots in o.a. Flevoland
    - Aansluiting bij andere pilots in Flevoland en elders om te komen tot beloning van koolstofvastlegging, wateropslag en biodiversiteit, bij voorkeur 'gestapeld'.
  - Via monitoring zicht krijgen op kosten en opbrengsten (in geld en in technisch resultaat, met name in (hogere) kg-opbrengsten, (betere) productkwaliteit (lagere) inzet van gewasbeschermingsmiddelen, (hogere) energie-efficiëntie; ook lagere kosten zijn opbrengsten). Hierbij gaat het vooral om het 'totaalplaatje', meer dan over kosten/baten van specifieke innovaties zoals de aanschaf van een sensor.
  - Het vouchersysteem voor ondersteunende bedrijven helpt om innovaties te ontwikkelen en uit te testen in BvdT-setting.
- **Tools (ook wel vertaald met 'ontzorgen'):**
  - Toepassing van het vouchersysteem met hulp van Horizon maakt het gemakkelijker c.q. verlaagt de drempel om innovaties te ontwikkelen en uit te proberen. De financiële bijdrage valt natuurlijk onder 'Economie', maar het vermijden of uit handen kunnen geven van een uitgebreide papierwinkel helpt om aan BvdT deel te nemen. Wel moet duidelijk gecommuniceerd worden waarvoor de vouchers ingezet kunnen worden, bijvoorbeeld of die ook gebruikt kunnen worden om nieuwe verdienmodellen te ontwikkelen.
  - Applicaties bouwen om toepassingen voor kringlooplandbouw (eenvoudiger) te implementeren, bijvoorbeeld een applicatie voor het ontwerpen van een bouwplan op basis van strokenteelt.

### Verbinding tussen theorie en praktijk

- Small wins moeten leiden tot een optimaal experimenteer-, innovatie- en investeringsklimaat, daarvoor zijn de hierboven beschreven RESET-maatregelen behulpzaam. In het bijzonder is het handig om te beschrijven hoe de voucherregeling hierop aansluit.
- Naast 'harde' indicatoren (technische en economische resultaten) zijn hierbij procesindicatoren belangrijk. De 'harde' indicatoren zijn nodig om concrete voortgang op de zeven thema's te tonen; de procesindicatoren geven zicht op de mate waarin het experimenteer-, innovatie- en investeringsklimaat verbetert. Procesindicatoren zijn onder andere de mate en manier waarover de media over BvdT schrijft, de mate waarin aan de voucherregeling wordt meegedaan, het aantal opgezette netwerken en het aantal deelnemers aan deze netwerken.