



Doorontwikkeling van de precisielandbouw in Nederland

Een 360 graden-verkenning van de stand van zaken rond informatie-intensieve landbouw
en in het bijzonder de plantaardige, openluchtteelten

Ir. T. van der Wal, Dr. Ir. L.A.E. Vullings, Ir. J. Zaneveld-Reijnders, Drs. R.J. Bink



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Doorontwikkeling van de precisielandbouw in Nederland

Een 360 graden-verkenning van de stand van zaken rond informatie-intensieve landbouw
en in het bijzonder de plantaardige, openluchtteelten

Ir. T. van der Wal, Dr. Ir. L.A.E. Vullings, Ir. J. Zaneveld-Reijnders, Drs. R.J. Bink

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Environmental Research (Alterra) in opdracht van en gefinancierd
door het ministerie van Economische Zaken, in het kader van Topsector Agri&Food (projectnummer
5200043164).

Wageningen Environmental Research
Wageningen, juni 2017

Rapport 2820
ISSN 1566-7197

Wal, T. van der, L.A.E. Vullings, J. Zaneveld-Reijnders, R.J. Bink, 2017. *Doorontwikkeling van de precisielandbouw in Nederland; Een 360 graden-verkenning van de stand van zaken rond informatie-intensieve landbouw en in het bijzonder de plantaardige, openluchtteelten*. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 2820. 90 blz.; 19 fig.; 9 tab.; 29 ref.

Het Ministerie van EZ en de Topsectoren hebben behoefte aan een gemeenschappelijk beeld van de stand van zaken en het toekomstbeeld van de informatie-intensieve landbouw en met name met betrekking op de "plantaardige openlucht-teelten" ("Precisielandbouw"). Dit is nodig als bijdrage aan de verdere beeldvorming van de doelgroepen en daarmee aan de wijze waarop EZ, topsector Agri&Food en anderen zich kunnen positioneren in deze ontwikkeling. In deze studie is zo veel mogelijk informatie bijeengebracht via deskstudy en enquêtes onder boeren en nader geanalyseerd. Aan vertegenwoordigers van beleid, onderzoek en bedrijfsleven is gevraagd deze analyse te beoordelen en als experts op basis daarvan aan te geven met welke set van maatregelen de doorontwikkeling van de precisielandbouw in Nederland verder kan worden gestimuleerd. Het rapport bevat daarom naast een beeld van de stand van zaken ook aanbevelingen voor de doorontwikkeling.

The Dutch Department of Economic Affairs and the Topsectors expressed an interest in a shared impression of the state of play and the vision of information intensive arable agriculture (Precision Farming). This is expected to contribute to further images by stakeholders and hence the positioning the Department of Economic Affairs as well as others. In this study, information is gathered through desk study, surveys amongst farmers and expert meetings with specialists from policy, science and business domains. These experts have been asked to review the collected data and suggest potential measures to improve the uptake of Precision Farming in The Netherlands. The report therefore consists of both the impressions and recommendations for uptake.

Trefwoorden: Precisielandbouw, informatie-intensieve landbouw, akkerbouw, drones, people, planet, profit, living-labs, smart farming, duurzaamheid, businesscase, wet- en regelgeving

Dit rapport is gratis te downloaden van <http://dx.doi.org/10.18174/418241> of op www.wur.nl/environmental-research (ga naar 'Wageningen Environmental Research' in de grijze balk onderaan). Wageningen Environmental Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

© 2017 Wageningen Environmental Research (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research), Postbus 47, 6700 AA Wageningen, T 0317 48 07 00, E info.alterra@wur.nl, www.wur.nl/environmental-research. Wageningen Environmental Research is onderdeel van Wageningen University & Research.

- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking van deze uitgave is toegestaan mits met duidelijke bronvermelding.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor commerciële doeleinden en/of geldelijk gewin.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor die gedeelten van deze uitgave waarvan duidelijk is dat de auteursrechten liggen bij derden en/of zijn voorbehouden.

Wageningen Environmental Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Wageningen Environmental Research Rapport 2820 | ISSN 1566-7197

Foto omslag: Jeroen Verschoore

Inhoud

	Woord vooraf	5
	Samenvatting	7
	Leeswijzer	11
1	Inleiding	13
2	Werkwijze	16
3	Precisielandbouw – algemene beschrijving	18
	3.1 Informatie-intensieve landbouw	18
	3.2 Precisielandbouw	19
	3.2.1 Het begrip en de ontwikkeling daarin	19
	3.2.2 Technologieën	20
	3.2.3 Internationale context van precisielandbouw	22
	3.2.4 Stakeholders	22
4	Beleidsrelevantie	25
	4.1 Impact van precisielandbouw op “People, planet, profit” (duurzaamheid)	25
	4.1.1 “Profit” (Economische impact)	25
	4.1.2 “Planet” (Ecologische en milieukundige impact)	26
	4.1.3 “People” (Sociale impact)	27
	4.2 Impact van precisielandbouw op specifieke beleidsthema’s	27
	4.2.1 Voedselzekerheid en -veiligheid en transparantie in de keten	27
	4.2.2 Duurzaam boeren	28
	4.2.3 Milieu, kaderrichtlijn water en nitraatrichtlijn	29
	4.3 Impact PL op andere maatschappelijke doelen	30
	4.4 De impact van precisielandbouw in grote lijnen	31
5	Investerings, adoptie en belemmeringen	32
	5.1 Investerings in precisielandbouw	32
	5.2 Gebruik precisielandbouw door boeren	33
	5.2.1 Actuele toepassing van innovaties in de bedrijfsvoering	33
	5.2.2 Innovatie en de invloed op de businesscase	35
	5.2.3 Onzekerheid over een positieve businesscase	36
	5.3 Barrières voor adoptie van precisielandbouw	37
	5.3.1 Complexiteit	37
	5.3.2 Rendement asymmetrie	37
	5.3.3 Ontbrekende modellen voor databeheer en -bescherming	38
	5.4 Beperkende wet- en regelgeving	38
	5.4.1 Gewasbescherming	38
	5.4.2 Meststoffen	39
	5.4.3 Drones en robots	39
	5.4.4 Duurzaamheid	40
	5.5 Conclusies	40

6	Systeemanalyse van de innovatie in de landbouw	41
6.1	Innovatie als systeem	41
6.2	Methodiek voor analyse van het systeem	42
6.3	Analyse en conclusies	44
7	Expertbijeenkomsten	47
7.1	Inleiding	47
7.2	Resultaten van de expertmeeting	48
7.3	Opmerkingen bij de optimale set maatregelen	48
8	Klankbordgroep	50
9	Synthese	52
9.1	Opgave	52
9.2	Bevindingen	52
9.3	Aanbevelingen	54
9.3.1	Demonstreer	54
9.3.2	Ontsnipper	55
9.3.3	Regisseer	55
9.3.4	Stimuleer	56
9.3.5	Transformeer	56
9.4	Advies	57
	Bijlage 1 Organisatie	58
	Bijlage 2 Projecten precisielandbouw	59
	Bijlage 3 Expertbijeenkomsten	62
	Bijlage 4 Enquête	71
	Bijlage 5 Literatuurlijst, Bronnen	88

Woord vooraf

De implementatie van de precisielandbouw – als onderdeel van de informatie-intensieve landbouw dat vooral gericht is op plantaardige openluchtteelten – blijft achter bij de verwachting, terwijl de impact op economisch, ecologisch en sociaal gebied heel groot kan zijn. Het is duidelijk dat er belemmeringen zijn om als boer met de precisielandbouw aan de gang te gaan. Het ontbreekt echter aan een samenhangende aanpak vanuit de sector, de industrie, de wetenschap en de overheid. Om tot een samenhangende aanpak te kunnen komen, is het nodig dat er een gemeenschappelijk beeld is van waaruit gehandeld kan worden.

Het ministerie van EZ heeft WEnR gevraagd (uitgedaagd) te helpen om dat gemeenschappelijke beeld te verkrijgen. Daarbij is meegegeven dat er weinig tijd beschikbaar was voor die beeldvorming, omdat er urgentie is om tot verdere acties te kunnen overgaan. Dat heeft ertoe geleid dat niet alleen is ingezet op het vergaren van zo veel mogelijk informatie, maar ook – of juist – op het betrekken van experts uit de vier bovengenoemde groepen.

De experts hebben een zeer belangrijke invulling gegeven aan dit rapport, niet alleen door hun inzet van de eigen expertise, maar ook door hun bereidheid om zich in te leven in elkaars positie. Hierdoor is een richting gevonden in het geheel van acties en ligt er nu een samenhangend advies/schets die voor een verbetering van de implementatie van precisielandbouw kan zorgen. Ik wil de experts daarvoor zeer bedanken.

Mijn dank gaat ook uit naar de leden van de klankbordgroep die geraadpleegd zijn om zo te kunnen toetsen of het resultaat past binnen hun perceptie van de grote ontwikkelingen binnen beleid, onderzoek en de praktijk.

Het proces was intensief, de expertmeetings waren stimulerend en het is een hele klus gebleken om alle informatie te persen in een overzichtelijk rapport. Ik hoop en verwacht dat hiermee een goede basis is geleverd voor de verdere stappen die de verschillende groepen gaan zetten.

Met grote dank aan mijn coauteurs Wies Vullings, Janneke Reijnders en Ruud Bink.

Tamme van der Wal

Wageningen, 31 maart 2017

Samenvatting

Doel en aanpak

Het ministerie van EZ en de Topsectoren hebben behoefte aan een gemeenschappelijk beeld van de stand van zaken en het toekomstbeeld van de informatie-intensieve landbouw, met name met betrekking tot de "plantaardige openluchtteelten" ("Precisielandbouw"). Dit is nodig als bijdrage aan de verdere beeldvorming van de doelgroepen en daarmee aan de wijze waarop EZ, Topsector Agri&Food en anderen zich kunnen positioneren in deze ontwikkeling. De gemeenschappelijke beeldvorming kan helpen om investeringen van overheden, kennisinstellingen en de agrosector beter op elkaar af te stemmen en in onderlinge samenhang te plannen en uit te voeren.

Het ministerie van EZ (directie ANK) heeft de opdracht gegeven aan de WUR (WEnR) om daartoe een verkenning te maken. Het door EZ gestelde doel is in feite tweeledig: "een beeld schetsen" en "een gemeenschappelijk beeld verkrijgen". Dit vergt een aanpak waarbij informatie bijeen wordt gebracht en de doelgroepen intensief betrokken worden. De verkenning is daartoe opgezet met een aantal componenten, zoals deskstudy, stakeholdersanalyse, enquêtes en expertmeetings. Als centrale vraagstelling is gewerkt met: *"Wat is de stand van zaken ten aanzien van smart and digital farming, welke beleidsdoelen worden door (bredere) invoering daarvan ondersteund en welke maatregelen kan EZ nemen om daarin te faciliteren?"* Dit is een brede vraagstelling die vele invalshoeken kent en voor beantwoording ook meerdere typen van informatievergarig nodig heeft. Er is daarom gewerkt aan een aantal deelproducten, die elk tot een deel van het beeld leiden:

1. **Algemene beschrijving van "precisielandbouw"**. Begrippen, type en samenhang in technologieën, stakeholders, informatiestromen, positie Nederland in internationale context;
2. **Beleidsrelevantie**. Een schets van het belang dat de topsectoren en de overheid hechten aan precisielandbouw en de inschatting van de impact op de beleidsdoelen;
3. **Vergelijking investeringen versus maatschappelijke thema's**. Een schema met een confrontatie van huidige investeringen met de maatschappelijke (beleidsmatige) ambitie;
4. **Gebruik van precisielandbouw op Nederlandse agrarische bedrijven**. Een beeld van het gebruik van innovaties door boeren en factoren waarvan zij aangeven dat deze hen bij het gebruik stimuleren of remmen;
5. **Systeemanalyse van de landbouwinnovatie**. Een analyse van het systeem van innovatie. Op basis hiervan is door experts een inschatting gemaakt van de optimale set van maatregelen waarmee de implementatie van precisielandbouw gestimuleerd kan worden.

Elk deelproduct is vervaardigd op basis van literatuur (zowel wetenschappelijk en 'grijs'), door bevraging van de doelgroepen en/of in een actieve participatie van stakeholders. De resultaten zijn weer voorgelegd aan deze groepen, waardoor naar een gemeenschappelijk beeld is toegewerkt.

In de afrondende fase van de verkenning is een **synthese** gemaakt van deze deelproducten, zodat de grote lijn zichtbaar wordt en met name waar de **perspectieven en belemmeringen** liggen om de precisielandbouw in haar volle potentie aan te wenden voor de maatschappelijke en bedrijfsmatige ambities. Ook deze synthese is weer besproken met stakeholders. Naast de stakeholders is ook een klankbordgroep actief geweest. Deze klankbordgroep heeft er met name voor zorg gedragen dat er ook met een brede kijk op de agrarische ontwikkeling naar de verkenning is gekeken.

Het fysieke eindproduct is de voorliggende notitie met inhoudelijke conclusies én een procesbeschrijving. Het virtuele eindproduct is een beeldvorming die bij en met vele stakeholders heeft plaatsgevonden. Hiermee is bereikt dat er een gemeenschappelijk vertrekpunt is gecreëerd voor verdere gedachtenvorming en besluitvorming.

Conclusies (het gemeenschappelijke beeld)

In grote lijnen is het volgende beeld ontstaan:

Het toepassen van precisielandbouw heeft een deels al bewezen actueel en zeker een potentieel effect op "duurzaamheid". Grote impact wordt verwacht op het economische vlak (**Profit**) vanwege een vergrote efficiëntie in plantdichtheid, mestgift, toepassing van gewasbescherming en beregening. De sociale impact (**People**) zal zich vooral in de verlichting van de werklast uiten in een versteviging van de exportpositie en een imagoverbetering. Er wordt ook een grote impact voorzien op ecologisch en milieukundig gebied (**Planet**) door een reductie van de milieudruk (o.a. broeikasgasemissies), verlaging van het gebruik van herbiciden en een sterke reductie van bodemverdichting (positief voor het waterbergend vermogen en efficiëntere benutting van meststoffen door de gewassen). Deze voorziene impact vertaalt zich dan ook in de prognose dat precisielandbouw sterk bij kan dragen aan het bereiken van vele beleidsdoelen. Dat geldt in hoge mate voor de **Voedselveiligheid en -zekerheid en transparantie in de keten** (precisielandbouw is onlosmakelijk verbonden aan het verzamelen van data; deze data kunnen bijdragen aan een sterk vergrote transparantie in de keten én de ervaring met de precisielandbouw leidt tot export van kennis en technologie). Het geldt ook in hoge mate voor **Milieu en Klimaat** (door reductie van emissies en watergebruik en mede als gevolg daarvan een positief effect op bodem- en grondwater). Dit draagt weer bij aan **Duurzaam boeren** (verduurzaming handelsketens, versteviging van exportpositie met hoogwaardige duurzame producten).

Er zijn heel veel initiatieven en samenwerkingen in de ontwikkeling van nieuwe technologieën en die toepasbaar maken voor de landbouw. In de sector heerst echter een brede consensus dat de adoptie van precisielandbouw achterblijft. De rechtrij- en stuursystemen zijn weliswaar breed ingevoerd, maar met name het gebruik van variabele dosering is nog mondjesmaat. Dit roept de vraag op of de actuele investeringen die boeren, bedrijfsleven en overheid doen, matchen met de verwachte potentie en waar en waarom er een onbalans is. Er is een vergelijking gemaakt tussen de actuele investeringen in projecten versus de maatschappelijke ambities en beleidsdoelen. Dit levert een algemeen overzichtsbeeld op waaruit blijkt dat de actuele aandacht (gefinancierde projecten) uitgaat naar technologische ontwikkeling gericht op de operationele aspecten binnen de sector. De aandacht in de maatschappelijke ambities concentreert zich echter op een transitie in de landbouw naar de beleidsmatige opgaves. Dat betekent dat de inzet van de investeringen maar beperkt gericht is op de toepassing van de precisielandbouw in Nederland, waar de grootste impact verwacht wordt. De conclusie lijkt gerechtvaardigd dat met een gerichtere investering op de combinatie maatschappelijke opgave en transitie een grote impact bereikt kan worden.

Er is sprake van een toename in het gebruik van precisielandbouw door boeren. Het perspectief (de potentiële impact) wordt door boeren zeker onderkend. De onzekerheid over een positieve businesscase blijkt belemmerend te werken voor het besluit van boeren om met precisielandbouw aan de slag te gaan. Er is onzekerheid over de terugverdientijd en de opbrengststijging. Het ontbreekt aan gedegen onderzoek naar de barrières voor toepassing van precisielandbouw. Het beeld is dat er drie belangrijke redenen zijn: **Complexiteit** (er is een grote kennisleemte bij boeren en daarmee een onvolledige communicatie tussen boeren en ontwikkelaars), **Rendement asymmetrie** (asymmetrie in de gerealiseerde meerwaarde bij leveranciers en afnemers naast de onzekere businesscase bij boeren) en **Ontbrekende modellen voor databeheer en -bescherming** (onzekerheid over eigenaarschap van data, gebruik van data en ongewenste bemoeienis).

Als op een hoger abstractieniveau gekeken wordt naar het algehele systeem van innovatietechnologieën wordt duidelijk dat er nu veel inzet is op kennisontwikkeling, kennisuitwisseling en het richting geven aan het zoekproces. Een geslaagde systeeminnovatie vergt ook een sociale, organisatorische en culturele verandering. Het creëren van een Nederlandse markt voor precisielandbouw, het mobiliseren van middelen en het experimenteren door ondernemers kan versterkt worden. Ook de ondersteuning van belangengroepen op de thema's duurzaamheid, milieu en verantwoorde productie kan versterkt worden. Een uitzondering moet gemaakt worden voor de stuursystemen (GPS), die duidelijk in een marktverbredingsfase verkeert. De kloof naar succesvolle implementatie zit in de moeilijke definiëring van de businesscase voor de boer, in combinatie met de grote complexiteit. De framing van precisielandbouw in de economische context (verdienmodellen) en niet in een van de andere twee pijlers van duurzaamheid (people of planet) is daarbij wellicht het meest remmende facet.

Experts vanuit de industrie, sector, wetenschap en overheid hebben – gegeven de voorgaande informatie – een set van maatregelen geïdentificeerd waarmee de doorontwikkeling van de precisielandbouw in Nederland een grote kans van slagen heeft (“een optimale set van maatregelen”). Het volgende tekent zich af per stakeholdergroep:

Industrie: Met name het ontwikkelen van businessmodellen voor het delen van data is van belang. Er zouden spelregels ontwikkeld moeten worden voor het gebruik van data door modellen en in ketentransparantie. Verder is samenwerken heel belangrijk om koppelingen tussen software en hardware mogelijk te maken en toe te werken naar standaardisatie.

Sector: Voor de sector is het van belang om sturing te geven aan de ontwikkeling van IT-platformen waar de agrariër data kan bewaren en waar leveranciers applicaties kunnen aanbieden. Belangrijke actiepunten zijn een discussie over eigendom en gebruik van data en semantiek. Proeftuinen, mits eenvoudig opgezet, zijn belangrijk om te laten zien wat er mogelijk is en om agrariërs die nog twijfelen, over de streep te trekken. Verder zou breedband, ook in dun bevolkte gebieden, aangelegd moeten worden.

Wetenschap: Het belangrijkste voor de wetenschap is dat er kennis ontwikkeld wordt over het traject tussen data en toepassing (modellering, algoritmes ontwikkelen), daar zit een kennislacune en dat is op het moment het meest prangend. Verder wordt de wetenschap gezien als de groep die moet zorgen dat onafhankelijke kennis geleverd wordt aan de sector. Ook semantiek wordt hier genoemd als een issue waar acties op nodig zijn. Robotisering verdient ook meer aandacht.

Overheid: Voor de overheid heeft het stimuleren of mede organiseren van living labs en samenwerkingsnetwerken (praktijknetwerken) de grootste prioriteit. Ook staat de overheid aan de lat waar het gaat om het oplossen van knelpunten in wet- en regelgeving die innovaties in de weg (kunnen) zitten. Verder wordt het GLB als krachtig instrument gezien en zal nagegaan worden hoe het ingezet zou kunnen worden om precisielandbouw te stimuleren.

De optimaalste set van maatregelen bestaat volgens de experts uit het volgende:

De experts verwachten dat vooral de “living labs” nuttig zijn om boeren te overtuigen met precisielandbouw aan de slag te gaan. De versterking van de voorhoede, zoals voorgesteld door de commissie Nijpels (2016) ten aanzien van de Versnelling Duurzame Veehouderij, zou daarnaast ook zeer nuttig kunnen zijn ter ondersteuning van die boeren die reeds met precisielandbouw bezig zijn. Daarbij kunnen zij bijvoorbeeld vanuit een onafhankelijk expertteam advies krijgen om in de complexiteit van techniek, data en regelgeving hun weg te vinden.

De toenemende toepassing van techniek vergt momenteel een goede opleiding op hbo-niveau. Bijscholing zou gestimuleerd moeten worden, omdat de ontwikkelingen een “life long learning” vergen.

Het is belangrijk dat er geleerd kan worden van de ervaringen met de “living labs” en “pilots”. Daarbij kan het beste leerresultaat bereikt worden als deze experimenten gebeuren in een “regelvrije zone”, zodat desgewenst de wet- en regelgeving aangepast kan worden voor een betere implementatie van precisielandbouw, met name in de verkenning naar nieuwe technologieën (drones, robots) en nieuwe methoden (gewasbescherming, bemesting).

De experts schatten in dat het nodig is om de inzet van middelen goed te richten. Daartoe zou een stuurgroep ingesteld kunnen worden waarin verschillende partijen op hoog bestuurlijk niveau zijn vertegenwoordigd en die kracht en mandaat hebben om binnen hun “eigen veld” afspraken te effectueren.

Het resultaat van deze studie is voorgelegd aan een Klankbordgroep (stakeholders uit bedrijfsleven, onderzoek, belangenorganisaties en banken). Deze Klankbordgroep is gevraagd om waar mogelijk de reactie te plaatsen in een bredere context. Deze groep onderschrijft de aanbeveling dat vanwege het gebrek aan voldoende businesscases het noodzakelijk is om meer in te zetten op "demonstreren" en dit onder andere op te pakken via "living labs". Daarbij houdt ze een pleidooi om nieuwe werkwijzen en technologieën te introduceren met een aanpak die vergelijkbaar is met het OVO-drieluik (uit de vorige eeuw): Onderzoek – Voorlichting – Onderwijs.

De Klankbordgroep constateert dat de studie zich richt op de middellange termijn door aan te geven dat de transformatie in de landbouw primair resource-efficiënt gemaakt moet worden. De Klankbordgroep acht het echter verstandiger om in te zetten op een transformatie voor de lange termijn naar een ecosysteembenadering waarbij kwaliteit van het voedsel en een goede omgang met de omgeving leidend zijn. Een langetermijnvisie/beeldvorming is onontbeerlijk voor boeren, ondernemers, banken en beleidsmakers, ook (of juist) om de kortetermijnhandelingen daar op af te kunnen stemmen. Nederland zou daarbij een wereld leidende positie kunnen innemen in de precisielandbouw en ecologische landbouw.

De reactie van de Klankbordgroep leidt tot een laatste aanbeveling van de redacteurs van deze studie: de visie om naar een ander landbouwconcept toe te groeien, moet geborgd worden. Hier wordt voorgesteld om dat in een Nationale Agenda Precisielandbouw (NAP) onder te brengen, waarvoor brede steun onder stakeholders nodig is. Beleidsmatig vergt zo'n NAP de samenwerking tussen EZ en de departementen I&M en VWS en wellicht OCW voor stimulering via onderwijs. De NAP moet worden bewaakt (misschien ook worden opgesteld) door een stuurgroep waarin alle relevante stakeholders vertegenwoordigd zijn. Dit zijn naast de overheid en de sector ook partijen als waterschappen of drinkwaterbedrijven en consumentenorganisaties.

Het verdient aanbeveling om het NAP niet sectorspecifiek te organiseren: ontwikkelingen gaan in verschillende sectoren met verschillend tempo of focus, waardoor er crossovers ontstaan en van elkaar geleerd kan worden. Daarnaast zijn de integrale maatschappelijke thema's in de meeste gevallen niet aan een enkele sector toe te wijzen. Het is daarom aan te bevelen om het NAP juist vanuit die maatschappelijke thema's in te steken. De aanbeveling om een nationale proeftuin ("living lab") te organiseren is een uitwerking van het NAP en biedt op meerdere vlakken operationele uitvoering. Het is denkbaar dat naast een nationale proeftuin meerdere initiatieven onder het NAP geborgd worden. Zo'n nationale proeftuin moet afgebakend worden, waarbij ook de breedte en de focus duidelijk worden.

Het gemeenschappelijke beeld over de perspectieven voor een succesvolle implementatie van precisielandbouw is positief met kanttekeningen. De economische perspectieven voor precisielandbouw zijn groot met daarbij een grote impact op milieu, voedselveiligheid en voedselzekerheid. De belemmering op implementatie ligt voor de boeren met name in de onzekerheid van een positieve businesscase. Om deze belemmering weg te nemen, ligt het meeste perspectief in de combinatie van "living-labs", een "voorlopersregeling", "bijscholing" en gezamenlijke aansturing van middelen. Wet- en regelgeving loopt vaak achter op technologische ontwikkelingen, met name ten aanzien van de inzet van geavanceerde apparaten. Tijdige aanpassing en uitbreiding van regels met bijvoorbeeld uitzonderingsbepalingen voor nieuwe technologie, stoffen of werkwijzen voorkomen dat wet- en regelgeving vertragend werkt.

Leeswijzer

Het rapport begint met een inleiding (H1), waarin achtergronden en doelstelling worden beschreven.

In de werkwijze (H2) wordt de vraagstelling uitgewerkt en wordt aangegeven waarom is gewerkt met expertgroepen, een klankbordgroep en deskstudies.

Er zijn verschillende deelproducten vervaardigd en weergegeven in H3, H4, H5 en H6.

H3 beschrijft de precisielandbouw met bijbehorende technologieën en toepassingen. H4 gaat in op de beleidsrelevantie van de precisielandbouw; welke impact heeft het op de Economie (Profit), Ecologie en Milieu (Planet) en Sociaal (People). Daarna wordt een beeld geschetst van de verwachting die er is van de impact op verschillende beleidsdoelen.

H5 beschrijft een vergelijking van actuele investeringen versus de maatschappelijke (beleidsmatige) opgave; het actuele gebruik van precisielandbouw door boeren en de beeldvorming over hun businesscase. H5 eindigt met een beschrijving van de belangrijkste barrières voor de toepassing van precisielandbouw.

H6 bevat een systeemanalyse van de innovatie in de landbouw in het algemeen, met een conclusie over de onderdelen in het systeem die goed ontwikkeld zijn en waar dat minder het geval is. H6 zoomt vervolgens in op het oordeel van experts over de optimale set aan maatregelen waarmee de implementatie van precisielandbouw gestimuleerd kan worden.

H7 beschrijft de resultaten van een expertmeeting waarbij de experts zijn gevraagd om de optimale set aan maatregelen aan te geven, waarmee het gebruik en de invoering van precisielandbouw kunnen worden bevorderd.

H8 geeft de resultaten weer van een klankbordgroep die gevraagd is om op de resultaten van de studie te reageren.

In H9 is een synthese van het voorgaande gemaakt, waarin de voornaamste bevindingen en conclusies zijn verwoord en de redacteurs afsluiten met een algemeen advies.

Het rapport is grotendeels gevormd door de inzet van verschillende informatiebronnen, analysemethodes en expertgroepen. Daarom is er een uitvoerige bijlage opgenomen ter verantwoording én als basis voor verdere beeldvorming:

- Bijlage 1 Organisatie
- Bijlage 2 Projecten Precisielandbouw
- Bijlage 3 verslag expertbijeenkomsten
- Bijlage 4 Enquête
- Bijlage 5 Literatuurlijst

1 Inleiding

Aanleiding

Het ministerie van EZ en de Topsectoren hebben behoefte aan een gemeenschappelijk beeld van de stand van zaken en het toekomstbeeld van de informatie-intensieve landbouw en met name met betrekking op de "plantaardige openluchtteelten" ("precisielandbouw"). De precisielandbouw is sterk in opkomst en wordt door zeer veel boeren en agrarische stakeholders herkend als richting waarin het zal gaan. Er is veel aandacht voor, maar de inzet in de sector blijft achter bij de technologische ontwikkeling.

In december 2015 heeft de Tweede Kamer geïnformeerd naar de stand van zaken: "... *overwegende dat de precisielandbouw in opkomst is en van meerwaarde is voor de agrarische sector, natuur en milieu; overwegende dat er steeds meer nieuwe technieken beschikbaar zijn, maar dat bij de inzet van precisielandbouw wet- en regelgeving in de weg kan zitten; verzoekt de regering een onderzoek te starten naar wet- en regelgeving die nieuwe technieken in de precisielandbouw in de weg zit en de Kamer hierover met een concreet plan van aanpak te informeren ...* " (Motie van het lid Lodders (VVD), 3 december 2015). Op 29 september 2016 informeerde de regering de Tweede Kamer over de voortgang van het nationale dronesbeleid naar aanleiding van toezeggingen tijdens het AO Drones op 3 september 2015. Hierin werd ook de toepassing van drones voor precisielandbouw genoemd en de knelpunten die daarin specifiek aan de orde zijn. Bij de bespreking van de begroting van EZ voor 2017 in de Tweede Kamer is gevraagd naar de stand van zaken over de inzet van hoogwaardige technologie in de precisielandbouw.

Een goed, gemeenschappelijk beeld ontbreekt over de potentiële impact (economisch, ecologisch en sociaal) en de factoren die de inzet van precisielandbouw belemmeren of bevorderen. Het ontbreekt ook aan een beeld hoe Nederland er voor staat in de toepassing van precisielandbouw. Het ministerie van EZ (directie ANK) heeft de opdracht gegeven aan Wageningen University Research (WEnR) om daartoe een verkenning te maken.

De verkenning is nodig als bijdrage aan de verdere beeldvorming van de doelgroepen en daarmee aan de wijze waarop EZ, topsector Agri&Food en anderen zich kunnen positioneren in de verdere implementatie van precisielandbouw, bijvoorbeeld door zicht te krijgen op eventuele belemmeringen die als gevolg van bestaande wet- en regelgeving de inzet van precisielandbouw in de weg kan staan, of door bestaande of nieuwe investeringen van overheden, kennisinstellingen en de agrosector beter op elkaar af te stemmen en in onderlinge samenhang te plannen en uit te voeren.

De staatssecretaris van het ministerie van EZ heeft aan de Kamer toegezegd dat deze verkenning met haar wordt gedeeld en dat deze met de Sector wordt besproken.

Informatie-intensieve landbouw en precisielandbouw

De landbouwsector verandert in groot tempo onder invloed van technologische innovaties: landbouw wordt steeds meer gekenmerkt door het kunnen nemen van tijdige en goed geïnformeerde beslissingen, met name door de ontwikkelingen in de Internet of Things en Big Data. Internationale literatuur laat echter zien dat de sector (niet alleen in Nederland) achterblijft bij de technologie. Studies daarnaar laten zien dat technologische complexiteit en investeringsrisico's de grootste barrières zijn.

"Agriculture has entered a new era in which the key to success is access to timely information and elaborated decision making. The up-to-date and skilled farm manager has to choose between various production options utilizing the latest advancements in research and technology. Decision making is an important aspect in farm management. [...]The basis for enhanced decision making is availability of timely, high-quality data. However, the current situation in European farming is that most data and information sources are fragmented, dispersed, difficult, and time-consuming to use. This indicates

*that the full potential of such data and information are not being fully exploited. The integration of spatial and temporal historical data, real-time farm data, knowledge sources, statutory compliance, health and safety guidelines, environmental guidelines, economic models, and so forth, into a coherent management information system is expected to remedy this situation.*¹

Precisielandbouw, Precision Livestock Farming, Smart Farming etc. zijn de technologische ontwikkelingen op het primaire bedrijf die een landingsbaan vinden in de sterk toegenomen informatisering van de hele productieketen. In de woorden van EU-commissaris Phil Hogan: "*Smart and digital agriculture hold many promises for a more sustainable, productive, and competitive EU farm sector. We have seen solutions that have the potential to significantly improve resource efficiency, animal health, carbon footprint, and farmers' position in the supply chain. This is what we mean by precision farming – harnessing ICT to enable farmers to do their work more smartly, and more efficiently.*"² De term "precisielandbouw" wordt doorgaans gehanteerd voor de "open air" plantaardige teelten (o.a. akkerbouw, vollegrondstuinbouw, fruitteelt, boomteelt). In andere sectoren, zoals veeteelt en glastuinbouw, worden de ontwikkelingen meer *smart farming* genoemd, met innovaties als de melkrobot, sensoren voor gezondheidsmonitoring bij dieren, data-portals en zorgrobots.

Met precisielandbouw kunnen belangrijke bijdragen aan nationale beleidsdoelen worden gerealiseerd. Dit zijn doelen als een duurzamere productie, verhoogde voedselkwaliteit, meer transparantie in de keten, verhoogde voedselveiligheid, klimaatbestendige landbouw en behoud van milieu- en natuurwaarden. De Nederlandse overheid investeert dan ook al geruime tijd in de ontwikkeling van precisielandbouw, o.a. via Topsectoren AgriFood, Tuinbouw&Uitgangsmaterialen en de Cross-over High Tech to Feed the World, het Satelliet-dataportaal, het KB-programma Big Data en het programma G4AW van het ministerie van Buitenlandse zaken. Voorts is de landbouw favoriet bij technologische ontwikkelingen om innovaties in te testen, zoals satellietbeelden, autonome tractoren, melkrobots, biometrische sensoren en drones. Diverse multinationals in de agro-industrie, met bekende bedrijven als Monsanto, JohnDeere en Cargill zijn aan het veranderen in digitale bedrijven die zich onderscheiden in de markt door meer en beter gebruik te maken van data van en over boeren en hun productie.

Het potentiële belang van de precisielandbouw is groot, maar de algemene perceptie is dat de toepassing in de sector achterblijft bij de technologische mogelijkheden en ontwikkelingen.

Een gebrek aan gemeenschappelijke beeldvorming

Een vaak gehoorde stelling is dat de vertaling van hightech naar gangbare praktijk nog de nodige barrières kent (o.a. EIP-AGRI, 2015 en ABN-AMRO, 2016), maar structurele, empirische data daarover zijn onvoldoende voorhanden. In tegenstelling tot de Verenigde Staten wordt in Europa de adoptie van technologie nauwelijks gemeten. Verschillende enquêtes zijn gehouden, maar alle incidenteel of in specifieke doelgroepen. Technologische ontwikkeling, innovaties en de aansturing van onderzoek worden veelal ketengewijs ingestoken. Maar diverse maatschappelijke uitdagingen zijn veelal ketenoverschrijdend: mestproblematiek, water, bodemverdichting, broeikasgasemissies, agro-natuur etc. en de ketengerichte aanpak riskeert – omdat er geen regionale oplossing wordt geboden (omdat meerdere ketens daarin aanwezig zijn) – een waterbedeffect. Dit laat onverlet dat elke keten zijn eigen specifieke inrichting kent en op andere wijze maatregelen kan treffen of invoeren. Ook de technologieën zijn sectoronafhankelijk. Een doelgerichte in plaats van ketengerichte aanpak biedt mogelijkere nieuwe mogelijkheden en doorbraken.

Het bovenstaande betekent dat er bij overheden, Topsectoren, agrariërs en onderzoeksinstituten veel bekend is, dat er vele beelden leven, maar dat er geen gemeenschappelijk beeld bestaat van waaruit efficiënt en effectief gehandeld kan worden.

¹ [Farm management information systems: Current situation and future perspectives](#) S Fountas, G Carli, CG Sørensen, Z Tsiropoulos - Computers and Electronics in Agriculture, 2015

² <https://www.euractiv.com/section/agriculture-food/news/commission-promotes-smart-farming-to-mitigate-climate-change/>

Doel en doelgroep van de verkenning

De doelgroep van deze studie zijn de beleidsmakers bij EZ, de Topsectoren Agri&Food en Tuinbouw en Uitgangsmaterialen en Platform Agrifoodtech, andere overheden en stakeholders in de agrosector die betrokken zijn bij de toepassing van hightech en informatie(technologie) in de landbouw.

Het gestelde doel is in feite tweeledig: "een beeld schetsen" en "een gemeenschappelijk beeld verkrijgen". Dit vergt een aanpak waarbij de doelgroepen intensief betrokken worden.

Inkadering

Er is een aantal kaders meegegeven die voor de verkenning richtinggevend zijn.

De behoefte aan een verkenning, of beter gezegd een gemeenschappelijke beeldvorming, is groot. Op het moment dat de opdracht gegeven werd in september 2016 was de perceptie dat het resultaat eind 2016 of begin 2017 voorhanden moest zijn. De politieke wens en de belangstelling vanuit de Topsectoren vergden een verdergaande beeldvorming en besluitvorming in het begin van 2017. Daarmee was er voor de verkenning een tijdsspanne van vier maanden om deze uit te voeren. Dit legt een beperking op aan de inhoudelijke diepgang. Het accent is daarom sterk gelegd op het bereiken van de "gemeenschappelijke beeldvorming". Verder is de verkenning inhoudelijk beperkt tot de open teelten en niet op o.a. de veehouderij en de glastuinbouw.

De verkenning moet onder andere input gaan leveren voor een symposium dat medio 2017 gehouden wordt en door WUR en EZ georganiseerd wordt.

Er bestaat al een groot aantal studies of initiatieven, zoals een aantal PPS-en met cofinanciering van AgroFood en Tuinbouw en de Crossover High Tech to Feed the World (Topsectoren). Via het Satelliet-dataportaal biedt de Nederlandse overheid satellietdata aan die gebruikt kunnen worden bij precisielandbouw. De WUR doet onderzoek naar de kansen met Big Data voor precisielandbouw via het KB-programma Big Data. Dergelijke studies of initiatieven moeten een input leveren voor de verkenning. Het is niet de opdracht nieuwe studies te starten.

Product en resultaat

De verkenning bestaat uit een aantal componenten, zoals een deskstudy, stakeholdersanalyse, enquêtes en experts-meetings. Het eindproduct is de voorliggende notitie met inhoudelijke conclusies.

2 Werkwijze

Vraagstelling

Deze verkenning heeft als hoofdonderzoeksvraag³:

“Wat is de stand van zaken ten aanzien van *smart and digital farming*, welke beleidsdoelen worden door (bredere) invoering daarvan ondersteund en welke maatregelen kan EZ nemen om daarin te faciliteren?”

De onderliggende onderzoeksvragen zijn:

- In welke mate is in Nederland met data en technologie een productiviteitstijging te verwachten van belangrijke landbouwgewassen als aardappelen en suikerbieten?
- Hoe kunnen dataficatie en precisielandbouw bijdragen aan belangrijke maatschappelijke doelen als transparantie in de voedselketen, voedselveiligheid, true-pricing en consumenteninformatie?
- Hoe kan precisielandbouw ondersteuning bieden aan behoud of versterking van biodiversiteit (bv. multicropping) en reductie van broeikasgasemissies?
- Hoe verhoudt de ontwikkeling van precisielandbouw in Nederland zich tot de Europese of mondiale ontwikkeling? Waarin is ‘Nederland’ sterk, welke landen hebben een voorsprong op welke thema’s?
- Op welke thema’s is een intensivering van onderzoek noodzakelijk voor het versterken van de implementatie van precisielandbouw in Nederland?

Deze vraagstelling vormt de rode draad in alle werkzaamheden die in de verkenning zijn uitgevoerd. Gegeven de beschikbare tijd van vier maanden is het accent gelegd op het verkrijgen van een “gemeenschappelijke beeldvorming”.

Aanpak in grote lijn

Het project kent verschillende elementen van kennisvergaring, analyse en disseminatie:

1. Enquête: Met een digitale enquête worden boeren uitgenodigd om de huidige situatie van invoering van precisielandbouw te duiden. Deze enquête is via bestaande netwerken van LTO uitgezet. De enquête bouwt voort op interviews met boeren die tijdens de Aardappel-demo-dag (31 augustus 2016) en op het precisielandbouwplein tijdens De Agrotechniek Holland (7 t/m 10 september 2016) zijn gehouden.
2. Omgevingsscan: Een beknopte review van bestaande literatuur, met name op het vlak van adoptie. Op basis hiervan is onder andere een stakeholderanalyse voor de precisielandbouw gemaakt.
3. Expertgroepen: In twee workshops zijn experts bijeengebracht om het thema te bediscussiëren.
4. Synthese en Rapportage: De uitkomsten van bovenstaande stappen zijn geanalyseerd, becommentarieerd door experts en gerapporteerd in de verkenning.
5. Klankbordgroep: In een bijeenkomst is besproken in hoeverre de resultaten van de verkenning herkend worden, mede in de bredere context van de agrarische ontwikkeling.

Aanpak specifiek (organisatorisch en inhoudelijk)

De verkenning is begeleid vanuit het ministerie van EZ door drs. F. Lips en dr. ing. G. Fonk (de opdrachtgevers). De uitvoering is gebeurd door ir. T. van der Wal, dr. Ir. L.A.E. Vullings, ir. J. Zaneveld-Reijnders en drs. R. J. Bink.

In de verkenning zijn verschillende deelproducten vervaardigd, die elk op hun eigen beurt een bouwsteen vormen voor het gemeenschappelijke beeld over de precisielandbouw. Deze deelproducten staan in de hoofdstukken 3-6 beschreven. Het gaat om:

- Algemene beschrijving van “precisielandbouw”. Aangegeven wordt wat hieronder wordt verstaan en welk type technologieën een rol speelt. De stakeholders en informatiestromen worden aangegeven.

³ Projectplan d.d. 1 september 2016.

-
- In een schema wordt de samenhang in de relevante technieken geschetst. Van daaruit is geduid welke positie Nederland inneemt in internationale context (H3);
- Beleidsrelevantie. Een inschatting van de impact van precisielandbouw op de beleidsdoelen (H4);
 - Vergelijking investeringen versus maatschappelijke thema's. In een schema is inzichtelijk gemaakt in hoeverre huidige investeringen en projecten matchen met de maatschappelijke (beleidsmatige) opgave. (H5);
 - Gebruik van precisielandbouw door agrariërs. Enquêtes en interviews leveren inzichten op over het gebruik door agrariërs, zowel over het actuele gebruik als over de factoren die het gebruik stimuleren of remmen. (H5);
 - Systeemanalyse van de landbouwinnovatie. Een analyse van de krachten en belemmeringen in het systeem van innovatie (H6);
 - Daarop aansluitend een expert judgement van de optimale set van maatregelen om de belemmeringen weg te nemen (H7).

Deelresultaten zijn voorgelegd aan experts van Wageningen Research teneinde voldoende feedback te krijgen op de deskstudies en de analyses.

Om zicht te krijgen op het gebruik door boeren van precisielandbouw is er een enquête onder boeren gehouden in december 2016. De enquête is via de digitale nieuwsbrief van De Nieuwe Oogst aan alle leden van LTO verzonden. De eerste respons was beperkt (slechts 25 respondenten) – dit is te weinig voor een goede steekproef). De oorzaak voor de lage respons is waarschijnlijk gelegen in de te beperkte tijd dat de enquête online heeft gestaan; waarschijnlijk is een technische storing hier debet aan. Daarom is dezelfde enquête nogmaals uitgezet in maart en april 2017. Het is ook via de digitale nieuwsbrief van CUMELA verspreid onder loonwerkers. Dit heeft samen ruim 250 respondenten opgeleverd. Daarmee is wel een acceptabele steekproef bereikt (de doelgroep is 10.000 akkerbouwers, daarvan heeft dus zo'n 2,5% gereageerd).

De enquête heeft voortgebouwd op een onderzoek naar de adoptie van precisielandbouw die door de Europese Commissie in 5 landen – waaronder Nederland – is gehouden; er is toestemming verkregen om de resultaten hiervan te gebruiken. De combinatie van enquête en interviews heeft voldoende informatie opgeleverd om conclusies te kunnen trekken over landbouwbedrijven die precisielandbouw toepassen en de belemmeringen die zij ondervinden.

Twee expertmeetings zijn gehouden, op 1 en 19 december 2016, om met name naar een gemeenschappelijk beeld toe te werken van de optimale set aan maatregelen gegeven de factoren die belemmerend werken voor de inzet van precisielandbouw. De experts zijn afkomstig uit wetenschap en kennisinstellingen, agro-industrie, informatiemanagement, ICT-sector, overheid, ngo's en boeren en boerenorganisaties (zie bijlage 1).

Omdat deze studie breder is dan alleen de technologie is een klankbordgroep bijeengeroepen. In de klankbordgroep hebben mensen met een brede kijk op de agrarische ontwikkeling zitting genomen. Bestuurders van diverse organisaties in en rondom de akkerbouw zijn bij elkaar gebracht. Em. prof. Herman Wijffels (Duurzaamheid en Maatschappelijke Verandering) heeft de studie vanuit zijn perspectief en ervaring becommentarieerd. De klankbordgroep is eenmaal bij elkaar gekomen op 24 maart 2017; diverse leden zijn voor die tijd bij gelegenheid geconsulteerd.

Het concepteindproduct is voorgelegd aan de opdrachtgevers, de expertgroepen en aan de klankbordgroep. Hun reactie is verwerkt in het voorliggende document.

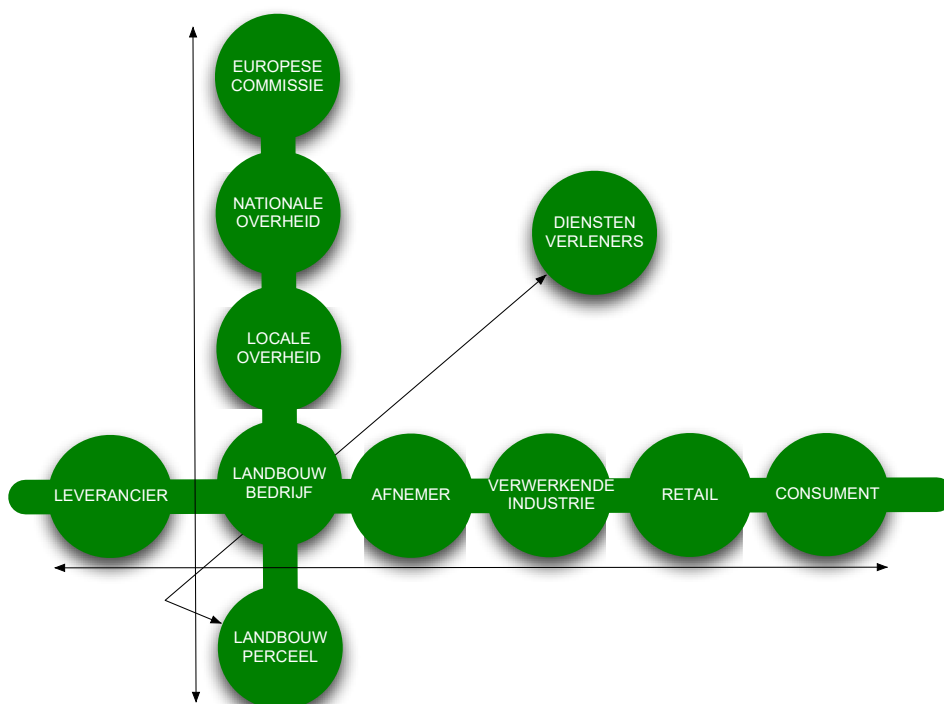
Met verwijzingen en literatuurlijsten is de onderbouwing traceerbaar gemaakt.

3 Precisielandbouw – algemene beschrijving

Deze verkenning richt zich op de “precisielandbouw”. Deze term wordt gebruikt voor de “open-air” plantaardige teelten als onderdeel van een beweging naar informatie-intensieve landbouw. Dit hoofdstuk richt zich eerst op een duiding van de begrippen, de achtergronden en ontwikkelingen en de relevante technologische aspecten. De algemene ontwikkelingen worden geplaatst in een internationale context. Daarbij wordt duidelijk gemaakt welke stakeholders er zijn en hoe hun positie verandert. Deze informatie is van belang voor het handelingsperspectief dat in de volgende hoofdstukken geschetst wordt.

3.1 Informatie-intensieve landbouw

Het leidt geen twijfel dat in de landbouw een digitale transformatie plaatsvindt om de uitdaging waar de landbouw voor staat het hoofd te kunnen bieden: rendementsverbetering in combinatie met maatschappelijk verantwoord ondernemen. Met behulp van informatie en informatiesystemen wordt niet alleen de primaire productie geoptimaliseerd. Ook in de communicatie tussen ketenpartners van primaire producent tot consument loopt de agrarische sector mee in de innovatiekopgroep, met bijvoorbeeld tracking-and-tracing-systemen, systemen voor ketenoptimalisatie en terugkoppeling van marktinformatie in de keten (ketenomkering). Landbouw is hightech met veel IT (Hofstede en Verwaart, 2005). De Informatie Intensieve Landbouw kenmerkt zich door systemen ter ondersteuning van het nemen van tijdige en goed geïnformeerde beslissingen. Naast het preciezer handelingen doen, gaat het om dataficatie en informatisering van enerzijds het agrarisch bedrijf als producent en als beheerder van natuurlijk kapitaal (o.a. bodem, biodiversiteit, omgeving), en anderzijds van het agrarisch bedrijf als schakel in een of meerdere verwerkende ketens (Figuur 1).



Figuur 1 Vereenvoudigd schema van informatiestromen op het landbouwbedrijf als kruispunt van twee informatieketens, enerzijds met sectorpartijen (in het kader van o.a. de voedselwet of contractafspraken) en anderzijds met de overheid (in het kader van o.a. inkomenssteun en landbouw- en milieuregels).

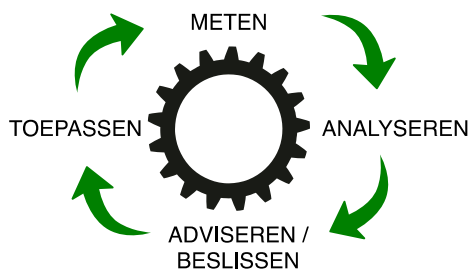
Aan de globale informatieketenstructuur in Figuur 1 zal voorlopig niet veel veranderen. Wel zijn er al veranderingen waarneembaar in de regierollen en worden sommige schakels in de fysieke stromen (en dus ook in de datastromen) overgeslagen (bv. *short supply chain*). De dataficatie levert ook nieuwe spelers op. Zo ontstaan er digitale dienstverleners, zoals bedrijven die data opslaan en verwerken voor de boer, soms als uitbreiding van een andere rol (bijv. advies geven, zaad leveren). Een belangrijke constatering hierbij is dat ook het landbouwbedrijf een data-“producent” wordt. Gegevens die van belang zijn voor verbetering van de bedrijfsvoering zijn ook voor de perifere bedrijven interessant. Deze gegevens komen voor een groot deel voort uit de machines en software die ingezet worden voor precisielandbouw. Dit behoeft daarom een nadere beschouwing.

3.2 Precisielandbouw

3.2.1 Het begrip en de ontwikkeling daarin

De precisielandbouw is een onderdeel van een beweging naar een informatie-intensieve landbouw. De term wordt doorgaans gehanteerd voor de “*open air*” plantaardige teelten (o.a. akkerbouw, vollegrondstuinbouw, fruitteelt, boomteelt). (NB In de glastuinbouw is dit concept al veel verder ontwikkeld en heet het doorgaans *Smart Horticulture*. In de veehouderij praat men liever van *Precision Livestock Farming*). Omdat er veel definities van precisielandbouw zijn, is het tegenwoordig gebruikelijk om te beginnen met wat eronder verstaan wordt. De meest pakkende samenvatting van precisielandbouw is: “*Precision Farming is doing the right thing, in the right place, at the right time, in the right way.*” (Blackmore et al. 2005).

In de context van informatie-intensieve landbouw verwijst de term precisielandbouw naar het technologisch paradigma om de grondbewerking en gewasverzorging af te stemmen op (steeds) kleine(re) eenheden in ruimte en tijd, zodat de boer de juiste handeling op de juiste wijze doet in plaats en tijd. Precisielandbouw is de integratie van verschillende technologieën die het mogelijk maken om op gedetailleerde schaal (plaats en tijd) informatie te verzamelen, de interpretatie daarvan en vertaling in handelingen, het nauwkeurig uitvoeren van die handelingen om vervolgens weer informatie te verzamelen over het effect daarvan etc. (Figuur 2). De precisielandbouw is sterk gericht op details binnen het perceel tot op de individuele plant. En er zijn al ontwikkelingen gaande waarbij ingezoomd wordt tot op het niveau van het blad van een plant.



Figuur 2 *Precisielandbouw Managementcyclus, met de vier verschillende stappen, die elk andere rollen en soms ook andere partijen representeren.*

Een meer bredere definitie werd in 1997 gegeven door precisielandbouw pionier prof. J. Bouma: “*Precision Agriculture aims at adjusting and fine-tuning land and crop management to the needs of plants within heterogeneous fields. Production aspects have to be balanced against environmental threshold values and modern information technology has made it possible to devise operational field systems. [...] Precision agriculture is seen as making a major contribution towards the development of sustainable agricultural production systems.*” (J. Bouma, 1997).

Bouma legt daarbij nadrukkelijk een verband met een duurzame landbouw. Dit werd in de jaren negentig als een belangrijk aspect beschouwd. In een van de eerste onderzoeken naar adoptie van precisielandbouw in Nederland, werd geconstateerd: "In de praktijk wordt precisielandbouw beperkt tot een hightechbenadering in westerse akkerbouwsystemen, waarbij diverse technologieën een belangrijke rol spelen." (Janssens en Smit, 2000). Zij maken daarbij de kanttekening dat hierdoor de "acceptatie van precisielandbouw [...] als geheel afgeremd worden door een zekere afkeer van 'hightech' die bij verschillende boeren en burgers leeft". In de definities die in latere jaren zijn gehanteerd, is de nadruk steeds meer komen te liggen op de technologie. In de afgelopen jaren werd de term "precisielandbouw" in de praktijk gericht op het optimaliseren van de landbouwproductie op de korte en middellange termijn, waarbij aspecten als terugverdiëntijd, kostenbesparing en rendementsverhoging de boventoon voeren.

Precisielandbouw kent dus al een lange weg en in de jaren negentig van de vorige eeuw werd het ontwikkeld tot een wetenschapveld en toepassingsgebied waarbij technologie de boer helpt om de intuïtieve nauwkeurigheid van het vroegere handwerk te herwinnen. En de zinvolle toepassing daarvan op het akkerbouwbedrijf is nog steeds onderwerp van discussie. In een dialoog tussen technicus dr. D. Goense (Wageningen Research, verbonden aan het toenmalige IMAG) en socioloog prof. dr. ir. C. Leeuwis (Wageningen Universiteit) werd ook toen al duidelijk dat er in engere en bredere zin naar precisielandbouw gekeken kan worden (Rienks, 1998). En vandaag de dag is dit debat nog steeds actueel. Leeuwis geeft twintig jaar geleden een doorkijk naar andere vormen van management en andere vormen van landbouw: technologie als katalysator in de transitie naar een maatschappelijk verantwoorde landbouw. Daarbij bouwt hij voort op het idee dat heterogeniteit niet meer als een risico gezien wordt, maar als een kracht, "als we tenminste maar de verschillen begrijpen en kunnen vertalen in maatwerk voor teeltmaatregelen" (Rabbinge, 1997).

Pas de afgelopen jaren is er weer meer aandacht voor duurzaamheid. De broeikasgasemissies geven daartoe aanleiding. En terecht, want efficiënter gebruik van inputs betekent minder emissies. De landbouwmechanisatie-industrie⁴ zet ook hierop in. Zij promoten de precisielandbouw, of *Smart Farming*, of de in Duitsland populaire beweging "*Farming 4.0*", als een breder concept dan alleen technologie: het is een visie en zelfs inzet voor een grootschalige verandering in de wijze waarop onze landbouwproductie wordt uitgevoerd: Green Growth.

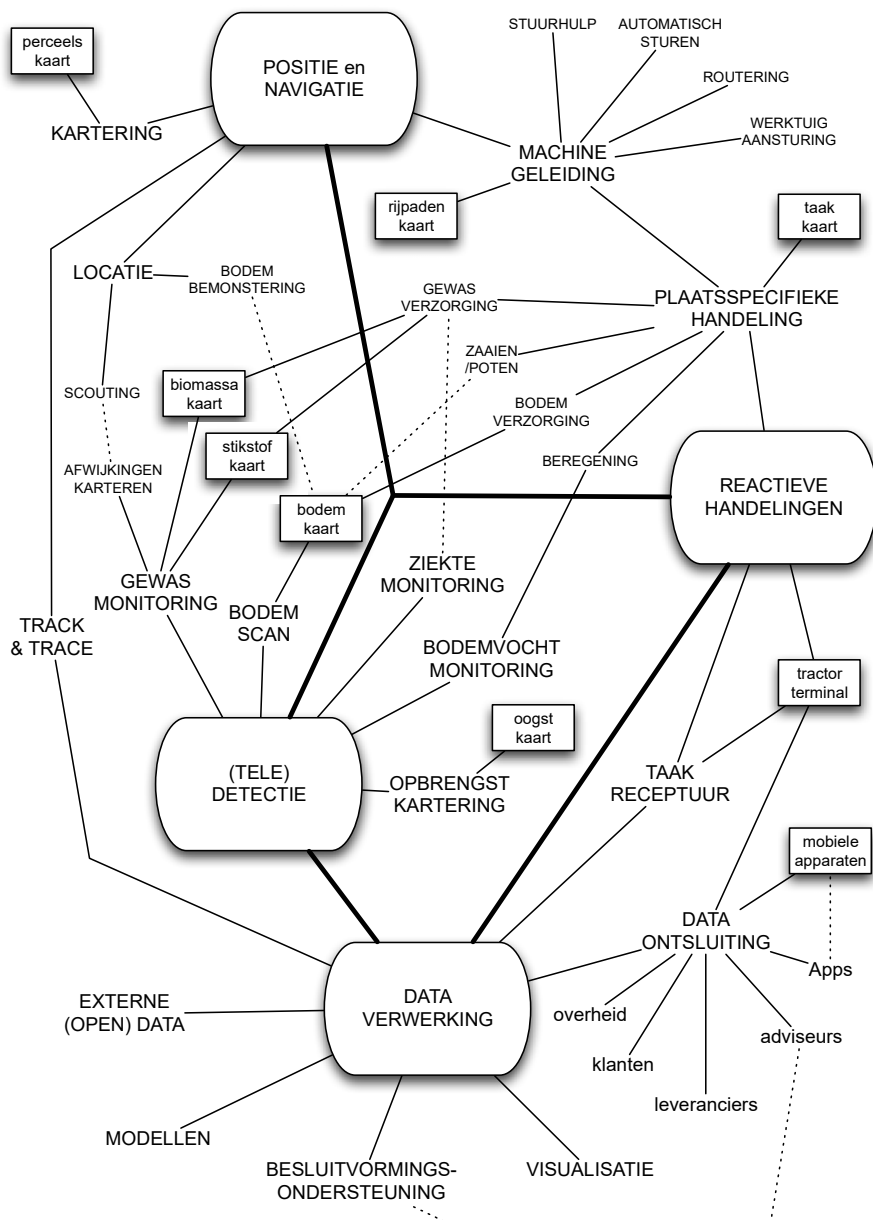
3.2.2 Technologieën

Ondanks de notie dat precisielandbouw vooral moet gaan over de integratie tussen waarnemen, analyse en respons, is er veel nadruk op de individuele technologieën. Er zijn grote verschillen te constateren in de mate van technische integratie, het gemak van inpassing in de dagelijkse praktijk en daarmee in adoptiegraad. Kempenaar⁵ onderscheidt daarom verschillende stadia in de precisielandbouw. Hij maakt onderscheid in precisielandbouw 1.0, in de toepassing van systemen van rechtrijden, en precisielandbouw 2.0, waarin de toepassing van sensoren, en met name de vertaling van sensorwaarden naar teeltmaatregelen, centraal staat.

Figuur 3 geeft een overzicht van de precisielandbouwtechnologieën en -toepassingen. De precisielandbouwtechnologieën kunnen grofweg in vier belangrijke sleuteltechnologieën worden onderverdeeld: plaatsbepalingstechnologie, sensoren, reactief handelen en dataverwerking.

⁴ Onder andere vertegenwoordigd door de CEMA. www.cema-agri.org.

⁵ <http://www.precisielandbouw.eu/pl-2-0>



Figuur 3 Schematische weergave van de samenhang in precisielandbouw technieken voor de akkerbouw, uitgesplitst naar plaatsbepalingstechnologie, sensoren, reactieve handelingen en dataverwerking.

Uit bovenstaande figuur mag blijken dat de ruimtelijke aspecten van precisielandbouw de boventoon voeren. Daar ligt ook veel nadruk op, doordat de gps in eerste instantie een enorme toegevoegde waarde bood in het plaats-specifiek meten en uitvoeren⁶. Ook het gebruik van beeldmateriaal uit satellieten en drones meet in eerste instantie de ruimtelijk variabiliteit. De tijdsafhankelijke variatie is ook een belangrijk aspect van de precisielandbouw. Dit onderwerp is al in de jaren negentig aan de orde gesteld (Booij, 1997); een voorbeeld daarvan is het *“selective harvesting”* om premiumkwaliteit van de andere te onderscheiden, zoals op basis van eiwitgehalte in graan, of oliegehalte in oliehoudende gewassen als koolzaad (Whelan and Taylor, 2013).

De informatie-intensieve landbouw wordt gekenmerkt door de trend van genereren, combineren en beschikbaar maken/krijgen van data. Dit vereist een goede ICT-infrastructuur, zowel op het bedrijf als tussen het bedrijf en de buitenwereld. De ontsluiting van bedrijven door breedbandverbindingen is steeds belangrijker, ook voor het gemak en gebruik van precisielandbouw (Zeemeijer, 2017; Dialogic,

⁶ Een uitgebreid overzicht van precisielandbouwtechnieken en -onderzoek is te vinden op www.precisielandbouw.eu.

2016). Naast 'gewone' breedbandverbindingen wordt momenteel ook veel verwacht van nieuwe netwerken zoals LoRa, waarmee sensoren en machines ontsloten worden voor het Internet of Things.

3.2.3 Internationale context van precisielandbouw

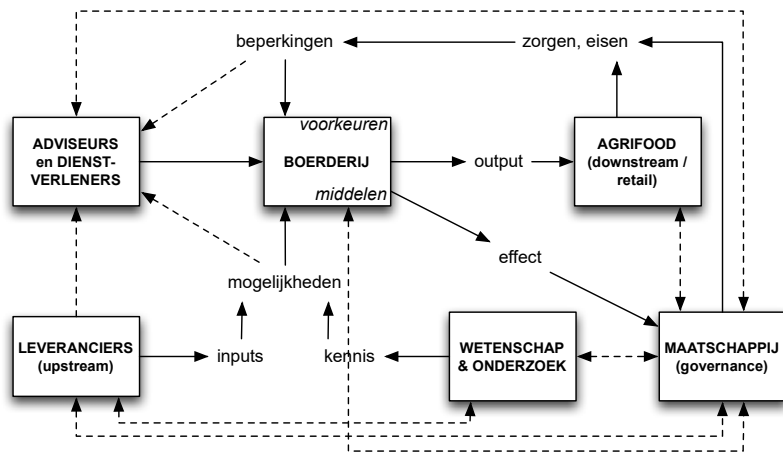
Een steeds terugkomende constatering is dat de adoptie van precisielandbouw schaalafhankelijk is, dat wil zeggen dat regio's met grotere landbouwbedrijven daardoor een sterkere adoptie laten zien: Australië, Noord-Amerika en Brazilië. In Europa is er naast Nederland veel aandacht voor precisielandbouw in Duitsland, Denemarken, het Verenigd Koninkrijk en België (red. T. van der Wal. Hier geldt dat de grootte van het bedrijf niet in hectares, maar in omzet van doorslaggevend belang is. Ook is de 'dichtheid' aan landbouwmechanisatiebedrijven en ondersteunende infrastructuur belangrijk voor de adoptie. Zo is er in landen als Tsjechië, Roemenië en Oekraïne veel potentie door de grote oppervlakte per bedrijf, maar blijft de adoptie achter door ontbrekende dienstverleners. In andere kleine Europese landen als Servië is de investeringsbereidheid door boeren laag en is de ondersteunende infrastructuur van leveranciers en dienstverleners afwezig of onvoldoende (Kerneckers et al. 2017). Nederland heeft zich ook goed gepositioneerd met het Satelliet-dataportaal, een initiatief van het ministerie van EZ om Nederlandse boeren, kennisinstellingen en bedrijfsleven te voorzien van satellietdata als een open dataservice, als precursor voor de naderende hausse aan satellietbeelden van het Europese Copernicusprogramma. Dit heeft tot initiatieven geleid die in andere landen niet of onvoldoende van de grond kwamen.

Een ander internationaal thema is de zgn. *Climate Smart Agriculture (CSA)*. Dit is een aanpak om landbouwsystemen wereldwijd te transformeren naar duurzame landbouwproductie in een veranderend klimaat. Deze stroming is niet zozeer uit op technologische vernieuwing, maar meer op de kennisdoorstroming en toepassing van technologieën die bijdragen aan landbouwproductie en tegelijkertijd bijdragen aan een verhoogd weerstandsvermogen tegen de effecten van klimaatsverandering en ook de bijdrage aan de broeikasgasemissies terugdringt. Precisielandbouw is hier een onmiskenbaar onderdeel van.

3.2.4 Stakeholders

In de volgende figuur zijn de stakeholders rondom het boerenbedrijf explicieter neergezet (Figuur 4) als een nadere uitwerking van **Figuur 1**. Het gaat daarbij uit van de middelen en voorkeuren van de boer en hoe hij daarmee omgaat in de context van mogelijkheden en opgelegde beperkingen. Een belangrijke rol is daarbij weggelegd voor de ondersteunende sector van adviseurs en dienstverleners: de voorlichting, advisering en financiering van het bedrijf. Ook loonwerkers worden tot deze groep gerekend. Loonwerkers zijn vaak 'early adopters' van machine-gerelateerde technologie, omdat zij de inzet van machines kunnen maximaliseren. Bovendien kennen zij een hogere vervangingsfrequentie door het intensieve gebruik, waardoor steeds nieuwe technologie eenvoudig opgenomen wordt.

Het handelen van de boer heeft een effect op de maatschappij (overheid, omwonenden, consumenten/burgers, ngo's etc.), wat via het formuleren van zorgen en eisen, weer zorgt voor randvoorwaarden voor agrarische productie. Ook de afnemers van de agrarische producten uiten hun wensen die zij aan de productie stellen. Onderzoek helpt met het vormgeven van de mogelijkheden, net als de leveranciers van inputs en machines. En onderzoek helpt bovendien de maatschappij in haar meningsvorming.



Figuur 4 Een abstracte weergave van de omgeving van de boerderij en de interacties. De causaliteit is af te leiden uit de verschillende pijlen. Naast directe interacties zijn er ook indirecte, met name door lobby, belangenbehartiging en ngo's.

In verschillende studies is gekeken naar de rol van stakeholders en hoe die verandert. De WRR-studie *Naar een voedselbeleid* heeft in haar stakeholderanalyse een overzicht gepresenteerd waarin het belang van de stakeholders wordt getoond. De studie gaat weliswaar meer over voedselbeleid dan over agrarische productie, maar de twee zijn elkaars natuurlijke verlengde. De WRR-studie noemt onder andere de belangen(verschuiving) in de voedselketen als een belangrijke ontwikkeling. De zogenoemde 'supermarktrevolutie' (Retail) is zo'n belangrijke ontwikkeling van de afgelopen decennia die de verhoudingen in de voedselsector sterk heeft veranderd: Van een 'producent-gedreven' keten, waarin de producent grotendeels bepaalt wat er geproduceerd wordt en tegen welke prijs, zijn we terechtgekomen in een 'afnemer-gedreven' keten, waarin de grote supermarktketens veel invloed hebben op de voedselproductie (WRR, 2014). Ze beïnvloeden op diverse wijzen de besluitvorming met bijvoorbeeld kwaliteitseisen of contractafspraken. Ook kunnen nieuwe businessmodellen ontstaan doordat productiedata en product gezamenlijk beschikbaar komen. Dit kan de verhoudingen beïnvloeden.

Periode	Boeren	Industrie	Retail
< 1900	Dominant	Gering	Miniem
1900 - 1950	Afnemend (behalve WOII)	Dominant	Gering
1960-1970	Hernieuwd belang (gesubsidieerd)	Dominant	Opkomend
1980- 2000	Afnemend	Afnemend	Dominant
2000 - 2010	Hernieuwd belang?	Onzeker	Dominant

Figuur 5 Stakeholders en de verschuiving in relatieve belangen. Bron: WRR (2014) (aangepast).

De leveranciers van het boerenbedrijf, waaronder zaad-, kunstmest- en gewasbeschermingsmiddelenproducenten, hebben door het toegenomen belang van biochemische technologie een vooraanstaande plaats verworven in het voedselsysteem. Ongeveer de helft van de mondiale markt voor zaden is in handen van tien bedrijven, waarvan DuPont, Monsanto en Syngenta de belangrijkste zijn. Tachtig procent van de mondiale markt voor gewasbeschermingsmiddelen wordt gedomineerd door tien bedrijven. Bayer, Syngenta en BASF zijn de belangrijkste spelers (WRR, 2014). Deze partijen zijn actief in de precisielandbouw met specifieke inputs. Daarnaast leveren ze nieuwe diensten op basis van verzamelde data. Dit zijn onder andere *Prescriptive Farming* en *Predictive Maintenance*, businessmodellen waarbij de leverancier invloed neemt op handelingen op het boerenbedrijf en de boer 'ontzorgt' in het maken van keuzen voor bv. rassen en teelthandelingen.

Adviseurs en dienstverleners maken ook gebruik van de verdere digitalisering van de landbouw. Een teeltadvies bijvoorbeeld heeft direct baat bij de beschikbaarheid van actuele data over de toestand van het gewas. Adviseurs hebben dan ook interesse om het de boer zo eenvoudig mogelijk te maken om allerlei gegevens vast te leggen voor zichzelf en hergebruik. De adviesdiensten van afnemende partijen ontwikkelen eigen platformen waarin de telers de teelthandelingen registreren, zoals Suikerunie (Unitip) en Agrifirm (Akkerweb). Ook andere adviseurs richten zich op de data-inwinning. Zo heeft gewas- en bedrijfslaboratorium Eurofins een eigen platform waar het boeren ook van allerlei satellietdata voorziet.

De boer wordt door de toenemende uitwisseling van data en kennis in verschillende businessmodellen geïntegreerd: die van zijn leveranciers en die van zijn afnemers. Daarnaast willen ook adviseurs en de overheid informatie over de teelthandelingen hebben. Investeren in databeheer, maar vooral ook in data-inwinning, past goed bij de precisielandbouw, omdat het hier ook gaat om meten, analyseren, beslissen, handelen en weer meten.

Door de pluriformiteit van partijen die zich met de precisielandbouw bezighouden en de competitie die plaatsvindt rondom de gunst van de boer voor zijn data, lijkt samenwerking niet voor de hand te liggen. Dit blijkt onder andere uit de vele partijen die participeren in de investeringsprojecten. Daarnaast zijn er vele elkaar beconcurrerende initiatieven om data te meten en vast te leggen. Dit was voor de zuivelketen bijvoorbeeld aanleiding om naar een gezamenlijke InfoBroker toe te werken (project Smart Dairy Farming). Ook in de akkerbouw is het aantal systemen voor datavastlegging niet bij te houden. Een sterk punt hierbij is de uitwisseling met de RVO en de data die de overheid heeft over het bedrijf middels het GeoBoer-concept. De dataplatformen die dit ondersteunen, helpen de boer met het eenvoudig kopiëren van gegevens van en naar de RVO, zodat gegevens maar eenmalig hoeven te worden vastgelegd.

Een andere bron van versnippering is de inzet van regionale middelen in de ontwikkeling van kennis en technologie. De vier landsdelen van Nederland hebben ieder een *Research & Innovation Smart Specialisation Strategy* (RIS3) ontwikkeld, waar precisielandbouw in alle vier voorkomt. Deze strategie is onder andere richtinggevend in de besteding van regionale middelen, zoals EFRO, Interreg e.a.

4 Beleidsrelevantie

Het toepassen van precisielandbouw heeft een actueel en potentieel effect dat beschreven kan worden in algemene termen van “*People, planet, profit*” of naar de verschillende beleidsthema’s. In dit hoofdstuk zijn beide invalshoeken gehanteerd, waarbij nadrukkelijk is getracht informatie te vinden dan wel een expert judgement te krijgen over dat (mogelijke) effect. Met deze informatie wordt een beeld verkregen van het handelingsperspectief voor verschillende actoren.

4.1 Impact van precisielandbouw op “*People, planet, profit*” (duurzaamheid)

De precisielandbouw levert een bijdrage aan beleidsterreinen en maatschappelijke thema’s. Deze paragraaf gaat in op de potentiële impact op economische aspecten, ecologische en milieukundige aspecten en sociale aspecten. Hiermee wordt aangehaakt bij het algemene streven naar “duurzaamheid”. Duurzaamheid, of duurzame ontwikkeling, is ontwikkeling die aansluit op de behoeften van het heden zonder het vermogen van toekomstige generaties om in hun eigen behoeften te voorzien in gevaar te brengen (VN - “*Our Common future*”, 1987). Vertaald naar de precisielandbouw, betekent dit dat ervoor gezorgd moet worden dat de generatie in 2030 voor voldoende voedsel kan zorgen, en die van 2050 ook. Het overheidsbeleid dat gericht is op duurzaamheid wordt vaak omschreven als de balans tussen *People* (sociale aspecten), *Profit* (economische aspecten) en *Planet* (ecologische en milieukundige aspecten) zoals beschreven in het rapport van de interdepartementale werkgroep duurzaamheid (2016). Deze drie invalshoeken zijn hieronder verder uitgewerkt voor de precisielandbouw.

4.1.1 “Profit” (Economische impact)

De economische impact van precisielandbouw verschilt per technologie. Er is veel onderzoek gedaan naar onder andere *controlled traffic*, zaai- en pootafstanden, beregening en variabele doseringen van gewasbescherming en meststoffen.

“*Controlled Traffic Farming*”, het aanleggen van vaste rijpaden, heeft tot voordeel dat de bodemverdichting slechts op vaste plekken geconcentreerd blijft. Door het goed uitmeten van de rijpaden wordt overlap aanzienlijk verminderd. In Australië zijn voorbeelden waar hiermee de productiekosten 75% omlaag zijn gegaan met een toename in gewasopbrengst (CTF Europe, 2016). Een Deense studie geeft een reductie in brandstof van 25% in de graanteelt door met name het wegwerken van overlap. Dit gaf bovendien een kostenbesparing op kunstmest en gewasbeschermingsmiddelen van 3-5% (Jensen et al. 2011).

De economische opbrengsten van de variabele dosering van gewasbescherming zijn nogal verschillend. De meeste studies laten een gemiddelde besparing zien van 20-30 €/ha, met uitschieters naar 148 €/ha (Gerhards and Sökefeld, 2003). De benodigde investeringen voor variabele dosering zijn nogal verschillend ingeschat. Hierbij is natuurlijk de oppervlakte van het bedrijf, en daarmee het terugverdienen van de investeren met meer teeltoppervlak, van groot belang. Voor Europa wordt een terugverdientijd van 3-4 jaar geschat (Vasileiadis et al. 2011).

De economische impact van variabele zaai- of pootafstand wordt vooral door de bodemheterogeniteit bepaald. Bij heterogene bodems loont het om zones te onderscheiden met hogere of lagere plantdichtheid, tot wel 7% netto hogere inkomsten. Het grootste deel van de opbrengst wordt gerealiseerd in de laagproductieve zone, waar een lagere plantdichtheid leidt tot minder uitgangsmateriaal en een hogere opbrengst door minder competitie. Variabele zaai-/pootmachines kunnen ook gebruikt worden om aan weerskanten van de rijpaden de planten dichter te zetten. En met vaste rijpaden wordt in ieder geval de overlap verminderd/voorkomen.

De economische impact van variabele bemesting hangt samen met de afnemende opbrengst per toegevoegde eenheid mest. Voor elke teelt is er een punt waarop de kosten van een extra eenheid mest niet meer terugverdiend worden in extra opbrengst. Dit economisch optimum ligt bij een lagere dosering dan het teeltoptimum. Bemesting is zeer complex, zeker bij het gebruik van dierlijke mest en kunstmest en met regelgeving plafonds. Het belang van variabele dosering lijkt dan ook meer te zitten in een effectieve verdeling binnen de mogelijkheden. Hoe dan ook, variabele dosering vereist goede metingen van de variabiliteit en een goede vertaling van die variabiliteit in dosering. Een variant is de variabele dosering van kalk, op basis van een bodem-pH kaart (Weisz et al. 2003). In Nederland wordt zo'n kaart bijvoorbeeld gemaakt met de Veris Scan. De opbrengst door variabele bekalking (zelfde hoeveelheid kalk, maar op basis van de bodemkaart beter verdeeld) rechtvaardigt de kosten van de Veris Scan € 175/ha (A. Venhuizen R&D manager Agrifirm, presentatie symposium "Bemesting in de 21^e eeuw", Wageningen, 28 November 2016). Als dezelfde scan meerdere jaren gebruikt wordt, wordt het saldo gunstiger (Weisz et al. 2003).

Een andere vorm van variabele dosering is variabele beregening. In Nederland wordt beregening veel toegepast. Met name op de zandgronden van Limburg en Brabant heeft 60% van de boeren een beregeningsinstallatie. Het economisch belang van variabele dosering is gerelateerd aan een verminderd watergebruik, wat in Nederland zich uit, economisch gezien, in minder benodigde brandstof. Daarnaast wordt er doorgaans suboptimaal beregend, zowel te weinig als te veel. Lambert and Lowenberg-de Boer (2000) beschrijven economisch voordeel van variabele irrigatie in mais, door een hogere opbrengst en een betere *water use efficiency*. Deze voordelen zijn echter niet gekwantificeerd. Andere onderzoekers noemen dat, tegenover de hoge kosten, o.a. hogere oogsten, minder werk (verplaatsen van beregeningssysteem) en ook vermindering van andere inputs bijdragen aan het economische voordeel. In een studie puur gericht op het irrigatieproces, kwamen Hedley and Yule (2009) met verschillende scenario's die toonden dat variabele irrigatie wel tot 21,8–26,3% aan water kan schelen. Dit is vooral interessant om de beregeningskosten terug te kunnen dringen en daarmee wordt irrigeren voor meer boeren interessant (Hedley & Yule, 2009). Ook Daccache et al. (2015) berekenden dit en kwamen tot een geschat voordeel voor de boer aan minder watergebruik en dus ook minder energiegebruik voor pompen op ongeveer 30 euro/ha (Daccache et al. 2015). De Stowa ziet ook veel voordelen in het bodemvocht gestuurd beregenen.

4.1.2 "Planet" (Ecologische en milieukundige impact)

De impact van verschillende precisielandbouwtechnologieën op de bodem en de directe omgeving van de teelt zijn op vele aspecten onderzocht, zoals bodemverdichting, gebruik van herbiciden en meststoffen en gebruik van grondwater.

Het gebruik van vaste rijpaden heeft een gunstig effect op (beperking van) de bodemverdichting. Buiten deze rijpaden wordt een luchtigere bodem behouden, waardoor de planten de geleverde meststoffen efficiënter benutten, met wel 15%. Bovendien zorgt dit voor een lagere emissie van het broeikasgas N₂O. Ook zorgt een lossere bodem voor een betere waterberging (Stowa, 2015). Variabele dosering van gewasbescherming, bijvoorbeeld herbicidendosering afhankelijk van de dichtheid van onkruiden, levert 50-70% reductie van middelen op (Gerhards et al. 1999; Heisel et al. 1999). Ook andere, recentere studies tonen middelenreductie van 50% en meer, in verschillende gewassen en met verschillende spuittechnieken (Beck et al. 2017).

De milieubesparing van variabele bemesting is in meerdere studies aangetoond. Een belangrijk aspect van variabele dosering is het efficiënter toedienen van middelen, wat doorgaans leidt tot minder gebruik van deze middelen. Het (onbenutte) overschot aan middel wordt daarmee vermeden, wat direct een milieukundige impact genereert. In sommige gevallen kunnen planten een hogere dosering dan gemiddeld opnemen. Hier kan dan via een hogere benutting bereikt worden door de hogere oogst. Een ander direct bijeffect van lagere/toegesneden doseringen is dat er minder broeikasgassen ontstaan. Een verminderde behoefte aan meststoffen heeft ook een effect in de productieketen van grondstoffen voor kunstmest en kalk, met als resultaat lagere broeikasgasemissies.

De besparingen in het gebruik van grondwater door een betere variabele berekening zijn wel 20-30%. De hoogste besparingen kunnen gerealiseerd worden op droogtegevoelige zandgronden, omdat daar de variatie in watervasthoudend vermogen door de bodem het grootst is. Naast bodemsoort draagt ook de hoeveelheid organische stof bij aan het watervasthoudend vermogen. Variaties in watervasthoudend vermogen zijn input in variabele berekening.

4.1.3 "People" (Sociale impact)

Studies gericht op de sociale impact zijn nauwelijks voorhanden. Er zijn wel allerlei sociale aspecten die direct en indirect met het gebruik van precisielandbouw te maken hebben. Een belangrijk motief voor de aanschaf van precisielandbouw-apparatuur is dat het de boer in staat stelt om langer door te werken door een hogere inzetbaarheid van de machines en minder vermoeidheid van de chauffeur. Het levert zo ook tijdsbesparingen op. Daarnaast draagt het optimaler gebruik van middelen bij aan een betere verstandhouding met de directe burens (buitenlui) en met maatschappelijke instanties en organisaties. Het is een stimulans voor boeren om duurzamer te worden en dat met gegevens te onderbouwen. Denk hierbij aan het ontwijken van nesten in akkers en weilanden, het beschermen van natuuroevers etc.

Er zijn diverse berichten dat precisielandbouw het werken in de agrarische sector weer interessanter maakt voor jongeren, door de technologie en innovatie ook in het onderwijs een prominente plek te geven (Ontwikkelagenda Groen Onderwijs 2016-2025).

Het genereren van data bij de toepassing van de technieken heeft ook diverse sociale effecten, zoals in de relatie met leveranciers en afnemers. Het levert meer inzicht in de productiviteit van het bedrijf en de performance van de verschillende resources. De bijdrage van precisielandbouw aan de intensieve informatiedichtheid draagt ook bij aan transparantie in prijsvorming, niet alleen bij de boer, maar zeker ook verder in de keten.

4.2 Impact van precisielandbouw op specifieke beleidsthema's

De impact op People, planet, profit wordt uiteraard ook weerspiegeld in de beleidsthema's. Onderstaand wordt een beeld geschetst van die impact, waarbij op basis van literatuur en vooral expert judgement een inschatting is gemaakt van de mate van deze impact door de auteurs. Hierbij is uitgegaan van de huidige beschrijving van de doelen binnen een thema, die soms ook geen enkele relatie met precisielandbouw hebben. De voor precisielandbouw niet relevante doelen zijn hier weggelaten.

4.2.1 Voedselzekerheid en-veiligheid en transparantie in de keten

Precisielandbouw en de informatie-intensieve landbouw bieden mogelijkheden tot data verzamelen en data delen. Dit draagt bij aan transparantie in de keten. Meer gebruik van precisielandbouw in Nederland brengt de hele keten en de hele sector verder in de transitie naar duurzaamheid en het genereren van de relevante informatie is daar ondersteunend aan.

Dossier	Beleidsdoel	Impact PL op doel
Transitie van het voedselsysteem	Transparantie in de keten en directere verbinding tussen producent en consument, andere of gezondere voeding of duurzamer voedsel. Precisielandbouw biedt mogelijkheden tot data verzamelen en delen ten behoeve van deze transitie.	Hoog
Internationale Handel	Door bij voedselproductie in te zetten op duurzaamheid, gezondheid en transparantie (inclusief true pricing) en ook door de export van kennis en technologie, kan Nederland een onderscheidende rol blijven spelen in de internationale markten. (Ministerie van EZ, 2016, kamerbrief).	Hoog
Traceerbaarheid	Voedingsmiddelen en de gebruikte grondstoffen moeten in de hele keten traceerbaar zijn <i>General Food Law Regulation</i> (EG) 178/2002. Precisielandbouw kan de procesinformatie genereren die hiervoor van belang is.	Hoog
Duurzaam voedsel	Nederland moet over vijf tot tien jaar wereldwijd de onbetwiste koploper zijn in gezonde en duurzame voeding. Voedselagenda (Ministerie EZ, 2017). Precisielandbouw kan zorgen voor een duurzame productie.	Gemiddeld
Consumenteninformatie	Verbeteren informatievoorziening en voorlichting aan consumenten over voedselveiligheid (Min. VWS, 2015). Precisielandbouw kan bijdragen aan betere herkomst- en 'lotgevallen'-informatie van landbouwproducten.	Gemiddeld
True Pricing	Op het vlak van het natuurlijk kapitaal biedt precisielandbouw de mogelijkheid om milieueffecten te minimaliseren of weg te nemen.	Hoog

4.2.2 Duurzaam boeren

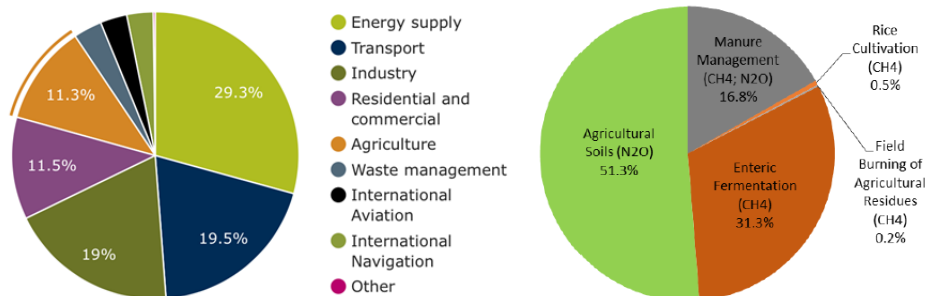
Verschillende thema's vertalen duurzaamheid in concrete beleidsthema's, zoals duurzame gewasbescherming en duurzame beweiding. Een breed toegepaste precisielandbouw heeft op de dossiers rondom duurzaamheid veel potentieel.

Dossier	Beleidsdoel	Impact PL op doel
Circulaire Economie	Verduurzaming van handelsketens, regionale teelt, eiwittransitie, het sluiten van (nutriënten)kringlopen en optimaal gebruik van reststromen (cascadering). Precisielandbouw kan de kringlopen helpen sluiten.	Zeer hoog
Uitvoeringsagenda Duurzame Veehouderij	Aanwenden van dierlijke mest. Precisielandbouw kan de heterogeniteit van dierlijke mest meten en corrigeren, zodat de juiste nutriënten op de juiste plek terechtkomen.	Hoog
Beweiding	Koeien zoveel mogelijk in de wei. Precisielandbouw kan zorgen voor efficiëntere beweiding en betere kwaliteit gras.	Enigszins
Agrarisch Natuur- en Landschapsbeheer (ANLb2016)	Agrarisch natuurbeheer, bijv. nesten. Precisielandbouw kan rekening houden met nesten tijdens landbewerking en gewasverzorging.	Hoog
'Global Goals'	Honger, ondervoeding en duurzame ontwikkeling van de lokale kleinschalige voedsellandbouw. Precisielandbouw kan ook in andere landbouw de productie-efficiëntie (t.a.v. water, mest, zaad etc.) verhogen.	Hoog
Exportbeleid	De export van agrarische producten zal sterker gericht worden op unieke, hoogwaardige en onderscheidende producten die duurzaam tot stand gebracht zijn.	Zeer hoog

4.2.3 Milieu, kaderrichtlijn water en nitraatrichtlijn

De landbouw in Nederland heeft te maken met de nationale wet- en regelgeving op het gebied van milieu en klimaat, die in Europese gezamenlijkheid is ontwikkeld. Voor de landbouw is een aantal regelingen relevant. Ten eerste de Nitraatrichtlijn en in relatie daarmee de Kaderrichtlijn water (Richtlijn 2000/60/EG). De Nitraatrichtlijn is opgesteld om de belasting van het grond- en oppervlaktewater met mineralen uit meststoffen afkomstig uit de landbouw tot een aanvaardbaar niveau terug te dringen (5^e Nederlandse actieprogramma nitraatrichtlijn). De norm voor nitraat van 50 mg/l is nog niet overal bereikt (PBL Balans voor de Leefomgeving, 2016). De sturing op nitraat en fosfaat bestaat uit productieplafonds van dierlijke mest en gebruiksnormen. De invoering van MINAS eind jaren negentig zorgde voor een bedrijfsboekhouding voor mineralen, die in principe rekening hield met de verschillen in teelt, productie, bodem en aanwending. Daar is de gebruiksnorm van 170 kg/ha N bij ingevoerd voor dierlijke mest. Voor grasland werd de norm 250 kg/ha N ingevoerd om voor de hogere afvoer van stikstof met het gras te compenseren. MINAS is in 2005 vervangen door een stelsel van gebruiksnormen, vastgelegd in de Nederlandse implementatie van de nitraatrichtlijn. De gangbare landbouwpraktijk benut de hoeveelheid beschikbare dierlijke mest en kan daarnaast de gebruiksruijme aanvullen met kunstmest. Deze praktijk biedt mogelijkheden voor precisielandbouw om de hoeveelheid mest zodanig te verdelen dat er een optimale productie mee bereikt kan worden (precisiebemesting).

Naast de verliesnormen naar bodem en grondwater, levert stikstof bemesting ook broeikasgassen op in de vorm van N₂O. Elke beperking van stikstof, of betere aanwending/benutting, draagt bij aan vermindering van de broeikasgasemissies. De landbouw draagt ook bij aan CO₂-belasting, onder andere via landbouwwerktuigen en de productie van inputs, zoals kunstmest. Dit wordt echter in internationale klimaatrapportages niet onder landbouw, maar onder respectievelijk transport en industrie geschaard. **Figuur 6** geeft de verdeling van uitstoot van broeikasgassen aan over sectoren en de bronnen binnen landbouw. De rechterkant van het figuur geeft aan dat *Manure Management* een belangrijke bijdrage levert aan broeikasgassen, net als N₂O-emissies van bodems. Dit is ook weer voor een deel aan mest gerelateerd. De mogelijkheden van precisielandbouw om een hogere benutting van mest te realiseren, draagt dus rechtstreeks bij aan de reductie van broeikasgassen.



Figuur 6 Aandeel landbouw (11,3%) in de emissies van broeikasgassen (links) en de verschillende bronnen van broeikasgassen die onder landbouw gerapporteerd worden (rechts).

De nieuwe internationale afspraken voor verdere beperking van broeikasgassen heeft in Europa geleid tot een aantal aanbevelingen en regels. De landbouw is als sector vooralsnog niet specifiek aangesproken. De inspanningen op het gebied van landbouw vallen onder een cluster van sectoren met niet verhandelbare emissierechten. Binnen de vernieuwing van het GLB is er interesse om het gebruik van precisielandbouw te stimuleren, juist om de reden dat het bijdraagt aan een vermindering van de broeikasgasemissies.

Dossier	Beleidsdoel	Impact PL op doel
Duurzame Gewasbescherming	De beschikbaarheid van laag-risicomiddelen te vergroten en geïntegreerde gewasbescherming te bevorderen. Precisielandbouw kan bijdragen aan betere toediening (en effectievere methoden) van gewasbeschermingsmiddelen.	Zeer hoog
Klimaatakkoord	Reduceren van broeikasgasemissies, met name de niet-CO ₂ -bijdrage van de landbouw. Precisielandbouw kan de uitstoot van kunstmest (N ₂ O) terugdringen.	Zeer hoog
Kaderrichtlijnwater	Uiterlijk in 2027 moet het water in alle Europese landen voldoende schoon (chemisch op orde) en gezond (ecologisch in evenwicht) zijn. Precisielandbouw kan de juiste dosering van nutriënten geven, zodat emissies sterk gereduceerd worden.	Zeer hoog
Nitraatrichtlijn	De bescherming van water tegen de vervuiling veroorzaakt door nitraten van landbouwbronnen (EU Council Directive 91/676/EEC of 12 December 1991). Precisielandbouw kan de juiste dosering van nutriënten geven, zodat emissies sterk gereduceerd worden.	Zeer hoog
Grondwaterbescherming	De bescherming van grondwater tegen vervuiling en verslechtering van de kwaliteit (Directive 2006/118/EC of the European Parliament and of the Council of 12 December 2006). Precisielandbouw kan de juiste dosering van nutriënten geven, zodat emissies sterk gereduceerd worden.	Hoog
Pesticides	Duurzaam gebruik van pesticide (EU Directive 128/2009/EC). Precisielandbouw technieken dragen bij aan detectie, preventie en bestrijding van ziektes en plagen en daarmee aan duurzamere inzet van middelen.	Zeer hoog
Structuurvisie Ondergrond	Duurzaam, veilig en efficiënt gebruik van de ondergrond. Precisielandbouw kent een aantal bodemverbeterende handelingen.	Zeer hoog

4.3 Impact PL op andere maatschappelijke doelen

De agrifood-sector is een sterke motor van de nationale economie. Het is de grootste maaksector in Nederland met een bijdrage van 10% aan economie en werkgelegenheid. Nederland is de tweede exporteur van agri- en foodproducten in de wereld. Een flink aantal mondiaal opererende foodbedrijven heeft een belangrijke vestiging of R&D-afdeling in ons land. Ook op het gebied van kennis en innovatie heeft Nederland een vooraanstaande positie in de wereld (TKI-Agrofood, 2016). Precisielandbouw is relevant voor de volgende maatschappelijke doelen, afgeleid uit de Agrofood kennisagenda.

Categorie	Ambitie	Impact PL op doel
Duurzaam	Efficiënter gebruik van grondstoffen (bijv. fossiele energie).	Heel hoog
	Reductie van broeikasgassen met 30% t.o.v. 1990.	Hoog (CO ₂ en non-CO ₂)
	Antibiotica uitsluitend curatief inzetten i.p.v. preventief en curatief.	Heel hoog (<i>Precision Livestock Farming</i>)
Door de samenleving gewaardeerd	Verbeterd imago van de Agri&Food-sector, gemeten op: <ul style="list-style-type: none"> • inzet voor volksgezondheid, milieu en dierenwelzijn • aandacht voor landelijke inpassing • transparantie, aanpassingsvermogen en innovatie • bijdrage aan de Nederlandse economie 	Heel hoog
	Sector wordt gezien als een aantrekkelijke werkgever, gemeten aan het aantal Agri&Food-bedrijven in top 10.	PL kan mogelijk een aantrekkelijk hightech profiel opleveren.

Categorie	Ambitie	Impact PL op Ambitie
Internationaal leidend	Meer belangrijke vestigingen (Agri)-Food bedrijven	NL als innovatief land
	Verhoogd aandeel van internationaal actieve mkb-bedrijven	PL als export kennis product
	Behoud marktaandeel globale exportwaarde	-
	Nederlandse universiteiten genoemd in ranking <ul style="list-style-type: none"> • Agri&Food ranking • Algemene ranking van topuniversiteiten 	-

4.4 De impact van precisielandbouw in grote lijnen

Uit het voorgaande tekent zich in grote lijnen af dat precisielandbouw een grote impact heeft op de beleidsthema's voedselzekerheid en -veiligheid, duurzaamheid, klimaat en milieu en daarmee impact heeft op "People, Planet, Profit". Daarnaast levert de precisielandbouw een belangrijke bijdrage aan verbetering van de inkomenspositie van de boer door een hogere resource efficiency en een betere kwaliteit.

Dat betekent dat er een aanzienlijk handelingsperspectief is met een hoge mate van doelbereik. Het stimuleren van de adoptie van precisielandbouw maakt dat de landbouwproductie bijdraagt aan beleid en aan de economie van de boer. Dit handelingsperspectief heeft niet alleen direct betrekking op de boeren en hun bedrijfsvoering zelf, maar juist ook op de hele voedselproductieketen en de internationale positie van Nederland als koploper in duurzaamheid.

5 Investerings, adoptie en belemmeringen

Het voorgaande hoofdstuk geeft een impressie van de potentiële impact op verschillende beleidsvelden. Dit roept de vraag op of de actuele investeringen die boeren, bedrijfsleven en overheid doen matchen met deze potentie. Hiertoe zijn verschillende analyses uitgevoerd. Als eerste is een vergelijking gemaakt tussen de actuele investeringen in projecten versus de maatschappelijke ambities en beleidsdoelen. Dit levert een algemeen overzichtsbeeld op. Vervolgens is ingezoomd op het actuele gebruik van precisielandbouw door boeren. Daarna is de focus van de analyse gelegd op de factoren die voor de boeren belemmerend of stimulerend werken om precisielandbouw toe te passen.

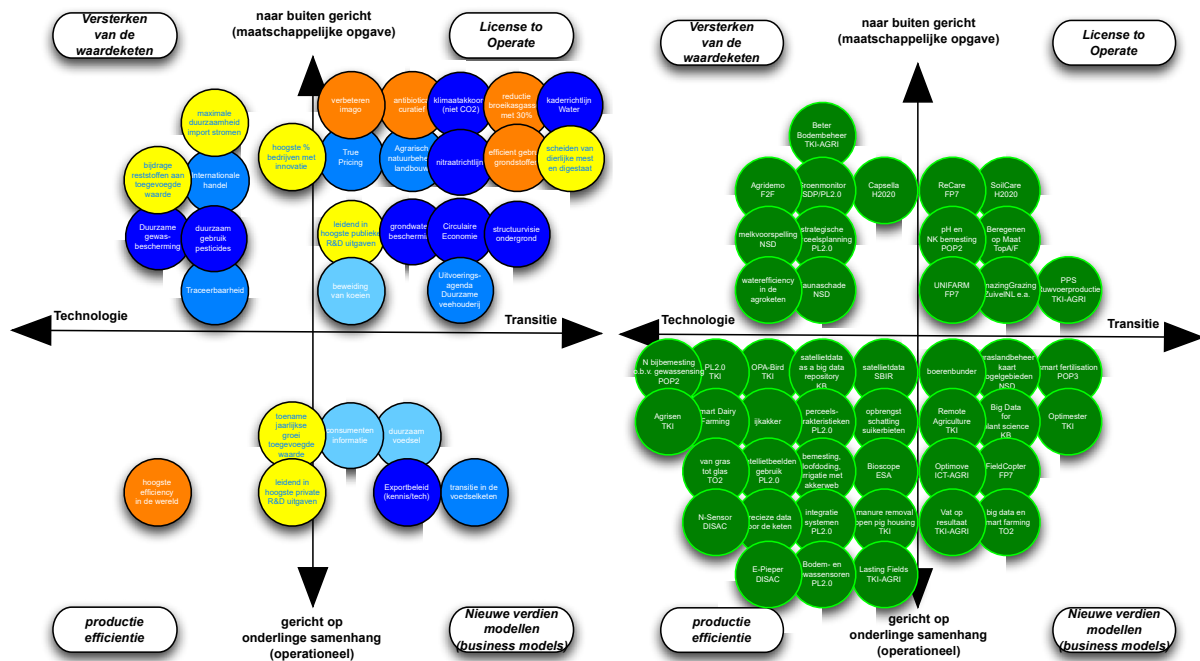
5.1 Investerings in precisielandbouw

De maatschappelijke ambities en beleidsdoelstellingen kunnen samenvallen met investeringen in projecten. Meestal doen ze dat niet, omdat er allerlei redenen zijn om een investering niet te doen of anders te richten. De vraag is in hoeverre er sprake is van samenvallen of verschillen; is er een match? Daartoe is via een deskstudy een vergelijking gemaakt tussen de maatschappelijke thema's en de huidige, gefinancierde projecten met precisielandbouw. De projecten die in beschouwing zijn genomen, zijn Nederlandse precisielandbouwprojecten die (mede)gefinancierd zijn door EZ, door de topsector Agri&Food of het programma rondom het satelliet-dataportaal.

Het resultaat is weergegeven in Figuur 7; daarbij is een overzicht van beleidsdoelen en maatschappelijke ambities (links) en van huidige projecten (rechts) afgebeeld in een ruimte die is opgespannen op twee assen: (1) Technologie vs. Transitie (niet technologische aspecten van innovatie), en (2) Maatschappelijke opgave vs. Operationele samenwerking. De ranking is door de auteurs gemaakt op basis van de publieke beschrijvingen van projecten. De plaats binnen de kwadranten is een benadering en uiteraard geen exacte berekening.

Het valt in de figuur op dat de verdeling van de projecten niet gelijkmatig verdeeld is. De actuele aandacht van de gefinancierde projecten gaat vooral uit naar technologische ontwikkeling gericht op operationele aspecten binnen de sector. De aandacht voor maatschappelijke doelen daarentegen (zie hoofdstuk 4), concentreert zich op een transitie in de landbouw naar maatschappelijke opgaves. De vergelijking tussen deze twee figuren maakt duidelijk dat de aandacht in investeringen in de projecten niet overeenkomt met de aandacht in de maatschappelijke thema's. De donkerblauwe en oranje ballen (Figuur 7) geven de thema's aan waarop precisielandbouw een grote impact kan hebben. Deze concentreren zich juist in de hoek van een "accent op maatschappelijke opgave en transitie", terwijl de investeringen in projecten zich concentreren op de hoek met een "accent op technologie en operationeel". De conclusie lijkt gerechtvaardigd dat er met een gerichtere investering op de combinatie van "maatschappelijke opgave en transitie" een grote impact bereikt kan worden met een significante vordering in het bereiken van beleidsdoelen in het vooruitzicht.

Volgens velen zit de kracht van precisielandbouw in het verbinden van de *production efficiency* met duurzaamheidsdoelen. En dat is logisch: minder middelengebruik is goed voor milieu en kosten, net als minder machinebewegingen of beter inspelen op het natuurlijk kapitaal. Vele onderzoeken naar adoptie benadrukken het belang van een positieve businesscase voor de boer als basis onder invoering (o.a. EIP-AGRI, 2015). Echter, wachten tot die businesscase voldoende helder is om de boer te overtuigen staat in de weg van dat de technologie nu al kan bijdragen aan de beleidsdoelen van de Rijksoverheid (en wellicht ook regionale overheden). Een versnelling in het vinden van die businesscase is dus in ieders belang: dat van de boer, de overheid, de industrie en de consument/burger. Het kan ook een beleidskeuze zijn om via overheidsstimulering en -maatregelen een hogere bijdrage aan de maatschappelijke doelen te leveren.



Figuur 7 Ranking van doelen en ambities (links) en projecten (rechts). De beleidsdoelen zijn gekleurd naar de mate van impact van precisielandbouw van hoog (donkerblauw) naar laag (lichtblauw). De maatschappelijke ambities met een hoge impact zijn oranje, met een lage impact geel. De onderwerpen zijn gerankt met een Likertschaal. De afstand op de assen is een benadering van de mate waarin een onderwerp of project zich op die as bevindt en is aangepast voor de leesbaarheid. De notie in welk kwadrant het zich bevindt, is primair relevant. Een lijst van projecten is als bijlage opgenomen.

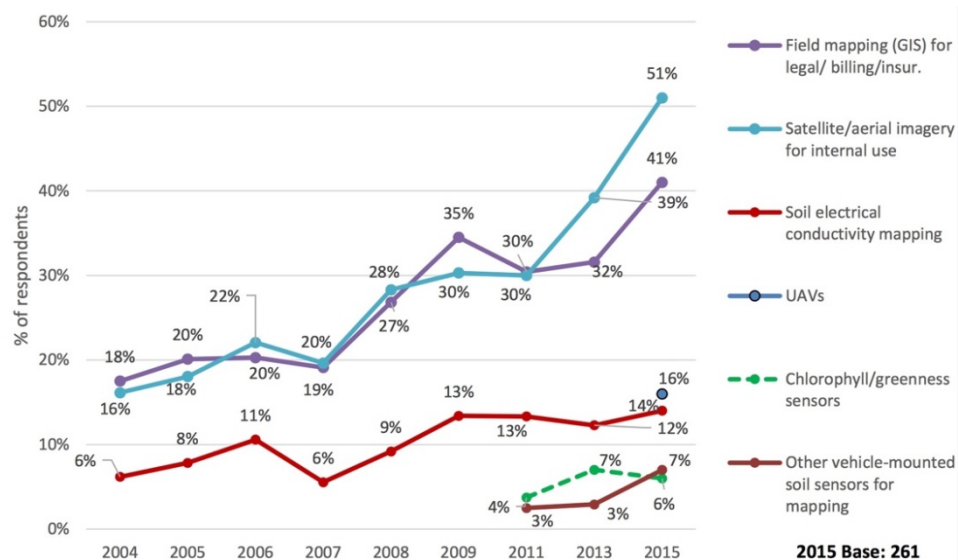
Het zit in het topsectorenbeleid besloten dat er gezamenlijke investeringen plaatsvinden op technologie en dat de implementatie en het brengen naar de markt aan de bedrijven is. Het is daarom van belang ook te kijken naar de adoptiegraad, die los van projecten een eigen ontwikkeling zal hebben. Dit wordt in de volgende paragraaf uitgewerkt.

5.2 Gebruik precisielandbouw door boeren

Boeren zijn in de eerste plaats ondernemers. In hun bedrijfsvoering zullen zij het toepassen van innovaties sterk laten afhangen van de balans tussen opbrengsten en kosten; hun businesscase. In deze studie is informatie bijeengebracht over het gebruik van technologieën en over de relatie tussen de inzet van technologieën en de bedrijfsgrootte. Middels enquêtes en interviews is de opinie gevraagd van boeren over factoren die stimulerend of belemmerend werken voor de inzet van precisielandbouw. Vervolgens is ingezoomd op de belemmerende factoren, omdat hierin mogelijk de meeste aanwijzingen zitten over het oordeel van boeren over hun businesscase.

5.2.1 Actuele toepassing van innovaties in de bedrijfsvoering

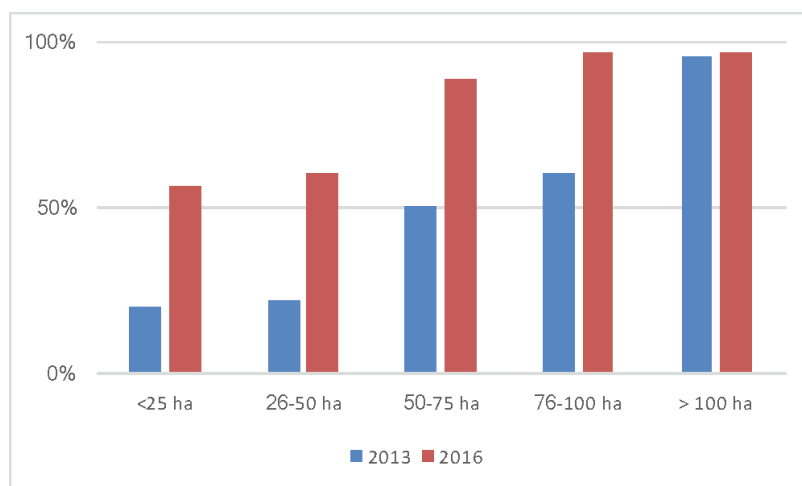
Het ontbreekt aan toegespitst onderzoek of geschikt cijfermatig materiaal om te kunnen aangeven in hoeverre in Nederland technologische innovaties worden toegepast in de bedrijfsvoering. Een van de toonaangevendste studies op het gebied van adoptie zijn de jaarlijkse enquêtes van Purdue University onder dealers van landbouwmachines in de VS (Erickson, B., & Widmar, D. A., 2015). Door de tijdreeks geeft het een mooi overzicht van de adoptie. Zij hebben het adoptietempo, en met name de verschillen daarin voor diverse technieken, in kaart gebracht (**Figuur 8**).



Figuur 8 De groei van gebruik van plaats-specifieke technologieën in de USA (Erickson & Widmar, 2015).

De auteurs schatten in dat dit beeld qua groei voor Nederland ook opgaat en in accenten verschilt. Daartoe zijn verschillende aanwijzingen. In 2013 heeft het FP7 project UNIFARM met ZLTO een enquête gehouden onder haar leden. Daaraan werkten 240 boeren mee. In 2016 is een aantal van deze vragen opnieuw gesteld aan boeren in interviews met boeren en in een enquête van LTO en WUR. Deze enquête is begin 2017 nogmaals uitgezet. Hierop zijn tezamen 247 reacties binnen gekomen van akkerbouwbedrijven (143, inclusief 25 loonwerkers) en veehouderijen (94). Daarnaast hebben in het kader van een Europese studie interviews plaatsgevonden tijdens de Aardappeldemodag (31 augustus 2016) en de AgroTechniek Holland-beurs (7-10 september 2016). Er zijn 177 interviews afgenomen met akkerbouwers.

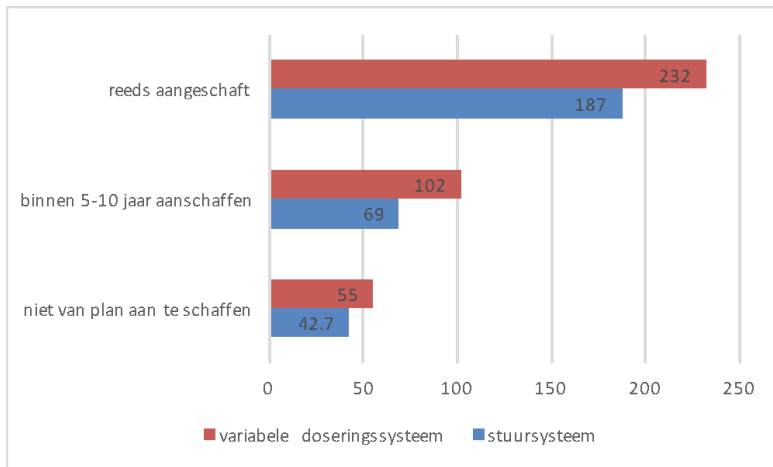
Uit de enquête blijkt dat in de afgelopen jaren het gebruik van stuurautomaten is toegenomen. Ook bij de kleinere akkerbouwbedrijven zijn nu meer stuursystemen in gebruik.



Figuur 9 Percentage bedrijven dat stuursystemen gebruikt, per bedrijfsgrootte-klasse in [ha].

De grote bedrijven hebben duidelijk meer stuursystemen dan de kleinere bedrijven. Van de groep bedrijven groter dan 50 ha heeft in 2016 88-98% een stuursysteem. In 2013 was dat nog 50-97%.

Voor 2016 blijkt dat de gemiddelde bedrijfsoppervlakte in Nederland van bedrijven met stuursystemen 187 ha bedraagt. De bedrijfsgrootte van bedrijven met een variabel doseringssysteem is 232 ha (zie **Figuur 10**). De bedrijven die voorlopig niet de focus hebben op precisielandbouwtechnologie zijn gemiddeld het kleinst.



Figuur 10 Gemiddelde bedrijfsgrootte in ha van akkerbouw bedrijven per adoptie categorie van stuursystemen en variabele doseringssystemen.

5.2.2 Innovatie en de invloed op de businesscase

Al sinds het begin van de precisielandbouw werd er veel verwacht van de mogelijkheden om aan de steeds strenger wordende eisen van afnemers, consumenten en overheid te voldoen en tegelijkertijd kwaliteitsverbetering van landbouwproducten en tot grotere efficiëntie van de verwerking te komen. De introductie van precisielandbouw houdt dan ook een 'grote' innovatie in, dat wil zeggen dat het niet alleen gaat om investeringen in werktuigen, sensoren en computerapparatuur, maar veel meer om een systeemverandering, een andere manier van omgaan met gewassen, percelen, werktuigen en vooral ook met variatie en informatie (Janssens en Smit, 2000). En ook toen al werd geconstateerd dat de opkomst van precisielandbouw achterblijft vergeleken met wat mogelijk en wellicht ook wenselijk zou zijn (zie ook paragraaf 5.1). Er zijn sinds die tijd grote stappen gezet in bewustwording en de erkenning van technologie als *game changer*. Ook zijn er in specifieke gebieden grote technische sprongen gemaakt. En ook het bewustzijn over precisielandbouw is in Nederland zeer hoog; gebruikers en niet-gebruikers van de technologie zijn het er over eens dat precisielandbouw voordelen biedt. Ze verschillen echter qua mening over het rendement en de te verwachten terugverdientijd.

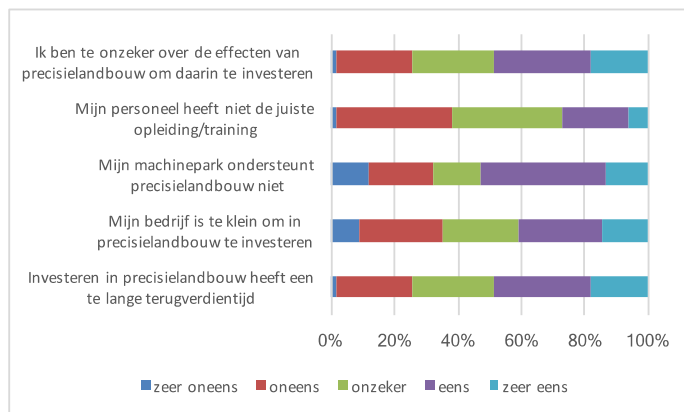
Voor een goede businesscase worden de opbrengsten afgezet tegen de kosten en investeringen. De opbrengsten zijn in eerste instantie financieel ten aanzien van kostenbesparing van de productie, maar daarnaast zijn er ook steeds meer indirecte aspecten die een positieve businesscase kunnen opleveren. De volgende elementen hebben een bijdrage aan de businesscase:

- Betere prijs krijgen voor producten;
- Teeltrisico's zo veel mogelijk vermijden/beheersen;
- Meer houvast krijgen op gewasgroei door met o.a. sensoren 'evidence' te verzamelen om besluitvorming op te baseren;
- Het aantoonbaar maken van duurzame productie, voor het behouden of verkrijgen van de *License to Operate*;
- Verhoogde efficiëntie;
- Verminderen inputs en daarmee naast kostenefficiëntie ook een schonere landbouw.

5.2.3 Onzekerheid over een positieve businesscase

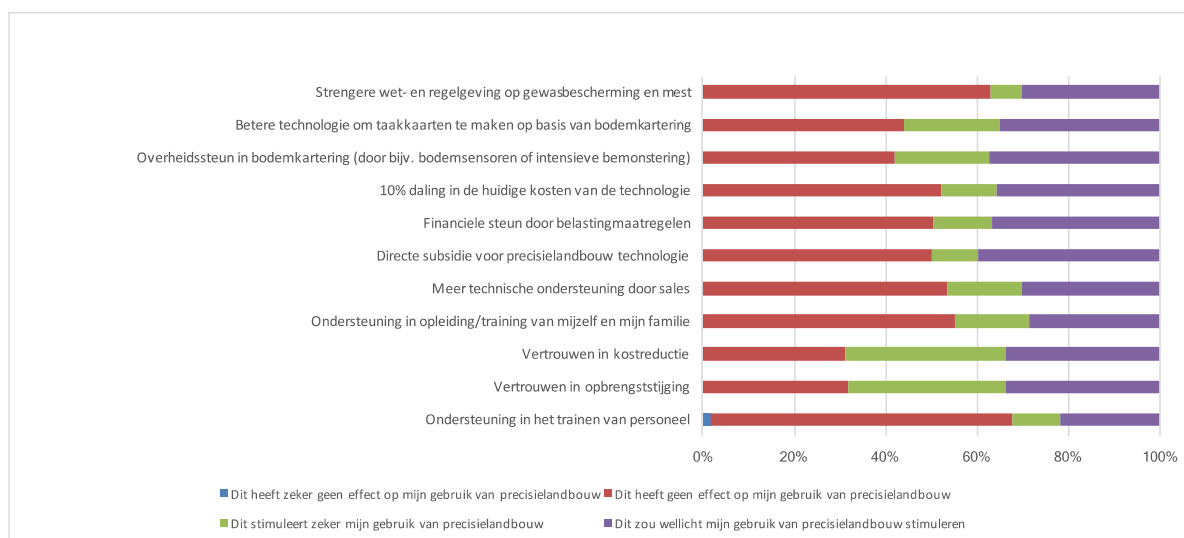
De effectiviteit van precisielandbouw kan sterk verbeterd worden door het wegnemen van barrières voor implementatie. In de sector heerst een brede consensus dat de adoptie van de precisielandbouw achterblijft. In de woorden van de CEMA: "Yet while the development potential is doubtless high, digital progress in agriculture has been slow. So far, the sector lags greatly behind in becoming 'the next digital champion' – as recently envisaged by the European Commission: overall adoption and penetration rates of agricultural software solutions are slow and much lower than predicted, and digital system's capabilities are often underutilised on the farm." (CEMA, 2016).

Hiervoor is een aantal oorzaken aan te wijzen. In 2016 is in de enquêtes en interviews gevraagd naar de mening over 5 stellingen van niet-adopters van precisielandbouwtechnologie. **Figuur 11** geeft de antwoorden weer. Er zijn geen duidelijke uitschieters. Niet-adopters geven aan dat hun machinepark momenteel niet klaar is voor precisielandbouw, maar vooral dat ze onzeker zijn over de effecten van precisielandbouw en dat ze verwachten dat er een te lange terugverdientijd aan zit.



Figuur 11 Opinie van niet-adopters over 5 stellingen.

Ook in 2013 waren de boeren onzeker over de terugverdientijd en de grootte van het bedrijf. In die enquête gaven velen ook aan te wachten totdat de precisielandbouw zich bewezen heeft. In 2016 gaven boeren aan wat zij van bepaalde overheidsmaatregelen zouden vinden (**Figuur 12**). Economische motieven (vertrouwen in kostenreductie, vertrouwen in opbrengststijging) voeren daarin de boventoon. Een overheid zou daarin dus boeren kunnen ondersteunen om meer precisielandbouw in gebruik te krijgen.



Figuur 12 Opinie van boeren (adopters en non-adopters) over overheidsstimulering van precisielandbouw.

5.3 Barrières voor adoptie van precisielandbouw

Door de jaren heen vinden onderzoekers dat het gebruik van precisielandbouw, of beter gezegd, de transitie naar precisielandbouw, achterblijft bij wat mogelijk en wenselijk is. Echter, gedegen onderzoek naar de drijfveren of de afwezigheid daarvan ontbreekt of is niet kwantitatief. Een vergelijking tussen landen in Europa of wereldwijd naar het gebruik van precisielandbouw is ook niet voorhanden. Studies naar de adoptie van precisielandbouw zijn meestal vrij beperkt. De belangrijkste geconstateerde barrières zijn echter samen te vatten als drie voornaamste redenen waarom boeren niet in precisielandbouw investeren: ze vinden het té complex, het rendement is onduidelijk/moeilijk te overzien en men heeft grote moeite met dataopslag en beheer. In een discussie met experts op de eerste expertmeeting zijn de barrières die in verschillende studies genoemd worden, betrokken op de Nederlandse situatie. Hieruit is onderstaande klustering van voornaamste barrières gekomen.

5.3.1 Complexiteit

De precisielandbouw is een uitgebreid en complex technologisch kader waarin een gebrek aan interoperabiliteit het maken van keuzes lastig maakt. Al dan niet bewust, creëert de keuze voor een bepaald merk of lijn een *lock-in*. Met name het ontbreken van interoperabiliteit tussen componenten, zowel van verschillende merken en van hard- en software levert veel onduidelijkheid op. Dit wordt soms aangewakkerd door leveranciers om concurrenten te weren.

Het vergt naast investeringen in technologie ook een investering in kennis om precisielandbouw rendabel toe te passen. Boeren moeten de technologie kunnen plaatsen en beoordelen in hun eigen context om hun weg te vinden in het woud van mogelijkheden. In een onderzoek naar adoptiebarrières in Duitsland kwam naar voren dat er een grote kennisleemte is tussen ontwikkelaars en boeren en dat communicatie tussen beiden onvolledig is (Busse et al. 2014). In Canada vond men dat het gebrek aan compatibiliteit van technologieën (hardware onderling, hardware-software, software onderling) in combinatie met de expertise van de boer een adoptiebarrière opwerpt (Aubert et al. 2012). Verder zijn weinig boeren ICT-specialisten en eigenlijk is dat wel wat er op dit moment nog nodig is. De huidige kennispositie in de sector ten aanzien van de technologie is een adoptiebeperking die een behoorlijke impact heeft op het keuzeproces en op de uitvoering.

5.3.2 Rendement asymmetrie

Het economisch rendement is een belangrijk aspect bij elke investering: wat levert het op? Veel studies tonen besparingen van 10-30% op inputs of arbeid. Wanneer de kosten en investeringen in beeld gebracht worden, verdampt het grootste deel van het economisch rendement. Het niet kunnen vaststellen van het rendement en de onzekerheid over terugverdientijd in combinatie met de hoogte van de investering is voor veel boeren een reden tot uitstel. Een verlaging van de investeringen zal bijdragen aan de adoptie (Fountas, 2005).

Ook belangrijk is de huidige asymmetrie in kosten en baten: terwijl de businesscase voor de boer nog heel erg broos is, tekent zich bij leveranciers, afnemers en andere agrofoodorganisaties een duidelijke meerwaarde af. Met name op het vlak van de intensieve informatievoorziening wordt de echte waarde pas later gegenereerd, bij de vertaling van data naar managementadviezen of het integreren van data om ketenprocessen te optimaliseren. Hierdoor vallen de baten van investeringen in precisielandbouw eerder bij hen dan bij de boer. Als het gaat om de investeringen in technologie ten behoeve van de *resource efficiency* en productiviteitsverhoging is het duidelijk dat de boer daar een voordeel bij heeft. In dat geval zijn de schaal en aard van het bedrijf maatgevend voor de terugverdientijd. De investeringen bij de boer zijn ook interessant voor bedrijven die door de schaal van invoering en het perspectief over bedrijven heen relevante analyses kunnen plegen. Hierdoor ontstaat een informatieasymmetrie, wat een verschuiving in de relatie tussen bedrijf en boer betekent. De asymmetrie in rendement die hierbij hoort, voelt bij veel boeren als onterecht en bedreigend voor de eigen autonomie in de bedrijfsvoering.

5.3.3 Ontbrekende modellen voor databeheer en -bescherming

De derde hoofdreden is het ontbreken van goede modellen voor databeheer en -bescherming. Boeren hebben doorgaans niet veel vertrouwen in internetdataopslag (Busse, 2014). Boeren zijn als ondernemers beducht voor ongewenste bemoeienis van derden met de kennis die zij door precisielandbouwtechnologie van het bedrijf en de bedrijfsvoering (kunnen) verkrijgen. In vele rapporten wordt aangegeven dat de boer eigenaar van zijn data wil zijn. Machinefabrikanten die hun systemen steeds meer met sensoren uitrusten, doen dat in eerste instantie voor het monitoren van de performance van het systeem en om tijdig in te kunnen spelen op bijvoorbeeld onderhoudsbehoefte of productverbetering. Deze informatie kan ook gebruikt worden om inzicht in de bedrijfsvoering te krijgen, zoals de dieergegevens die door melkrobots worden verzameld of de bodemweerstand bij ploegen. Ook het data-eigenaarschap van de inzet van drones en satellieten is vaak onduidelijk. Big Data gedijen in een omgeving waar veel en veelzijdige informatie verzameld wordt. Dit wordt als een enorme impuls gezien in de ontwikkeling van maatwerk advies. Het borgen van de *bedrijfsprivacy* is daarbij een enorme uitdaging.

5.4 Beperkende wet- en regelgeving

Wet- en regelgeving wordt door de experts niet naar voren gehaald als een belangrijke barrière voor adoptie. Dit heeft onder andere te maken met dat systemen/apparaten die niet aan wet- en regelgeving voldoen, niet op de markt komen. Drones zijn hierop een uitzondering: wet- en regelgeving is hierbij eerder beperkend voor de ontwikkeling dan voor de adoptie. Het concept achter de precisielandbouw wordt echter wel beperkt door de regelgeving. Dit wordt hieronder uiteengezet.

5.4.1 Gewasbescherming

De *Verordening toelating gewasbeschermingsmiddelen* stelt regels voor de toelating en het op de markt brengen van gewasbeschermingsmiddelen, het gebruik en de controle ervan. Aanvullend stelt de *Richtlijn duurzaam gebruik pesticiden* een kader voor een duurzaam gebruik van gewasbeschermingsmiddelen⁷. Het College voor Toelating van Gewasbeschermingsmiddelen en Biociden (CTGB) publiceert de actueelste informatie over wettelijk toegestane middelen. De taak van het CTGB is om volgens internationale afspraken en in de wetgeving verankerde criteria te beoordelen of gewasbeschermingsmiddelen en biociden veilig voor mens, dier en milieu zijn. Ook beoordeelt het CTGB of de middelen werkzaam zijn. Op grond van deze beoordeling besluit het college of het middel in Nederland verkocht én gebruikt mag worden. Daarbij worden ook duidelijke voorschriften verplicht gesteld die minimaal op het etiket moeten worden gezet⁸.

Ook in de precisielandbouw moet rekening gehouden worden met werkvoorschriften van het CTGB. Deze maken echter een bepaalde aanpak, zoals ten aanzien van dosering en aantal maal toedienen, ongeschikt voor precisielandbouw en geven ondernemers een gevoel van beperking. Een andere belangrijke barrière is de moeizame beschikbaarheid van actuele regels (de dynamiek daarin is soms hoog) voor digitale systemen. Dit is al jarenlang onderwerp van overleg tussen college, sector, fabrikanten en overheid, maar tot op de dag van vandaag een ergernis voor de boeren. Ook innovatieve bedrijven die actief zijn in de precisielandbouw, bijvoorbeeld met sensoren en adviessystemen, ondervinden hinder van de wijze waarop het geregeld is.

Nederland kent als uitwerking van de Europees richtlijn Duurzaam gebruik een 'Nee, tenzij beleid' ten aanzien van toepassingen van gewasbeschermingsmiddelen vanuit de lucht. Praktisch gezien worden er in Nederland geen toepassingen meer uitgevoerd met spuitvliegtuigen.

Binnen het landbouwbedrijfsleven wordt momenteel nationaal en internationaal gewerkt aan precisietoepassingen die vanuit de lucht plaatsvinden met drones. Onduidelijk is of het huidige beleid en de wetgeving voldoende rekening houdt met deze nieuwe toepassingen vanuit de lucht en of dit

⁷ Bron: Nederlands Actieplan Duurzame Gewasbescherming 2013-2018.

⁸ Website www.ctgb.nl.

wenselijk is. Hiertoe moet natuurlijk wel aangetoond worden dat drones niet de bekende negatieve aspecten van de ouderwetse spuitvliegtuigen kennen.

5.4.2 Meststoffen

Het mestbeleid in Nederland is gebaseerd op de Nitraatrichtlijn. In deze richtlijn zijn afspraken gemaakt over de hoeveelheid nitraat die is toegestaan in het grond- en oppervlaktewater. Vanuit de omgeving geredeneerd is de landbouw een bron van nutriënten, en nitraat in het bijzonder, met name door verliezen van niet opgenomen meststoffen. Het mestbeleid kent daarom gewas-specifieke gebruiksnormen voor de hoeveelheden stikstof en fosfaat uit alle meststoffen die toegepast mogen worden bij de teelt van gewassen. Binnen deze normen kan de agrariër zelf een verdeling maken over zijn percelen. Dit komt tegemoet aan een van de uitgangspunten van de precisielandbouw, het zgn. *'site specific management'*. Door rekening te houden met de opname van meststoffen door het gewas en de voorraad daarvan in de bodem, wordt de benodigde hoeveelheid toegediend. Dit kan binnen de geldende plafonds van de gebruiksnormen. Er zijn dit jaar nieuwe equivalente maatregelen gepubliceerd die extra ruimte geven voor bedrijven met teelten met bovengemiddelde opbrengsten⁹. Dit geldt voor opbrengsten van het hele bedrijf en houdt nog geen rekening met teelten en percelen waarbinnen plaats-specifiek extra bemest kan worden zonder extra verliezen naar grond- en oppervlaktewater.

5.4.3 Drones en robots

Het gebruik van drones als sensor van gewas en bodem valt onder de luchtvaartwet. De regelgeving voor het vliegen van drones is ingestoken vanuit veiligheid, met name om de risico's op onderlinge aanvaringen te voorkomen en om de impact van een crash te minimaliseren. De regelgeving wordt echter op het platteland en in de landbouw als beperkend ervaren. Uit een overleg met bedrijven die momenteel actief zijn met drones in de landbouw kwamen de volgende regels als beperkend naar voren (persoonlijke communicatie, agrodrones overleg):

- Beroepsmatig gebruik kent een aantal beperkingen die strenger zijn dan recreatief gebruik van drones;
- De veiligheidsmaatregelen staan niet in verhouding tot de risico's in de landbouw;
- Volledig autonoom vliegen is uitgesloten (er moet altijd een waarnemer/piloot zijn, hetgeen kostenverhogend werkt);
- De vliegbeperking, m.n. het zgn. zichtvliegen of *within visual line of sight (VLOS)*, is in de praktijk begrensd op 500 meter, waardoor percelen niet in 1 keer gevlogen kunnen worden;
- Afstandscriteria tot 80 km/u wegen in het buitengebied maakt randen slecht karteerbaar;
- Afstandscriteria tot bewegende voertuigen;
- Agrarisch land in de nabijheid van luchthavens (de zgn. CTR's) waar vliegen verboden is.

De ontwikkeling van drones als vliegende tractor raakt steeds meer in de belangstelling. De eerste toepassing is het spuiten met gewasbeschermingsmiddelen. De drone vliegt dan vlak boven het gewas. Ook dit valt onder de luchtvaartwet. Daarnaast staat in het 'Besluit Gewasbeschermingsmiddelen en biociden (BGb)' het volgende:

Art 29 Toepassen met luchtvaartuigen

1. Het is verboden een gewasbeschermingsmiddel met behulp van een luchtvaartuig toe te passen, met dien verstande dat Onze Minister van dit verbod vrijstelling kan verlenen in verband met een bedreiging van de plantaardige productie als bedoeld in artikel 38, eerste lid, van de wet. Artikel 38, tweede tot en met vijfde lid, van de wet, is van overeenkomstige toepassing.
2. Het is verboden een biocide met behulp van een luchtvaartuig toe te passen, met dien verstande dat Onze Minister van dit verbod vrijstelling kan verlenen in verband met een niet op andere wijze te bestrijden gevaar als bedoeld in artikel 46, eerste lid, van de wet.
3. Onze Minister kan bij ministeriële regeling regels stellen voor de wijze waarop en de voorwaarden waaronder een gewasbeschermingsmiddel of een biocide met behulp van een luchtvaartuig wordt toegepast.

⁹ Uitvoeringsbesluit Meststoffenwet, dd. 7 april 2017, staatscourant 165-2017.

Voor autonome robots is de wetgeving hiervoor ontoereikend. Er is hier sprake van een *regulatory gap* (Steijn et al. 2016): Omdat de technologische ontwikkelingen zo snel gaan, loopt wet- en regelgeving, waarbij aanpassingen vaak via een langdurend proces worden doorgevoerd, achter.

Voor autonome voertuigen in de landbouw zijn in eerste instantie twee richtlijnen betrokken, namelijk 2003/37/EG Trekkerrichtlijn, voor het voertuig, en 2006/42/EG Machinerichtlijn voor het werktuig. Deze twee richtlijnen zijn samen geldend wanneer er autonome robots ontwikkeld worden: in de Machinerichtlijn staat dat deze richtlijn niet van toepassing is op land- en bosbouwtrekkers voor de risico's die door de Trekker-richtlijn worden gedekt. De Machinerichtlijn hanteert een zogenaamde "Nieuwe Aanpak"-richtlijn. Het accent van de richtlijn ligt op de veiligheids- en gezondheidseisen waaraan machines moeten voldoen en niet op de technische specificaties van de machine. De verantwoordelijkheid voor de veiligheid van het product wordt bij de fabrikant neergelegd. De Machinerichtlijn geeft aanknopingspunten voor de veiligheid van autonoom opererende systemen, omdat een risicoanalyse en het daarop afstemmen van de veiligheid de pijlers van deze richtlijn zijn. Bij de Machinerichtlijn vormt het benoemen van 'beoogd gebruik' en 'redelijkerwijs voorzienbaar verkeerd gebruik' een eerste stap op weg naar geïntegreerde veiligheid (Heijting et al. 2013).

Indien een trekker (of drone) een spuit draagt, verplicht Richtlijn 2009/127/EG 'Machines voor de toepassing van pesticiden' ertoe dat er ingegrepen moet kunnen worden in de bespuiting mocht dat nodig zijn. Als een trekker met spuit onbemand opereert, zal er dus sprake moeten zijn van realtime supervisie van het proces (Heijting et al. 2013).

De toepassing van autonome drones en robots is bij wetgeving onvoldoende geregeld. Semiautonom met een veldrobot, dus onder toezicht, is al mogelijk onder de huidige regelgeving. Dit vereist dus altijd een waarnemer of toezichhouder die kan ingrijpen wanneer nodig.

5.4.4 Duurzaamheid

De Autoriteit Consument en Markt (ACM) heeft de afspraken tussen ondernemers om op duurzame wijze te produceren en de producten op de markt te brengen, betiteld als kartelvorming (NRC 28 februari 2017, *Trekken aan een Duurzame Kip*). Dergelijke afspraken zouden eerlijke concurrentie beperken. De oorzaak zit in het feit dat de zgn. externaliteiten (niet gecompenseerde, door derden gemaakte kosten of geleden schade als gevolg van een economische activiteit, Wikipedia) niet worden meegenomen in de economische overweging en daarmee dus geen *level playingfield* geven. Terecht dat de ACM waakt over de consequenties van handelen voor de consument. Het maakt echter het ontwikkelen van duurzaamheidsinitiatieven lastiger. Ook de invoering van precisielandbouw als middel om in duurzamere ketens te produceren kan dus in conflict komen met de Mededingingswet.

5.5 Conclusies

In dit hoofdstuk is gekeken hoe de investeringen, de adoptie en de belemmeringen daarin voor precisielandbouw zich verhouden. Uit de analyse van gefinancierde projecten blijken deze vooral gericht op technologische vernieuwing en de efficiëntie van de productie. Er is nog onvoldoende aandacht in projecten voor de transitie en beleidsdoelen gerichte aspecten, en dat terwijl de benutting van precisielandbouw bijdraagt aan verschillende beleidsdoelen. Hierdoor zou een kleine verschuiving van fondsen en projectactiviteiten al een enorme impact kunnen hebben.

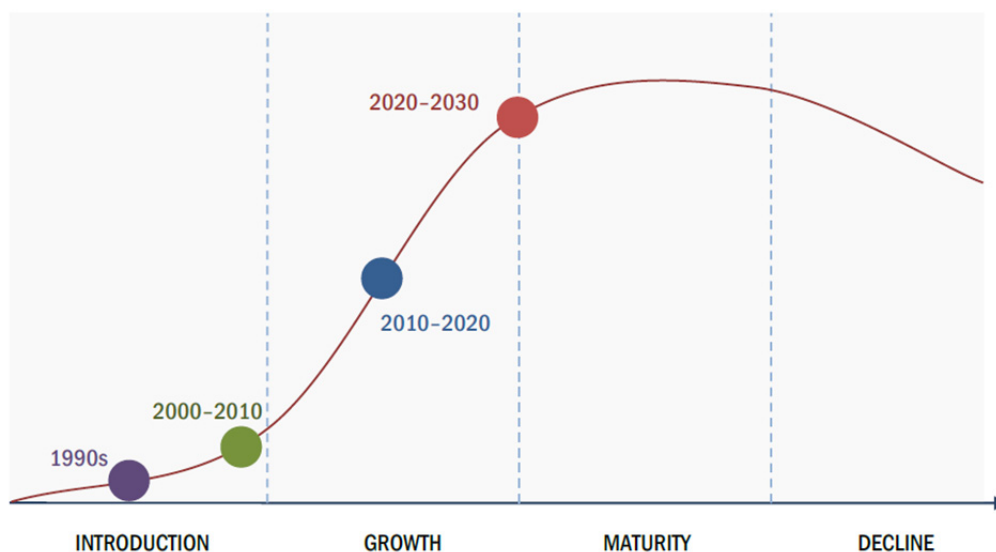
De belangrijkste belemmeringen zijn de complexiteit, de rendementsasymmetrie en ontbrekende geaccepteerde modellen voor databeheer. Werken aan deze belemmeringen leidt tot een verhoging van de adoptie. Wet- en regelgeving wordt niet als zeer beperkend ervaren, toch kan deze de innovatie in de weg zitten. Hier moet de overheid scherp op blijven.

6 Systeemanalyse van de innovatie in de landbouw

In het voorgaande hoofdstuk is naar verschillende aspecten van de precisielandbouw gekeken. Om de samenhang tussen die verschillende aspecten te duiden, wordt een beschouwing op een hoger abstractieniveau gebruikt. Daarom wordt in dit hoofdstuk nader ingegaan op het systeem van innovatie in de landbouw. Hiermee wordt de samenhang in het innovatie-ecosysteem bekeken en eventuele zwakke schakels daarin benoemd.

6.1 Innovatie als systeem

Er gaat vaak nogal wat tijd overheen voordat technologische ontwikkelingen tot de gangbare praktijk horen. Dit is met precisielandbouw niet anders. **Figuur 13** toont de Life Cycle Analysis voor precisielandbouw, zoals voorgesteld in Duitsland. Nieuwe technologie doorloopt een levenscyclus met verschillende fasen. De introductiefase gaat vooral over technologische vernieuwingen en over inventies. De groeifase kenmerkt zich door een toenemende vraag en adoptie van de technologie in de gangbare praktijk. Dit leidt tot standaardisatie van het product en van de productietechnologie. Vernieuwingen (o.a. mechanisatie) hebben tot doel de kosten te verlagen. In de rijpeidfsfase neemt de omvang van de productie niet verder meer toe. Innovaties richten zich op productdifferentiatie en verbetering van de producten. Ten slotte in de neergangsfase nemen de verkopen van het bestaande product af. Deze valt meestal samen met de introductie en groei van een volgend product. Op deze curve zit de precisielandbouw in de groeifase. Volwassenheid wordt verwacht rond 2030.



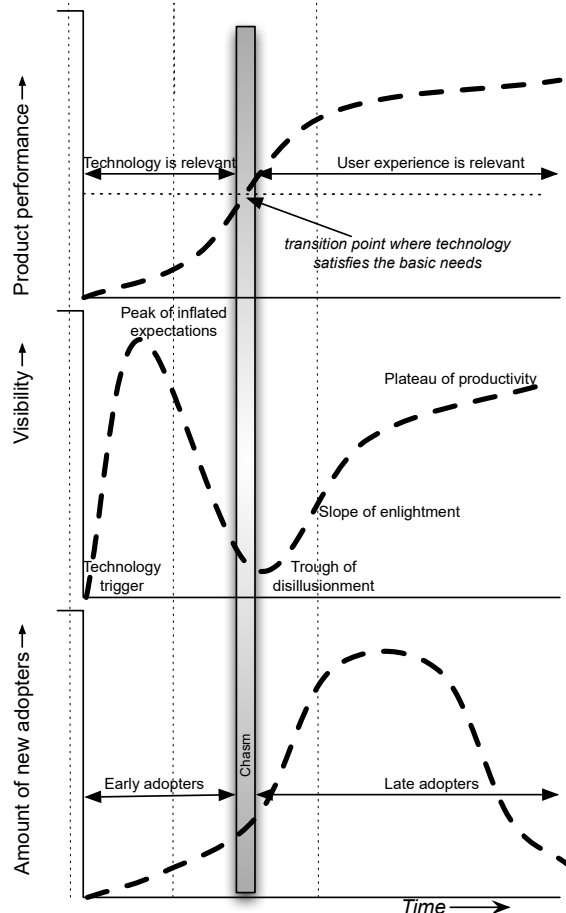
Figuur 13 Life Cycle Analysis van precisielandbouw (Johannes Sonnen, DKE).

Deze eenvoudige curve laat zien dat initiatieven en ontwikkelingen in de precisielandbouw sinds de jaren negentig in de komende jaren in de markt komen. Deze cyclus is in retrospectief neergezet. In de jaren negentig had men een veel snellere en omvangrijkere adoptie van de technologie verwacht.

De adoptie van technologie van precisielandbouw is echter cruciaal om in Nederland de vruchten daarvan te plukken, zowel economisch, milieukundig en maatschappelijk. Adoptie is een veelbekeken proces, alhoewel er weinig literatuur over te vinden is die op de Nederlandse landbouw van toepassing is. In de algemene literatuur is veel te vinden over technologische innovaties en hoe dat doordringt in de gangbare praktijk. **Figuur 14** toont vier bekende modellen in onderlinge samenhang. Deze

modellen geven alle aan dat succesvolle innovaties door een aantal fasen gaan, waarvan de vertaling van uitvinding naar marktintroductie de moeilijkste is, ook wel de 'valley of death' voor innovaties genoemd. Als we de Duitse analyse volgen, zitten we nu midden in deze fase, waarin we dus van 'early adopters' naar 'majority' gaan, van disillusionment naar productivity en van techno-driven naar user-driven. Het 4D-model (Discovery, Definition, Development en Delivery) beschrijft dat in elke fase andere partijen de regie nemen en andere rollen de boventoon voeren. Het is een vaak kostbare fase met minder zichtbare activiteiten, zoals het introduceren van technologie in fabricages, standaardisaties, keuringsaspecten etc.) waar nog weinig verdiend kan worden. Het is daarom interessant om de innovatie ook als systeem te bekijken. In de volgende paragraaf wordt de ontwikkeling van de precisielandbouw vanuit een systeemperspectief beschouwd.

Discovery Definition Development Delivery



Figuur 14 Bekende modellen uit de innovatieadoptie. Van onder naar boven: 3 grafische modellen Rogers Diffusion of Innovations (onder), Gartner's Hype Cycle (midden), en Norman boven) en het 4D-model van Roth).

6.2 Methodiek voor analyse van het systeem

Voor een aantal innovatieprogramma's is een monitoring en analysemethode ontwikkeld op basis van de theorie van het Technologisch Innovatie Systeem (Hekkert et al. 2011). Die methode maakt het mogelijk om vooral de voortgang en effectiviteit van innovatieprogramma's in beeld te brengen. De auteurs beschouwen daarbij de precisielandbouw als een innovatieprogramma. Ook al is er geen concreet innovatieprogramma precisielandbouw, de verschillende initiatieven van de Topsector Agri&Food kunnen wel als zodanig beschouwd worden, omdat dit wel past bij de kenmerken van dergelijke programma's:

- Langetermijnambities en -doelstellingen (op het gebied van milieu, welzijn, economie).

- Innovatie als voornaamste middel om deze ambities en doelstellingen te bereiken.
- Beleid wordt gericht op het scheppen van voorwaarden voor dergelijke innovatieprocessen.
- Beleid wordt gestuurd door diverse actoren (overheid werkt samen met markt).

Een soortgelijke analyse is eerder voor het Programma Precisie Landbouw (PPL) uitgevoerd.

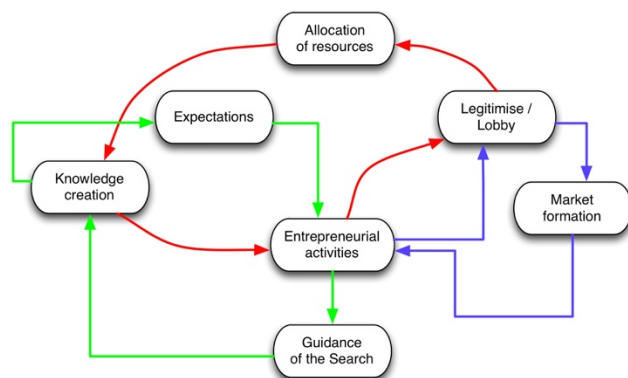
De methode, de Reflectieve Monitoring, hanteert een werkwijze die rekening houdt met de kenmerken van complexe innovatieprocessen. De methodiek is geschikt voor het creëren van inzicht, overzicht en handelingsperspectief (Reflectieve Monitoring van Innovatieprogramma's en Innovatiesystemen – Instructiehandboek, R. Suurs e.a. 2011). De Reflectieve Monitoring bouwt voort op wetenschappelijk onderzoek naar innovatiesystemen. Dit laat zien dat het succes van innovaties niet alleen wordt bepaald door de technologische en economische karakteristieken, maar ook door de kwaliteit van de interacties binnen het systeem van actoren (bedrijven, overheden, kennisinstellingen, maatschappelijke groepen), instituties (regels, wetten, routines) en technologieën. In een goed werkend innovatiesysteem zijn de verschillende elementen (actoren, instituties en technologieën) min of meer op elkaar afgestemd. Bij systeeminnovaties is het vaak zo dat deze interacties nog nauwelijks bestaan. Het innovatiesysteem is dan nog in ontwikkeling.

Bij het analyseren van een innovatiesysteem hanteert de Reflectieve Monitoring de zogenaamde 'functionele' benadering. Deze benadering biedt een dynamische zienswijze door innovatieprocessen te belichten vanuit een zevental systeemfuncties, ofwel sleutelprocessen. Deze systeemfuncties dienen voldoende sterk ingevuld te zijn om innovaties hun weg te laten vinden naar marktgerichte toepassingen. Voor iedere systeemfunctie kan worden ingeschat of deze voldoende sterk is ingevuld. Dit gebeurt door krachten en belemmeringen te benoemen.

De opbouw van een innovatiesysteem komt in een versnelling wanneer de systeemfuncties elkaar versterken. Voor zo'n samenspel van elkaar versterkende systeemfuncties is het woord innovatiemotor geïntroduceerd. Er zijn verschillende varianten van. Hier worden drie innovatiemotoren gehanteerd:

- kennismotor (wetenschap leidend),
- de ondernemersmotor (ondernemerschap leidend) en de
- de marktmotor (marktordening/regulering leidend).

Figuur 15 geeft de samenhang van functies en de versterking in innovatiemotoren weer.



Figuur 15 Functionele componenten in het landbouw innovatie ecosysteem (naar Hekkert etc.), met de drie innovatiemotoren: Kennismotor (groen; wetenschap leidend), Ondernemersmotor (rood; ondernemerschap leidend) en de Marktmotor (blauw; marktordening/regulering leidend).

De systeemfuncties dienen voldoende sterk ingevuld te zijn, om innovaties hun weg te laten vinden naar marktgerichte toepassingen. Voor iedere systeemfunctie kan worden ingeschat of deze voldoende sterk is ingevuld. Dit doen we door krachten en belemmeringen te benoemen. De zeven functies zijn (Hekkert et al. 2007; Hekkert & Ossebaard, 2010):

Functie 1 – Ondernemers activiteiten: Ondernemers experimenteren met de technologie en kennis om commerciële kansen te exploiteren. Ondernemers kunnen bestaande of nieuwe bedrijven zijn, maar ook andere organisaties of individuen. Zonder ondernemers bestaat er eigenlijk geen innovatie. Zij durven de financiële risico's te nemen en proberen nieuwe kennis om te zetten in succesvolle producten of diensten.

Functie 2 – Kennisontwikkeling: Kennisontwikkeling en leerprocessen zijn drijfveren van het innovatieproces en essentieel voor het ontwikkelen van nieuwe producten en diensten. Dit kan zowel fundamentele kennis zijn, maar ook een nieuw inzicht ten aanzien van het combineren van verschillende, al bestaande kennisdomeinen.

Functie 3 – Kennisuitwisseling en -verspreiding: Verspreiding van kennis versnelt het kennisontwikkelingsproces en draagt bij aan positieve verwachtingen rondom een technologie. Het voorkomt dat het wiel telkens opnieuw uitgevonden dient te worden.

Functie 4 – Richting geven aan het zoekproces: Een innovatietraject wordt pas succesvol indien voldoende enthousiaste actoren het traject ondersteunen. Daarvoor is het belangrijk dat de richting van verandering duidelijk is gearticuleerd en aansprekend is. Verwachtingen spelen hierbij een belangrijke rol. "De functie richting geven aan het zoekproces slaat op het expliciet maken van wensen, behoeften en verwachtingen rond de nieuwe technologie door partijen in het innovatiesysteem" (Hekkert & Ossebaard, 2010). Omdat middelen beperkt zijn, moet een selectieproces bepaalde richtingen kiezen uit de variatie van technologische mogelijkheden, om deze verder te ontwikkelen. De selectie wordt gestuurd door de overheid, markt en industrie. Deze positieve of negatieve sturing wordt gegeven door verwachtingen van verschillende actoren, haalbaarheidsstudies, experimenten, maar ook beleidsdoelstellingen op nationaal en internationaal niveau (Suurs & Hekkert, 2005).

Functie 5 – Creëren van markten: Het bestaan van een markt is een essentiële voorwaarde voor het slagen van een nieuw product. Er zijn dus activiteiten nodig om in eerste instantie een kleine (niche) markt te creëren om in een later stadium een grotere markt te kunnen openen. Aangezien nieuwe innovaties vaak niet direct in staat zijn de competitie aan te gaan met de gevestigde alternatieven, is er ruimte nodig voor ontwikkeling. Soms kan het scheppen van kunstmatige marktcondities helpen om een markt te creëren voor de technologie en verdere ontwikkeling te faciliteren.

Functie 6 – Mobiliseren van middelen: Voor innoveren is financieel en menselijk kapitaal nodig. Veel goede ideeën stranden, omdat ondernemers niet in staat zijn voldoende (risico) kapitaal te bemachtigen. Radicaal andere innovatierichtingen vragen ook vaak om heel andere kennis en vaardigheden van personeel.

Functie 7 – Ondersteuning door belangengroepen: Bestaande sectoren met grote belangen zijn vaak goed georganiseerd en hebben veel invloed in beleidsprocessen. Om nieuwe opties een kans te geven, is het dan ook van groot belang dat lobbyactiviteiten plaatsvinden die ruimte creëren voor vernieuwing.

6.3 Analyse en conclusies

Er is een quickscan uitgevoerd op basis van de aanpak van de reflectieve monitoring. De aanpak is geweest:

- **Stap 1: Afbakening:** Gericht op de precisielandbouw in Nederland. Hierbij zijn 8 verschillende facetten gehanteerd en langs twee assen geprojecteerd:
 - Technologieën: op basis van de indeling uit H3.2.2 gaat het om positie/navigatie, teledetectie, reactieve handelingen en dataverwerking.
 - Impacts: Op basis van H4, kijken we naar de 4 impact velden te weten productiviteit en economische, milieukundige en maatschappelijke impact.
- **Stap 2: Omgevingsverkenning:** Deze stap levert de inhoudelijke component en brengt de stand van zaken in beeld. In dit rapport zijn daar de elementen voor gegeven. Op basis van de elementen

uit dit rapport is een beoordeling gegeven door de auteurs op de 8 facetten hierboven genoemd, voor de 7 functies van het Technologische Innovatie Systeem. Het resultaat daarvan is hieronder weergegeven.

- **Stap 3: Reflectie:** de beoordeling uit stap 2 is nader besproken. Belemmeringen en krachten worden nader geduid met expert kennis en waar mogelijk worden prioriteiten aangegeven. De analyse werd in de klankbordgroep op 24 maart 2017 besproken.

Op basis van de beschrijvingen in dit rapport zijn deze 7 functies gebruikt als een samenvatting van de stand van zaken van precisielandbouw. De scores zijn initieel door de auteurs gemaakt op basis van de geleverde informatie. De scores zijn door de experts nader besproken en becommentarieerd, wat het uiteindelijke beeld oplevert. **Tabel 1** geeft de beoordeling van het precisielandbouw innovatie-ecosysteem op basis van de 7 functies die in de reflectieve monitoring worden onderscheiden.

Tabel 1 Beoordeling van verschillende facetten van precisielandbouw op de 7 functies van het TIS.

	Experimenteren door ondernemers	Kennis-ontwikkeling	Kennis-uitwisseling	Richting aan het zoekproces	Creëren van markten	Mobiliseren van middelen	Legitimititeit / Ondersteuning belangengroepen
Technologieën							
• Positie /navigatie	3	5	4	3	2	3	4
• Teledetectie	2	3	3	4	2	3	2
• Reactieve handelingen	2	4	3	3	1	3	2
• Dataverwerking	1	3	2	2	1	2	1
Results							
• Productiviteit	4	5	3	5	4	3	4
• Economic impact	2	4	2	5	3	2	3
• Environmental impact	2	4	3	3	1	2	1
• Societal impact	1	1	1	1	1	1	1
	2	3,5	3	3	2	2	2

Scores: 1 = niet herkend; 2 = onvoldoende herkend; 3 = aanwezig; 4 = ontwikkeld; 5 = goed ontwikkeld.



Figuur 16 Stand van zaken in het innovatie-ecosysteem precisielandbouw. Afgebeeld zijn de analyse van 2010 (PPL) en van 2016 (dit project).

Figuur 16 geeft een grafische weergave van de totalen van de beoordeling van 2016 (in dit project) in vergelijking met de analyse van het Programma Precisie Landbouw in 2010.

In vergelijking tot 2010 trekt het beeld naar rechts, waarbij de kennis(technologische) ontwikkeling de dominante functie is. In 2010 werd opgemerkt dat de WUR met name te weinig kennis ontwikkelde op de interpretatie van meetresultaten. Nu is de waardering voor de kennisontwikkeling hoger. Ook de waardering voor de kennisuitwisseling is hoger dan in 2010, ondanks de constatering dat er nog veel eilandjes zijn en versnippering. Ook wordt het beleefd dat in 2016 meer sturing gegeven kan worden aan het zoekproces. De wijze van handelen in de topsectoren draagt hier waarschijnlijk aan bij. Het creëren van markten wordt in beide analyses als matig beschouwd. In 2010 werd er nog veel legitimiteit gewaardeerd. Dit heeft met de andere invalshoek van de studie te maken. PPL ging ook met name over productiviteit en efficiency, terwijl in dit project meer gekeken is naar de vraagstelling of en hoe precisielandbouw bijdraagt aan de maatschappelijke doelen. De legitimiteit en ondersteuning van belangengroepen op de thema's duurzaamheid, milieu en verantwoorde productie kan versterkt worden. Zoals in H5 ook al aangegeven, zit de kloof naar succesvolle implementatie in de moeilijke definiëring van de businesscase voor de boer, in combinatie met de grote complexiteit. De *framing* van precisielandbouw in de economische context (verdienmodellen) en niet in een van de andere twee pijlers van duurzaamheid (*people of planet*) is daarbij wellicht het meest remmende facet.

7 Expertbijeenkomsten

7.1 Inleiding

Er is de afgelopen tien jaar hard gewerkt aan precisielandbouw. De wetenschap heeft zich daarbij ook gericht op onderzoek naar het gebruik en de invoering van precisielandbouw. Er zijn diverse rapporten geschreven:

- Focusgroup Mainstreaming Precision Farming – (EC EIP Agro, 2015);
- The role of new data sources in Greening Growth – the case of Drones (OECD, 2015);
- Precision Agriculture: An Opportunity for EU Farmers—Potential Support with the CAP 2014-2020. (Zarco-Tejada, P.J. et al. 2014);
- European parliamentary Research Service. Scientific foresight study: Precision agriculture and the future of farming in Europe.(PE 581.892). STOA (2016);
- CEMA – website smart farming;
- Een verkenning naar toepassing van drones in landbouw en natuur: drijfveren, kansen en consequenties – (Wal van der, T. et al. 2016);
- Big data analysis for smart farming. Kempenaar, C. et al. (2016);
- De toekomst van digitale connectiviteit in Nederland, (Dialogic, 2016);

Al deze rapporten leveren specifieke kennis en conclusies. Met het oog op de toepassing en doorontwikkeling van precisielandbouw zijn de resultaten, in het bijzonder de aanbevelingen van deze studies, door experts beoordeeld op prioriteit en relevantie voor Nederland. Daarnaast is bekeken of er nog leemtes waren (zie voor de werkwijze bijlage 2; hierin staat ook een overzicht van de maatregelen die in bovengenoemde rapportages zijn voorgesteld). De betrokken experts zijn afkomstig uit de sector, agro-industrie, beleid en de wetenschap en zijn in december 2016 bij elkaar gekomen voor een gezamenlijke beeldvorming. De experts zijn gevraagd via discussie en inleving in elkaars positie de effectiefste en zinvolste maatregelen te selecteren (een optimale set).



7.2 Resultaten van de expertmeeting

De beoordeling van de experts levert een lijst op met maatregelen geprioriteerd naar urgentie en relevantie voor de Nederlandse landbouw. De volgende maatregelen zijn naar voren gekomen:

Industrie: Met name het ontwikkelen van businessmodellen voor het delen van data is van belang. Er zouden spelregels ontwikkeld moeten worden voor het gebruik van data voor modellen en ketentransparantie. Verder is samenwerken heel belangrijk om aan de ene kant koppelingen tussen software en hardware mogelijk te maken en aan de andere kant toe te werken naar standaardisatie.

Sector: Voor de sector is het van belang om toe te werken naar een platform waar de agrariër data kan bewaren en waar leveranciers applicaties kunnen aanbieden. Belangrijke actiepunten zijn een discussie over eigendom en gebruik van data en semantiek. Proeftuinen, mits eenvoudig opgezet, zijn belangrijk om te laten zien wat er mogelijk is en om agrariërs die nog twijfelen, over de streep te trekken. Verder zou breedband, ook in dunbevolkte gebieden, aangelegd moeten worden.

Wetenschap: Het belangrijkste voor de wetenschap is dat er kennis ontwikkeld wordt over het traject tussen data en toepassing (modellering, algoritmes ontwikkelen), daar zit een kennislacune en dat is op het moment het prangendst. Verder wordt de wetenschap gezien als de groep die ervoor moet zorgen dat onafhankelijke kennis geleverd wordt aan de sector. Ook semantiek wordt hier genoemd als een issue waar acties op nodig zijn. Robotisering wordt gemist als maatregel, maar verdient zeker aandacht.

Overheid: Voor de overheid heeft het stimuleren of mede organiseren van living labs en samenwerkingsnetwerken de grootste prioriteit. Ook staat de overheid aan de lat waar het gaat om het oplossen van knelpunten in wet- en regelgeving die innovaties belemmeren. Verder wordt het GLB als krachtig instrument gezien en zal nagegaan worden hoe het ingezet zou kunnen worden om precisielandbouw te stimuleren. Ten slotte wordt de overheid geadviseerd om na te denken over performance-indicatoren voor precisielandbouw.

7.3 Opmerkingen bij de optimale set maatregelen

Uit de discussie over de workshop resultaten met de experts kwamen de volgende opmerkingen:

Standaardisatie: De industrie werkt in allerlei verbanden aan standaardisatie, maar dat zijn doorgaans langdurige processen. Dit zijn bovendien zaken die in internationaal verband opgepakt kunnen worden. Het is denkbaar dat er een niche is waaraan de Nederlandse industrie specifiek kan bijdragen. Dit vereist nader onderzoek.

Living labs: vooral living labs kunnen een essentiële rol vervullen bij het overtuigen van mensen om met precisielandbouw aan de slag te gaan. Mensen willen eerst zien dat het kan en concrete cijfers hebben over wat ze eraan gaan verdienen voordat zij een beslissing nemen. Verder kan in of naast het living lab de voorhoede verder versterkt worden met pilots, naar analogie van het SER-advies over "versnelling duurzame veehouderij". De boeren die al wel met precisielandbouw aan de slag zijn, kunnen bijvoorbeeld worden ondersteund met een team die met de data analyseren en interpreteren. Het optimale Kennismodel bestaat uit de volgende componenten: de vragen uit de praktijk worden opgepakt en omgezet in experimenten, de experimenten worden geëvalueerd en (mede) bezien op de relaties of fricties met bestaande wet- en regelgeving. Aan de hand hiervan worden adviezen opgesteld voor een betere toepassing van de precisielandbouw en aanpassingen van wet- en regelgeving. Dat zou gestimuleerd kunnen worden door de living labs of pilots regelvrije zones te laten zijn, zodat er echt geëxperimenteerd kan worden. Het gaat dus niet om nog meer proeftuinen of living labs, maar in tegenstelling tot veel huidige initiatieven, veel meer om living labs die zich richten op de toepassing van de technologie.

De motivatie van de koplopers is dat ze zaken anders willen gaan doen, om op de langere termijn betere randvoorwaarden voor het voortbestaan van het bedrijf te hebben: *'License to Compete'*. Ze lopen er nu tegenaan dat het erg complex is. Er zijn veel vragen en het is moeilijk om antwoorden te vinden. In een pilot zou je een team met onafhankelijke experts vanuit verschillende domeinen betrokken willen hebben die via een platform snel en continu kunnen reageren op vragen.

Een model voor een effectieve manier van aansturing zou "een vereniging van eigenaren" kunnen zijn (een soort stuurgroep waarin verschillende partijen op hoog bestuurlijk niveau zijn vertegenwoordigd en die de kracht en het mandaat hebben om zaken op te pakken).

Opleiding: Het is door de toenemende toepassing van techniek wel steeds lastiger om zonder hbo-opleiding goed mee te kunnen komen. Hoewel het tegenwoordig gaat om *'life long learning'*, is het niet zo dat boeren geregeld terugkomen voor bijscholing. Ontwikkelingen gaan wel heel snel, dus bijscholing zou gestimuleerd moeten worden.

Door het achterblijven van opvolging van agrariërs lopen bedrijfsaantallen terug en worden de resterende bedrijven groter. Deze schaalvergroting vergroot de vraag dan wel noodzaak voor de toepassing van techniek en zorgt zo voor grotere budgetten. Schaalvergroting is dus zeker een stimulans, maar het is de vraag of daarin ook gestuurd moet worden.

8 Klankbordgroep

Vrijdag 24 maart vond de klankbordbijeenkomst plaats; deze is georganiseerd als onderdeel van deze studie. De klankbordgroep bestond uit bestuurders van organisaties die een belang hebben in de precisielandbouw en de adoptie daarvan. De deelnemers werd gevraagd naar een reactie op de studie, met name ook om het rapport te bespreken met de sector en de terugkoppeling ook weer hierin te verwerken. Daartoe had men een uittreksel van het rapport ontvangen. Na een inleidende presentatie over de resultaten volgde een reflectie door em. prof. Herman Wijffels. Daarna had eenieder de gelegenheid om op onderdelen van de studie in te gaan en te discussiëren. De hieronder genoemde punten vatten de discussies in de klankbordgroep samen.

Er zijn veel precisielandbouwtechnologieën beschikbaar, maar die worden nog weinig toegepast. Precisielandbouw is echter een breed begrip en sommige technologieën zijn wel degelijk goed ingevoerd. Zo is Nederland koploper in de toepassing van rechtrij-systemen, verwijzend naar de hoge adoptiegraad van stuurautomaten en satellietnavigatie technologie in de Nederlandse akkerbouw. Met name de technologieën die horen bij de volgende stap naar variabele dosering en een hogere resource efficiency worden nauwelijks ingezet. Deze studie geeft daar een helder beeld van. Dit roept de vraag op of er dan wel een businesscase is voor deze precisielandbouw in de huidige vorm in het huidige productiesysteem. Voor veel boeren zijn de beschreven barrières te hoog om voor de korte termijn te durven investeren: er wordt gewacht op een jaar met een goed rendement, waarmee geïnvesteerd kan worden in nieuwe machines. Hierbij wordt in veel gevallen weliswaar nieuwe, hightechapparatuur aangeschaft, maar doorgaans om 'op de toekomst voorbereid' te zijn. De precisielandbouwopties worden in veel gevallen nog niet in de praktijk toegepast.

De klankbordgroep is eenduidig in haar steun voor demonstratie en experimenten die de toepassing van technologie in de gangbare praktijk aantoont. Met het wegvallen van het OVO-Drieluik (Onderzoek-Voorlichting-Onderwijs) is de systematische overheidssteun voor de introductie van nieuwe methoden of technologieën komen te vervallen. Kennisoverdracht en ondersteuning van boeren bij het implementeren van innovaties is essentieel, zoals in de nationale proeftuin wordt voorgesteld. Demonstreren is nu dan ook niet genoeg: er moet actieve interactie met gebruikers worden georganiseerd. Dat hoeft overigens tegenwoordig niet van de overheid alleen te komen, daar kan ook de industrie zich voor inzetten.

Op de lange termijn is het huidige landbouwsysteem, gebaseerd op hoge externe inputs, niet houdbaar. Niet in Nederland en ook niet in andere delen van de wereld. De landbouw wordt nu te veel gedreven door met name de inputs van de chemische industrie. Er is veel sympathie voor een ecosysteembenadering waarbij de intrinsieke productiviteit van bijvoorbeeld de grondstof "bodem" beter benut wordt. Zo'n nieuwe benadering vraagt om de *life sciences* door te ontwikkelen en meer inzicht te krijgen in de levende processen. Er moet meer gebruikgemaakt worden van de natuurlijke productiviteit en de landbouw moet minder afhankelijk worden van chemische input alleen, aldus de klankbordgroep. Een ontwikkeling naar een dergelijk landbouwsysteem biedt uitzicht op een landbouweconomie die drijft op kwaliteit in plaats van kwantiteit. Dit sluit aan bij de maatschappelijke ontwikkelingen in de 21^{ste} eeuw waarin meer aandacht is voor het economisch belang van verantwoord, duurzaam geproduceerd voedsel. De landbouw zou geholpen moeten worden zich klaar te maken voor verwachtingen van hoogopgeleiden mensen in 21^{ste} eeuw, dus betere kwaliteit voedsel en betere omgang met de omgeving. Op diverse plekken in Nederland worden onderdelen van zo'n ecosysteembenadering verder uitgewerkt. De lopende onderzoeken bieden steeds meer houvast hoe de gangbare praktijk moet veranderen om een duurzame productie te ontwikkelen.

De laatste jaren zijn concepten rondom het *Internet of Things* en *Big Data* ontwikkeld die zorgen voor de beschikbaarheid van realtime informatie en dat biedt op verschillende plekken in de keten meer mogelijkheden. De klankbordgroep ziet de rol van de boer in de voedselketen veranderen. Door het industriële landbouwsysteem is anonimisering van voedsel opgetreden. Dat is de belangrijkste reden

waarom de boer uit beeld is geraakt. Big data kunnen ervoor zorgen dat de identiteit van voedsel weer terugkomt. De boer is immers intermediair tussen natuur en mens, dat moet weer gewaardeerd worden. De nieuwe technologische mogelijkheden kunnen worden benut om dat weer neer te zetten. Ook heel interessant zijn de ontwikkelingen van nu die boeren in staat stellen om het juist kleinschaliger aan te pakken. Wat er nu kan met microtechnologie zorgt dat efficiëntie op kleine schaal bereikbaar wordt. De klankbordgroep constateert dat dit in de studie niet aan de orde is gekomen en zou dat graag nader bekeken willen hebben.

De klankbordgroep was vrij stellig als het ging om keuzes. Er is behoefte aan heldere keuzes waar we als Nederland voor gaan: gaan we inzetten op landbouw als onderdeel van een ecosysteem of gaan we meer voor een mix met het traditionele model? Een boer kan wel meewerken aan beleidsperspectief, maar dat gaat alleen als de boer zich kan vereenzelvigen met een gezamenlijk beeld. Ondernemers worstelen met het korte- versus langetermijnperspectief. De lange termijn kun je niet los zien van de korte termijn. Het is daarom belangrijk om te werken vanuit een langetermijnvisie voor de Nederlandse landbouw, vanuit een bepaald ambitieniveau, want zonder ambitie komt er geen transitie. Nederland is met Wageningen kampioen van de industriële landbouw, maar we zouden ook kampioen ecologische landbouw moeten worden. Dat zou de basis voor export van nieuwe voedingsmiddelen, maar ook alle bijbehorende achterliggende middelen, kunnen zijn. Het is wel van belang dat belangrijke stakeholders zoals de banken meebewegen in deze transitie, want anders gaat het niet gebeuren. Ook de overheid heeft een belangrijke rol hierin en zou hier sterker in kunnen sturen, aldus de klankbordgroep. Het ministerie van EZ zou naast de ambitie richting de ecologische kant, ook een ambitie moeten hebben om als Nederland een wereldleidende positie op gebied van precisielandbouw in te nemen. Wat betreft overheidssturing kan het veel effectiever zijn om te werken met stimulering, verleiding en innovatie, zoals bij het oude OVO, dan om te dwingen met behulp van regels. Ook het financieren van de onderzoeksagenda is een belangrijke taak van de overheid en daarmee kan zij sturend zijn.

De klankbordgroep begrijpt dat de studie begrensd is in doelstelling en focus, maar het sluit daardoor niet altijd goed aan op de beleving en doet een aantal aanbevelingen:

- Economie wordt in het rapport als belangrijkste factor genoemd, maar meer dan eens is het werkgemak dat een investering rechtvaardigt.
- De rol van loonwerkers blijft onderbelicht, zeker waar het gaat om de adoptie van nieuwe technologie.
- Voor het buitengebied is breedband van fundamenteel belang. Ook zou een overzicht van internationale projecten gericht op IOT en applicaties m.b.t. verbeteringen van opbrengst helpen.
- De studie geeft aan dat de adoptie van precisielandbouwtechnieken achterblijft, maar dat ligt toch iets genuanceerder, aldus de klankbordgroep: we zijn tenslotte koploper in rechte lijnen in NL, maar vooral aan de datakant en het handelingsperspectief is adoptie nog niet goed ontwikkeld.
- Op dit moment lopen boeren aan tegen het ontwikkelen van kennis en het vertalen van kennis naar de praktijk. De stap om kennis echt toe te passen d.m.v. algoritmen in een applicatie is moeilijk en zou moeten worden gestimuleerd. Het demonstreren is dus enorm van belang. Het idee van de nationale proeftuin precisielandbouw was dit voorjaar al naar buiten gebracht. Maar in de sector is het nog niet duidelijk wat een proeftuin of een livinglab dan is. Dat moet beter uitgewerkt worden (EZ heeft hiertoe inmiddels een opdracht weggezet voor een ontwerpstudie).
- Ten slotte geldt voor precisielandbouw dat het gaat om de hele keten, inclusief de burger. Een belangrijke meerwaarde van precisielandbouw is dat het transparantie kan faciliteren in de keten van sector naar consument.

De bijeenkomst van deze groep mensen werd als heel waardevol genoemd en is voor de deelnemers voor herhaling vatbaar. Er missen in dat geval nog wel enkele belangrijke stakeholders, zoals voedselverwerkers, retailers, consumenten, maar ook waterschappen en ngo's.

De lijst met deelnemers is achterin opgenomen.

9 Synthese

9.1 Opgave

Het ministerie van EZ en de Topsectoren hebben behoefte aan een gemeenschappelijk beeld van de stand van zaken en het toekomstbeeld van de informatie-intensieve landbouw en met name met betrekking tot de "plantaardige openluchtteelten" ("Precisielandbouw"). Dit is nodig als bijdrage aan de verdere beeldvorming van de doelgroepen en daarmee aan de wijze waarop EZ, Topsector Agri&Food en anderen zich kunnen positioneren in deze ontwikkeling. De gemeenschappelijke beeldvorming kan helpen om ongewenste belemmeringen weg te nemen, investeringen van overheden, kennisinstellingen en de agrosector beter op elkaar af te stemmen en in onderlinge samenhang te plannen en uit te voeren. Daartoe is deze verkenning vervaardigd.

9.2 Bevindingen

Er bestaan nauwelijks gerichte analyses over precisielandbouw, noch over de toepassing daarvan, noch over de factoren die de inzet van precisielandbouw stimuleren dan wel belemmeren. Het is duidelijk dat er wel degelijk inzichten bestaan over deelaspecten, zowel afkomstig uit Nederland als van elders in de wereld. Maar ook is duidelijk dat er op vele vlakken de nodige gegevens of onderzoeken ontbreken. Om een gemeenschappelijk beeld te verkrijgen, zijn deze inzichten bijeengebracht en in expertgroepen besproken.

De inzet van precisielandbouw vergt een transformatie in de informatieketenstructuur én in de fysieke keten (van leverancier naar boer via industrie, retail naar consument. Het gaat niet alleen om de inzet van techniek, maar ook om data-inwinning en datagebruik, om verandering in gebruik van grondwater en meststoffen of herbiciden en ook om duurzame productie met in potentie een hoge economische waarde en een beter imago voor boeren. Daardoor zijn vele actoren betrokken bij de implementatie van precisielandbouw.

Het toepassen van precisielandbouw heeft een deels al bewezen actueel en zeker een potentieel effect op "**duurzaamheid**". Grote impact wordt verwacht op het economisch vlak (**Profit**) vanwege een vergrootte efficiëntie in plantdichtheid, mestgift, toepassing van gewasbescherming en beregening. De sociale impact (**People**) zal zich vooral in de verlichting van de werklust uiten en in een imagoverbetering. Er wordt ook een grote impact voorzien op ecologisch en milieukundig gebied (**Planet**) door een reductie van de milieudruk (o.a. broeikasgasemissies), verlaging van het gebruik van herbiciden en een sterke reductie van bodemverdichting (positief voor het waterbergend vermogen en efficiëntere benutting van meststoffen door de gewassen).

Deze voorziene impact vertaalt zich dan ook in de prognose dat precisielandbouw sterk kan bijdragen aan het bereiken van vele beleidsdoelen. Dat geldt in hoge mate voor de **Voedselveiligheid en -zekerheid en transparantie in de keten** (precisielandbouw is onlosmakelijk verbonden aan het verzamelen van data; deze data kunnen bijdragen aan een sterk vergrote transparantie in de keten én de ervaring met de precisielandbouw leidt tot export van kennis en technologie). Het geldt ook in hoge mate voor **Milieu en Klimaat** (door reductie van emissies en watergebruik en mede als gevolg daarvan een positief effect op bodem- en grondwater). En dit draagt weer bij aan **Duurzaam boeren** (verduurzaming handelsketens, versteviging van exportpositie met hoogwaardige duurzame producten).

Desalniettemin moet geconstateerd worden dat de inzet van precisielandbouw door boeren sterk achterblijft bij hetgeen verwacht kan worden gezien de beschikbaarheid van technologieën en de verwachte positieve impact. In de sector heerst (echter) een brede consensus dat de adoptie van precisielandbouw achterblijft. Dit beeld wordt in de verkenning bevestigd. Maar het ontbreekt aan gedegen onderzoek naar de barrières voor toepassing van precisielandbouw. Er is wel sprake van een

zekere toename in het gebruik van precisielandbouw door boeren: onderzoek in de Verenigde Staten laat dit zien en dit beeld gaat ook op voor Nederland (dit blijkt uit de interviews en de enquête). Het perspectief (de potentiële impact) wordt door boeren zeker onderkend.

De **onzekerheid over een positieve businesscase** blijkt echter belemmerend te werken voor het besluit van boeren om met precisielandbouw aan de slag te gaan: er is **onzekerheid over de terugverdientijd en de opbrengststijging**. Het beeld ontstaat dat als oorzaak van de onzekerheid er drie belangrijke redenen zijn: **Complexiteit** (er is een grote kennisleemte bij boeren en daarmee een onvolledige communicatie tussen boeren en ICT-ontwikkelaars), **Rendementasymmetrie** (asymmetrie in de gerealiseerde meerwaarde bij leveranciers en afnemers naast de onzekere businesscase bij boeren) en **Ontbrekende modellen voor databeheer en -bescherming** (onzekerheid over eigenaarschap van data, gebruik van data en ongewenste bemoeienis).

De huidige wet- en regelgeving wordt niet expliciet genoemd als barrière, terwijl het de ontwikkeling van nieuwe technologieën 'stuurt' door de wettelijke kaders. Dit houdt in principe afwijkende concepten buiten de deur, ook al kunnen die innovatiever en wellicht zelfs duurzamer zijn. Bovendien is geconstateerd dat wet- en regelgeving slechts bij uitzondering de technologische ontwikkelingen kan volgen. De overheid moet alert zijn/blijven op de risico's van beperkende wetten en regels.

Binnen de groep "boeren" is er dus een deel dat al overgaat tot precisielandbouw en een groot deel dat er vanwege de barrières nog van afziet. Dit zijn geen eenvoudige problemen. Het slechten van deze barrières vraagt gerichte actie om de vele goede technologische ontwikkelingen beter in de Nederlandse landbouw te laten landen.

De verkenning maakt ook duidelijk dat er een onbalans is tussen de actuele investeringen die boeren, bedrijfsleven en overheid doen met de verwachte potentie. Er is een vergelijking gemaakt tussen de actuele investeringen in projecten versus de maatschappelijke ambities en beleidsdoelen. Dit levert een algemeen overzicht op waaruit blijkt dat de actuele aandacht (gefinancierde projecten) uitgaat naar technologische ontwikkeling gericht op de operationele aspecten binnen de sector. De aandacht in de maatschappelijke ambities concentreert zich echter op een transitie in de landbouw naar de beleidsmatige opgaves. Dat betekent dat de inzet van de investeringen maar beperkt gericht is op die aspecten van de precisielandbouw waar de grootste impact verwacht wordt. De conclusie lijkt gerechtvaardigd dat met een gerichtere investering op de combinatie maatschappelijke opgave en transitie een grote impact bereikt kan worden. De *framing* van innovatie ligt dus heel sterk bij technologische aspecten en bij het economisch perspectief. Het beproefde theorema van de duurzaamheid geeft aan dat er nog twee pijlers zijn naast de *Profit: People* en *Planet*. Voor het bijdragen aan de maatschappelijke doelen is het noodzakelijk om ook die andere twee pijlers meer aandacht te geven in projecten. De breed gedeelde constatering dat precisielandbouw onvoldoende ingevoerd is, geeft in ieder geval een uitdaging en vraagt om die aspecten aan technologische projecten toe te voegen.

Verder heeft de studie onderbouwd dat het gebruik van precisielandbouw niet vanzelf gaat, omdat het veel meer is dan de introductie van een nieuwe technologie: om alle voordelen van precisielandbouw te benutten, vergt een transitie naar een andere vorm van produceren en samenwerken; het hele systeem is betrokken bij de innovatie. In het systeem liggen de accenten nu nog sterk op kennisontwikkeling en kennisuitwisseling en veel minder op experimenteren, creëren van markten of het tegenspel bieden aan weerstand. Meer energie/activiteiten op deze onderdelen leidt tot een verschuiving in 'macht' wat kansen oproept, maar ook weerstand van gevestigde partijen die in precisielandbouw een bedreiging zien in of op z'n minst onzekerheid voelen bij de eigen rol. Hierdoor plukt de Nederlandse maatschappij op de punten van ecologie en sociale impact nog onvoldoende de vruchten die een grotere adoptie van precisielandbouwtechnologieën met zich mee kan brengen.

De overheid kan op verschillende wijze acteren en bijdragen om deze barrières te slechten. Het huidige topsectorenbeleid geeft veel ruimte aan de ondernemers om de ontwikkelde innovaties naar de markt te brengen. Het doet daarmee een beroep op ondernemers om de kansrijke innovaties verder te ontwikkelen. Het verlagen of verminderen van de barrières geeft meer mogelijkheden om de nieuwe technologieën in de gangbare praktijk te integreren.

Het overall beeld is dat er zowel barrières zijn bij de individuele boer als in de informatieketen en in de fysieke ketens. Die barrières zijn al meermalen gesignaleerd door vele stakeholders en komen terug in vele rapporten, studies of congressen. Vaak worden daarbij ook vele maatregelen voorgesteld om tot een oplossing te komen. In expertgroepen (samenstelling met zo veel mogelijk verschillende stakeholders) zijn deze maatregelen besproken en is gezocht naar het optimale pakket aan maatregelen dat de inzet van precisielandbouw kan stimuleren. Dit pakket wordt hieronder in “aanbevelingen” beschreven.

9.3 Aanbevelingen

Op basis van de resultaten en conclusies komen we tot de volgende aanbevelingen:

9.3.1 Demonstreer

Precisielandbouwtechnologieën zijn zeer complex en divers. Boeren hebben de behoefte om de toepassing daarvan goed gedemonstreerd te kunnen zien, vooral door onafhankelijke en objectieve partijen. Dit vraagt om goed georganiseerde en gecoördineerde proeftuinen (“living labs”), waarin de vijf O’s participeren in gelijkheid: Ondernemingen (boeren, leveranciers en afnemers), Onderzoek, Onderwijs, Overheid en Omwonenden. Goede proeftuinen hebben een aanzuigende werking op ondernemers die graag de producten en diensten daarin testen en demonstreren.

Er is natuurlijk al heel veel gaande op dit vlak. En een nieuwe proeftuin moet geen herhaling van zetten worden. Een belangrijk aspect dat nog weinig in andere proeftuinen of *fieldlabs* naar voren komt is de integraliteit van technologie en de transitie naar duurzame landbouw: niet alleen een soort technologie of een sector, maar kijken naar de integraliteit van alles (ook buiten technologie om) ten dienste van maatschappelijke integrale thema’s, zoals bodem- en grondwaterkwaliteit, biodiversiteit en klimaatmitigatie en -adaptatie. Ook de inzet van hightech voor regelgevingsaspecten, zoals voor handhaving van bijvoorbeeld het gebruik van nutriënten, gewasbeschermingsmiddelen of geneesmiddelen (veehouderij) en de controle op claims voor de Europese inkomenssteun zou in zo’n nationale proeftuin onderdeel kunnen zijn van de thematiek. En zo’n proeftuin moet ook alle stakeholders laten zien hoe technologie kan bijdragen aan die maatschappelijke thema’s.

De overheid, als belanghebbende bij de transitie naar duurzame landbouw, kan zo’n proeftuin initiëren als een nationaal verbindend initiatief om over bestaande initiatieven heen in gezamenlijkheid vast te stellen welke hiaten er in de algoritmen, kennisontwikkeling en -verspreiding zijn die een breder gebruik van precisielandbouwtechnologieën in de weg zitten. De regie binnen zo’n proeftuin is een gedeelde verantwoordelijkheid van de vijf O’s en moet vooral de kwaliteit van de resultaten borgen. Daarnaast moet er regie gevoerd worden om onderlinge competitie (bijv. in financiële middelen) om te buigen in kansen om met elkaar grotere stappen te zetten. Om nieuwe technologieën of concepten tijdig op een redelijke schaal te demonstrenen kan het belangrijk zijn dat de overheid zorgt voor een regelluw-gebied, zodat innovaties die mogelijk ingaan tegen wet- en regelgeving ook al in een vroeg stadium getest en gedemonstreerd kunnen worden, zodat ook de wetgever baat heeft bij de resultaten van een nationale proeftuin.

Zoals in de klankbordgroep werd aangegeven, riep een verandering van de gangbare praktijk onder een nieuwe visie heimwee op naar het OVO-drieluik (Onderzoek-Voorlichting-Onderwijs) waarmee de landbouw tot aan de jaren negentig van de vorige eeuw grote vooruitgang boekte. De (organisatorische) kracht was om nieuwe ontwikkelingen via voorlichting en onderwijs snel en grondig in de sector te verspreiden. Bij een nationale proeftuin hoort dan ook praktijknetwerk van studiegroepen en kennisuitwisseling. Het instrument van *Operational Groups* zoals de Europese Commissie dit voorstelt in het *European Innovation Platform* biedt daarvoor inspiratie. Dit is in Nederland onvoldoende ingevoerd of van de grond gekomen.

9.3.2 Ontsnipper

De afgelopen decennia is de aansturing van onderzoek door verschillende partijen ter hand genomen. De budgetten voor onderzoek zijn verder verspreid onder andere ook over regio's en over sectoren. Ook de aanpak in de topsectoren met privaat-publieke samenwerkingen geeft sturing op specifieke thema's in specifieke groepen. De kennisontwikkeling en doorstroming zijn daardoor versnipperd. Er is diversiteit in precisielandbouwprojecten en ook de deelname van partijen varieert. Er zijn regionale initiatieven, sectorale initiatieven, mkb-stimulerings, technologie demonstraties etc. En er ligt een te grote nadruk op het woord 'project' waar na afloop door weggevallen financiering niets meer mee gedaan wordt (of te weinig). En zoals geconstateerd, is er in die projecten vooral aandacht voor de technische aspecten en onvoldoende aandacht voor brede implementatie in de gangbare praktijk. De resultaten van al deze projecten wordt dan ook te weinig geconsolideerd. De websites www.precisielandbouw.eu en www.tki-agrifood.nl bieden overzicht, maar ook daarin zijn niet alle initiatieven vertegenwoordigd. Er is onvoldoende budget en te weinig andere incentives om initiatieven door te zetten en in de markt te introduceren. Ook zijn de resultaten van deze projecten zelden open of publiek beschikbaar, ook niet van projecten die (mede) met overheidsgeld tot stand zijn gekomen. Kortom, om vaart te zetten achter de doorontwikkeling van precisielandbouw moet een meer programmatische aanpak gevolgd worden. Een belangrijk thema hierbij is dat niemand de boot wil missen waar het gaat om de volgende doorbraak.

Ook op het thema van proeftuinen, proefboerderijen en demolocaties is een veelheid aan activiteiten die onvoldoende op elkaar afgestemd zijn. Het initiatief om een Nationale Proeftuin Precisielandbouw (NPPL) te maken, kan een verbindende rol spelen en een overkoepelende activiteit zijn waarin de diverse locaties participeren. Zo'n NPPL is derhalve zelf geen nieuwe locatie, maar een verbinder.

9.3.3 Regisseur

Doorontwikkeling precisielandbouw, en dan met name voor het realiseren van een transitie naar duurzame landbouw, vergt een visionaire regie. Op dit moment wordt veel onderzoek georganiseerd in de traditionele productieketens. Vooral waar men zich richt op de integrale thema's is dat een gemiste kans om juist over sectoren heen, waar bedrijven niet elkaar concurrenten zijn, naar innovaties te streven. Een visionaire regie vergt een eenduidig beeld op de toekomst, een 'nationale visie'. Het verdient aanbeveling dat het ministerie van EZ het voortouw neemt in het vormen van zo'n nationale visie op duurzame landbouw uit de reeds bestaande visies en agenda's, en daarin ook de thema's meeneemt van andere departementen zoals VWS (voedselveiligheid, gezondheid), I&M (milieu- en klimaateffecten, bodem, water, transport (incl. drones)), BuZa en Internationale Handel (export, ontwikkelingssamenwerking) naast de thema's die het ministerie zelf verbindt, dus naast landbouw en natuur ook innovatie, energie en telecom. Met een dergelijke visie kan iedere ondernemer, onderzoeker of ambtenaar zelf beoordelen hoe daaraan bij te dragen. Zo'n visie kan vervolgens leiden tot een nationale agenda precisielandbouw, waar alle partijen in gezamenlijkheid werken aan het realiseren van die visie. Het onlangs ontwikkelde investeringsvoorstel "Next Level door Digitalisering" voor de agri-horti-food keten (NL Next Level, 2017) kan een basis hiervoor vormen indien het breed door de stakeholders gedragen gaat worden.

De akkerbouw wordt vaak gekenschetst als een sector met weinig 'reuzen' en veel kleine bedrijven. Dit maakt de natuurlijke koploper minder zichtbaar. Dit zorgt ook voor een minder functionerend innovatie ecosysteem. Het maakt het op zich wendbaarder, mits er een goede regie plaatsvindt. De regierol voor de overheid is in ieder geval om te borgen dat iedereen meedoet. Voor duurzaamheid gaat het ook (of vooral) om de "omwonenden", als metafoor voor iedereen op wie een landbouwbedrijf impact heeft. Vaak wordt hiervoor de term 'license to operate' gehanteerd als het verworven recht, dan wel de instemming van omwonenden, om op die plek landbouw te plegen. Dit gaat verder dan alleen de burens of langsfietsende recreanten. Het betreft ook bijv. waterschappen (verantwoordelijk voor waterkwaliteit en -kwantiteit) en drinkwaterbedrijven e.a. Dergelijke directe stakeholders moeten ook vertegenwoordigd zijn in initiatieven via bijv. een stuurgroep.

Het verdient aanbeveling om de ontwikkelingen in de precisielandbouw te borgen in een collectief concept waarin de belanghebbenden bij adoptie zich ontfemen over de gezamenlijke investeringen en

resultaten. Zo'n collectief zou de Nationale Agenda Precisielandbouw kunnen adopteren. Een van de uitwerkingen van die Nationale Agenda Precisielandbouw is dan een nationale proeftuin precisielandbouw.

Om goede regie te kunnen voeren, is het van belang om een regelmatige monitoring van de adoptie van precisielandbouw uit te voeren. De in dit rapport opgezette enquête kan daartoe een aanzet bieden. Het voorbeeld van Purdue University uit de USA is de inspiratie. Een regelmatige en terugkerende analyse van de adoptie biedt tijdig zicht op ontwikkelingen en kan tot noodzakelijke bijstellingen leiden indien nodig.

9.3.4 Stimuleer

De overheid heeft allerlei instrumenten om de doorontwikkeling precisielandbouw te stimuleren. Het kan daarin dan ook een sturende rol oppakken. Stimuleren van precisielandbouw gaat niet alleen door het aanwakkeren van technologische ontwikkeling. De sociale aspecten van innovatie verdienen veel meer aandacht. Dat precisielandbouw kan bijdragen aan vermindering van broeikasgassen, landbouwemissies, gewasbeschermingsmiddelen en watergebruik kan een motivatie zijn om niet alleen de technologie te stimuleren, maar juist te richten op het gebruik. De boodschap naar de sector zou kunnen zijn dat technologie die bijdraagt aan de maatschappelijke doelen en ambities op positieve stimulatie kan rekenen. Precisielandbouwontwikkelingen moeten aangejaagd en gestimuleerd worden juist om het collectieve, integrale, maatschappelijke doel na te streven.

De overheid kan partijen bij elkaar brengen en initiatieven stimuleren, bijvoorbeeld op het gebied van gezamenlijke investeringen in breedband of andere infrastructurele activiteiten. Dit is niet uitsluitend voor rijksoverheden weggelegd. Ook regionale en lokale besturen kunnen hier stimulerend in optreden, juist om het regionale/lokale belang hierin tot uiting te laten komen.

Het is geen geliefde aanpak, maar langs de wet- en regelgeving kan de overheid ook innovaties afdwingen. Het nastreven van een duurzame landbouw kan ook via maatregelen geïmplementeerd worden, met waakzaamheid voor window-dressing en ingewikkelde constructies (denk aan verhandelbare emissies). Op korte termijn dient uiteraard rekening gehouden te worden met de bedrijfsvoering in de gangbare praktijk.

Het ministerie van EZ kan beleidsmatig de inzet van technologie sterk stimuleren. Het topsectorenbeleid kan ook ingezet worden voor meer duurzaamheid. De innovatievoorstellen die onlangs ontwikkeld zijn (Next NL), laten zien dat er interesse is in duurzaamheid en 'green growth'. Het ministerie kan daarin de randvoorwaarden aanscherpen om dergelijke voorstellen uit te breiden richting implementatie en zo de daadwerkelijke innovatie stimuleren.

Een belangrijke rol van de overheid is het waarderen van de goede initiatieven. Koplopers moeten daarom vooral gestimuleerd en ondersteund worden. Zoals geconstateerd, is precisielandbouw een schaalafhankelijk aspect. Consolidatie in de sector, zoals die nu al gaande is, zal leiden tot meer aansluiters bij de voorhoede.

In de Europese context wordt gekeken hoe het GLB ingezet kan worden om een groenere en schonere landbouw te realiseren. Een mogelijke koppeling is de inzet van precisielandbouw als aspect in de 1^e pijler (inkomenssteun) te verwerken, bijvoorbeeld als vergroeningsoptie of als registratie-instrument om te laten zien dat aan voorwaarden wordt voldaan.

9.3.5 Transformeer

De huidige productiewijze is – naar het zich laat aanzien – onvoldoende om de uitdagingen van de landbouw het hoofd te kunnen bieden: een duurzamere productie, die aan de groeiende voedselbehoefte kan voldoen. Dit vergt een transformatie naar een nieuw landbouwsysteem. Het is daarvoor belangrijk dat we nu de boeren van de toekomst opleiden. Het is dus van groot belang dat er (nog) meer aandacht aan precisielandbouw, data-analyse, sensoren etc. besteed wordt op beroeps- en hogere opleidingen.

De gangbare praktijk is een landbouw gebaseerd op externe input. De afgelopen generaties is er vooral gelet op productiviteit en kosten. Hiermee is de Nederlandse landbouw ook groot geworden. Zoals de klankbordgroep nadrukkelijk aangaf, is dit echter voor de volgende generaties geen realistisch doel meer. Een duurzame landbouw kenmerkt zich vooral door gesloten kringlopen. Nederland heeft de mogelijkheden (technisch, organisatorisch, economisch) om een duurzame landbouw te ontwikkelen waarmee de uitdagingen zoals klimaatverandering, teruglopende bodemkwaliteit en verlies aan biodiversiteit het hoofd geboden kan worden en tegelijkertijd een goede productie kan garanderen. Deze transformatie zal tijd vergen, ook omdat momenteel veel kapitaal geïnvesteerd is in de gangbare landbouw.

Een belangrijk aspect van de transformatie is dat er een goed businessmodel onder deze ecologische of duurzame landbouw moet komen. Alleen als het economisch haalbaar is, zal de transitie gaan plaatsvinden. Er is nu nog onvoldoende zicht op een dergelijke nieuwe economie. Hier is een belangrijke rol ook weggelegd voor het onderzoek in samenwerking met het bedrijfsleven.

9.4 Advies

Precisielandbouw (of: *Smart Farming*) is een beloftevolle ontwikkeling om de vermeende spagaat tussen productieverhoging/efficiency enerzijds en zorg voor klimaat en milieu anderzijds, om te buigen in een wederzijdse versterking waarin 'groene' groei mogelijk wordt. Deze transitie wordt momenteel gehinderd door veel versnippering in initiatieven (en financieringen), veel te betrekken partijen, en onvoldoende/geen regievoering. Met name de adoptie van de technologie door de Nederlandse gangbare praktijk verdient aandacht om de verwachte positieve effecten van precisielandbouw te kunnen krijgen. Wanneer precisielandbouw geïntegreerd is in de gangbare praktijk kan een impact bereikt worden op maatschappelijke uitdagingen. Het advies is om de technologie adoptie systematisch te monitoren als input en evaluatie van beleid.

De visie – die onder andere in de klankbordgroep gesteund wordt – om naar een ander landbouwconcept toe te groeien, moet geborgd worden. Hier wordt voorgesteld om dat in een Nationale Agenda Precisielandbouw (NAP) onder te brengen, waarvoor brede steun onder landbouwstakeholders nodig is. Beleidsmatig vergt zo'n NAP de samenwerking tussen EZ en de departementen I&M en VWS en wellicht OCW voor stimulering via onderwijs. De NAP moet worden bewaakt (misschien ook worden opgesteld) door een stuurgroep waarin alle relevante stakeholders vertegenwoordigd zijn. Dit zijn naast de overheid en de sector ook partijen als waterschappen of drinkwaterbedrijven, consumentenorganisaties etc.

Het verdient aanbeveling om het NAP niet sectorspecifiek te organiseren: ontwikkelingen gaan in verschillende sectoren met verschillend tempo of focus, waardoor er cross-overs ontstaan en van elkaar geleerd kan worden. Daarnaast zijn de integrale maatschappelijke thema's in de meeste gevallen niet aan een enkele sector toe te wijzen. Het is daarom aan te bevelen om het NAP juist vanuit die maatschappelijke thema's in te steken.

De aanbevelingen om een nationale proeftuin te organiseren, is een uitwerking van het NAP en biedt op meerdere vlakken operationele uitvoering. Het is denkbaar dat naast een nationale proeftuin meerdere initiatieven onder het NAP geborgd worden. Zo'n nationale proeftuin moet afgebakend worden, waarbij ook de breedte en de focus duidelijk worden. Een nationale proeftuin precisielandbouw zou zich vooral moeten richten op de adoptievraagstukken van precisielandbouwtechnologieën en daarin een verbinding vormen tussen bestaande initiatieven.

De klankbordgroep die in dit project bijeengekomen is, vormt een belangrijk podium van partijen die elkaar eerder niet, of zelden in deze samenstelling, voor dit onderwerp ontmoeten. De leden van de klankbordgroep hebben aangegeven vaker in deze samenstelling bij elkaar te willen komen om het onderwerp van de doorontwikkeling van de precisielandbouw te bespreken. Het ministerie van EZ wordt geadviseerd daartoe de nodige acties in gang te zetten.

Bijlage 1 Organisatie

1A. Opdrachtgevers / Begeleiders

- Drs. F. Lips – Beleidsmedewerker directie Agro en Natuurkennis, ministerie van Economische Zaken
- Dr. Ing. G. Fonk – Programmamanager directie Agro- en Natuurkennis, ministerie van Economische Zaken

1B. Klankbordgroep

- Dhr. Em. Prof. H.H.F. (Herman) Wijffels
- Mevr. E. (Elies) Lemkes-Straver Algemeen Directeur, ZLTO
- Dhr. M. (Michiel) Pouwels Directeur belangenbehartiging, CUMELA Nederland
- Dhr. G. (Gerard) Heerink Directeur, FEDECOM
- Dhr. M. (Marcel) van Haren Directeur GMV | FME cluster manager Agri & Food
- Dhr. A. (Aaldrik) Venhuizen Manager R&D Agrifirm Plant
- Dhr. A. (Arjan) Ausma Sector Manager Akkerbouw, Rabobank
- Dhr. J. (Jaap) van Wenum Voorzitter vakgroep Akkerbouw, LTO
- Dhr. F. (Frans) Lips Beleidsmedewerker directie Agro en Natuurkennis, Ministerie van Economische Zaken
- Mevr. P. (Puck) Bonnier Accounthouder Open Plantaardige Teelten, Ministerie van Economische Zaken
- Dhr. G. (Gertjan) Fonk Programmamanager, Ministerie van Economische Zaken
- Dhr. B. (Bram) de Vos Algemeen Directeur Wageningen Environmental Research

1C. Overzicht bijeenkomsten expertgroepen

Expertbijeenkomst 1: 1-12-16

- Corne Kempenaar – Wageningen Plant Research/Aeres
- Kees Lokhorst – Wageningen Livestock Research/praktijkschool Dronten
- Sjaak Wolvert – Wageningen Economic Research
- Eisse Luitjens – NOM, DB waterschap
- Erik Pekkeriet – Wageningen Food and Biobased Research

Expertbijeenkomst 2: 19-12-16

- Conny Graumans – AgroConnect
- Thomas Been – Wageningen Plant Research
- Yannick Smets – Fleuren Boomkwekerij
- Klaas Eeuwema – Aeres
- Peter Kuikman – Wageningen Environmental Research
- Erik Pekkeriet – Wageningen Food and Biobased Research
- Gertjan Fonk – Ministerie van Economische Zaken
- Puck Bonnier – Ministerie van Economische Zaken
- Frans Lips – Ministerie van Economische Zaken
- Tia Hermans – Wageningen Environmental Research
- Derek Gesink – Agrarier en Stichting AgroFuture
- Jeroen verschoore – AeroVision / BIOSCOPE
- Henk Janssen – Wageningen Environmental Research
- Corne Kempenaar – Wageningen Plant Research /Aeres
- Marleen Lemain – Weister Klap Advies
- Albert van den Belt – Agrifirm (geïnterviewd op 5-12-2016)

Bijlage 2 Projecten precisielandbouw

Project	Beschrijving	Bron (budget)												
			Netwerken (personen/bedrijven)	Database analyse	Algoritmes voor vinden data	Gebruik van modellen	Ontwikkeling van toepassingen/applicaties	Ontwikkeling database /platforms	Data standaardisatie	Nieuwe technieken	Testen bruikbaarheid en exposure/data validatie	Organisatorische randvoorwaarden (eigendom, privacy, security, exploitatie, beheer)		
From glass to grass	Dairy chains can be made much more sustainable, transparent and responsive with the use of real-time data in combination with tailored decision support models, data-infrastructures and innovative big data analysis technology.	TKI-Agri-food (€ 30,000)	x	x		x								
Lasting fields; Smart arable agri-food chains	Een nieuw landbouwconcept voor de teelt van hoogsalderende akkerbouw- en vollegrondsgroenten-gewassen. Hierin wordt zware grootschalige mechanisatie vervangen door lichte, autonome, innovatieve technologieën.	TKI-Agri-food (€ 44,000)	x	x	x									
Remote Agriculture: Intelligence for Global Crop Management	Our long-term goal is to let growers world-wide have access to high-tech tools and expertise in order to achieve a sustainable higher production making them more competitive.	TKI-Agri-food (€ 46,000)	x			x	x						x	
Precieze data voor de keten: beregening	Ontwikkeling en validatie van een adviessysteem voor grasland en akkerbouw en groentegewassen op basis van perceel specifieke weer-, bodem- en gewasparameters.	TKI-Agri-food (€ 700,000)					x							
IJkaker	Database, diensten en ICT voor precisielandbouw, voor meer duurzame inzet van meststoffen, water en gewasbeschermingsmiddelen in open teelten.	TKI-Agri-food (€ 966,000)				x	x							
Agrisen	Toepassing van satellietinformatie voor de (precisie)landbouw leidt tot hogere opbrengsten, kostenbesparingen door efficiënter gebruik van grondstoffen en water en bijkomende voordelen voor het milieu.	TKI-Agri-food					x	x						
PL2,0	Integratie van de componenten sensoren data, modellen, ICT en mechanisatie in effectieve en duurzame toepassingen.	TKI-Agri-food (€7,700,000)	x			x	x	x	x	x				
waterefficiency in de agroketen	Een technologisch nieuwe sensor ontwikkelen die door iedere teler zelf geïnstalleerd kan worden, een goedkopere prijsstelling heeft en gekoppeld aan een simpel te interpreteren irrigatie adviesmodule.	TKI-Agri-food					x					x		
OPA-Bird	Developing and integrating systems for flock observation and robots for observation of health and behaviour and for performing routine daily tasks	TKI-Agri-food (€31,000)					x					x		

Project	Beschrijving	Bron (budget)													
			Netwerken (personen/bedrijven)	Database analyse	Algoritmes voor vinden data	Gebruik van modellen	Ontwikkeling van toepassingen/applicaties	Ontwikkeling database /platforms	Data standaardisatie	Nieuwe technieken	Testen bruikbaarheid en exposure/data validatie	Organisatorische randvoorwaarden (eigendom, privacy, security, exploitatie, beheer)			
Remote Agriculture	Let growers world-wide have access to high-tech tools and expertise in order to achieve a sustainable higher production making them more competitive.	TKI-Agri-food (€ 46,000)				x	x	x							
Lasting fields	Nieuw landbouwconcept voor de teelt van hoogsalderende akkerbouw- en vollegrondsgroenten-gewassen waar zware grootschalige mechanisatie vervangen wordt door lichte, autonome, innovatieve technologieën.	TKI-Agri-food (€ 23,000)													x
Optimester	Nieuwe en geautomatiseerde methode voor het aanwenden van dierlijke mest te ontwikkelen, voor verlaging ammoniakemissie.	TKI-Agri-food					x								
Vat op resultaat	Ontwikkeling van een aardappel oogstvoorspellingsapplicatie op veldniveau Inclusief de communicatie-infrastructuur voor het daadwerkelijke gebruik van de applicatie in de praktijk.	TKI-Agri-food				x	x	x							
Groenmonitor	Volgen van gewasgroei op perceelniveau op hoogfrequente basis (bijna dagelijks) met satellietbeelden van het Nationale Satellietdataportaal.	TKI-Agri-food PL2.0 Satellietdataportaal + KB-Big Data					x	x	x						
Bemesting, loofdoeding, irrigatie (akkerweb)	Metten van ruimtelijke variatie in gewassen en bodems met satellietdata. De focus ligt op toepassingen in precisielandbouw. Vertaling in taakkaarten.	Satellietdataportaal			x	x	x								
Teeltadvies via boerenbunder.nl (o.a. Crop-R).	Door data makkelijk beschikbaar te stellen en deelbaar te maken wil Boer & Bunder de boer helpen om te communiceren over zijn bedrijf en resultaten waar hij trots op is.	Satellietdataportaal					x								x
Faunaschade (muisen, ganzen) – Faunafonds	Actuele satellietbeelden voor kwantificering gewasschade.	Satellietdataportaal				x									x
Melkvoorspelling (Friesland-Campina)	Actuele satellietbeelden voor kwantificering graslandproductie.	Satellietdataportaal				x	x								x
Opbrengstvoorspelling suikerbieten (Suikerunie)	Tijdreeksanalyse satellietbeelden voor tijdige opbrengstvoorspelling.	Satellietdataportaal				x	x								x
National Satellite data base as a Big Data Repository	Ontwikkeling van basiskennis en operationele methoden voor het meten van ruimtelijke variatie in gewassen en vegetatie.	KB-Big data				x	x	x							
OptiMove	Promote the adoption of Controlled Traffic Farming, for reducing soil compaction and optimised routing of field traffic.	KB-Big data				x	x								x

Project	Beschrijving	Bron (budget)															
			Netwerken (personen/bedrijven)	Database analyse	Algoritmes voor vinden data	Gebruik van modellen	Ontwikkeling van toepassingen/applicaties	Ontwikkeling database /platforms	Data standaardisatie	Nieuwe technieken	Testen bruikbaarheid en exposure/data validatie	Organisatorische randvoorwaarden (eigendom, privacy, security, exploitatie, beheer)					
Big Data Governance	Dit project analyseert de organisatorische oorzaken achter de weinige succesvolle toepassingen van big data in het agrarische bedrijfsleven en ontwikkelt governance guidelines voor het opzetten big data projecten.	KB-Big data															x
big data for plant science	This projects aims to develop strategies for the optimal handling and use of these heterogeneous data sets, at the same time training researchers in the new developments.	KB-Big data			x						x						x
Rusthoeve Colijnsplaat	Faciliteert onderzoek en demonstraties op het gebied van o.a. rassen, bemesting en ziektebestrijding. Ook de beproeving en demonstratie van nieuwe innovatieve technieken zoals GPS en Remote Sensing.	ZLTO															x
Capsella	Applications to address major ecological, societal, food quality and economic threats.	EIP-AGRO	x	x	x			x	x								
AgriDemo F2F	Building an interactive AgriDemo-Hub community: enhancing farmer to farmer learning.	H2020	x													x	x
Bioscope	Dienst voor gegarandeerde levering van verse remote sensing-beelden voor precisielandbouwtoepassing.	ESA-IAP	x						x	x					x		x
Unifarm	Strengthening of scientific and technological excellence on the satellite navigation domain through application in agriculture.	FP7	x													x	
Soilcare	Review, trial and promote soil improving cropping systems.	H2020			x				x	x	x				x		x
Smart dairy farming	Datahub voor melkveehouderij.	andere							x	x	x				x		
pH en NK bemesting	Kennis ontwikkelen over duurzaam bodembeheer bij een intensief bouwplan.	POP2	x						x	x							
Bodemsensing storende lagen	Snelle detectie van bodemverdichting en storende lagen door ontwikkeling horizontale penetrometer.	POP2								x					x		
PPS Ruwvoederproductie	Verbetering en verduurzaming van ruwvoerproductie en bodemmanagement.	TKI-Agri-Food (€ 1,200,000)	x						x	x						x	
Ziekte detectie aardappel	Vroegtijdige detectie van virus- en bacteriezieke pootaardappelen mogelijk te maken met diverse digitale technieken (sensoren).	TKI-Agri-Food (PL2.0)								x							

Bijlage 3 Expertbijeenkomsten

Inleiding

Er is de afgelopen 10 jaar hard gewerkt aan precisielandbouw. De wetenschap heeft zich daarbij ook gericht op onderzoek naar het gebruik en de invoering van precisielandbouw. Er zijn diverse rapporten geschreven:

- Focusgroup Mainstreaming Precision Farming (EC – EIP Agro);
- The role of new data sources in Greening Growth – the case of Drones (OECD);
- Zarco-Tejada, P. J., Hubbard, N., & Loudjani, P. (2014). Precision Agriculture: An Opportunity for EU Farmers—Potential Support with the CAP 2014-2020. *Joint Research Centre (JRC) of the European Commission*.
- STOA (2016), European parliamentary Research Service. Scientific foresight study: Precision agriculture and the future of farming in Europe.(PE 581.892)
- CEMA – website smart farming;
- Een verkenning naar toepassing van drones in landbouw en natuur: drijfveren, kansen en consequenties – T. van der Wal et al (2016);
- *Big data analysis for smart farming*. Kempenaar, C. et al. (2016) Vol. 655. Wageningen University & Research, 2016.
- *De toekomst van digitale connectiviteit*. Dialogic/TNO (2016).

Al deze rapporten leveren specifieke kennis en conclusies. Met het oog op de toepassing en doorontwikkeling van precisielandbouw zijn de resultaten, in het bijzonder de aanbevelingen van deze studies, door experts beoordeeld op prioriteit en relevantie voor Nederland. Daarnaast is bekeken of er nog leemtes waren.

Werkwijze

In december 2016 is een aantal experts vanuit de sector, de agro-industrie, het beleid en de wetenschap gevraagd om mee te denken over de doorontwikkeling van precisielandbouw in Nederland. De opkomst op de eerste datum was aanzienlijk lager dan op de tweede datum en om die reden is het programma van de eerste bijeenkomst aangepast. De eerste bijeenkomst had de vorm van een discussiebijeenkomst en is gebruikt om een kader te scheppen voor de tweede bijeenkomst. De tweede bijeenkomst had de vorm van een interactief rollenspel dat het doel had om een optimale set maatregelen te selecteren. Er zijn uit de aanbevelingen van recente rapporten met betrekking tot precisielandbouw maatregelen overgenomen die ingedeeld zijn naar maatregelen voor de sector, voor beleid, overheid en industrie (zie pagina 65 - 70 voor complete lijst met maatregelen incl. de bron). De experts zijn gevraagd via discussie en inleving in elkaars positie de effectiefste, zinvolste maatregelen te selecteren (een optimale set).

Opzet werkvorm: De deelnemers zijn verdeeld over tafels en aan iedere tafel zitten vier personen, van iedere belangengroep een (sector, beleid, overheid en industrie). De deelnemers nemen de maatregelen voor hun eigen belangengroep door en selecteren er twee die volgens hen het beste zijn. Vervolgens licht ieder zijn twee gekozen maatregelen toe en mogen ook de andere belangengroepen de maatregelen belonen met twee 'thumbs up' bij een of twee maatregelen die volgens hen het beste zijn. De maatregelen met 2 'thumbs up' worden geselecteerd en op een poster weergegeven. De maatregelen die niet geselecteerd worden gaan weer terug op de stapel. Dan draaien de overgebleven maatregelen-stapels door en verplaatst iedereen aan tafel zich in een andere belangengroep. Er begint een nieuwe ronde (selecteren van maatregelen, toelichten en waarderen), tot iedereen de vier rollen heeft gehad.

De geselecteerde maatregelen worden nu bijeengebracht per belangengroep. De vertegenwoordigers van die belangengroep bekijken de voor hun geselecteerde maatregelen en gaan na wat opvalt en wat ze nog missen.



Resultaten van het rollenspel

De beoordeling van de experts levert een lijst op met maatregelen geprioriteerd naar urgentie en relevantie voor de Nederlandse landbouw. De volgende maatregelen zijn naar voren gekomen:

Industrie

Met name het ontwikkelen van businessmodellen voor het delen van data is van belang. Er zouden spelregels ontwikkeld moeten worden voor het gebruik van data voor modellen en ketentransparantie. Verder is samenwerken heel belangrijk om koppelingen tussen software en hardware mogelijk te maken en toe te werken naar standaardisatie.

Sector

Voor de sector is het van belang om toe te werken naar een platform waar de agrariër data kan bewaren en waar leveranciers applicaties kunnen aanbieden. Belangrijke actiepunten zijn een discussie over eigendom en gebruik van data en semantiek. Proeftuinen, mits eenvoudig opgezet, zijn

belangrijk om te laten zien wat er mogelijk is en om agrariërs die nog twijfelen, over de streep te trekken. Verder zou breedband, ook in dunbevolkte gebieden, aangelegd moeten worden.

Wetenschap

Het belangrijkste voor de wetenschap is dat er kennis ontwikkeld wordt over het traject tussen data en toepassing (modellering, algoritmes ontwikkelen), daar zit een kennislacune en dat is op het moment het prangendst. Verder wordt de wetenschap gezien als de groep die ervoor moet zorgen dat onafhankelijke kennis geleverd wordt aan de sector. Ook semantiek wordt hier genoemd als een issue waar acties op nodig zijn. Robotisering wordt gemist als maatregel, maar verdient zeker aandacht.

Overheid

Voor de overheid heeft het stimuleren of mede organiseren van living labs en samenwerkingsnetwerken de grootste prioriteit. Ook staat de overheid aan de lat waar het gaat om het oplossen van knelpunten in wet- en regelgeving die de innovaties belemmeren. Verder wordt het GLB als krachtig instrument gezien en zal nagegaan worden hoe het ingezet zou kunnen worden om precisie landbouw te stimuleren. Ten slotte wordt de overheid geadviseerd om na te denken over performance-indicatoren voor precisielandbouw.

Wrap-Up (de optimale set maatregelen en conclusies uit de discussie daarover)

Helpen deze maatregelen?

Vooraf living labs zullen heel erg helpen bij het overtuigen van mensen om met precisielandbouw aan de slag te gaan. Mensen willen eerst zien dat het kan en concrete cijfers hebben over wat ze eraan gaan verdienen voordat ze besluiten om met precisielandbouw aan de slag te gaan. Verder kan in of naast het living lab de voorhoede verder versterkt worden, naar analogie van het SER-advies van de commissie Nijpels over versnelling duurzame veehouderij (SER, 2016). Hiermee kunnen boeren die al wel met precisielandbouw aan de slag zijn, worden ondersteund met bijv. een team dat met de data aan de slag gaat.

De motivatie van de koplopers is dat ze zaken anders willen gaan doen, om op de langere termijn betere randvoorwaarden voor het voortbestaan van het bedrijf te hebben: *License to Compete*. Ze lopen er nu tegenaan dat het erg complex is. Er zijn veel vragen en het is moeilijk om antwoorden te vinden. In een pilot zou je een team met onafhankelijke experts vanuit verschillende domeinen betrokken willen hebben die via een platform snel en continu kunnen reageren op vragen.

Is het gebrek aan Leiderschap een issue?

Als een van de maatregelen wordt een staatssecretaris Precisielandbouw voorgesteld, maar het zou niet bij een persoon moeten liggen. Een beter model zou zijn om naar een vereniging van eigenaren toe te werken. Een soort stuurgroep waarin verschillende partijen op hoog bestuurlijk niveau zijn vertegenwoordigd en die de kracht en het mandaat hebben om zaken op te pakken.

Hebben over tien jaar boeren allemaal hogere opleiding?












Het is door de toenemende toepassing van techniek wel steeds lastiger om zonder hbo-opleiding goed mee te kunnen komen. Hoewel het tegenwoordig gaat om 'life long learning', is het niet zo dat boeren geregeld terugkomen voor bijscholing. Ontwikkelingen gaan wel heel snel, dus bijscholing zou gestimuleerd moeten worden.

Het Kennismodel zou moeten zijn dat de vragen uit de praktijk kunnen komen en dat desgewenst wet- en regelgeving aangepast moet kunnen worden aan de praktijkervaringen. Je zou dat kunnen stimuleren door de living labs of pilots regelvrije zones te laten zijn, zodat er echt geëxperimenteerd kan worden.

Is het achterblijven van opvolging ook een stimulans voor precisielandbouw?





Door het achterblijven van opvolging van agrariërs worden bedrijven groter en lopen bedrijfsaantallen terug. Dat vergroot de noodzaak voor de toepassing van techniek en zorgt ook voor grotere budgetten. Het is dus zeker een stimulans, maar de vraag is of daar in gestuurd moet worden.














(Resultaat interactief rollenspel) Maatregelen en de waardering van de experts











Sectormaatregelen	Toelichting	Bron	Aantal keer geselecteerd
Investeer in gezamenlijke data-inwinning en -uitwisseling	Investeer in dataverzameling: Voor de open teelten zijn bodem en weer de belangrijkste 'variabelen'. Er wordt steeds meer gebruik gemaakt van modellen en scenario's, dus hoe meer variabelen gemeten worden, hoe optimaler er geteeld kan worden. Next Level Farming heeft behoefte aan een grid van agro-meteorologische stations die continu de gesteldheid van bodem en weer aangeven. Deze data leveren boeren een belangrijke basis voor de dagelijkse beslissingen en keuzes en is ook interessant voor waterschappen en andere overheidsorganisaties.	Next Level Farming, provincie Flevoland, 2015	   
Initieer en leid data-eigendomdiscussie	Iedereen heeft een mening over dataprivacy en -eigendom. En de belofte is alom "de data zijn van de boer", maar wat betekent dat in praktijk en hoe wordt dit gegarandeerd? En is zo'n statement wel in het belang van de boer? Want eigendom betekent ook verantwoordelijkheid ... De sector gaat stevig inzetten op een heldere visie en met de andere stakeholders streven naar een dataconvenant en middelen organiseren om uitvoering te handhaven.	Copa/Cogeca, 2016	 
Ontwikkel bedrijfsmanagement-systemen	Boeren en coöperaties moeten onderzoek en ontwikkeling initiëren voor betere bedrijfsmanagementsoftware voor de ondersteuning van dagelijkse en strategische besluitvorming op het bedrijf. De toegevoegde waarde wordt per locatie, gewas, bedrijfstype etc. gevalideerd.	EIP-AGRI Focus Group Precision Farming FINAL REPORT NOVEMBER 2015	 
Regel het terugvragen van geld of diensten voor data	Sleutelontwikkelingen in smart farming zijn Big Data, Internet of Things en open innovatie. Voor de boer is het ten aanzien van Big Data van belang dat hij eigenaar van zijn data is en afspraken kan maken over het gebruik hiervan, zodat hij ook geld of diensten kan terugvragen als vergoeding. Dat vraagt om goed databeheer en mogelijkheden tot datahergebruik.	Wijzer worden van Smart Farming – ABNAMRO Insights, 2016	
Organiseer de aanleg van breedband	Er zijn knelpunten rondom de uitwisseling van grote(re) databestanden, bijvoorbeeld ten behoeve van het updaten van farm managementsystemen, aansturingssystemen op machines en satellietbeelden uit de nationale satellietdatabank. Dit geldt ook voor het toekomstige (gezamenlijk) gebruik van (video)beelden van drones. Bij de selectie van sensoren op basis van GPRS of 3G moet worden vastgesteld of er voldoende dekking is. Er zijn veel individuele bedrijven die, volgens verschillende partijen in de sector, niet voldoende kennis, kunde en betalingsbereidheid hebben om goede vraagarticulatie naar digitale infrastructuur tot stand te laten komen.	De toekomst van digitale connectiviteit Dialogic/TNO 2016	
Precisielandbouw als risicobeheersing	De boer moet mogelijkheden zien/krijgen om met precisielandbouw zijn risico's op slechte opbrengsten en op prijschommelingen te kunnen dempen. Precisielandbouw als managementpraktijk voor lagere verzekeringspremies van collectieve schadeverzekeringen.	Copa/Cogeca, 2016	

Sectormaatregelen	Toelichting	Bron	Aantal keer geselecteerd
	Initieer en leid proeftuin inrichting (of living labs) in gezamenlijkheid met overheid en wetenschap.	Eigen maatregel*	
	Ontwikkel een precisielandbouw tool die zichtbaar welke beslissing een voordeel voor de boer heeft en waarbij een natuur- of milieubeschermdende maatregel op opbrengst wordt gezet.	Eigen maatregel*	
	Breng in beeld welke data hout snijden en welke data ballast zijn.	Eigen maatregel*	
Ontwikkel een gezamenlijke visie op rol technologie in het belang van de boer	Boeren besteden onvoldoende aandacht aan de vraag hoe technologie hun positie kan versterken. Hierdoor dreigen ze een informatieachterstand op te lopen die hun positie in de verschillende productieketens ondergraaft en waardoor ze hun fair share van de waarde dreigen mis te lopen. Om dit te voorkomen, is het van belang dat er een visie en een strategie komen, waarin het belang van de individuele boer centraal staat.	Wijzer worden van Smart Farming – ABNAMRO Insights, 2016	
Zelf actief aan de slag met data als grondstof	Boeren kunnen actief zelf aan de slag met data als een nieuwe grondstof. Ze kunnen evalueren wat werkt voor hun bedrijf en zo leren waar voor hen de waarde ligt. Dat hun brancheorganisaties als LTO, ZLTO en LLTB ze hierbij ondersteunen om een goed juridisch kader te krijgen, is minstens zo belangrijk. Vooral op thema's als privacy- en data-eigendom is dit van belang.	Wijzer worden van Smart Farming – ABNAMRO Insights, 2016	
Organiseer collectieve markttoegang	Er is behoefte aan een beter georganiseerde producentencollectief waar boeren bij aan kunnen sluiten om gezamenlijk de markt tegemoet te treden en om gezamenlijk toegevoegde waarde aan producten te geven. De inzet van precisielandbouw kan hierbij een kwaliteitsstreven zijn. Dit moet de prijsvolatiliteit dempen.	Copa/Cogeca, 2016	
Landbouwsectoren nemen heft in handen	Versnippering, veel mkb-bedrijven, prijsvolatiliteit en andere factoren weerhouden de landbouwbedrijven om zelf meer initiatief te nemen in de precisielandbouwontwikkeling.	Anne Bruinsma Oprichter Farmhack.nl	

Maatregel Industrie	Toelichting	Bron	Aantal keer geselecteerd
Ontwikkelen van businessmodellen voor datadelen	New business models for data management are needed; sharing and open-data sources should be developed to bring Precision Farming to the next level. The recognition of data ownership is crucial. Portals that can facilitate the exchange of data are a prerequisite.	EIP-AGRI Focus Group Precision Farming FINAL REPORT NOVEMBER 2015	  
Standaardiseren voor precisielandbouw	Een belangrijk knelpunt in de adoptie van precisielandbouw is het ontbreken van sectorbrede standaarden voor machines, software, sensoren en de aansluiting op bedrijfsmanagement-systemen. De industrie helpt precisielandbouwadoptie door in te zetten op goede standaarden die de complexiteit en de keuzestress van boeren verminderen.	De toekomst van digitale connectiviteit Dialogic/TNO 2016	 
Genereren van 'as applied' maps	Technical solutions also need to be developed to generate 'as-applied' maps that can be combined with other data for making further management decisions.	EIP-AGRI Focus Group Precision Farming FINAL REPORT NOVEMBER 2015	 
Eenvoudige 'plug and play'-systemen maken	De sector heeft behoefte aan simpele, goedkope en 'plug&play'- systemen waarmee boeren de voordelen en nut van PL / PLF op eenvoudige wijze kunnen testen en kijken hoe het werkt voor de eigen situatie, zonder enorme investeringen.	EIP-AGRI Focus Group Precision Farming FINAL REPORT NOVEMBER 2015	 

Maatregel Industrie	Toelichting	Bron	Aantal keer geselecteerd
Plugfests organiseren om koppelingen te tonen	Plugfests can be organized to bring together various suppliers of IT systems and solutions for FMS. At such a plugfest they can show that their solutions can be plugged to each other and that they are compatible and interoperable with each other. Users of their solutions are also present at such plugfests in order to present the requirements to the tests that are performed at the plugfest.	ICT-AGRI Action Plan 2016.	 
Betrek jonge mensen en start-ups bij innovatie	Innovatie vindt op allerlei manieren plaats en synergie tussen grote bedrijven (uithoudingsvermogen) en kleine start-ups (disruptieve ontwikkelingen) kan verder gestimuleerd worden.		
Verhoog de bruikbaarheid van precisielandbouw	De bruikbaarheid van veel toepassingen van precisielandbouw is nog onvoldoende hard gemaakt. Voor de bredere toepassing van precisielandbouw moeten alle belanghebbenden samenwerken. Overwin de argumenten bij boeren om wel of niet precisielandbouw te implementeren. Let op de rol van landbouwadviseurs, voor kosten-batenanalyse en strategie ten behoeve van kleine tot middelgrote bedrijven, voor technische oplossingen met betrekking tot uitwisselbaarheid en management van gegevens én voor de rol van publiek-gefinancierd onderzoek daarbij.	EIP-AGRI Focus Group Precision Farming FINAL REPORT NOVEMBER 2015 / WUR	
Organiseer de aanleg van breedband	Er zijn knelpunten rondom de uitwisseling van grote(re) databestanden, bijvoorbeeld ten behoeve van het updaten van farm-managementsystemen, aansturingsoftware op machines en satellietbeelden uit de nationale satellietdatabank. Dit geldt ook voor het toekomstige (gezamenlijk) gebruik van (video)beelden van drones. Bij de selectie van sensoren op basis van GPRS of 3G moet worden vastgesteld of er voldoende dekking is. Er zijn veel individuele bedrijven die, volgens verschillende partijen in de sector, niet voldoende kennis, kunde en betalingsbereidheid hebben om goede vraagarticulatie naar digitale infrastructuur tot stand te laten komen.	De toekomst van digitale connectiviteit Dialogic/TNO 2016	
Ontwikkelen van tools voor kleine(re) boeren	Bedrijfs grootte is een belangrijke factor in de terugverdientijd van investeringen. Het algehele beeld is dat kleine boeren er nog te weinig mee kunnen verdienen.	EIP-AGRI Focus Group Precision Farming FINAL REPORT NOVEMBER 2015	
Garandeerde data-privacy / voorkomen van misbruik	Er is op dit moment huivering vanuit de afnemers om externe partijen volledig inzicht te geven in de directe bedrijfsvoering. Indien er sterk geïntegreerde dataketens ontstaan, krijgt bijvoorbeeld de overheid wellicht de mogelijkheid om in te koppelen op deze systemen. Men vreest dat de overheid deze systemen wellicht zal misbruiken om de sector zwaarder te reguleren.	De toekomst van digitale connectiviteit Dialogic/TNO 2016	

Maatregel Wetenschap	Toelichting	Bron	Aantal keer geselecteerd
Onderzoek de inwinning, aggregatie en analyse van data	Data-inwinning gebeurt met allerlei sensoren die als verschillende bronnen geïntegreerd moeten worden. De informatie moet in gestandaardiseerde vorm opgeslagen en gedeeld kunnen worden. Onderzoek is nodig om dit efficiënt te organiseren en op elkaar af te stemmen.	ICT-AGRI Action Plan 2016.	   
Onafhankelijke kennis aan de sector leveren	Onafhankelijke adviseurs worden voorzien van adequate kennis door training en coaching om ervaring op te doen met precisielandbouw. Zij worden voorzien van analytische tools en cursusmateriaal.	EIP-AGRI Focus Group Precision Farming FINAL REPORT NOVEMBER 2015	  
Kom met algoritmes voor Decision Support	Het maken van beslissingen is niet eenvoudig vanwege de holistische benadering op het boerenbedrijf. Alles hangt met elkaar samen. Goede criteria en parameters zijn belangrijk en die moeten breed gedragen worden. Goede algoritmes helpen verdere digitalisering en de mogelijkheden van precisielandbouw.	ICT-AGRI Action Plan 2016.	  
Ontwikkelen van een "precisielandbouw-wijzer"	Boeren hebben wetenschappelijk onderbouwde tools nodig om de economische voordelen van precisielandbouw voor de eigen onderneming uit te kunnen rekenen.	EIP-AGRI Focus Group Precision Farming FINAL REPORT NOVEMBER 2015	 
Ontwikkel semantiek voor data-aggregatie	De 'virtualisatie' van de landbouw vergt goede termen en samenhang van termen zodat data uit verschillende bronnen samengevoegd en gebruikt kunnen worden. Semantiek en ontologie zijn onmisbaar hierin.	ICT-AGRI Action Plan 2016.	 
Verbeter ICT-onderwijs (ook post-opleiding)	Er is een grote achterstand in ICT-kennis en -vaardigheid. Er is daarbij veel vergijzing binnen de sector, waardoor er op korte termijn grote uitstroom van kennis en kunde wordt verwacht. De nieuwe werkende beroepsbevolking is substantieel kleiner. De inzet van digitale middelen in de bedrijfsvoering kan een brug vormen in deze kennislacune. Door de relatief hogere leeftijd van de huidige beroepsbevolking heerst er op dit moment een behoudende cultuur binnen de sector. Hierdoor wordt de inzet van digitale middelen op dit moment nog niet voldoende op waarde geschat.	De toekomst van digitale connectiviteit Dialogic/TNO 2016	
Werk aan doorbraken in ondersteunende technologie	Voor precisielandbouw moeten nog doorbraken gemaakt worden in <ul style="list-style-type: none"> • elektrische motoren; • IoT; • nanotechnologie en biosensors; • drones en autonome platformen. Dit vraagt om multidisciplinaire aanpak in R&D, cocreatie en procesefficiëntie.	EIP-AGRI Focus Group Precision Farming FINAL REPORT NOVEMBER 2015	
Ontwikkel 'consumentengids'-informatie	Boeren kunnen de impact van een keuze voor een bepaald systeem of merk onvoldoende inschatten door de complexiteit en diversiteit in de markt, terwijl de investeringen riant zijn. Kennisinstellingen ontwikkelen daarom tools waarbij op een soort van 'beste koop' tabel de voor- en nadelen op een rij staan.		
Ontwikkel en test standaarden	Een beperkte ketenafstemming en trage standaardisatie werkt remmend op digitalisering. Het belang van standaarden wordt onderschat, terwijl het een belangrijk onderdeel is van innovatie en digitalisering. Door aan te sluiten bij internationale standaarden wordt de afzetmarkt groter en dit heeft directe economische gevolgen. Door betrokken te zijn bij het ontwikkelen, toepassen en testen van standaarden versterken we onze positie als belangrijke internationale speler op het gebied van ICT.	De toekomst van digitale connectiviteit Dialogic/TNO 2016	

Maatschappij-maatregel	Toelichting	Bron	Aantal keer geselecteerd
Creëer precisielandbouw living labs en samenwerkings-netwerken	Er is meer toegepast en door bedrijven geïnitieerd en ondersteund onderzoek met agrariërs, adviseurs en industrie-partners noodzakelijk. Relevant onderzoek zou uit moeten gaan van een systeembenadering, waarbij sociale, economische, omgevings- en technische aspecten belicht worden.	EIP-AGRI Focus Group Precision Farming FINAL REPORT NOVEMBER 2015	  
Organiseer pilots, o.a. op impact op leefomgeving	Pilotstudies voor het definiëren, monitoren en evalueren van specifieke programma's en maatregelen zijn nodig. Een voorbeeld is de evaluatie van de 'environmental impact', inclusief de bredere 'environmental footprint' boven bedrijfsniveau. Een ander voorbeeld dat hoge prioriteit heeft, zijn de voordelen van precisielandbouw om efficiënter waterproductiviteits-management in beeld brengen.	PRECISION AGRICULTURE:AN OPPORTUNITY FOR EU FARMERS - POTENTIAL SUPPORT WITH THE CAP 2014-2020; JRC, 2014.	
Verhoog de kennis over precisielandbouw en de milieu-impact	Er is een noodzaak tot 'evidence based policy making'. De evidence over de rol van precisielandbouw voor milieu en klimaat en vitaal platteland moet beter opgebouwd worden. Onderzoek en studies zijn noodzakelijk om de kennis en het cost/benefit aspect van precisielandbouw te onderbouwen. Dit moet verder gaan dan boerderij- of veld-specifieke zaken.	PRECISION AGRICULTURE:AN OPPORTUNITY FOR EU FARMERS - POTENTIAL SUPPORT WITH THE CAP 2014-2020; JRC, 2014	
Toegang tot referentiedata	De toegang tot gratis dataproducten voor precisielandbouw-producten moet geregeld worden. In het bijzonder services van GNSS ontwikkelingen (Galileo), maar ook beschikbare data van remote sensing-programma's (Copernicus) kan een stimulans zijn voor het verbeteren van precisielandbouw applicaties. Lidstaten zouden aangemoedigd moeten worden om toegang te verlenen.	PRECISION AGRICULTURE:AN OPPORTUNITY FOR EU FARMERS - POTENTIAL SUPPORT WITH THE CAP 2014-2020; JRC, 2014.	
Zet precisielandbouw in als vergroening in GLB	In de volgende ronde van de GLB-hervorming en gelijksoortige EU-subsidietrajecten zou precisielandbouw en gerelateerde tools en instrumenten voorkeur moeten krijgen als de oplossing voor zowel een efficiënt en competitief EU als voor 'groene' landbouw.	CEMA, 2016	
Dwing dekkingsplicht af voor digitale netwerken	Voordat grootschalige inzet van sensoren en devices op basis LoRa, SigFox en Narrowband LTE tot stand kan komen, dienen deze netwerken eerst op grote schaal beschikbaar te komen. Verder willen boeren op elk moment en elke plek (dus ook in het veld) via hun smartphone of tablet toegang hebben tot hun cloudapplicaties en mobiele communicatiemiddelen, waardoor de dekking en capaciteit van de mobiele netwerken hier aan moeten voldoen.	De toekomst van digitale connectiviteit Dialogic/TNO 2016	
	Stel wetgeving bij zodat de praktijk benefits van PL stimuleert.	Eigen maatregel*	
	Afsplitsing onderdeel van EZ: ministerie voor Precisielandbouw: ontwikkeling van PL en sector meerwaarde creëren.	Eigen maatregel*	
Organiseer regionale training voor adviseurs en kleine en middelgrote bedrijven	Regionale training en promotie zijn essentieel om adviseurs en kleine en middelgrote bedrijven te bereiken, omdat veel boeren menen dat precisielandbouw geen rendement oplevert op kleinere bedrijven. Samenwerking in bijv. aanschaf van apparatuur en diensten moet worden gestimuleerd om kleine(re) bedrijven te ondersteunen in precisielandbouw als adoptie roadmap.	EIP-AGRI Focus Group Precision Farming FINAL REPORT NOVEMBER 2015	

Maatschappij- maatregel	Toelichting	Bron	Aantal keer geselecteerd
Identificeer waar PL wel/niet werkt	Richtlijnen en assistentie bij implementatie voor EU-lidstaten is gewenst. Een studie naar een indeling in regio's en agrarische bedrijfs-typologieën voor geschiktheid van precisielandbouw en voor potentiële supportmaatregelen.	PRECISION AGRICULTURE:AN OPPORTUNITY FOR EU FARMERS - POTENTIAL SUPPORT WITH THE CAP 2014- 2020; JRC, 2014.	
Neem PL mee in GLB 2° pijler (plattelandsonwikkeling)	Vanuit de stimuleringsgelden onder de tweede pijler van het GLB (plattelandsonwikkeling) wordt nog te weinig gekeken naar precisielandbouw. In de verschillende lidstaten kan beter gekeken worden hoe deze middelen ingezet kunnen worden om de adoptie van precisielandbouw te verbeteren en daarmee secundaire doelen in milieu, klimaat en vitaal platteland te realiseren.	PRECISION AGRICULTURE:AN OPPORTUNITY FOR EU FARMERS - POTENTIAL SUPPORT WITH THE CAP 2014- 2020; JRC, 2014.	
Werk aan een precisielandbouw-wijzer	Niet alles werkt overal. Een PL Wijzer op Europees niveau helpt overheden bij het inschatten wat de mogelijkheden en de winsten zijn van precisielandbouw. Dit hangt af van het natuurlijk milieu, de bedrijfssystemen en de plattlandsstructuur. De PL Wijzer kan m.n. ook de relatie met milieuvorderingen goed duiden.	PRECISION AGRICULTURE:AN OPPORTUNITY FOR EU FARMERS - POTENTIAL SUPPORT WITH THE CAP 2014- 2020; JRC, 2014.	
Zet de landbouwvoorlichting in.	De landbouwvoorlichting kan een belangrijke rol spelen in het ondersteunen en adviseren van de agrariërs over technologie en precisie landbouwtechnieken als een onafhankelijke organisatie, niet gelinkt aan commerciële bedrijven. (In Nederland is de landbouwvoorlichting vercommercialiseerd.)	PRECISION AGRICULTURE:AN OPPORTUNITY FOR EU FARMERS - POTENTIAL SUPPORT WITH THE CAP 2014- 2020; JRC, 2014.	
Verbeter de overdracht van kennis en technologie	De bewustwording en overdracht van kennis en technologie van precisielandbouw moet verbeterd worden. Een focusgroep over 'mainstreaming of precision farming' onder de EIP 'Agricultural Productivity and Sustainability' wordt gevormd. De huidige prioriteit is om te kijken naar data inwinnen en bewerken, maar die kan worden uitgebreid, zodat evidence based benchmarking van prestaties van precisielandbouw en de impactevaluatie ook meegenomen worden.	PRECISION AGRICULTURE:AN OPPORTUNITY FOR EU FARMERS - POTENTIAL SUPPORT WITH THE CAP 2014- 2020; JRC, 2014.	
Gebruik van PL-data voor andere doeleinden	Het gebruik van precisielandbouwdata voor andere doeleinden zou gestimuleerd moeten worden. Bijvoorbeeld verbeteren van input voor gewasmodellering.	PRECISION AGRICULTURE:AN OPPORTUNITY FOR EU FARMERS - POTENTIAL SUPPORT WITH THE CAP 2014- 2020; JRC, 2014.	
Verbeter toegang tot Open Data	Overheden en andere organisaties zorgen voor een weelde aan open data, maar voor de boer is dit toch nog vaak ver-van-mijn-bed. Verbeter toegang tot open data van weer, bodem, gewas, middelen etc.		
Zorg dat boeren de juiste werktuigen gebruiken	Onderzoek en ontwikkeling moeten private partnerships aanmoedigen om samen te werken aan innovatieve technologie en werktuigen. De EU moet meer samenwerken met organisaties zoals CEMA om te garanderen dat we de juiste werktuigen voorzien van de juiste milieustandaarden.	CEMA, 2016	

**Deelnemers hadden de vrijheid om zelf maatregelen toe te voegen tijdens het spel.*

Bijlage 4 Enquête



Toekomst Precisielandbouw

1. Stand van zaken precisielandbouw in Nederland

Om een beeld te krijgen van welke precisielandbouw-technologie al gebruikt wordt, houdt Wageningen Research in samenwerking met LTO een enquête onder boeren. Drie jaar geleden is een soortgelijke enquête onder leden van ZLTO gehouden. Hieruit bleek dat 65% van de akkerbouwers bijvoorbeeld al met gps werkt. Op de vraag waarom anderen hier nog niet mee werkten, werd vaak geantwoord dat het bedrijf te klein is, de technologie nog te complex en te duur en de beloofde voordelen niet concreet werden voor de eigen situatie. Drie jaar later willen we weer kijken wat de boeren er zelf van vinden. Als meer boeren precisielandbouw toepassen, is dat een win-winsituatie: hogere efficiëntie en een betere leefomgeving, maar we weten onvoldoende hoe de stand van zaken is in Nederland. Veel informatie komt vooral van koplopers, maar over het peloton is weinig bekend. Wageningen Research heeft daarom een enquête gemaakt waarmee zij boeren bevragen naar wat wel en niet gebruikt wordt en waarom. De vragenlijst is verbreed om ook (melk)veehouders mee te nemen, omdat ook in de stal steeds meer precision livestock farming plaatsvindt.

Het doel van deze enquête is inzicht te krijgen in het gebruik van precisielandbouwtechnieken. Deze enquête maakt deel uit van een onafhankelijk onderzoek naar het gebruik van precisielandbouw in Nederland in opdracht van [Topsector Agri&Food](#). Het onderzoek wordt uitgevoerd door Wageningen University and Research.

De enquête bestaat uit twee delen: een algemeen deel met betrekking tot bedrijfsinformatie en een tweede deel dat ingaat op het gebruik van precisielandbouwtechnieken. De enquête telt 11 vragen en is binnen 10 minuten te beantwoorden. De enquête kan anoniem ingevuld worden en wordt anoniem verwerkt. Onder de deelnemers verloten we een iPad! Om hier kans op te maken, moet u uw e-mailadres achterlaten. Het e-mailadres wordt los van de enquête verwerkt. U krijgt dan ook de resultaten van de enquête toegestuurd.

1. **In welke provincie is uw bedrijf actief? (Meerdere? Kies de provincie met het grootste aandeel.)**

- Drenthe
- Flevoland
- Friesland
- Gelderland
- Groningen
- Limburg
- Overijssel
- Noord-Brabant
- Noord-Holland
- Utrecht
- Zeeland
- Zuid-Holland

2. **Wat is de hoofdtak van uw bedrijf?**

- Grondgebonden teelt (incl. grasland)
- Veeteelt

Algemeen: grondgebonden landbouw

3. Hoeveel hectare beslaat uw agrarisch bedrijf?

- 0 – 20 hectare
- 21 – 50 hectare
- 51 – 100 hectare
- 101 – 200 hectare
- 201 – 250 hectare
- 251 – 500 hectare
- 501 hectare of meer
- Loonwerker (hectares niet van toepassing)

4. Welk gewas omvat uw hoofdteelt?

- Consumptieaardappelen Gerst
- Gras Haver Mais
- Pootaardappelen Rogge Suikerbieten (Winter) Tarwe Uien
- Zetmeelaardappelen Overige gewassen
- Loonwerker (gewas niet van toepassing)

Algemeen: Veehouderij

5. Tot welke bedrijfstak behoort uw bedrijf?

- Melkveehouderij
- Kalverhouderij
- Opfok melkvee
- Zeugenhouderij
- Vleesvarkens
- Vleeskuikens
- Eieren
- Anders, namelijk

Huidig gebruik: Grondgebonden teelt

6. Gebruikt u precisielandbouwtechnieken?

- Nee
- Ik gebruik gps om recht te rijden
- Ik gebruik gps voor vaste rijpaden
- Ik gebruik gps om automatisch te sturen
- Ik gebruik GPS-RTK via internet
- Ik gebruik GPS-RTK met lokale bakens
- Ik meet percelen in
- Ik gebruik variabele stikstofbemesting
- Ik gebruik plaats-specifieke gewasbescherming
- Ik gebruik variabel zaaien/planten
- Ik gebruik variabel beregenen
- Ik gebruik precisie onkruid verwijderen
- Ik gebruik gewassensoren
- Ik gebruik vochtsensoren
- Ik maak gebruik van bodemscans
- Ik maak direct gebruik van satellietbeelden
- Ik maak gebruik van beelden gemaakt met drones
- Ik maak direct gebruik van perceelkaarten
- Anders, namelijk

Huidig en mogelijk toekomstig gebruik: Grondgebonden teelt

7. Wat weerhoudt u ervan om precisielandbouwtechnologie te gebruiken?

- Mijn onderneming is te klein
- Ik denk niet dat het zich terugbetaalt
- Ik ben niet geïnteresseerd in precisielandbouwtechnieken
- Ik heb nog niet naar het nut en de economische aspecten gekeken
- Ik heb niet de juiste kennis om ermee te werken
- Mijn huidige machinepark is niet voldoende toegerust voor de techniek
- Ik mis goede taakkaarten die veldsituatie vertalen naar giften en middelengebruik
- Ik heb het overwogen, maar het idee uiteindelijk laten varen
- Ik wacht totdat de technologie verder ontwikkeld en goedkoper wordt
- Ik verwacht het binnen 12 maanden aan te schaffen
- Anders, namelijk

8. **Wat zou u stimuleren om precisielandbouwtechnieken toe te gaan passen?**

- Gedegen praktijkonderzoek naar het effect op opbrengst
- Gedegen praktijkonderzoek naar het effect op middelengebruik
- Meer mogelijkheden voor training om technieken te kunnen gebruiken
- Meer technische steun om technieken goed te kunnen gebruiken
- Directe subsidie
- Financiële bijdrage door belastingverlaging
- Verlaging van kosten voor de techniek met minimaal 10%
- Anders, namelijk

9. **Hoe ziet u het gebruik van precisielandbouwtechnologieën over 5 jaar?**

- Volledig geautomatiseerde besturing van landbouwwerktuigen (zonder personen)
- Beter afstemming tussen toeleverend transport en landbewerking
- Alle leveranciers (John Deere, New Holland, etc.) werken straks met één standaard
- Plaats-specifiek werken door beter inzicht in effect van bodem en gewasparameters
- Geen veranderingen
- Anders, namelijk

10. **Welke precisielandbouwtechnieken gebruikt u over 5 jaar?**

- Ik gebruik gps om recht te rijden
- Ik gebruik gps voor vaste rijpaden
- Ik gebruik gps om automatisch te sturen
- Ik gebruik GPS-RTK via internet
- Ik gebruik GPS-RTK met lokale bakens
- Ik meet percelen in
- Ik gebruik variabele stikstofbemesting
- Ik gebruik plaats-specifieke gewasbescherming
- Ik gebruik variabel zaaien/planten
- Ik gebruik variabel beregenen
- Ik gebruik precisie onkruid verwijderen
- Ik gebruik gewassensoren
- Ik gebruik vochtsensoren
- Ik maak gebruik van bodemscans
- Ik maak direct gebruik van satellietbeelden
- Ik maak gebruik van beelden gemaakt met drones
- Ik maak direct gebruik van perceelkaarten
- Anders, namelijk

11. **Welke voordelen ziet u? (Maximaal 3 antwoorden mogelijk.)**

- Hogere opbrengst
- Brandstof besparing
- Tijdsbesparing
- Minder vaak 'heen-en-weer' rijden op het perceel
- Beter aansluiting (mineralen)transport op actieve werktuigen op het perceel
- Beter inzicht in bedrijfsadministratie
- Efficiënter gebruik van middelen
- Langer doorwerken wordt mogelijk omdat de vermoeidheid afneemt
- Nauwkeuriger werken
- Anders, namelijk

12. **Welke nadelen ziet u? (Maximaal 3 antwoorden mogelijk.)**

- Geen
- Apparatuur van verschillende leveranciers sluiten niet op elkaar aan
- Grote (eenmalige) investering
- Moeilijke communicatie tussen de diverse software- / managementpakketten
- Geen onderbouwde taakkaarten
- Onvoldoende kennis van mogelijkheden en gebruik
- Onvoldoende onafhankelijk advies
- Anders, namelijk

13. **Wat zou u stimuleren om precisielandbouwtechnieken nog meer te gaan toepassen?**

- Gedegen praktijkonderzoek naar het effect op opbrengst
- Gedegen praktijkonderzoek naar het effect op middelengebruik
- Meer mogelijkheden voor training om technieken te kunnen gebruiken
- Meer technische steun om technieken goed te kunnen gebruiken
- Directe subsidie
- Financiële bijdrage door belastingverlaging
- Verlaging van kosten voor de techniek met minimaal 10%
- Anders, namelijk

14. **Hoe ziet u het gebruik van precisielandbouwtechnologieën over 5 jaar?**

- Volledig geautomatiseerde besturing van landbouwwerktuigen (zonder personen)
- Betere afstemming tussen toeleverend transport en landbewerking
- Alle leveranciers (John Deere, New Holland, etc.) werken straks met één standaard
- Plaats-specifiek werken door beter inzicht in effect van bodem en gewasparameters
- Geen veranderingen
- Anders, namelijk

15. **Welke precisielandbouwtechnieken gebruikt u over 5 jaar?**

- Ik gebruik gps om recht te rijden
- Ik gebruik gps voor vaste rijpaden
- Ik gebruik gps om automatisch te sturen
- Ik gebruik GPS-RTK via internet
- Ik gebruik GPS-RTK met lokale bakens
- Ik meet percelen in
- Ik gebruik variabele stikstofbemesting
- Ik gebruik plaats-specifieke gewasbescherming
- Ik gebruik variabel zaaien/planten
- Ik gebruik variabel beregenen
- Ik gebruik precisie onkruid verwijderen
- Ik gebruik gewassensoren
- Ik gebruik vochtsensoren
- Ik maak gebruik van bodemscans
- Ik maak direct gebruik van satellietbeelden
- Ik maak gebruik van beelden gemaakt met drones
- Ik maak direct gebruik van perceelkaarten
- Anders, namelijk

Toekomst Precisielandbouw

Huidig gebruik: Veehouderij

16. Gebruikt u precisielandbouwtechnieken?

- Nee
- Sensor data (bijv. camera's, meten luchtkwaliteit)
- Bewegingsdetectie
- Volgsystemen op basis van gps
- Managementinformatiesysteem
- Ja, anders namelijk

Huidig en mogelijk toekomstig gebruik: Veehouderij

17. Wat weerhoudt u ervan om precisielandbouwtechnologie te gebruiken?

- Mijn onderneming is te klein
- Ik denk niet dat het zich terugbetaalt
- Ik ben niet geïnteresseerd in precisielandbouwtechnieken
- Ik heb nog niet naar het nut en de economische aspecten gekeken
- Ik heb niet de juiste kennis om ermee te werken
- Mijn huidige machinepark is niet voldoende toegerust voor de techniek
- Ik heb het overwogen, maar het idee uiteindelijk laten varen
- Ik wacht totdat de technologie verder ontwikkeld en goedkoper wordt
- Ik verwacht het binnen 12 maanden aan te schaffen
- Anders, namelijk

18. **Wat zou u stimuleren om precisie landbouw technieken toe te gaan passen?**

- Gedegen praktijkonderzoek naar het effect op opbrengst
- Gedegen praktijkonderzoek naar het effect op middelengebruik
- Meer mogelijkheden voor training om technieken te kunnen gebruiken
- Meer technische steun om technieken goed te kunnen gebruiken
- Directe subsidie
- Financiële bijdrage door belastingverlaging
- Verlaging van kosten voor de techniek met minimaal 10%
- Anders, namelijk

19. **Hoe ziet u het gebruik van precisie landbouw technologieën over 5 jaar?**

- Een deel van mijn werk wordt overgenomen door sensor technologie en robotica
- Mijn management systeem geeft voortijdig mogelijke problemen aan
- Geen veranderingen
- Anders, namelijk

20. **Welke precisielandbouwtechnieken gebruikt u over 5 jaar?**

- Sensor data (bv camera's, meten luchtkwaliteit)
- Bewegingsdetectie
- Volgsystemen op basis van GPS
- Management informatie systeem
- Anders, namelijk

Toekomst Precisielandbouw

Huidig en toekomstig gebruik precisielandbouw: Veehouderij

21. Welke voordelen ziet u? (Maximaal 3 antwoorden mogelijk.)

- Hogere opbrengst
- Tijdsbesparing
- Beter inzicht in bedrijfsadministratie
- Efficiënter gebruik van middelen
- Nauwkeurig werken
- Anders, namelijk

22. Welke nadelen ziet u? (Maximaal drie antwoorden mogelijk.)

- Geen
- Apparatuur van verschillende leveranciers sluiten niet op elkaar aan
- Grote (eenmalige) investering
- Moeilijke communicatie tussen de diverse software- / managementpakketten
- Onvoldoende kennis van mogelijkheden en gebruik
- Onvoldoende onafhankelijk advies
- Anders, namelijk

23. **Wat zou u stimuleren om precisielandbouwtechnieken nog meer toe te gaan passen?**

- Gedegen praktijkonderzoek naar het effect op opbrengst
- Gedegen praktijkonderzoek naar het effect op middelengebruik
- Meer mogelijkheden voor training om technieken te kunnen gebruiken
- Meer technische steun om technieken goed te kunnen gebruiken
- Directe subsidie
- Financiële bijdrage door belastingverlaging
- Verlaging van kosten voor de techniek met minimaal 10%
- Anders, namelijk

24. **Hoe ziet u het gebruik van precisielandbouwtechnologieën over 5 jaar?**

- Een deel van mijn werk wordt overgenomen door sensortechnologie en robotica
- Mijn managementsysteem geeft voortijdig mogelijke problemen aan
- Geen veranderingen
- Anders, namelijk

25. **Welke precisielandbouwtechnieken gebruikt u over 5 jaar?**

- Sensor data (bv camera's, meten luchtkwaliteit)
- Bewegingsdetectie
- Volgsystemen op basis van GPS
- Managementinformatiesysteem
- Anders, namelijk

Afsluiting

26. Wat is uw mening ten aanzien van precisielandbouwtechnieken

Hartelijk dank voor uw deelname aan deze enquête. Mogen we u benaderen voor extra informatie? Vul dan hieronder uw gegevens in. U maakt dan ook kans op een iPad, want die wordt verloot onder de deelnemers.

Naam

Telefoonnummer

E-mailadres

Bijlage 5 Literatuurlijst, Bronnen

- Beck B., Balafoutis A., Broekaert K., Cool S., Fountas S. Maselyne J., Nuyttens D., Van De Vijver R., Vangeyte J., Zwervaegher I., van der Wal T. (2017 to be published). *Literature review on the impacts of Precision Agriculture Technologies in agriculture*. Report for the Joint Research Centre of the European Commission, Contract no. 199163-2015 A08-NL. Expected publishing medio 2017.
- Blackmore, S., Stout, B., Wang, M., & Runov, B. (2005, June). *Robotic agriculture—the future of agricultural mechanisation*. In Proceedings of the 5th European conference on precision agriculture (pp. 621-628).
- Bouma, J., J. Brouwer, A. Verhagen and H.W.G. Booltink. 1995. *Site specific management on field level: high and low tech approaches*. In: Bouma, J., A. Kuyvenhoven, B. Bouman, J. Luyten and H. Zandstra (Eds). "Eco regional approaches for sustainable land use and food production". Kluwer Publ., Dordrecht, the Netherlands: 453-475.
- Bouma, J. (1997). "Precision Agriculture: Introduction to the spatial and temporal variability of environmental quality", in: Precision Agriculture: spatial and temporal variability of environmental quality, CIBA Foundation Symposium 210, 1997. Published by John Wiley and Sons.
- Booij, R. (1997). "Precisielandbouw als een kwestie van tijd." *Agro Informatica*, december 1997.
- Dialogic / TNO (2016). "De toekomst van digitale connectiviteit". Rapport in opdracht van ministerie van EZ, december 2016.
- Dijk, C. J. van, & Kempenaar, C. (2016). *Open data voor precisielandbouw in Nederland* (No. 662). Wageningen University & Research.
- EIP-AGRI (2015). "Mainstreaming Precision Agriculture". Focus group final report. EIP Agriculture and Innovation.
- Heijting, S., Kempenaar, C., & Nieuwenhuizen, A. T. (2013). *Veiligheid van autonome voertuigen in open teelten. Wet-en regelgeving en aanbevelingen voor de veiligheid*. PPO-PRI.
- Hekkert, M. P., & Ossebaard, M. E. (2010). *De innovatiemotor*. Uitgeverij Van Gorcum.
- Hilkens W., A. Bruinsma (2016). *Wijzer worden van Smart Farming*, ABN-AMRO. www.abnamro.nl/sectoragrarisch.
- Hofstede, G. J., & Verwaart, D. (2005). *Boeren, informatica en vertrouwen*.
- Hogan, P. (2015). "Commission promotes smart farming to mitigate climate change", reported at <https://www.euractiv.com/section/agriculture-food/news/commission-promotes-smart-farming-to-mitigate-climate-change/>
- Janssens, S.R.M. en A.B. Smit (1999). Heeft precisielandbouw (de) toekomst? Rapport1.00.02; ISBN90-5242-558-2; LEI.
- Kempenaar, C., et al. (2016). *Big data analysis for smart farming*. Vol. 655. Wageningen University & Research, 2016.

-
- Kernecker, M., Knierim, A., & Wurbs, A. (2017). Deliverable 2.2: Report on farmers' needs, innovative ideas and interests. Available from the website [www. smart-akis. com](http://www.smart-akis.com).
- Ministerie van EZ (2016). *Kamerbrief voortgang Voedselagenda voor veilig, gezond en duurzaam voedsel*, Kamerbrief Tweede Kamer 21-11-2016;
- Rienks, F. (1998). Precisielandbouw – interview met Daan Goense en Cees Leeuwis. *Natuur en Techniek, jaargang 1998, nummer 2*
- SER (2016). *Versnelling duurzame veehouderij*, Advies 16/06, 2016.
- Steijn, W., Luijff, E., & Beek, D. (2016). *Opkomend risico voor arbeidsveiligheid door inzet van robots op de werkvloer* (No. TNO 2016 R10643). TNO.
- STOA (2016). European parliamentary Research Service. Scientific foresight study: Precision agriculture and the future of farming in Europe.(PE 581.892)
- STOWA (2015). *Goede Grond voor een Duurzaam Watersysteem*, Rapport 19, 2015. Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (STOWA). www.deltaproof.stowa.nl.
- Suurs, R. A. A., M. C. van de Lindt, and M. P. J. Willems (2011). *Reflectieve monitoring van innovatieprogramma's en innovatiesystemen. Instructiehandboek*. TNO.
- Topsectoren Agri & Food en Tuinbouw & Uitgangsmaterialen (2017). *Investeringsvoorstellen Agrifood en Tuinbouw voor NL Next Level*.
- Verhagen, A., H.W.G. Booltink and J. Bouma. (1995). Site specific management: balancing production and environmental requirements at farm level. *Agricult. Systems* 49: 369-384.
- Visser, M. (2017). *Dankzij precisielandbouwers is Nederland exportkampioen*, Dagblad Trouw, 20-01-2017.
- Whelan B., Taylor J. 2013. Precision agriculture for grain production systems. CSIRO Publishing, Australia.
- Zarco-Tejada, P. J., Hubbard, N., & Loudjani, P. (2014). Precision Agriculture: An Opportunity for EU Farmers—Potential Support with the CAP 2014-2020. *Joint Research Centre (JRC) of the European Commission*.
- Zeemeijer, I. (2017). *'Databoer' Jacob snakt naar snel internet*. Financieel Dagblad 18 maart 2017.

Wageningen Environmental Research
Postbus 47
6700 AA Wageningen
T 0317 48 07 00
www.wur.nl/environmental-research

Wageningen Environmental Research
Rapport 2820
ISSN 1566-7197

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.



To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Wageningen Environmental Research
Postbus 47
6700 AB Wageningen
T 317 48 07 00
www.wur.nl/environmental-research

Rapport 2820
ISSN 1566-7197

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

