



Fruit 4.0: De vruchten van meer technologie

Technologie-roadmap

Robert Ossevoort, Cor Verdouw, Peter Frans de Jong, Wil Hennen en Robbert Robbmond



WAGENINGENUR
For quality of life



POWERED BY DUTCH TECHNOLOGY



Fruit 4.0: De vruchten van meer technologie

Technologie-roadmap

Robert Ossevoort, Cor Verdouw, Peter Frans de Jong, Wil Hennen en Robbert Robbmond

Dit onderzoek is uitgevoerd door LEI Wageningen UR en PPO Wageningen UR in opdracht van Tuinbouw Digitaal, de Nederlandse Fruittelers Organisatie, FME en Fedecom en gefinancierd door het ministerie van Economische Zaken, in het kader van het Beleidsondersteunend onderzoeksthema 'Tuinbouw Digitaal' (projectnummer BO-23.06-001-002.06)

LEI Wageningen UR
Wageningen, juni 2016

RAPPORT
LEI 2016-004
ISBN 978-94-6257-845-6



Ossevoort, Robert, Cor Verdouw, Peter Frans de Jong, Wil Hennen en Robbert Robbemond, 2016.
Fruit 4.0: De vruchten van meer technologie; Technologie-roadmap. Wageningen, LEI Wageningen UR
(University & Research centre), LEI Rapport 2016-004. 64 blz.; 23 fig.; 8 tab.; 14 ref.

Het produceren van fruit kan tegenwoordig niet meer zonder betrouwbare en actuele informatie. Daarnaast zijn de ontwikkelingen op het gebied van internet, sensoren, drones en robots momenteel in een stroomversnelling gekomen. Hierdoor verandert productie radicaal naar flexibele, autonome en vraaggestuurde processen die naadloos geïntegreerd zijn in de keten. Dit wordt ook wel de vierde industriële revolutie genoemd, ofwel Industrie 4.0. Dit rapport introduceert een roadmap voor automatisering en digitalisering in de fruitsector, zodat ook deze sector de voordelen van Fruit 4.0 kan benutten.

Modern fruit production is not possible without reliable and up-to-date information. In addition, developments of technologies in the field of the internet, sensors, drones and robotics are gaining momentum. Consequently, production is changing radically towards flexible, autonomous and demand-driven business processes, which integrate smoothly in the supply chain. We also refer to this transition as the fourth industrial revolution, or Industry 4.0. This report introduces a roadmap for automation and digitalisation in the fruit industry, which will allow this sector to profit from its own Fruit 4.0.

Trefwoorden: fruit, automatiseren, ICT, Industrie 4.0, Internet of Things, innovatie

Dit rapport is gratis te downloaden op <http://dx.doi.org/10.18174/385030> of op www.wageningenUR.nl/lei (onder LEI publicaties).

© 2016 LEI Wageningen UR

Postbus 29703, 2502 LS Den Haag, T 070 335 83 30, E informatie.lei@wur.nl,
www.wageningenUR.nl/lei. LEI is onderdeel van Wageningen UR (University & Research centre).



LEI hanteert voor haar rapporten een Creative Commons Naamsvermelding 3.0 Nederland licentie.

© LEI, onderdeel van Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek, 2016

De gebruiker mag het werk kopiëren, verspreiden en doorgeven en afgeleide werken maken. Materiaal van derden waarvan in het werk gebruik is gemaakt en waarop intellectuele eigendomsrechten berusten, mogen niet zonder voorafgaande toestemming van derden gebruikt worden. De gebruiker dient bij het werk de door de maker of de licentiegever aangegeven naam te vermelden, maar niet zodanig dat de indruk gewekt wordt dat zij daarmee instemmen met het werk van de gebruiker of het gebruik van het werk. De gebruiker mag het werk niet voor commerciële doeleinden gebruiken.

Het LEI aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Het LEI is ISO 9001:2008 gecertificeerd.

LEI 2016-004 | Projectcode 2282300099

Foto omslag: Shutterstock

Inhoud

	Woord vooraf	5
	Managementsamenvatting	6
	Executive Summary	10
1	Inleiding	14
	1.1 Achtergrond	14
	1.2 Aanleiding	14
	1.3 Doelstelling	15
	1.4 Leeswijzer	15
2	Onderzoeksmethode	16
	2.1 Visievorming	17
	2.1.1 Expertronde	17
	2.1.2 Referentiemodel	17
	2.2 Inventarisatie	17
	2.2.1 Interviews	17
	2.2.2 Enquête	17
	2.2.3 Literatuur	18
	2.3 Analyse en definiëren roadmap	18
	2.4 Vaststellen implementatieaanpak	18
3	Visievorming voor technologische ontwikkelingen	19
	3.1 Processen en informatiestromen	19
	3.2 Trends	20
	3.2.1 Het gemiddeld areaal per fruitteeltbedrijf neemt toe en daarmee ook de vraag naar technologische ondersteuning van managementautomatisering	20
	3.2.2 Combinatie lage economische resultaten en hoge arbeidskosten vraagt betaalbare technologische oplossingen	21
	3.2.3 Toename tijdelijke arbeidskrachten leidt tot meer behoefte aan technologische hulpmiddelen	23
	3.2.4 Behoeft bij fruittelers aan nieuwe, geavanceerde teelttechnieken vanwege toenemende milieueisen op middelen-, energie- en waterverbruik	24
	3.3 Visie Fruit 4.0	26
	3.4 Visie informatiearchitectuur Fruit 4.0	28
4	Inventarisatie wensen en prioriteiten	30
	4.1 Inzichten uit de literatuur: integratie van technologieën belangrijke uitdaging	30
	4.2 Resultaten interviews	31
	4.3 Resultaten enquête	32
5	Roadmap voor technologieontwikkeling	33
	5.1 Management en (big) data	34
	5.2 Waarneming en detectie	37
	5.3 Hightech voor de boomgaard	39
	5.4 Hightech voor ketenoptimalisatie	41

6	Implementatie	44
6.1	Businessmodellen en governance	44
6.1.1	Businessmodellen	44
6.1.2	Waardecreatie	46
6.1.3	Voorbeelden van nieuwe businessmodellen	47
6.1.4	Governance	47
6.2	Implementatie	48
6.2.1	Innovatiecirkel	48
6.2.2	Aanpak	49
6.2.3	Publiek-Private Samenwerking (PPS)	49
6.2.4	Private ontwikkeling	50
6.2.5	Vervolg	50
7	Conclusies	51
	Literatuur en websites	53
	Bijlage 1 Overzicht van geïnterviewden	54
	Bijlage 2 Vragenlijsten interviews	55
	Bijlage 3 Enquête Fruitteelt Vakbeurs	58
	Bijlage 4 Specifieke uitkomsten enquête Fruitteelt Vakbeurs	60
	Bijlage 5 Ruimtelijke spreiding in Nederland	61
	Bijlage 6 Businessmodellen voor data-gedreven diensten	62

Woord vooraf

De Nederlandse Fruittelers Organisatie (NFO) heeft samen met FME, Fedecom en Tuinbouw Digitaal een aantal bijeenkomsten georganiseerd om met fruittelers en techniekbedrijven het thema automatisering en digitalisering in de fruitteelt te bespreken onder de noemer Fruit 4.0. Naar aanleiding hiervan is binnen het Tuinbouw Digitaal-project 'De Connected Kwekerij' budget vrijgemaakt om een roadmap voor technologische innovatie in de fruitteelt te maken. Deze roadmap vindt u in dit rapport. Bij dit onderzoek zijn telers, adviespartijen en techniekbedrijven actief betrokken (geweest). Op verschillende momenten hebben zij hun bijdrage geleverd in de vorm van workshops, enquêtes en interviews. Wij bedanken allen voor hun bijdrage.

Tot slot bedanken wij de Topsector Tuinbouw & Uitgangsmaterialen en Tuinbouw Digitaal voor de financiering van dit onderzoek.



Prof. dr. ir. Jack (JGAJ) van der Vorst
Algemeen Directeur SSG Wageningen UR

Managementsamenvatting

Het produceren van fruit kan tegenwoordig niet meer zonder betrouwbare en actuele informatie. Fruitbedrijven worden steeds groter, ketens worden flexibeler en stellen meer klantspecifieke eisen, de markt vraagt gedetailleerde informatie over het teeltproces en ook voor regelgeving en certificering moeten veel data worden uitgewisseld. Deze ontwikkelingen stellen steeds hogere eisen aan het informatiemanagement van fruittelers.

Daarnaast zijn de ontwikkelingen op het gebied van internet, sensoren, drones en robots momenteel in een stroomversnelling gekomen. Het verandert productieprocessen radicaal naar flexibele en naadloos geïntegreerde systemen die besluitvorming ondersteunen, zelf beslissingen kunnen nemen, snel kunnen inspelen op veranderingen en informatie optimaal delen binnen het bedrijf en in de keten. Dit wordt ook wel de vierde industriële revolutie genoemd (Industrie 4.0).

Ondanks de veelbelovende technologische ontwikkelingen en de toenemende behoefte aan informatie blijven de automatisering en digitalisering in de fruitsector achter ten opzichte van andere agrarische sectoren. De Nederlandse Fruittelers Organisatie heeft daarom samen met FME, Fedecom en Tuinbouw Digitaal aan Wageningen UR (LEI en Praktijkonderzoek Plant & Omgeving) gevraagd om een roadmap voor automatisering en digitalisering in de Nederlandse fruitteelt te ontwikkelen. Dat heeft geresulteerd in:

- een visie op automatisering en digitalisering in de Nederlandse fruitteelt
- inzicht in de wensen en prioriteiten om deze visie invulling te geven
- een roadmap: overzicht van welke toepassingen ontwikkeld kunnen worden en fasering
- een aanpak om op sectorniveau samen te werken aan de implementatie van de roadmap (innovatiecirkel).

Fruit 4.0: visie automatisering en digitalisering Nederlandse fruitteelt

De komende jaren worden de komende ontwikkelingen naar verwachting doorgezet:

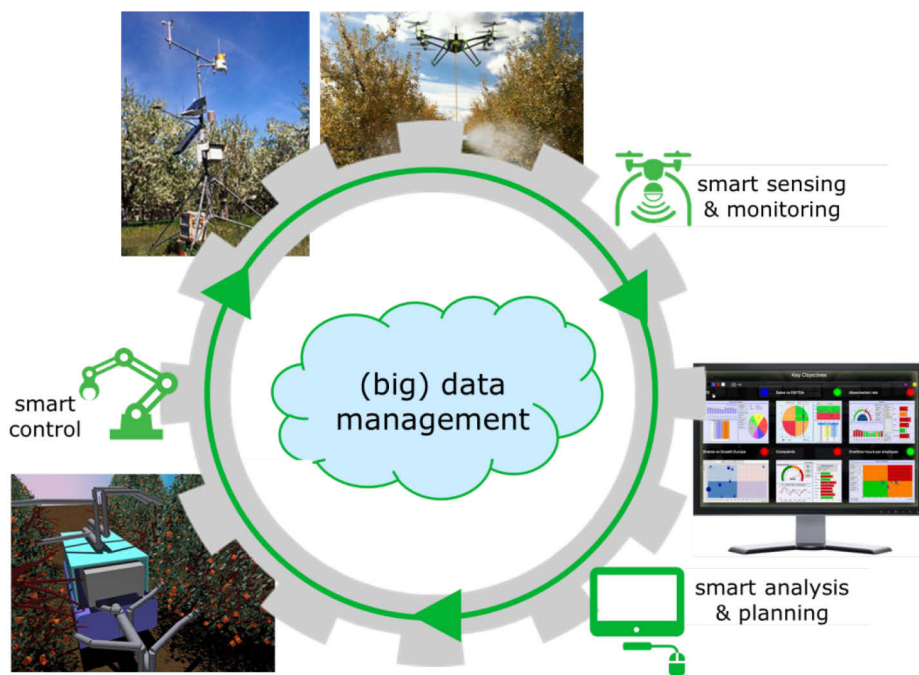
- Intensievere samenwerking tussen bedrijven in de fruitproductieketen en technologieleveranciers, zowel mechaniseerders als softwarebedrijven. Hierdoor zullen steeds meer technologisch hoogstaande oplossingen beschikbaar komen die specifiek toegespitst zijn op de fruitsector.
- Door gebruik te maken van deze technisch geavanceerde oplossingen zullen fruitteeltbedrijven en de keten als geheel steeds efficiënter en duurzamer fruit produceren. Dit terwijl het aandeel handmatige arbeid zal afnemen en de kwaliteit van de producten zal toenemen. Met als gevolg een hoger rendement.
- Door de ontwikkeling te stimuleren van technisch geavanceerde oplossingen voor de fruitsector specifiek door en voor Nederlandse bedrijven kan een competitief voordeel worden opgebouwd ten opzichte van buitenlandse bedrijven. Zowel het Nederlandse fruit dat zich dan zal onderscheiden in kwaliteit, duurzaamheid en efficiëntie, als de technologische oplossingen die dit mogelijk maken, zullen op deze manier belangrijke exportproducten worden.

Door deze ontwikkelingen zal de fruitsector de komende jaren de omslag maken naar Fruit 4.0. Dit betekent dat de vierde industriële revolutie ook de fruitteelt zal veranderen in flexibele, autonome en vraaggestuurde productiesystemen die naadloos geïntegreerd zijn in de keten. Om deze visie tastbaar te maken heeft de sector als missie voor de lange termijn geformuleerd: de sector ontwikkelt een multifunctionele robot die in staat is om meerdere, complexe handelingen in de boomgaard zelfstandig uit te voeren.

Zoals weergegeven in de onderstaande figuur, staat in Fruit 4.0 de besturingscyclus van slim meten & bewaken, slim analyseren & plannen en slim aansturen centraal. Datamanagement is de smeeroil om dit vliegwiel in beweging te krijgen en te houden en is de eerste stap naar de genoemde multifunctionele robot. Informatie- en communicatietechnologie (ICT) vormt dan ook het hart van Fruit 4.0. Het is belangrijk dat ICT-systemen zo opgezet zijn dat ze de benodigde flexibiliteit,

integratie en autonomie ondersteunen. Een informatiearchitectuur voor Fruit 4.0 bestaat uit drie lagen:

- *operationeel management*
de data-uitwisseling tussen de sensoren, automatische identificatie (zoals barcodes en RFID), hightechsystemen, drones, enzovoort, via (draadloze) netwerken met een operationeel Sensing & Control Platform
- *bedrijfsmanagement*
kantoorautomatisering voor planning, bewaking en administratieve verwerking van verkoop, inkoop, productie, voorraadbeheer, financieel, enzovoort. Bedrijfsmanagementsystemen wisselen data uit met het Sensing & Control Platform en met andere partijen in de keten, hiervoor zijn informatiestandaarden cruciaal
- *ondersteuning besluitvorming*
expertsystemen en adviesdiensten, bijvoorbeeld voor plaats specifieke gewasbescherming of gedetailleerde oogstprognoses, die via internet toegankelijk zijn en gemakkelijk kunnen worden gekoppeld.



Figuur S.1

Met foto's van: Vision Robotics Corporation, USU Extension, www.onemandrone.com

Wensen en prioriteiten

De wensen en prioriteiten van de fruitteeltsector op het gebied van automatisering en digitalisering zijn gebaseerd op twee workshops, 20 diepte-interviews en een enquête met 65 telers tijdens de Fruitteelt Vakbeurs.

Grootste mogelijkheden voor ICT in bewerkingen in de boomgaard

De geïnterviewden zien vooral mogelijkheden voor besparingen bij bewerkingen in de boomgaard. Het gaat daarbij voornamelijk om technologie voor het spuiten, plukken en snoeien. Ook hechten de geïnterviewden relatief veel waarde aan betere registratie van informatie, aan goede informatievoorziening als geheel en aan betere monitoring, met name van ziekten & plagen en gewasgroei.

ICT meest nuttig voor bedrijfsmanagement en waarnemingen in boomgaard

In de enquête is fruittelers gevraagd naar de verwachting van het nut, rendement en eenvoudig gebruik van vier veelbelovende technieken die uit de interviews naar voren kwamen. De respondenten geven de hoogste prioriteit aan een registratieprogramma voor de fruitteelt (breder dan de huidige

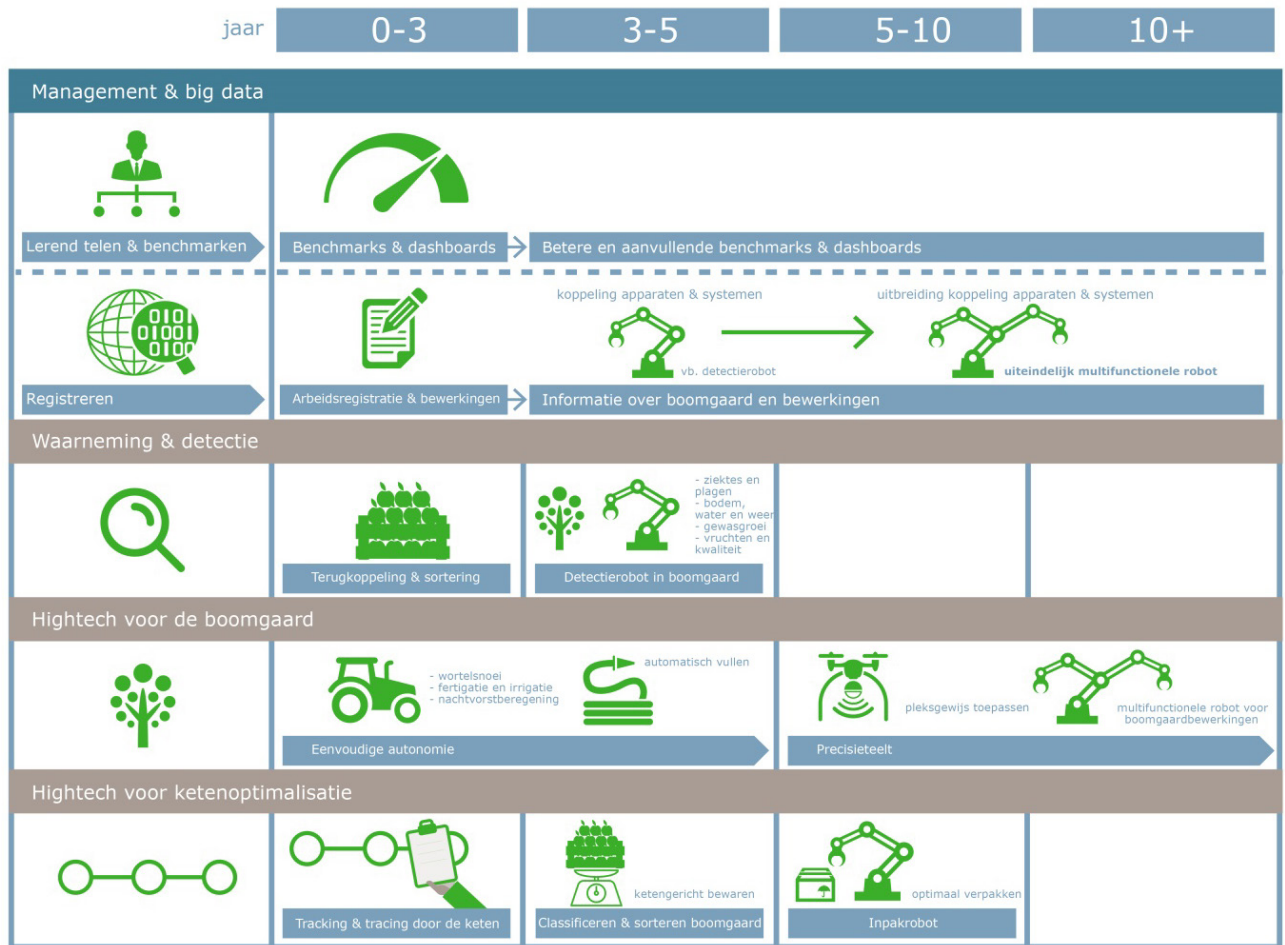
registratie van gewasbeschermingsmiddelen). Ook het verzamelen van data in en over de boomgaard scoort hoog. De volgende prioriteit is een autonome trekker, terwijl een snoeirobot het laagst scoort. Dit laat zien dat, hoewel er vaak veel aandacht uitgaat naar robotisering en hightechsystemen, fruittelers meer nut, rendement en gebruiksgemak verwachten van bedrijfsmanagementsystemen en systemen voor waarneming en detectie in de boomgaard.

Roadmap

Op basis van de visie en de analyse van wensen en prioriteiten is een roadmap opgesteld. Hierin zijn vier thema's benoemd waarbinnen toepassingen worden ontwikkeld die op korte termijn (tussen nu en 3 jaar) tot op lange termijn (meer dan 10 jaar) in de keten geïmplementeerd kunnen worden. In het kort:

- *Management en (big) data* omvat het verwerken en analyseren van allerlei informatie tijdens de teeltcyclus. Toepassingen zijn gericht op betere managementinformatie voor teelt, bedrijfsvoering en keten. Daarmee kan gestuurd worden op het steeds verder optimaliseren van de inzet van arbeid en productiemiddelen en het steeds beter afstemmen van teelt en kwaliteit met de keten. Benchmarking is hierin een instrument.
- *Waarneming en detectie* omvat het geautomatiseerd, gestructureerd en tijdig verzamelen van precieze informatie tijdens de teeltcyclus. Daarmee is de teler in staat om indien nodig tijdig in te grijpen en beter te plannen. Dit kan de efficiëntie verhogen en het gebruik van middelen terugdringen. Het delen van plannings- en voorspellingen verhoogt ook de efficiëntie in de keten.
- *Hightech voor de boomgaard* omvat diverse machines en robots die in toenemende mate handelingen in de boomgaard kunnen verrichten. Daarmee is de teler in staat het gebruik van middelen te verminderen, de kwaliteit van het fruit te verhogen en kosten te verlagen. De verwachting is dat hieruit op den duur een multifunctionele robot volgt die zelfstandig complexe taken kan uitvoeren.
- *Hightech voor de keten* omvat het ontwikkelen van toepassingen die telers en ketenpartners helpen om betere producten te leveren, derving te verminderen en onnodige kosten tussen oogst en afzet van het product te voorkomen. Denk hierbij aan een inpakrobot. Zo nemen de efficiëntie en het rendement van de keten toe en levert de keten een beter product aan de consument.

De vier thema's zijn uitgewerkt in onderstaande roadmap:



Figuur S.2

Implementatie via experimenteerruimte en een praktijknetwerk

Innovaties op het gebied van automatisering en digitalisering komen het beste tot stand in een samenwerking tussen bedrijven uit de fruitsector (fruittelers en hun ketenpartners), technologiebedrijven (bedrijven die de traditionele leveranciers van de fruitsector zijn, maar ook technologiebedrijven die nieuw in deze sector zijn) en kennisinstellingen. Een manier om dit te bereiken is om in een innovatiecirkel samen te werken aan implementatie van de roadmap. Een innovatiecirkel is een gezamenlijke experimenteerruimte en praktijknetwerk dat kennisuitwisseling en innovatie op het gebied van ICT structureel inbedt in de fruitsector en zorgt voor een goede aansluiting tussen de projectinnovaties en de dagelijkse praktijk.

Voor een innovatiecirkel is het de uitdaging om enerzijds de balans te vinden tussen concrete, aansprekende en haalbare businesscases en anderzijds te denken vanuit een langetermijnperspectief en aan te sluiten bij state-of-the-art ontwikkelingen in de ICT. Met andere woorden: zowel het plukken van laaghangend fruit (quick wins) om draagvlak en stappen voorwaarts te garanderen, als het werken aan de boomgaard van de toekomst om het rendement op lange termijn een impuls te geven. Alleen dan zijn samenhangende en praktijkgerichte innovaties mogelijk die de fruitsector structureel verder helpen.

Executive Summary

Modern fruit production is not possible without reliable and up-to-date information. Fruit companies are getting bigger, supply chains are more flexible and allow for more specific customer requirements, the market demands detailed information about the cultivation process and there is a lot of data exchange required for regulatory and certification purposes. These developments pose increasingly higher demands on fruit growers' information management.

In addition, developments of technologies in the field of the internet, sensors, drones and robotics are gaining momentum. And that is changing production processes radically toward flexible and seamlessly integrated systems that support decision-making, self-determination, quick response to changes and optimal information sharing within the company and the supply chain. We also refer to this transition as the fourth industrial revolution, or Industry 4.0.

Despite the promising technological developments and the growing need for information, automation and digitalisation, the fruit sector remains behind compared to other agricultural sectors. The Dutch Fruit Growers Organisation - in collaboration with FME, Fedecom and Tuinbouw Digital - has asked Wageningen UR (LEI and Applied Plant Research) to develop a roadmap for automation and digitalisation in the Dutch fruit cultivation sector. The results of that process include:

- a vision of automation and digitalisation in Dutch fruit cultivation
- insight into the wishes and priorities relating to fulfilling the vision
- a roadmap – an overview of the applications that can be developed and the phasing
- an approach for collaboration at sector level on implementation of that roadmap (innovation circle)

Fruit 4.0 – a vision of automation and digitalisation in Dutch fruit cultivation

During the next few years, we expect the implementation of the following developments:

- Intensive collaboration between companies in the fruit-production supply chain and suppliers of technology, as well as people involved in mechanisation and software firms. This will lead to increased availability of technologically advanced solutions specifically tailored to the fruit sector.
- By using those technically advanced solutions, fruit farms and the supply chain as a whole will become increasingly efficient and produce fruit in a more sustainable way. And that will all occur while manual labour is reduced and product quality increases. The result will be higher returns.
- Encouraging the development of advanced technological solutions for the sector, specifically by and for Dutch companies, will establish a competitive advantage in respect to foreign companies. This approach will lead to Dutch fruit - which will stand out in quality, sustainability and efficiency - and the technological solutions that make that possible, both being important export products.

Through these developments, the fruit sector will achieve the transition to Fruit 4.0 during the next few years. This means that the fourth industrial revolution will transform the fruit sector into flexible, autonomous and demand-driven production systems, which will integrate seamlessly into the supply chain. To make this vision tangible, the industry has set out a mission for the long-term: the sector will develop a multifunctional robot that is able to perform multiple, complex operations in the orchard autonomously.

As shown in the figure below, a control cycle that includes smart sensing & monitoring, smart analysis & planning and smart control is central to Fruit 4.0. Data management is the lubricant that will oil the wheels of change, set them in motion and keep up the momentum, and it is the first step required for developing the robot mentioned above. Information and communication technology (ICT) is thus the heart of Fruit 4.0. It is very important that ICT systems are set up in a way that supports the necessary flexibility, integration and autonomy. The information architecture for Fruit 4.0 comprises three layers:

- *operational management*
data exchange via (wireless) networks, between sensors, automatic identification (such as barcodes and RFID), high-tech systems, drones, etc. and an operational Sensing & Control Platform
- *business management*
office automation for planning, monitoring and administration of sales, purchasing, production, inventory, finance, etc. Business management systems must exchange data with the Sensing & Control Platform and with other parties in the supply chain which makes data standards essential.
- *support for decision-making*
expert systems and consulting services, e.g. concerning site-specific pest control or detailed harvest forecasts, which are accessible via the internet and are easy to link.

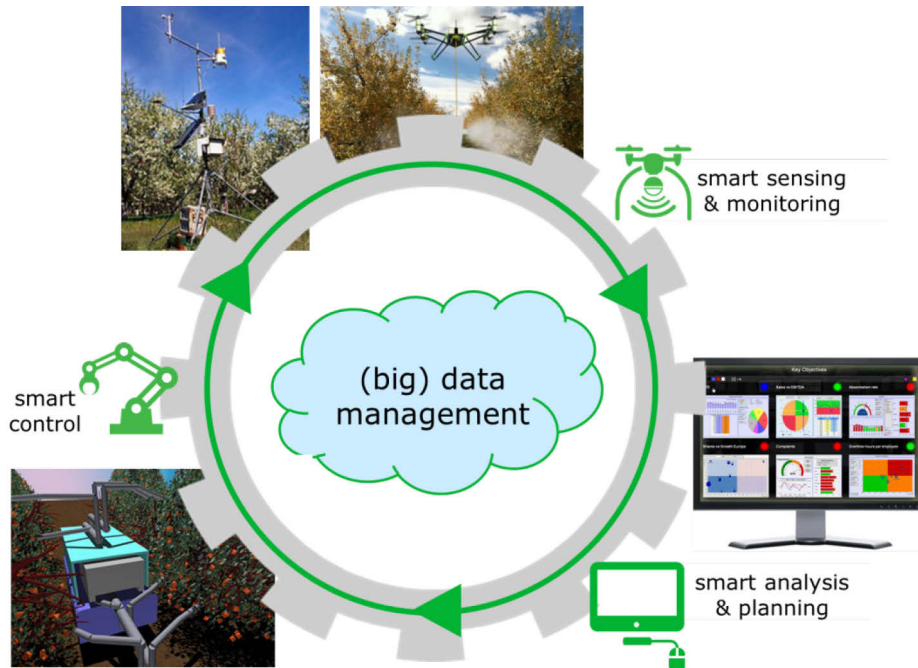


Figure S.1

Source images: Vision Robotics Corporation, USU Extension, www.onemandrone.com

Wishes and priorities

The wishes and priorities of the fruit cultivation sector concerning automation and digitalisation are based on two workshops, 20 in-depth interviews and a study involving 65 fruit growers during the Fruit Cultivation Trade Fair.

The greatest potential for ICT lies in orchard operations

The interviewees see particular opportunities for savings on operations in the orchard. That primarily concerns technology related to spraying, picking and pruning. The interviewees also placed relatively high value on improved information recording, good overall information and better monitoring, particularly concerning diseases and pests and crop growth.

ICT processes that are most useful for business management and orchard observations

The survey asked growers about their expectation of usefulness, efficiency and ease-of-use of four promising techniques that emerged from the interviews. The respondents gave the highest priority to a registration programme for fruit cultivation (wider ranging than the current crop protection product registration). Also collecting data in and about the orchard scored high in their opinion. The next priority was an autonomous tractor, while a pruning robot scored lowest. This shows that, although there is often much emphasis on robotics and high-tech systems, growers expect more utility, efficiency and ease-of-use from business management systems and those for sensing and detection in the orchard.

Roadmap

A roadmap has been set out using the vision and analysis of the wishes and priorities that resulted from the study and interviews. It identifies four themes, in which applications will be developed that can be implemented within the supply chain in the short-term (between now and three years) and further in the future (over ten years). In brief:

- *Management and big data* includes processing and analysing all kinds of information during the crop cycle. Applications target better management information for cultivation, business administration and the supply chain. This allows steering based on further optimisation of investments for labour and production materials and increasingly improved fine-tuning of crops and quality in collaboration with the supply chain. Benchmarking is a useful tool here.
- *Observation and detection* comprises automated, structured and timely collection of accurate information during the crop cycle. That prepares the grower to take timely action when this is necessary and to plan better. And that can increase efficiency and reduce the use of resources. Sharing plans and forecasts also increases efficiency in the supply chain.
- *High-tech solutions for orchards* include various machines and robots that can perform an increasing number of tasks in the orchard. All that enables the grower to *reduce use of resources, increase fruit quality and bring down costs*. The expectation is that, over the course of time, this will lead to a multifunctional robot that will be capable of performing complex tasks autonomously.
- *High-tech for the supply chain* includes developing applications that help growers and supply chain partners to deliver better products, reduce losses and avoid unnecessary costs between harvesting and marketing the product. This includes, for example, a packing robot. In these ways, efficiency and returns are improving in the supply chain, and it in turn supplies better products to the consumer.

The four themes are set out in the road map below:

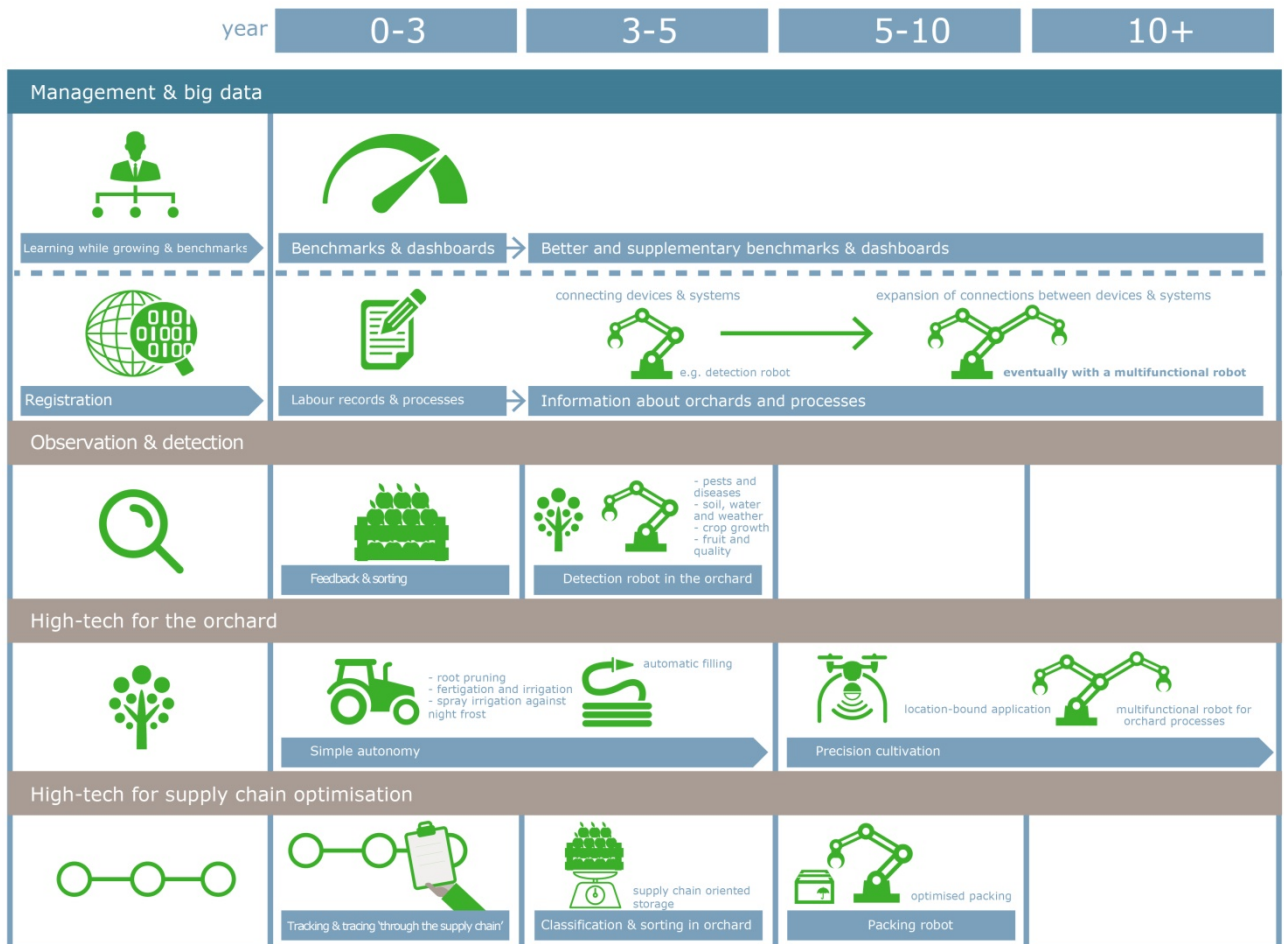


Figure S.2

Implementation through an experimental space and a practice network

Innovations in the field of automation and digitalisation are best developed in a collaboration between enterprises in the fruit sector (producers and their supply chain partners), technology companies (businesses that are the traditional suppliers to the sector and technology companies that are new in this sector) and knowledge institutions. One way to achieve that is by working together in an innovation circle to implement the roadmap. An innovation circle is a collaborative space for experimentation and practice networking that embeds knowledge and innovation in the field of ICT structurally in the fruit sector and ensures a good connection between project innovations and everyday practice.

The challenge of setting up an innovation circle, is, firstly, to find the balance between practical, appealing and viable business cases, and, secondly, to think from a long-term perspective and to take up state-of-the-art ICT developments. In other words, both to ensure picking low hanging fruit (quick wins) to guarantee support and taking steps forwards, as well as working on the orchard of the future to give returns a boost in the long-term. Only then will it be possible to create coherent and practical innovations that will improve the fruit sector structurally.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Het produceren van fruit kan tegenwoordig niet meer zonder betrouwbare en actuele informatie. Fruitbedrijven worden gemiddeld steeds groter, waardoor de bedrijfsvoering complexer wordt en de behoefte aan managementinformatie toeneemt. Ketens worden steeds flexibeler en stellen meer klantspecifieke eisen, bijvoorbeeld aan de maat, kleur, etikettering en verpakking van fruit. Tegelijkertijd vraagt de markt om gedetailleerde informatie over het teeltproces, bijvoorbeeld ten aanzien van gebruik van gewasbeschermingsmiddelen, oogstprognoses en kwaliteit. Ook voor regelgeving en certificering moeten veel data worden uitgewisseld. Deze ontwikkelingen stellen steeds hogere eisen aan het informatiemanagement van fruittelers.

Aan de andere kant zijn er enorme technologische ontwikkelingen op het gebied van automatisering en digitalisering. Robotica neemt momenteel een vlucht, waardoor robots steeds complexere taken kunnen uitvoeren. Er komen steeds geavanceerdere sensoren beschikbaar, die via draadloze netwerken op afstand kunnen worden uitgelezen. Drones met hightechcamera's zijn al lang geen utopie meer, maar kunnen nu al ingezet worden in de boomgaard om bijvoorbeeld bloesem te tellen of ziektes te identificeren. Er komen steeds slimmere systemen om de enorme hoeveelheden data die hiermee worden gegenereerd te analyseren en te combineren met allerlei externe data, bijvoorbeeld weersinformatie of satellietdata. Gebruikers krijgen adviezen en alarmen vervolgens via gebruiksvriendelijke apps op smartphones en de machines in de boomgaard (bijvoorbeeld spuitrobot) kunnen op de centimeter nauwkeurig ingrijpen. Met behulp van RFID-chips kunnen oogstkratten precies worden gevolgd en getraceerd. Informatie over teelt en over het fruit kan gemakkelijk via internet worden uitgewisseld met ketenpartijen.

Deze ontwikkelingen op het gebied van internet, sensoren, drones en robots zijn momenteel in een stroomversnelling gekomen. Nu zijn deze technologieën vaak nog niet goed geïntegreerd en worden ze nog niet breed in de praktijk toegepast. Maar de verwachting is dat ze in de nabije toekomst productieprocessen radicaal zullen veranderen naar flexibele en naadloos geïntegreerde systemen die zelf beslissingen kunnen nemen, besluitvorming ondersteunen, snel kunnen inspelen op veranderingen en informatie optimaal delen binnen het bedrijf en in de keten. Dit wordt ook wel de vierde industriële revolutie genoemd (Industrie 4.0).

1.2 Aanleiding

Ondanks de veelbelovende technologische ontwikkelingen en de toenemende behoefte aan informatie blijven de automatisering en digitalisering in de fruitsector achter ten opzichte van andere agrarische sectoren. De Nederlandse Fruittelers Organisatie heeft daarom samen met FME, Fedecom en Tuinbouw Digitaal een aantal workshops voor fruittelers en techniekbedrijven georganiseerd over de kansen van automatisering en digitalisering in fruitteelt. Hieruit bleek een duidelijke behoefte aan technologische oplossingen die bijdragen aan het realiseren van een optimale kwaliteit hardfruit tegen zo laag mogelijke kosten, waarbij het milieu zo veel mogelijk wordt ontzien. De betrokken partijen in de fruitsector en vanuit de toeleverende technologiebedrijven spraken de wens uit om deze uitdaging gezamenlijk ter hand te nemen. Dit project Fruit 4.0 is vervolgens gestart om daar verdere invulling aan te kunnen geven.

1.3 Doelstelling

Het doel van Fruit 4.0 is om een roadmap te maken voor automatisering en digitalisering in de Nederlandse fruitteelt. Deze roadmap geeft een onderbouwd advies over de stappen die genomen kunnen worden om processen in en rond de boomgaard te optimaliseren door middel van geautomatiseerde monitoring, alarmering en bijsturing met behulp van innovatieve IT-technologieën. Het wordt daardoor mogelijk om met behulp van technologie kosten in de teelt en in de keten terug te dringen, de kwaliteit te verhogen en tegelijkertijd duurzamer te produceren.

1.4 Leeswijzer

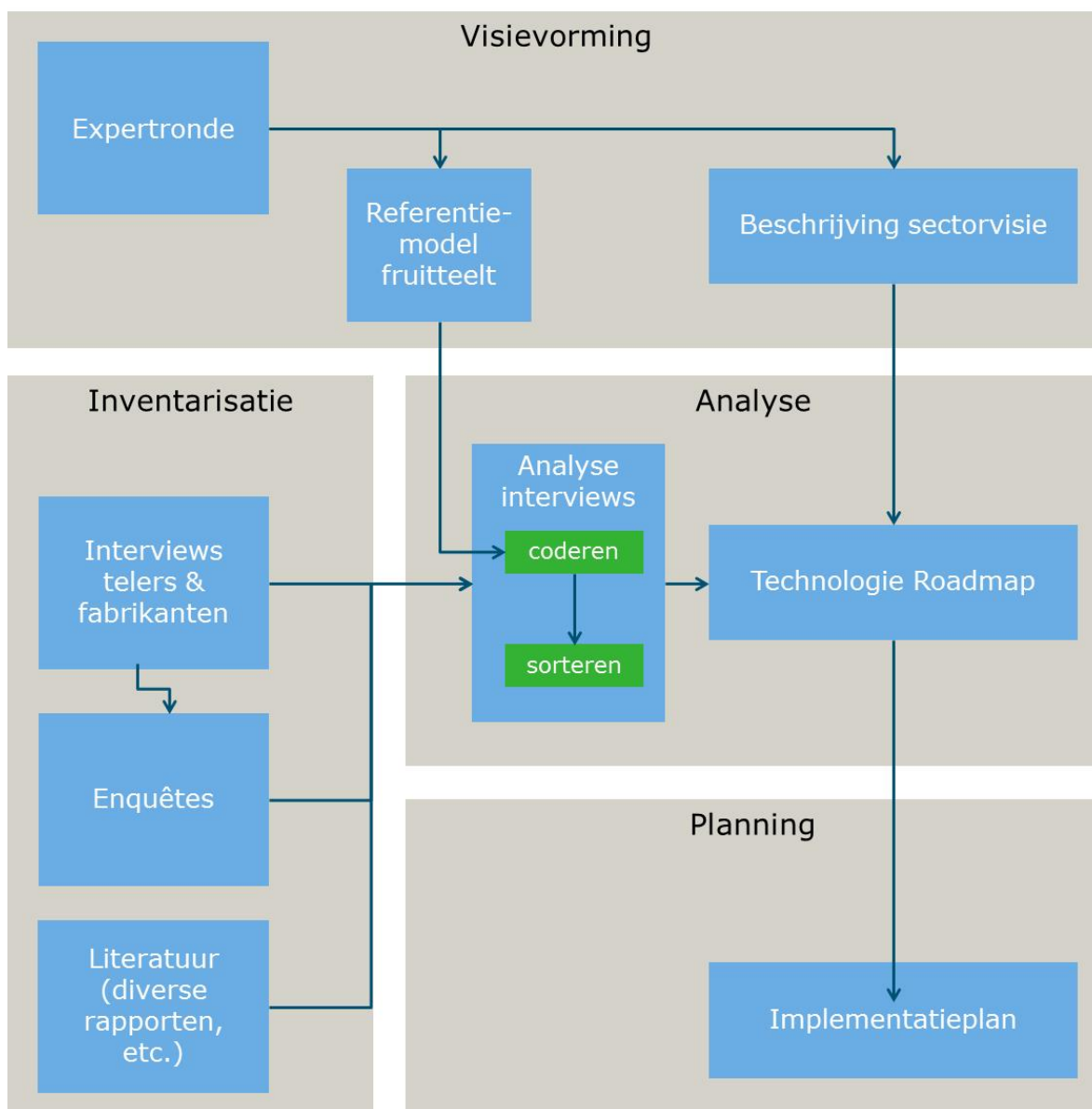
Het vervolg van dit rapport beschrijft eerst de gekozen onderzoeksaanpak in hoofdstuk 2. Er zijn vier fasen doorlopen:

- visievorming
- inventarisatie
- definiëren van de roadmap en
- het beschrijven van een implementatieaanpak.

De volgende hoofdstukken vatten de resultaten van deze fasen samen. Hoofdstuk 3 geeft een visie op automatisering en digitalisering binnen de Nederlandse fruitteelt. Het volgende hoofdstuk geeft een overzicht van de wensen en prioriteiten op het gebied van digitalisering en automatisering zoals die uit de interviews en enquête naar voren komen. Hoofdstuk 5 beschrijft de roadmap die op basis van de analyse van deze wensen en prioriteiten is opgesteld. Vervolgens introduceert hoofdstuk 6 een aanpak voor implementatie van de roadmap.

2 Onderzoeksmethode

Dit hoofdstuk beschrijft de aanpak van dit onderzoek, zoals weergegeven in figuur 2.1. Daarbij volgen we de fases van het onderzoek. De eerste fase was de visievormende fase (paragraaf 2.1), gevolgd door de inventarisatiefase met onder andere interviews met telers, fruitteeltadviseurs, handelsbedrijven en technologiebedrijven (paragraaf 2.2). Vervolgens is alle informatie geanalyseerd (paragraaf 2.3) en zijn we overgegaan tot het plannen van de roadmap (paragraaf 2.4.).



Figuur 2.1 Fases van het onderzoek

2.1 Visievorming

Doel van deze fase is het verhelderen van de huidige situatie en belangrijkste problemen en het schetsen van een gewenst toekomstscenario. Dat schept een kader voor de thema's van de roadmap, evenals de doelstellingen van de diverse thema's en technologieën die daarbinnen ontwikkeld worden. Dit resulteert in de visie voor Fruit 4.0 die in paragraaf 3.3 samengevat wordt.

2.1.1 Expertronde

Met zes experts op het gebied van de fruitsector, precisielandbouw en technologie is een structuur voor interviews met telers, technologiepartijen, handelsbedrijven, afzetorganisaties en andere belanghebbenden opgesteld. Ook is met deze experts een eerste opzet gemaakt van een referentiemodel voor de fruitteelt.

2.1.2 Referentiemodel

Op basis van bestaande referentiemodellen uit de industrie (vooral ISA-95) is een opzet gemaakt van de belangrijkste bedrijfsfuncties in een teeltbedrijf en de hoofdinformatiestromen die ertussen lopen. Het resultaat is de opzet van het referentiemodel in hoofdlijnen. Dit is voorgelegd aan experts voor de fruitteeltsector. Vervolgens zijn in een brainstorm verschillende onderdelen specifiek gemaakt voor de situatie in de fruitteeltsector. Het resultaat is een schets van het referentiemodel. Op basis van een aantal iteraties en interviews uit de visievorming is dit referentiemodel verder verfijnd. Het resultaat is een generieke beschrijving van de processen die op hoofdlijnen in de fruitteelt plaatsvinden, waarbij de nadruk ligt op de teelt.

2.2 Inventarisatie

Tijdens de inventarisatie zijn gesprekken gevoerd over de huidige uitdagingen in het teeltbedrijf en de fruitketen, en welke mogelijke oplossingen er zijn. Ook hebben wij twee workshops, georganiseerd door FME, NFO en Tuinbouw Digitaal, gebruikt om eerste inzichten te verwerven. De interviews zijn gehouden met telers, technologiebedrijven en andere vertegenwoordigers uit de sector. Tot slot is op de Fruitteelt Vakbeurs een enquête gehouden over het nut, rendement en de eenvoud van enkele technologieën.

2.2.1 Interviews

In de winter van 2015/2016 zijn in totaal 20 telers, technologiebedrijven en andere stakeholders (coöperaties, handelsbedrijven, sectororganisaties en leveranciers van bedrijfsmanagementsystemen) geïnterviewd. De interviews zijn afgenomen door (meestal twee) personen met kennis van de fruitsector. Een lijst van de geïnterviewden is opgenomen in Bijlage 1.

De interviews zijn semigestructureerd afgenomen met een interviewschema. Hierbij werd gevraagd naar de schets van de huidige situatie, de knelpunten daarbij en de wensen en verwachtingen voor de toekomst, binnen de relevante thema's. In de interviewstructuur waren kleine verschillen tussen drie groepen van stakeholders. Zie hiervoor Bijlage 2.

2.2.2 Enquête

Op 20 en 21 januari 2016 is tijdens de Fruitteelt Vakbeurs een enquête gehouden naar de verwachting van het nut, rendement en eenvoudig gebruik van enkele innovatieve technieken die door de fruitteler kunnen worden toegepast. Er zijn vier innovatieve technieken onderscheiden die voortkwamen uit de eerste interviews: teeltinformatie verzamelen, snoeirobot, autonome trekker en een registratieprogramma. Tijdens de Vakbeurs hebben 65 respondenten de enquête ingevuld. Ruim 80% van de respondenten was fruitteler. De enquête is opgenomen in Bijlage 3.

2.2.3 Literatuur

Uit de literatuurstudie is het beeld van de sector verder opgebouwd. Hierbij is gekeken naar cijfers over de sector, zoals die van NFO en LEI Wageningen UR. Daaruit blijken wat ontwikkelingen in de sector zijn op bijvoorbeeld het gebied van rendement en duurzaamheid en hoe de structuur van de sector is. Dat biedt handvaten voor wat prioriteiten voor de roadmap kunnen zijn en hoe de ontwikkeling van de technologieën uit de roadmap vormgegeven kan worden.

2.3 Analyse en definiëren roadmap

Tijdens de analyse zijn de resultaten uit de inventarisatie verwerkt tot uitdagingen, wensen, mogelijkheden in de fruitteelt voor wat betreft de ontwikkeling van innovatieve technologieën. Om te komen tot enkele thema's voor de roadmap is een stappenplan ontwikkeld op basis van het voorhanden zijnde materiaal (vooral het referentiemodel en het analyseschema) en heeft daarom geen basis in de wetenschappelijke literatuur. In die stappen zijn de interviews verwerkt, namelijk:

- *stap 1, waarden onderwerpen referentiemodel*

Onderdelen van het referentiemodel en de functies van de operationele processen werden gewaardeerd of beoordeeld aan de hand van de volgende criteria:

- Belang voor de sector (zoals verwachte impact en aandacht tijdens interviews)
- Complexiteit (zoals technische ontwikkeling of implementatie)
- Benefits (zoals verwachte voordelen in de keten)

- *stap 2, coderen en sorteren*

Om wensen, mogelijkheden, uitdagingen enzovoort betrouwbaar in kaart te brengen zijn de interviews met het referentiemodel in de hand geclusterd en aan elkaar gekoppeld.

- *stap 3, benoemen trajecten en prioritering voor roadmap*

De resultaten uit de vorige stap zijn in deze stap op basis van de criteria uit stap 1 omgezet in een roadmap. Zo komen gewenste toepassingen die relatief eenvoudig te realiseren lijken vroeg op de roadmap. Lastig te realiseren toepassingen schuiven dan dus wat naar achteren.

2.4 Vaststellen implementatieaanpak

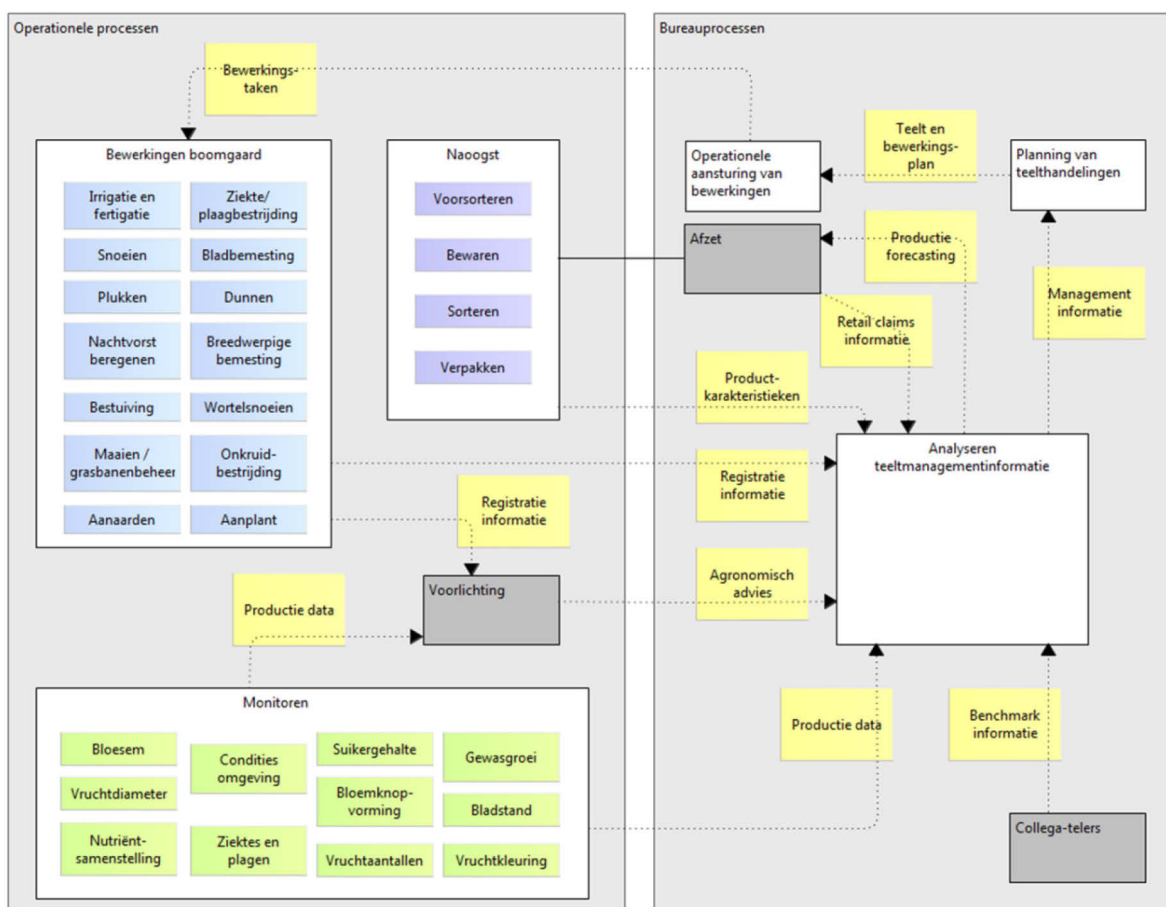
De roadmap is vervolgens besproken met diverse stakeholders, waaronder NFO, FME en Tuinbouw Digitaal om een implementatieplan op te stellen. Hierbij is aansluiting gezocht met bestaande prioriteiten binnen de innovatieagenda 2015-2020 van NFO en mogelijke instrumenten vanuit bijvoorbeeld de TKI's om innovaties in de fruitsector of de bredere agrofoodsector te ondersteunen. De uitkomst hiervan is een implementatieaanpak voor de roadmap op hoofdlijnen. Leidend is echter de verwachting dat kortetermijnacties leiden tot quick wins voor de sector en technologiebedrijven. Bovendien is er gekeken naar hoe technologieën samenhangen, zodat er een logische en gedragen roadmap ontstaat.

3 Visievorming voor technologische ontwikkelingen

Eerst worden de belangrijkste processen en informatiestromen in fruitteeltbedrijven beschreven en een aantal algemene trends in de fruitsector beschreven die van invloed zijn op de toepassing van nieuwe technologieën.

3.1 Processen en informatiestromen

Het referentiemodel in Figuur 3.1 beschrijft op een algemeen niveau de processen die op een fruitteeltbedrijf plaatsvinden. Met het referentiemodel worden niet alleen de processen in kaart gebracht, maar komt ook de samenhang tussen die processen tot uiting.



Figuur 3.2 Referentiemodel voor de fruitteelt

Het referentiemodel maakt onderscheid tussen operationele processen (links) en managementprocessen (rechts). De operationele processen zijn die processen waarin de fysieke wereld een rol speelt en die in de boomgaard of de schuur worden uitgevoerd. De managementprocessen zijn die processen waarbij de virtuele wereld een rol speelt en die veelal achter computers kunnen worden uitgevoerd. De volgende processen worden in het model onderscheiden:

- *Bewerkingen boomgaard*

Alle operationele bewerkingen die op de boomgaard door het jaar heen worden uitgevoerd om een

gezonde fruitteelt te realiseren. Hierin vindt ook de registratie plaats van die bewerkingen om als input dienen voor het analyseren van teeltmanagementinformatie.

- *Monitoren gewasgroei*

Het verzamelen van alle gegevens over de gewassen, bodem en omgevingscondities om als input te kunnen dienen voor het analyseren van de teelt.

- *Analyseren teeltmanagementinformatie*

Het analyseren van registratie-, teelt-, benchmark-, naoogst-, en agronomische adviesinformatie met als doel om inzicht te genereren over de status van de teelt om zo teelthandelingen te kunnen plannen en optimaliseren. Ook kan aan de hand van de inzichten in de teelt aan afnemers informatie worden verstrekt over de productieverwachtingen.

- *Planning van teelthandelingen*

Het inventariseren, prioriteren en optimaliseren van alle teelthandelingen in een teeltplanning naar aanleiding van de inzichten verworven uit de analyse om zo de teeltbewerkingen optimaal te kunnen aansturen.

- *Operationele aansturing van bewerkingen*

Het aansturen van de uitvoering van de opgestelde teeltplanning en alle teelthandelingen die daarbij op korte en lange termijn zijn ingepland. Ook worden de handelingen aangestuurd van de naoogstprocessen.

- *Naoogst*

Alle operationele bewerkingen die na de oogst van de producten worden uitgevoerd zoals bijvoorbeeld de handelingen die in de schuur plaatsvinden.

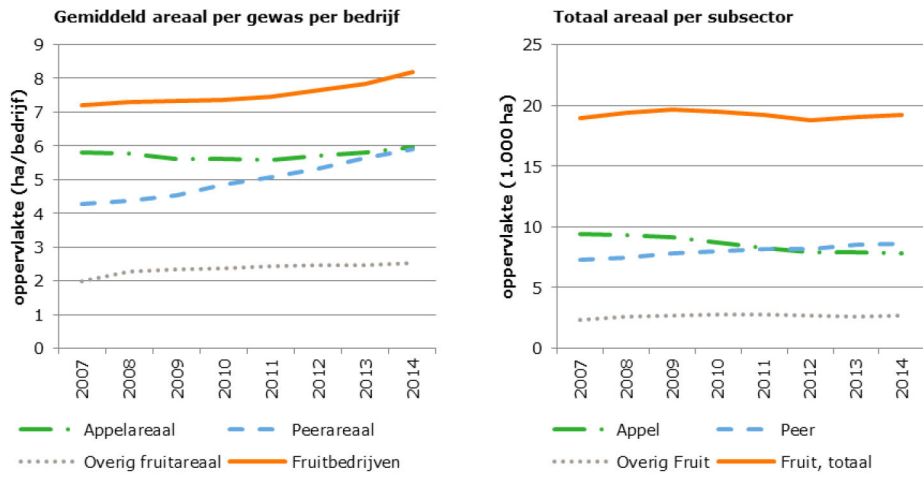
De context van het fruitteeltbedrijf wordt niet alleen bepaald door de werkzaamheden die op het bedrijf plaatsvinden, maar ook door trends die op sectorniveau een rol spelen.

3.2 Trends

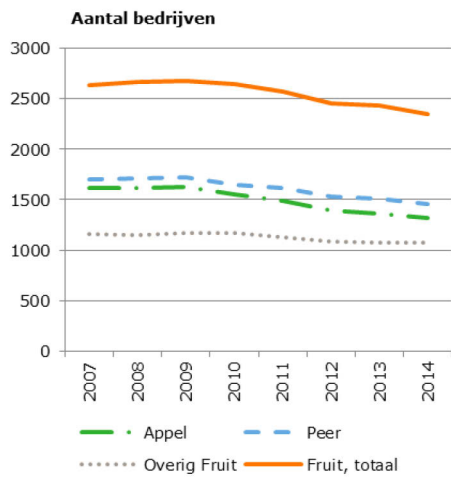
De belangrijkste thema's voor fruitteeltbedrijven hebben te maken met ontwikkelingen in schaalgrootte, economie, arbeid en milieu.

3.2.1 Het gemiddeld areaal per fruitteeltbedrijf neemt toe en daarmee ook de vraag naar technologische ondersteuning van managementautomatisering

Omdat het gemiddeld areaal per bedrijf in de verschillende fruitsectoren toeneemt, wordt ook managementautomatisering steeds belangrijker. Een groter areaal betekent namelijk dat er meer resources gemanaged moeten worden, zoals werknemers, ingekochte materialen en apparaten en systemen. In de afgelopen jaren is de structuur van de sector veranderd. De gemiddelde oppervlakte neemt voornamelijk in de teelt van peren toe. De gemiddelde oppervlakte in appels is stabiel. Tegelijkertijd zien we bij peren een groei in areaal en bij appels een afname van het totale areaal. De schaalvergroting op bedrijven is sterk gezien het feit dat het aantal bedrijven forst daalt en het areaal per bedrijf toeneemt. Dit wordt duidelijk gemaakt in Figuur 3.2 en 3.3. Kortom, de vraag naar technologische hulpmiddelen om hun bedrijf goed te kunnen besturen neemt bij fruittelers toe. Naar verwachting zal deze trend zich de komende jaren doorzetten en versterken.



Figuur 3.3 Gemiddeld en totaal areaal naar subsector
Bron: CBS Landbouwtelling via agrimatie.nl.

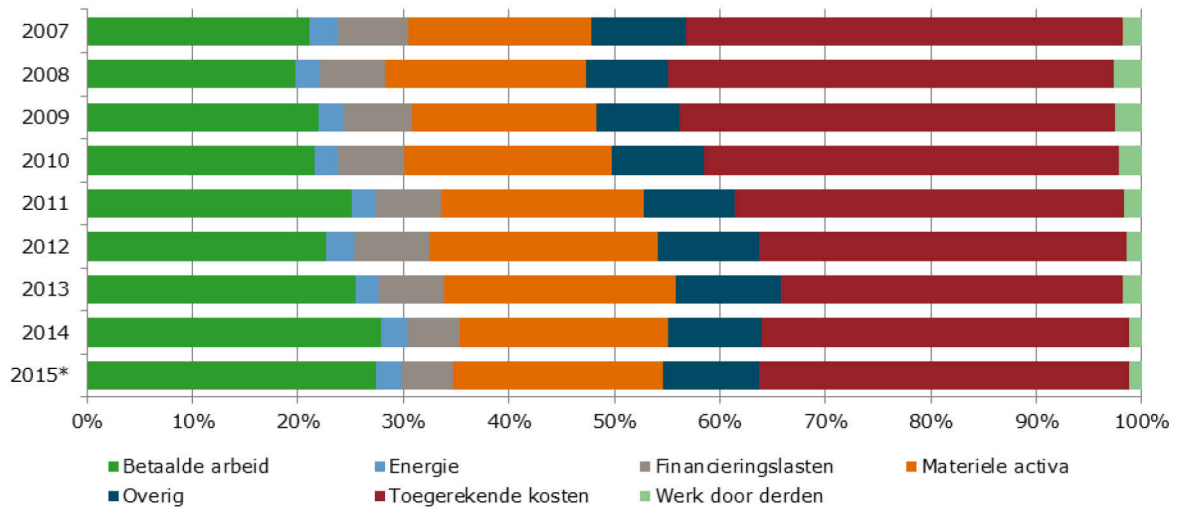


Figuur 3.4 Aantal bedrijven naar subsector
Bron: CBS Landbouwtelling via agrimatie.nl.

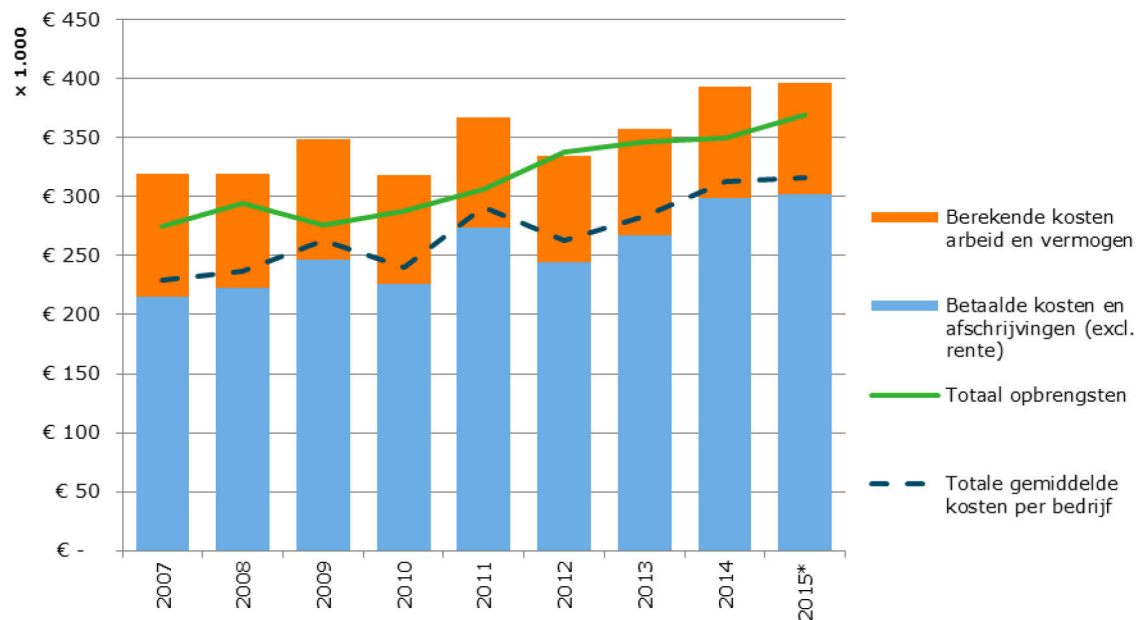
3.2.2 Combinatie lage economische resultaten en hoge arbeidskosten vraagt betaalbare technologische oplossingen

Figuur 3.4, 3.5 en 3.6 laten het economische perspectief van de fruitteelt zien. De toegerekende kosten hebben een aandeel van ongeveer 35% in de totale betaalde kosten en afschrijvingen. De toegerekende kosten zijn de kosten die worden gemaakt voor de teelt van de gewassen en de vermarkting van de producten zoals gewasbescherming, meststoffen en aflevering. De betaalde arbeidskosten, voornamelijk voor de oogst, vormen een grote kostenpost (bijna 30% van de totale kosten). Dit laatste is in het bijzonder interessant omdat uit de figuur rechts blijkt dat de opbrengsten onder de som van betaalde kosten en afschrijvingen en berekende kosten van arbeid en vermogen liggen. Dat betekent dus dat de teler te weinig verdient om bijvoorbeeld de arbeid die het gezin levert marktconform te belonen. Het inkomen dat de teler per onbetaald arbeidsjaar¹ overhoudt fluctueert sterk en ligt in vergelijking met andere opengrondsbedrijven momenteel laag.

¹ Arbeidsjaareenheid (aje) is een maat voor het inkomen uit bedrijf is een vergoeding voor de onbetaalde arbeid en kapitaal. Een arbeidskracht die 2.000 uur of meer werkt, wordt gezien als 1 aje. Arbeidskrachten die minder dan 2.000 uur werken, krijgen naar rato minder aje.

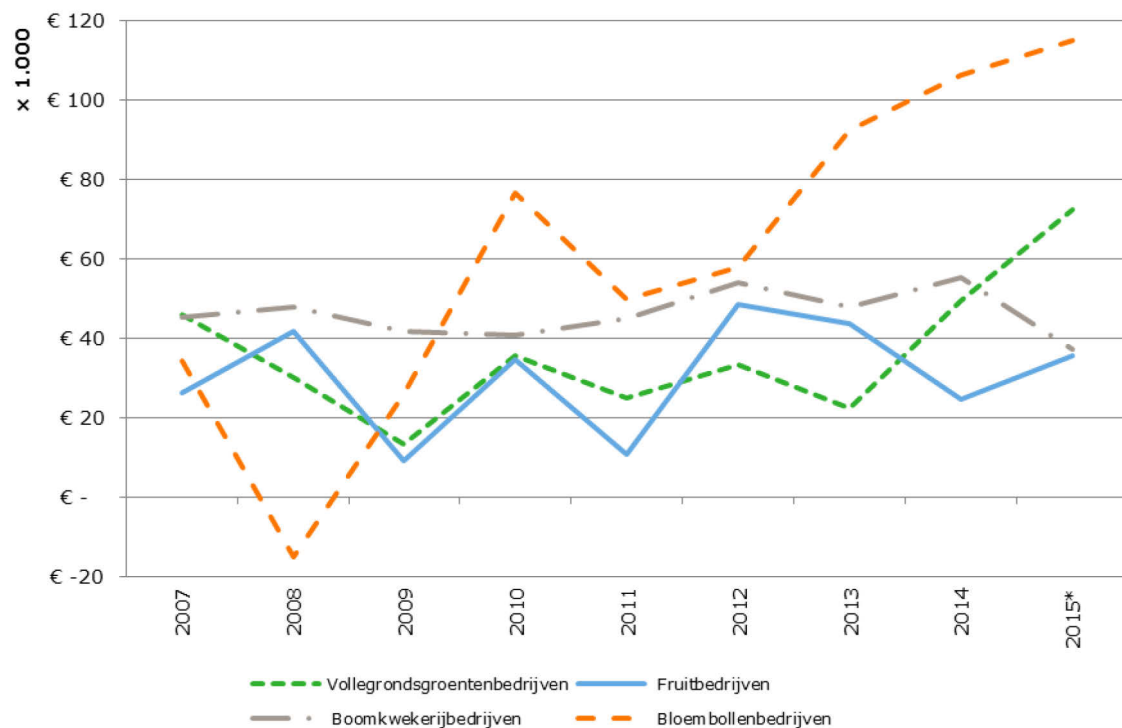


Figuur 3.5 Relatieve verdeling van kosten op fruitteeltbedrijven²
Bron: Bedrijveninformatienet via agrimatie.nl.



Figuur 3.6 Gemiddelde kosten per bedrijf en opbrengsten vs. bedrijfseconomische kosten
Bron: Bedrijveninformatienet via agrimatie.nl.

² De waarden voor 2015 zijn in alle grafieken een raming.



Figuur 3.7 *Inkomen uit bedrijf per onbetaald arbeidsjaareenheid*
 Bron: *Bedrijveninformatienet via agrimatie.nl.*

De marge per product is relatief laag waardoor telers proberen om een zo hoog mogelijke productie te realiseren en de kostprijs per product zo laag mogelijk te houden. De beperkte marge is mede het gevolg van de verhoudingen in de markt. Ook speelt de relatieve uitwisselbaarheid van producten een rol, evenals de internationale concurrentie. Om de marktpositie en prijsvorming van appels en peren te verbeteren zijn zogenaemde clubrassen op de markt gebracht (zoals de appels Kanzi en Junami of de peren Sweet Sensation en Xenia). Clubrassen zijn rassen die onder een merknaam op de markt worden gebracht. Deze producten moeten aan strenge kwaliteitseisen voldoen. Het areaal clubrassen breidt zich gestaag uit.

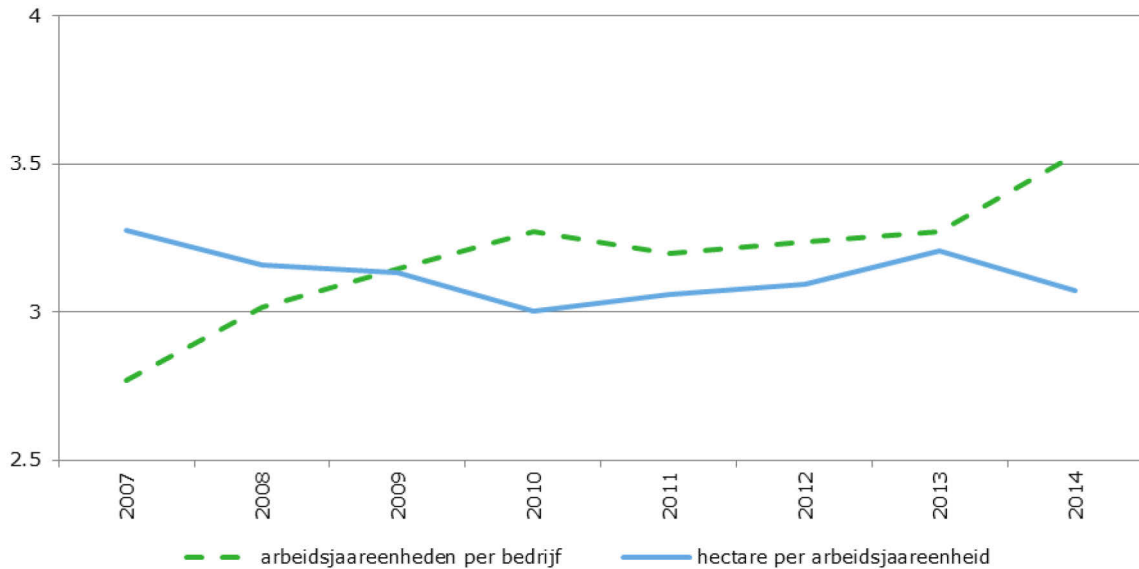
Arbeidskosten vormen een groot deel van de kostprijs van fruit. Omdat arbeid in Nederland relatief duur is, zal de sector het op kostprijs niet kunnen winnen van productie in landen met lagere lonen. De beschikbaarheid van arbeid binnen Europa is momenteel goed. Hoe duurzaam deze beschikbaarheid is, is de vraag – zeker als de economie verder aantrekt. Een belangrijk aandachtspunt betreft de veranderde wet- en regelgeving rond de inzet van flexibele arbeid die kostenverhogend lijken te werken (NFO, 2015).

Als gevolg van deze trends neemt de schaalgrootte van veel bedrijven toe zoals blijkt uit Figuur 3.2. Vergroting van het areaal biedt immers mogelijkheden om de totale opbrengst van het bedrijf te verhogen zolang de marginale kosten gelijk blijven en er geen aanvullende investeringen in kapitaalgoederen gedaan hoeven te worden. Ondernemerschap uit zich verder in bijvoorbeeld de opkomst van clubrassen, uitbreiding met aanpalende activiteiten of experimenten met nieuwe technologie. Juist dat laatste wil de sector met deze roadmap verder stimuleren en verbreden.

3.2.3 Toename tijdelijke arbeidskrachten leidt tot meer behoefte aan technologische hulpmiddelen

Uit Figuur 3.7 blijkt dat het aantal arbeidsjaareenheden per hectare in de fruitteelt relatief constant is, in tegenstelling tot andere plantaardige sectoren. Op het gemiddelde fruitteeltbedrijf werkt er 1 arbeidsjaareenheid per 3 ha. Echter, waar in andere plantaardige sectoren de arbeidsproductiviteit toeneemt, blijft het aantal arbeidsjaareenheden per hectare in de fruitteelt relatief constant. De totale

arbeidsbezetting per bedrijf gaat gelijk op met de schaalvergroting en is in 2014 50% groter dan in 2000. De fruitteelt heeft een relatief hoog aandeel betaalde arbeidskrachten, vooral gedurende de oogstperiode. Veel van deze arbeidskrachten spreken bovendien beperkt Nederlands, wat ertoe leidt dat er vanuit de werkzaamheden in de boomgaard minder informatie of kwalitatief mindere informatie terugkomt bij de teler. Dit effect wordt versterkt door de schaalvergroting van bedrijven, waardoor telers zelf minder van hun boomgaard kunnen waarnemen en afhankelijker zijn van medewerkers.



Figuur 3.8 Arbeid op fruitteeltbedrijven
Bron: CBS, bewerking LEI Wageningen UR via agrimatie.nl.

3.2.4 Behoeftte bij fruittelers aan nieuwe, geavanceerde teelttechnieken vanwege toenemende milieueisen op middelen-, energie- en waterverbruik

De maatschappij verwacht dat er steeds minder druk op het milieu wordt gelegd bij de productie van goed en (voedsel)veilig fruit. De recente discussie over het gebruik van neonicotinoïden en de mogelijke impact op bijen is daarvan een goed voorbeeld. Naar verwachting worden er steeds meer eisen aan middelengebruik gesteld. Zo zal de wetgever minder middelen toelaten, waardoor de teler vaker moet kiezen uit middelen die minder krachtig zijn. Daarnaast worden de residunormen (de Maximale Residu Limiet) ook steeds strikter voor wat betreft de normhoogte en het aantal stoffen dat nog aangetroffen mag worden. Strengere eisen komen niet alleen voort uit wetgeving. Retailers en andere afnemers stellen residunormen die strenger zijn dan wettelijk voorgeschreven. Voor de export van fruit verandert er ook veel in de nationale protocollen van de importerende landen die het beeld voor telers en ketenpartners complex maken (NFO, 2015). De milieubelasting die het gevolg is van middelengebruik is wel sterk teruggedrongen, met name door maatregelen die drift reduceren.

Het energie- en waterverbruik vertonen een verschillend beeld. Na jaren van daling, is het gemiddeld waterverbruik per bedrijf recentelijk weer toegenomen. Vooral bij bedrijven die gebruik maken van natte sorteerinstallaties is het verbruik hoog. Bedrijven zonder deze installaties gebruiken aanzienlijk minder water. Na jaren van kleine fluctuaties is het energiegebruik recentelijk weer toegenomen. Gelukkig neemt de efficiëntie ook toe, dus de oorzaak ligt eerder in de toenemende omvang van bedrijven dan in een hoger energiegebruik per product. Figuur 3.8 schetst het algemene beeld.



Figuur 3.9 Leidingwatergebruik en -efficiëntie en energiegebruik en -efficiëntie van fruitteeltbedrijven³

Bron: Bedrijveninformatienet via agrimatie.nl.

Ook is de impact van het gebruik van allerlei middelen van belang voor waterkwaliteit. Wereldwijd neemt de schaarste aan water toe, ook in Nederland. Zomers worden warmer en droger, wat er voor telers toe leidt dat het lastiger kan worden om te blijven produceren op de ingeslagen weg. Aan de andere kant is water ook in periodes van nachtvorst niet altijd overvloedig beschikbaar. Ook Nederlandse telers zullen dus innovatief moeten omgaan met waterbeheer. Regelgevende instanties leggen in toenemende mate regels op om vervuiling van het water terug te dringen en zo de kwaliteit van water te verhogen.

In het kort, de behoefte aan automatisering en digitalisering in de fruitsector neemt toe, onder meer door de toenemende schaalgrootte, hoge arbeidskosten, groei van het aantal tijdelijke arbeidskrachten en strengere milieueisen.

³ SO: standaardomzet, een genormaliseerde waarde voor de omzet per hectare op basis van het gemiddelde van vijf jaar.

3.3 Visie Fruit 4.0

Op basis van de workshops en de interviews met ongeveer 20 telers, technologiebedrijven en andere stakeholders is de volgende visie en missie geformuleerd:

Visie en missie voor technologische ontwikkelingen in de fruitsector

De Nederlandse fruitsector staat voor een aantal uitdagingen als zij haar marktpositie wil behouden en versterken. Zo vraagt de markt om verduurzaming van de productie terwijl de kwaliteit van het product minimaal zo hoog moet blijven als die nu is. Ook vraagt de markt om steeds meer, betere en transparante keteninformatie. Verder wordt nog steeds gebruik gemaakt van veel handmatige arbeid die relatief duur is. Tegelijkertijd ontbreekt het aan voldoende rendement om te kunnen investeren in ontwikkelingen die resulteren in duurzamere productie en lagere arbeidskosten. Er is de laatste jaren in de fruitteelt wel veel gemechaniseerd maar nog relatief weinig geautomatiseerd.

Wereldwijd worden forse stappen gezet in de ontwikkeling van nieuwe technologieën. Er is steeds meer mogelijk dankzij voortschrijding op het gebied van robotica en hightech sensing. Ook komen er steeds geavanceerde softwaretoepassingen, bijvoorbeeld voor het gebruik van managementinformatie. Daar komt bij dat de kosten van dergelijke technologieën sterk afnemen. Ondanks de veelbelovende technologische ontwikkelingen en de toenemende behoefte aan informatie blijven de automatisering en digitalisering in de fruitsector echter achter ten opzichte van andere agrarische sectoren.

Er liggen dus kansen voor de Nederlandse fruitsector (teelt en afzetketen) en zeker ook voor technologiebedrijven. De komende jaren worden de komende ontwikkelingen naar verwachting doorgezet:

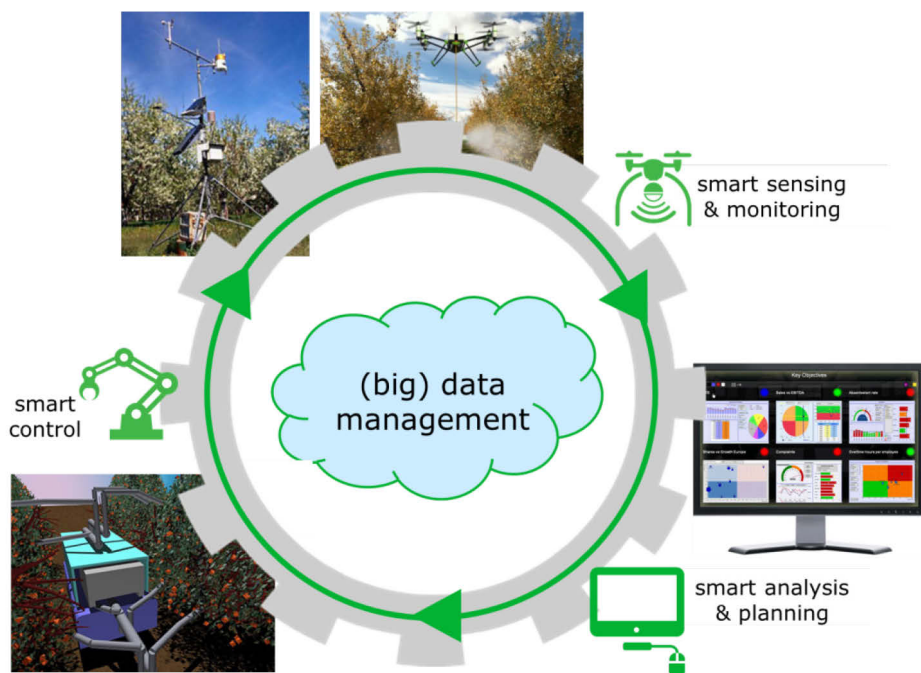
- Intensievere samenwerking tussen bedrijven in de fruitproductieketen en technologieleveranciers, zowel mechaniseerders als softwarebedrijven. Hierdoor zullen steeds meer technologisch hoogstaande oplossingen beschikbaar komen die specifiek toegespitst zijn op de fruitsector.
- Door gebruik te maken van deze technisch geavanceerde oplossingen zullen fruitteeltbedrijven en de keten als geheel steeds efficiënter en duurzamer fruit produceren. Dit terwijl het aandeel handmatige arbeid zal afnemen en de kwaliteit van de producten gemiddeld zal toenemen. Met als gevolg een hoger rendement.
- Door de ontwikkeling te stimuleren van technisch geavanceerde oplossingen voor de fruitsector specifiek door en voor Nederlandse bedrijven kan een competitief voordeel worden opgebouwd ten opzichte van buitenlandse bedrijven. Zowel het Nederlandse fruit dat zich dan zal onderscheiden in kwaliteit, duurzaamheid en efficiëntie, als de technologische oplossingen die dit mogelijk te maken zullen op deze manier belangrijke exportproducten worden.

Door deze ontwikkelingen zal de fruitsector de komende jaren de omslag maken naar Fruit 4.0. *Dit betekent dat de vierde industriële revolutie ook de fruitteelt zal veranderen in flexibele, autonome en vraaggestuurde productiesystemen die naadloos geïntegreerd zijn in de keten.* Om deze visie tastbaar te maken heeft de sector als langetermijnmissie geformuleerd: een multifunctionele robot die in staat is om meerdere, complexe handelingen in de boomgaard zelfstandig uit te voeren. Denk hierbij aan snoeien en het plukken van fruit. Zo'n robot is technisch complex en is afhankelijk van diverse technologische ontwikkelingen die ook in zelfstandige toepassingen van waarde en nut voor telers en hun ketenpartners zijn.

Toepassingen moeten dus bijdragen aan een of meerdere van de volgende operationele doelstellingen die elk afzonderlijk kunnen bijdragen aan het rendement en de kracht van zowel de fruitsector en technologiesector:

- hogere efficiëntie van productie in de boomgaard of in de gehele keten dankzij een betere inzet van alle productiemiddelen (arbeid, kapitaal, gewasbeschermingsmiddelen, enzovoort.)
- hogere kwaliteit van de producten
- lagere milieubelasting.

Figuur 3.9 geeft aan dat in Fruit 4.0 de besturingscyclus van slim meten & bewaken (smart sensing & monitoring), slim analyseren & plannen (smart analysis & planning) en slim aansturen (smart control) centraal staat. Datamanagement is de smeerolie om dit vliegwiel in beweging te krijgen en te houden.



Figuur 3.10 Besturingscyclus van Fruit 4.0

Met foto's van: Vision Robotics Corporation, USU Extension, www.onemandrone.com

Fruit 4.0 begint met slim meten en bewaken. Met behulp van allerlei sensoren worden alle processen in de boomgaard en na de oogst continu gemeten en bewaakt. Met camera's op drones of autonome voertuigen kunnen bijvoorbeeld:

- bloemen worden geteld
- bladverkleuringen worden gemeten,
- afstervende takken worden gesignaleerd en
- de vruchtmaat en kleur voor de oogst worden gemeten.

Met bodemsensoren kan de vochttoestand en het nitraatgehalte van de bodem worden gemeten. Sorteerinformatie kan worden teruggekoppeld tot op boomniveau of direct tijdens de oogst worden verzameld. Door sensoren en RFID-chips in oogstkraan kan zeer gedetailleerde en plaats specifieke informatie worden verzameld. De sensoren kunnen via draadloze netwerken op afstand worden uitgelezen.

Vervolgens worden deze data geanalyseerd en verwerkt tot bruikbare managementinformatie en tot planningsinformatie voor gerichte preventieve en correctieve maatregelen. De metingen van de bloemvorming kunnen bijvoorbeeld worden verwerkt tot informatie over hoe intensief een perceel bloeit en daarmee kan het gebruikt worden voor de planning van het dunproces. De informatie over bladverkleuring is een indicatie voor roestmijt en afstervende takken zijn een indicatie voor vruchtboomkanker. De metingen van het aantal vruchten aan de boom, de vruchtmaat en -kleur kunnen worden verwerkt tot gedetailleerde oogstprognoses en tot informatie voor het inschatten van de arbeidsbehoefte voor de pluk. Op basis van bodemvocht- en nitraatinformatie kan het bemesting- en irrigatieproces worden gepland. Voor deze analyses komen steeds slimmere systemen beschikbaar die enorme hoeveelheden en complexe data kunnen analyseren en combineren met allerlei externe data, bijvoorbeeld weersinformatie of satellietdata.

De volgende stap is de slimme aansturing van het uitvoeren van de adviezen en planningen (smart control). De mogelijkheden om deze ingrepen te mechaniseren en automatiseren nemen toe. Er zijn

bijvoorbeeld al autonome trekkers en spuitrobots en er wordt gewerkt aan drones die gericht kunnen bespuiten. Veel activiteiten zullen echter vooralsnog vaak nog steeds door mensen worden uitgevoerd. Zij kunnen daarbij echter wel ondersteund worden door technische hulpmiddelen, zoals smartphones met specifieke apps en boordcomputers op tractors met plaats specifieke instructies. Ook zogenaamde wearables, zoals slimme horloges en brillen (zoals Google Glass) zijn veelbelovend.

Datamanagement speelt een cruciale rol in al deze stappen. Bij het slim meten & bewaken (smart sensing & monitoring) worden grote hoeveelheden data met een grote variëteit gegenereerd. Deze data worden in door het slim analyseren & plannen (smart analysis & planning) verwerkt tot bruikbare informatie voor het aansturen van teelt- en ketenprocessen. Ook de resulterende instructies zijn data die gebruikt worden voor het slim en heel gericht uitvoeren van operationele processen. Het is essentieel dat het data management als een geoliede machine verloopt, data gemakkelijk tussen systemen uitgewisseld kunnen worden en dat de betrouwbaarheid, tijdigheid en veiligheid gegarandeerd is.

3.4 Visie informatiearchitectuur Fruit 4.0

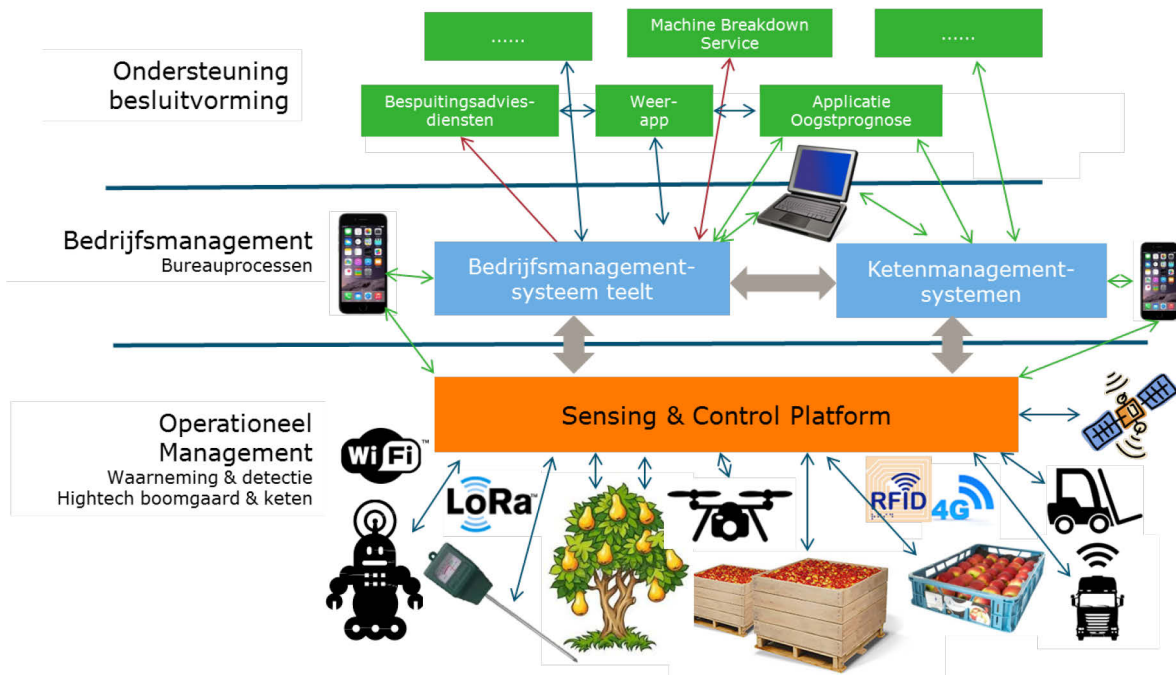
Het vliegwiel van Fruit 4.0 gaat alleen draaien als de ICT goed geregeld is. Datamanagement, en daarmee digitalisering en automatisering, vormen het hart van de besturingscyclus. Het is belangrijk dat ICT-systemen zo opgezet zijn dat ze de benodigde flexibiliteit, integratie en autonomie ondersteunen. Het ontwerp ervan moet zowel goed aansluiten op bestaande systemen in de fruitsector als toekomstgericht zijn, gebruik makend van moderne technologieën.

Figuur 3.10 geeft de visie weer op een informatiearchitectuur voor Fruit 4.0. Het bestaat uit drie lagen: operationeel management, bedrijfsmanagement en ondersteuning van de besluitvorming.

De operationele managementlaag betreft de ICT die direct aan de fysieke werkelijkheid is gekoppeld (ook wel het Internet of Things genoemd). Het gaat daarbij allereerst om waarneming en detectie met behulp van sensoren, automatische identificatie (zoals barcodes en RFID), drones, satellieten, enzovoort. Deze technologieën ondersteunen de fase van slim meten & bewaken uit de besturingscyclus. Een tweede categorie betreft de hightechsystemen om in te kunnen grijpen in de operationele processen in de boomgaard en in de keten (slim aansturen). Robotica is hiervan een belangrijk onderdeel. Ook het ondersteunen van mensen met smartphones en wearables en de aansturing van machines en voertuigen in de boomgaard zijn onderdeel van deze laag. Het management van sensordata en instructies voor de hightechsystemen vindt plaats in een operationeel Sensing & Control platform. De data-uitwisseling tussen de sensoren, hightechsystemen en het Sensing & Control Platform vindt meestal via een draadloos netwerk plaats.

De bedrijfsmanagementlaag ondersteunt de zogenaamde bureauprocesen, zowel voor fruittelers als andere bedrijven in de keten. Het betreft kantoorautomatisering voor planning, bewaking en administratieve verwerking van verkoop, inkoop, productie, gewasbescherming, voorraadbeheer, financieel, enzovoort. Bedrijfsmanagementsystemen wisselen data uit binnen het Sensing & Control Platform. Op basis van sensordata kan bijvoorbeeld de planning in het bedrijfsmanagementsysteem worden bijgesteld. Anderzijds kunnen vanuit het bedrijfsmanagementsysteem werkinstructies naar de operationele managementlaag worden gestuurd ter aansturing van de hightechsystemen. Verder wisselen bedrijfsmanagementsystemen van verschillende partijen in de keten ook onderling data uit, bijvoorbeeld digitale orders of oogstprognoses. Een snelle, foutloze en efficiënte datacommunicatie is alleen mogelijk als de informatiesystemen in de keten precies dezelfde taal spreken. Hiervoor zijn informatiestandaarden cruciaal.

De laatste laag ondersteunt de besluitvorming met expertsystemen en adviesdiensten, bijvoorbeeld voor plaats specifieke gewasbescherming of gedetailleerde oogstprognoses. Deze systemen zijn gebaseerd op zogenaamde Service-Oriented Architectuur, waardoor ze via internet toegankelijk zijn en gemakkelijk kunnen worden gekoppeld. Hierdoor kunnen ze bijvoorbeeld in bedrijfsmanagementsystemen als externe modules worden gebruikt, bijvoorbeeld ter ondersteuning van de planning.

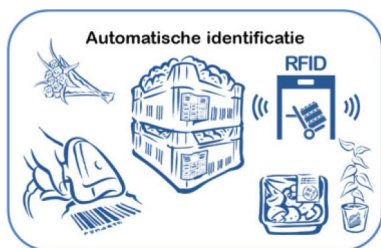


Figuur 3.11 Visie op de informatiearchitectuur van Fruit 4.0

4 Inventarisatie wensen en prioriteiten

4.1 Inzichten uit de literatuur: integratie van technologieën belangrijke uitdaging

Fruitteelbedrijven zijn, net als andere agrarische bedrijven, divers van aard vanwege de uiteenlopende processen die een rol spelen in het produceren van fruit. Deze diversiteit komt terug in de technologieën die in de processen als hulpmiddel gebruikt worden. Zij zijn in vier afzonderlijke domeinen onder te brengen: automatische identificatie, industriële procesaansturing, mobiele apparaten en conditiemonitoring (Figuur 4.1).



Automatische identificatie

Automatische identificatie behandelt technologieën voor het identificeren van producteenheden en ladingdragers om fruit te kunnen volgen door de keten zoals labelprinters die producteenheden van een tag voorzien en scanners en handhelds die gebruikt kunnen worden om producten uit een specifieke batch te koppelen aan een ladingdrager.



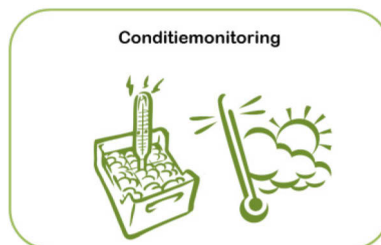
Industriële procesaansturing

Dit domein gaat over het aansturen van geautomatiseerde processen die zich op een vaste plaats op het fruittelbedrijf bevinden. Zij zullen veelal in de schuur plaatsvinden voor oogsthandelingen, zoals het sorteren van fruit door sorteermachines. Ook worden vaste irrigatiesystemen hieronder gerekend.



Mobiele apparaten

Dit domein bevat alle technologie waarmee mobiele teeltbewerkingen worden uitgevoerd. Bijvoorbeeld alle voertuigen en werktuigen die in de boomgaard worden gebruikt en tegelijkertijd gegevens registreren, maar ook mobiele devices waarmee gegevens over de teelt handmatig kunnen worden vastgelegd zoals tablets en mobiele telefoons.



Conditie monitoring

Conditie monitoring gaat over het bewaken van de teelt- en bewaarcondities van het fruit. Hieronder vallen bijvoorbeeld de weerstations en andere technologieën die een rol spelen bij het monitoren van gewasgroei, maar ook bij het bewaren van fruit.

Figuur 4.1 Technologische domeinen van standaarden

Binnen verschillende domeinen hebben afzonderlijke standaarden zich ontwikkeld voor communicatie met de apparaten voor het aansturen van hun functies en het verkrijgen van informatie over hun prestaties. De middleware-laag waarover deze uitwisseling plaatsvindt, is veelal domeinspecifiek.

Om een moderne geïntegreerde boomgaard te realiseren spelen alle verschillende domeinen een rol. Het is een grote uitdaging om alle verschillende technologieën soepel in de bedrijfsvoering te integreren omdat daarbij zoveel verschillende standaarden en koppelingen een rol spelen. In het rapport *Standaardisatie van Kas tot Keten* (2015) is meer informatie opgenomen over de belangrijkste standaarden die hierbij een rol kunnen spelen, zoals standaarden van GS1, ETSI, IEEE en ISA.

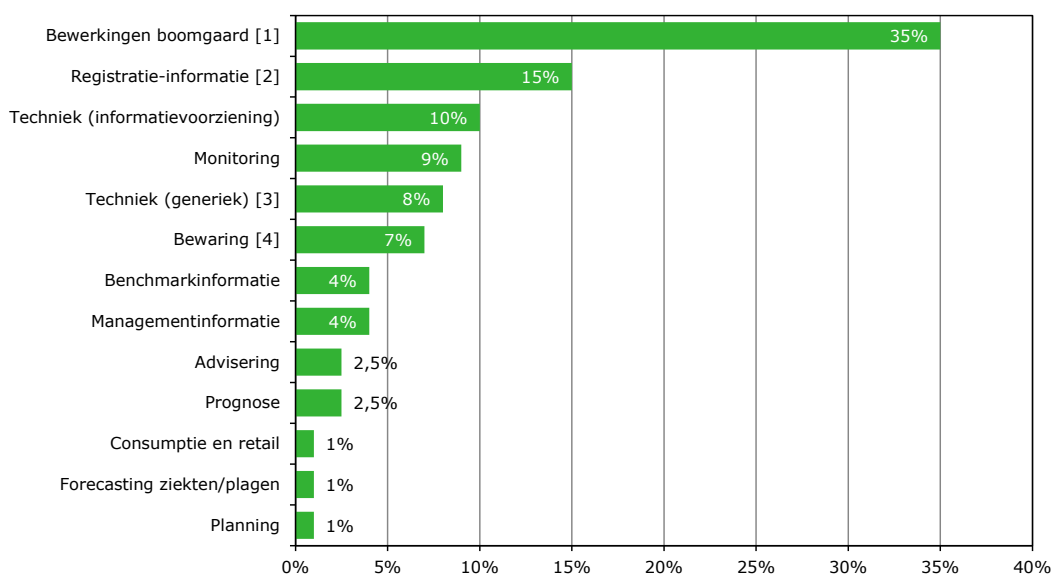
4.2 Resultaten interviews

Interviews met fruittelers, afzetorganisaties, technologiebedrijven en andere experts hebben een schat aan informatie opgeleverd over hun visie op technologische ontwikkelingen in de fruitsector. Figuur 4.2 geeft weer welke onderwerpen voornamelijk aan bod zijn gekomen in de gesprekken. In Tabel 4.1 zijn aanvullende opmerkingen op de figuur weergegeven.

De geïnterviewden zien vooral mogelijkheden in besparingen in bewerkingen in de boomgaard. Dit onderwerp staat op de eerste plaats. Het gaat hen voornamelijk om innovatie in spuiten, plukken en snoeien mogelijk gemaakt door betere en verdergaande mechanisering en automatisering. Dit omdat juist in deze processen veel resources gebruikt worden waarop bespaard kan worden. Zo kan efficiënter spuiten de kosten van dure gewasbeschermingsmiddelen aanzienlijk reduceren. Een besparing die ook het milieu ten goede komt. Plukken en snoeien zijn teeltbewerkingen die arbeidsintensief zijn dus waar potentieel een grote kostenbesparing op arbeid kan worden gerealiseerd. Ontwikkelingen in robotisering zouden dergelijke besparingen mogelijk moeten maken.

Uit de figuur blijkt ook dat de geïnterviewden inzien dat technische, mechanische oplossingen alleen niet genoeg zijn. Het belang van registratie-informatie en de informatievoorziening als geheel staan op plek twee en drie. Wanneer het aantal technische hulpmiddelen op het fruitteeltbedrijf toeneemt, betekent het dat de druk op de fruitteler toeneemt om al deze hulpmiddelen aan te sturen. De technische hulpmiddelen worden tegelijkertijd steeds slimmer en verzamelen meer informatie die tot aanvullende inzichten kan leiden. Vooral monitoring van ziekten & plagen en van gewasgroei werden daarbij genoemd. Deze informatie moet wel geïnterpreteerd worden om inzicht te verwerven en de teelt vervolgens te optimaliseren. Ook op dat vlak neemt de druk op de fruitteler toe. De fruitteeltexperts zijn zich ervan bewust dat om de potentiële voordelen van mechanisering en automatisering te kunnen benutten, goede softwareondersteuning en integratie essentieel is.

Verder kunnen ook de naaogstprocessen verder verbeterd worden volgens de experts. Ook hier gaat het om een combinatie van mechanische, geautomatiseerde oplossingen om operationele processen te ondersteunen en de bijbehorende informatievoorziening om deze optimaal te kunnen aansturen.



Figuur 4.2 Mate van aandacht in de interviews voor aspecten uit het referentiemodel

Tabel 4.1*Opmerkingen bij Figuur 4.2 'Mate van aandacht in de interviews voor aspecten'*

No.	Opmerking
1	Voornamelijk spuiten (16%), plukken (8%) en snoeien (5%). Weinig opmerkingen over nachtvorstberekening en wortel snoeien
2	Veel aandacht voor registratieprogramma, een aantal gekoppeld aan bewerkingen, monitoring of bewaren
3	Veel aandacht voor robots, autonome machines en sensoren
4	Vooraf onderdeel sorteren (5%), inclusief daarbij behorende opmerkingen over pakstation

4.3 Resultaten enquête

Tijdens de Fruitteelt Vakbeurs is in een enquête gevraagd naar wat men verwacht van het nut, rendement en eenvoudig gebruik van vier veelbelovende technieken, die uit de interviews naar voren kwamen. Tabel 4.2 laat zien dat de hoogste prioriteit gegeven wordt aan een registratieprogramma voor de fruitteelt (breder dan de huidige registratie van gewasbeschermingsmiddelen). Ook het verzamelen van data in en over de boomgaard scoort hoog. De volgende prioriteit is een autonome trekker, terwijl een snoeirobot het laagst scoort. Dit laat zien dat, hoewel er vaak veel aandacht uitgaat naar robotisering en hightechsystemen, fruittelers meer nut, rendement en gebruiksgemak verwachten van bedrijfsmanagementsystemen en systemen voor waarneming en detectie in de boomgaard.

Tabel 4.2*Gemiddeld nut, rendement en eenvoud voor vier technieken op Likertschaal 1-7 (N=65)*

Techniek	Nut	Rendement	Eenvoud
Data verzamelen boomgaard	5,38	5,31	5,03
Snoeirobot	3,53	3,46	3,32
Autonome trekker	4,60	4,55	4,30
Registratie programma	5,45	5,35	5,41

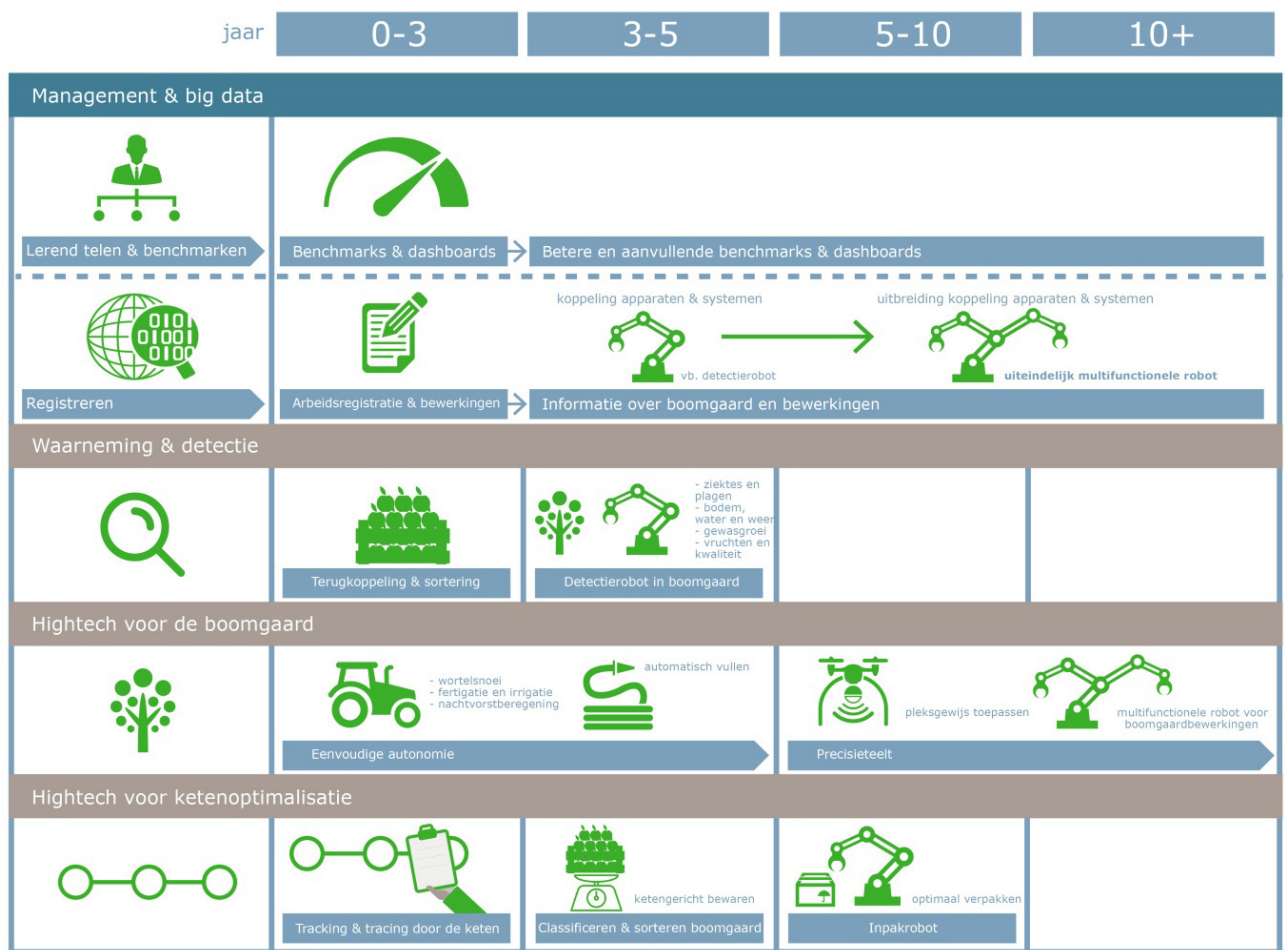
De Nederlandse fruitteelt heeft behoefte of kansen ziet in meer verzamelen van data en beter te koppelen informatie (registratieprogramma). Er is een toekomst voor een verdere ontwikkeling van autonome trekkers. Robotisering wordt op dit moment als minder kansrijk gezien. Omdat een belangrijk deel van de toeleverende technologiebedrijven in Nederland gevestigd is, is het eenvoudig om gezamenlijk nieuwe technologie te ontwikkelen. Deze ontwikkeling versterkt daarmee ook de Nederlandse technologiebedrijven en het aanbod dat zij kunnen doen aan buitenlandse fruitbedrijven.

5 Roadmap voor technologieontwikkeling

De roadmap kent vier thema's:

- Management en (big) data, dit is een managementthema;
- Waarneming en detectie, dit is een operationeel thema;
- Hightech voor de boomgaard, dit is een operationeel thema;
- Hightech voor ketenoptimalisatie, dit is een operationeel thema.

Binnen elk van deze thema's kan gefaseerd aan ontwikkeling en toepassing van technologie worden gewerkt. Er zijn afhankelijkheden en verbanden tussen de thema's, maar het is mogelijk om een thema zelfstandig op te pakken. Figuur 5.1 presenteert de roadmap in zijn geheel, vervolgens wordt ingegaan op de drie thema's van de de roadmap per thema ontleed.



Figuur 5.1 De gehele roadmap voor technologieontwikkeling voor de fruitsector

5.1 Management en (big) data

Doel

Telers en ketenpartners geven aan veel te verwachten van meer managementinformatie en de automatische en gestructureerde registratie en analyse daarvan. Het gaat hierbij om informatie die voornamelijk relevant is voor de teelt, maar zeker ook om informatie die verder op in de keten nuttig of zelfs noodzakelijk is. Daarmee zijn de doelen die telers met dit thema hebben vooral gericht op *efficiëntie*, door het eenmalig verzamelen, verwerken en analyseren van data en informatie en door het *sturen op een steeds optimalere inzet van arbeid en productiemiddelen*. Benchmarking is daarbij een instrument dat geregeld genoemd is. Verderop in de keten is het doel om *snel en eenvoudig over accurate informatie* te beschikken.

Door gerichte beslissingen te nemen wordt het voor telers mogelijk om productiemiddelen en mensen beter in te zetten; denk aan alleen de benodigde middelen of alleen als/wanneer nodig. Omdat medewerkers heel gericht ingezet kunnen worden of omdat plukprestaties gemonitord kunnen worden, neemt de efficiëntie toe. Ook kan managementinformatie worden gebruikt om medewerkers van elkaar te laten leren. Denk hierbij bijvoorbeeld aan chauffeurs van wie het brandstofgebruik bijgehouden wordt of registratie van oogstprestaties (zoals padregistratie in de glastuinbouw). Zo kan de teler zijn kosten verlagen. Bovendien kan het delen van informatie en het gezamenlijk analyseren door het koppelen van systemen tot voordelen in de keten leiden, bijvoorbeeld omdat (preciezere) voorspellingen gedaan kunnen worden. Dit thema draagt dus bij aan de drie doelstellingen die voor Fruit 4.0 zijn gesteld (zie paragraaf 3.3).

Stand van zaken

Er wordt nog weinig precieze informatie verzameld en gebruikt wordt. Er wordt al veel data wordt verzameld, bijvoorbeeld in sorteermachines, maar dit wordt niet verwerkt tot bruikbare managementinformatie. Ook wordt (andere) informatie maar beperkt gedeeld, met uitzondering van ruwe schattingen over de verwachte productie of informatie die noodzakelijk is voor bepaalde certificaten. Deze twee zaken zijn redelijk op orde.

Deze informatie wordt bovendien vaak niet volledig geautomatiseerd verzameld, verwerkt en gedeeld. Er worden wel stappen gezet met webportals. Veelgebruikte software lijkt op dit moment niet voorbereid op het efficiënt beheren en verwerken van nieuwe, grote dataverzamelingen. Er zijn wel verschillende teeltregistratieprogramma's zoals Fruity, Isa(gri) Fruit, EVA en REGpro. Het is echter niet duidelijk of deze programma's voorbereid zijn op integratie van verschillende bedrijfsprocessen, het koppelen met sensoren en hightechsystemen en het verwerken en uitwisselen van grote hoeveelheden data. Bovendien gebruiken afzetorganisaties en handelsbedrijven vaak ERP-systemen (zoals SAP) waarin veel data over de productie, producten en telers is opgenomen. Met deze data kunnen telers worden geïnformeerd over hun prestaties, de kwaliteit van het product, enzovoort. Het detailniveau daarvan is echter beperkt voor fruittelers omdat de identificatie vaak op perceel- of partijniveau is. Bovendien hebben de systemen maar weinig informatie over processen gedurende de teelt.

In context met de andere thema's

Gelet op de samenhang tussen dit thema en de toepassingen die in de andere thema's ontwikkeld zullen worden, is het belang van goede software groot. Telers geven logischerwijs aan geen behoefte te hebben aan veel handmatige handelingen bij het verzamelen en verwerken van data. Zoals blijkt uit de andere thema's die hieronder beschreven worden, speelt het verzamelen, verwerken en analyseren van data in alle thema's een grote rol. Door nu vast deze stap te zetten, kan een hoge mate van comptabiliteit en interoperabiliteit worden gegarandeerd. Dit gaat onder andere een *vendor lock-in* tegen en is daarmee gunstig voor gebruikers.

Technologie en toepassingen

Bestaande registratiesystemen kunnen dienen als basis om verder te ontwikkelen en te verbeteren naarmate er meer gegevens uit bijvoorbeeld sensoren en robots beschikbaar komen. Het is echter de vraag of de software die nu in de sector gebruikt wordt hierop is voorbereid.

Quote uit de interviews: registratieprogramma

'We hebben verschillende registratieprogramma's die eigenlijk stuk voor stuk te beperkt zijn. Een specifiek fruitteelregistratieprogramma waarin je alles kan registreren zou heel handig zijn.'

De technologie die nodig is, moet vooral dubbele registratie vermijden en zo veel mogelijk werken met standaarden voor gegevensuitwisseling. Verder dienen programma's zo veel mogelijk uniform te zijn bij het registreren gedurende het gehele proces, ofwel goed met elkaar kunnen communiceren. Van belang is ook dat registratie zo automatisch mogelijk plaatsvindt, bijvoorbeeld door het scannen van barcodes met behulp van een smartphone.

Tot slot is het van belang om te wijzen op de noodzaak om standaarden en referentiearchitecturen te ontwikkelen/specificeren voor informatie-uitwisseling tussen apparaten en de aansturing van apparaten. Bij opkomende robotisering en automatisering is het namelijk eenvoudig om dergelijke systemen en de aansturing ervan een-op-een met elkaar te verbinden. Dit heeft echter als mogelijk risico dat er een *vendor lock-in* ontstaat. Daarnaast maakt dit bedrijven kwetsbaar in het geval er aanpassingen of uitbreidingen plaatsvinden, omdat er voortdurend specifieke aanpassingen en/of verbeteringen doorgevoerd moeten worden. Standaarden en referentiearchitecturen voorkomen dit en maken automatisering zo makkelijker en meer robuust.

Tot slot zullen algoritmes en dergelijke ontwikkeld moeten worden die van data waardevolle managementinformatie maken. Op die manier hoeven telers en ketenpartners zelf niet databases uit te pluizen, maar kunnen zij in een 'boomgaardinformatiesysteem' op zoek naar patronen, afwijkingen en dergelijke. Het benchmarken van rijen, percelen en zelfs boomgaarden creëert bovendien mogelijkheden voor 'lerend telen.' De aard en toepassingen van die benchmarks zijn zeer verschillend, maar in alle gevallen geldt het principe dat men kan leren van prestaties.

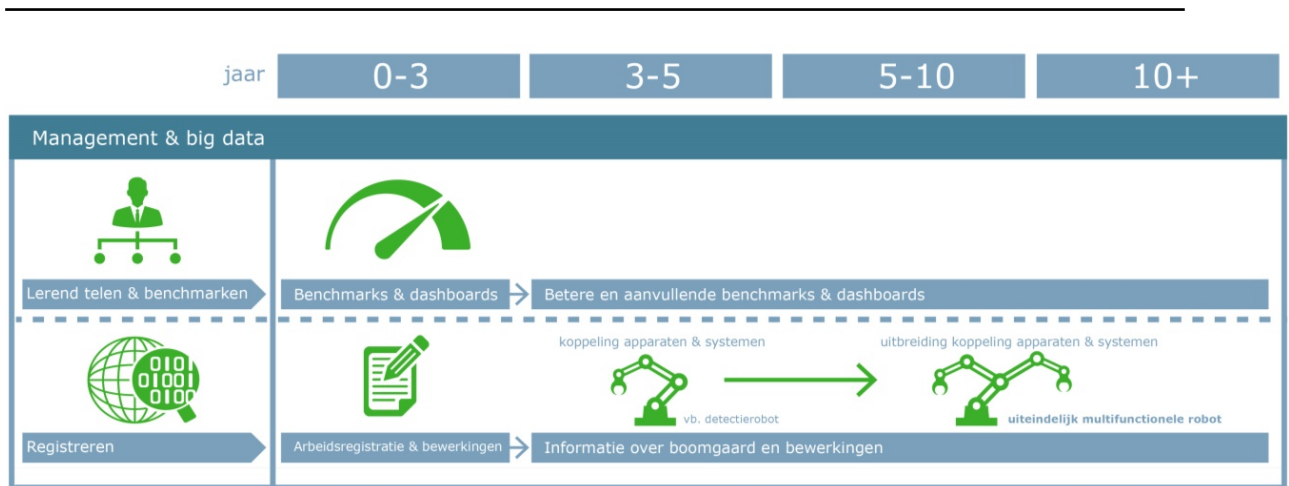
Tabel 5.1

Mogelijke toepassingen binnen management en (big) data met bijdrage aan doelen Fruit 4.0

Toepassing	Bijdrage aan doelen
Arbeids- en andere registratietoepassingen	Primair: lagere kosten, maar afhankelijk van gemeten parameters kan aan meerdere doelen een bijdrage geleverd worden
Beslissingsondersteunende modellen bijvoorbeeld voor teelt en arbeidsplanning en early warning systemen	Primair: lagere milieubelasting, lagere kosten
Benchmarken en dashboards waarmee zij kunnen vergelijken en sturen	Beoogt teler tot lerend telen, afhankelijk van parameters kan aan een of meerdere doelen een bijdrage leveren
Koppelen van databronnen	Primair: efficiëntere en effectievere inrichting van de keten
Gebruik van standaarden voor data-uitwisseling en (zeker als de ontwikkelingen vorderen) optimalisatie teelt	Ondersteunend aan andere toepassingen
Gegevens uit sensoren en robots (vooral als technologische ontwikkelingen vorderen)	Ondersteunend aan andere toepassingen
Oogstvoorspelling en -prognose (kwantiteit en kwaliteit)	Primair: efficiëntere en effectievere inrichting van de keten

Ontwikkeling

Deze roadmap biedt niet alleen een overzicht van welke toepassingen ontwikkeld kunnen worden, maar ook een fasering van deze ontwikkeling. Deze fasering is enerzijds gebaseerd op de behoefte die telers en ketenpartners zeggen te hebben aan deze toepassing, anderzijds op de termijn waarbinnen het mogelijk is om deze toepassing te ontwikkelen, zoals besproken met de technologiebedrijven. Voor dit thema leidt dat tot het volgende beeld:



Figuur 5.2 Fasering van de ontwikkeling binnen het thema management en (big) data

Businesscase

De baten van dit thema vallen uiteen in meer efficiëntie of hogere productie als gevolg van betere beslissingen, arbeidsbesparing op registratie en kwaliteitszorg en het eenvoudiger kunnen delen van informatie (wat onder andere minder fouten en correcties tot gevolg heeft). Tot slot is het mogelijk om bij voldoende standaardisering lagere ontwikkelingskosten voor software te realiseren. Illustratief is het onderstaande voorbeeld dat aangeeft dat met meer en gedetailleerde informatie het goed mogelijk is om meer uit de boomgaard te halen.

Voorbeeld: 30% meer opbrengst door meten

In Australië heeft het Australian Centre for Field Robotics veel geëxperimenteerd met robots in de landbouw. In een van de tests is met een robot gemeten hoeveel vruchten aan de bomen hangen. Daaruit kwam niet alleen een zeer precies beeld uit wat de verwachte opbrengst zou zijn, maar ook waar in de boomgaard de productie relatief laag was. Op basis van deze informatie zag de teler snel het probleem. Na een aanpassing in de bestuiving nam de opbrengst met 30% toe.

Bron: Sukkariah, 2015.

Als het gaat om tijdsbesparing geeft de meest recente KWIN-studie (2009-2010) aan dat een teler tussen de 250 en 350 uur per bedrijf aan registratie en kwaliteitszorg besteedt. Daar komt bij dat er steeds meer van telers wordt verwacht als het gaat om informatievoorziening en certificering. De toepassingen binnen dit thema voorzien een afname van de tijd die een teler dient te besteden aan deze werkzaamheden van minimaal 25%. Bovendien neemt de betrouwbaarheid van gegevens toe en hoeft er dus minder gecontroleerd en gecorrigeerd te worden. Het kennisniveau neemt toe door betere en snellere informatie van het bedrijf en door vergelijkingsmogelijkheden met collega's (benchmarking).

Uit de enquête die tijdens de Fruitteelt Vakbeurs is gehouden, blijkt bovendien dat de respondenten veel waarde hechten aan (het vereenvoudigen van) registratie. Dit laat zien dat respondenten van een registratieprogramma veel nut en rendement verwachten, terwijl zij ook verwachten dat het vrij eenvoudig te gebruiken is in bestaande processen. Niet alleen is de score voor deze elementen hoog, de spreiding tussen antwoorden is laag. Respondenten zijn het dus sterk met elkaar eens. Zie voor meer details Bijlage 4.

5.2 Waarneming en detectie

Doel

Telers geven aan meer te willen en meer te moeten weten over hun boomgaard en de productie die daarin plaatsvindt. Zij willen deze informatie gebruiken om gerichte beslissingen te nemen over de inzet van middelen (mensen, materiaal, gewasbeschermingsmiddelen, meststoffen, enzovoort). Natuurlijk willen ze deze informatie ook gebruiken om te begrijpen wat de impact van beslissingen is en daarvan te leren. Ook hopen ze zo beter te kunnen schatten wat de productie zal zijn en daarmee beter te plannen. *Dit verhoogt de efficiëntie van de productie en de efficiëntie binnen de keten.*

Een concreet voorbeeld is de detectie van ziekten en plagen. Als die in een vroegtijdig stadium en op precieze locatie gevonden kunnen worden, kunnen telers gericht het juiste middel inzetten. Daarmee kan het gebruik van middelen afnemen. Daarmee kan de teler ook de *milieubelasting van de productie verlagen*.

Stand van zaken

Telers maken over het algemeen gebruik van waarschuwingsmodellen voor diverse ziekten en plagen. Op basis van weergegevens wordt het infectierisico berekend. Momenteel worden echter nog weinig gegevens van gewasontwikkeling en ziekten digitaal gedetecteerd in de boomgaard. Dit gaat vaak nog op het oog en veelal met een steekproef en/of met toevallige waarnemingen. Naarmate een bedrijf groeit in omvang krijgt een teler steeds meer te maken met witte vlekken als het gaat om de prestaties van zijn bomen en boomgaard. Bovendien is het moeilijker voldoende en tijdige informatie over plagen en ziektedruk te krijgen.

Technologie en toepassingen

Diverse technologieën op het gebied van waarneming en detectie bestaan, maar brede toepassing ontbreekt momenteel nog, zeker in de agrofoodsector. Het gaat hierbij om bijvoorbeeld technologieën als de robot, sensoren, camera's (bijvoorbeeld multispectraal) en scanners, en vallen voor ziekten en plagen. Verder worden tijdens het sorteren allerlei zaken geregistreerd zoals mate van verruwing van de vruchten, maat, gewicht, kleur, percentage rot, enzovoort. Wat betreft de terugkoppeling vanuit de sortering is het noodzakelijk om voorraadbakken te voorzien van barcode of RFID-chip. Daarnaast moet dan de locatie waar het fruit is geplukt gekoppeld worden. Daarvoor is dan GPS nodig. Verder is er sensing technologie nodig om ziekten en plagen te lokaliseren, vruchten te tellen en dergelijke. Binnen dit thema worden toepassingen ontwikkeld waarmee een teler informatie kan verzamelen, zoals beschreven in Tabel 5.2.

Tabel 5.2

Mogelijke toepassingen binnen waarneming en detectie met bijdrage aan doelen Fruit 4.0

Toepassing	Bijdrage aan doelen
Vruchtkwaliteit vanuit sortering (terugkoppeling vanuit sortering)	Primair: betere kwaliteit, hogere opbrengsten
Ziekten en plagen	Primair: lagere milieubelasting, lagere middelenkosten
Bloemen en vruchten, bijvoorbeeld aantallen en kwaliteit, bloeistatus	Primair: betere kwaliteit door afstemmen op boombehoefte, arbeidsbesparing door betere planning tijdens de pluk, informatie rond productie in vroeg stadium leidt tot efficiëntere en effectievere inrichting van de verdere keten
Nutriëntensamenstelling	Primair: lagere milieubelasting
Gewasgroei	Informatie in vroeg stadium leidt tot efficiëntere en effectievere inrichting van de keten

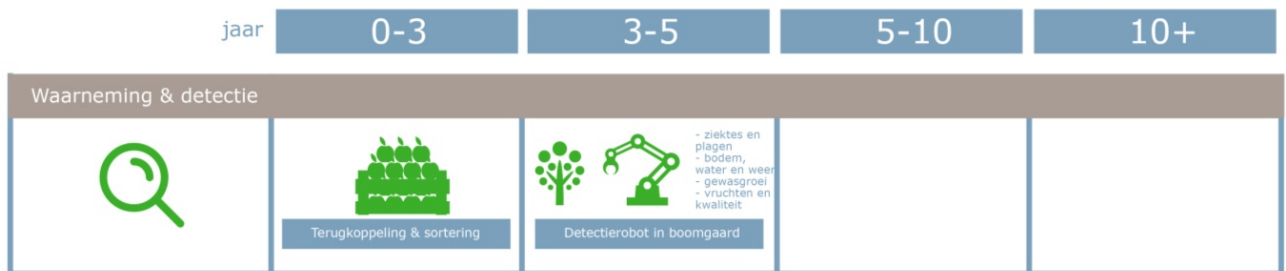
Ontwikkeling

Op basis van ons onderzoek komen wij tot de volgende fasering van de ontwikkeling van toepassingen binnen dit thema.

- Tablet met GPS voor locatie van ziektehaard

- Digitale neus, chemische sensor om bijvoorbeeld rijpheid te meten
- RFID op kisten zodat producten in de keten gevolgd kunnen worden en informatie teruggekoppeld kan worden
- Terugkoppeling informatie sortering op perceel-, rij- of zelfs boomniveau
- Sensing systemen voor ziekten, plagen, enzovoort (in de boomgaard)
- Sensing systemen voor aantal vruchten, maat, kwaliteit, enzovoort (in de boomgaard)

Het doel is deze technologieën door te ontwikkelen zodat zij binnen de fruitsector bruikbaar en toepasbaar zijn. Het gaat hierbij om het kunnen omgaan met de condities waarin die technologie toegepast moet worden (buiten, in weer en wind, suboptimale lichtcondities, enzovoort), maar ook om de algoritmes uit sensordata bijvoorbeeld het aantal vruchten of ziektebeelden moeten herkennen.



Figuur 5.3 Fasering van de ontwikkeling binnen het thema waarneming en detectie

Businesscase

De baten van het thema waarneming en detectie vallen in twee categorieën. Ten eerste hoeven telers minder tijd te besteden aan het verzamelen van informatie over hun bomen, omdat dit met sensoren, camera's of andere technologie gedaan kan worden. Afwijkingen of risico's worden gemeld, waardoor een teler heel gericht kan inspecteren of vanuit zijn kantoor een handeling kan voorschrijven. Ook kan de inzet op het bestrijden van bijvoorbeeld vruchtboomkanker daardoor efficiënter.

Quotes uit de interviews: robotiseren van teeltbewerkingen

'Als we met zo'n robot de oogst in kunnen schatten, dan kunnen we veel beter voor de pluk inschatten hoe groot de plukploeg moet zijn. Dat scheelt misschien wel 2 cent per kilo.'

'Het handdunnen van fruit kost veel tijd. Als we door betere waarnemingen beter onze chemische dunning kunnen timen en doseren, dan hoef je daarna veel minder te handdunnen.'

Tabel 5.3

Huidige tijdsbesteding door teler (in uren per hectare per jaar) en schatting mogelijke afname door nieuwe technologie

	Huidig (uren per jaar per ha)	Mogelijke afname
Waarnemingen (appel)	8-10	max. 50%
Waarnemingen (peer)	8	max. 50%
Gewasbescherming (appel)	22-25	max. 10%
Gewasbescherming (peer)	20-23	max. 10%
Vruchtankerbestrijding (appel)	4-5	max. 10%
Vruchtankerbestrijding (peer)	10	max. 10%

Noot: huidige tijdsbesteding in uren per hectare per jaar is gebaseerd op KWIN 2009-2010.

Ten tweede is de informatie preciezer, omdat niet langer gewerkt hoeft te worden met grove steekproeven en het mogelijk is om vroeger en/of vaker waarnemingen te doen ('early warning systemen'). Dat kan betekenen dat er slechts lokaal ingegrepen hoeft te worden om de ziekte of plaag te bestrijden en te voorkomen dat deze zich uitbreidt. Dat leidt tot een reductie in het gebruik van middelen en betere producten. Ook wordt hiermee rekening gehouden met de wens om het aantal chemische middelen terug te dringen. In deze fase is het moeilijk om aan dit voordeel concrete getallen te verbinden. De meer precieze informatie zorgt er ook voor dat er genoeg arbeidskrachten kunnen worden ingezet om de vruchten op het ideale moment te plukken en dat er niet teveel of te weinig personeel is wat tot meer kosten of tot verminderde kwaliteit leidt.

5.3 Hightech voor de boomgaard

Doel

Het doel van dit thema is om in toenemende mate machines en robots meer handelingen in de boomgaard en keten te laten verrichten. Hiermee moeten de *kosten afnemen* doordat er minder dure arbeid ingezet hoeft te worden. Bovendien kan er preciezer gewerkt worden doordat machines in staat zijn heel gericht en snel bepaalde handelingen uit te voeren. Dit leidt tot *minder gebruik van middelen* en komt de *kwaliteit van het fruit ten goede*. Uiteindelijk kan binnen dit thema ook gewerkt worden aan de 'Multi Purpose Robot' (multifunctionele robot) die geheel zelfstandig complexe taken, zoals plukken, in de boomgaard uitvoert.

Stand van zaken

Er zijn nog weinig hightechtoepassingen in algemeen gebruik in de sector. Er is een autonome trekker en een automatische spuit ontwikkeld, maar die worden nog niet breed gebruikt. Bij fertigatie zijn er ook al een aantal zaken geautomatiseerd. Binnenkort wordt een systeem verwacht waarbij de watergift automatisch aangepast wordt op basis van metingen in het veld. Op het gebied van automatisch vullen zijn er ook bedrijven die daar ver in zijn. Camera's en sensoren worden nog weinig toegepast. Ook zijn er bedrijven die tijdens de pluk een Pluk-O-Trak gebruiken.

Technologie en toepassingen

De basis voor deze technologische ontwikkeling is aanwezig. Zo beschikken sommige telers al over een autonome trekker. Er is dus een platform waarop nieuwe toepassingen ontwikkeld kunnen worden, denk hierbij aan een spuit. Wederom gaat het hier om zowel de hardware-matige ontwikkeling, als softwareaspecten. Daarnaast is het van belang om aan te geven dat op een enkel platform (zoals een autonome trekker) meerdere toepassingen gemaakt kunnen worden, zodat niet voor elke handeling of waarneming een volledige, nieuwe machine gekocht hoeft te worden.

Quote uit de interviews: spuiten

'Telers zijn de meeste tijd kwijt aan spuiten. Als daar iets in geautomatiseerd kan worden, dan helpt dat. Dat zie je al aan de drierijenspuit; dat heeft ervoor gezorgd dat mensen vakantie hebben gekregen. Onbemand spuiten is nog beter. Ook beter voor gezondheid van teler.'

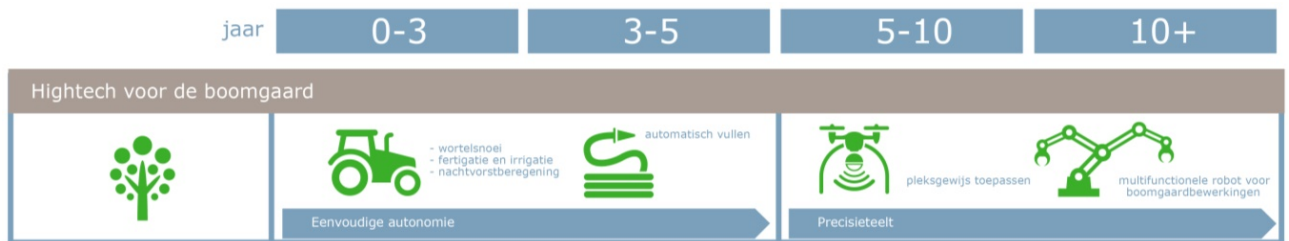
Tabel 5.4

Mogelijke toepassingen binnen hightech voor de boomgaard met bijdrage aan doelen Fruit 4.0

Toepassing	Bijdrage aan doelen
Autonome trekker (zoals Greenbot), bijvoorbeeld met spuit of drierijenspuit	Primair: lagere kosten, ondersteunend aan andere toepassingen
Camera's, sensoren en scanners	Primair: lagere milieubelasting, ondersteunend aan andere toepassingen
Robot voor snoeien en dunnen	Primair: lagere kosten
Machine learning om robots te laten herkennen waar zij welke handeling moeten uitvoeren	Primair: lagere kosten, lagere milieubelasting
GPS communicatie met bijvoorbeeld elektrische scharen	In het algemeen ondersteunend aan andere toepassingen, specifiek kan dit leiden tot lagere kosten
Drones om bijvoorbeeld (slechte) plekken op te sporen	Primair: lagere milieubelasting, ondersteunend aan andere toepassingen
Automatisch vulstation	Primair: lagere kosten (arbeidsbesparing)
Multifunctionele robot of plukrobot	Primair: lagere kosten, ondersteunend aan andere toepassingen
Algoritmen voor precisietoepassingen	Ondersteunend aan andere toepassingen

Ontwikkeling

De fasering van de ontwikkeling van toepassingen binnen dit thema ziet er als volgt uit.



Figuur 5.4 Fasering van de ontwikkeling binnen het thema hightech voor de boomgaard

Businesscase

Primair draait de businesscase bij hightech voor de boomgaard om een aantal voordelen. Ten eerste wordt het mogelijk om bepaalde handelingen uit te laten voeren zonder tussenkomst van mensen. Dat scheelt kostbare tijd van de teler en zijn medewerkers. Dat kan een besparing op arbeidskosten betekenen, maar kan er ook toe leiden dat medewerkers ingezet kunnen worden voor taken waar menselijke kwaliteiten echt voor nodig zijn. Door de inzet van hightech worden acties bovendien ondernomen op basis van een aantal vaste regels. Dit moet bijdragen aan kwaliteit en voorspelbaarheid. De baten op korte termijn van minder arbeidsinzet zijn redelijk in te schatten. Voordelen door meer consistentie zijn in dit stadium echter moeilijk te kwantificeren, zeker zo in het algemeen. Tabel 5.5 geeft inzicht in mogelijke besparingen.

Tabel 5.5*Huidige tijdsbesteding door teler (in uren per hectare per jaar) en schatting mogelijke afname*

	Huidig	Mogelijke afname
Wortelsnoei/groeibeheersing (appel)	3+3	max. 50%
Wortelsnoei (peer)	1	max. 50%
Watervoorziening/fertigatie (appel)	25,5-29,5	max. 50%
Watervoorziening/fertigatie (peer)	8-24	max. 50%
Gewasbescherming & maaien (appel)	47	max. 25%
Gewasbescherming & maaien (peer)	20-23	max. 25%
Stroken poetsen (appel)	2	max. 50%
Bemesting (appel)	1,5	max. 50%
Bemesting (peer)	2	max. 50%
Onkruidbestrijding (appel)	3	max. 50%
Onkruidbestrijding (peer)	2	max. 50%

5.4 Hightech voor ketenoptimalisatie

Doel

Het doel van dit thema is om toepassingen te ontwikkelen die de teler en zijn ketenpartners helpen; producten te leveren met minder kwaliteitsverlies, derving te verminderen en onnodige kosten tussen oogst en afzet van het product te voorkomen. Hiervoor worden bijvoorbeeld toepassingen ontwikkeld die de teler helpen bij het classificeren en voorsorteren in de boomgaard. Zo kan een teler industriefruit al vroegtijdig scheiden van klasse I-fruit en het laten verwerken zonder het fruit een seizoen lang te (laten) koelen. Ook kan een teler op basis van vroegtijdige classificatie op basis van technologie (in plaats van op basis van inschatting door ervaring en het menselijk oog) zijn afzetpartner van betere informatie voorzien. Op basis van deze informatie kunnen vraag en aanbod beter gematched worden en kunnen voornamelijk aan het retailkanaal vroegtijdig gerichte verkoopprogramma's aangeboden worden.

Ook kan voorkomen worden dat na opening van een koelcel blijkt dat een deel van het fruit in die cel op dat moment onverkoopbaar is omdat bijvoorbeeld de maat of de kleur tegenvalt. Door beter te sturen gaat zowel de kwaliteit als het rendement in de keten omhoog.

Stand van zaken

Ketenoptimalisatie gaat over informatie, voorspelbaarheid en het voorkomen van inefficiëntie door het voorkomen van onnodige handelingen en (koel)kosten. Op dit moment komen plannings tot stand op basis van grove schattingen of bijvoorbeeld een enkel bezoek van een medewerker van een handelsbedrijf of afzetorganisatie aan een teler. Bovendien wordt er nog weinig informatie met producten meegestuurd de keten in. Als gevolg van certificeringen zoals GlobalGap komt hier wel verandering in. Dat is echter voornamelijk eenrichtingsverkeer van teler verder de keten in. Er komt vervolgens weinig tot niets terug richting de teler. Terwijl beide zaken met bijvoorbeeld RFID of barcodes relatief eenvoudig mogelijk is.

Quote uit de interviews: informatie uit sortering

'Sorteermachines genereren heel veel informatie. Als telers weten waar de appels van een voorraadbak zijn geplukt, is het technisch mogelijk om de info van sorteermachines te herleiden naar plekken in de boomgaard.'

Technologie en toepassingen

Voor de beoogde toepassingen in dit thema is een basis aanwezig, maar de voorgestelde toepassingen stellen nieuwe eisen. Voor classificeren en sorteren in de boomgaard is het niet alleen nodig om over sterke sensing technologie te beschikken, maar moeten ook logistieke uitdagingen worden opgelost. Er zullen immers meerdere kuubkisten tegelijk gevuld en afgevoerd moeten kunnen worden. Er is bij de bedrijven die sorteermachines bouwen al veel kennis en sensing technologie beschikbaar. De uitdaging is om deze toepasbaar te maken voor omstandigheden in de boomgaard. Tabel 5.6 biedt een overzicht van mogelijk toepassingen en hoe deze aan de gestelde doelen zouden kunnen bijdragen.

Tabel 5.6

Mogelijke toepassingen binnen hightech voor bijdrage aan doelen Fruit 4.0

Toepassing	Bijdrage aan doelen
Tracking en tracing van 'boom tot bord': kunnen herleiden van herkomst en stappen van producten in de keten	Primair: efficiëntere en effectievere inrichting van de keten
Ketengericht fruit bewaren	Primair: efficiëntere en effectievere inrichting van de keten, lagere kosten en een beter rendement door een betere match tussen vraag en aanbod Primair: efficiëntere en effectievere inrichting van de keten. Ook: reductie van derving en optimalisatie van omzet door tijdige verkoop van industriefruit
Slim inpakken, waarmee het gewicht per verpakkingseenheid nauw geoptimaliseerd wordt	Primair: efficiëntere en effectievere inrichting van de keten, lagere kosten (minder derving)
Sensing technologie	Ondersteunend aan andere toepassingen
Algoritmes voor optimalisatie	Primair: efficiëntere en effectievere inrichting van de keten, lagere kosten Ondersteunend aan andere toepassingen
Ketencommunicatiestandaarden	Primair: efficiëntere en effectievere inrichting van de keten, lagere kosten Ondersteunend aan andere toepassingen

Ontwikkeling

De fasering van de ontwikkeling van toepassingen binnen dit thema ziet er als volgt uit.

- RFID op kisten zodat producten in de keten gevolgd kunnen worden en informatie teruggekoppeld kan worden
- Ontwikkeling aangepaste Pluk-O-Trak om voorsortering mogelijk te maken
- Optimalisatie algoritmes
- Ketencommunicatiestandaarden



Figuur 5.5 Fasering van de ontwikkeling binnen het thema hightech voor ketenoptimalisatie

Businesscase

Ketengericht bewaren voorkomt het maken van onnodige kosten voor producten waarvan de teler van tevoren al weet dat die weinig opbrengen. Dat begint in de boomgaard waar de teler producten met een lage klasse niet hoeft te plukken voor verkoop of in elk geval niet hoeft te koelen. Immers, elke geplukte appel of peer brengt variabele kosten met zich mee voor koelen, sorteren, logistieke handelingen in de keten. Dit terwijl de opbrengst van klasse 2- en industriefruit substantieel lager ligt dan de opbrengst van klasse 1-fruit.

Alle schakels in de keten bouwen veiligheidsmarges in om aan beloften en wettelijke eisen te voldoen. Men wil en mag geen 999 gram fruit als een kilo verkopen. Dus verkoopt men iets meer dan een kilo. Dat geldt ook op de schaalgrootte die in de keten geldt van tonnen fruit. Als de marge 5% is, verkoopt men dus 1.050 kilo fruit voor de prijs van 1.000 kilo. Een inpakrobot kan in een partij fruit de optimale verdeling van fruit nastreven waardoor elke schaal, zak of andere eenheid aan een veel meer precieze marge voldoet. Daardoor kan de teler, afzetorganisatie of handelaar dus meer verkoopbare kilo's uit een partij verkopen. Dat komt de opbrengst ten goede.

6 Implementatie

In dit hoofdstuk wordt een aanpak geïntroduceerd om op sectorniveau samen te werken aan de implementatie daarvan in een innovatiecirkel. De belangrijkste voorwaarden voor het succesvol implementeren van innovaties zijn het opstellen van een goed businessmodel en het organiseren van de samenwerking (governance) en kennisuitwisseling. Daarom wordt hierover eerst achtergrondinformatie gegeven.

6.1 Businessmodellen en governance

6.1.1 Businessmodellen

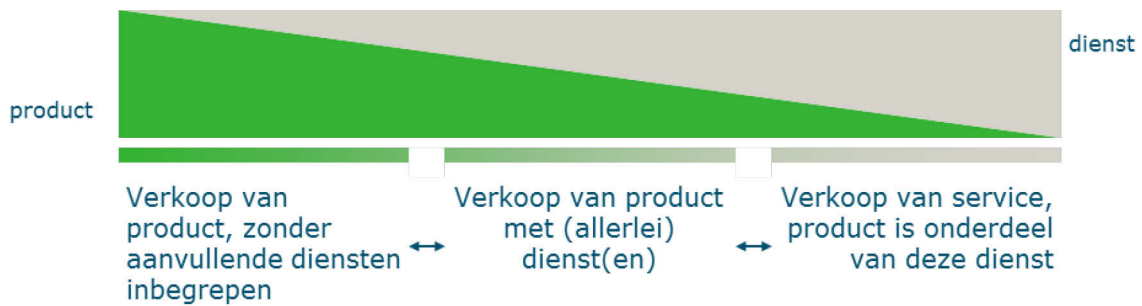
Een businessmodel is het geheel van inkomsten, kosten, maar vooral ook partners, activiteiten, middelen, enzovoort. Figuur 6.1 presenteert het businessmodel canvas dat gebruikt wordt om de belangrijkste elementen van een businessmodel overzichtelijk te presenteren. Het is belangrijk om in het achterhoofd te houden dat bijvoorbeeld de belangrijkste partners anderen kunnen zijn dan alleen eigen leveranciers, maar ook soms ook klanten. Over een aantal van de elementen van dit canvasmodel volgen hieronder enkele overwegingen die van belang zijn voor het ontwikkelen van businessmodellen voor nieuwe technologische toepassingen in de fruitteelt.



Figuur 6.1 Het businessmodel canvas

Bron: naar www.businessmodelgeneration.com/canvas/bmc

Een ander model geeft aan hoe een product in de markt gezet wordt. Traditioneel verkochten bedrijven een product eenmalig: de klant betaalde en dat was het. Uiteraard was er nog sprake van garantie en soms onderhoud, maar de belangrijkste transactie was de aankoop van het product, bijvoorbeeld een machine. De afgelopen jaren is er een trend ontstaan die meer gaat over het leveren van diensten dan producten. Een voorbeeld is Adobe Photoshop. Aanvankelijk kochten gebruikers een licentie op de software en gebruikten Photoshop zo lang als ze dat wilden. Tegenwoordig verkoopt Adobe maandelijkse abonnementen op Photoshop. Geen abonnement? Geen Photoshop. In het algemeen is dit niet zwart-wit, maar een glijdende schaal zoals Figuur 6.2 laat zien.



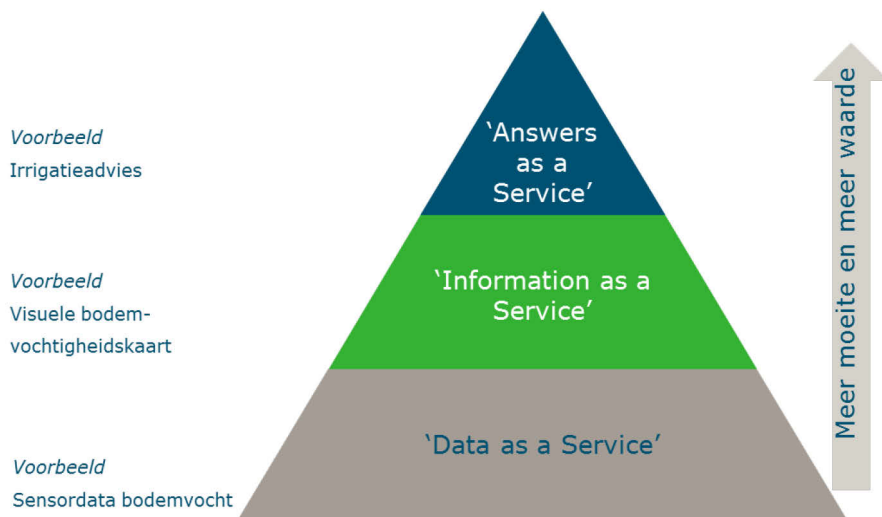
Figuur 6.2 Van product naar dienst

Beide figuren hierboven zijn relevant, omdat uit de interviews blijkt dat in de huidige situatie er vaak nog een traditionele benadering is. Om nieuwe technologie succesvol te kunnen toepassen in de fruitsector kunnen nieuwe combinaties ontstaan, zoals bijvoorbeeld tussen adviesorganisaties uit de fruitsector en technologiebedrijven die nog niet of nauwelijks actief zijn in deze sector. Bovendien blijkt uit de interviews dat veel technologiebedrijven producten verkopen en geen diensten. Dit is niet goed of slecht, maar in het licht van de relatief omvangrijke investeringen die nieuwe toepassingen met zich mee kunnen brengen,⁴ kan het geen kwaad om na te denken over nieuwe businessmodellen. Dit is te meer relevant omdat data in veel toepassingen steeds belangrijker wordt, waarbij het combineren van databronnen een vak apart is.

Businessmodellen gebaseerd op data

Specifiek voor businessmodellen die gebaseerd zijn op data, moet bedacht worden dat die data op verschillende manieren aan de gebruiker aangeboden. Het spreekt voor zich dat een 'Data as a Service'-dienst waarbij data alleen beheerd en opgeslagen wordt, relatief eenvoudig is en daarmee minder kost. Daar staat tegenover dat de gebruiker zelf meer zal moeten doen om waardevolle informatie uit die data te halen. Voorbeelden in de fruitteelt zijn ruwe sensordata over bodemvochtigheid. 'Information as a Service' gaat een stap verder en bewerkt de ruwe data tot bruikbare informatie. Bijvoorbeeld een kaartje waarbij de bodemvochtigheid van de percelen in kleur is aangegeven. In het geval van 'Answers as a Service' krijgt de gebruiker het antwoord op een specifiek geformuleerde vraag. De gebruiker zal dan natuurlijk wel de vraag goed en precies moeten formuleren. Het vraagt van de aanbieder van de dienst een goed begrip van de situatie van de gebruiker. Een voorbeeld in de fruitsector is een irrigatieadvies op boomniveau dat gebaseerd is op een combinatie van data over de vochthuishouding, de bodem, het ras en weersvoorspellingen. Bij elk van deze drie niveaus van diensten horen andere geschikte businessmodellen. Deze worden in Bijlage 5 in het algemeen toegelicht.

⁴ Voor de duidelijkheid: het kan hier gaan over de ontwikkeling van die toepassingen, maar ook het gebruik van een individuele toepassing op een bedrijf, bijvoorbeeld als die toepassing slechts enkele keren per jaar gebruikt zou worden, bijvoorbeeld tijdens specifieke periodes in de teeltcyclus.



Figuur 6.3 Verwaardiging van data in diensten
Bron: Business Model Inc. (2015).

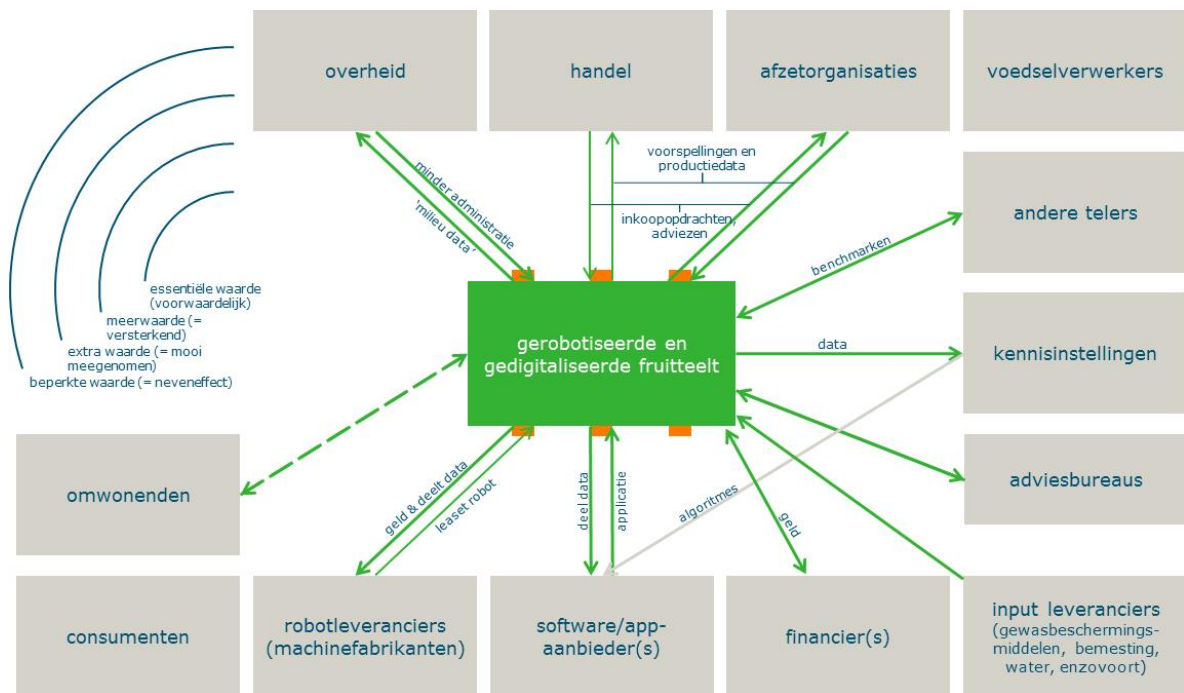
6.1.2 Waardecreatie

Denken over nieuwe businessmodellen kan oplossingen bieden om lastige investeringen toch mogelijk te maken. De crux is om waardecreatie opnieuw uit te vinden. Door waardecreatie te zien in een breder verband dan alleen fruitteilers ontstaan meer mogelijkheden. De volgende uitgangspunten worden gehanteerd (Jonker *et al.*, 2014):

- *Gedeelde waardecreatie*
Dit houdt in dat er een gedeelde visie is en dat de bronnen en de resultaten worden gedeeld met mensen en organisaties buiten het eigen bedrijf.
- *Meervoudige waardecreatie*
Hierbij wordt ervan uitgegaan dat transacties tegelijkertijd economische, sociale en ecologische waarden genereren. Dit is een belangrijk verschil met het businessmodel canvas (zie Figuur 5.1) dat alleen op economische waardecreatie is gebaseerd.
- *Collectieve waardecreatie*
Hierbij worden activiteiten collectief bedacht en uitgevoerd, waarbij meerdere partijen gezamenlijk verschillende waarden creëren op basis van elkaars competenties in het netwerk.

Door deze drie uitgangspunten te vertalen in een nieuw transactieconcept kunnen er nieuwe businessmodellen ontstaan. Het zoeken naar waardecreatie gaat dus om het opnieuw leren samenwerken tussen fruitteilers, andere bedrijven, de overheid en consumenten. Ook gaat het om meer dan alleen (ver)kopen of verhuren; het gaat om meer transactiemiddelen dan geld alleen. Voor de belanghebbenden kunnen er verschillende motieven en dus ook verschillende transactiemiddelen zijn: geld (kopen, huren, lenen, ruilen), expertise (delen, kopen, aanleveren), aandacht (gekend zijn, bekend raken), versterking van de eigen business (door bekendheid, verwijzingen), beschikbaar stellen van faciliteiten (ruimte, expertise, spullen, netwerk) enzovoort. Dit betekent dat er meerdere waardentransacties (tegelijkertijd) plaats vinden, niet alleen met leveranciers en afnemers van fruitteilers maar ook met andere actoren.

Figuur 6.4 is een eerste schets om het waardenetwerk rondom de Multi Purpose Robot te visualiseren waarbij de verschillende (potentiële) leden, stakeholders en betrokkenen met hun onderlinge verbanden zijn afgebeeld. Het maakt duidelijk welke waarden de automatisering, robotisering en digitalisering (lees: data) van de fruitteelt in Nederland kunnen vervullen vanuit de behoeften van de stakeholders. Bijvoorbeeld een fruitteiler koopt geen plukrobot maar leaset voor een relatief laag tarief en verstrekt ook allerlei relevante data aan de robotleverancier waarmee die zijn plukrobots verder kan ontwikkelen en verbeteren ten behoeve van het bevorderen van de afzet op de (inter)nationale markt van robots. Bij het verbeteren van die robots kan worden samengewerkt met kennisinstellingen (zoals universiteiten). Kennisinstellingen kunnen bijvoorbeeld betere sensoren of algoritmes ontwikkelen. Zo is het misschien mogelijk om vroegtijdig te bepalen welk fruit als industriefruit verkocht kan worden.



Figuur 6.4 Mogelijk waardenetwerk rond een fruitteelt voor Multi Purpose Robot
Bron: naar een idee van Jonker (2014), toepassing LEI.

6.1.3 Voorbeelden van nieuwe businessmodellen

In de consumentenmarkt zijn de verschuivingen bekend. Denk aan de platen, cassettes en CD's die we vroeger kochten. Toen kwam iTunes en kochten veel consumenten voortaan albums en vooral losse liedjes online. Dat model is al weer ingehaald door diensten als Spotify waarbij je voor een vast bedrag liedjes uit een enorme bibliotheek kunt streamen. Cruciaal daarbij is wel dat de consument geen 'eigendom' heeft over die muziek. In de zakelijke markt is het businessmodel van 'kopieermachines' op vergelijkbare manier veranderd: van de verkoop van een machine naar afrekenen per kopietje.

In de medische wereld is deze verschuiving ook zichtbaar. Zo leverde Philips vroeger apparatuur aan ziekenhuizen, soms ook via dealers. Inmiddels levert Philips 'totaaloplossingen.' In dit geval levert Philips bijvoorbeeld alle apparatuur voor een operatiekamer. Hierbij hoeft niet alle apparatuur van Philips te zijn, maar het bedrijf levert dit wel. Vervolgens maken het ziekenhuis en Philips afspraken over de beschikbaarheid van de operatiekamer en daar krijgt het bedrijf voor betaald (Zorgvisie, 2014; Bits & Chips, 2013).

Het (destijds) nieuwe businessmodel van Hilti is vergelijkbaar. Het bedrijf heeft een fundamentele omslag gemaakt van het verkopen van machinewerktuigen en gereedschappen naar het verkopen van een prestatie van die apparaten. Het bedrijf merkte dat klanten diverse problemen ervoeren, zoals hoge initiële investeringskosten, apparaten die kwijt zijn of gestolen worden of het niet tijdig kunnen repareren bij defecten. Vanuit die gedachte is Hilti begonnen met fleet management, waarbij het beschikbaarheid van die machines en gereedschappen verkoopt aan haar klanten (Jonker, 2014).

6.1.4 Governance

Een goede governance is een randvoorwaarde voor succesvolle businessmodellen waarin meerdere partijen samenwerken. Dit geldt zeker voor innovaties op het gebied van digitalisering en automatisering. In de roadmapthema's spelen data, de analyse en verwerking van die data en de informatie die telers en ketenpartners vervolgens gebruiken een belangrijke rol. Een belangrijke vraag is van wie specifieke data is en wie er iets mee mag doen. In de interviews zijn deze onderwerpen benoemd als interessant en relevant. Eensluitende antwoorden hadden de geïnterviewden niet. Zij

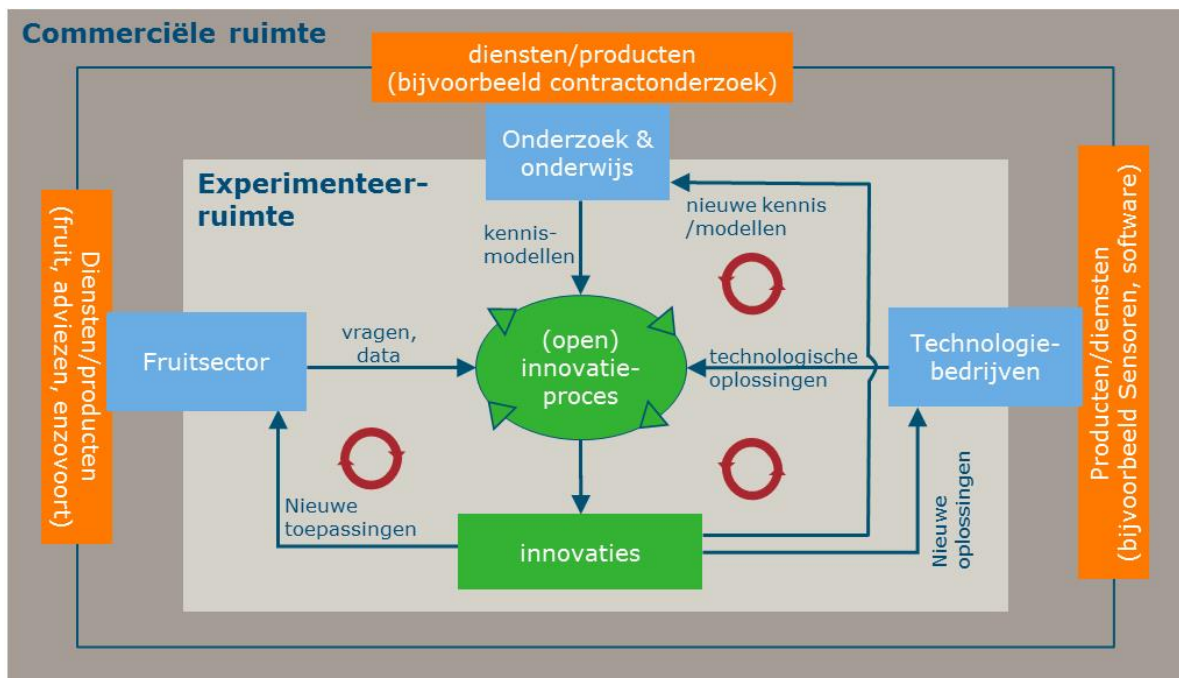
benadrukten wel dat privacy en vertrouwelijkheid van data tussen dataleveranciers, -gebruikers en – verwerkers goed geregeld moeten zijn. Concurrentiegevoelige informatie mag immers niet op straat komen te liggen. Aan de andere kant was er wel behoefte om prestaties te kunnen vergelijken tussen bijvoorbeeld percelen van verschillende telers. De ervaring leert dat als de governance van data niet goed geregeld is, het vertrouwen ontbreekt en initiatieven voor het delen van data bijna zeker gedoemd zijn te mislukken. Het is daarom belangrijk om dit aspect als integraal onderdeel van de technologische ontwikkeling in de roadmap mee te nemen.

6.2 Implementatie

Innovaties op het gebied van automatisering en digitalisering vragen samenwerking tussen meerdere partijen. Een manier om dit te bereiken is om in een innovatiecirkel samen te werken aan implementatie van de roadmap. De volgende paragrafen beschrijven de opzet en werkwijze van zo'n innovatiecirkel. Ook komen kort verschillende mogelijke financieringsinstrumenten hiervoor aan bod.

6.2.1 Innovatiecirkel

Een innovatiecirkel is een gezamenlijke experimenteerterruimte waarin bedrijven uit de fruitsector, technologiebedrijven en onderzoekers samenwerken aan werken innovaties op het gebied van automatisering en digitalisering ('Living Lab'). Het is een praktijknetwerk dat kennisuitwisseling en innovatie op het gebied van ICT structureel inbedt in de fruitsector en zorgt voor een goede aansluiting tussen de projectinnovaties en de dagelijkse praktijk.



Figuur 6.5 Innovatiecirkel Fruit 4.0

Figuur 6.5 geeft de opzet van een innovatiecirkel weer, waarin het (open) innovatieproces centraal staat. De fruitsector bestaat uit bedrijven die praktische problemen inbrengen, bijvoorbeeld zoals beschreven in de innovatie roadmap in het vorige hoofdstuk. Onderzoek en onderwijs kunnen kennis en modellen inbrengen die met het probleem te maken hebben. Technologiebedrijven brengen bestaande oplossingen in, bijvoorbeeld sensoren, machines of software. Vanuit het open innovatieproces kunnen continu nieuwe (deel)oplossingen en kennis gegenereerd worden die voor de deelnemers beschikbaar zijn. Dit kan ook steeds hergebruikt worden binnen het open innovatieproces. Een belangrijk verwacht neveneffect is dat deze (deel)oplossingen en kennis door anderen opgepikt kunnen worden voor een heel ander probleem dan waarvoor het bedoeld was (serendipiteit).

Tegelijkertijd zijn alle partijen vrij om de deeloplossingen voor zichzelf te gebruiken en er commerciële producten/diensten op te baseren, uiteraard binnen de afgesproken spelregels. Op die manier is er steeds een interactie tussen de competitieve en experimenteer ruimte, waarbij de spelers steeds zelf bepalen wat ze in welke ruimte en onder welke voorwaarden verder ontwikkelen.

6.2.2 Aanpak

Voor een innovatiecirkel is het de uitdaging om de balans te vinden tussen enerzijds concrete, aansprekende en haalbare businesscases en anderzijds te denken vanuit een langetermijnperspectief en aan te sluiten bij state-of-the-art ontwikkelingen in de ICT. Met andere woorden: zowel het plukken van laaghangend fruit (quick wins) om draagvlak te garanderen als het werken aan de boomgaard van de toekomst om het rendement op lange termijn een impuls te geven. Alleen dan zijn samenhangende en praktijkgerichte innovaties mogelijk die de fruitsector structureel verder helpen.

6.2.3 Publiek-Private Samenwerking (PPS)

Een groot deel van de ontwikkelingen die in deze roadmap worden voorzien komen het beste tot stand in een samenwerking tussen bedrijven uit de fruitsector (fruitteelters en hun ketenpartners), technologiebedrijven (bedrijven die de traditionele leveranciers van de fruitsector zijn, maar ook technologiebedrijven die nieuw in deze sector zijn) en kennisinstellingen. Er zijn verschillende mogelijkheden voor ondersteuning van deze samenwerkingen,⁵ zoals:

- Topsectoren: hierin werken ondernemers samen met wetenschappers en onderzoekers aan innovaties en onderzoek. Deze projecten zijn vaak groter in omvang en kunnen tot vier jaar duren. De Rijksoverheid stelt subsidie ter beschikking voor universiteiten en onderzoeksinstellingen (onder andere TNO en DLO), ondernemingen dragen in-kind en soms met cash bij. Hier staat tegenover dat de projecten resultaten opleveren die relevant zijn voor bedrijven en onderzoekers. Projecten moeten gekoppeld zijn aan de roadmaps van de verschillende TKI's.⁶ Relevante roadmaps kunnen zijn:
 - Tuinbouw Digitaal en Tuinbouw Technologie (TKI Tuinbouw & Uitgangsmaterialen)
 - Smart Agri & Food (HighTech to Food the World, TKI's HighTech Agri-Food)
 - Consument & Keten (TKI Agri-Food)
 - Smart Industry (TKI HTSM)
 - Photonics (TKI HTSM)
 - Embedded Systems (TKI HTSM)
 - Advanced Instrumentation (TKI HTSM)
- De MIT-regeling (MKB Innovatiestimulering in de Topsectoren) stelt subsidies ter beschikking om innovatie in het MKB extra te bevorderen. Verschillende instrumenten vallen onder deze regeling, met name kennisvouchers en R&D-samenwerkingsprojecten. De omvang van de subsidie is afhankelijk van het instrument, maar maximaal € 150.000 en kan worden ingezet voor samenwerking met kennisinstellingen.

Regionale ontwikkelingsmaatschappijen bieden ook financieringsmogelijkheden voor innovatie, mits de betrokken regio hier uiteraard van profiteert. Het voert te ver om alle mogelijkheden hier te bespreken. Gezien het regionale belang van fruitteelt zijn met name Oost NV, Limburgs Instituut voor OntwikkelingsFinanciering (LIOF) en NV Economische Impuls Zeeland⁷ relevant. Ontwikkelingsbedrijf Noord-Holland Noord⁷ en Ontwikkelingsmaatschappij Flevoland zijn eventueel ook relevant.

Daarnaast zijn er op Europees niveau ook 'work programmes' binnen Horizon 2020, Eureka en ECSEL. Voorwaarde is uiteraard dat er samenwerking met andere bedrijven en kennisinstellingen uit Europa plaatsvindt.

Voor de duidelijkheid: het kan hier gaan over de ontwikkeling van die toepassingen, maar ook het gebruik van een individuele toepassing op een bedrijf, bijvoorbeeld als die toepassing slechts enkele keren per jaar gebruikt zou worden, bijvoorbeeld tijdens specifieke periodes in de teeltcyclus.

n, in tegenstelling, tot de andere regionale ontwikkelingsmaatschappijen geen focus op hightech. Alle genoemde regionale ontwikkelingsmaatschappijen hebben wel een focus op de agrofoodsector.

6.2.4 Private ontwikkeling

Deze roadmap is erop gericht om technologische ontwikkelingen voor de fruitsector te stimuleren. Naast samenwerking in de innovatiecirkel, worden private partijen gestimuleerd om ook zelf de innovaties op te pakken. Ondernemers kunnen hierin gesteund worden door de Rijksoverheid middels:

- WBSO (Wet ter Bevordering van Speur en Ontwikkelingswerk): verlaagt de afdracht van loonheffing over de loonkosten voor 'speur- en ontwikkelingswerk'
- Innovatiebox: een speciale box binnen de vennootschapsbelasting voor winsten uit innovatieve activiteiten
- RDA: verhoogde fiscale aftrek voor R&D-investeringen en R&D-exploitatiekosten (behalve loonkosten).

Op Europees niveau is er ook het EuroStars-programma om grensoverschrijdende projecten van MKB-bedrijven te stimuleren als zij zelf R&D-activiteiten hebben.

6.2.5 Vervolg

De partijen die bij dit onderzoeken betrokken zijn, willen in elk geval inzetten op een PPS waarin in eerste instantie alle thema's in meer of mindere mate aan bod komen. De horizon ligt op succesvolle toepassingen die binnen 0-3 jaar in gebruik kunnen zijn in de sector. Met deze toepassingen in de hand kan dan de verdere ontwikkeling worden vormgegeven. Zoals gezegd zou die uiteindelijk moeten leiden tot een multifunctionele robot die zelfstandig diverse, complexe taken in de boomgaard overneemt.

7 Conclusies

Het doel van dit rapport was om een roadmap te maken voor automatisering en digitalisering in de Nederlandse fruitteelt. Dat heeft geleid tot:

- een visie op automatisering en digitalisering in de Nederlandse fruitteelt
- inzicht in de wensen en prioriteiten om deze visie invulling te geven
- een roadmap: overzicht van welke toepassingen ontwikkeld kunnen worden en fasering
- een aanpak om op sectorniveau samen te werken aan de implementatie van de roadmap (innovatiecirkel).

Fruit 4.0: visie automatisering en digitalisering Nederlandse fruitteelt

De fruitsector zal de komende jaren de omslag maken naar Fruit 4.0. Dit betekent dat de vierde industriële revolutie ook de fruitteelt zal veranderen in flexibele, autonome en vraaggestuurde productiesystemen die naadloos geïntegreerd zijn in de keten. Om deze visie tastbaar te maken heeft de sector als langetermijnmissie geformuleerd: een multifunctionele robot die in staat is om meerdere, complexe handelingen in de boomgaard zelfstandig uit te voeren.

In Fruit 4.0 staat de besturingscyclus van slim meten & bewaken, slim analyseren & plannen en slim aansturen centraal. Data management is de smeerolie om dit vliegwiel in beweging te krijgen en te houden. Informatie- en communicatietechnologie (ICT) vormt dan ook het hart van Fruit 4.0. Het is belangrijk dat ICT-systemen zo opgezet zijn dat ze de benodigde flexibiliteit, integratie en autonomie ondersteunen. Een informatiearchitectuur voor Fruit 4.0 bestaat uit drie lagen:

- *operationeel management*
de data-uitwisseling tussen de sensoren, automatische identificatie (zoals barcodes en RFID), hightechsystemen, drones, enzovoort, via (draadloze) netwerken met een operationeel Sensing & Control Platform;
- *bedrijfsmanagement*
kantoorautomatisering voor planning, bewaking en administratieve verwerking van verkoop, inkoop, productie, voorraadbeheer, financieel, enzovoort. Bedrijfsmanagementsystemen wisselen data uit met het Sensing & Control Platform en met andere partijen in de keten, hiervoor zijn informatiestandaarden cruciaal;
- *ondersteuning besluitvorming*
expertsystemen en adviesdiensten, bijvoorbeeld voor plaats specifieke gewasbescherming of gedetailleerde oogstprognoses, die via internet toegankelijk zijn en gemakkelijk kunnen worden gekoppeld.

Wensen en prioriteiten

De wensen en prioriteiten van de fruitteeltsector op het gebied van automatisering en digitalisering zijn gebaseerd op twee workshops, 20 diepte-interviews en een enquête met 65 telers tijdens de Fruitteelt Vakbeurs.

De geïnterviewden zien vooral mogelijkheden voor besparingen bij bewerkingen in de boomgaard (35% van de respondenten). Het gaat daarbij voornamelijk om technologie voor het spuiten (16%), plukken (8%) en snoeien (5%). Ook hechten de geïnterviewden relatief veel waarde aan betere registratie van informatie, aan een goede informatievoorziening als geheel en aan betere monitoring, met name van ziekten & plagen en gewasgroei (respectievelijk 15%, 10% en 9% van de respondenten).

In de enquête is fruittelers gevraagd naar hun verwachting van het nut, rendement en eenvoudig gebruik van vier veelbelovende technieken die uit de interviews naar voren kwamen. De respondenten geven de hoogste prioriteit aan een registratieprogramma voor de fruitteelt (breder dan de huidige registratie van gewasbeschermingsmiddelen). Ook het verzamelen van data in en over de boomgaard scoort hoog. De volgende prioriteit is een autonome trekker, terwijl een snoeibot het laagst scoort.

Dit laat zien dat, hoewel er vaak veel aandacht uitgaat naar robotisering en hightechsystemen, fruittelers meer nut, rendement en gebruiksgemak verwachten van bedrijfsmanagementsystemen en systemen voor waarneming en detectie in de boomgaard.

Roadmap

In de roadmap zijn vier thema's benoemd en uitgewerkt waarbinnen toepassingen worden ontwikkeld die op korte termijn (tussen nu en 3 jaar) tot op lange termijn (meer dan 10 jaar) in de keten geïmplementeerd worden.

- *Management en (big) data* omvat het verzamelen, verwerken en analyseren van allerlei informatie tijdens de teeltcyclus. Toepassingen zijn gericht op betere managementinformatie voor teelt, bedrijfsvoering en keten. Daarmee kan gestuurd worden op het steeds verder optimaliseren van de inzet van arbeid en productiemiddelen en het steeds beter afstemmen van teelt en kwaliteit met de keten. Benchmarking is hierin een instrument.
- *Waarneming en detectie* omvat het geautomatiseerd, gestructureerd en tijdig verzamelen van precieze informatie tijdens de teeltcyclus. Daarmee is de teler in staat om tijdig in te grijpen en beter te plannen. Dit kan de efficiëntie verhogen en het gebruik van middelen terugdringen. Het delen van plannings- en voorspellingen verhoogt ook de efficiëntie in de keten.
- *Hightech voor de boomgaard* omvat diverse machines en robots die in toenemende mate handelingen in de boomgaard kunnen verrichten. Daarmee is de teler in staat het *gebruik van middelen te verminderen, de kwaliteit van het fruit te verhogen en kosten te verlagen*. De verwachting is dat hieruit op den duur een multifunctionele robot volgt die zelfstandig complexe taken kan uitvoeren.
- *Hightech voor de keten* omvat toepassingen te ontwikkelen die teler en ketenpartners helpen om betere producten te leveren, derving te verminderen en onnodige kosten tussen oogst en afzet van het product te voorkomen. Denk hierbij aan een inpakrobot. Zo nemen de efficiëntie en het rendement van de keten toe en levert de keten een beter product aan de consument.

Implementatieaanpak: innovatiecirkel

Innovaties op het gebied van automatisering en digitalisering komen het beste tot stand in een samenwerking tussen bedrijven uit de fruitsector (fruittelers en hun ketenpartners), technologiebedrijven (bedrijven die de traditionele leveranciers van de fruitsector zijn, maar ook technologiebedrijven die nieuw in deze sector zijn) en kennisinstellingen. Een manier om dit te bereiken is om in een innovatiecirkel samen te werken aan implementatie van de roadmap. Een innovatiecirkel is een gezamenlijke experimenteerruimte en praktijknetwerk dat kennisuitwisseling en innovatie op het gebied van ICT structureel inbedt in de fruitsector en zorgt voor een goede aansluiting tussen de projectinnovaties en de dagelijkse praktijk.

Voor een innovatiecirkel is het de uitdaging om de balans te vinden tussen enerzijds concrete, aansprekende en haalbare businesscases en anderzijds te denken vanuit een langetermijnperspectief en aan te sluiten bij state-of-the-artontwikkelingen in de ICT. Met andere woorden: zowel het plukken van laaghangend fruit (quick wins) om draagvlak te garanderen als het werken aan de boomgaard van de toekomst om het rendement op lange termijn een impuls te geven. Alleen dan zijn samenhangende en praktijkgerichte innovaties mogelijk die de fruitsector structureel verder helpen.

Literatuur en websites

- ArchiMate, 2016. ArchiMate. The Open Group. Verkregen op 7 maart 2016, via <http://www.opengroup.org/subjectareas/enterprise/archimate>
- Bits & Chips, 2013. 'Philips sluit langetermijncontract met Amerikaans ziekenhuis'. Verkregen in april 2016, via <https://www.bits-chips.nl/artikel/philips-sluit-langetermijncontract-met-amerikaans-ziekenhuis.html>
- Broekhoven, G. en H. Savenije, 2012. Moving forward with forest governance, EFRN news; issue no. 53. Wageningen: Tropenbos International.
- Business Model Inc., 2015. 'Exploring Big Data Business Models & The Winning Value Propositions Behind Them', <http://www.businessmodelsinc.com/exploring-big-data-business-models-the-winning-value-propositions-behind-them/>, geraadpleegd in april 2016.
- De Graaf, L., 2012. 'Communication about medications for better patient transition. Needed: Format for switching.' *Pharmaceutisch Weekblad* nr. 147 (8):14-15.
- Fernandes, Alvaro A.A., Alasdair J.G. Gray en Khalid Belhajjame, 2011. Advances in Databases : 28th British National Conference on Databases, BNCOD 28, Manchester, UK, July 12-14, 2011, Revised Selected Papers. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- ISA-95, 2016. ISA-95 web site. Verkregen op 7 maart 2016, via <http://www.isa-95.com/>
- Jonker (red.), 2014. Nieuwe Business Modellen: Samen werken aan waardecreatie. Stichting OCF 2.0 en Academic Service.
- KWIN, 2009-2010. Kwantitatieve Informatie Fruitteelt 2009/2010, Heijerman-Peppelman, G. en Roelofs, P.F.M.M., Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Rapportnr. 2009-41, januari 2010.
- NFO, 2015. Innovatieagenda Nederlandse Fruitteelt 2015 – 2020, Zoetermeer.
- Robbmond, R., Verdouw, C., Kruize, J.W., 2015. 'Van kas naar keten: Integratie van bedrijfsmanagementsystemen en productieapparaten in de tuinbouw. Tuinbouw Digitaal, LEI Wageningen UR.
- Schmeitz, H., van Wijk, E., 2016. Internet of Veggies: Tuinbouw in de digitale wereld; Een whitepaper. Fresh Innovation Management Center.
- Sukkarieh, S. Robots in Fruit, 2nd EU Fresh Info Forum & Roundtables, 2 December 2015, Rotterdam.
- Verdouw, C.N., Wolfert, J., Beulens, A.J.M., Rialland, A., 2016. Virtualization of food supply chains with the internet of things, *Journal of Food Engineering*, 176, p. 128-136

Bijlage 1 Overzicht van geïnterviewden

Organisatie	Persoon
The Greenery	Bert Wilschut
ZLTO	John Bal
Fruitmasters	Henk Nooteboom, Jacco Vooijs
H. Hol en Zoon	Hendrik Hol
Fruitbedrijf van Westreenen	Berend Jan van Westreenen
De Ruiter v.o.f.	Johan de Ruiter
Bodata	Adrie Boshuizen
DLV	Rene Bal
Fruitful	Rein Mantel
Fruit Consult	Eric van der Hoeff, Pim van der Horst
Probotic	Ralf Kroonen
University of Sydney, Australian Centre for Field Robotics	Prof. dr. Salah Sukkarieh
Westtec Innovations	Rien van der Westen
KWH	Hein Buisman
Fruvo B.V.	Martijn Vogelaar
Slabbekoorn Fruit	Martijn Slabbekoorn
Greefa	Henk Reitsma
Munckhof	Peter van der Heuvel
Fruitbedrijf Koning	Martin Koning
Direct Fruit Services	Alex van Ieperen

Bijlage 2 Vragenlijsten interviews

Interviewschema telers

(korte introductie bedrijf en onderzoek)

1. Emissiebeperkingen
 - Schets huidige situatie
 - Knelpunten in de huidige situatie
 - Wensen en verwachtingen voor de toekomst

2. Opbrengstverhoging en rendementsverbetering
 - Schets huidige situatie
 - Knelpunten in de huidige situatie
 - Wensen en verwachtingen voor de toekomst

3. Efficiënter gebruik middelen
 - Schets huidige situatie
 - Knelpunten in de huidige situatie
 - Wensen en verwachtingen voor de toekomst

4. Efficiënter gebruik arbeid/besparingen
 - Schets huidige situatie
 - Knelpunten in de huidige situatie
 - Wensen en verwachtingen voor de toekomst

(afsluiting, onder andere interesse in deelname vervolg, suggesties voor verdere interviews)

Interviewschema machinebouwers

(korte introductie bedrijf en onderzoek)

1. Emissiebeperkingen
 - Schets huidige situatie
 - Knelpunten in de huidige situatie
 - Wensen en verwachtingen voor de toekomst

2. Opbrengstverhoging en rendementsverbetering
 - Schets huidige situatie
 - Knelpunten in de huidige situatie
 - Wensen en verwachtingen voor de toekomst

3. Efficiënter gebruik middelen
 - Schets huidige situatie
 - Knelpunten in de huidige situatie
 - Wensen en verwachtingen voor de toekomst

4. Efficiënter gebruik arbeid/besparingen
 - Schets huidige situatie
 - Knelpunten in de huidige situatie
 - Wensen en verwachtingen voor de toekomst

(afsluiting, onder andere interesse in deelname vervolg, suggesties voor verdere interviews)

Interviewschema overige stakeholders

(korte introductie bedrijf en onderzoek)

1. Informatie over teelt en product
 - Schets huidige situatie
 - Knelpunten in de huidige situatie
 - Wensen en verwachtingen voor de toekomst
 - Welke methode wordt gebruikt om teelt en productie-informatie nu te verzamelen? En in de toekomst? Hoe wordt naar toekomstige situatie toegewerkt?

2. Sorteren
 - Schets huidige situatie
 - Knelpunten in de huidige situatie
 - Wensen en verwachtingen voor de toekomst

3. Informatie verzamelen in sortering
 - Schets huidige situatie
 - Knelpunten in de huidige situatie
 - Wensen en verwachtingen voor de toekomst
 - Hoe wordt informatie teruggekoppeld naar teler
 - Welke methode wordt gebruikt om informatie terug te koppelen?

4. Welke stakeholders en financiers spelen een rol in het ontwikkelen van sectorinnovaties? (zowel product als proces)
 - Schets huidige situatie inclusief knelpunten
 - Suggesties voor verbetering

(afsluiting, onder andere interesse in deelname vervolg, suggesties voor verdere interviews)

Bijlage 3 Enquête Fruitteelt Vakbeurs

Data verzamelen in en over mijn boomgaard...

	Helemaal mee oneens				Helemaal mee eens		
	1	2	3	4	5	6	7
... is nuttig voor mijn bedrijf	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... draagt bij aan het rendement van mijn bedrijf	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... kan ik eenvoudig gebruiken voor beslissingen voor management beslissingen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Een snoeirobot...

	Helemaal mee oneens				Helemaal mee eens		
	1	2	3	4	5	6	7
... is nuttig voor mijn bedrijf	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... draagt bij aan het rendement van mijn bedrijf	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... kan ik eenvoudig gebruiken in mijn bedrijfsprocessen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Een autonome trekker...

	Helemaal mee oneens				Helemaal mee eens		
	1	2	3	4	5	6	7
... is nuttig voor mijn bedrijf	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... draagt bij aan het rendement van mijn bedrijf	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... kan ik eenvoudig gebruiken in mijn bedrijfsprocessen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Een fruitteelt registratieprogramma...

	Helemaal mee oneens				Helemaal mee eens		
	1	2	3	4	5	6	7
... is nuttig voor mijn bedrijf	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... draagt bij aan het rendement van mijn bedrijf	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... kan ik eenvoudig gebruiken voor beslissingen voor management beslissingen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Wilt u meer weten over Fruit 4.0? Vul dan hieronder uw gegevens in:

Naam:

Functie:

Bedrijfsnaam:

Emailadres:

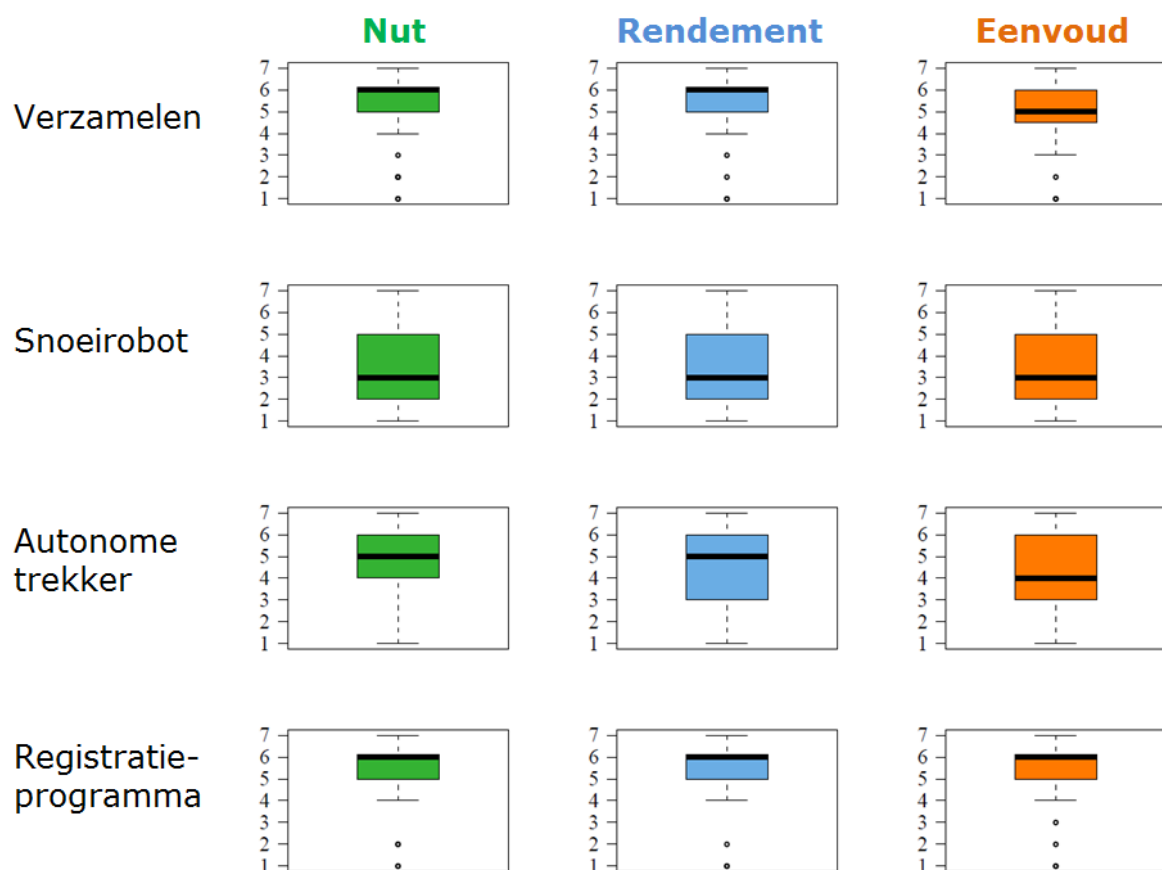
Telefoonnummer:

Bijlage 4 Specifieke uitkomsten enquête Fruitteelt Vakbeurs

In Tabel 3.2 staat voor elke combinatie het gemiddelde van de 65 respondenten (ruim 80% fruitteelers). Het gemiddelde zegt echter niets over de spreiding van de antwoorden. Om hier inzicht in te krijgen wordt vaak een zogenaamd boxplot gebruikt. De betekenis kan geïllustreerd worden aan de hand van de boxplot Verzamelen-Eenvoud (rechtsboven). De mediaan wordt weergegeven door de dichte streep in de box (score 5). Dit is de middelste waarde waarbij 50% van de respondenten gelijk of hoger scoort. De boven en onderzijde van de box vertegenwoordigen de grenzen waarbij 25% hoger/lager scoren, in dit voorbeeld 4 en 6. Het maximum en minimum wordt weergegeven door een streepje, waarbij de afstand van het streepje tot de box niet groter mag zijn dan 1,5 maal de grootte van de box. Bij Verzamelen-Rendement zijn deze in de figuur 7 en 4, met een aantal uitschieters met waarden lager dan 4.

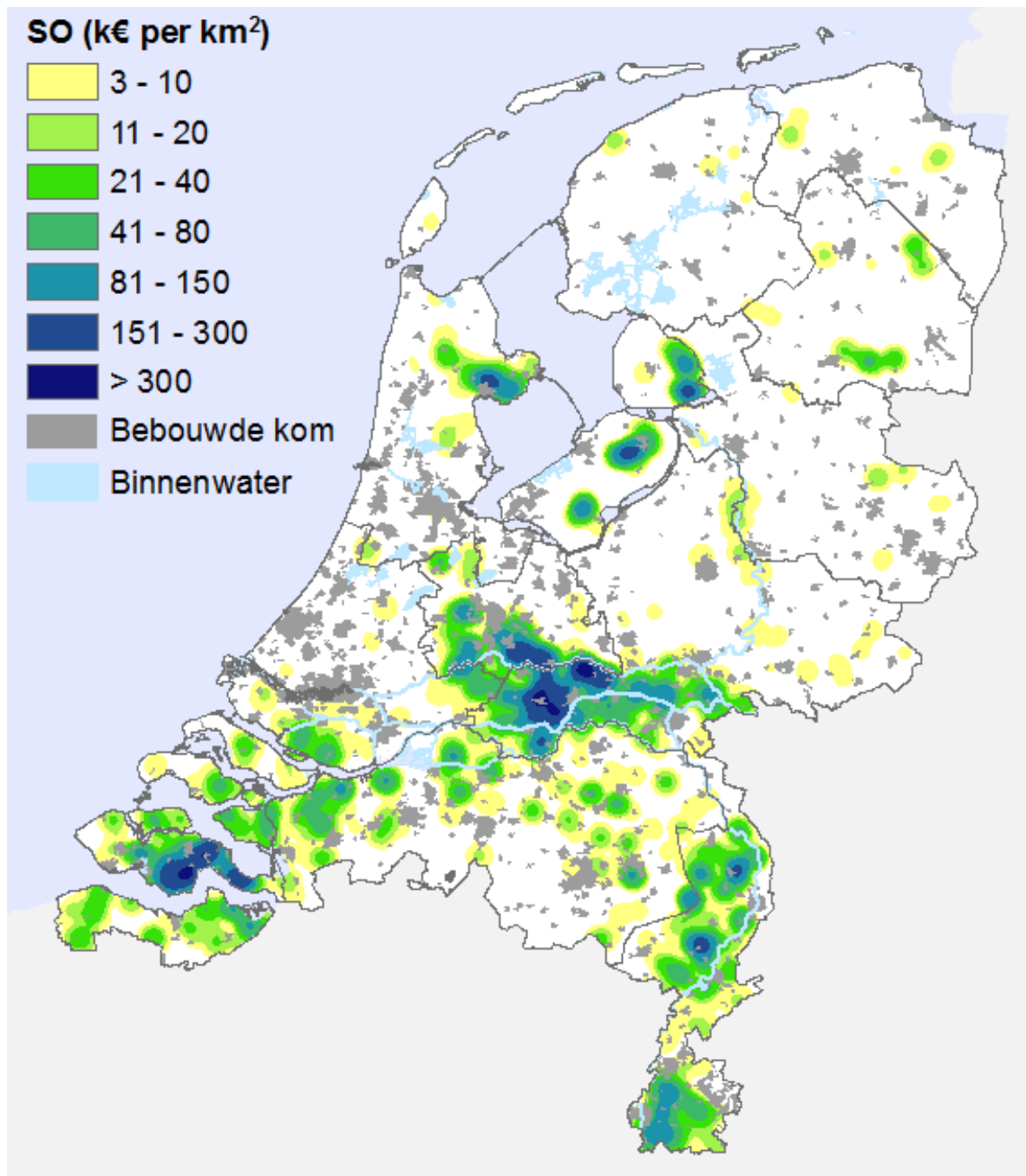
De hoogte van de boxplot is een maat voor de spreiding in de antwoorden. Voor registratieprogramma is deze spreiding klein, veruit de meeste respondenten zijn het eens met de stelling dat deze nuttig en eenvoudig is en rendement oplevert. Behalve voor eenvoudig geldt hetzelfde voor verzamelen in de boomgaard. Een snoeirobot wordt minder positief beoordeeld (mediaan is overal 3), maar heeft een grote spreiding.

Bij de analyse van de gegevens is gebleken dat er sterke samenhang is tussen de drie aspecten, ofwel als nut heel positief is dan zijn rendement en eenvoud dat vaak ook. Dit geldt voor alle technieken. Verder hangen de beoordelingen van Verzamelen en Registratieprogramma samen (zijn gecorreleerd). Voor alle vragen geldt dat een deel van de respondenten over de gehele linie ofwel positief zijn en een ander deel in het algemeen minder positief.



Figuur B4.1 Boxplots resultaten enquête (zie tekst voor toelichting)

Bijlage 5 Ruimtelijke spreiding in Nederland



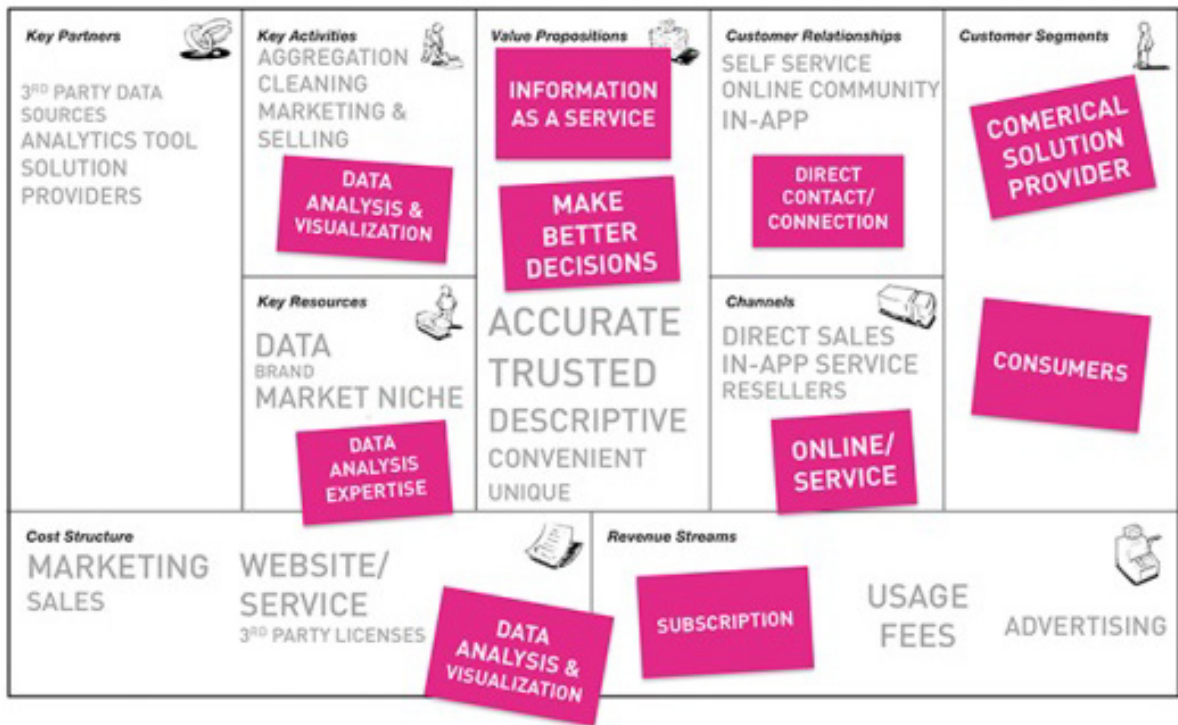
Figuur B5.1 Ruimtelijke spreiding van fruitteelt in Nederland gemeten in omzet per km²
Bron: agrimatie.nl.

Bijlage 6 Businessmodellen voor data-gedreven diensten

Hieronder zijn de drie algemene businessmodellen die geschikt zouden kunnen zijn voor data-gedreven diensten opgenomen. Deze drie algemene businessmodellen zijn afkomstig van Business Model Inc. (2015) en dienen als inspiratie. Zoals betoogd in hoofdstuk 6 is het afhankelijk van meerdere factoren hoe het geschikte businessmodel eruitziet.



Figuur B6.1 Mogelijk businessmodel canvas voor 'Data as a Service'
Bron: Business Model Inc. (2015).



Figuur B6.2 Mogelijk businessmodel canvas voor 'Information as a Service'
 Bron: Business Model Inc. (2015).



Figuur B6.3 Mogelijk businessmodel canvas voor 'Answers as a Service'
 Bron: Business Model Inc. (2015).

LEI Wageningen UR
Postbus 29703
2502 LS Den Haag
T 070 335 83 30
E publicatie.lei@wur.nl
www.wageningenUR.nl/lei

Rapport
LEI 2016-004



LEI Wageningen UR is een onafhankelijk, internationaal toonaangevend, sociaaleconomisch onderzoeksinstituut. De unieke data, modellen en kennis van het LEI bieden opdrachtgevers op vernieuwende wijze inzichten en integrale adviezen bij beleid en besluitvorming, en dragen uiteindelijk bij aan een duurzamere wereld. Het LEI maakt deel uit van Wageningen UR (University & Research centre). Daarbinnen vormt het samen met het Departement Maatschappijwetenschappen van Wageningen University en het Wageningen UR Centre for Development Innovation de Social Sciences Group.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.500 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen UR 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



LEI Wageningen UR
Postbus 29703
2502 LS Den Haag
E publicatie.lei@wur.nl
www.wageningenUR.nl/lei

RAPPORT
LEI 2016-004
ISBN 978-94-6257-845-6

LEI Wageningen UR is een onafhankelijk, internationaal toonaangevend, sociaaleconomisch onderzoeksinstituut. De unieke data, modellen en kennis van het LEI bieden opdrachtgevers op vernieuwende wijze inzichten en integrale adviezen bij beleid en besluitvorming, en dragen uiteindelijk bij aan een duurzamere wereld. Het LEI maakt deel uit van Wageningen UR (University & Research centre). Daarbinnen vormt het samen met het Departement Maatschappijwetenschappen van Wageningen University en het Wageningen UR Centre for Development Innovation van de Social Sciences Group.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.500 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen UR 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.
