



PPS Programma Precisietuinbouw

WP5 coördinatie en disseminatie

Erik Pekkeriet

Rapport WPR-1115

Referaat

This report describes the dissemination, communication and coordination activities of the Precisietuinbouw (precision horticulture) programme and its results. The programme was active between 2017 and 2021 and executed 7 Use Cases in fruit, open field horticulture and protected horticulture. The main topic for all Use Cases was to develop and test machine vision sensor applications that potentially could contribute to a more precise way of horticultural growing based on plant sensors. Each application targeted to visualize every plant on the field or in the greenhouse or every product to be harvested. At the start of the project, most of the techniques available originated from precision arable farming, rather than from the horticultural domain. With this project we contributed to the building of horticultural specific solutions in order to kick-start precision horticulture.

Rapportgegevens

Rapport WPR-1115

Projectnummer: 3742710000

DOI: <https://doi.org/10.18174/575319>

Thema: Geavanceerde systemen & Robotica

Disclaimer

© 2022 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Glastuinbouw, Postbus 20, 2665 MV Bleiswijk T 0317 48 56 06, www.wur.nl/plant-research.

Kamer van Koophandel nr.: 09098104

BTW nr.: NL 8113.83.696.B07

Stichting Wageningen Research. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Stichting Wageningen Research.

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

Adresgegevens

Wageningen University & Research, BU Glastuinbouw

Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk

Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk

T +31 (0)317 48 56 06

Inhoud

	Woord vooraf	5
	Samenvatting	7
1	Projectkader	9
	1.1 Doel en resultaat	9
2	Methode	11
	2.1 Integratie van vier innovatie routes	11
	2.1.1 Route 1. Next generation phenotyping	11
	2.1.2 Route 2. Smart open field horticulture (Fruit 4.0)	11
	2.1.3 Route 3. Smart Greenhouse horticulture (Gerberascout)	11
	2.1.4 Route 4. Gezonde Plant fundamentals	12
	2.1.5 Disseminatie, coördinatie en innovatiecirkel	12
	2.2 Aanpak Werkpakket 5	12
	2.2.1 Activiteit 1 - Innovatieafstemming	12
	2.2.2 Activiteit 2 - Community meetings	12
	2.2.3 Activiteit 3 - Website, Partner-Sharepoint en disseminatie	13
	2.2.4 Activiteit 4 - Community meetings Fruit 4.0	13
	2.2.5 Activiteit 5 - Innovatiecirkel Fruit 4.0	13
	2.2.6 Activiteit 6 - Stuurgroep	13
3	Resultaten	15
	3.1 Resultaten uit deelprojecten (WP1-5)	15
	3.2 Activiteit 1. Innovatieafstemming	15
	3.2.1 Resultaten Kick-off	15
	3.2.2 Resultaten Software Taskforce	16
	3.3 Activiteit 2. Community meetings	17
	3.3.1 Resultaat regelmatige projectbijeenkomsten	17
	3.3.2 Gerealiseerde samenwerkingen tussen Use-Cases en Werkpakketten	17
	3.3.3 Gezamenlijk innovatie-eiland en lezingen track AgriFoodTech Den Bosch	18
	3.4 Activiteit 3. Website, partner-sharepoint en disseminatie	18
	3.4.1 Publieke website	19
	3.4.2 Partner-sharepoint omgeving	19
	3.4.3 Precision Horticulture Pavilion @ Greentech 2018	20
	3.4.4 Publiciteit in cijfers	20
	3.4.5 Projectvideo's	21
4	Conclusies en aanbeveling	23
	Bijlage 1 Disseminatie	25

Woord vooraf

De tuinbouw, en dan met name de glastuinbouw, wordt gezien als één van de meest geavanceerde vormen van primaire voedselproductie in de wereld. Toch weten we op de vierkante meter en op plantniveau nauwelijks wat er speelt. Daar waar precisielandbouw al jaren actief is in de akkerbouw, moeten tuinbouwsectoren nog uit de startblokken vertrekken. Door te kiezen voor "Precisietuinbouw" als titel van dit project, is geprobeerd meer aandacht te vestigen op deze sector. In potentie is deze sector veel geschikter dan sectoren als akkerbouw en de teelt van voedergewassen. Enkele voordelen:

- De financiële opbrengsten per m² zijn hoger, hierdoor zijn er betere investeringsmogelijkheden in precisielandbouw toepassingen.
- De waardeketens van verse groente- en fruitproducten zijn sneller en korter en meer gericht op daghandel. Precisielandbouwtoepassingen kunnen daar goed op inspelen.
- Er wordt veelal jaarrond geteeld, of in meerdere en geplande teeltcycli per jaar. Hierdoor worden effecten van genomen maatregelen sneller duidelijk. Sneller leren en meer beïnvloedbare mogelijkheden.
- Sectoren als glastuinbouw, champignonteelt en fruitteelt doen niet aan teeltrotatie waardoor er veel makkelijker en frequenter historische data kunnen worden opgebouwd.
- Planten en hun footprint (plaats/omgeving waar de plant staat) worden vaker benaderd door grondbewerking, gewasonderhoud, wieden, oogsten, spuiten en bemesten. Dit zijn uitgelezen kansen om data per vierkante meter of planten te verzamelen.
- Er zijn vaak meer mogelijkheden om de teelt te beïnvloeden. Denk aan hagelnetten en druppelirrigatie, en in de glastuinbouw aan bijvoorbeeld belichting, CO₂-dosering en klimaatregeling.

Dit project wil een eerste aanzet geven om monitoring en sturing op kleine spatiele oppervlakten (m² niveau) of plant niveau te realiseren in de tuinbouwsector.

Erik Pekkeriet

Projectleider Programma Precisietuinbouw

Samenvatting

Het ultieme doel van precisietuinbouw is om door "controlled growing" van individuele planten te komen tot een hoogwaardiger en duurzamer product met een verbeterde kwaliteit, geproduceerd met een voorspelbare "time-to-market" met minder belastende gewasbeschermingsmiddelen, minder uitval, en door middel van een effectievere benutting van energie.

Het PPS Programma Precisietuinbouw is een projectenportfolio gericht op plant-specifiek waarnemen en actueren waarbij plant- en productkenmerken worden gemeten door middel van sensor- en beeldverwerkingstechnieken die samen met andere relevante spatiële data worden vastgelegd en verwerkt tot managementinformatie. Dit doel wordt gerealiseerd door een viertal inhoudelijke werkpakketten: Fenotypering (WP1), Smart open tuinbouw (WP2), Smart glastuinbouw (WP3) en Gezonde plant fundamentals (WP4) en een coördinerend werkpakket: Disseminatie, coördinatie en innovatiecirkel (WP5).

Deze rapportage voor WP5 geeft de verbindingen weer tussen de verschillende werkpakketten en de wijze waarop gedissemineerd is. De gezamenlijke activiteiten van alle werkpakketten rond disseminatie, communicatie, coördinatie en innovatie zijn in dit rapport verzameld. Voor de werkpakketten 1 tot en met 4 zijn afzonderlijk inhoudelijke eindrapportages opgesteld waarna verwezen wordt in dit rapport.

Bij aanvang van het project was "precisietuinbouw" een nieuw begrip dat niet vindbaar was op internet. Het project heeft ertoe bijgedragen dat precisietuinbouw op meer dan 100 plaatsen gevonden kan worden. Daarnaast is het project tenminste 60 keer in de publiciteit geweest en zijn er 6 projectvideo's opgesteld. Het project kent 3 wetenschappelijke publicaties en bestaat in zijn verantwoording uit 10 rapporten. Binnen het project zijn 21 activiteiten (events) georganiseerd om de resultaten en het gedachtengoed onder de aandacht te brengen. Tenslotte kan geconcludeerd worden dat precisietuinbouw op de kaart is gezet en dat er in het project een aantal mooie samenwerkingen tussen werkpakketten zijn ontstaan. Op het terrein van software delen is de sector nog onwennig. De wereld op dit punt verandert sterk en de verwachting is dat er op dit punt meer gedeeld kan gaan worden in toekomstige projecten.

1 Projectkader

Het PPS Programma Precisie tuinbouw is een projectenportfolio gericht op plant-specifiek waarnemen en actueren waarbij plant/product en spatiële kenmerken worden gemeten door middel van sensortechnieken met, in dit programma, een focus op beeldverwerkingstechnieken. Cameratechnieken zijn bij uitstek geschikt om een veelheid aan geometrische en spectrale kenmerken te kunnen meten. Denk aan groeistadium, rijpheid, smaak, plantstress en ziekten en plagen. De beeldverwerkingstechnieken binnen de verschillende projecten zijn vergelijkbaar op de punten: beeldacquisitie, beeldverwerking, datahandling en de wijze waarop locatie-specifieke teeltmaatregelen genomen kunnen worden. Daarom is een goede samenwerking tussen de projecten belangrijk, ook al kunnen de applicaties en applicatiedomeinen sterk verschillen.

1.1 Doel en resultaat

De tuinbouw beschikt over veel logistieke dragers. Oogstwagens, schaarwagens, spuitbomen, tractoren en drones komen op iedere vierkante meter. Positiebepaling en autonome navigatie is opgelost. "Computing power" is aan boord of gemakkelijk te integreren. Het moet daarom de ambitie zijn om in een kas, boomgaard of open groenteperceel alle planten en iedere vierkante meter te beoordelen op gecontroleerde groei. Deze ambitie is verwoord in de doelstelling van de PPS:

Het uiteindelijke doel van precisie tuinbouw is om door "controlled growing" van individuele planten een verbeterde kwaliteit, effectievere benutting van energie, minder belastende gewasbeschermingsmiddelen en een voorspelbare time to market te realiseren met minder uitval om zo te komen tot een hoogwaardiger en duurzamer product.

Controlled growing betekent hierin dat we met de juiste inputs, de juiste hoeveelheid producten leveren met de juiste kwaliteit, op de juiste tijd, en op de juiste plaats. Het programma zal hier een bijdrage aan leveren door aan de volgende specifiekere doelen te werken:

1. Reductie van het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen. Volveldinterventies zijn niet meer nodig. Door spot-spraying hoeven alleen zieke planten te worden bespoten. Bovendien kan het effect van de interventies gevolgd worden.
2. Beter benutting van biologische bestrijders. Door aantasting en directe waarneming van plagen met sensoren te volgen kan berekend worden welke inzet van plaagbestrijders er nodig is en wat hun effect is in de tijd zodat bijgestuurd kan worden.
3. Efficiëntere inzet van arbeid: betere timing en fijnmaziger aansturing van bewerkingen in de boomgaard (zoals dunnen en pluk) waardoor minder en goedkopere arbeid mogelijk is;
4. Sneller inzicht in de kwaliteit van nieuwe rassen. Door automatisch het opgroeiproces van planten te monitoren, ontstaat de mogelijkheid om grootschalige proeven op te zetten waarin de screening snel en objectief verloopt. Deze schaalvergroting en objectivering zorgt voor bredere screening en betrouwbare selectie van plantmateriaal die precies de gewenste eigenschappen vertonen (hogere opbrengst, ziekteresistentie, stress tolerantie etc.).
5. Reductie van het gebruik van energie in de glastuinbouw. Op dit moment wordt het klimaat afgeregeld op de meest klimaatgevoelige plek in de kas. Door kennis te hebben van lokaal klimaat en plantstatus, kan lokaal het klimaat bij geregeld worden (denk aan: luchtbeweging, vochtigheid substraten, CO₂ samenstelling en belichting optimalisatie).
6. Homogenere kwaliteit van producten. Door sensoren kan beter bepaald worden wat de juiste bloeidichtheid, groei en oogstmoment is en de optimale kwaliteit. Gewassen worden met deze kennis als zodanig behandeld (denk aan: dunnen, snoeien, nutriënten receptuur). Daarnaast worden planten op lokaal niveau bijgeregeld zodat een optimaal klimaat en receptuur gegeven kan worden. Producten bevatten minder residu en vraatschade.

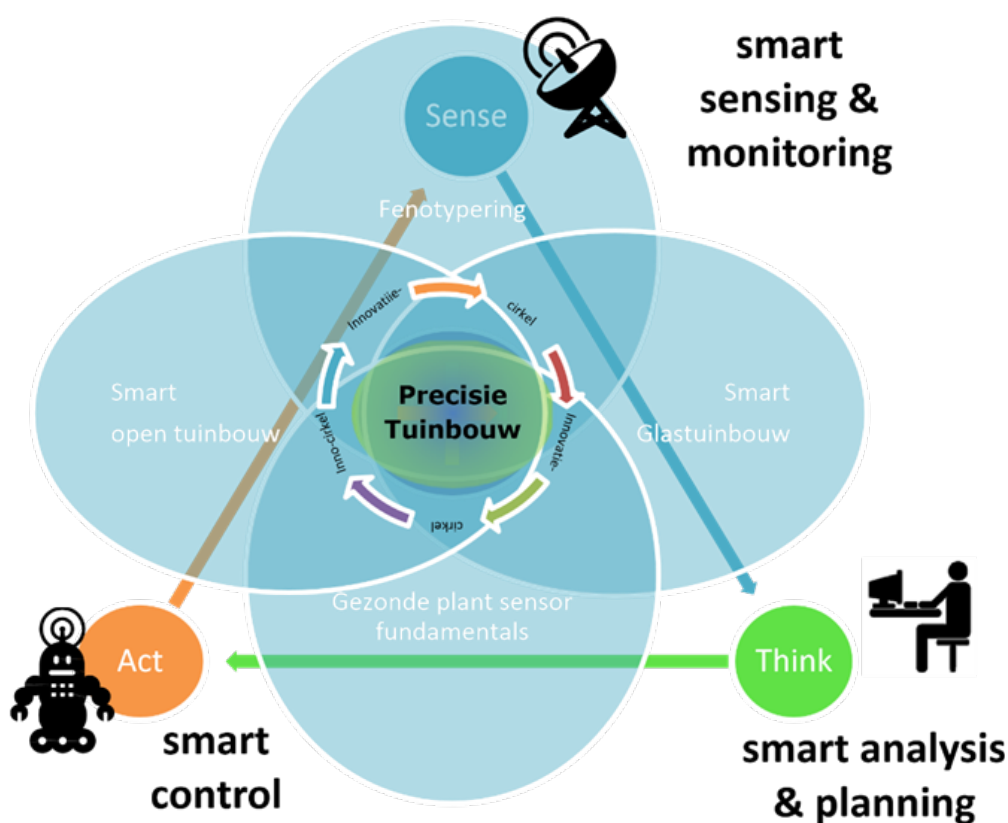
7. Verbeterde marktaansluiting. Door regelmatig gewassen te monitoren ontstaat er een preciezer beeld over kwantiteit en kwaliteit aan de plant/boom. Het optimale moment van oogst kan beter bepaald worden en de snelheid en betrouwbaarheid van levering nemen toe. Een duurzame ontwikkeling door toepassing van sensoren leidt ook tot belangrijke economische waarde:

- Minder uitval en een hogere opbrengst.
- Hogere waarde van de productie, door optimale productie/m² en kwaliteit.
- Hogere klantwaarde door betrouwbaarheid, snelheid en de kwaliteit van de levering.
- Besparingen op gewasbeschermingsmiddelen en biologische bestrijders.
- Besparing van energie.

Het onderzoeksgebied is enorm en biedt ongekennde nieuwe mogelijkheden om vanuit een evolutie gedachte te worden ontwikkeld. Bovengenoemde gedachte is **de stip op de horizon**, en deze zal via verschillende en parallelle routes worden bereikt binnen dit programma. Het geformuleerde doel wordt door het samenwerkingsverband gerealiseerd binnen een vijftal deelprojecten, vanaf nu werkpakketten genoemd. Dit zijn een viertal inhoudelijke werkpakketten en een werkpakket voor communicatie, innovatie en coördinatie:

- WP1 - Fenotypering.
- WP2 - Smart open tuinbouw.
- WP3 - Smart glastuinbouw.
- WP4 - Gezonde plant fundamentals.
- WP5 - Disseminatie, coördinatie en innovatiecirkel.

Dit rapport behandelt werkpakket 5. De eerste vier werkpakketten kennen een eigen rapportage. Verwijzingen hierna zijn in deze rapportage te vinden.



Figuur 1 Samenwerking tussen werkpakketten.

2 Methode

2.1 Integratie van vier innovatie routes

Het project betreft de integratie van 4 innovatie routes waarbij cameradetectie en aanvullende sensoren centraal staan voor het monitoren van planten en producten. De aanvliegroutes zijn elk verschillend, maar er zijn een aantal gemeenschappelijke elementen. Een is dat 100% van **alle** planten en plantaardige producten van een productie dienen te worden gescand. Iedere route werkt ook via hetzelfde "Smart" principe van "Sense, Think en Act", en zo ontstaat de driehoek: Sensing and Monitoring, Smart Analyses and Planning, en Smart Control. In Figuur 1 is een en ander schematisch aangegeven. De kern waar alles om draait, de overlap van de vier innovatie routes, is het bindende element van het project Presicie Tuinbouw.

2.1.1 Route 1. Next generation phenotyping

Het doel in route 1 is om via een breed consortium van veredelaars, kwekers plus technologische bedrijven en onderzoeksinstituten om specifieke phenotyping tools te ontwikkelen. De focus ligt op het automatisch, objectief, betrouwbaar en efficiënt meten van eigenschappen van planten en producten van voedselgewassen met behulp van een pallet van geavanceerde sensoren, om vervolgens de opschalingsmogelijkheden te benutten die ontstaan bij het verzamelen, opslaan, analyseren en gebruiken van grote hoeveelheden fenotyperingsdata afkomstig van verschillende systemen, machines en robots. Deze data zullen zorgen voor een grondig inzicht in kwaliteitsontwikkelingen over de tijd voor een breed scala aan voedselgewassen. De achterliggende gedachte is om de handmatige werkzaamheden van o.a. veredelaars en productexperts te ondersteunen met de ontwikkelde geautomatiseerde tools. In de volgende vier cases staat dit automatisch verzamelen en interpreteren van objectieve fenotypische data centraal:

- Robotisering en data interpretatie bij potplanten en jonge planten.
- Aardappelknol fenotypering (jaar 1 en 2).
- Veld fenotypering met behulp van drones.
- Sensorfusie t.b.v. bewaar technieken bij knol en bolgewassen.

2.1.2 Route 2. Smart open field horticulture (Fruit 4.0)

Het doel in route 2 is het verhogen van de kwaliteit, duurzaamheid en efficiëntie van de Nederlandse hardfruitketen door betere teelt- en managementinformatie. De beoogde resultaten zijn driedig: 1. Hightech Sensing Toepassingen (cases) voor het monitoren van vruchtgrootte en -kleur; bloemen tellen voor dun-behoefte en terugkoppeling van sorteerinformatie naar perceel; 2. Een verbindend datamanagement platform; 3. Innovatiecirkel: experimenteerruimte en een praktijknetwerk.

2.1.3 Route 3. Smart Greenhouse horticulture (Gerberascout)

Het doel in route 3 is om via gewaswaarnemingen en analyse te komen tot een duurzame productie in de gerberateelt. Concrete resultaten zijn 1. Aantoonbare relaties leveren tussen camerabeelden en groei-stresseigenschappen van de plant; 2. Detecteren van ziekten en plagen in een voldoende vroeg stadium waarbij lokale maatregelen nog effectief blijken (dit dient ook aangetoond te worden). Binnen gerbera zijn meeldauw, witte vlieg, spint en botrytis de belangrijkste ziekten en plagen; en 3. Ontwikkelen van maatregelen die effectief blijken en ook objectief getoetst/herleid kunnen worden. Een haalbaar commercieel implementeerbare meetopstelling met een gedegen validatie is het beoogde resultaat.

2.1.4 Route 4. Gezonde Plant fundamentals

Daar waar route 1 zich richt op geometrie en anatomie en route 2 en 3 daarnaast op groei en stress en eenvoudige ziekte detectie, richt route 4 zich op de meer fundamentele basis die van belang kan zijn bij verdere uitwerkingen binnen routes 2 en 3. Gebruikmakend van een 2-staps monitoring (aantonen van stress met CF-camera gevolgd door een moleculaire test om ziekten en plagen aan te tonen) wordt beoogd meer inzicht te verkrijgen omtrent hoe de fotosynthese van de plant beïnvloedt wordt door ziekte-infecties en hoe ziekten en de plant reageren op preventieve of curatieve maatregelen. Tevens wordt onderzocht hoe middelen zo effectief mogelijk kunnen worden ingezet met behulp van precisiespuittechnologie.

2.1.5 Disseminatie, coördinatie en innovatiecirkel

Het doel in dit integratie werkpakket is te zorgen voor een goede afstemming tussen werkpakketten zodat maximaal van elkaar geleerd wordt en kostenefficiënt kennis wordt gegenereerd. Daarnaast zal de verkregen kennis breed gedeeld worden, met als doel de hele tuinbouwsector op het "precisietuinbouw spoor" te krijgen. De beoogde activiteiten en resultaten zijn:

- Afstemming over innovatie vindt plaats tussen projecten om te voorkomen dat binnen het project wielen opnieuw worden uitgevonden.
- De website wordt bijgehouden en draagt bij aan een goede disseminatie van de resultaten. De website wordt ook als naslagwerk voor de sector worden gebruikt, door middel van de publicatie van projectdossiers.
- Jaarlijks wordt een projectbijeenkomst gehouden. Alle partners worden hiervoor uitgenodigd.
- Daarnaast vinden community meetings plaats per werkpakket of soms gecombineerd.
- Op de AgriFoodTech 2019 krijgt Precisietuinbouw een platform/plein om te dissemineren.
- Nieuwe initiatieven worden begeleid naar projecten en een plan voor follow-up wordt in 2020 uitgewerkt.

Dit Werkpakket 5 is de verbindende schakel tussen de verschillende routes en borgt interne samenwerking binnen WUR en samenwerkingspartners waar nuttig. Hiertoe wordt gebruik gemaakt van website (precisietuinbouw.nl), jaarbijeenkomsten, beurzen en andere uitingen en activiteiten. Het werkpakket onderhoudt ook contact met de stuurgroep. De resultaten van dit verbindende werkpakket worden in deze rapportage behandeld.

2.2 Aanpak Werkpakket 5

Voor een goed resultaat is het werkpakket verdeeld in een zestal activiteiten. Deze zijn:

2.2.1 Activiteit 1 - Innovatieafstemming

Innovatieafstemming (coördinatie) tussen de werkpakketten. Deze activiteit betreft de software taskforce, gemeenschappelijke workshops, projectleidersbijeenkomsten, bilaterale afstemming en stuurgroepbijeenkomsten.

2.2.2 Activiteit 2 - Community meetings

Het project organiseert jaarlijks community meetings, vaak in combinatie met een tradeshow zoals de Greentech, AgriFoodTech en de Landelijke Fruitdagen. Voor 2019 is de Agri-Food Tech als beurs geselecteerd voor een tuinbouw brede communicatie over het project inclusief een Disseminatieplein.

2.2.3 Activiteit 3 - Website, Partner-Sharepoint en disseminatie

Deze activiteit betreft het plaatsen van content op de website van huidige werkpakketten, maar ook het plaatsen van content van andere projecten waar locatie/plant specifieke kaarten worden gegenereerd en gebruikt worden voor plaatsspecifieke actie (zogenaamde projectdossiers). De website kent een agenda en een contact platform. Het project maakt ook gebruik van een digitale portal waar project partners binnen, en tussen, werkpakketten documenten kunnen uitwisselen.

2.2.4 Activiteit 4 - Community meetings Fruit 4.0

Fruit 4.0 heeft in dit project extra budget beschikbaar om daarmee eigen community meetings te organiseren. De specifieke activiteiten zijn:

- Nieuwsbrieven Fruit 4.0.
- Artikel over resultaten in Vakblad Fruitteelt.
- Open dag Proeftuin Randwijk.
- Nieuwsbrieven: Proeftuin Randwijk en NFO.

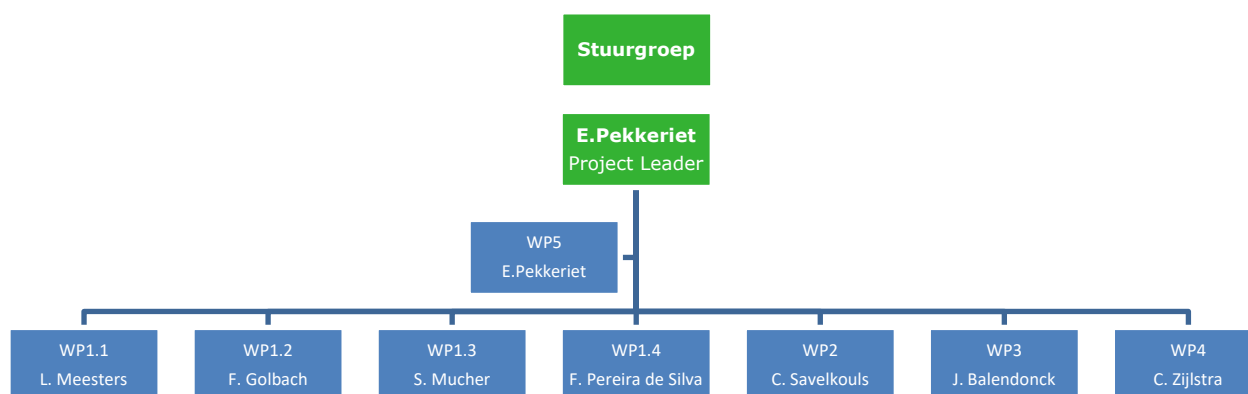
De resultaten van deze activiteiten zijn opgenomen in de deelrapportage Fruit 4.0.

2.2.5 Activiteit 5 - Innovatiecirkel Fruit 4.0

Deze activiteit betreft de afstemming over innovatie binnen de sector alsmede het zoeken naar nieuwe thema initiatieven binnen dit thema een rol. De activiteiten rond de Innovatiecirkel hebben uitsluitend via het Werkpakket Fruit 4.0 vorm gekregen. Zo is inmiddels afstemming binnen NPPL gerealiseerd. De resultaten van deze activiteit zijn opgenomen in de deelrapportage Fruit 4.0.

2.2.6 Activiteit 6 - Stuurgroep

De stuurgroep kwam 1-3 maal per jaar bij elkaar om de voortgang te bewaren. Na twee jaar heeft er een hertijking van het projectplan plaatsgevonden met een aangepast projectvoorstel voor de laatste 2 jaar. De stuurgroep werd vertegenwoordigd door afgevaardigden van Fedecom (voorzitter, WP1), NFO (WP2) Club van 100 (WP3) en Glastuinbouw Nederland (WP4). Figuur 2 geeft een schema van de projectorganisatie.



Figuur 2 Governance Precisietuinbouw.

3 Resultaten

3.1 Resultaten uit deelprojecten (WP1-5)

Binnen het programma zijn 7 Use Cases in 4 werkpakketten gerealiseerd. De samenhang tussen de Use Cases in het eerste werkpakket bleek niet groter of kleiner dan in de werkpakketten 2 tot en met 4. Daarom is na het eerste jaar besloten om de werkpakketten te behandelen als 7 afzonderlijke werkpakketten met behoefte aan afstemming. Voor de werkpakketten zijn afzonderlijke rapportages opgesteld onder de volgende titels:

- WP1.1 - 3D plant phenotyping | Meesters, L. (Vertrouwelijk).
- WP1.2 - 3D highspeed product phenotyping | Golbach, F. (Vertrouwelijk).
- WP1.3 - Field Phenotyping with drones | Mucher, S. (Publiek).
- WP1.4 - Exploring volatile biomarkers for soft rot during potato storage | Pedrotti, M.D.V. (Vertrouwelijk).
- WP2 - Fruit 4.0 | Jong, P.F. de (Publiek).
- WP3 - Smart Greenhouse Horticulture – Gerberascout | Balendonck, J. (Vertrouwelijk).
- WP4 - Healthy Greenhouse Fundamentals | Zijlstra, C. (Publiek).

Het publieke werkpakket 5 beoogd de samenbindende factor te zijn voor deze 7 Use Cases. De resultaten van deze afstemming en de gemeenschappelijke disseminatie is terug te vinden in de volgende beschrijving van 6 activiteiten.

3.2 Activiteit 1. Innovatieafstemming

Innovatieafstemming heeft op diverse manieren plaatsgevonden. De volgende activiteiten en samenwerkingen zijn gerealiseerd:

- Kick-off waarbij alle projectplannen aan elkaar zijn gepresenteerd.
- Een Software Taskforce waarin verschillende onderwerpen besproken zijn.
- Regelmatige projectbijeenkomsten.
- Gerealiseerde samenwerkingen tussen Use-Cases en Werkpakketten.
- Gezamenlijk innovatie-eiland en lezingen track op de AgriFoodTech in Den Bosch.

3.2.1 Resultaten Kick-off

Tijdens de Kick-off zijn de werkplannen van de Use Cases¹ aan de projectdeelnemers gepresenteerd en is de Software Taskforce geïntroduceerd. Tijdens de kick-off in Wageningen waren in het totaal 90% van de projectpartners aanwezig (Figuur 3).

¹ UseCases en Werkpakketten worden in dit rapport door elkaar gebruikt, maar hierbij wordt wel dezelfde aanduiding bedoeld voor de te ontwikkelen functionaliteit. Met Use Cases wordt met name het na te streven eindresultaat bedoeld en bij Werkpakketten het proces en de aanpak om daar te komen.



Figuur 3 Kick off Precisietauinbouw.

3.2.2 Resultaten Software Taskforce

De Software Taskforce is enkele keren bij elkaar geweest. Deze bestond uit technici van WUR en de bedrijven die softwarecode ontwikkelen voor de verschillende applicaties. De Taskforce was nuttig voor het delen van nieuwe beeldverwerkingstechnieken. Bij de start van het project bleek binnen de Use Cases minder behoefte te bestaan om tussen de deelnemende bedrijven applicatie specifieke code met elkaar te delen. Voor de software die WUR heeft ontwikkeld is dat wel binnen enkele Use Cases gedaan. Ook binnen Fruit 4.0 heeft afstemming plaatsgevonden over de software voor de koppeling van verschillende applicaties. In Figuur 4 zijn de onderwerpen weergegeven die in de Software Taskforce aan bod kwamen.



Figuur 4 Software Taskforce.

3.3 Activiteit 2. Community meetings

3.3.1 Resultaat regelmatige projectbijeenkomsten

Afstemming tussen deelprojecten heeft plaatsgevonden door:

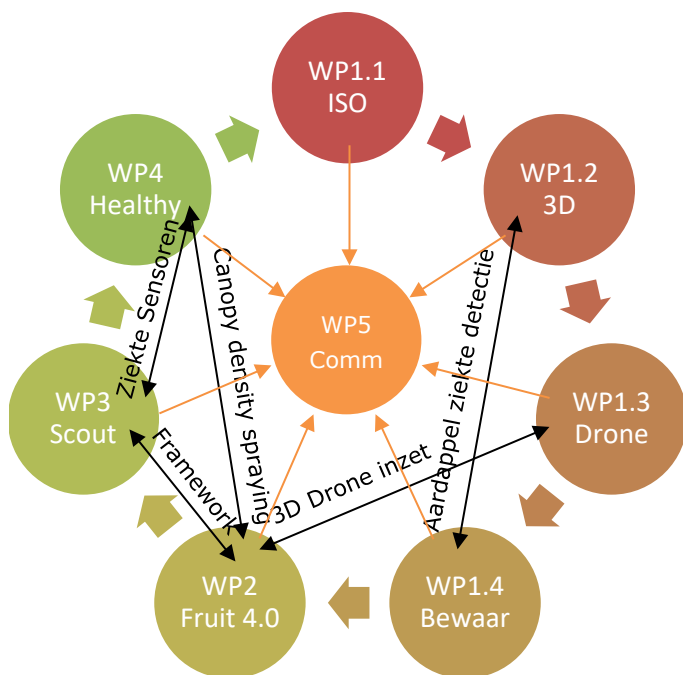
- Projectbijeenkomsten bij WUR voor afstemming tussen deelprojectleiders en programmaleider.
- Bijeenkomsten van de stuurgroep waarbij ook de deelprojectleiders aanwezig waren.
- Jaarlijkse consortiabijeenkomsten.

Na twee jaar heeft onder aansturing van de stuurgroep ook een herijking plaatsgevonden van alle projectplannen. Er is een balans opgemaakt naar de actuele stand van de techniek na twee jaar middels een tussenrapportage aan de stuurgroep en een plan van aanpak voor de daaropvolgende jaren.

3.3.2 Gerealiseerde samenwerkingen tussen Use-Cases en Werkpakketten

Specifiek zijn de volgende directe win-win situaties bereikt tussen de Use-Cases. Relaties zijn weergegeven in Figuur 5.

- Gezamenlijk deep-learning framework en aanpak voor de detectie van gerberabloemen (WP3) en appelbloesem binnen Fruit 4.0 (WP2). Ook de beeldacquisitie heeft bij beide projecten op vergelijkbare wijze plaatsgevonden.
- Afstemming omtrent ziekten en plagen detectie tussen WP3 Gerberascout en WP4 Healthy Greenhouse.
- Aurea Imaging uit WP1.3 heeft ook met dronebeelden een fruitboomgaard in beeld gebracht in het kader van WP 2 Fruit 4.0. Ook is er hardware uitgewisseld.
- WP4 en WP2 hebben ook afgestemd over oplossingen om preciezer te spuiten in het kader van canopy density spraying.
- Er is kennis over het detectiesysteem van aardappelziekte gegaan van WP1.2 naar WP1.4.
- Alle werkpakketten hebben bijgedragen aan disseminatie en kennisverspreiding.



Figuur 5 Innovatie afstemming.

3.3.3 Gezamenlijk innovatie-eiland en lezingen track AgriFoodTech | Den Bosch

De verschillende Use Cases hebben een innovatieplein gevuld rondom precisietuinbouw op de AgriFoodTech beurs van 2019. Op de eerste dag van de beurs is tevens een lezingen track georganiseerd rondom het programma precisietuinbouw. Op de beursvloer heeft het programma een plein met precisietuinbouwtoepassingen gevuld (Figuur 6), mede ondersteund door de AgriFoodTech beurs in ruil voor een interessant lezingen programma. De beurs alsook het precisietuinbouw innovatieplein is door ongeveer 2000 bezoekers bezocht.



Figuur 6 Precisietuinbouw plein en lezingen track in de zaal bij het innovatie-eiland.

De lezingen track werd bezocht door gemiddeld 40 - 60 belangstellenden per lezing. De lezingen zijn gepubliceerd door de AgriFoodTech beurs alsook het bijhorende programma. In Figuur 7 is het lezingenprogramma weergegeven.

10:35 - 11:00 Precisie Tuinbouw Ism WUR Field phenotyping with drones Ing. Henk Kramer, Geoinformatie specialist, Wageningen Universiteit & Research	11:05 - 11:30 Precisie Tuinbouw Ism WUR De oogst van meer technologie in de fruitteelt Carlijn Savelkoults MSc MBA, Projectleider Fruit 4.0, Wageningen Economic Research	11:30 - 11:55 Zaal 3 De impact van data gedreven teelt Hans Baekelmans, Business Support, Grodan Paulina Florax, Product Marketing Manager, Grodan
11:35 - 12:20 Precisie Tuinbouw Ism WUR Smart Greenhouse Horticulture (Gerberascout) Jos Balendonck, Senior Researcher Sensor & Robotics, Wageningen University & Research	12:25 - 12:50 Precisie Tuinbouw Ism WUR Naar een teelt met spuitrobots en stress- sensoren voor een effectievere en duurzame gewasbescherming Dr. Ir. Carolien Zijlstra, Senior onderzoeker, Wageningen University & Research	

Figuur 7 Lezingen programma.

3.4 Activiteit 3. Website, partner-sharepoint en disseminatie

Naast de activiteiten rondom innovatieafstemming hebben de volgende disseminatie activiteiten plaats gevonden:

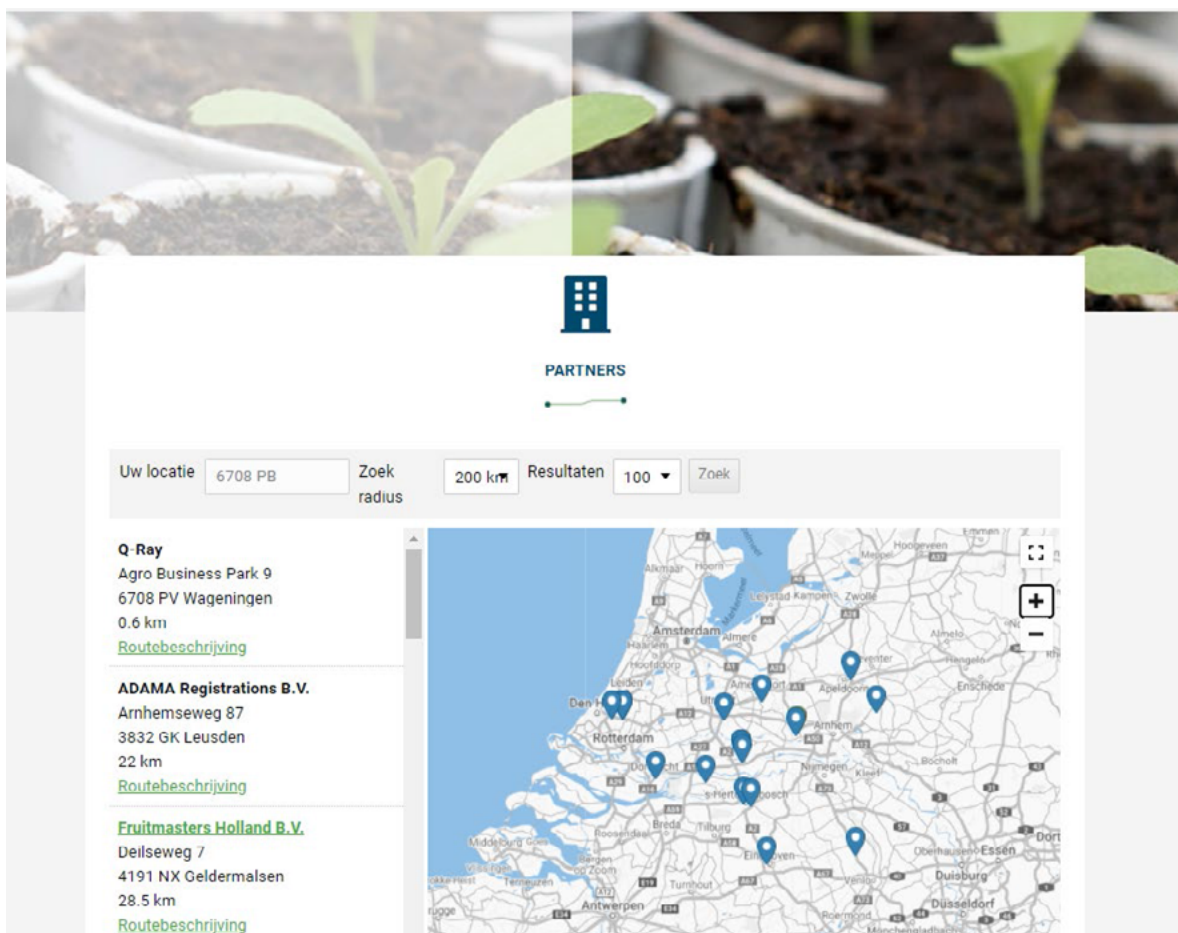
- Publieke website.
- Partner-sharepoint omgeving.
- Publicaties in vakbladen en websites.
- Greentech Precisietuinbouw plein.

3.4.1 Publieke website

Voor disseminatieactiviteiten is een publieke projectwebsite opgezet onder de naam precisetuinbouw.nl. Hierin zijn ook een viertal eerdere projectdossiers opgenomen welke waren afgerond, maar waarvan de resultaten beperkt gedissemineerd zijn. Na introductie is ook het project Bollenrevolutie 4.0 aan de site toegevoegd. Samen met de 7 Use Cases hebben 12 Use Cases/deelprojecten van de site gebruik gemaakt. Onderdelen van de website waren:

- Toelichting op het programma.
- De publieke projectdossiers.
- Lopende projecten.
- Partnerpagina (Figuur 8).
- Contactpagina.

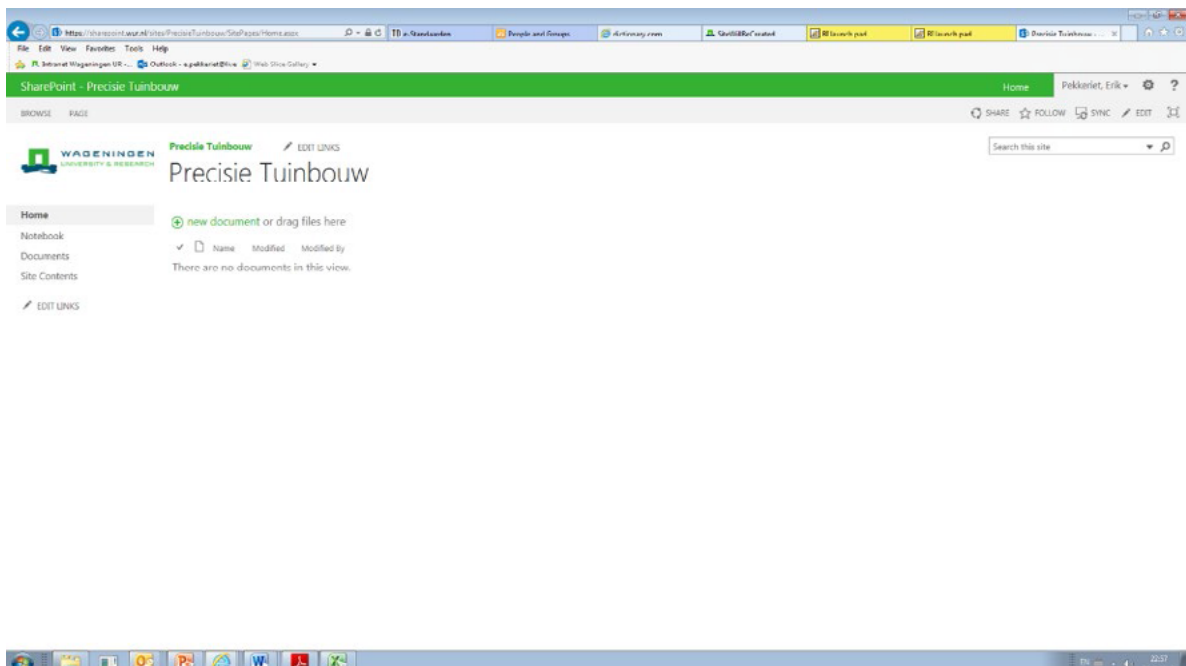
Door het ontbreken van vervolgprojecten is besloten om na oplevering van het project de site onder te brengen onder de WUR-omgeving.



Figuur 8 Website precisetuinbouw.nl - partnerpagina.

3.4.2 Partner-sharepoint omgeving

Partners uit het project hadden een eigen besloten partner sharepoint (Figuur 9) waar detailinformatie werd uitgewisseld alsook projectverslagen, afspraken, distributielijsten, overige documenten, software taskforce, contracten en ruwe data. Alle partners en projectmedewerkers hadden toegang tot de sharepoint.



Figuur 9 Sharepoint Precisietuinbouw.

3.4.3 Precision Horticulture Pavilion @ Greentech 2018

Naast de AgriFoodTech waar alle deelprojecten zich hebben gepresenteerd is ook in samenwerking met de Greentech een precisietuinbouw plein ingericht met verschillende toeleveranciers uit de sector. Hier heeft o.a. de Gerberascout zich gepresenteerd met een video en live demonstratie.



Figuur 10 Precisietuinbouw op Greentech.

3.4.4 Publiciteit in cijfers

Over het project is veel gedissemineerd. Het totale overzicht is weergegeven in bijlage 1. Disseminatie

Tabel 1

Disseminatie in cijfers.

Publiciteit KPI	Aantal (eind 2021)
Aantal hits trefwoord precisietuinbouw op google (2015=0)	1160 hits
Aantal aangedragen publicaties vakblad en internet	56
Aantal wetenschappelijke publicaties	3
Aantal WUR rapportages (inclusief 7 werkpakket eindrapportages)	10
Aantal project video's	6 (2270 weergaven)
Aantal presentaties	8
Aantal events (beurzen, parcours, congressen) – voor externen	21
Aantal prijzen	1 (nominatie Computable Award)

3.4.5 Projectvideo's

Binnen het project zijn voor de applicatiegerichte projecten projectvideo's gemaakt, behalve voor WP1.4, vanwege de vertrouwelijkheid. De volgende projectvideo's zijn op Youtube te vinden. Eind 2021 zijn de video's samen 2270 keer bekeken.

- WP1.1 Maxi Marvin, a high-throughput, plant phenotyping device; 568 weergaven (2021).
- WP1.2 High Speed 3D scanner; 517 weergaven (2021).
- WP1.3 Phenotyping with drones; 158 weergaven (2021).
- WP2 Fruit 4.0; 876 weergaven (2021).
- WP3 Geberascout; 151 weergaven (2021).

Overige projectvideo's:

Nederlandse Fruittelers Organisatie | Fruit 4.0/NL/En

4 Conclusies en aanbeveling

- Het project heeft een belangrijke bijdrage geleverd aan het onderwerp precisietuinbouw. Voorafgaand aan dit project werd nauwelijks op de vierkante meter, per plant, en op een volledig kasniveau data verzameld in de tuinbouw. Het project is een belangrijke aanjager geweest voor veel meer projecten binnen dit thema. Met precisietuinbouw weet de gemiddelde kweker ook wat er bedoeld wordt. De definitie op de website heeft hier ook toe bijgedragen.
- De term "precisietuinbouw" wordt nu ook gebruikt door bedrijven buiten het consortium in Nederland en in België. Een zoekopdracht in google op de term "precisietuinbouw" levert eind 2021 1160 hits op.
- Inmiddels zijn zo veel initiatieven gaande op het thema waardoor een nieuw breed precisietuinbouw project geen recht meer doet aan de veelheid aan activiteiten. Beter is het om gefocuste onderwerpen te kiezen die een deelaspect raken van het thema.
- Aan het begin en in het verdere verloop van het project was het lastig om MKB-bedrijven software en datasets te laten uitwisselen. Dit gebeurde begin 2016 ook nauwelijks. De bijeenkomsten van de softwaretaskforce waren ook meer gericht op het elkaar informeren. In 2021 is dit inmiddels op een ander niveau komen te liggen. In een kort tijdsbestek, en onder aanvoering van IOT, wordt er nu veel meer software uitgewisseld en is standaardisatie ook belangrijker geworden.
- In het project leken de Use Cases aanvankelijk weinig gemeen te hebben. Toch is er op veel vlakken ook tussen Use Cases goede samenwerking geweest met concrete resultaten. Het bewust bij elkaar brengen van partijen heeft in dit project goed gewerkt.

Bijlage 1 Disseminatie

WP1 Phenotyping tools

Publicaties in vakbladen en op internet

- Uitleg over 3D technologie en meerwaarde voor veredelaars en tuinders:
<https://www.wur.nl/en/newsarticle/marvin-1.htm>.
- <https://www.wur.nl/nl/Onderzoek-Resultaten/Projecten/Agro-Food-Robotics/show-agro-food-robotics/marvin.htm>.
- Nieuw lab @ WUR waar demonstrators staat opgesteld: <https://www.wur.nl/en/Expertise-Services/Research-Institutes/food-biobased-research/Facilities/Research-facility-for-postharvest-technology-and-robotics-2.htm>.
- Overzichtswebsite met de tools/ drones die ingezet worden: <https://www.wur.nl/en/Expertise-Services/Chair-groups/Environmental-Sciences/Laboratory-of-Geo-information-Science-and-Remote-Sensing/Research/Integrated-land-monitoring/UARSF.htm>.

Events

- Video over de opening van het Phenomea lab in Wageningen: <https://www.youtube.com/watch?v=B81RESB5Z6s>.

Wetenschappelijke publicaties

Kooistra, L., Bartholomeus, H., Mucher, S., Kramer, H., Franke, J., Ivushkin, C., Brede, B., 2018. Capturing crop height over the growing season from UAV based LiDAR. EurAgEng 2018 conference, New engineering concepts for a valued agriculture, 8–12 July 2018, Wageningen, the Netherlands.

Konstantin Ivushkina, Harm Bartholomeusa, Arnold K. Bregta, Alim Pulatovb, Marston H.D. Franceschinia, Henk Kramerc, Eibertus N. van Lood, Viviana Jaramillo Romand, Richard Finkers, 2018. UAV based soil salinity assessment of cropland. Online in Geoderma, <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2018.09.046>.

WP2 Fruit 4.0

Publicaties in vakbladen en op internet

- Persbericht over de start van het project: Fruit 4.0 verandert de fruitteelt. Het bericht is opgepakt door diverse vakbladen en is gedeeld via social media zoals Facebook, Twitter en LinkedIn.
- Overzicht van systemen en platforms die bruikbaar zijn voor de fruitteelt en die aansluiten bij de wensen van telers en ketenpartners; zie presentatie Data management in de fruitteelt – Naar Fruit 4.0.
- Diverse nieuwsberichten over Fruit 4.0 op de website van NFO en in de nieuwsbrief van Proeftuin Randwijk.
- <https://www.proeftuinrandwijk.nl/kennisbank/techniek>.
- <https://www.proeftuinprecisielandbouw.nl/plaatsspecifiek-wortelsnoeien-uitdaging-voor-fruitteler-sander-verstegen/>.
- <https://www.wur.nl/nl/Onderzoek-Resultaten/Projecten/Agro-Food-Robotics/propositions-agrofoodrobotics/Optimale-veredeling-met-robotica.htm>.
- <https://www.agf.nl/article/9094275/fruitpact-als-ontmoetingsplaats/>.
- <https://www.onglas.nl/programma-precisietuinbouw-focus-op-plantniveau/>.
- <https://www.greenity.nl/Nieuws/Paginas/Topsectorenproject-Precisie-Tuinbouw-gestart.aspx>.
- <https://www.fruitpact.nl/nieuws/sterke+reductie+gbm+met+gps-spuit>.
- <https://www.slideshare.net/CorVerdouw/en-jaar-fruit-40-terugblik-en-plannen>.
- <https://www.nfofruit.nl/nieuws/online-eindsymposium-fruit-4-0/>.
- <https://www.proeftuinprecisielandbouw.nl/plaatsspecifiek-wortelsnoeien-uitdaging-voor-fruitteler-sander-verstegen/>.
- <https://www.innovatie-estafette.nl/nieuws/nieuws/2017/01/19/20170119-agrifoodtech>.
- Hoog, D. de, 2019. Pluk de vruchten van Fruit 4.0, Akkerweb.

Events

- Community meeting bij de start, gekoppeld aan de kick-off van Precisie Tuinbouw.
- Community meeting, najaar 2017.
- Workshops High Tech Sensing Cases: 1. Met telers hun behoeften in kaart gebracht.
- Workshops High Tech Sensing Cases: 2. Met techniekleveranciers technische mogelijkheden verkend.
- Workshops Datamanagement: 1. Met telers hun informatiebehoefte verkend en geprioriteerd.
- Workshops Datamanagement: 2. Met ketenpartners is in beeld gebracht welke informatie nu verzameld wordt en welke systemen daarvoor het meest gebruikt worden.
- Kennisdag Fruitteelt: Presensatie P.F. de Jong (28 november 2019).
- Workshop Tracking & Tracing (14 mei 2019).
- Workshop 2D plantsystemen (8 juli 2019).
- 2 Workshops rond Akkerweb (8 juli en 19 november 2019).
- 2 consortium-bijeenkomsten (4 april en 19 november 2019).
- Presentatie bij Tuinbouw Digitaal symposium 19 juni 2019.

Gerapporteerde presentaties

- Presentatie voor jongeren tijdens de Appeldag in juni 2017 door Patricia Hoogervorst.
- Presentatie Data driven orchard management.
- Presentatie tijdens de kennisdag voor de fruitteelt in november, georganiseerd door WUR en NFO.
- Presentatie van het project in het demoperceel tijdens de Open Dag op proeftuin Randwijk in augustus door Peter Frans de Jong en Dirk de Hoog.
- Presentatie van het project tijdens een werkbezoek van ambtenaren van het ministerie van EZ door Peter Frans de Jong.
- Appeldag 2019.
- Open dag Proeftuin Randwijk (15 augustus 2019).

Rapporten

Anabel Rivas, Anna Selini Petropoulou, Desirée Groeneveld, Jan Spigt, Miranda van Maldegem, Sanne Alkemade (2017). Improve orchard management with information sharing; Increase the produce value of apples by a better information flow within the apple production chain. ACT Team Number: 1941.

Jong, Peter Frans de (2018), Fruitteelt 4.0 met drones en zelfrijdende machines, Omroep Gelderland, 2018-06-05, <https://www.omroep gelderland.nl/nieuws/2317148/Fruitteelt-4-0-met-drones-en-zelfrijdende-machines>.

Kruize, Jan Willem, Verdouw, Cor, Bondt, Nico, Puister, Linda (2018). Strategieën voor een datagedreven fruitteelt: Rapport Fruit 4.0 over datamanagement. Den Haag, Wageningen Economic Research (Wageningen Economic Research rapport 2018-095) - ISBN 9789463435574.

Prijs

Computable, 2017. NFO realiseert technische innovatie in fruitteelt. Nominatie Computable Award in vakblad en op website en tijdens congres van Computable

WP3 Smart Greenhouse Horticulture - Gerberascout

Publicaties in vakbladen en op internet

- Jos Balendonck, 2017. "I robot, your personal assistant scout", in: Kas Magazine / Tuinbouw Communicatie (2017). Automatisering. ISSN 1878-8408, p. 12 - 13. (<http://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/529292>).
- Bannisseht, Q., 2017. "Weten wat er op een vierkante meter per plant gebeurt", Vakblad voor de bloemisterij 18, 2017.
- Vries, J.W., 2017. "Metten is weten", in Bloemenkrant, 30-8-2017.
- Balendonck, J., 2017. "Precisie Tuinbouw", presentatie tijdens het congres: "Flower Science meets Topsector T&U", Sassenheim, 7-9-2017.
- Ruizendaal, J., Balendonck, J., 2017. PPS Smart greenhouse horticulture, WP3-Monitoring growth, pests and diseases. Handout/poster voor het Photonics, Vision, Robotics & Motion Brokerage Event 2017 (<https://vision-robotics.nl/>), Veldhoven, 14 juni 2017.

Vertrouwelijke disseminatie (voor CV100)

- Ruizendaal, J., Balendonck, J. 2017. "Automatische detectie - Voortgangsrapport fase 1 (2016)". CV100 - Smart Glastuinbouw Rapport GTB-5143 (Vertrouwelijk).
- Balendonck, J. 2017. "Smart Glastuinbouw – Voortgangsrapport 1^{ste} halfjaar 2017", t.b.v. CV100, 6-9-2017 (Vertrouwelijk).
- Ruizendaal, J. 2017. "Monitoring Growth, Pests and Diseases. WP3- PPS smart greenhouse horticulture". Poster voor bezoek visitatiecommissie Wageningen UR, Plant Sciences Group, september 2017 (vertrouwelijk).
- Balendonck, J., 2017. Precisie tuinbouw presentatie op Flower Science te Sassenheim.
- Balendonck, J., 2017. J. Monitor Precisie Tuinbouw 0-situatie voor WP3 (maart 2017).
- Balendonck, J., 2017. "Project CV100-Automatische Detectie (Smart Tuinbouw)". Bijdrages voor Web-share point CV100 <https://teamsites.wur.nl/sites/clubvan100/detectie/> (vertrouwelijk).
- Kraak, W.L. 2017. "IDENTIFYING CLIMATIC PROBLEM SPOTS IN GREENHOUSES BASED ON MOBILE SENSING". MSc Thesis Farm Technology Group, Wageningen University, 16-06-2017 (vertrouwelijk).
- Balendonck, J., 2018, Gewasmonitoring en gerobotiseerde productie in de high-tech tuinbouw.
- Ruizendaal, J. 2019. Gerberaknoppen tellen, WUR Website.
- Bannisseht, Q. von, 2017. Proef met precisie tuinbouw bij Gerberateler, Hortpoint website.
- Vries, J.W., 2020. Data die ons verder kunnen helpen, Bloemenkrant 29 april 2020.

WP4 Healthy Plant Fundamentals

Publicaties in vakbladen en op internet

- Zijlstra, C., 2017. Healthy Plant Fundamentals: naar en innovatieve kasteelt met gezonde planten en een gezond milieu. Tuinbouw Digitaal Community Meeting, Naaldwijk (19 oktober 2017).
- <https://www.iperen.com/wp-content/uploads/2019/03/KAS-2019-01-VanIperen.pdf>.

WP5 Disseminatie en Coördinatie

Publicaties in vakbladen en op internet

- Agro Food Robotics parcours, website in okt 2017.
<https://www.wur.nl/en/activity/Agro-Food-Robotics-parcours.htm>.
- TU-16028 Precisie Tuinbouw.
<https://www.wur.nl/nl/project/TU-16028-Precisie-Tuinbouw.htm>.
- <https://www.wur.nl/nl/Onderzoek-Resultaten/Onderzoeksprojecten-LNV/Expertisegebieden/kennisonline/Precisietuinbouw.htm>.
- Onderzoeksconsortium start project precisie tuinbouw.
[https://www.hortipoint.nl/vakbladvoordebloemisterij/onderzoeksconsortium-start-project-precisie-tuinbouw/3,5 miljoen voor onderzoek precisie tuinbouw](https://www.hortipoint.nl/vakbladvoordebloemisterij/onderzoeksconsortium-start-project-precisie-tuinbouw/3,5%20miljoen%20voor%20onderzoek%20precisietuinbouw).
- <http://www.akkerwijzer.nl/nieuws/11217/3,5-miljoen-voor-onderzoek-precisietuinbouw>.
- Topsectorenproject Precisie Tuinbouw gestart.
<https://www.greenity.nl/Nieuws/Paginas/Topsectorenproject-Precisie-Tuinbouw-gestart.aspx>.
- Flowerscience.
<http://www.flowerscience.nl/wp-content/uploads/Presentatie-PrecisieTuinbouw.pdf>.
- WUR investeert in AI.
- Programma Precisietuinbouw focust op plantniveau.
<https://hortinext.nl/programma-precisietuinbouw-focust-op-plantniveau/>.
- <https://precisietuinbouw.nl/> (Nieuwe website met bedrijven platform voor deelnemende bedrijven).

Presentaties

- Alle werkpakketten hebben gepresenteerd tijdens de AgriFoodTech 2019 in een speciale precisie tuinbouwtrack (12 december).

Events, Precisie tuinbouw

- Kick-off.
- Agro Food Robotics parcours website in okt 2017: <https://www.wur.nl/en/activity/Agro-Food-Robotics-parcours.htm>.
- Greentech Precision Horticulture Pavilion (2018, Juni 12-14).
- AgriFoodTech Precisie tuinbouw congres en innovatie-eiland (2019, December 11-12).

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



Wageningen University & Research,
BU Glastuinbouw
Postbus 20
2665 ZG Bleiswijk
Violierenweg 1
2665 MV Bleiswijk
T +31 (0)317 48 56 06
www.wur.nl/glastuinbouw

Rapport WPR-1115

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.800 medewerkers (6.000 fte) en 12.900 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.