
De agrofoodsector heeft robots hard nodig

White paper, 31 maart 2015
Wageningen UR

Dit document is tot stand gekomen met input van:

Adrie Beulens
Eldert van Henten
Joris IJsselmuiden
Peter Jongebloed
Frans Kampers
Lammert Kooistra
Gert Kootstra
Jelle Maas
Desirée Meijer
Jeroen van den Nieuwenhuizen
Erik Pekkeriet
Rick van der Zedde

Inhoudsopgave

1	Inleiding	5
2	De uitdagingen van de agrofoodsector	6
	2.1 9 miljard mensen in 2050	6
	2.2 Hulpbronnen beperkter beschikbaar	7
3	Waarom we robots en hightech nodig hebben in de agrofoodsector	9
	3.1 Reden 1: aanvulling op beschikbare arbeid	9
	3.2 Reden 2: nauwkeurig werken	11
	3.3 Reden 3: Kansen voor nieuwe vormen van agroproductie	12
4	De toekomst	14
	4.1 Break-even?	14
	4.2 Betere cockpitinformatie	14
	4.3 Koppeling intelligentie aan informatiedragers	15
	4.4 Balans werk-privé	15
	4.5 Uitdagingen voor technologie	15
5	Onze visie	17

1 Inleiding

'Pas op paprikaplukker, deze robot pikt straks je baan in!' 'Robots nemen de wereld over.' En: 'Robots zijn gevaarlijk.' Zomaar wat krantenkoppen van de afgelopen maanden. Ze benadrukken de moeizame relatie die onze samenleving heeft met robotisering. Robots worden vaak nog gezien als een bedreiging, hoewel ze bijvoorbeeld in de automotive industrie al op grote schaal hun werk doen.

In deze white paper belichten we robotisering vanuit het perspectief van de agrofoodsector. Deze sector staat wereldwijd voor een gigantische opgave: het voeden van 9 miljard monden in 2050. Zonder verregaande robotisering van de voedselproductie is deze opgave niet te realiseren, verwachten wij.

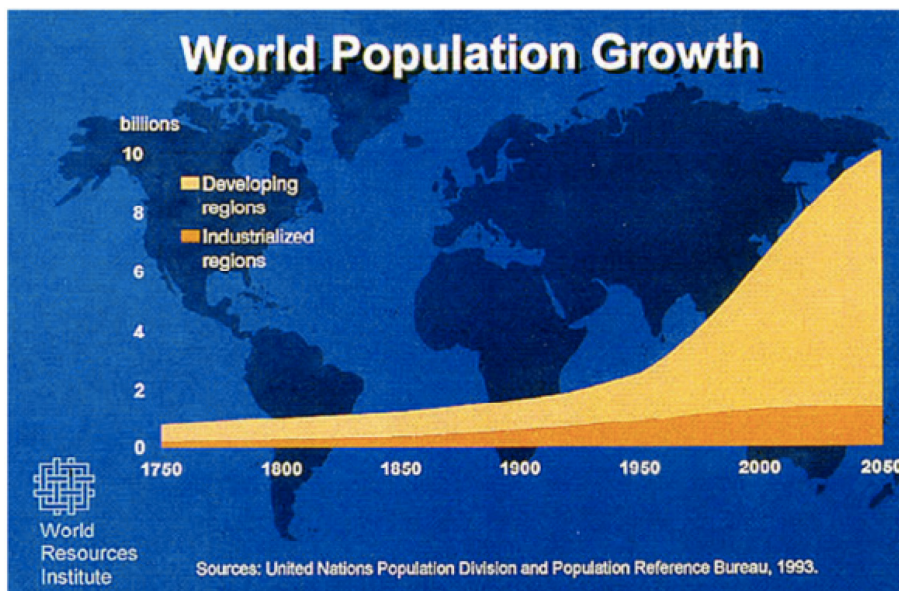
Bovendien bieden robots kansen. Een robot kan zwaarder werk tillen dan wij, hoger reiken, nauwkeuriger werken en hygiënischer werken. Hij kan in andere golflengtes naar producten kijken. Hij werkt ook bij extreem lage of hoge temperaturen en heeft geen zuurstof nodig.

2 De uitdagingen van de agrofoodsector

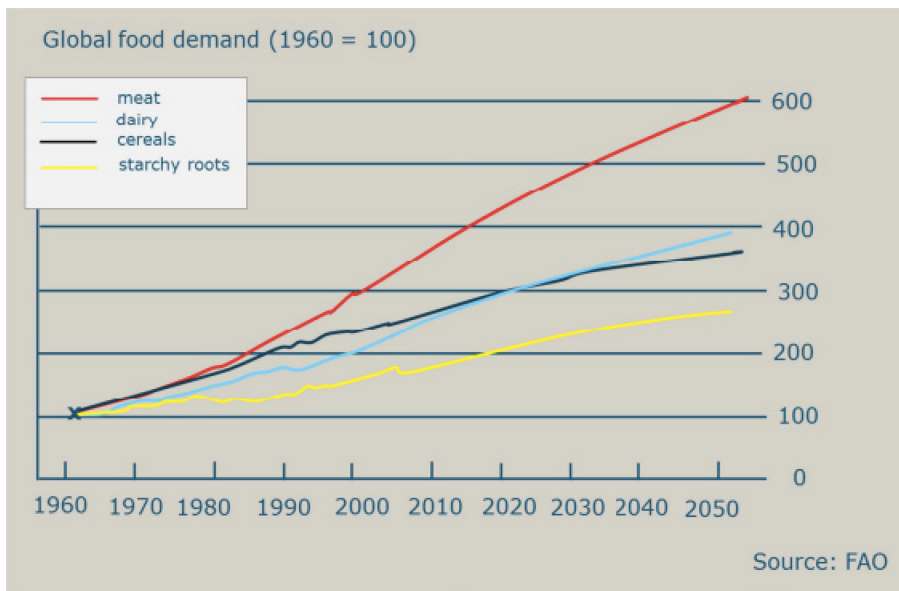
Een sterk groeiende wereldbevolking, een beperkte beschikbaarheid van hulpbronnen én de noodzaak om emissie van schadelijke stoffen te beperken. Dit zijn in het kort de uitdagingen waar de agrofoodsector wereldwijd mee te maken heeft.

2.1 9 miljard mensen in 2050

In 2050 leven er naar verwachting 9 miljard mensen op de wereld. Dat zijn er 2 miljard meer dan nu. Volgens Tester en Langridge loopt de wereldbevolking zelfs nog verder op naar 13 miljard in 2100. De groei van de wereldbevolking zal in dichtbevolkte delen van de wereld gepaard gaan tot een toenemende vraag naar voedsel. Wereldwijd betekent dit dat de voedselproductie deze eeuw meer dan verdubbeld moet worden.



Figuur 1 De groei van de wereldbevolking tot 2050. Bron: World Resources Institute.



Figuur 2 De toenemende vraag naar voedsel in de wereld. Bron: FAO.

2.2 Hulpbronnen beperkter beschikbaar

Terwijl de vraag naar voedsel stijgt, neemt de beschikbaarheid van bronnen die nodig zijn om voedsel te produceren, juist af.

Water en energie

Blijven we voor de voedselproductie gebruikmaken van de huidige agrofoodsystemen, dan is er meer landbouwgrond en meer productie nodig om aan de wereldwijde vraag te voldoen. Daarvoor is veel meer water en energie nodig. Te vrezen valt dat de hoeveelheid zoet water in de wereld ontoereikend is om voedselzekerheid voor een grotere wereldbevolking te garanderen. Ook de beschikbaarheid en betaalbaarheid van energie voor iedereen in de wereld, is allerminst zeker.

Menselijke arbeid

Een steeds kleiner deel van de beroepsbevolking houdt zich in de wereld bezig met voedselproductie. Dit geldt zeker ook voor Nederland, de nummer twee in de wereld als het gaat om voedselexport. Zo werkte in 1900 nog tussen de 30 en 35% van de Nederlandse beroepsbevolking in de landbouw. In 2012 was dit gedaald naar 2,6%¹. Deze dalende trend is overal ter wereld te zien, niet alleen in de zogenoemde ontwikkelde economieën, maar ook in minder ontwikkelde regio's. De daling zet zich bovendien snel door, zo is te zien in Tabel 1.

Tabel 1

Werkgelegenheid in de landbouw.

Regio	2000	2012
Ontwikkelde landen en EU	5,5	3,5
Zuid-Azië	59,5	50,8
Afrika ten zuiden van de Sahara	66,4	62,0

Bron: Global Employment Trends, International Labour Organisation.

¹ Bron: CBS Arbeidsverkenningen.

Zet de trend zich door, dan zijn er straks niet genoeg mensen om de toenemende behoefte aan voedsel bij te kunnen benen.

Voedingsstoffen

De afgelopen decennia heeft de landbouw overvloedig gebruikgemaakt van voedingsstoffen in de bodem. Door bodemuitputting dreigt er een wereldwijd tekort aan bepaalde voedingsstoffen, zoals fosfaten. Hierdoor kunnen planten niet meer goed groeien en komt de voedselzekerheid in gevaar, zeker in het licht van de toenemende behoefte aan voedsel. Robots met slimme sensoren kunnen ons helpen de bodem efficiënter te gebruiken

Minder emissies

In het belang van mens en milieu staat de agrofoodsector voor de grote uitdaging om de emissie van schadelijke stoffen zoveel mogelijk te beperken. Het gaat hierbij om de vermindering van chemische bestrijdingsmiddelen en CO₂-uitstoot, maar ook om vermindering van emissies bij het toedienen van dierlijke mest op het land. Ook hierbij kunnen robots voor doorbraken zorgen. Bijvoorbeeld door met grote precisie gewassen te bespuiten, door in CO₂-arme omgeving te werken of door alleen daar te bemesten waar het nodig is.

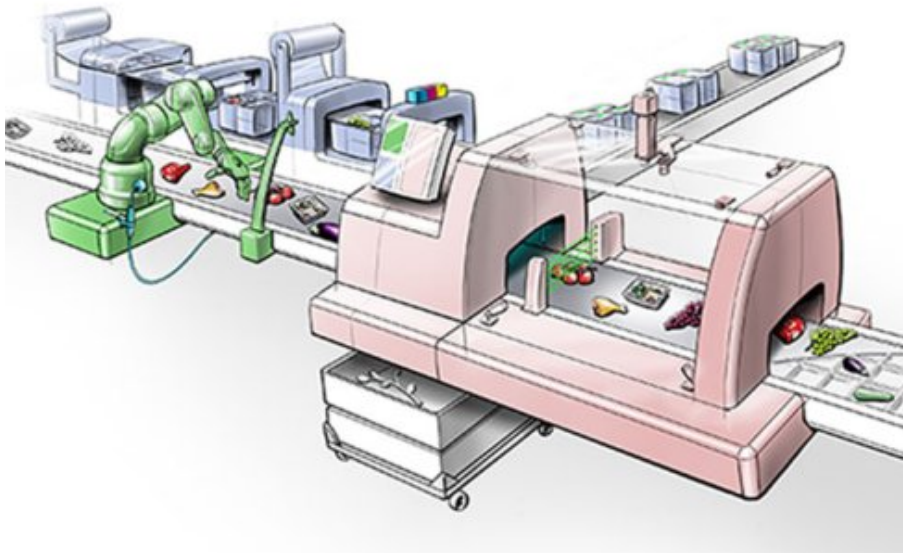
3 Waaron we robots en hightech nodig hebben in de agrofoodsector

3.1 Reden 1: aanvulling op beschikbare arbeid

Eén van de grote problemen waar de agrofoodsector mee kampt, is de beschikbaarheid van arbeid. De groei van de wereldbevolking gaat in veel delen van de wereld gepaard met een stijging van de welvaart, waardoor de behoefte aan voedsel verder toeneemt. Te vrezen valt dat er in de toekomst te weinig mensen zijn om de toenemende behoefte aan voedsel bij te kunnen benen. In Nederland, maar ook in andere westerse landen, vormt de slechte beschikbaarheid van arbeid nu al een direct gevaar voor de concurrentiepositie. Zo is in de glastuinbouw slechts 10 tot 15 procent van de medewerkers Nederlands. Nu nog wordt het werk grotendeels door Oost-Europese medewerkers gedaan, maar zodra de economische omstandigheden in de nabije toekomst daar sterk verbeterd zijn, kiezen zij er steeds vaker voor om in hun eigen land te werken. Arbeid moet dus van steeds verder komen. Daarnaast ontstaat er door onvoldoende gemotiveerd personeel variatie in kwaliteit en capaciteit in het productieproces.

Vervanging zwaar, gevaarlijk, monotoon en vuil werk

De ontwikkeling lijkt structureel te zijn. Steeds minder mensen zijn bereid om het zware, monotone en vaak vuile werk in de agrofoodsector te doen. De verwachting is dat dit soort werk op grote schaal door robots gedaan zal worden. Zo werken bedrijven en kennisinstellingen binnen het Europese onderzoeksproject PicknPack hard aan de ontwikkeling van een robot die een breed assortiment producten kan inspecteren, sorteren en verpakken. Voor dit soort werk zijn nu nog veel mensen aan de lopende band nodig; mensen die steeds moeilijker te vinden zijn. Robots houden dit werk 24 uur vol en functioneren bovendien uitstekend bij lage temperaturen, waardoor het voedsel langer houdbaar blijft.



Bron: www.picknpack.eu

Pick `Pack

Wageningen UR werkt samen met veertien Europese bedrijven samen in onderzoeksproject PicknPack. Het doel van dit project is om bedrijven in de EU te laten zien dat robotisering mogelijk is, zowel technologisch als economisch.

Binnen PicknPack wordt gewerkt aan drie modules:

Een module om de kwaliteit van producten vast te stellen en selecties te maken;

Een robot die producten oppakt en met precisie in een verpakking plaatst;

Een flexibele verpakkingsmodule, die elk product van de juiste verpakking voorziet.

Er worden nu ook al wel robots ingezet voor inspectie-, sorteer- en verpakkingswerk. Maar die zijn nog erg rigide. Om alleen al voor bijvoorbeeld tomaten naar een ander verpakkingstype over te schakelen, moet zo ongeveer de hele productielijn omgebouwd worden. PicknPack moet ook diverse invoerstromen tegelijk aan kunnen. Denk aan kant-en-klaarmaaltijden met vlees, groente en aardappelen, die na inspectie automatisch worden verpakt en geseald.

Illustratief ook is het succes van systemen als de voederrobot en de melkrobot in de melkveehouderij-sector. De voederrobot leidt niet alleen tot een betere kwaliteit, maar verlicht ook het werk van de melkveehouder. Bij de melkrobot bepaalt de koe zelf wanneer zij gemolken wil worden; de boer komt daar niet meer aan te pas. Uit onderzoek van Wageningen UR blijkt dat de robot vaak niet economisch rendabel is. Toch schaffen veel melkveehouders de robots bewust aan. De reden: melkveehouders krijgen er een sociaal leven voor terug en kunnen hun aandacht meer richten op andere activiteiten, zoals het management van hun bedrijf.

Meer werkgelegenheid

De verwachting is dat de arbeidsbehoefte in de sector de komende jaren eerder zal toenemen dan zal afnemen als gevolg van robotisering. Wel zal die groei zich vooral manifesteren in werk voor hoogopgeleid personeel. Tegelijkertijd ontstaat er door robotisering ook nieuw technisch geschoold werk: robots moeten worden schoongemaakt en bediend. Ze moeten geassisteerd en getraind worden. En er ontstaan nieuwe functies, zoals die van servicemonteur of robotprogrammeur. Bovendien heeft elk gerenommeerd glastuinbouwproductiebedrijf een eigen technische dienst nodig voor service en onderhoud van hun eigen machine- en productielijnen.

Beter werk

Omdat robots, het saaie, repetitieve, zware, vieze en ergonomisch slechte werk kunnen doen, kunnen mensen in de agrarische sectoren zich toeleggen op de taken die wel appelleren aan hun intelligentie, flexibiliteit en inzicht. Het werk wordt daardoor aantrekkelijker, waardoor het makkelijker wordt om voldoende personeel te vinden dat in de sector wil werken.

De discussie over de wenselijkheid van nieuwe technologie heeft een lange historie. Sinds het begin van de industriële revolutie tot ver in de negentiende eeuw is er heftig geageerd tegen de komst van nieuwe machines. Een van de belangrijkste tegenargumenten is altijd geweest dat nieuwe machines banen kosten. Ook in de huidige discussie over robots wordt dit argument naar voren gebracht, bijvoorbeeld door CEO Elon Musk van Tesla Motors.

Dat robots niet simpelweg 'afpakkers' van banen zijn, toont het voorbeeld van Philips aan. Het bedrijf verhuisde zijn scheerapparatenfabriek in 2014 terug van China naar Drachten. Dankzij de inzet van machines en robots kan deze fabriek uitstekend op prijs concurreren. De tweeduizend werknemers doen deels hooggeschoold werk, maar is ook nieuw, technisch geschoold werk ontstaan.

3.2 Reden 2: nauwkeurig werken

De agrofoodsector is een sterk gemechaniseerde sector. Grote machines op het land hebben allang de os en het paard vervangen voor het ploegen, zaaien en oogsten. En ook in de glastuinbouw zijn veel handelingen gemechaniseerd. Uitzonderingen vormen nog die taken waarvoor specifiek menselijke vaardigheden vereist zijn, zoals intelligent informatie inwinnen en op basis daarvan een beeld vormen van de situatie, oordelen, besluiten nemen en evalueren. Agrariërs en telers beschikken hiervoor over een enorme dosis intrinsieke kennis. Maar naarmate hun bedrijven groter worden en het aantal mensen op het veld en in de kas afneemt, kunnen zij niet alles meer overzien. De uitdaging is: hoe geef ik elke plant, elke vrucht of elk dier precies de best passende behandeling?

Ook op dit vlak staat de technologie niet stil. Met behulp van machines, uitgerust met slimme sensoren, slagen we er steeds beter in de mens te ondersteunen met intelligente informatie. Zo voeren trekkers dankzij locatiebepaling met GPS-technieken zelfstandig en met grote precisie allerlei taken op het land uit. En zorgen autonoom bewegende veldspuiten ervoor dat gewassen zeer nauwkeurig en met variabele hoeveelheden worden bespoten met bestrijdingsmiddelen. Zowel het milieu als de portemonnee van de boer zijn gebaat bij een efficiënter gebruik van middelen.

Plukken, sorteren, inspecteren

Dankzij moderne sensoren zijn robots ook steeds nauwkeuriger in het plukken, sorteren en inspecteren van voedselproducten. In de automotive industrie, waar het productieproces in hoge mate gestandaardiseerd is, hebben robots vergelijkbare taken al grotendeels overgenomen. Het productieproces in een autofabriek leent zich daar ook voor: de robot weet precies wanneer een auto voorbij komt, waar deze stopt en waar er een schroef moet worden vastgedraaid. In de kas en op het veld zijn de omstandigheden anders: levende planten zorgen voor een omgeving die steeds verandert, in tegenstelling tot componenten in de automobieliindustrie zijn geen twee vruchten gelijk. Glastuinbouwers voelen feilloos aan waar de rijpe vruchten hangen, of het verstandig is ze nu te oogsten of nog een dagje te wachten voor een hogere opbrengst. Ze weten waar ze moeten knippen om vrucht en plant niet te beschadigen. Dit is nog een enorme uitdaging voor robotica.

Toch valt ook hier een doorbraak van robotisering te verwachten, omdat robots steeds beter functioneren in wisselende omstandigheden. Zo werken bedrijven en onderzoeksinstituten binnen het EU-project CROPS (Clever Robots for Crops) aan robots die in staat zijn vruchten, zoals appels, druiven en paprika's in een ongestructureerde omgeving te herkennen, rijpe vruchten van onrijpe te onderscheiden en vruchten van de plant te snijden zonder vrucht, blad en stengel te beschadigen. Hiervoor wordt de robot via verschillende sensoren gevoed met een grote hoeveelheid informatie over de omgeving die hij waarneemt, waarna deze op basis van beslisregels de juiste handelingen moet uitvoeren. Stap-voor-stap slagen onderzoekers erin, dit proces te optimaliseren.

Minder uitstoot van schadelijke stoffen

Het is in het belang van mens en milieu om de emissie van schadelijke stoffen zoveel mogelijk te beperken. De Europese en nationale regels voor de uitstoot van CO₂ en het gebruik van bestrijdingsmiddelen worden dan ook steeds strenger. Bedrijven kunnen het middelengebruik allereerst beperken door nauwkeuriger te spuiten, bijvoorbeeld met de eerdergenoemde autonome veldspuit. Dankzij sensoren kan dit voertuig precies waarnemen waar deze zich in het veld bevindt en wordt de hoeveelheid bestrijdingsmiddel exact op het aanwezige gewas afgestemd. Doordat detectiesystemen in kaart hebben gebracht waar op de akker zich problemen voordoen, kan het spuitsysteem alleen daar waar nodig spuiten.

Robots die door camera's die de omgeving analyseren, worden aangestuurd, maakt het niet alleen nauwkeuriger gebruik van schadelijke bestrijdingsmiddelen mogelijk, maar brengt ook volwaardige alternatieven dichterbij. Denk aan een automatisch schoffelsysteem dat met grote precisie langs de gewasrijen stuurt en al het onkruid effectief verwijdert tussen de planten in de rij. Dit is essentieel om biologische landbouw, waar geen bestrijdingsmiddelen mogen worden gebruikt, economisch rendabel te maken.

3.3 Reden 3: Kansen voor nieuwe vormen van agroproductie

In het debat over robotisering ligt de nadruk op toepassing waarbij robots een (arbeids)probleem kunnen oplossen - en de vermeende keerzijde daarvan: 'Robots pikken banen in'. Maar robots kunnen de Nederlandse economie ook een impuls geven. Ze kunnen daarnaast nieuwe ontwikkelingen mogelijk maken en de basis leggen voor totaal nieuwe systemen in de agrofoodsector.

Kansen voor onze economie

Robotisering biedt de Nederlandse economie hoe dan ook kansen. Ons land heeft nu al een sterke positie in de ontwikkeling van robots in de agrofoodsector. Denk aan de melkrobot, die in ons land is ontwikkeld en door hoofdzakelijk Nederlandse bedrijven wereldwijd wordt verkocht. Of aan prototypen van autonome voertuigen, die bijvoorbeeld een aardbeienperceel met precies de juiste dosering aan bestrijdingsmiddelen behandelt zonder dat er een mensenhand aan te pas komt. Onze sterke positie wordt internationaal ook algemeen erkend. Met bedrijven als Lely, Aweta, Greefa, Moba, ISO-group en andere machinebouwers in de glastuinbouw en voedselverwerkende industrie heeft ons land een leidende positie te verdedigen in robotisering van deze branche. Ook bedrijven als ASML, Philips en andere leveranciers van componenten hebben baat bij verdere robotisering van de agrofoodsector, omdat zij componenten leveren voor de productie van robots.

Akkerbouw: van groot naar klein?

Kenmerkend voor de akkerbouw is dat de gewassen in monocultuur en in rijen zijn aangeplant. Dit is ontstaan in de tijd dat we nog met os en trekpaard over de akkers trokken. De trekker zoals we die nu op het land aantreffen, is daar de evolutionaire opvolger van. De akkers én de trekkers zijn in de loop der jaren steeds groter geworden. Grote trekkers kunnen een enorm areaal bewerken en zijn bovendien toegerust met een groot aantal functies, zodat de akkerbouwer zo veel mogelijk handelingen tegelijkertijd kan uitvoeren. Dat is belangrijk, want menselijke arbeid is verreweg de duurste productiefactor in de agrofoodsector.

Intercropping

De vraag is echter of het huidige monosysteem wel het best denkbare akkerbouwsysteem is. Kijken we naar de kwaliteit van het ecosysteem, dan luidt het antwoord op de vraag: 'nee'. Een systeem als *intercropping*, waarbij twee of meer gewassen op één perceel worden verbouwd, biedt grote voordelen. Zo is het goed voor de bodemgesteldheid en zijn er in potentie grotere opbrengsten te behalen dan wanneer elk gewas afzonderlijk wordt verbouwd. Ook leidt *intercropping* ertoe dat er door de diversiteit minder schadelijke insecten en mijten worden aangetrokken en het ene gewas plagen bij het andere gewas weghaalt.

Intercropping kan een doorbraak krijgen zodra er kleinere robots op de markt komen die hun omgeving precies waarnemen en nauwkeurig en snel verschillende taken in het veld kunnen uitvoeren, afhankelijk van de specifieke omstandigheden per plant. Kleinere systemen zijn bovendien minder zwaar en leiden tot minder druk op de bodem.

Het einde van monocultuur en rijenaanplant?

In de ultieme vorm kunnen we ons zelfs kleine karretjes met sensoren en werktuigen voorstellen die zo licht zijn dat ze gewoon over de planten kunnen rijden. Rijen zijn dan helemaal niet meer nodig en gewassen kunnen in willekeurige patronen door elkaar worden geplant.

Is het eenmaal zo ver, dan zijn we in staat de landbouw opnieuw uit te vinden en aan te passen aan de behoeften van de toekomst.

Er zijn al prototypen van robots die typen onkruid, zoals ridderzuur, herkennen en met behulp van GPS op de centimeter nauwkeurig vinden en verwijderen van het veld. Dit is interessant voor biologische boeren of voor boeren die de overstap naar biologische landbouw overwegen. Voor hen is het probleem van onkruid vaak nog een beletsel dit niet te doen.

Zelfs het telen in rijen kan dan ter discussie komen te staan. Een mogelijk alternatief is *pizza patch cultivation*, een systeem waarin meerdere gewassen in een 'pizzapunt' worden verbouwd en waarbij de specifieke condities in het veld bepalend zijn voor de keuze voor een bepaald gewas op een bepaalde locatie. Dan nemen kleine, intelligente robots de plek in van peperdure, grote machines die feilloos tussen de gewassen laveren om daar verschillende metingen en teelthandelingen verrichten.

Een vergelijkbaar voorbeeld vinden we al in de aardappelteelt. Daar worden individuele planten bij verminderde inkomende zonnestraling (bijvoorbeeld door bomenrijen langs een perceel) soms op iets grotere afstand van elkaar gezet. Doordat pootmachines tot op de centimeter variabel kunnen werken, is de teelt zo heel specifiek te maken.

Glastuinbouw: optimale omstandigheden voor de plant?

De huidige systemen in de agrofoodsector kunnen wel eens ontoereikend zijn om te kunnen voldoen aan de wereldwijde behoefte aan voedsel. Robotisering kan leiden tot nieuwe systemen, ook in de glastuinbouw. Zo gedijen veel planten in tegenstelling tot mensen uitstekend onder extreme omstandigheden, zoals een sterk verhoogde CO₂-concentratie en hoge temperaturen. Op dit moment zijn er nog steeds menselijke handelingen in de kas nodig. Het gaat daarbij voor een groot deel om monotoon werk waartoe mensen steeds minder bereid zijn. Slaagt de wetenschap erin robots te ontwikkelen die deze handelingen net zo goed kunnen uitvoeren als mensen, dan is het mogelijk nieuwe kassystemen te ontwikkelen die leiden tot betere producten en grotere voedselopbrengsten. Denk voor de veeteelt bijvoorbeeld aan slachrobots en verpakingsrobots.

4 De toekomst

Futuroloog en schrijver Federico Pistono voorspelt dat er in de komende decennia een eind komt aan het werken zoals wij dat kennen (dat is overigens ook gebeurd met het gros van de banen van vijftig jaar geleden). In zijn boek *Robots will steal your jobs but it's ok* beschrijft hij hoe machines en computers een steeds grotere rol gaan spelen in ons leven. Nu al leggen autonome voertuigen probleemloos honderdduizenden kilometers af zonder menselijke inmenging. En 3d-printing is al een miljardenindustrie. We kunnen al een huis printen en in één dag bouwen.

Pistono's visie wordt breed gedeeld in de wereld. Ook de econoom Andrew McAfee stelt dat veel werk dat nu nog door onderhoudspersoneel, probleemoplossers en diagnostici wordt gedaan, in de toekomst door robots wordt uitgevoerd.

4.1 Break-even?

Trekken we dit door naar de agrofoodindustrie, dan is het evident dat sensoren en robots ook in deze sector steeds meer ingezet gaan worden. Op dit moment is het nog moeilijk een robot te ontwikkelen die break-even kan worden ingezet in de agrofoodsector. Voor sterk gestandaardiseerde processen, bijvoorbeeld bij het verpakken van producten, is een robot al wel rendabel in te zetten. Maar zodra de omstandigheden minder controleerbaar zijn, is de technologie vaak nog onvoldoende ontwikkeld om een rendabele inzet mogelijk te maken. Maar de ontwikkelingen gaan razendsnel. Zodra het gat gedicht is, zal robotisering haar weg vinden naar de sector.

4.2 Betere cockpitinformatie

Dankzij de voortschrijdende technologie komt er steeds meer intelligente informatie beschikbaar waarmee boeren en telers hun processen kunnen optimaliseren. Zo werkt Wageningen UR samen met commerciële zaadleveranciers, zoals Syngenta, Enza Zaden, Bejo en RijkZwaan, aan het verbeteren van voedselgewassen met behulp van 3D-sensoren en software. Hierdoor komen veredelaars precies te weten welke rassen onder welke omstandigheden het beste resultaat opleveren.

Old MacDonald has a drone

Op akkerbouwbedrijven wordt vooral de informatievoorziening over de timing van teeltmaatregelen en de ruimtelijke variatie van de gewasontwikkeling steeds belangrijker. De gebroeders Van den Borne passen precisielandbouw toe op hun akkerbouwbedrijf. Dit betekent dat zij op het juiste moment en op de juiste plek de juiste teeltmaatregel nemen. De informatie die zij hiervoor nodig hebben, verzamelen zij met behulp van drones en met sensoren op de trekker.



4.3 Koppeling intelligentie aan informatiedragers

Interessant is koppeling van intelligentie aan allerlei informatiedragers, zoals de mobiele telefoon, machinebesturing en de *augmented reality*-bril, waarbij digitale informatie wordt toegevoegd aan wat een mens echt ziet. Zo kan de plukker in de toekomst via de bril informatie krijgen over de rijpheid van paprika of de kleur van een roos en die hem in staat stelt het werk veel efficiënter te doen. Ook hier vervult de automotieve industrie een gidsrol: daar wordt augmented reality bijvoorbeeld al op ruime schaal ingezet ter vervanging van de papieren handleidingen voor onderhoudswerk. Een interessante ontwikkeling in dit verband is Microsoft HoloLens, een headset waarmee het werkelijke zicht van gebruikers wordt aangevuld met holografische beelden.

4.4 Balans werk-privé

De introductie van de melkrobot heeft al aangetoond dat melkveehouders graag investeren in nieuwe technologie als dit ten goede komt aan de kwaliteit van hun leven. Een keer naar een feestje kunnen, is wat waard, ook als de robot economisch nog niet helemaal uit kan. Werknemers in de agrofoodsector vinden een goede balans tussen werk en privéleven steeds belangrijker. Technologie kan hierbij ondersteunen. Denk aan robots die met hulp van sensoren het monotone of vuile werk opknappen, waardoor mensen zich op uitdagender taken kunnen richten. Dit is ook voor werkgevers interessant, omdat zij medewerkers hiermee langer aan zich kunnen binden.

4.5 Uitdagingen voor technologie

In onze visie zijn robots hard nodig om de wereld van voldoende voedsel te kunnen voorzien. Zij vervullen in de toekomst allereerst de rol van probleemoplosser, bijvoorbeeld omdat er onvoldoende arbeidskracht beschikbaar is. Daarnaast kunnen robots in de toekomst nieuwe systemen in de agrofoodsector mogelijk maken: duurzame systemen die producten van hogere kwaliteit voortbrengen en die zorgen voor een hogere opbrengst aan producten per kas of perceel.

Voor het zover is, moeten er nog veel technologische hobbels genomen worden. Zo kunnen robots nog steeds niet goed handelingen uitvoeren die wij vanzelfsprekend vinden. Wij kunnen ons uitstekend oriënteren in een ruimte en houden instinctief rekening met wisselende omstandigheden daarbinnen. We kunnen geluiden en gesprekken feilloos interpreteren en pakken de ene paprika net even anders vast dan die andere, kleinere paprika. Ons brein berekent daarbij precies in welke volgorde we handelingen uitvoeren.

Hoe snel robots hun weg zullen vinden, hangt ook af van het ambitieniveau van de verschillende partijen in de sector. In Japan worden al oogstrobots ingezet die 's nachts alvast 60% van de oogstbare vruchten plukken, waarna mensen de volgende dag veel effectiever het overgebleven deel oogsten. Een robot waarmee de maximale oogstpotentie kan worden binnengehaald, bestaat nog niet. Evenmin is er al een robot op de markt die erin slaagt precies dát deel van een gewas te oogsten waarvan de componenten op dat moment de gewenste kwaliteit hebben. Denk aan graan van bakkwaliteit, aardappelen met het juiste zetmeelgehalte en melk met het juiste vetgehalte. Maar de ontwikkelingen gaan snel...

5 Onze visie

Volgens ons bevindt de agrofoodsector zich momenteel in een tijd van een grote doorbraak. De komst van robots is volgens ons te vergelijken met de introductie van de trekker. Ooit was deze een alternatief voor paarden, maar inmiddels is de trekker uitgegroeid tot een krachtbron voor tal van geavanceerde machines voor op het land. Het toont aan dat nieuwe vindingen meer mogelijk maken. Denk ook aan de glastuinbouw, waaraan we te danken hebben dat we nu het hele jaar door soorten groenten en fruit kunnen eten die vroeger ondenkbaar waren.

Dat robotisering in de agrofoodsector misschien minder snel gaat dan in andere sectoren, zoals de sterk gestandaardiseerde automotive-industrie, is te verklaren. De omstandigheden zijn namelijk van nature sterk wisselend: een paprika hangt nooit op dezelfde plek en de ene uier is de andere niet. Inmiddels heeft robotisering de besturingsfunctie al grotendeels overgenomen van de mens. En stap-voor-stap worden robots ook steeds beter in het waarnemen, conclusies trekken en vervolgacties ondernemen.

Net als bij andere historische doorbraken wordt ook ten aanzien van robotisering de vraag gesteld: 'Is dit wel zo'n wenselijke ontwikkeling?'. Die zorgen begrijpen we. Hoe blijft de privacy van grote hoeveelheden data bijvoorbeeld gewaarborgd? En is de veiligheid wel gewaarborgd? Dit zijn belangrijke issues die veel aandacht vergen. Daarnaast vervangen robots menselijke arbeid, hoewel lang niet op de schaal van bijvoorbeeld de maaidorser destijds. Die vervanging is overigens welkom in een sector die wereldwijd kampt met een steeds kleiner deel van de beroepsbevolking dat nog op het land en in de kas wil werken.

Daar komt bij dat robots in veel taken simpelweg beter zijn dan wij. Dat een koe al een paar uur niet bij zijn voer is geweest, kan een melkveehouder snel ontgaan, maar een slimme sensor niet. Andere sensoren maken het mogelijk veel sneller dan de mens een besmettelijke plantenziekte op te sporen, waardoor bestrijdingsmiddelen veel selectiever kunnen worden toegepast. En robots die het ene gewas van het andere kunnen onderscheiden, maken ontwikkelingen als intercropping mogelijk. En daarmee minder ruimtegebruik, efficiënter gebruik van voedingsstoffen in de bodem en een selectiever gebruik van bestrijdingsmiddelen.

Voor een groot deel staat robotisering in de agrofoodsector nog in de kinderschoenen. Samen met bedrijven werken wij nationaal en internationaal in de frontlinie aan nieuwe ontwikkelingen en toepassingen. Systeeminnovaties zijn hard nodig om te anticiperen op de groeiende behoefte aan voedsel in de wereld. Robots kunnen voor deze innovaties zorgen, zoals nieuwe oogstmethoden, duurzame én effectieve bestrijding van infectieziekten, efficiënt bodemgebruik en optimale groeiomstandigheden voor planten in de kas. Ze bieden de sector daarnaast kansen om voor eentonig, gevaarlijk, zwaar en vuil werk niet langer afhankelijk te zijn van schaarse menselijke arbeid. En ze dragen met intelligente informatie bij aan hogere opbrengsten van betere kwaliteit. Nederland is bij uitstek het land dat voor deze innovaties kan zorgen. De wereld kijkt naar ons. Laten we de handschoenen oppakken.