



VISIEDOCUMENT

# AgroBOTS: een blik op de toekomst van slimme landbouw

Een visie en roadmap naar een duurzaam, veilig en gezond voedselsysteem

*5 december 2024*

VISIEDOCUMENT

# **AgroBOTS:** een blik op de toekomst van slimme landbouw

Een visie en roadmap naar een duurzaam, veilig  
en gezond voedselsysteem

Irma Oosterom  
Margriet Klinckhamers

*5 december 2024*

# Inhoudsopgave

## HOOFDSTUK 1

### **Doel: inspireren en richting geven ..... 4**

- 1.1 Waarvoor dient dit document? ..... 4
- 1.2 Voor wie is dit document bedoeld? ..... 4

## HOOFDSTUK 2

### **Uitdagingen in de sector vragen om verandering ..... 5**

## HOOFDSTUK 3

### **Technologie heeft potentie, maar adoptie kent belemmeringen ..... 7**

- 3.1 De toegevoegde waarde van (robot)technologie ..... 8
- 3.2 De adoptie van de technologie heeft nog wat voeten in de aarde ..... 8

## HOOFDSTUK 4

### **Het pad naar de toekomst ..... 9**

- 4.1 De toekomstvisie voor de Nederlandse landbouw ..... 9
- 4.2 De visie bestaat uit drie horizonnen ..... 10
- 4.3 Horizon 1: de community wordt geactiveerd ..... 10
- 4.4 Horizon 2: teeltprocessen worden toekomstbestendig ..... 12
- 4.5 Horizon 3: de keten wordt anders ingericht ..... 13

### **Tot slot: een oproep aan ons allemaal ..... 16**



## HOOFDSTUK 1

# Doel: inspireren en richting geven

### 1.1 Waarvoor dient dit document?

Dit document geeft inzicht in de uitdagingen waar de Nederlandse landbouwsector mee te maken heeft, beschrijft de potentie van de inzet van robotica technologie en schetst een pad richting de toekomst van deze sector. Specifiek focussen wij ons in dit verhaal op de open teelten in Nederland. Met de visie op de toekomst willen wij de sector inspireren en bewustzijn creëren over de mogelijkheden op het gebied van landbouwrobotica en hiermee richting geven aan de benodigde stappen naar een duurzame toekomst.

Dit document is tot stand gekomen met behulp van diverse deelnemers van de AgroBOTS-community – tech- en robot-partners, brancheverenigingen en landbouwexperts – en is geïnspireerd op het afstudeerwerk van Lisa Ye (masterstudent aan de TU Delft).

### 1.2 Voor wie is dit document bedoeld?

Verandering lukt niet in je eentje. Met dit inspiratiedocument richten wij ons dan ook tot verschillende doelgroepen die nodig zijn om serieuze verandering in deze sector door te voeren. Deze doelgroepen hebben wij als volgt gecategoriseerd:

- telers en telerscorporaties
- technologiebedrijven
- brancheverenigingen
- beleidsmakers.

Ieder van deze doelgroepen heeft zijn eigen rol in de transitie naar de toekomst van de landbouw. In de toekomstvisie schenken we aandacht aan deze verschillende rollen.



## HOOFDSTUK 2

# Uitdagingen in de sector vragen om verandering

De landbouwsector loopt momenteel tegen diverse uitdagingen aan die de toekomst van ons voedselsysteem en die van de boerenbedrijven onder druk zet. De uitdagingen komen voort uit tien overkoepelende factoren die we hierna benoemen. Deze factoren hebben aanzienlijke impact op het doen en laten van de teler. Er is alle reden om teelten in Nederland te behouden. Besef dat wanneer één teelt verdwijnt, ketenpartijen en daarmee meerdere teelten volgen. Verwerkende bedrijven kunnen immers niet bestaan op één teelt.

Om het boerenbedrijf en de voedselproductie toekomstbestendig te maken, is verandering essentieel. Denk hierbij aan concrete veranderingen voor de individuele teler, zoals het type gewas, de teelt- en oogstprocessen en het plantmanagement, maar ook aan grote veranderingen in de voedselketen als geheel. In deze veranderingen kan technologie een ondersteunende rol spelen.



### Arbeidstekorten

De beroepsbevolking vergrijsd en er vindt veel migratie plaats naar stedelijk gebied, weg van de teelt. Ook zijn er steeds minder seizoenarbeiders te vinden. Hierdoor hebben teeltbedrijven last van een flink arbeidstekort.

Hoe duurzamer, verser en diverser ons voedsel, hoe groter de arbeidsbehoefte. Doordat in Nederland steeds meer hoogwaardige gewassen worden geteeld (omdat de grond te duur wordt voor laagwaardige gewassen), wordt dit arbeidstekort nog nijpender.



### Klimaatverandering

Hittegolven, langdurige droogte en hevige regenval hebben grote invloed op gewassen en bodemgesteldheid. Seizoenen schuiven op, wat leidt tot onvoorspelbare weersomstandigheden. Dit bemoeilijkt de planning en uitvoering van de teeltacties. De CO<sub>2</sub>-uitstoot moet drastisch omlaag om gestelde duurzaamheidsdoelen te halen.



### Bodemkwaliteit

Door intensieve bewerking raken bodems verdicht: zware landbouwmachines drukken de bodem letterlijk in elkaar. Hierdoor is er minder ruimte voor het doorlaten van water en lucht en kunnen gewassen minder goed wortelen. Daarnaast neemt de vruchtbaarheid van de bodem af door verlies van organisch materiaal en erosie. Een verdichte ondergrond kost gemiddeld € 100,- per hectare per jaar aan opbrengstderving. Bij een hoog salderend gewas als aardappel loopt dit op naar € 200,- per hectare per jaar.<sup>1</sup>



### Bevolkingsgroei

De wereldbevolking blijft groeien. Dit leidt tot een toenemende voedselvraag. Ook in Nederland is er de komende jaren sprake van een bevolkingsgroei, al is de groei naar verwachting minder snel dan de afgelopen jaren. Tegelijkertijd strijdt voedselgewas steeds vaker om ruimte met gewassen die geteeld worden voor andere doeleinden en die in populariteit groeien, zoals vezelgewassen (hennep, vlas, miscanthus) voor een biobased bouwsector en mais ten behoeve van bio-ethanol. Desalniettemin moeten alle monden worden gevoed. Specifiek in Nederland – en de landen om ons heen – speelt bovendien de trend dat de vraag naar biologisch voedsel stijgt.



### Ziekten en plagen

Klimaatverandering en globalisering brengen nieuwe ziekten en plagen naar de teelt. Uitheemse plagen zijn lastig te bestrijden, omdat de natuurlijke vijanden van dit ongedierte hier vaak niet leven. Dit leidt tot hogere bestrijdingskosten. Overmatig gebruik van pesticiden leidt tot resistentie bij plagen, waardoor ze moeilijker te bestrijden zijn. Ook wordt regelgeving omtrent pesticiden gebruik strenger met het oog op gezondheid en milieu-impact.



### Strengere duurzaamheidseisen

Zoals hierboven vermeld, hebben strengere milieu- en gezondheidsvoorschriften invloed op het gebruik van bestrijdingsmiddelen. Dit geldt ook voor het gebruik van meststoffen. Hierdoor moeten telers aanpassingen doorvoeren in hun bedrijfsvoering. Daarnaast moet zuinig worden gedaan met water, waarvoor efficiënt watergebruik essentieel is.



### Economie en druk vanuit de markt

Fluctuaties in marktprijzen kunnen de winstgevendheid van boerenbedrijven flink beïnvloeden. Daarnaast zet internationale concurrentie met lage prijzen de Nederlandse boerenbedrijven onder druk.



### Onzeker beleid

Zowel vanuit de EU als vanuit de nationale of lokale overheid kunnen beleidsmaatregelen worden opgelegd die directe impact hebben op de bedrijfsvoering van de telers. Door politieke veranderingen is het onzeker wat het beleid gaat zijn op de lange termijn. Dit kan ook gevolgen hebben voor subsidies en ondersteuning waarvan telers afhankelijk zijn.



### Geopolitieke situatie en voedselonafhankelijkheid

De geopolitieke situatie heeft op verschillende manieren invloed op de Nederlandse landbouwsector en onze voedselonafhankelijkheid. Zo kan de situatie invloed hebben op de handelsrelatie met andere landen, de toegang tot grondstoffen, distributiemogelijkheden en voedselprijzen. Uiteindelijk kan dit invloed hebben op de voedselzekerheid in ons land.



### Eigenaarschap van het probleem

De sector staat duidelijk voor een aantal flinke uitdagingen. Die uitdagingen spelen echter niet alleen bij de telers zelf. De hele keten, van productie tot retail, heeft een rol in de transitie naar een duurzame en toekomstbestendige landbouw. Momenteel wordt er nog veel naar elkaar gekeken, in plaats van veel samen gedaan.

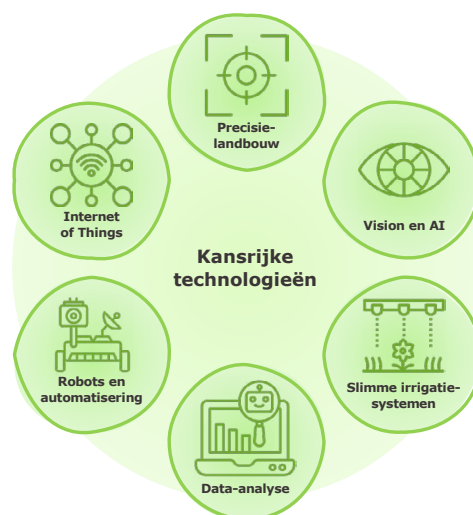
<sup>1</sup> WUR (2023). Preventie van bodemverdichting. Bakema, G. en Balen, D. van. Te lezen via [Bodemverdichting - Groen Kennisnet](#).



## HOOFDSTUK 3

# Technologie heeft potentie, maar adoptie kent belemmeringen

Technologieën als robotica, automatisering, data en AI bieden volop kansen voor procesoptimalisatie, de verhoging van productiviteit en de bevordering van duurzaamheid in de landbouwsector.



Figuur 1. **Kansrijke technologieën voor de landbouwsector.**

### 3.1 De toegevoegde waarde van (robot)technologie

Robots en autonome machines kunnen zorgen voor een verhoging van *efficiëntie en precisie*. Robots kunnen met behulp van sensoren nauwkeurige gegevens verzamelen over bijvoorbeeld bodemgesteldheid, gewasgezondheid en vochtigheidsniveaus. Hierdoor kan de teler nauwkeurig bepalen wat het gewas (tot op individueel plantniveau) en de grond nodig hebben.

Daarnaast hebben autonome machines de potentie om efficiënter te zaaien, bemesten en oogsten, wat tijd en kosten bespaart. De inzet van robottechnologie leidt tot *duurzaam gebruik van middelen*. Detectierobots kunnen ziekten bij de gewassen vroegtijdig opsporen en bestrijden met minimale hoeveelheden pesticiden en slechts op de benodigde locaties. Dit vermindert de impact op het milieu. Daarnaast kunnen watergebruik en meststofgebruik geoptimaliseerd worden, waardoor de ecologische voetafdruk kan worden verkleind.

Robots op de akkers *verhogen de productiviteit en verbeteren de arbeidsomstandigheden*. Robots kunnen continu werken, waardoor er sneller geoogst kan worden. Doordat deze machines zowel overdag als 's nachts kunnen worden ingezet, creëert dit meer flexibiliteit in de werkuren. Daarnaast kunnen robots de werkbelasting aanzienlijk verminderen door fysiek zware taken compleet over te nemen. Hiermee kunnen robots ook een deel van het arbeidstekort opvangen.

Data-analytics en AI-systemen bieden de mogelijkheid tot *datagedreven besluitvorming*. Het continu verzamelen van data en het analyseren hiervan helpt boeren om trends te herkennen en hun teeltstrategieën hierop aan te passen. Daarnaast zorgt constante monitoring ervoor dat problemen snel worden geïdentificeerd en gericht kunnen worden aangepakt. Uiteindelijk leidt dit tot minder verliezen en verbetering van de gewaskwaliteit en dus een hogere opbrengst.

### 3.2 De adoptie van de technologie heeft nog wat voeten in de aarde

De grootschalige adoptie van robotica en verwante technologieën laat nog op zich wachten. Hiervoor hebben we een aantal belemmeringen geïdentificeerd.

Ten eerste is de technologie zelf *nog niet volwassen* genoeg. De robots kunnen simpele repetitieve handelingen goed uitvoeren, maar zijn nog niet goed genoeg in taken waarbij een fijne motoriek vereist is. Dit speelt met name een rol bij het oogsten van (delicate) gewassen. Daarnaast kunnen de robots nog niet goed omgaan met wisselende invloeden van de omgeving, zoals weersveranderingen of verschillen in ondergrond, waardoor ze niet betrouwbaar genoeg zijn.

De robots en geautomatiseerde systemen zijn *kostbare* machines die vragen om een flinke *investering*. Het is niet vanzelfsprekend dat een teler deze kosten zomaar kan maken. De terugverdientijd is lang, wat telers logischerwijs kan afschrikken. Daarnaast kunnen ook de onderhouds- en reparatiekosten flink oplopen, met name wanneer er specialistische kennis vereist is. *Experimenteerruimte* ontbreekt. Veel boeren zijn genooddakt de robot direct op hun productiegrond in te zetten, wat risicovol is.

Telers moeten over voldoende *kennis en vaardigheden* beschikken om de technologie effectief te kunnen toepassen in hun dagelijkse landbouwpraktijk. Niet iedere teler bezit deze kennis. Scholing is dan noodzakelijk. Omdat de technologie zich zal blijven ontwikkelen, zullen de telers ook continu moeten bijleren om bij te blijven, wat natuurlijk vraagt om een tijdsinvestering.

Nog niet iedere teler is op de hoogte van de mogelijkheden en de voordelen die de technologie kan bieden voor zijn/haar bedrijf. Zoals het gezegde luidt: wat de boer niet kent, dat eet hij niet. Voor de technologiepartijen en brancheorganisaties blijkt het lastig om deze voordelen duidelijk over te brengen. Door dit *gebrek aan bewustzijn* over de toegevoegde waarde, blijft een groot deel van de telers vanzelfsprekend terughoudend over dit onderwerp.

*Wet- en regelgeving* omtrent dit onderwerp is onduidelijk en soms zelfs achterhaald, wat de implementatie aanzienlijk vertraagt. Veranderingen in de politiek leiden tot onzekerheid over beleid op de lange termijn. Hierdoor zijn telers terughoudend om nu flinke investeringen te doen, wat goed te begrijpen is.





## HOOFDSTUK 4

# Het pad naar de toekomst

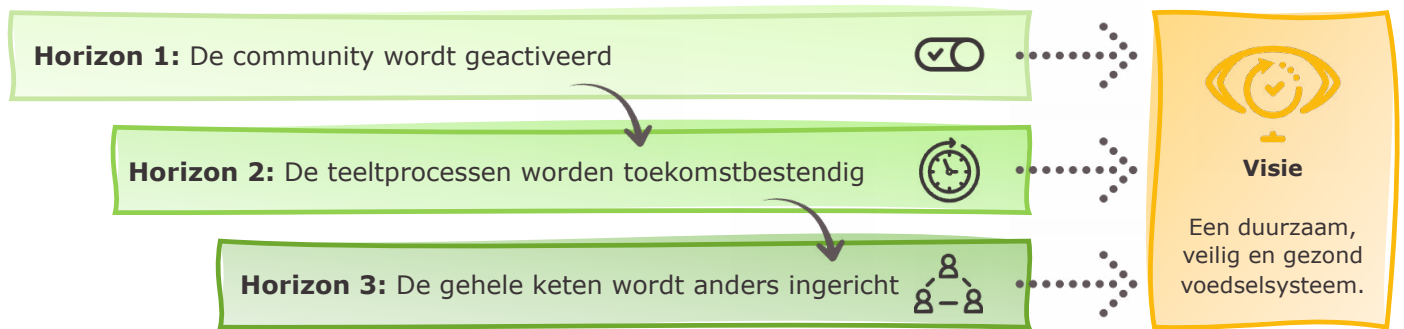
## 4.1 De toekomstvisie voor de Nederlandse landbouw

Samen met deelnemers uit de AgroBOTS-community hebben we nagedacht over de toekomst van de landbouwrobotica. Voorafgaand aan de bepaling van de benodigde stappen, is een gedeelde toekomstvisie opgesteld. Dit geeft de community een stip op de horizon. Door dit richtpunt is het voor de gehele community duidelijk waar we met de sector naartoe willen. Daarnaast kan een goede visie inspireren en motiveren. Het draagt bij aan het creëren van een gedeeld gevoel van eigenaarschap en verantwoordelijkheid, waardoor leden van de community zich meer betrokken voelen bij het behalen van het gemeenschappelijke doel.

Onze visie voor de toekomst van de landbouw in Nederland luidt als volgt:

In de toekomst dragen technologieën als robotica, AI, vision, data-analytics en automatisering steeds meer bij aan het ondersteunen van de teler bij fysiek zware taken en het optimaliseren van het vakmanschap door kennisgedreven teelt mogelijk te maken. Dit biedt een toekomstbestendig verdienmodel voor de boer. Op deze manier zorgen we voor een duurzaam, veilig en gezond voedselsysteem.

Deze visie is ons ideaalbeeld van de toekomst. Het is de stip op de horizon waar we in de landbouwtransitie naartoe willen. Maar, zo'n stip op de horizon bereik je niet zomaar. Om het behapbaar te maken, delen we de weg naar de toekomst op in stappen, ook wel horizonnen genoemd. Deze horizonnen geven inzicht in wat er moet gebeuren en geven een concreter idee wat dat voor de verschillende betrokkenen betekent.



Figuur 2. De drie horizons op weg richting de gedeelde visie.

## 4.2 De visie bestaat uit drie horizonnen

De weg richting de visie bestaat uit drie horizonnen, weergegeven in figuur 2. De horizonnen volgen elkaar op. Echter, dit is niet zo zwart-wit als het lijkt. Er is geen 'one size fits all'. Dit betekent dat zowel de technologieontwikkeling als de telers op hun eigen tempo door de horizonnen heen lopen. Ook per gewas kunnen er verschillen zijn. Kortom, de horizonnen bieden een handvat voor benodigde stappen die nodig zijn om bij onze ideale toekomst te komen, maar zijn niet gebonden aan een specifiek tijdsvak. Zo zullen de verschillende horizonnen ook parallel aan elkaar lopen. Iedere horizon wordt hieronder kort verder toegelicht.

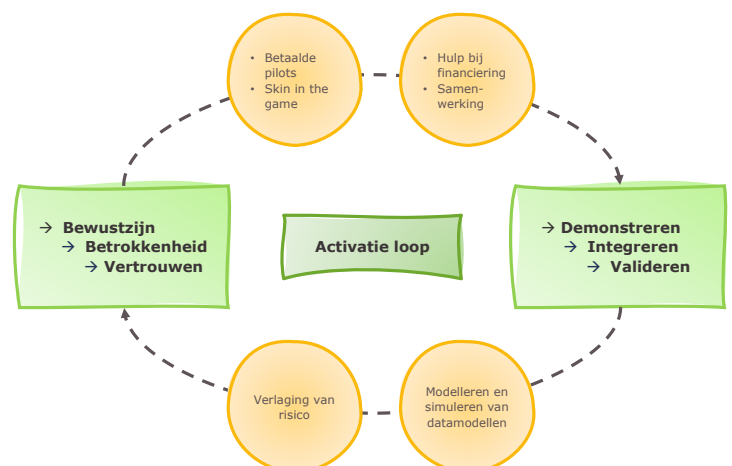
## 4.3 Horizon 1: de community wordt geactiveerd

In deze horizon ligt de focus op het creëren van bewustzijn binnen de community en het omzetten hiervan naar serieuze betrokkenheid. Bewustzijn alleen is namelijk niet voldoende, we streven in deze horizon naar actieve betrokkenheid, echt aan de slag willen gaan. Dit gaat niet alleen om de technologie zelf, maar ook over de inrichting van alle bedrijfsprocessen daaromheen. De early adopters – telers die nu al bezig zijn met de toepassing van robotica technologieën in hun bedrijfsvoering – zitten al volop in deze horizon. Zij fungeren dan ook als voorbeeld voor de rest. Deze early adopters spelen hiermee een belangrijke rol in het activeren van de community.

Het activeren van de community kent verschillende fases: van bewustzijn naar betrokkenheid en vertrouwen. Dat komt niet bij iedereen vanzelf. Daarom moeten deelnemers van de community elkaar een zetje in de goede richting geven door aan elkaar te laten zien wat de toegevoegde waarde is. Hier zien we een interessante wisselwerking:

Om een stap te zetten naar investeren in robotica technologie, moet er een zekere mate van bewustzijn, betrokkenheid en vertrouwen in de toepassing aanwezig zijn. Wanneer dit niet het geval is, zullen de telers de investering te risicovol achten. Om telers het vertrouwen te laten kweken, moeten zij met eigen ogen zien dat de technologie werkt. Hiervoor zijn demonstraties en pilotprojecten cruciaal die de toegevoegde waarde kenbaar maken. Naast dat de robotoplossingen op deze manier aan een breed publiek getoond kunnen worden, is het ook een nuttige methode om inzichten op te doen die gebruikt kunnen worden voor een technische verbeterslag.

Maar, om zo'n pilot te kunnen uitvoeren, zijn ook deelnemers nodig. Zoals figuur 3 laat zien zijn de elementen van betrokkenheid en demonstratie dus als een cirkel met elkaar verbonden en versterken zij elkaar keer op keer.



Figuur 3. Visuele weergave van de activatiecirkel zoals beschreven in horizon 1.

In deze demonstratie- en pilotprojecten worden data verzameld. Door deze data te delen, te combineren en open te stellen voor de community, kan AI worden getraind, kunnen nieuwe oplossingen worden gesimuleerd en kan ontwikkeling worden versneld. Om voorbereid te zijn op horizon 2 en 3, is het belangrijk zo snel mogelijk te beginnen aan het verzamelen van geschikte data.

Dit is dan ook de reden dat de early adopters zo belangrijk zijn. Deze groep is innovatief en staat open om nieuwe dingen te proberen. Er lopen momenteel al een aantal pilots en demonstratieprojecten bij deze groep, al zijn deze vaak gesubsidieerd. Om de betrokkenheid van de telers richting de technologiepartijen kracht bij te zetten, kan worden ingezet op betaalde pilotprojecten. Op deze manier hebben de telers echt een stukje 'skin in the game'. Om het risico te beperken, moeten zij wel hulp kunnen krijgen bij de financiering of een project in samenwerking met anderen kunnen starten om het risico te spreiden. Corporaties kunnen een rol spelen in de coördinatie hiervan. Zodra deze pilots lopen, is het essentieel dat er wordt ingezet op informatie- en kennisverspreiding. Dit kan door middel van bijvoorbeeld voorlichtingsbijeenkomsten, open dagen of workshops. Zo worden steeds meer telers geïnformeerd en geïnspireerd om op hun eigen tempo de activatiecirkel te doorlopen. Ook de technologie zal zich blijven ontwikkelen, dus deze cyclus zal zich gedurende alle drie de horizons blijven herhalen.

Hieronder zetten we op een rijtje wat voor deze horizon de focuspunten zijn per doelgroep.

### Technologiebedrijven

Voor deze partijen is het van belang dat zij de technologie doorontwikkelen zodat deze volwassen wordt. Hoe betrouwbaarder de technologie is, hoe makkelijker de boeren overtuigd kunnen worden. In deze eerste horizon ligt de focus dan ook op het optimaliseren van de vroege, minder complexe stappen in het teeltproces. Latere stappen, zoals oogsten, zijn complexer en volgen daardoor later.

### Telers

De boeren die vooroplopen – de early adopters – hebben de taak om anderen te inspireren en te betrekken bij hun innovatieprojecten en hun data te delen. Alleen door te zien hoe de technologie werkt en wat het opbrengt, zullen anderen ook een stap durven zetten. De andere boeren hebben de taak om zich open te stellen voor verandering om zo hun bedrijf toekomstbestendig te kunnen maken.

### Branchevereniging

Deze partijen kunnen een grote rol spelen in informatievoorziening aan de gehele community. Zij kunnen de early adopters ondersteunen in het verspreiden van hun kennis en kunnen boeren die nog niet zo ver zijn actief betrekken. Daarnaast kunnen de corporaties samenwerking faciliteren tussen verschillende boerenbedrijven en het voortouw nemen in het realiseren van een gezamenlijk dataplatform. Zij kunnen partijen stimuleren om als community mee te doen aan pilots, zodat het risico kleiner is voor het individuele bedrijf.

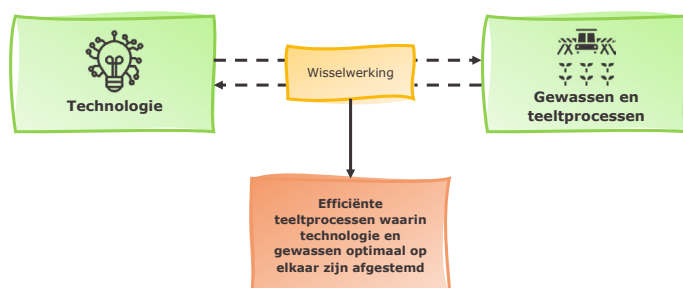
### Beleidsmakers

Het is van belang dat deze groep op de hoogte is van de technische mogelijkheden voor de landbouw en wat daar allemaal bij komt kijken, zodat zij nu al kunnen werken aan een beleid dat toekomstbestendig is. Daarnaast kunnen zij met financiële middelen voor de boeren, de tech-partijen en het gezamenlijk dataplatform deze transitie een boost geven.

## 4.4 Horizon 2: teeltprocessen worden toekomstbestendig

Deze horizon staat in het teken van systeemverandering naar duurzame teelt. In horizon 1 zijn stakeholders in de sector geactiveerd en hebben er diverse technologische ontwikkelingen plaatsgevonden. Echter, om tot echte duurzame verandering te komen, moet er naar het gehele systeem worden gekeken. Dit betekent dat er naast productinnovatie ook gekeken moet worden naar verandering in de bestaande processen, procedures en kaders die leiden tot duurzame impact op de lange termijn.

Door de actieve betrokkenheid die is ontstaan tijdens de eerste horizon hebben de telers wat ervaring opgedaan en hebben zij een goed beeld bij wat de technologie voor hen kan betekenen. Bovendien zijn een hoop data vergaard. Met deze kennis en ervaring op zak worden de teeltprocessen (en alles daaromheen) in deze horizon onder de loep genomen. Met de opgedane kennis van de technologie aan de ene kant én van de bestaande kennis over teeltprocessen aan de andere kant, kunnen hier mooie ontwikkelingen ontstaan die tot een synergetisch effect leiden. Een voorbeeld: de huidige akkers zijn niet speciaal ingericht op het gebruik van robots. De technologie wordt dusdanig ontwikkeld dat de robots zo goed mogelijk functioneren, maar sommige handelingen blijven complex. Ook op deze akkers kunnen aanpassingen worden gedaan om tot een zo optimaal mogelijk resultaat te komen. Denk hierbij aan het anders inrichten van de akker, maar ook veredeling van gewassen zodat ze makkelijker door robots te oogsten zijn. Hier ontstaat een interessant samenspel waarbij de uitwisseling van kennis tussen de telers van groot belang is. Door te leren van elkaars technologische inzet en proces- en gewasoptimalisatie, plukt de gehele sector daar later de vruchten van. Daarnaast moet actieve samenwerking met de technologiebedrijven en eventueel kennisinstellingen gestimuleerd worden om de (technologische) innovaties binnen het systeem zo goed mogelijk op elkaar te laten aansluiten.



Figuur 5. Visuele weergave van de wisselwerking tussen technologie en teeltprocessen.

Als we in deze horizon kijken naar de gewassen zelf, zien we dat de Nederlandse landbouwgrond te duur is om slechts laagwaardige gewassen te verbouwen. Voor telers zijn eigenlijk alleen de hoogwaardige gewassen interessant. Deze zijn echter ook bewerkelijker. Dit maakt robotica noodzakelijker: met technologie worden deze bewerkelijke gewassen eenvoudiger om te verbouwen, maar ook gemakkelijker terug te verdienen. Deze toekomstbestendige teelt omvat meer eiwitrijke gewassen en richt zich meer op mengteelt en pixelfarming in plaats van monotelt. Pixelfarming houdt in dat elke pixel op het land wordt gekoppeld aan een bepaald gewas, bepaalde gewasverzorging en een bepaalde consument, wat berekend en voorspeld kan worden door middel van computermodellen. Deze manier van telen zorgt voor een betere bodemkwaliteit en biodiversiteit en leidt tot verdere afname in mestgebruik.

Op puur technologisch gebied zijn de ontwikkelingen in deze horizon verder gevorderd. Met name op het gebied van de delicate teeltstappen, zoals het oogsten, zijn forse stappen gezet waardoor steeds meer fijne handelingen mogelijk zijn. Voor succesvolle adoptie van de technologieën voor het gehele teeltproces, is het doel is om een aantal opzetstukken voor de diverse functionaliteiten te hebben die op één basismodule kunnen worden gezet, waardoor niet voor elke handeling een geheel andere robot nodig is. Dit vraagt om intensieve samenwerkingsvormen tussen de technologiepartijen. Zoals hierboven genoemd, lopen deze ontwikkelingen parallel aan ontwikkelingen op en rond de akkers om zo tot een optimaal resultaat te komen. Uiteindelijk worden alle technologische teelttoepassingen integraal verbonden en beheerd zodat de verschillende aspecten eenvoudig op elkaar af te stemmen zijn.

Deze horizon draait ook om het overtuigen van grote techniekbedrijven. Om de robotica-oplossingen op grote schaal te produceren en tegen een lagere kostprijs te kunnen verkopen, is opschaling essentieel. Grote bedrijven hebben het geld om hierin te investeren, maar moeten daarvoor wel eerst overtuigd worden om dit daadwerkelijk te doen. Net zoals bij het overtuigen van telers in horizon 1, zijn demonstraties en voorbeelden hiervoor belangrijk. De telers, brancheverenigingen en technologiebedrijven moeten hun krachten bundelen om de innovaties en de waarde hiervan goed zichtbaar te maken aan mogelijke investeerders, bijvoorbeeld door deze partijen actief te contacteren en uit te nodigen voor een open dag. Hierbij is het creëren van geschikt marketingmateriaal (video's, pitches, etc.) essentieel om het verhaal kracht bij te zetten.

### Technologiebedrijven

Voor deze partijen blijft de focus op het volwassen maken van de technologie voor het gehele teeltproces. Hierbij is het van belang dat ontwikkelingen plaatsvinden in samenwerkingsverband, zodat er gezamenlijk impact kan worden gemaakt. Hier is ook een rol weggelegd voor brancheverenigingen en netwerkpartijen. Naast dat de robots fysiek volwassen worden, vinden er ook ontwikkelingen plaats binnen de datagedreven teelt en het verbinden van al deze systemen, ofwel de interoperabiliteit. In het integraal verbonden systeem worden data uitgewisseld, gemonitord, geanalyseerd en kan hier op het juiste moment door de juiste robot op worden geacteerd. Samenwerking met de telers is een must. Data- en cyberveiligheid is en blijft een cruciaal thema.

### Telers

Voor de telers blijft kennisdeling een belangrijke taak gedurende deze horizon. De technologie blijft zich ontwikkelen en dat betekent ook dat de early adopters de rest van de telers moeten blijven inspireren door anderen te laten zien en ervaren wat de toegevoegde waarde van deze nieuwe manier van telen is. Om de technologie zo optimaal mogelijk maken, is het van belang dat de telers de ontwikkelingen van de technologiebedrijven blijven testen en valideren. Daarnaast is het voor hen belangrijk om naar het grotere plaatje te kijken. Naast de inzet van technologie moeten de telers ook nadenken over de inrichting van hun bedrijf en de gewassen die zij willen verbouwen.

### Brancheverenigingen

Deze partijen kunnen een belangrijke rol spelen in het aanjagen van de samenwerking tussen teler en technologie en tussen de technologiepartijen zelf. Het bundelen van de krachten van technologiepartijen leidt tot completere ontwikkelingen. Echter vraagt een dergelijke vorm van samenwerking om goede afspraken en begeleiding. Daarnaast is het voor telers niet eenvoudig om een teeltproces nog meer toekomstbestendig te maken. De brancheverenigingen kunnen handvaten bieden door innovatieworkshops en brainstormsessies te organiseren waarbij bijvoorbeeld gebruik wordt gemaakt van experts op het gebied van innovatie en systeemdenken. Telers kunnen van dit soort sessies gebruikmaken om een plan te ontwerpen dat aansluit bij hun eigen huidige bedrijfsvoering. Ook hier geldt namelijk niet het 'one size fits all'-principe.

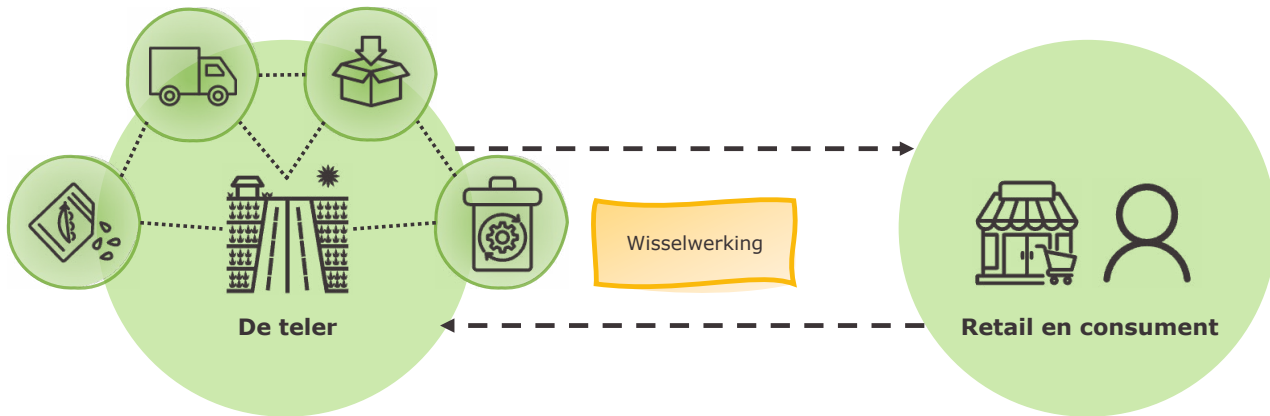
### Beleidsmakers

Toekomstbestendige teeltprocessen vragen om beleid dat dit faciliteert. Beleidsmakers moeten hun beleid dusdanig inrichten dat er ruimte is voor het plaatsvinden van deze ontwikkelingen. Dit betekent dat er verkend moet worden welke ontwikkelingen potentie hebben, waar de focus op moet liggen en wat er mogelijk is binnen het huidige beleid.

## 4.5 Horizon 3: de keten wordt anders ingericht

In de vorige horizon zijn de eerste stappen gezet in het optimaliseren van processen door technologieontwikkeling te combineren met gewasinnovatie. In deze derde horizon wordt nog meer aandacht besteed aan gewasinnovatie door middel van veredeling en worden deze ontwikkelingen voortgezet. De hardware is volwassen geworden en alle systemen staan moeiteloos met elkaar in contact. Dit heeft als resultaat dat technologie de teler nu kan ondersteunen in alles wat hij/zij doet. Er zijn genoeg data beschikbaar om te berekenen en te voorspellen hoe de verschillende gewassen precies geteeld moeten worden voor optimale opbrengst. Dit leidt tot enorme hoeveelheden aan data. Enerzijds biedt dit kansen voor nieuwe verdienmodellen. Data kunnen worden verkocht aan partijen die baat hebben bij het gebruik van deze inzichten in hun bedrijfsactiviteiten. Anderzijds kent dit ook risico's omtrent databeveiliging en speelt er onder de telers de angst om gereguleerd te worden. Dit vraagt om continue focus op cyberveiligheid en duidelijke afspraken omtrent datagebruik.

Andere verdienmodellen komen ook in andere opzichten terug in deze horizon. Over de horizons heen is een goede basis opgebouwd van samenwerking tussen de technologiebedrijven, telers, corporaties en brancheverenigingen. De inmiddels volwassen hardware en software kunnen in verschillende innovatievormen worden aangeboden aan de gebruikers. Denk bijvoorbeeld aan het leasen van de modules, deelstations/hubs in de buurt of licenties die op (basis)modules kunnen worden geïnstalleerd. Door de nauwe samenwerking tussen de verschillende partijen, ontstaan verdienmodellen die aansluiten bij de behoeften van de belanghebbenden.



Figuur 6. Visuele weergave van de wisselwerking tussen de teler en de retail/consument.

Nu de teeltprocessen en de technologie op elkaar zijn afgestemd voor een optimaal resultaat, is het zaak om naar de gehele keten eromheen te kijken. Denk hierbij aan de supplychain, de afvalstromen, het transport en de retail. Om ons voedselsysteem duurzamer te maken, dienen de processen in de keten vanuit een meer circulair perspectief ontworpen te worden. Om dit voor elkaar te krijgen ligt ketenverkorting voor de hand. Wanneer meer processen naar de boerderij gehaald worden, scheelt dit transport en kunnen afvalstromen direct verwerkt en hergebruikt worden.

Dat de telers een aantal duurzame veranderingen moeten ondergaan om toekomstbestendig te zijn, is duidelijk. Echter, zo'n verandering vraagt om betrokkenheid van alle ketenpartners. In deze horizon is dan ook een rol weggelegd voor de retail en de consument, zodat de transitie succesvol kan worden uitgerold. Ook hier is namelijk sprake van een wisselwerking. Door de veranderingen die plaatsvinden in de teeltprocessen en met de gewassen zelf, zien deze er in de toekomst mogelijk anders uit, hebben ze een ietwat andere smaak of worden ze op een ander moment geleverd.

Wanneer winkels en consumenten blijven hangen in wat ze kennen, heeft dit een enorm remmend effect. Het is dan ook belangrijk dat zij om de tafel gaan met de telers, zodat zij elkaar goed leren begrijpen en er ook bewustwording en betrokkenheid ontstaat aan de kant van de consument. Deze twee kanten spelen een belangrijke rol in elkaars bestaan. Alleen samen kunnen zij echt de stap zetten naar een duurzaam voedselsysteem.

### Technologiebedrijven

Voor deze partijen draait het in deze horizon om het daadwerkelijk volwassen maken van de technologie. De diverse hardware moet moeiteloos in contact staan met alle softwaresystemen. Hierbij gaat het niet alleen om het volwassen zijn van de producten zelf, maar ook om de productie hiervan. Door middel van automatisering worden de productieprocessen voor de modules klaargestoomd voor opschaling. Hiermee wordt hoge kwaliteit van de producten geborgd en kan de kostprijs uiteindelijk omlaag.

### Telers:

Voor een groot deel van de telers is de toepassing van technologie geen uitzondering meer. De telers zijn gewend aan de aansturing en het gebruik van de producten. In samenwerking met de technologiebedrijven zijn stappen gezet om de teeltprocessen zo efficiënt en duurzaam mogelijk in te richten. Databeheer en datadeling blijven hierbij een punt van aandacht. Echter, in deze horizon moeten de telers verder kijken dan de teeltprocessen zelf. Circulariteit speelt een alsmaar grotere rol. Hiervoor is het opzetten van een ketenbrede samenwerking – van leverancier tot afvalverwerker en alles wat daartussen zit – van belang. Ook op dit thema kunnen telers van elkaar en hun ketenpartners leren. Kennisdeling blijft dus essentieel. Het kennisnetwerk wat in de eerdere horizons al ontstaan is, kan hier dan ook zeker voor worden benut.

### **Brancheverenigingen**

Deze partijen bekijken vraagstukken op grotere schaal dan een individuele teler. Ook kunnen zij een grotere groep telers vertegenwoordigen. Dit maakt dat zij een sturende rol kunnen pakken in het maatschappelijk debat over het duurzame voedselsysteem. In deze hoedanigheid kunnen zij gesprekken en workshops faciliteren met enerzijds telers en anderzijds retail en consument. De brancheverenigingen kunnen ook activiteiten uitvoeren op promotie en publiciteit op dit thema om richting de consument de boodschap op dit thema verder uit te dragen. Het stimuleren van kennisverspreiding en het bieden van handvatten voor telers blijft ook in deze horizon relevant, met name op de thema's circulariteit en technologie.

### **Beleidsmakers**

Het is van belang dat deze groep op de hoogte is van de status van de technologie. Hier is met name het stuk dataveiligheid van belang. Hier moeten – in overleg met technologiepartijen en telers – duidelijke regels voor worden opgesteld. Telers moeten zich veilig voelen zonder dat zij te veel het gevoel hebben dat de overheid ze reguleert. Om hier een goede afweging te maken, dienen de beleidsmakers behoeften van de telers op te halen. Ook op het gebied van duurzaamheid en circulariteit kunnen de beleidsmakers een sturende rol spelen. Duurzaam beleid is ten slotte een efficiënte manier om consumenten en retail een duurzamere keuze te laten maken.

# Tot slot: een oproep aan ons allemaal

Verandering lukt niet in je eentje. Meer technologische ontwikkeling brengt nog geen implementatie teweeg. Meer vraag vanuit de markt leidt niet direct tot betere oplossingen, en meer praten niet per se tot actie.

Naast dit document zijn er verschillende visiestukken, routekaarten en initiatieven, elk vanuit hun eigen perspectief en met hun eigen focuspunten. Over het volgende zijn ze het allemaal eens: iedere belanghebbende in de sector heeft een rol te spelen om de transitie naar een duurzaam, veilig en gezond voedselsysteem te kunnen maken, en dit in Nederland te kunnen behouden.

Wij roepen u op uw steentje bij te dragen. Heeft u vragen? Ziet u kansen?

**Wij horen ze graag!**



**Irma Oosterom**

[i.oosterom-vanroest@berenschot.nl](mailto:i.oosterom-vanroest@berenschot.nl)



**Margriet Klinckhamers**

[m.klinckhamers@berenschot.nl](mailto:m.klinckhamers@berenschot.nl)

Dit document is tot stand gekomen met steun van:



Medegefinancierd door  
de Europese Unie

**OPZUID**

Europees programma voor transitiegedreven innovatie

**Provincie Noord-Brabant**





## **‘WIJ ZIJN BERENSCHOT, GRONDLEGGER VAN VOORUITGANG’**

Nederland is continu in ontwikkeling. Maatschappelijk, economisch en organisatorisch verandert er veel. Al ruim 85 jaar volgen wij als adviesbureau deze ontwikkelingen op de voet en werken we aan een vooruitstrevende samenleving. De behoefte om iets fundamenteels te betekenen voor mens en maatschappij zit in onze genen. Met onze adviezen en oplossingen hebben we dan ook actief meegebouwd aan het Nederland van vandaag. Altijd op zoek naar duurzame vooruitgang.

Alles wat we doen is onderzocht, onderbouwd en vanuit meerdere invalshoeken bekeken. Zo komen we tot gefundeerde adviezen en slimme oplossingen. Die zijn op het eerste gezicht misschien niet altijd de meest voor de hand liggende. Juist deze eigenzinnigheid maakt ons uniek. Daarbij zijn we niet van symptoombestrijding. En gaan pas naar huis als het is opgelost.

### **Berenschot Groep B.V.**

Van Deventerlaan 31-51, 3528 AG Utrecht

Postbus 8039, 3503 RA Utrecht

030 2 916 916

[www.berenschot.nl](http://www.berenschot.nl)