

## Over uitdagingen, kansen en wensen in de transitie naar levende teeltsystemen.

Door een opeenstapeling van maatschappelijke, ecologische en politieke crisissen nemen de wensen en eisen die aan de tuinbouwsector gesteld worden hand over hand toe. Aan de andere kant nemen ook de kansen en mogelijkheden door toegenomen kennis en voortdurende technologische ontwikkelingen rap toe. De tuinbouw verkeert hierdoor in dermate wild vaarwater dat, gezien de veelvoud aan transities, gerust gesproken kan worden van een systeemtransitie. Een systeemtransitie naar een ecologisch en economisch duurzame tuinbouw door productiesystemen die zowel stabiel als hoogproductief zijn, vraagt niet om een vlucht in het verleden, maar om een sprong de toekomst in. Een sprong naar een productiesysteem gebaseerd op kennis van de plant en de interactie met zijn (ecologische) omgeving, ondersteund door hoogwaardige technologie met een hernieuwde vorm van procescontrole.

**In dit essay onderzoek ik hoe ik als associate lector levende teeltsystemen voor Inholland bij wil dragen aan onderzoek en onderwijs op de actuele transitiepaden van de glastuinbouw.**

*Door Frank van der Helm, 10 februari 2023*

Maatschappelijke ontwikkelingen zoals klimaatverandering, biodiversiteitsverlies, vervuiling van water, bodem en lucht door emissie van schadelijke stoffen, politieke instabiliteit, tekorten aan vakkundig personeel, en schaarste aan natuurlijke hulpbronnen bij een stijgende wereldbevolking, stellen steeds hogere eisen aan het tuinbouwproductieproces. Zoals bijvoorbeeld de zuiveringsplicht bij het lozen van water met gewasbeschermingsmiddelen en de kaderrichtlijn water die voorschrijft om 0-emissie van stikstof en fosfaat te bereiken in 2026. Maar ook de sterk gestegen energiekosten door politieke instabiliteit, schaarste en klimaatbeleid. En daarnaast nog een steeds krappere pakket aan chemische bestrijdingsmiddelen terwijl steeds nieuwe problemen met ziekten en plagen ontstaan door handelsstromen in de internationaal opererende tuinbouwproductieketens.

Kortom, de uitdagingen waar de tuinbouw voor staat zijn groot, maar dat geldt ook voor de kansen die er zijn om aan deze uitdagingen het hoofd te bieden. De ontwikkeling van kennis en technologie gaat zeer hard, wat veel nieuwe kansen biedt. Als eerste denk ik dan aan digitalisering en Artificial Intelligence (AI)

die robotisering en automatisering enorm versnellen. Ik denk aan de rap groeiende wetenschappelijke kennis over plantweerbaarheid en interacties tussen planten en micro-organismen. Kennis die een stroom aan nieuwe producten op gang brengt die de telers kunnen ondersteunen bij de gewasgezondheid. Ook denk ik aan moleculaire biologie en biochemische technologie die veredeling van nieuwe rassen, de monitoring van het microbioom en de productie van hoogwaardige materialen uit reststromen kunnen verbeteren en versnellen. Ik denk ook aan nieuwe sensortechnologie die niet alleen het klimaat in de kas veel nauwkeuriger in kaart kan brengen, maar die ook de status van de plant zelf beter inzichtelijk kunnen maken, in combinatie met groeimodellen voor autonome aansturing van teeltprocessen. Ten slotte denk ik aan de groeiende inzet van aardwarmte, zonne-energie, zuinige LED armaturen en steeds betere schermdoeken en teeltstrategieën om energiezuinig te telen. In dit essay wil ik me richten op twee transitiepaden met grote impact op het teeltproces; de energietransitie en de vergroening van de gewasbescherming.

## Energietransitie

De energietransitie is voor de tuinbouw een noodzakelijke en belangrijke transitie, die al jaren wordt aangejaagd door het programma Kas als Energiebron. Een toekomstbestendige tuinbouw is niet afhankelijk van fossiele brandstoffen. Kas als energiebron onderzoekt alternatieve energiebronnen en onder de noemer van “het nieuwe telen” ook de transitie naar energiezuinige teeltstrategieën (Kasalsenergiebron.nl, sd). Geelen, Voogt & van Weel (2015) legden de basis voor het nieuwe telen vast, waarbij zij de plant centraal stellen in de aansturing van de teeltprocessen. Waar telers zich voorheen volledig richtten op het monitoren en beheersen van de omstandigheden, stelt het nieuwe telen een teeltstrategie voor die meer rekening houdt met de reacties van de plant op het klimaat en de invloed die de plant zelf uitoefent op het klimaat, dit vanuit een natuurkundige benadering (Geelen(a), Voogt, & van Weel, 2015). Deze benadering heeft, in combinatie met technische innovaties, geleid tot nieuwe energie-efficiëntere teeltstrategieën, met name op gebied van beheersen van vocht gerelateerde problemen. Waar het nieuwe telen zich aanvankelijk vooral richtte op de klimaatregeling van de kas, breidt dit zich nu langzaam verder uit richting plantmanagement en zelfs de samenstelling van het bodemleven voor een weerbaar gewas. Want, niet alleen bij energie-efficiënte klimaatregeling is het nuttig de plant centraal te stellen, ook voor een weerbaar gewas. Kennisdoorstroming over het nieuwe telen vindt plaats in het onderwijs, maar ook via het uitgebreide trainingenaanbod op gebied van het nieuwe telen door kas als energiebron. Hierin worden tegenwoordig ook trainingen aangeboden op het gebied van weerbaar telen (kasalsenergiebron.nl(b), sd). De kennis uit dit programma sijpelt zo al jaren langzaam de dagelijkse praktijk binnen en, als gevolg van de hogere energieprijzen, nu nog veel sneller. Door ongelijke posities op de gasmarkt zie ik het ene bedrijf door energiearmoede terug

schakelen naar seizoensmatige teelt, terwijl een ander bedrijf juist veel investeringsmogelijkheden heeft om het bedrijf te moderniseren. Zij investeren dan in energiebesparende installaties, voor als ook voor hen energiekosten structureel hoger zijn. Dus zie ik de energie-efficiëntie toch flink toenemen, waardoor de tuinbouw haar fossiele afhankelijkheid verminderd. Wat ik ook zie is investeringen in installaties waarmee telers, ondernemend als zij zijn, beter kunnen spelen op prijsfluctuaties in de volatiele energiemarkt, zoals e-boilers en grotere warmtebuffers. Wat op de langere termijn rendabele teeltstrategieën zijn, is nu nog lastig te voorspellen, want investeren betekent nog niet energiezuinig telen. Want, wat economisch gunstig is, is niet altijd energie-efficiënt. Ook zie ik telers nog altijd oude gewoonten aanhangen en als deze door kostenstijging noodgedwongen toch losgelaten worden, missen ze vaak kennis, inzicht of technische mogelijkheden om winterproductie en kwaliteit op peil te houden. Sommige bedrijven zijn afgelopen winter zelfs volledig met de productie gestopt, schakelen over op energie-extensieve gewassen. In die zin zie je de voorlopers in het nieuwe telen nu profiteren van hun innovatiedrang, al is een goede positie nog veel bepalender. Al zijn er natuurlijk ook ondernemers die hun gaspositie vooral benutten om veel geld te verdienen.

Mijn verwachting is dat energie input in de glastuinbouw steeds meer losgekoppeld zal zijn van maximalisering van de productie, maar een veel sterkere interactie zal vertonen met de energiemarkt. Kwaliteit, productie en gewasgezondheid worden zo meer randvoorwaarden dan hoofddoel. Jaarrondproductie wordt door Nederlandse tuinders steeds vaker gerealiseerd door buitenlandse vestigingen, internationale samenwerking of import. Ik hoop dat op de wat langere termijn dit weer meer in Nederland plaats kan vinden door het overgaan op duurzame energiebronnen en het

vergroten van energieopwekking en opslag op de bedrijven zelf. Dit realiseren is zeer kapitaalintensief. Ik verwacht daarom een groeiende kloof tussen zeer grootschalige high-tech bedrijven met een eigen energie-infrastructuur, autonome aansturing en sterke robotisering, die alleen nog met aandelenkapitaal gefinancierd kunnen worden enerzijds en low- tot mid-tech ondernemingen die meer kleinschalig, seizoensmatig en coöperatief of als familiebedrijf ondernemen anderzijds.

### Vergroening gewasbescherming

Traditioneel gezien heeft een teler het liefst de touwtjes stevig in handen om te voldoen aan strenge productie- en kwaliteitseisen die afnemers en wetgever stellen. Controle is daarbij het toverwoord. Hoe gek het ook mag klinken, met de toename van kennis over plantprocessen en technologische innovatie van het productieproces, lijkt de teler juist steeds meer controle uit handen te moeten geven. In het rapport *“De negen balansen van het nieuwe telen”* wordt het aanvullen van de zes balansen van het nieuwe telen met de ecologische balans, de mineralenbalans en de hormoonbalans onderzocht. (Helm, Bonnet, & van der Wurff, 2019). In dit rapport wordt een aantal tegenstellingen benoemd tussen productiemethoden waarin de teler zoveel mogelijk de controle heeft ten opzichte van productiesystemen waarin processen meer zelfregulerend zijn (Figuur 1).

In dit essay wil ik hierop doorgaan en zet ik een visie uiteen over wat ik denk dat voor de vergroening van de gewasbescherming belangrijk is. Een transitie naar productiemethoden waarin niet alleen de plant, maar het hele ecosysteem inclusief de plant centraal staat. Ons beeld van

planten is in de afgelopen 30 jaar ingrijpend veranderd. Ik herinner me de documentaire *“Een schitterend ongeluk”* waarin zes vooraanstaande wetenschappers discussie voerden over de opkomst van kunstmatige intelligentie. De plant werd hierin genoemd als voorbeeld van een organisme dat volkomen hulpeloos is en alles maar over zich heen moet laten komen (Kayzer, 1993). Dit was toen een heel gangbare zienswijze. Een zienswijze die het beschermen van de plant evident de opdracht van de teler maakte, die hiervoor een breed pakket aan chemische middelen voor handen moest hebben. Wat sommigen toen al wisten en wat inmiddels iedereen die met planten werkt weet, is dat planten allesbehalve hulpeloos zijn.

Voor mij werd dit voor het eerst goed duidelijk na het lezen van een artikel van Marcel Dicke over hoe planten in staat zijn om de hulp in te roepen van natuurlijke vijanden door het uitscheiden van vluchtige chemische verbindingen (Dicke(a), 2003). Vanuit mijn Master in ecologische landbouw wist ik dat in ecologisch rijke landbouwsystemen de ziekten en plagen beheerst worden door zelfregulering binnen het ecosysteem, maar ik wist niet volgens welke mechanismen dit precies ging. Dat maakte het toch wat ongrijpbaar. De natuurlijke afweer van planten interesseerde me wel mateloos. De kennis

| <i>De mens stuurt en beschermt de plant</i>        | <=> | <i>De plant regelt het zelf</i>                                     |
|--|-----|---|
| Input gedreven                                     | <=> | Kringloop gedreven  |
| Monocultuur en steriel                             | <=> | Ecologische communities realiseren                                  |
| Chemische meststoffen                              | <=> | Organische mest (evt. met moderne omzetting naar minerale fracties) |
| Gewasbescherming gericht op uitroeien              | <=> | Gewasbescherming gericht op biologisch evenwicht                    |
| Steriel (ontsmetten)                               | <=> | Levend (biologische zuivering)                                      |
| Maximaliseren productie                            | <=> | Stabiliseren productie  |
| Vatbare rassen of monogene resistenties            | <=> | Sterke rassen door (partiële-) resistentie en/of tolerantie         |
| Problemen oplossen                                 | <=> | Verstoringen voorkomen  |
| Terugbrengen naar eenvoudige enkelvoudige relaties | <=> | Samenhang zoeken in complexe relaties                               |
| Streeft naar optimum                               | <=> | Blijft binnen grenzen   |
| Tegen de natuur in                                 | <=> | Met de natuur mee   |
| Monitoren omgeving (klimaat en mineralen)          | <=> | Monitoren van de plant en ecologische functies                      |

Figuur 1: Tegenstellingen in zienswijze tussen sturen op plant processen of de plant zelf laten sturen. (Helm, Bonnet, & van der Wurff, 2019).

hierover uit onderzoek nam al snel een vlucht en zo ontstond ook bij mij meer inzicht in hoe die eerder genoemde zelfregulering vanuit het ecosysteem tot stand komt. Dat een plant helemaal niet zo hulpeloos is, maar dat er bij een aanval door een predator of pathogeen een heel scala aan afweerreacties mogelijk is. Maar ook dat planten niet alleen staan in hun verdediging, maar actief de hulp inroepen van andere organismen (Dicke(b) & van Poecke, 2002). Inmiddels weten we dat planten niet alleen intensief samenwerken met insecten, maar met een heel web aan macro en micro-organismen in het ecosysteem. Eigenlijk kan geen plant goed groeien zonder een samenwerking met andere organismen zoals schimmels, oömyceten, bacteriën en aaltjes. Zelfs in inerte substraten als perlite, kleikorrels, steenwol, ja zelfs bij teelt op alleen water met voeding, ontstaat er al snel leven rondom de wortels en op de bladeren, waarbij de plant en micro-organismen elkaar in stand houden door uitwisseling van voedingsstoffen en diensten. Deze obligate wederzijdse afhankelijkheid wordt ook wel aangeduid als holobiont (Hoogdaem, et al., 2021). Eigenlijk verschillen wij mensen daarin niet eens zoveel van planten, want ook een menselijke lichaam is gastheer voor ontelbare hoeveelheden micro-organismen, zonder welke het lichaam niet goed zou functioneren. Zo beschouwd is het wellicht helemaal geen goed idee om deze organismen massaal om zeep te helpen; iets wat telers die biologische bestrijders inzetten tegen plagen, al lang weten, maar desondanks nog vaak (moeten) doen. Een plant zonder ondersteunende organismen is als een fort zonder leger. De vijand loopt er zo naar binnen (Stilma, 2022). Want het is natuurlijk niet alles rozegeur en maneschijn tussen micro-organismen en planten. Er zitten ook plantpathogenen tussen, die voor flinke problemen kunnen zorgen. Een rijke diversiteit aan leven in het holobiont kan problemen dan wel vaak voorkomen, quarantaine organismen en destructieve virussen blijven een potentieel desastreus risico voor de productie. Ook weten we nog

lang niet voldoende om op een effectieve manier onze teeltsystemen in te richten op maximale weerbaarheid. Dit begint al met de huidige rassen die zijn aangepast aan een teeltsysteem waarin ziekten en plagen met chemische gewasbescherming bestreden worden en waarin plantenvoeding overwegend met kunstmest is gedaan. Ook bemesten met kunstmest geeft de teler meer controle over het proces en dit is vanuit het perspectief van maximalisering van de productie een uiterst succesvolle aanpak. Door de voeding met kunstmest in overvloed aan te bieden, is symbiose met het microleven niet nodig en wordt dit ook niet gemist. Dit, samen met de invloed van kunstmest op plantmorfologische en fysiologische ontwikkeling, maakt het gewas gevoeliger voor ziekten en plagen, vooral bij een overmaat aan mineralen. De transitie naar een tuinbouw die minder afhankelijk is van chemische inputs duiden we vaak aan als weerbaar telen. Voor weerbaar telen ontbreekt nog veel kennis, middelen en methoden. Veredeling van aangepaste rassen natuurlijk, maar ook substraatkeuze, een pakket van effectieve micro- en macro-organismen, meststoffenkeuze, watergift, preventieve gewasbescherming en acceptatie in de handelsketen spelen een rol. Volledig vertrouwen op weerbaar telen is dan ook voor veel telers een radicalere stap dan deze kan en wil maken. De teler houdt vaak liever vast aan vertrouwde methoden waarmee deze directe controle ervaart en kan reageren op verstoringen. Zelfs als een teler een radicale systeemstap graag wil maken, is het leerproces langdurig en is er vanuit de omgeving weinig begrip voor het proces van vallen en opstaan, dat noodzakelijk is om radicaal weerbaar telen toe te passen. Aanwezigheid van insecten, ook al zijn dit predatoren, een afwijkende vorm of beschadigingen worden in de markt hard afgestraft en financiers vinden het vaak maar een onzeker avontuur. Alleen de biologische sector heeft hier door certificering en een sterk merk enige ruimte voor weten te

scheppen. Hierdoor houden de meeste telers liever vast aan de oude methoden en wordt de vergroening van de gewasbescherming door de meeste betrokkenen niet als kans, maar als opgedrongen transitie ervaren.

Naast de inrichting van het teeltsysteem zelf speelt ook de relatie met de omgeving een rol. Teler ervaren natuurlijk groen in de omgeving eerder als een potentiële bron van infectie dan als ondersteuning. Een goede inrichting van de groene ruimte in een tuinbouwgebied kan bijdragen aan de aanwezigheid van predatoren, waarvan sommige zich ook naar de teelt kunnen verplaatsen. Dit geldt uiteraard ook voor plagen, maar als zowel in de teelt als in de omgeving een goed natuurlijk evenwicht heerst, zullen problemen grotendeels binnen het systeem opgevangen worden (Messelink, Lambion, Janssen, & Van Rijn, 2021). Op dit moment zie ik dat voor een gebiedsgerichte aanpak om het teeltsysteem te ondersteunen door een rijke biodiverse omgeving de geesten in de tuinbouw nog niet erg rijp zijn. De inbedding in de omgeving, maar ook het ruimtebeslag van de productie en de benodigde inputs en emissies vanuit het systeem schaar ik onder de vergroening van het teeltsysteem. Door het sluiten van de kringlopen en de hoge productie is de tuinbouw zeer efficiënt met bijvoorbeeld water, voedingsstoffen en heeft een laag ruimtebeslag. Maar naast energie, producten voor gewasbescherming en meststoffen vraagt moderne tuinbouw om veel meer inputs. Te denken is aan substraten, materialen, kassen en kasinrichting, machines en sensoren en nog veel meer. Een volledig circulaire productie vraagt ook circulaire oplossingen voor al deze inputs. Er is nog een lange weg te gaan.

### **Agendapunten voor de hogeschool**

De beschreven ontwikkelingen schetsen een beeld van de kansen en uitdagingen binnen de transities waar de tuinbouw voor staat. De doorstroom van kennis vanuit het wetenschappelijke domein naar de

tuinbouwbedrijven lijkt mij essentieel om de kansen ten volle te benutten en de uitdagingen aan te kunnen. Dit is waar het HBO een belangrijke bijdrage kan leveren door in het onderwijs te werken aan actuele cases in samenwerking met de beroepspraktijk en op basis van recente wetenschappelijke inzichten. Door samenwerking tussen hogescholen en tussen opleidingen in het groene domein, het technische domein, het creatieve en het bedrijfskundige domein kunnen we complexe vraagstukken vanuit verschillende disciplines benaderen. Dit biedt kansen om te werken aan oplossingen die door de ontwikkeling van kennis en technologie beschikbaar komen.

Hoe kan de hogeschool in onderzoek en onderwijs anticiperen op de verschillende transitiepaden waar de glastuinbouw zich momenteel op begeeft? Op basis van bovenstaande uitdagingen en kansen, kom ik tot de onderstaande vijf transitiepaden voor HBO onderzoek en onderwijs naar duurzame tuinbouwproductie:

- Weerbaar gewas in stabiele, productieve teeltsystemen door gezonde biodiverse agro-ecosystemen en robuuste rassen.
- Input- en ruimte-efficiënte productie uit circulaire of duurzame bronnen
- Robuuste productieketens met adaptatievermogen.
- Arbeidsvriendelijke productieprocessen door automatisering en robotisering in een mensvriendelijke omgeving.
- Intensieve procesmonitoring voor kwaliteitsproductie via smart sensors

En waar staan we nu als HBO onderwijs in deze transities? Ik kan als docent onderzoeker vaststellen dat we er middenin staan. Als ik zie hoe studenten Tuinbouw samen met studenten Landscape & Environment Management en docent/onderzoekers van Biotechnology samenwerken aan het monitoren van het microbioom voor een weerbaar teeltsysteem in zandgrond voor de teelt van hyacinten, dan begeven we ons

zeker op het pad naar het weerbare gewas in stabiele, productieve en biodiverse teeltsystemen. Als ik studenten aan de slag zie met Kassim the game, een serious game voor het toepassen van het nieuwe telen, dan begeven we ons zeker al op het transitiepad voor energie-efficiënte productie vanuit duurzame bronnen. En de studenten die voor het Fieldlab Vertical Farming jonge paprikaplanten uit de vertical farm bijna twee keer zo groot krijgen in de dezelfde teeltduur als op de plantenkwekerij, werken toch zeker aan een ruimte-efficiënte teelt. Als ik HBO studenten van Inholland en MBO studenten van Lentiz samen aan de slag zie met de circulaire teelt van tomaten in samenwerking met Koppert Biological Systems en van der Knaap, dan begeven we ons ook al op het pad van de circulaire inputs. En als ik dan zie hoe studenten in het project plantenstengelsap nuttige toepassingen onderzoeken voor de toepassing van het perssap dat overblijft nadat dit gescheiden is van de vezels die gebruikt worden voor het maken van doosjes van tomatenafval, dan zijn we zeker ook actief met de verwaarding van afvalstromen. En als ik denk aan het project “Flappy” waarin we stappen zetten om met flapwing drones, vision techniek en AI geautomatiseerd te scouten naar zieke planten in groentegewassen, dan begeven we ons als Inholland ook zeker op het transitiepad van automatisering en robotisering en smart sensors.

### **Geen gelopen race**

Ik denk dat het dus aardig de goede kant opgaat. Maar dat we ons op deze paden begeven wil nog niet zeggen dat het einde al in zicht is. Er is nog heel veel werk aan de winkel. Zowel de energietransitie als de vergroening van gewasbescherming zullen decennia in beslag nemen. De energietransitie verloopt nu snel, maar de nu geboekte besparing kan als sneeuw voor de zon verdwijnen zodra productprijzen weer in balans komen met de productieprijs. Het is maar de vraag hoe de ervaren schok, de

opgedane ervaring en het klimaatbeleid de focus op maximale energie-efficiëntie en fossielvrij produceren kan houden. Voor de vergroening van teeltsysteem en gewasbescherming ontbreekt nog veel wetenschappelijke kennis, maar nog meer de vertaling naar praktische toepassing in de teelt. De complexiteit is zo enorm. Middelen komen sneller, maar nog altijd moeilijk door toelatingsprocedures en de toepassing van die middelen vraagt een denkomslag en expertise van telers en adviseurs die zij moeilijk vinden. Robotisering is al tientallen jaren een mondjesmaat ingeloste belofte aan de tuinbouw, die in de komende jaren versneld ingelost lijkt te gaan worden, maar dit heeft wel vaker zo geleken. Gebrek aan arbeidskrachten met voldoende expertise en aan mensen die het soms zware werk willen doen, maakt de behoefte aan een doorbraak wel heel groot. De beweging naar autonome sturing en automatisch scouten lijkt al niet meer te stoppen. In de veredeling van glasgroenten zijn moleculaire technieken inmiddels al de standaard praktijk, al is gericht modificeren van genen nog altijd niet toegelaten. Fenotyperen is voor hen de volgende grote uitdaging. De sierteeltveredeling loopt hier echter tientallen jaren op achter en begint nu pas net met moleculaire technieken. En tot slot, de datastroom vanuit tuinbouwbedrijven vanuit allerlei sensoren neemt elk jaar toe, maar weinig bedrijven zijn nog in staat deze data effectief in te zetten voor verbeteringen. Wetenschap weet vaak te weinig van de teelt en telers te weinig van de wetenschap. Leren denken in een systeemaanpak en minder in termen van actie-reactie is voor veel telers en adviseurs nog een grote uitdaging. Het is ook een moeilijke stap waar geen recepten voor zijn. Hier ligt duidelijk een opdracht voor het HBO.

### **Missie**

Gevraagd naar waar ik als associate lector, inhoudelijke invulling aan wil geven, het kader waarbinnen ik dit essay heb geschreven, dan

zijn dit de transitiepaden die ik in dit essay heb beschreven om de systeemstap op gebied van energie en gewasgezondheid mogelijk te maken. In mijn aanpak vind ik systeemontwerpen erg belangrijk, om niet alleen aan losstaande oplossingen binnen transities te werken, maar aan oplossingen die de hele transitie in samenhang verder brengt. Gevraagd naar wat ik hiermee wens te bereiken kom ik tot de onderstaande missie!

*“In onderzoek en onderwijs bijdragen aan een tuinbouwproductiesysteem dat functioneert als een ecosysteem, waarin het samenspel van een grote diversiteit aan levende organismen bijdraagt aan de gezondheid van het productiesysteem en het product dat het produceert. Waarin onze gezamenlijke kennis tot de kunde leidt om levende teeltsystemen als evenwichtige ecosystemen te ontwerpen en te beheren. Waarin telers de biodiversiteit versterken en verzorgen, zodat deze bijdraagt aan de kwaliteitsproductie, in een samenspel van technologie, ecologie en menselijk vernuft. Tuinbouw dus die de wereld van gezonde producten voorziet en in balans is met zichzelf en haar omgeving.”*

Technologische vooruitgang en de tuinbouw zijn sterk met elkaar verweven. Ondanks dat ik in mijn persoonlijke leven ambivalent sta tegenover technologie, vind ik dit wel de kracht van de tuinbouwsector. Ik denk dat alleen door het bundelen van ecologische kennis met technologische kennis die duurzame, stabiele en productieve tuinbouw mogelijk wordt die de wereld nodig heeft. De fusie van technologie en ecologie krijgt voor de open teelten gestalte in de boerderij van de toekomst (Visser, et al., 2020). Door kleinere, goedkopere en slimmere machines en robots kan op kleine schaalgrootte en bij grote complexiteit nog steeds efficiënt gewerkt worden. In de glastuinbouw kan een fusie van technologie, (robotisering, AI, moleculaire biologie, kastechiek, sensoren), teeltkennis en ecologie nog veel verder gaan. Hierin zie ik kansen voor zowel high-tech als low- tot mid-tech tuinbouw. Low tot mid-tech

tuinbouw als een teeltsysteem dat open is ontworpen en sterk in contact staat met de omgeving. High-tech als teeltsystemen die zijn afgesloten van de omgeving. Bij low- tot mid-tech denk ik aan teeltsystemen die maximaal gebruik maken van landschapselementen in de omgeving en biodiversiteit in de kas voor ondersteuning van de productie. Minimale bodemverstoring, organische bemesting, rassenpopulaties of rassen met brede afweer en vruchtwisseling met groenbemesters zorgen voor een gezond ecosysteem en dus een gezond waarin verstorende ingrepen (stomen, chemische bestrijding) niet meer nodig is. Inputs zijn circulair en afval kan hergebruikt of gerecycled worden. Deze aanpak schuurt dicht aan tegen biologische teelt. Ik denk dat de biologische sector zich op het moment soms te verdedigend op moet stellen als gevolg van politieke (Europese) ambities en de groeiende marktomvang en de daarmee samenhangende belangen. De sector lijkt hierdoor sterk aan haar basisprincipes vast te houden. Wat goed is, maar wat er ook voor zorgt dat de nadruk vooral is komen te leggen op wat niet gedaan mag worden. Terwijl ik het veel interessanter vind om te kijken naar kansen. Ik denk dat technologie in dienst kan staan van een ecologisch verantwoord teeltsysteem. Ik denk ook dat technologie het belang van schaalgrootte teniet kan doen. Een bedrijf is dan qua schaal hopelijk weer te starten door jonge ondernemers of als familiebedrijf. Als een tuinbouw bedrijf weer is te starten wordt ondernemen weer bereikbaar voor jonge ondernemers. Dat is toch de droom van veel van mijn studenten.

High-tech bedrijven richten zich vooral op commodity producten waar schaalgrootte zorgt voor een betere aansluiting bij en onderhandelingspositie met grote marktpartijen. Juist deze high-tech bedrijven zoeken teeltsystemen die (ecologisch) stabiel zijn en gezonde producten voortbrengen. Ik denk hierbij bijvoorbeeld iets dat ik een *Open Biosphere Greenhouse* wil noemen. Een kas

waarin een productief ecosysteem is ontworpen waarin weerbaar telen op grote schaal tot het uiterste is doorgevoerd. Met teelt op organische substraten waarvan het volume en teeltsysteem niet gericht zijn op stuurbaarheid, maar het realiseren van maximale stabiliteit en ecologische ondersteuning van het gewas. Met rassen die effectief aangepast zijn aan het teeltsysteem en verrijkt met een functioneel microbiom. Door symbiose van de plant met dit functioneel microbiom worden ziekten en plagen effectief voorkomen. Via analyses van organische componenten en plantgerichte sensoren kan de weerbaarheid van het gewas en substraat real-time in beeld gebracht worden. De kas is afgeschermd, waardoor een 'standing army' van predatoren, in stand gehouden door bankerplanten en bijvoerstrategieën, de weinige plagen die toch binnenkomen meteen effectief aanpakt. Door voldoende water en energiebuffercapaciteit, goede isolatie en input-efficiënte teeltstrategie kan het bedrijf zichzelf jaarrond van water en energie voorzien. Het voordeel van deze hight-tech aanpak is dat de teler sterke controle ervaart, iets wat niet alleen de teler prettig vindt, maar wat ook door de markt afgedwongen wordt. Maar, naar mijn mening beperkt de transitie zich niet tot de teelt. De keten doet mee met eerlijke prijzen, maar vooral ook eerlijke eisen. Het product is meer dan alleen een tomaat of een ficus. Ik zie *het product als ecosysteem*. Dit ecosysteem heeft waarde voor de gezondheid en voor de levensduur van het product. De aanwezigheid van afwijkingen en levende organismen wordt dan gezien als teken van kwaliteit en duurzaamheid. Gespecialiseerde verkooppunten van sierteeltproducten zetten de strategie vanuit de productie daarom ook voort in de keten, door ook in de winkels de ecologische ondersteuning van het product te blijven verzorgen.

Ik realiseer me dat ik hier slechts in grote lijnen een beeld heb geschetst dat niet compleet is. Ik wil als associate lector levende

teeltsystemen verder uitwerken hoe dit gestalte kan krijgen, om vervolgens kennis te ontwikkelen en methoden te ontwerpen in onderzoek en deze te vertalen naar praktijkgerichte oplossingen. Zo wil ik door samenwerking met collega-onderzoekers en studenten van binnen en buiten Inholland verder invulling geven aan de realisatie van mijn missie.

## Verwijzingen

- Dicke(a), M. (2003, maart 6). Hoe planten insecten herkennen: van 'spitting image' tot voetstapherkenning. *Nemo Kennislink*. Opgehaald van [https://www.nemokennislink.nl/publicaties/van-onze-correspondent-hoe-planten-insecten-herkennen-van-spitting-image-tot-voetstapherkenning/?search\\_page=true](https://www.nemokennislink.nl/publicaties/van-onze-correspondent-hoe-planten-insecten-herkennen-van-spitting-image-tot-voetstapherkenning/?search_page=true)
- Dicke(b), M., & van Poecke, R. (2002). Signalling in plant-insect interactions: signal transduction in direct and indirect plant defence. In *Plant signal transduction* (pp. 289-316). Oxford University Press.
- Geelen(a), P., Voogt, J. O., & van Weel, P. (2015). *De basisprincipes van Het Nieuwe Telen*. Bleiswijk: LTO glaskracht Nederland. Opgehaald van [https://www.kasalsenergiebron.nl/content/docs/Het\\_Nieuwe\\_Telen/De\\_basisprincipes\\_van\\_Het\\_Nieuwe\\_Telen.pdf](https://www.kasalsenergiebron.nl/content/docs/Het_Nieuwe_Telen/De_basisprincipes_van_Het_Nieuwe_Telen.pdf)
- Geelen(b), P., Voogt, J. O., & van Weel, P. (2020). *Plantempowerment*. Vlaardingen: LetsGrow.com.
- Helm, F., Bonnet, J., & van der Wurff, A. (2019). *De Negen Balansen in Het Nieuwe Telen*. Delft: Stichting Control Food & flowers & Inholland Hogeschool.
- Hoogdalem, M., Streminska, M., Cuesta Arenas, Y., de Gelder, A., Weerheim,



- K., & Dieleman, A. (2021). *Nieuwe balansen in Het Nieuwe Telen: hormonen en ecologie*. Wageningen: Wageningen UR.
- Kasalsenergiebron.nl. (sd). *Het Nieuwe telen*.  
Opgehaald van Kasalsenergiebron.nl:  
<https://www.kasalsenergiebron.nl/besparen/het-nieuwe-telen/>
- kasalsenergiebron.nl(b). (sd). *Academy*.  
Opgehaald van cursusaanbod:  
<https://www.kasalsenergiebron.nl/academy/>
- Kayzer, W. (Regisseur). (1993). *Een schitterend ongeluk* [Film]. Opgeroepen op 02 2023, 10, van <https://youtu.be/-uYfY18A4TE>
- Messelink, G. J., Lambion, J., Janssen, A., & Van Rijn, P. J. (2021). Biodiversity in and around greenhouses: benefits and potential risks for pest management. *Insects*, 12(10), p. 933.
- Stilma, E. (2022). *Op weg naar een natuur-inclusieve tuinbouw*. Greenport West-Holland.
- Visser, C. d., Sukkel, W., Kempenaar, C., Wal, T. v., Wolf, P. d., Visser, A., . . . Voort, M. (2020). *Ontwerp boerderij van de toekomst*. Wageningen Plant Research, Business unit Open Teelten: Stichting Wageningen Research.