

Van kloof naar kracht: Een strategisch plan om groen en technisch onderwijs te verbinden.

Datum 8 december 2025

Versie online

Auteur Platform Talent voor Technologie, Den Haag

Bezuidenhoutseweg 105, 2594 AC Den Haag

Postbus 76, 2501 CB Den Haag

085 051 06 00

info@ptvt.nl

Kwartiermakers Marcel van Wijk en Annet Zorge

In opdracht van Min LVVN

Postadres

Postbus 76
2501 CB Den Haag

Bezoekadres

Bezuidenhoutseweg 105
2594 AC Den Haag

T 085 051 0600

info@ptvt.nl | www.ptvt.nl
KvK-nummer 27173605

1 Inhoudsopgave

1	Inhoudsopgave	2
2	Managementsamenvatting	3
2.1	De analyse: drie clusters met knelpunten	3
3	Inleiding: Context en urgentie	5
3.1	Afbakening en inzet van onderwijs en educatielijns tbv het robotiseringsprogramma	5
3.2	Context voor educatielijns: de drijvers achter de transitie	5
4	Huidige stand van zaken en analyse	7
4.1	Werkende onderwijs- en HCA-concepten:	7
4.2	Knelpunten en hiaten	9
5	Van analyse naar strategische actie	12
6	Strategisch plan van aanpak	15
6.1	Pijler 1: toekomstbestendig curriculum en gedeelde leeromgevingen	16
6.2	Pijler 2: versterking van docent- en netwerkcapaciteit	18
6.3	Pijler 3: Praktijkgestuurd en multidisciplinair leren in de echte wereld	20
6.4	Randvoorwaarden	22
7	Uitvoering en borging	23
7.1	Tijdslijn, budgettering en implementatie	23
7.2	Verbinding met bestaande instrumenten	23
8	Gebruikte termen en afkortingen	25
9	Bijlage: Toelichting Challenge-Based Learning en Project-Based Learning	26
9.1	Challenge-Based Learning (CBL)	26
9.2	Project-Based Learning (PBL)	26
9.3	SWOT	27
10	Stakeholderanalyse	29
11	Onderwijs en arbeidsmarktanalyse	31
11.1	Analyse arbeidsmarkt	31
11.2	Analyse onderwijs	32
12	Kennisdeling van NPPL	35
13	'Twenty-First Century Skills in de technologische landbouw'	36
14	Open innovatie als strategische noodzaak	37
15	Overzicht participanten en geïnterviewde personen	38

2 Managementsamenvatting

De plantaardige agrarische sector staat op een kruispunt. Enerzijds drukt de **groene transitie** gedreven door strengere ecologische en juridische kaders zoals de Kaderrichtlijn Water en nationale klimaatdoelen. Anderzijds voltrekt zich de **digitale transitie**, noodzakelijk om de gevolgen van arbeidsschaarste, vergrijzing en toenemende complexiteit in de teelt het hoofd te bieden. Robotisering en digitalisering zijn cruciaal om deze uitdagingen tegelijk te adresseren. Ze maken het mogelijk om arbeid te besparen en te verbeteren, en tegelijkertijd de verduurzamingsopgave te versnellen. Om deze dubbele transitie te laten slagen, is een krachtige **onderwijs- en educatielij**n onmisbaar. Alleen door het adaptief vermogen van studenten, agrariërs en werkenden te versterken en het agrarische en technologische onderwijsdomein structureel met elkaar te verbinden, blijft de sector internationaal concurrerend en toekomstbestendig. Dit plan van aanpak heeft daarom één centrale doelstelling: het duurzaam dichten van de kloof tussen groene en technologische kennis, vaardigheden en innovatiekracht en is tot stand gekomen op basis van brede consultatie: bureauonderzoek, interviews en 3 werksessies. Dit onderzoek maakt deel uit van een bredere veldraadpleging. De andere veldraadplegingen betreffen:

- voortgezet onderwijs, gericht op het versterken van de aansluiting tussen onderwijs en de agrarische sector.
- de SIA-calls,
- de Robotica Challenges én
- hoe agrarische bedrijfsadviseurs hierbij een rol kunnen spelen.

Alles met hetzelfde doel: de kennisbasis versterken en de adoptie van robotisering versnellen.

2.1 De analyse: drie clusters met knelpunten

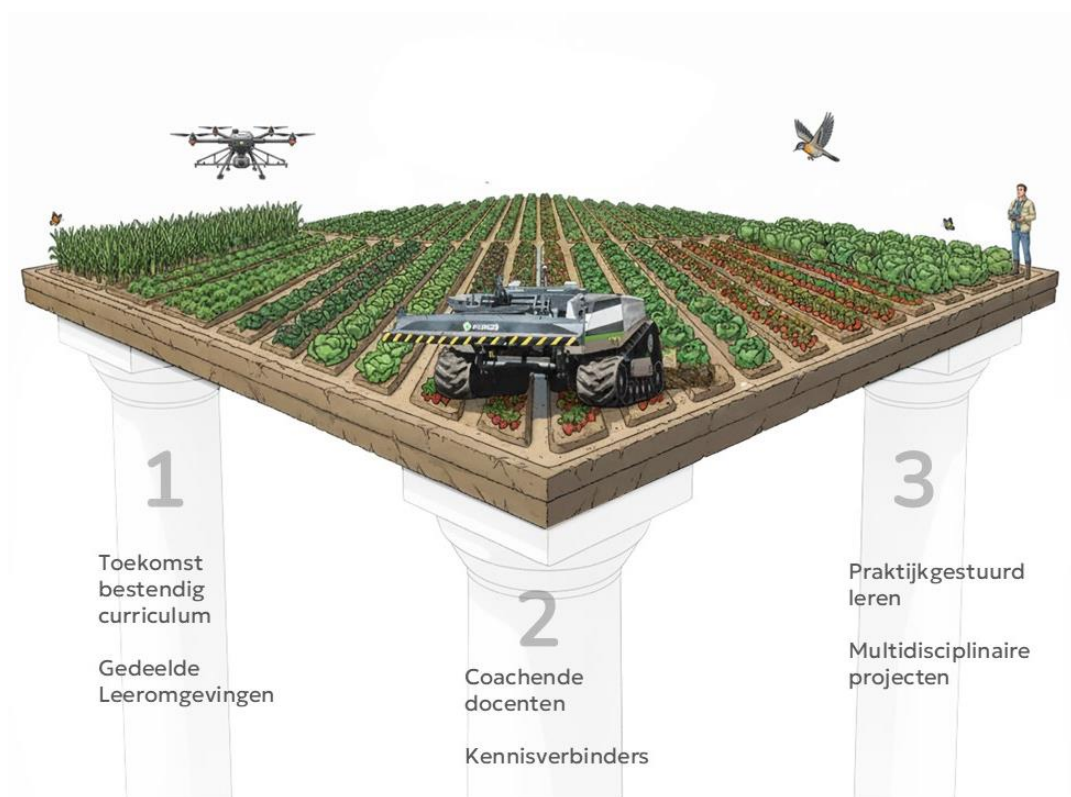
De analyse laat zien dat er al sterke voorbeelden en netwerkinitiatieven bestaan, maar dat een brede versnelling wordt geremd door drie met elkaar verweven knelpuntclusters:

Allereerst is er de onderwijssysteemkloof: Het agrarisch onderwijs staat, net als veel andere onderwijssectoren, voor de uitdaging om wendbaar te blijven in een tijd van snelle technologische en maatschappelijke ontwikkelingen. Hoewel kwalificatiedossiers en regelgeving ruimte bieden voor innovatie, blijkt het in de praktijk soms lastig om deze ruimte optimaal te benutten. Dit komt onder meer door bestaande routines, toetsstructuren en de wens om te voldoen aan inspectiekaders en er is nog soms focus op specifieke machines in plaats van generieke, toekomstbestendige vaardigheden.

Daarnaast speelt de mens- en netwerkcapaciteitskloof: Docenten willen vernieuwen, maar ervaren hoge werkdruk en beperkte tijd om innovaties te integreren en contact te onderhouden met bedrijven. Tegelijk hebben agrariërs onvoldoende ruimte om technologische innovatievragen goed te formuleren. Het tekort aan kennisverbinders — professionals die de praktijk kennen en vertaalslagen maken naar onderwijs en onderzoek — versterkt deze uitdaging.

Tot slot is er de kloof tussen innovatie en adaptatie: Innovaties blijven te vaak steken op TRL-niveau 6 of 7 en bereiken de praktijk onvoldoende. De praktijk vraagt snelheid, terwijl onderwijsprocessen vaste ritmes kennen. Bovendien zijn groene en technologische onderwijsdomeinen traditioneel gescheiden, waardoor cruciale kruisbestuiving niet automatisch plaatsvindt. Om deze knelpunten duurzaam op te lossen, wordt een meerjarige aanpak voorgesteld die het adaptief

vermogen van de hele keten versterkt. Deze strategie steunt op drie onderling afhankelijke pijlers:



2.1.1 Pijler 1, wat en waar: Toekomstbestendig curriculum en gedeelde leeromgevingen

Het onderwijs verschuift naar een generieke, technologie-inclusieve gereedschapskist, met aandacht voor data, AI en systeemintegratie. Hybride leeromgevingen zoals fieldlabs en proeftuinen waar onderwijs kan bijdragen aan innovatie, worden structureel geborgd en uitgerust met flexibel budget, zodat inkoopprocedures innovatie niet vertragen.

2.1.2 Pijler 2, wie: Versterking van docent- en netwerkcapaciteit

Docenten krijgen ondersteuning in hun ontwikkeling naar een meer coachende rol die beter past bij praktijkgestuurd leren. De kennisverbinder wordt structureel ingebed als schakel tussen bedrijfsleven en onderwijs — iemand die agrariërs ontzorgt, latente vragen ophaalt en vertaalt naar concrete onderwijs- en onderzoeksopdrachten.

2.1.3 Pijler 3, hoe: Praktijkgestuurd en multidisciplinair leren

Studenten van mbo, hbo en wo — uit zowel groene als technologische richtingen — werken samen aan echte vraagstukken uit bedrijven via Challenge-Based Learning en Project-Based Learning. Zo wordt leren praktijkgericht, multidisciplinair en direct gekoppeld aan innovatie van de beroepspraktijk.

De uitdagingen zijn groot, maar de kansen zijn groter. Door te investeren in de verbinding tussen onderwijs, innovatie en praktijk ontstaat een krachtige motor voor robotisering, verduurzaming en arbeidsversterking in de sector. Deze aanpak biedt agrariërs, onderwijsinstellingen en technologiepartners niet alleen richting — maar een gezamenlijk kompas voor de toekomst.

3 Inleiding: Context en urgentie

Dit hoofdstuk beschrijft de aanleiding en urgentie voor de onderwijs- en educatielijn binnen het robotiseringsprogramma: 'Robots naar de boerenpraktijk'¹. Het leidmotief is het strategisch en duurzaam dichten van de kloof tussen groene en technologische kennis in de agrarische sector. Een dergelijke educatielijn is cruciaal om de noodzakelijke transitie binnen de plantaardige agrarische sector te versnellen.

3.1 Afbakening en inzet van onderwijs en educatielijn tbv het robotiseringsprogramma

De onderwijs- en educatielijn rond robotisering in de landbouw is geen losstaand initiatief. Het is onderdeel van een bredere, integrale aanpak waarin meerdere sporen parallel lopen. Zo wordt er ook gewerkt aan een opdracht voor het voortgezet onderwijs, gericht op het versterken van de aansluiting tussen onderwijs en de agrarische sector. Daarnaast wordt gekeken naar mogelijkheden binnen de SIA-calls, de Robotica Challenges én hoe agrarische bedrijfsadviseurs hierbij een rol kunnen spelen. Alles met hetzelfde doel: de kennisbasis versterken en de adoptie van robotisering versnellen.

Deze **onderwijs- en educatielijn** richt zich specifiek op de plantaardige agrarische sector, waaronder: landbouw (glas)tuinbouw, akkerbouw, boomkwekerij, paddenstoelenteelt. Activiteiten, zoals sorteren en selecteren, vallen binnen de scope zolang zij plaatsvinden op of rond het erf van de agrarisch ondernemer. Veehouderij en visserij vallen hierbuiten.

Digitalisering en robotisering worden hier gedefinieerd als het gebruik van digitale data, AI en bijbehorende technologie om besluitvorming, uitvoering en semi-autonome systemen te ondersteunen². De focus ligt op drie technologische pijlers:

- **Roboticaontwikkeling:** De inzet van complexe, mechatronische systemen voor taken zoals gewasverzorging, plukken, sorteren en logistiek.
- **Data en AI:** De overgang van mechanisatie naar data-gedreven teelt, waarbij AI en machine learning essentieel zijn voor robotsturing. Daarmee kunnen zowel ecologische als economische voordelen worden behaald.
- **Sensortechnologie:** Geavanceerde sensoren voor precisiedata, plaatsbepaling en aansturing van actuatoren, drones en GPS-gestuurde apparatuur.

3.2 Context voor educatielijn: de drijvers achter de transitie

De noodzaak om technologische adoptie te versnellen komt voort uit maatschappelijke, sociale, ecologische en economische ontwikkelingen.

3.2.1 Sociale en arbeidsmarktdruk

De sector kampt met grote arbeidsschaarste, die onder andere veroorzaakt wordt door afname van (internationale) arbeidskrachten, arbeidsomstandigheden en oplopende loonkosten. Daarnaast is er vergrijzing en is de instroom van jonge boeren beperkt³. Zonder automatisering wordt het moeilijk om de huidige arbeidsomstandigheden en productieniveaus te handhaven. Dat geldt ook binnen het onderwijs, gezien het oplopende docententekort.

¹ cw31_Robots naar de praktijk_20252901

² 2021 LNV digitaliseringsvisie

³ Sociaal-Economische Raad. (2024). SER-advies Werken aan veranderkracht

3.2.2 Ecologische en juridische grenzen

De landbouw staat voor een urgente transitie. Het huidige systeem overschrijdt de ecologische grenzen van bodem en water, met als gevolg verlies van biodiversiteit en een verslechterde waterkwaliteit door het gebruik van nutriënten en pesticiden. Tegelijkertijd moet de sector voldoen aan strenge Europese duurzaamheidsdoelen, terwijl bestaande regelgeving innovatie juist belemmert. Robotisering biedt hier een oplossing. Juist onder druk van klimaatverandering maakt deze technologie het mogelijk om duurzame, precisiegerichte toepassingen in de praktijk te brengen – en zo de landbouw toekomstbestendig te maken.⁴

- Economische en Innovatiedruk

De positie van Nederland als internationale koploper staat onder druk. Belangrijke factoren:

- **Investeringsrisico's:** Hoge kosten en onzekere terugverdiertijden maken ondernemers voorzichtig om te investeren.⁵
- **Innovatievertraging:** Behoudende werkwijzen binnen de agrarische sector en binnen het onderwijs, gecombineerd met versnipperende en kortlopende financiering, remmen noodzakelijke vernieuwing en opschaling.^{6 7}

⁴ 2023 LNV - Actieprogramma Digitalisering

⁵ Diverse interviews en het Einddocument routekaart robotisering in de land- en tuinbouw

⁶ Sociaal-Economische Raad. (2024). SER-advies Werken aan veranderkracht

⁷ Einddocument Routekaart robotisering in de land- en tuinbouw

4 Huidige stand van zaken en analyse

4.1 Werkende onderwijs- en HCA-concepten:

Ons advies en de voorgestelde strategie steunen op succesvolle, bestaande praktijkgerichte initiatieven die de cruciale rol van samenwerking tussen het groene en technologische domein onderstrepen. Deze initiatieven zijn essentieel voor het verkleinen van de kloof tussen theoretische innovatie en daadwerkelijk toepasbare oplossingen in de agrarische sector, doordat ze ruimte bieden voor experimenteerruimte en kennisdeling

4.1.1 Succesvolle praktijkgerichte netwerken

Binnen de georganiseerde interviews en workshops werden diverse succesvolle netwerken geïdentificeerd, die cruciaal blijken voor het structureel verbinden van het groene en technologische domein. Deze initiatieven bevorderen robotisering en innovatie, en waarborgen de doorwerking van technologische ontwikkelingen naar het onderwijs. Hiermee slaan deze netwerken een vitale brug tussen theoretische innovatie en de praktijk door ruimte te creëren voor kennisdeling en experimenten.

Enkele voorbeelden zijn:

- **Nationale proeftuin precisielandbouw (NPPL):** dit netwerk speelt een belangrijke rol in het toepassen en demonstreren van digitale en robotica-oplossingen in de landbouw. Binnen de NPPL-Robotisering (NPPL-R) **testen en valideren** telers, samen met partners uit het bedrijfsleven en onderwijs, innovaties rechtstreeks in de praktijk. De NPPL deelt resultaten en inzichten breed, zodat kennis snel verspreidt (zie bijlage 12). Via proeftuinen op boerenbedrijven helpt NPPLrobotica in de dagelijkse praktijk verder te ontwikkelen - precies op het grensvlak van innovatie en leren.
- **Greenchain NH** is een **High Impact Publiek-private** samenwerking (HIP), die de innovatieslagkracht van de agrarische sector in Noord-Holland bundelt en versterkt. Het netwerk versnelt innovatie en zorgt dat onderwijs nauw aansluit op nieuwe ontwikkelingen. Ondernemers en kennisinstellingen zoals Verdonk broccoli en Hogeschool Inholland werken er samen aan concrete oplossingen, bijvoorbeeld een robotarm voor het oogsten van broccoli. Door samenwerking te bevorderen voorkomt Greenchain versnippering en zorgt het voor versnelling van innovaties.
- **Greenport Horti Campus (GHC)** is één van de fysieke ontmoetingsplaatsen van de **High Impact PPS (HIP)** die zich richt op digitalisering en energietransitie in de plantaardige land- en tuinbouw. In het **World Horti Center (WHC)**, de fysieke ontmoetingsplek van deze HIP, werken ondernemers, onderzoekers en studenten uit mbo, hbo en wo samen aan digitale vaardigheden en duurzame technologische innovaties.
- **RoboCrops** is een van de platforms / samenwerkingsverbanden dat techniek en teelt bij elkaar brengt. RoboCrops werkt samen met Greenport West-Holland en Glastuinbouw Nederland om robotica-innovaties sneller naar de praktijk te brengen. Het platform stimuleert, ondersteunt en realiseert projecten binnen een breed ecosysteem. Een belangrijk

High Impact PPS (HIP)

High Impact Publiek-Private Samenwerkingen (HIP's) dichten de kloof tussen het onderwijs en de snel veranderende arbeidsmarkt.

Een HIP, ondersteund door het Katapult-netwerk, is een samenwerking binnen het beroepsonderwijs die bewezen succesvolle projecten verder ontwikkelt en uitbreidt, waardoor meer impact op het onderwijs, de arbeidsmarkt en innovatie behaald wordt. Door een intensieve verbinding tussen onderwijs en het mkb worden grote maatschappelijke uitdagingen, zoals personeelstekorten, effectief aangepakt.

Deze aanpak leidt tot combinaties van leren, werken en innoveren. Het resultaat: beter opgeleide studenten met de juiste vaardigheden en een sterkere innovatiekracht bij bedrijven.

Katapult, aangevoerd door PTVT (Platform Talent voor Technologie), stimuleert het lerende netwerk tussen deze HIP's. Aansluiten bij dit netwerk is waardevol, biedt de kans om kennis te delen en motiveert om de gezamenlijke impact te vergroten.

onderdeel daarvan is het verbinden van telers, zoals Zentoo, met fieldlabs als RoboHouse voor gezamenlijke ontwikkeling en testen in de praktijk.

- **Fruit Tech Campus (Geldermalsen)** is een regionale campus waar professionals, studenten en bedrijven samenwerken aan digitale vaardigheden en toepassingen, zoals scantechnologie en data-integratie. Denk bijvoorbeeld aan technologie die boomgegevens via scanners inzichtelijk maakt. De campus is verbonden aan de volledige fruitketen- van boomgaard en koelhuis tot logistiek, verpakking en retail, ze werkt met verschillende deelgemeenschappen om innovatie door de hele keten te versnellen.
- het **Praktijkcluster Tuinbouw & Uitgangsmaterialen (T&U)** richt zich op het ontwikkelen van vernieuwende content voor MBO-studenten. Het cluster ontwikkelde o.a. een keuzemodule 'Big Data'. Deze module is gericht op MBO-4 teelt studenten en is essentieel om hen voor te bereiden op de technologische beroepspraktijk.
- **Het Groenpact-ecosysteem** heeft zich ontwikkeld tot een landelijk netwerk voor het structureel verbinden van het groene en het technologische domein. Een dergelijke aanpak is essentieel om de complexiteit van de transitie aan te pakken en versnippering tegen te gaan. Binnen dit programma zijn D&T-regisseurs actief. Dit zijn aanjagers en aanspreekpunten die al functioneren als kennisverbinders.

4.1.2 De cruciale rol van de kennisverbinder

Een belangrijke succesfactor binnen deze concepten is de rol van de projectleider of kennisverbinder.

- De kennisverbinder kent de praktijk en doorziet de (latente) vragen van agrarische ondernemers. Hij of zij vertaalt deze behoeften naar concrete technologische vraagstukken voor onderwijs en onderzoek, adviseert de ondernemer en ontwikkelt - samen met regionale partners - passende activiteiten. Daarnaast vervult de kennisverbinder een bundelende rol: hij of zij brengt partijen met vergelijkbare vragen bij elkaar om tot gezamenlijke oplossingen te komen.

Ontzorging van de ondernemer: Agrarische ondernemers ervaren een hoge werkdruk en hebben weinig tijd om langjarige innovatie- of ontwikkeltrajecten te begeleiden. Kennisverbinders bieden uitkomst door uitvoeringskracht te leveren en de kloof tussen beleid, onderzoek en praktijk te overbruggen⁸.

- **Vraagarticulatie:** Veel technologische vragen binnen het agrarische domein zijn latent of nog niet scherp geformuleerd. De kennisverbinder haalt deze vragen actief op en vertaalt ze naar concrete, uitvoerbare opdrachten voor studenten en onderzoekers. Dit is essentieel, omdat ondernemers niet altijd volledig zicht hebben op de beschikbare technologische mogelijkheden en oplossingen⁹.

De "Kennisverbinder"

De Kennisverbinder is een fundamentele succesfactor en cruciale rol voor het versnellingsprogramma. Deze functie overbruggt de kloof door latente innovatievragen van agrariërs te articuleren en direct te vertalen naar concrete, contextrijke casussen voor onderwijs en onderzoek. De Kennisverbinder fungeert hierbij als de essentiële makelaar en aanjager.

De Kennisverbinder moet over een breed profiel beschikken. Dit vereist diepgaand inzicht in zowel de dynamische agrarische praktijk als de nieuwste technologische oplossingen (zoals data-analyse, AI en systeemintegratie). Cruciaal is het vermogen om latente vragen van agrariërs te vertalen naar uitvoerbare onderwijsopdrachten voor studenten. De rol vereist een structureel netwerk dat de gescheiden werelden van groen en technologie overbruggt. Dit netwerk omvat de gehele onderwijskolom (MBO, HBO, WO) en de bestaande ecosystemen zoals Fieldlabs, HIPs en de netwerken van Groenpact en D&T-regisseurs.

⁸ Interviews

⁹ Workshops en interviews

4.2 Knelpunten en hiaten

De ontwikkeling en duurzame implementatie van een educatielijns robotisering in de plantaardige agrarische sector stuit op verschillende belemmeringen. Deze spelen in op vier niveaus:

1. Structureel onderwijs en curriculum - systemische rigiditeit
2. Human capital en competenties - docentrol en talentwerving
3. Samenwerking en ecosysteem - kloof tussen innovatie en adoptie
4. Randvoorwaarden, beleid en financiën - kaders en continuïteit

Hieronder lichten we de belangrijkste knelpunten binnen het onderwijs en curriculum toe.

4.2.1 Structureel onderwijs en curriculum: systemische rigiditeit

Dit cluster omvat de obstakels die voortkomen uit de formele inrichting en beperkte wendbaarheid van het onderwijsstelsel.

Trage curriculumvernieuwing en rigiditeit

Technologische ontwikkelingen in robotica en AI gaan snel, waardoor kennis in het onderwijs snel veroudert. Het onderwijs heeft moeite met dit tempo, door lange onderhoudscycli van kwalificatiedossiers (gemiddeld vijf jaar), die onvoldoende aansluiten op de dynamiek van innovatie. Hoewel kwalificatiedossiers van het mbo ruimte bieden, verstarren curricula in de praktijk door boeken en toetsstructuren. Docenten voelen zich beperkt of zijn terughoudend om hiervan af te wijken uit zorg voor inspectiebeoordelingen. Hierdoor blijft vernieuwing achter.

Structurele scheiding tussen groen en technologie

Onderwijsinstellingen zijn traditioneel georganiseerd in een groen en technologisch domein, terwijl de arbeidsmarkt juist behoefte heeft aan kruisbestuiving. Van oudsher is er beperkte connectie tussen deze opleidingsdomeinen, er heersen andere culturen en onderling ervaart men concurrentie in het werven van studenten. Er bestaan goede voorbeelden van geïntegreerde modules zoals *big data* in groene opleidingen, maar brede schaalbare samenwerking blijft beperkt. Dit komt onder andere omdat gewassen en teeltprocessen dynamische en complex zijn en niet altijd makkelijk aansluiten op technisch leren en experimenteren.

Risico op verlies van groene identiteit bij fusies

Fusies tussen groene instellingen en techniekopleidingen kunnen leiden tot vervaging van het groene profiel. Als de herkenbaarheid van de groene identiteit afneemt, kan dat de instroom van agrarisch georiënteerde studenten negatief beïnvloeden.

Mismatch met seizoensgebonden onderwijsbehoeften

Het onderwijs werkt met vaste roosters en stageperiodes (bijvoorbeeld een stageperiode van week 10 tot en met 26) terwijl agrarische bedrijven en innovatietrajecten seizoensgebonden zijn. Hierdoor sluiten onderwijsplanning en praktijkbehoefte niet vanzelfsprekend op elkaar aan, en missen studenten soms het juiste moment om relevante praktijkervaring op te doen.

Focus op vaardigheden, niet alleen op machines

In sommige onderwijsprogramma's ligt de nadruk nog te veel op specifieke machines of robots, terwijl deze snel verouderen. Voor een toekomstbestendige aanpak is het essentieel om te focussen op generieke, machine-onafhankelijke vaardigheden. Denk aan harde vaardigheden zoals data-analyse, sensortechniek, mechatronica, AI en systeemintegratie en ook aan de meer zachte 21st century competenties (zie bijlage 13). Want dan ontwikkelen studenten een 'gereedschapskist' waarmee ze flexibel kunnen inspelen op technologische ontwikkelingen.

Onvoldoende erkenning van het mbo als kennispartner

Mbo-instellingen worden niet altijd gezien als volwaardige talent- en/of kennispartner in gezamenlijke innovatie- en onderzoeksprojecten, wat hun toegang tot financiering (NWO, SIA, RVO en topsectoren) beperkt¹⁰. De SER benadrukt daarom dat het mbo beter benut en erkend moet worden als kennisinstelling.¹¹

4.2.2 Human capital en competenties: docentrol en talentwerving

Dit cluster focust zich op de capaciteit, vaardigheden en veranderende rol van docenten en op de uitdagingen bij het aantrekken van nieuw talent naar het onderwijs.

Tijd- en middelengebrek docenten

Docenten ervaren een hoge werkdruk en kampen met beperkte formatie, tijd en professionele ruimte. Hierdoor is het lastig om technologische innovaties in het curriculum te verwerken, zich bij te scholen en actief contact te onderhouden met het bedrijfsleven.

Daarnaast ontbreekt vaak laagdrempelig budget voor snelle aanschaf van verbruiksmaterialen en onderdelen voor studentenprojecten. Door trage inkoopprocedures en het ontbreken van “kleingeld” kunnen docenten niet snel inspelen op kansen en experimenten in de praktijk. In sommige gevallen wordt van hen verwacht dat zij kosten voorschieten en achteraf declareren — een werkwijze die proactief handelen en praktijkgericht onderwijs belemmert.

De coachende docentenrol

De rol van de docent verandert van expert/kennisbrenger naar coach en facilitator. We staan midden in een van de meest ingrijpende veranderingen in het onderwijs. Waar kennis vroeger vooral uit boeken en van docenten kwam, is die nu overal beschikbaar – 24/7, via het internet. Elke student met een smartphone heeft toegang tot meer feiten dan een docent ooit paraat kan hebben. Dat verandert de rol van de docent fundamenteel. Want kennis alleen is niet genoeg, het gaat erom wat je ermee doet. Toepassen, kritisch denken en samenwerken zijn vaardigheden die vandaag het verschil maken.

Deze transitie verloopt niet altijd soepel. Sommige docenten ervaren een drempel bij het uitvoeren van projecten die vaak nog onzekere uitkomsten hebben, omdat ze het gevoel hebben niet langer de inhoudelijke expert te zijn.

Ondersteuning en kennisdeling docenten

Er is onvoldoende structurele ondersteuning voor docenten en de kennisuitwisseling tussen groene en technische docenten blijft beperkt. De inzet van hybride docenten (professionals uit het bedrijfsleven) en experts uit het bedrijfsleven biedt kansen maar levert in de praktijk vaak organisatorische en administratieve uitdagingen op. Daardoor wordt deze vorm van samenwerking nog maar beperkt toegepast.

Schaarste en imago van talent

Er is een breed structureel tekort aan technisch talent en de groene sector moet concurreren met andere domeinen zoals zorg, bouw en defensie. Hierdoor ontstaat verdringing. Tegelijk verschuift het beroepsprofiel van de agrariër: van “tractorbestuurder” naar regisseur van technologie. Dat vraagt om ander talent, andere opleidingen en een nieuwe mindset.

¹⁰ De uitsluiting van het mbo zit niet in een wet, maar is meer een patroon:

- **NWO:** MBO is uitgesloten als hoofdaanvrager vanwege de eis van een Ph.D. en academische affiliatie.
- **SIA:** MBO is systemisch uitgesloten als hoofdaanvrager, omdat deze regelingen zijn ontworpen voor de hbo-structuur (lectoraten).
- **RVO/TKI:** MBO werd (en wordt) vaak benadeeld door een te enge definitie van 'onderzoek' (focus op technisch-wetenschappelijk) en 'kennisinstelling'.

¹¹ Sociaal-Economische Raad. (2024). SER-advies Werken aan veranderkracht

4.2.3 Samenwerking en ecosysteem: kloof tussen innovatie en adoptie

Dit cluster omvat de knelpunten in de samenwerking en afstemming tussen partijen binnen het innovatie-ecosysteem.

Adoptiekloof: van lab- naar praktijk

Veel innovaties blijven steken op Technology Readiness Level (TRL) 6 of 7: proof of concept. Er zijn voldoende plekken (fieldlabs, proeftuinen etc) waar prototypes ontwikkeld kunnen worden, maar nauwelijks faciliteiten om oplossingen praktijkrijp te maken (TRL 7-8). Hierdoor bereiken innovaties de werkvloer niet of te traag. Voor succesvolle adoptie zijn robuuste vraaggestuurde en economisch rendabele oplossingen nodig, die passen bij seizoenspatronen, wisselende omstandigheden en de, voor de agrariër, vaak smalle economische marges in de land- en tuinbouw.

Gebrek aan kennisverbinders

De samenwerking tussen onderwijs en bedrijfsleven ontstaat nu vaak toevallig. Er is een tekort aan kennisverbinders die de twee werelden kennen en technische vragen uit de praktijk kunnen vertalen naar concrete leer- en onderzoeksopdrachten. Agrarische adviseurs hebben doorgaans vooral een bedrijfseconomische focus en missen vaak de specialistische robotiseringskennis om deze rol effectief te vervullen.

Beperkte vraagarticulatie in de praktijk

Agrariërs hebben door de dagelijkse operatie weinig ruimte om na te denken over innovatie, waardoor onderliggende vragen moeilijk scherp te formuleren zijn. "Je weet niet wat je niet weet" geldt hier sterk: ondernemers zien niet altijd welke technologische mogelijkheden er zijn. Voor projectgestuurd onderwijs is juist een continue stroom aan concrete, creatieve opdrachten uit het bedrijfsleven cruciaal.

Operationele mismatch tussen bedrijf en onderwijs

De praktijk is ongeduldig en wil zo snel mogelijk een antwoord, terwijl onderwijsinstellingen werken met vaste roosters, planning en deadlines. Dit leidt soms tot misverstanden en een ongelijke verwachting over het tempo en resultaat. Daarnaast kunnen verschillen in taal, cultuur en niveaus (mbo/hbo/wo) tot terughoudendheid leiden, terwijl multidisciplinaire samenwerking juist waarde toevoegt¹². Ook ervaren agrarische bedrijven weinig prikkels om data, kennis en materialen te delen met onderwijsinstellingen.

4.2.4 Randvoorwaarden, beleid en financiering: kaders en continuïteit

Dit cluster richt zich op de financiële, juridische en beleidsmatige randvoorwaarden die nodig zijn om de transitie langdurig te ondersteunen.

Korte termijn financiering

Veel financiering is tijdelijk en projectgericht, bijvoorbeeld vier tot vijf jaar zoals bij het Regionaal Investeringsfonds MBO (RIF). Innovatie- en opschalingsprocessen vragen daarentegen om langdurige programmatische ondersteuning met een horizon van vijf tot tien jaar. De stap naar structurele verankering na afloop van de projectsubsidie blijkt vaak lastig en wordt vooralsnog beperkt gerealiseerd.

¹² Workshop Propositie 1: "De Praktijk als klaslokaal"

Financiële drempels voor adoptie

Hoge investeringskosten in robotica vormen een belangrijke drempel, zeker in sectoren met smalle marges zoals de akkerbouw¹³. Er is behoefte aan risicodragende financiering of verzekeringsproducten om innovatierisico's - zoals mislukte oogst of kwaliteitsproblemen - af te dekken¹⁴. Voor het mkb is financiering onder €1 miljoen bovendien moeilijk toegankelijk, wat opschaling verder belemmert¹⁵.

Data eigendom en vertrouwen

Het delen van sensordata en teeltinformatie wordt als gevoelig ervaren. Agrariërs zijn terughoudend vanwege concurrentieoverwegingen en de vrees dat data in handen komt van technologieleveranciers of toezichthouders¹⁶. Heldere afspraken over eigenaarschap, toegang en gebruik van data zijn daarom essentieel. Zonder praktische data kunnen onderwijs en onderzoek niet werken aan realistische, relevante oplossingen.

Regulatie en ruimte om te experimenteren

Europese en nationale wet- en regelgeving kan innovatie vertragen. Voor opschaling zijn experimenteelocaties nodig waarin gecontroleerd buiten bestaande kaders getest kan worden. Fieldlabs en proeftuinen met passende testfaciliteiten en een robuuste data-infrastructuur bieden die ruimte en zijn cruciaal om nieuwe technologie veilig en effectief te ontwikkelen.

Sociale transitie

De digitale transitie vraagt niet alleen om technische vaardigheden, maar ook om sterke sociale competenties – bij zowel technici als agrariërs. Vaardigheden zoals communiceren, samenwerken en omgaan met onzekerheid en tijdsdruk helpen om uitval te voorkomen en betere samenwerking te realiseren. Wanneer technici beter aansluiten bij de praktijk en agrariërs hun (impliciete) innovatievragen scherper kunnen uiten, groeit wederzijds begrip en versnelt de adoptie van nieuwe technologie.

5 Van analyse naar strategische actie

De analyse in hoofdstuk 4 schetst een urgent beeld. De overgang naar een gerobotiseerde, duurzame en arbeidsbesparende land- en tuinbouw wordt nog geremd door een samenhangende set van hardnekkige barrières. We onderscheiden drie hoofdclusters die een systeemverandering in de weg staan:

1. **De structurele systeemkloof:** Het onderwijs is beperkt wendbaar. Curricula richten zich geregeld op smalle, gewasspecifieke toepassingen of op specifieke machines/robots, in plaats van op brede, toekomstbestendige vaardigheden. Daarnaast sluit de planning van onderwijsactiviteiten niet altijd aan op de seizoensgebonden praktijken in de sector, en zijn toegankelijke fysieke experimenteelocaties nog beperkt aanwezig.
2. **De mens en netwerk capaciteitskloof:** Er is een tekort aan docentcapaciteit en de tijd om de rol van coach en innovatiemakelaar goed te vervullen. Tegelijkertijd hebben agrariërs door de hoge werkdruk onvoldoende ruimte – en vaak ook onvoldoende specialistische kennis – om hun innovatiebehoefte scherp te formuleren.

¹³ Sociaal-Economische Raad. (2024). *SER-advies Werken aan veranderkracht*

¹⁴ Pekkeriet, E., Ramakers, J., & Lambregts, E. (2025, 13 januari). *Robotisering en arbeid in de land- en tuinbouw: Einddocument (Seed Money-project i.s.m. Ministerie van LNV, LTO Nederland en Topsectoren Agri & Food en Tuinbouw & Uitgangsmaterialen)*

¹⁵ Ministerie van Economische Zaken. (2025). *De Productiviteitsagenda*

¹⁶ Interviews

3. **De kloof tussen theorie en praktijk:** Veel innovaties blijven steken in de ontwikkelfase en bereiken de praktijk onvoldoende. Het gat tussen labresultaten en grootschalige toepassing blijft groot, ook door de afstand tussen het groene en het technologische domein.

Geïdentificeerd knelpunt (analyse hoofdstuk 4.2)	1 Systeemkloof	2 Mens en Netwerk capaciteit	3 Theorie en praktijk
Structureel onderwijs en curriculum			
Trage onderwijsvernieuwing en Rigiditeit			
Structurele Scheiding Groen-Technologie			X
Risico op Verlies Groen Profiel	X		
Mismatch met natuurgebonden seizoenen	X		
Focus op Machine, niet op Skill	X		
Onvoldoende Erkenning MBO als kennisinstelling	X		
Human capital en competenties			
Tijd- en middelengebrek docenten		X	
De coachende docentenrol (huiverigheid)		X	
Schaarste en imago van talent		X	
Ondersteuning en kennisdeling docenten		X	
Samenwerking en Ecosysteem			
Adoptiekloof (TRL-gat Lab-Praktijkschaal)			X
Gebrek aan kennisverbinders		X	
Beperkte vraagarticulatie praktijk (mentale ruimte)		X	
Operationele mismatch bedrijf-onderwijs (cultuur/taal)			X
Vrees voor niveauverschillen (mbo/hbo/wo)			X
Weinig prikkels om data/materiaal te delen	X		
Randvoorwaarden			
Korte termijn financiering (in projectsubsidies)	X		
Financiële drempels voor adoptie	X		
Data eigendom en vertrouwen	X		
Gebrek aan experimenteerlocaties met regelruimte	X		
Sociale transitie krijgt minder aandacht dan techniek			X

De analyse laat zien dat incrementele verbeteringen – zeker als ze afhankelijk zijn van kortlopende financiering – onvoldoende zijn. Er is een programmatische, meerjarige aanpak

nodig die het *adaptief vermogen* van de hele keten versterkt, gebaseerd op het principe van open innovatie¹⁷, zie bijlage: *Open innovatie als strategische noodzaak* op pagina 37.

Het strategisch plan van aanpak vormt een directe en integrale reactie op de drie geïdentificeerde knelpuntenclusters. De aanpak bestaat uit drie samenhangende actiepijlers:

- **Pijler 1: Toekomstbestendig curriculum en gedeelde leeromgevingen**

We verschuiven de focus van het curriculum van 'machines' naar een brede, toekomstbestendige vaardigheden-set: een 'gereedschapskist' met een focus op de skills. Tegelijkertijd versterken we bestaande ecosystemen - zoals fieldlabs, proeftuinen en Hybride leeromgevingen - waarin de praktijkgestuurde conceptuele en marktrijpe projecten kunnen plaatsvinden en kennis direct wordt toegepast.

- **Pijler 2: Versterking van docent- en netwerkcapaciteit**

Deze pijler richt zich op de cruciale menselijke schakel. We ondersteunen docenten in hun ontwikkeling van vakspecialist naar leercoach en verankeren structureel de rol van kennisverbinder als bruggenbouwer tussen de groene en technologische werelden. Deze professional ontzorgt zowel de agrariër als de docent, haalt latente innovatievragen op, verbindt deze aan het onderwijs en onderzoek en versterkt zo de continuïteit en kwaliteit van de samenwerking.

- **Pijler 3: Praktijkgestuurd en multidisciplinair leren**

Door studenten uit groene en technologische opleidingen - van mbo, hbo en wo - samen te laten werken aan realistische bedrijfsopdrachten binnen challenge- en project-based learning, verkleinen we het gat tussen ontwerp en toepassing. Dit creëert 'georganiseerd toeval' en stimuleert integratie tussen domeinen, wat innovatie en adoptie versnelt.

¹⁷ Chesbrough, H. W. (2003). *Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology*. Harvard Business School Press.

6 Strategisch plan van aanpak

Wenkend perspectief 2050: Een geïntegreerde groen-technische toekomst

*In 2050 is de strategische visie werkelijkheid geworden. De groene sector is een toonbeeld van **brede welvaart**, waarin ecologische ambities en economisch succes hand in hand gaan. Technologie is niet langer een aparte discipline, maar een volwaardig instrument om maatschappelijke opgaven op te lossen.*

*De sector zelf heeft een fundamentele transitie doorgemaakt. **Vrijwel autonome teeltsystemen** zijn de norm geworden, waardoor arbeid geen beperkende factor meer is. Duurzaamheidsprestaties zijn leidend bij investeringsbeslissingen en robotisering heeft geleid tot meer **waardig werk**: het is lichter, schoner en efficiënter. Sociale innovatie is hierbij net zo belangrijk gebleken als de technologie zelf.*

*Dit succes wordt gedragen door een **wendbaar en praktijkgericht onderwijsstelsel** dat de kloof tussen groen en techniek structureel heeft gedicht. De scheidslijnen tussen disciplines zijn vervaagd. Leren vindt plaats in hybride omgevingen zoals fieldlabs en demobedrijven, waar studenten, docenten en ondernemers samenwerken aan reële uitdagingen. De docent is een **coach en bruggenbouwer** geworden, terwijl de sector succesvol technisch talent aantrekt met zijn complexe, maatschappelijk relevante vraagstukken.*

De analyse in hoofdstuk 4 heeft de belangrijkste barrières blootgelegd die de overgang naar een gerobotiseerde, duurzame en toekomstbestendige plantaardige agrarische sector belemmeren. Hoofdstuk 5 onderbouwde de keuze voor drie complementaire actiepijlers, die elk een specifiek knelpuntcluster adresseren.

De educatielijnen sluit hierop aan en bouwt voort op het principe van open innovatie. Het doel is om het adaptief vermogen van de sector en het onderwijs duurzaam te versterken. Dit vraagt om een verschuiving van rigide onderwijsstructuren naar een programmatische aanpak met flexibiliteit, samenwerking en het creëren van 'georganiseerd toeval' – gericht op maximale kruisbestuiving tussen het groene en technologische domein.

De strategie wordt uitgevoerd via drie, onderling afhankelijke actiepijlers:

- **Pijler 1:** Toekomstbestendig curriculum en gedeelde leeromgevingen (*wat en waar* leren we?)
- **Pijler 2:** Versterking van docent- en netwerkcapaciteit (*wie* mobiliseert en verbindt?)
- **Pijler 3:** Praktijkgestuurd en multidisciplinair leren (*hoe* leren we?)

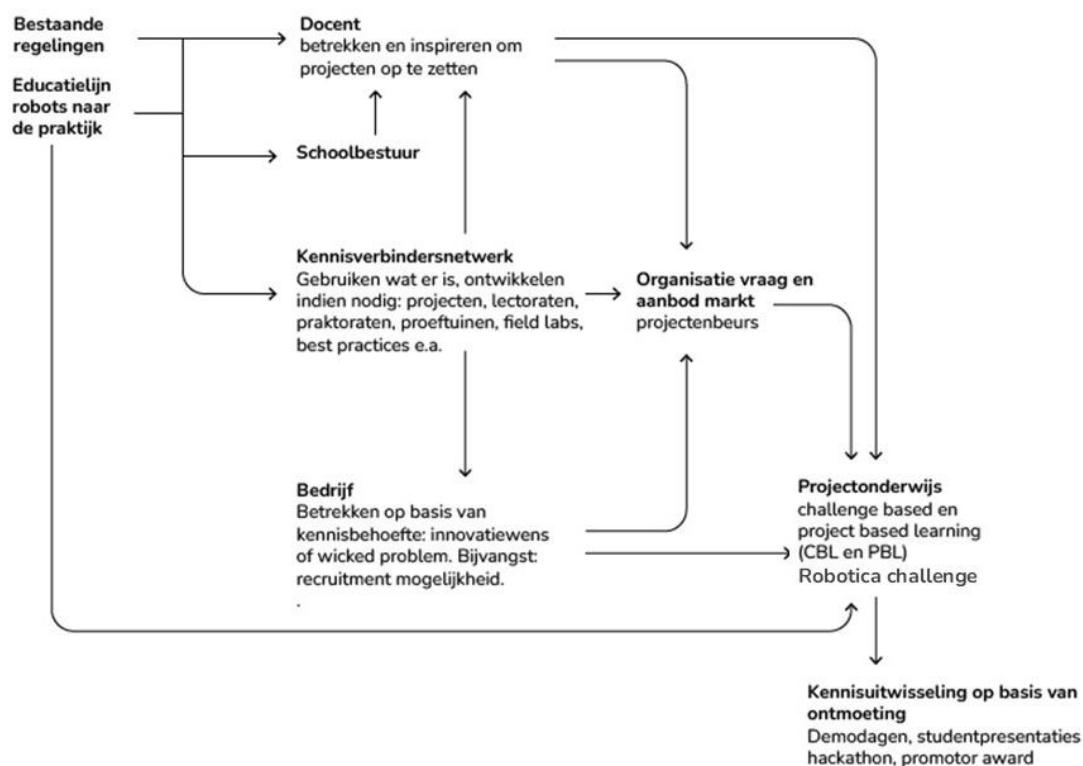
Het succes van pijler 3 (het hoe) hangt direct samen met de capaciteit in pijler 2 (de wie) en de randvoorwaarden uit pijler 1 (het wat en waar). De succesvolle voorbeelden in hoofdstuk 4 laten zien dat voortbouwen op wat al werkt essentieel is. Dit is ook de duidelijke boodschap uit het werkveld: gooi niet het kind met het badwater weg. Versterk en benut bestaande ecosystemen, schaal ze waar nodig op – bijvoorbeeld via een High Impact Pps (HIP) – en breid uit op basis van bestaande structuren en partnerschappen.

In dit hoofdstuk werken we drie pijlers concreet uit. We beschrijven de interventies en actielijnen die nodig zijn om de kloof tussen het groene en het technologische domein duurzaam te overbruggen.

6.1 Pijler 1: toekomstbestendig curriculum en gedeelde leeromgevingen

Deze pijler richt zich op het doorbreken van bestaande silo's en de beperkte flexibiliteit binnen het onderwijs. Het doel is om het onderwijs wendbaar, actueel en relevant te houden, en te zorgen voor fysieke plekken waar Challenge- en Project-Based Learning (CBL/PBL) daadwerkelijk kan plaatsvinden.

Dit doen we door de focus op de onderwijswerkvormen in de huidige bestaande curricula te verschuiven naar brede, toekomstbestendige vaardigheden ('de gereedschapskist')¹⁸. Tegelijkertijd investeert deze pijler in het versterken van de regionale ecosystemen zoals fieldlabs en proeftuinen door ze uit te bouwen tot gedeelde, hybride leeromgevingen. Door deze omgevingen te positioneren als plekken voor praktijkgericht onderwijs, innovatiesprints en crossovers tussen onderwijs, onderzoek en bedrijfsleven.



¹⁸ Uitkomst Workshop met onderwijs dd 16 oktober 2025

6.1.1 De gereedschapskist

Het curriculum moet wendbaar zijn en niet afhankelijk worden van specifieke (vendor-gebonden) machines of technologieën. De focus ligt op brede, toekomstbestendige vaardigheden en flexibele uitvoering.

- **Generieke vaardigheden (Skills):** Het onderwijs moet sturen op **generieke, toekomstbestendige skills** (de "Gereedschapskist") zoals data-analyse, sensortechniek, mechatronica, AI en systeemintegratie. Dit maakt afgestudeerden wendbaar en beter voorbereid op snelle technologische ontwikkelingen.
- **Flexibiliteit in opleidingskaders:** Benut de ruimte binnen bestaande kwalificatiedossiers optimaal. Challenge- en Project Based Learning is eenvoudig in te passen. Dit vraagt om vertrouwen en het wegnemen van angst om buiten de gebaande paden te treden in relatie tot inspectiekaders.
- **Focus op sociale skills voor technici:** Investeer doelgericht in sociale vaardigheden als communicatie, assertiviteit en conflicthantering. Voor monteurs en servicemedewerkers zijn deze vaardigheden cruciaal om duurzaam inzetbaar te blijven en om uitstroom te beperken – juist in tijden van krapte.

6.1.2 Gedeelde leeromgevingen

Fysieke plekken waar onderwijs, technologie en bedrijfsleven samenkomen zijn essentieel voor effectieve samenwerking en kennisuitwisseling tussen groen, technologie en bedrijfsleven.

- **Fieldlabs en proeftuinen:** Investeer langdurig in het versterken van regionale ecosystemen, fieldlabs en proeftuinen (zoals Robohouse, NPPL, Greenchain NH) die fungeren als hybride leeromgevingen. Hier kunnen studenten, onderzoekers en bedrijven samen leren, testen en doorontwikkelen.
- **Duurzame Campuslocaties:** Stimuleer, ondersteun en promoot het gebruik van locaties zoals het World Horti Center, waar onderwijs, onderzoek en ondernemers letterlijk onder één dak werken. Deze plekken moeten ruimte bieden om projecten door te laten lopenbuiten reguliere schooluren en buiten het teeltseizoen. Deze locaties moeten bewust kleinschalig en beheersbaar blijven zodat vertrouwen behouden blijft en ze niet te ver afdrijven naar een puur wetenschappelijke setting.

6.1.3 Aanbevelingen in toekomstbestendig curriculum en gedeelde leeromgevingen

Om onderwijs echt toekomstbestendig te maken, is het tijd om duidelijke randvoorwaarden te formuleren die wendbaarheid mogelijk maken en ruimte bieden voor brede vaardigheden – denk aan een combinatie van teelt en techniek. Want precies dat vraagt de sector: professionals die over grenzen heen durven kijken en disciplines verbinden. LVVN kan hierin een belangrijke rol spelen door deze wendbaarheid actief mee te nemen in de ontwikkeling van beleid en instrumenten.

6.1.4 Operationele aanbevelingen voor LVVN:

- **Verankering van experimenteergebieden:** Betrek bestaande netwerken en fysieke locaties en borg de langjarige inzet ervan als de primaire, gedeelde leer- en experimenteeromgevingen. Hierbij wordt ingezet op de opschaling van succesvolle PPS-structuren, Fieldlabs en Centra voor Innovatief Vakmanschap/Centres of Expertise (CIV/CoE's).

- **Faciliteren van flexibele projectplanning:** Creëer bestuurlijke ruimte en spreek vertrouwen uit naar onderwijsinstellingen om de planning van praktijkgestuurd onderwijs flexibel ruimte te hebben voor de seizoensgebonden actualiteit van de agrarische praktijk. Dit is essentieel omdat de oogst of teelt niet kan wachten op starre onderwijsroosters.
- **Operationeel budget voor wendbaarheid:** introduceer een systeem voor snel inzetbaar, laagdrempelig budget (zoals vouchers of 'handgeld') in projectfinanciering. Dit mechanisme neemt de operationele drempels weg en versnelt de aanschaf van materialen en apparatuur voor studentenprojecten, waardoor complexe inkoopprocedures worden omzeild.
- **Stimuleer ontschotting en versterk MBO-Positie:** erken mbo-instellingen officieel als volwaardige kennispartners. Deze erkenning kan worden vertaald in volwaardige participatie en toegang tot financiering en technologie, structurele mbo-deelname aan (innovatie)programma's, of het als een wegende factor (multiplier) mee te nemen bij de beoordeling van b.v. subsidieaanvragen. Een gehoorde suggestie is zelfs het verplicht stellen van mbo-deelname in alle toekomstige projecten.
- **Afstemming en samenhang:** Stimuleer structurele afstemming en samenwerking met andere lopende LVVN-initiatieven, zoals de VO-opdracht, SIA-calls en Robotica Challenges. Door deze onderwijs- en innovatielijnen te verbinden, voorkom je versnippering en ontstaat er maximale synergie tussen bestaande en nieuwe activiteiten.

6.2 *Pijler 2: versterking van docent- en netwerkcapaciteit*

Het succes van pijler 2 staat of valt met het menselijk kapitaal dat de brug slaat tussen onderwijs en praktijk. Deze pijler richt zich daarom op het vergroten van docentcapaciteit en op het creëren van ruimte bij agrariërs om innovatievragen effectief te formuleren en te begeleiden.

Docenten ontwikkelen zich van vakspecialist naar coach en procesbegeleider binnen vraaggestuurde innovatietrajecten. Door de rol van de kennisverbinder structureel in te bedden in onderwijs- en innovatiestructuren, functioneert deze als centraal aanspreekpunt, ontzorgt agrariërs, haalt (latente) innovatievragen op en verbindt deze met passende onderwijs- en onderzoeksteams. Zo wordt de uitvoeringskracht en continuïteit van het netwerk versterkt.

6.2.1 Het Kennisverbindersnetwerk

De kennisverbinder speelt een cruciale rol in het ontzorgen van agrariërs, die vaak onvoldoende mentale ruimte hebben om met R&D en innovatie bezig te zijn.

- **Structurele verankering:** Investeer in een duurzaam netwerk van gespecialiseerde **kennisverbinders** - professionals die als aanjager en verbinder opereren tussen de groene praktijkvragen en technologische oplossingen. Deze rol moet structureel gefinancierd worden uit programmalijnen, en niet afhankelijk zijn van kortlopende projecten.
- **Rol en profiel:** De kennisverbinder staat dicht bij de praktijk, begrijpt de (latente) behoeften van agrariërs en haalt actief technische vraagstukken op. De rol is veelzijdig: hij of zij adviseert de agrarische ondernemers, koppelt telers aan technologische experts en vertaalt praktijkvragen naar concrete casussen voor onderwijs en onderzoek. Samen met de juiste regionale partijen ontwikkelt hij of zij passende activiteiten. Daarnaast bundelt de kennisverbinder vergelijkbare vragen en brengt partijen samen om tot gezamenlijke oplossingen te komen.
- **Bouwen op wat er al is:** Sluit aan bij bestaande netwerkorganisaties zoals Groenpact, RoboCrops, de verschillende pps'en en HIPs en de D&T-regisseurs. Vermijd versnippering en nieuwe losse initiatieven; versterk en verbind bestaande structuren en ontmoeting zodat ecosystemen regionaal en sectorgericht gevoed worden.
- **Creëer een lerend netwerk:** Organiseer structurele kennisuitwisseling tussen kennisverbinders, bijvoorbeeld via peer review modellen zoals ontwikkeld binnen Katapult. Binnen het Regionaal Investeringsfonds MBO (RIF) zijn hiermee goede ervaringen opgedaan.

Het doel is gezamenlijk leren, best practices delen en de professionalisering van de verbindersrol versnellen.

6.2.2 Coachende docenten

De rol van docenten verschuift van vakspecialist naar facilitator en coach. Dit vraagt om gerichte ondersteuning en het wegnemen van structurele belemmeringen, maar valt beperkt binnen de Scope van LVVN. Toch is het goed om in het beleid rekening te houden met hiervoor benodigde ontwikkelingen:

- **Tijd en ruimte:** Zorg voor formatietijd en ruimte zodat docenten kunnen deelnemen aan R&D-projecten en samenwerking met bedrijven. Dit houdt kennis actueel en stelt docenten in staat hun nieuwe coachende rol goed te vervullen.
- **Ontzorging van docenten:** Bied kant-en-klare, praktijkgerichte opdrachten en materialen waarmee docenten direct aan de slag kunnen. Dit verlaagt drempels en versterkt het zelfvertrouwen in de rol van coach.
- **Hybride docentschap:** Stimuleer hybride docentschappen, waarbij professionals uit bedrijven lesgeven en docenten ervaring opdoen in de praktijk. Dit brengt actuele technologie en nieuwe werkwijzen het onderwijs binnen.
- **Kennisdeling tussen docenten:** Creëer en faciliteer regelmatig kennisuitwisseling tussen groene en technische docenten - bijvoorbeeld via CoE's en practoraten – of 'train the trainer'-programma's om silo's te doorbreken en multidisciplinair leren te versterken.

6.2.3 Aanbevelingen in Versterking van Docent- en Netwerkcapaciteit

Het succes van robotisering valt of staat met de mobilisatie van menskracht die in staat is de complexe materie te vertalen en de juiste partijen te verbinden. Deze menselijke schakel, de kennisverbinder, is essentieel om agrariërs te *ontzorgen*.

6.2.4 Operationele aanbevelingen voor LVVN:

1. **Borgen van de kennisverbinder/makelaarsrol:** Werk aan programmatische en langjarige financiering voor de rol van de kennisverbinder. Deze professional ontzorgt de ondernemer door de latente, niet-gearticuleerde technische vragen van agrariërs op te halen, te bundelen en te vertalen naar concrete opdrachten voor onderwijs en onderzoek.
2. **Faciliteren van docentcapaciteit en R&D-deelname:** stel formatietijd en middelen ter beschikking om docenten actief te laten deelnemen aan R&D-trajecten en samenwerkingsverbanden met het bedrijfsleven. Daarmee zorg je ervoor dat docenten bij de tijd blijven en ze zich zeker voelen in hun rol als coach.
3. **Versterken van bestuurlijk draagvlak:** Help en inspireer schoolbesturen (via de groene tafel) om techniek een vaste plek te geven in het groene onderwijs. Zo doorbreken we de vaste patronen binnen scholen en ontstaat er meer ruimte om te vernieuwen.
4. **Opzetten van een lerend netwerk voor kennisverbinders:** Zorg voor een vaste werkwijze waarmee kennisverbinders makkelijk kennis en ervaring kunnen delen – over tools, succesformules en wat in de praktijk werkt. De peer review-methodiek uit het Katapult-netwerk (zoals gebruikt in het RIF) laat zien hoe goed dit kan werken. Zeker voor projectleiders, die vaak een unieke rol hebben binnen hun organisatie, biedt dit houvast. Door slim regie te voeren, bouwen we aan een netwerk dat blijft leren én professionaliseren.

6.3 *Pijler 3: Praktijkgestuurd en multidisciplinair leren in de echte wereld*

Deze pijler richt zich op het vormgeven van de leerervaring als een multidisciplinaire en vraaggestuurde innovatiesprint. Het doel is om de culturele kloof, de technologische mismatch en het gebrek aan praktische relevantie te verkleinen – factoren die bijdragen aan het hardnekkige TRL-gat tussen theorie en praktijk.

De kern van de aanpak is het samenbrengen van studenten uit verschillende disciplines en opleidingsniveaus om te werken aan echte vraagstukken uit bedrijven. Door Challenge-Based Learning (CBL) en Project-Based Learning (PBL) toe te passen, worden (de latente) innovatievragen van agrariërs vertaald naar concrete opdrachten, en ontstaat een leeromgeving waarin domeinen, technologieën en perspectieven daadwerkelijk samenkomen.

6.3.1 Inzet van Challenge-Based Learning (CBL) en Project-Based Learning (PBL)

Om studenten voor te bereiden op de dynamiek van de sector, baseren veel ecosystemen hun onderwijs op het principe van praktijkgestuurd leren. Project-Based Learning (PBL) en Challenge-Based Learning (CBL) vormen daarvoor de methodologische basis. Het uitgangspunt is dat studenten het meest leren door actief te werken aan authentieke vraagstukken uit de praktijk.

Beide methoden zijn waardevol, mits ze op de juiste schaal en het juiste complexiteitsniveau worden ingezet:

- **Challenge-Based Learning (CBL):** Challenge Based Learning (zoals bv de Robot Challenge, hackathons of makathons) richt zich op complexe, open-vraagstukken waarvoor og geen oplossing bestaat – de zogeheten wicked problems. Deze aanpak is doorgaans zeer effectief in de vroege tot middelhoge TRL-fases (1 t/m 6), waar exploratie, conceptvorming, experimenten en het bouwen van prototypes in relevante omgevingen centraal staan.
- **Project-Based Learning (PBL) voor gedefinieerde oplossingen:** Project Based Learning past bij projecten met een duidelijke opdracht of een concreet eindproduct. PBL-opdrachten zijn het meest effectief in de middelhoge tot hoge TRL-fases (5 t/m 9), waar de nadruk ligt op de **volledige realisatie, oplevering, testen en kwalificatie** van het systeem. Denk aan het doorontwikkelen, finetunen en robuust maken van prototypes of het opleveren van tastbare projectresultaten.

Omdat deze opdrachten direct uit de praktijk van agrarische ondernemers komen, verhoogt dit de motivatie en het eigenaarschap bij studenten. Tegelijkertijd ontwikkelen zij cruciale vaardigheden — zoals samenwerken, plannen en communiceren — die onmisbaar zijn voor hun toekomstige loopbaan. In de bijlage in hoofdstuk 8 staan PBL en CBL nader uitgewerkt.

6.3.2 Financiële drempels voor adoptie

De hubs moeten beschikken over moderne testfaciliteiten en een passende data-infrastructuur. Daarnaast is een snel inzetbaar budget ('handgeld') essentieel, bijvoorbeeld via vouchers of een centrale inkoopregeling om materialen voor studentenprojecten direct te kunnen aanschaffen en vertragende inkoopprocedures te omzeilen.

6.3.3 Multilevel en multidisciplinaire samenwerking

Voor een effectieve leerervaring - ongeacht de gekozen werkvorm - is het noodzakelijk om studenten van verschillende disciplines en niveaus samen te laten werken:

- **Multilevel Projecten:** Faciliteer de samenwerking tussen mbo-studenten – die praktische maakvaardigheden en een hands-on-mentaliteit inbrengen – en hbo/wo-studenten – die analytische en ontwerpvaardigheden toevoegen. Deze combinatie versnelt innovatie en versterkt de leercurve voor alle betrokkenen.

- **Multidisciplinaire samenwerking:** Combineer studenten uit technologische disciplines (zoals mechatronica, data science en ICT) met studenten uit het groene domein (zoals teelt en agrarische bedrijfskunde). Hierdoor leren technici omgaan met agronomische variatie en praktijk-onzekerheden, terwijl groene studenten technische en digitale vaardigheden ontwikkelen. Ook andere profielen, zoals bedrijfskundige, marketing of juridische studenten kunnen waarde toevoegen.
- **Betrekken van de praktijk:** Projecten moeten direct verbonden zijn met relevante praktijk-vraagstukken, zoals droogtebestrijding, arbeidsbesparing of verduurzaming. Dit verhoogt de maatschappelijke impact en maakt de opleiding aantrekkelijker voor technisch talent.¹⁹

6.3.4 Aanbevelingen in praktijkgestuurd en multidisciplinair leren

Zorg voor leeractiviteiten waarin studenten volop kunnen experimenteren en bijdragen aan slimme oplossingen voor sector, ecologie en maatschappij. Door hen uit te dagen met echt relevant onderwijs, groeit niet alleen hun betrokkenheid, maar ook het imago van de agrarische sector – van binnenuit en naar buiten toe.

6.3.5 Operationele aanbevelingen voor LVVN:

5. **Continueer conceptontwikkeling (TRL 1-6):** Zet al vroeg in op projectonderwijs waarin studenten werken aan echte, complexe uitdagingen – zoals bij een Robotica Challenge. Deze vorm van Challenge-Based Learning (CBL) helpt hen om samen met anderen nieuwe oplossingen te verkennen voor vraagstukken in de groene sector. Juist in de vroege ontwikkelfases TRL-niveaus (TRL 1 tot en met 6) is deze aanpak waardevol: verkennend, creatief en praktijkgericht. Zorg daarbij vooral voor een mix van disciplines en niveaus, want met name daar ontstaat vernieuwing.
6. **Sturen op toepasbaarheid (TRL 7-9):** Richt projectonderwijs vooral op de doorontwikkeling van prototypes en *Proof of Concepts* naar marktrijpheid (*Technology Readiness Level* (TRL) 7 tot 9). Studenten kunnen ingezet worden op de concretisering en marktrijpheid van oplossingen voor agrariërs. Stimuleer hierbij de multidisciplinaire en multi-level aanpakken.
7. **Bevorderen van 'georganiseerd toeval':** Zorg voor regelmatige ontmoetingen en slimme matchmaking tussen agrariërs, technologiebedrijven en onderwijs. Denk aan netwerkevents of praktijkgerichte challenges rond urgente vraagstukken. Zo ontstaat er echte interactie en groeit de motivatie bij studenten – omdat ze aan de slag gaan met echte mensen, echte problemen en echte impact. Verandering komt namelijk niet van bovenaf, maar uit die lokale uitwisseling van ideeën die botsen, bruisen en samen iets nieuws vormen. □
8. **Borgen van data-eigenaarschap en delen:** Maak duidelijke afspraken over wie eigenaar is van (geanonimiseerde) data die met publiek geld wordt verzameld. Leg in de financieringsvoorwaarden vast dat deze kennis en data – waar mogelijk – openbaar en deelbaar moeten zijn. Zo versterken we de ontwikkeling van AI en zorgen we voor brede verspreiding van kennis. Wil iemand toch gesloten onderzoek doen? Dan valt dat buiten het speelveld van publieke innovatie.

¹⁹ Groene werelden

6.4 Randvoorwaarden

Naast uitdagingen in het onderwijssysteem, de personele capaciteit en het ecosysteem signaleren we twee overkoepelende randvoorwaarden:

6.4.1 Gebrek aan experimenteerlocaties met regelruimte

De adoptie en opschaling van robotica – en de bredere digitale transitie – worden sterk geremd door onduidelijke en beperkende wet- en regelgeving op zowel Europees als nationaal niveau. Die beleidsmatige onduidelijkheid zorgt voor onzekerheid bij ondernemers, wat hun aanpassingsvermogen én bereidheid tot investeren flink afremt.

Om innovatie en de opschaling van autonome systemen te versnellen, is er behoefte aan experimenteerterruimte met voldoende vrijheden. Denk aan fieldlabs en proeftuinen: plekken waar gecontroleerd buiten bestaande wetgeving getest kan worden. Zulke locaties moeten beschikken over moderne testfaciliteiten en een solide data-infrastructuur, zodat er veilig en realistisch geëxperimenteerd kan worden.

Enkele genoemde knelpunten zijn:

- **Precisietechnieken versus Hectarebenadering:** De huidige gewasbeschermingsrichtlijnen zijn vaak gebaseerd op een kavel- of hectarebenadering, terwijl precisielandbouw werkt met plaats-specifieke toepassingen. Door bijvoorbeeld spotspraying met robots toe te passen, kan het gebruik van bestrijdingsmiddelen met 70% tot 95% worden verminderd.
- **Beperkingen op beweging:** De regels rondom de snelheid van robots zijn onduidelijk. Zo zou een robot niet harder dan 5 km/u mogen rijden, tenzij er iemand naast loopt – wat het gebruik in de praktijk ernstig belemmert.
- **Beperkingen rond dronegebruik:** De regelgeving is zo strikt dat sommige agrariërs hun akker hebben moeten aanmerken als officieel 'vliegveld' of 'drone-heliport', puur om hun drones te kunnen laten opstijgen en gebruiken.
- **Transport over de openbare weg:** Conceptuele machinerie en robots mogen vaak niet de weg op zodra ze op kenteken staan. Dit maakt het lastig om ze in de praktijk flexibel in te zetten – een heikel punt voor verdere opschaling.

6.4.2 Sociale transitie krijgt minder aandacht dan techniek

Er bestaat een risico op een te eenzijdige focus op technologie en productie. Succesvolle adaptie vraagt ook om aandacht voor sociale transitie – nieuwe vaardigheden, een veranderende mindset, aangepaste werkprocessen en een cultuur die innovatie ondersteunt. Robotisering moet daarom gekoppeld worden aan een positief toekomstperspectief voor ondernemers en werknemers – gericht op verduurzaming in zowel ecologische als economische zin en betere arbeidskwaliteit.

7 Uitvoering en borging

Dit hoofdstuk beschrijft de hoe de voorgestelde onderwijs- en educatielijn binnen het robotiseringsprogramma voor de land- en tuinbouw wordt uitgevoerd, geborgd en verbonden met bestaande landelijke en regionale structuren.

De educatielijn vormt een integraal onderdeel van het bredere, meerjarige innovatieprogramma 'Robots naar de boerenpraktijk'. Structurele borging is noodzakelijk om te voorkomen dat de resultaten uit het kwartiermakertraject en de eerste investeringen verloren gaan na afloop van kortlopende projecten.

7.1 Tijdslijn, budgettering en implementatie

De educatielijn is onderdeel van het meerjarig robotiseringsprogramma.

- **Looptijd en Financiering:** Het innovatieprogramma loopt van 2026 tot en met 2030..
- **Noodzaak Langjarige Inzet:** Stakeholders onderstrepen het belang van langdurige, stabiele financiering om te voorkomen dat innovatie stopt door kortlopende subsidiacycli.
 - *Eén op de vier boeren ziet de kortetermijnvisie van de politiek als de grootste bedreiging voor het bedrijf. Een koers ontbreekt volgens hen. De onzekerheid en onduidelijkheid die daardoor ontstaan, remmen het aanpassingsvermogen van bedrijven, werkenden én investeerders sterk af: ze worden afwachtend²⁰.*

7.2 Verbinding met bestaande instrumenten

Het programma bouwt voort op bestaande regionale initiatieven, ecosystemen en landelijke instrumenten. Waar mogelijk worden middelen modulair ondergebracht binnen bestaande regelingen om versnippering te voorkomen en schaal te verliezen. LVVN-instrumenten en programma's:

- **Groenpact:** Als landelijk platform voor samenwerking tussen onderwijs, overheid en bedrijfsleven vormt Groenpact een logisch ankerpunt. Verbind de onderwijs- en educatielijn aan fase vier (2026-2029) van Groenpact. Het versnellingsprogramma Digitalisering & Technologie (D&T) van Groenpact- waar robotisering en AI worden ontwikkeld- wordt hierdoor kracht bijgezet
- **Nationale Proeftuin PrecisieLandbouw (NPPL):** Dit netwerk blijft een belangrijke schakel voor praktijkvalidatie, demonstratie en het betrekken van studiegroepen bij veldexperimenten. NPPL-locaties fungeren als experimenteeromgevingen voor robotica-toepassingen bij telers.
- **Experimenteerlocaties:** Experimenteerruimte blijft essentieel om technologie door te ontwikkelen naar praktijkrijpheid (TRL 7-9). Deze instrumenten worden gericht ingezet op robotisering, met bijzondere aandacht voor arbeidsbesparing en schaalbaarheid.
- **SABE-regeling (Subsidie module Agrarische Bedrijfsadviesing en Educatie):** De SABE-regeling is goed te benutten voor kennisdeling, scholing en bedrijfsadviesing. Via vouchers kunnen ondernemers kennis inkopen, gericht op robotisering, datagedreven teelt en arbeidsbesparing.²¹
- **KIA Landbouw-Water-Voedsel (KIA LWV):** De robotiseringsagenda moet worden verbonden aan de KIA LWV voor een afgestemde **onderzoeksprogrammering** en het stimuleren van technologische crossovers²².

²⁰ Sociaal-Economische Raad. (2024). SER-advies Werken aan veranderkracht

²¹ cw31_Robots naar de praktijk_20252901

²² cw31_Robots naar de praktijk_20252901

- **Financieringsinstrumentarium:** LVVN verkent slimme financieringsvormen die robotisering op het erf versnellen. Denk aan lease- en koopconstructies voor robotdiensten, ondersteund door een garantiefonds. Dat verlaagt investeringsrisico's, neemt drempels weg voor ondernemers en zorgt dat robots niet alleen worden ontwikkeld, maar ook echt gebruikt worden in de praktijk²³.

7.2.1 Interactie met regelingen van de ministeries van OCW, SZW en EZ

De voorgestelde onderwijslijn bouwt voort op bestaande structuren, zoals pps, fieldlabs, learning communities, Centra voor Innovatief Vakmanschap (CIV) en Centres of Expertise (CoE). Deze – **veelal via Katapult ondersteunde** – structuren zijn **reeds bewezen effectief** voor vraaggestuurd, praktijkgericht en multidisciplinair onderwijs.

Om deze agenda te realiseren, kan tevens gekeken worden naar andere regelingen van ministeries ter mobilisatie van middelen en menskracht:

- De **Stimuleringsregeling leren en ontwikkelen in mkb-ondernemingen** (SLIM-regeling):²⁴
 - Samenwerkingsverbanden tussen een onderwijsinstelling en mkb-bedrijven in bijvoorbeeld de glastuinbouw kunnen met SLIM-financiering een modern leersysteem ontwikkelen. Zo kunnen huidige en toekomstige medewerkers gericht worden voorbereid op robotisering op het erf.
- **Regionaal Investeringsfonds MBO** (RIF)²⁵:
 - De RIF-regeling richt zich op het Middelbaar Beroepsonderwijs (mbo). Deze financiering is bij uitstek een middel om te investeren in docentprofessionalisering en de huidige beroepspraktijk beter te laten aansluiten door in te zetten op technische en experimenteer-ruimte.
- **Versterking aansluiting beroepsonderwijskolom** (VABOK)²⁶:
 - Met de VABOK-regeling kunnen samenwerkingsverbanden in het onderwijs doorlopende leerroutes ontwikkelen, bijvoorbeeld tussen vo-mbo en mbo-hbo. Binnen het groene onderwijs biedt dit kansen om een doorlopende leerlijn rond robotisering en digitale landbouwcompetenties te bouwen.
- De **sectorale ontwikkelpaden** ivm SLIM-scholingssubsidie²⁷:
 - Onderzoek of bestaande relevante opleidingstrajecten kunnen worden opgenomen in sectorale Ontwikkelpaden zoals die van Smart Machines. Dit biedt werkgevers de mogelijkheid om via de SLIM-regeling medewerkers gericht bij- en om te scholen richting robotisering.
- Versterk MBO-Positie: erken mbo-instellingen officieel als volwaardige kennispartners. Het mbo leidt immers het grootste deel van de technische beroepsbevolking op²⁸. Deze erkenning moet worden vertaald in volwaardige participatie en toegang tot financiering en technologie, structurele mbo-deelname aan (innovatie)programma's, of het als een wegende factor (multiplier) mee te nemen bij de beoordeling van subsidieaanvragen.
- Zoek aansluiting bij (toekomstig) EZ- beleid omtrent arbeidsproductiviteit.

²³ cw31_Robots naar de praktijk_20252901

²⁴ <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/leven-lang-ontwikkelen/leven-lang-ontwikkelen-financiele-regelingen/slim-regeling>

²⁵ <https://www.dus-i.nl/subsidies/regionaal-investeringsfonds-mbo>

²⁶ <https://www.dus-i.nl/subsidies/versterking-aansluiting-beroepsonderwijskolom>

²⁷ <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/hervormingen-arbeidsmarkt/meer-geschied-personeel-en-blijven-ontwikkelen-tijdens-werk>

²⁸ Sociaal-Economische Raad. (2024). SER-advies Werken aan veranderkracht en interviews

8 Gebruikte termen en afkortingen

Gebruikte termen en afkortingen	Toelichting
CBL	Challenge based learning zie 9.1
CIV	Centrum voor Innovatief Vakmanschap
CoE	Centre of Expertisen (hbo)
HIP	High Impact Publiek-Private Samenwerkingen
KIA	Kennis- en Innovatieagenda
LLO	Leven lang Ontwikkelen
LWV	Landbouw Water Voedsel
NPPL	Nationale Proeftuin Precisielandbouw: https://www.proeftuinprecisielandbouw.nl/
NTS	De Nationale TechnologieStrategie (NTS) geeft bouwstenen voor een strategisch technologiebeleid door sleuteltechnologieën te identificeren waar het Nederlandse kennisveld en het Nederlandse bedrijfsleven een positieve impact mee kan maken en waar een unieke Nederlandse positie op mogelijk is.
PBL	Project Based Learning zie 9.2
RAAK	Regionale Actie en Aandacht voor Kennisinnovatie, een subsidieprogramma dat praktijkgericht onderzoek van hogescholen stimuleert in samenwerking met de beroepspraktijk. Het doel is om kennis en innovaties te ontwikkelen die bijdragen aan de oplossing van maatschappelijke vraagstukken en tegelijkertijd het hoger beroepsonderwijs vernieuwen.
RIF	Regionaal investeringsfonds mbo
SABE	Subsidieregeling Agrarische Bedrijfsadvisering en Educatie, een regeling gericht op het ondersteunen van agrarische ondernemers en adviseurs bij het vergroten van hun kennis over het verduurzamen van de bedrijfsvoering en het doorvoeren van duurzame bedrijfsaanpassingen.
TRL	Technology Readiness Levels: De TRL's geven de mate van ontwikkeling van een technologie aan, waarbij TRL 1 staat voor technologie aan het begin van de ontwikkeling en TRL 9 voor technologie die technisch en commercieel gereed is. Dus klaar om naar de markt te gaan.
twin transition	De <i>twin transition</i> is een strategisch concept dat de groene transitie en de digitale transitie beschouwt als twee onlosmakelijk met elkaar verbonden processen die gelijktijdig moeten plaatsvinden om de maatschappelijke opgaven het hoofd te bieden

9 *Bijlage: Toelichting Challenge-Based Learning en Project-Based Learning*

Het fundamentele verschil tussen **Challenge-Based Learning (CBL)** en **Project-Based Learning (PBL)** zit in de aard van het probleem en het vereiste resultaat. CBL gaat een stap verder dan PBL door studenten te confronteren met complexe, open-ended, en authentieke maatschappelijke uitdagingen waarvoor nog geen pasklare oplossing bestaat. Hieronder een overzicht van de belangrijkste verschillen en overeenkomsten.

9.1 *Challenge-Based Learning (CBL)*

Challenge-Based Learning is een pedagogische aanpak waarbij het leren wordt gedreven door echte, relevante en complexe maatschappelijke vraagstukken (een 'Challenge') die vaak een mondiale dimensie hebben.

Kenmerk	Beschrijving
Aard van het Vraagstuk	Een complexe, open-ended 'challenge' uit de echte wereld of de samenleving (bv. duurzame energie, vergrijzing). Er is geen vooraf bekende oplossing, zelfs niet bij experts.
Doel	Het genereren en implementeren van een reële, meetbare oplossing of actie voor de challenge, met de intentie impact te creëren. Het proces naar de oplossing is even belangrijk als de oplossing zelf.
Proces	Start vaak met een Breed Concept (bv. Duurzaamheid), leidt tot een Specifieke Challenge, gevolgd door een grondig Onderzoek en uiteindelijk een Actie (oplossing en implementatie).
TRL 1-6	Uitstekend voor het ontdekken, verkennen en definiëren van oplossingsrichtingen.
Stakeholders	Samenwerking met externe stakeholders (bedrijven, organisaties, maatschappij) als 'probleemeigenaren' is cruciaal.
Focus	Leren door doen en ervaren, gericht op transdisciplinaire kennis en het ontwikkelen van 21e-eeuwse vaardigheden (samenwerken, creativiteit).

9.2 *Project-Based Learning (PBL)*

Project-Based Learning is een instructiemethode waarbij studenten gedurende een langere periode werken aan een **project** met als doel een antwoord te geven op een **sturende vraag** (Driving Question) of een **specifiek product** te creëren.

Kenmerk	Beschrijving
Aard van het Vraagstuk	Vaak een gedefinieerd of hypothetisch probleem of een duidelijke opdracht (het 'project'). De leeruitkomsten en het eindproduct zijn vaak vooraf vastgelegd of goed afgebakend.
Doel	Het toepassen van verworven kennis en het verwerven van nieuwe kennis via een project om een specifiek product of presentatie te leveren. De focus ligt op het afronden van het project.
Proces	Gericht op het beheer en de uitvoering van een duidelijk projectplan, vaak binnen een afgebakend kader.
TRL 5-9:	Zeer geschikt voor technologieverificatie, engineering, implementatie en validatie.
Stakeholders	Externe betrokkenheid is mogelijk, maar minder cruciaal dan in CBL. De docent is vaker de centrale facilitator en bron van de opdracht.
Focus	Gericht op het integreren van disciplinaire kennis en het ontwikkelen van algemene projectvaardigheden.

9.3 SWOT

Deze analyse richt zich op de interne en externe factoren die de voortgang van robotisering en de verbinding tussen onderwijs en praktijk beïnvloeden, met een focus op kansen en uitdagingen.

Strengths / Sterktes

De glastuinbouw bekleedt een koploperspositie in de adoptie van robotisering, met name op het gebied van logistieke automatisering, sorteren en inpakken. Er bestaan reeds bestaande samenwerkingsverbanden zoals de versnellingsgroep robotisering (een initiatief van LTO, Glastuinbouw Nederland en Groenpact) en het onafhankelijke platform RoboCrops, die techniek en teelt verenigen. Deze initiatieven, samen met fieldlabs, studiegroepen en learning communities, dragen bij aan succesvolle experimenten en kennisdeling²⁹.

Onderwijsinstellingen omarmen een multidisciplinaire aanpak via Blended Intensive Programs (BIPs) en projectdagen, waarbij studenten praktijkervaring opdoen door ondernemersvraagstukken op te lossen. Dit creëert een win-winsituatie: bedrijven krijgen toegang tot nieuw talent en frisse ideeën, terwijl de overgang naar de (groene) arbeidsmarkt voor studenten wordt vergemakkelijkt.

Het Ministerie van LNV biedt aanzienlijke financiële en programmatische ondersteuning voor digitalisering en robotisering, met gereserveerde budgetten voor onderzoek, ontwikkeling, adoptie en onderwijs. Bovendien bestaat er brede erkenning van de noodzaak tot samenwerking tussen het groene en technologische onderwijs, zowel vanuit de overheid als de sector. Sterke onderzoeksinstituten zoals Wageningen Research (WUR Vision & Robotics) en actieve lectoren/practoren in precisielandbouw en technologie versterken het innovatie-ecosysteem. Er is ook potentieel voor loonwerk- en service-modellen waarbij agrariërs in robots investeren en deze verhuren.

Weaknesses / Zwaktes

Een belangrijke barrière zijn de hoge investeringskosten en onzekere terugverdientijden voor agrariërs, die bovendien kampen met de dagelijkse werkdruk. Er is een beperkte bereidheid tot datadeling onder agrariërs, ingegeven door privacy-zorgen, concurrentieoverwegingen en de complexiteit van onzuivere data door wisselende perceelafmetingen en subsidievoorwaarden.

Het onderwijs kampt met een tekort aan technisch talent en docenten die tijd, ruimte en awareness missen om innovaties te integreren in het curriculum. De kennisuitwisseling tussen groene en technische docenten is onvoldoende, en curricula focussen soms op specifieke smalle oplossingen (één gewas of handeling) of specifieke (vendor) machines of robots in plaats van op generieke skills. MBO-instellingen worden niet altijd als volwaardige kennispartners gezien, wat hun toegang tot financiering kan belemmeren.

Cultuur- en communicatiebarrières tussen de agrarische en technische domeinen leiden tot misverstanden en ontwikkeling van te gewas-specifieke of onvoldoende robuuste technologieën. De versnippering van initiatieven en "clubjes" in de sector belemmert een gecoördineerde aanpak. Onduidelijke regelgeving en wetgeving (bijv. voor drones of snelheid van robots) remt investeringen en adoptie. Er is ook een strijd om leerlingen tussen onderwijsinstellingen en een risico op het verlies van het groene profiel bij fusies van onderwijsinstellingen.

Opportunities / Kansen

Een belangrijke kans ligt in het verder stimuleren van multidisciplinaire projecten zoals BIPs, fieldlabs en leerwerkplaatsen, waar studenten en bedrijven samenwerken aan praktijkvraagstukken. Het focussen op contextrijk onderwijs en generieke vaardigheden in plaats van specifieke tools maakt het onderwijs toekomstbestendiger. Studenten kunnen waardevol bijdragen aan de doorontwikkeling van technologieën (TRL 7-9) door hun praktische inbreng.

De ontwikkeling van modulaire en generieke robotica kan opschaalbaarheid en bredere inzetbaarheid bevorderen. Het actief versterken van de "pool" vanuit agrarische bedrijven door hun concrete problemen (zoals droogte, arbeidstekort, commerciële voordelen) te adresseren, zal de vraag naar robotica stimuleren. Financiële prikkels en ontzorging voor agrariërs, bijvoorbeeld via laagdrempelige regelingen, kunnen de eerste stap naar innovatie vergemakkelijken.

De inzet van kennisverbinders of business developers die verbindingen leggen tussen de groene praktijkvragen en technologie, is een cruciale succesfactor. Het verzamelen en delen van kennis via hubs en platforms (bijv. Groen Kennisnet) kan de versnippering tegengaan. Regionale en productgebonden bijeenkomsten en fieldlabs faciliteren gerichte samenwerking en kennisdeling die aansluit bij de lokale context en specifieke gewassen. Het implementeren van LLO en/of doorlopende leerlijnen van MBO naar HBO en WO kan talent behouden en ontwikkelen.

Threats / Bedreigingen

Een significante bedreiging is vertraging door gebrek aan adoptiecapaciteit op cultureel en sociaal niveau binnen de sector, waardoor technologische vooruitgang de sociale acceptatie voorbijstreeft. De versnippering van beleid en initiatieven zonder een gecoördineerde landelijke aanpak kan leiden tot inefficiëntie en dubbel werk. Er is een risico op onvoldoende aansluiting tussen technologieontwikkeling en de praktijkbehoeften, resulterend in technologie die te gewasspecifiek of te complex is voor brede adoptie.

Hoge kosten en financieringsonzekerheid blijven een rem op investeringen in robotica, zeker voor agrariërs die geen lange-termijn zekerheid hebben. Een gebrek aan langetermijnperspectief kan de duurzaamheid van innovatieprojecten ondermijnen. De concurrentie om technisch talent met andere, vaak als primair aantrekkelijker technische sectoren, is een constante uitdaging.

De implementatie van nieuw lesmateriaal wordt vertraagd door de veranderende rol van docenten naar een meer coachende rol en de door de uitdaging om snelle technologische innovaties bij te benen. Daarnaast vormen juridische en regulatoire obstakels rondom datadeling, complexe subsidies en de inzet van nieuwe technologie een rem op een snelle adoptie. Tot slot belemmeren kwesties rondom intellectueel eigendom (IP) en data-eigendom de noodzakelijke kennisdeling en samenwerking tussen private partijen, wat de innovatie afremt.

10 Stakeholderanalyse

De succesvolle implementatie van robotisering in de groene sector vereist diepgaand begrip van alle betrokken partijen. Ten behoeve van dit rapport is een stakeholderanalyse uitgevoerd. Deze analyse legt een complex krachtenveld bloot waarin elke actor—van beleidsmaker tot teler—unieke rollen, belangen en knelpunten heeft. Het resultaat is een fundamenteel inzicht dat essentieel is voor de verdere strategieontwikkeling.

Agrariërs

Agrariërs, vaak de probleemeigenaren, zoeken naar oplossingen voor arbeidstekorten en verduurzaming. Ze worden echter geconfronteerd met hoge investeringskosten en onzekere terugverdiens tijden van robots. Hun bereidheid om data te delen is laag vanwege privacyzorgen, concurrentieoverwegingen en de onzuiverheid van data door wisselende perceelafmetingen en subsidievoorwaarden. Veel boeren zijn gefocust op de dagelijkse werkdruk, wat langetermijninvesteringen bemoeilijkt. Demonstraties en praktijklabs, waar ze de voordelen direct zien, zijn cruciaal om de adoptiesnelheid te verhogen. Er bestaat een duidelijke kloof tussen de koplopers en de bredere groep agrariërs (early en late majority).

Technologische experts en leveranciers

Technologische experts en leveranciers zijn de probleemoplossers, maar missen vaak inzicht in de dynamische en variabele agrarische praktijk (bodem, klimaat, gewasgroei), wat leidt tot de ontwikkeling van te gewasspecifieke of onvoldoende robuuste robots. De uitdaging ligt in het ontwikkelen van technologie die breed inzetbaar en modulair is om zo opschaalbaarheid te realiseren. Technici lijken gemotiveerd te kunnen worden door de maatschappelijke relevantie van hun werk, zoals bijdragen aan voedselzekerheid en plantengroei te benadrukken. Dit vraagt om een actieve organisatie.

Onderwijs

Het onderwijsveld staat voor significante uitdagingen bij de integratie van robotica. Primair is er een breed tekort aan technisch talent en kampen docenten met een gebrek aan tijd, middelen en bewustzijn om technologische innovaties in het curriculum te verankeren. Deze uitdaging wordt versterkt doordat ook andere sectoren de technische opleidingen actief benaderen voor samenwerking, waardoor de groene sector moet concurreren om aandacht en capaciteit. Intern is de kennisuitwisseling tussen groene en technische docenten nog onvoldoende en bestaat het risico dat curricula zich te veel richten op specifieke smalle oplossingen (één gewas of handeling) of specifieke (vendor) machines of robots. Daarbij wordt het MBO niet altijd als volwaardige kennispartner erkend, wat de toegang tot cruciale financieringsstromen bemoeilijkt.

Desondanks bieden juist deze knelpunten ook kansen. Multidisciplinaire projecten, zoals Blended Intensive Programs (BIPs) en de inzet van financiële studenten voor het doorrekenen van businesscases, kunnen het onderwijs verrijken.

Overheid en Branches

De overheid en brancheorganisaties spelen een faciliterende en stimulerende rol. Het Ministerie van LNV heeft aanzienlijke budgetten gereserveerd en initiatieven zoals het actieprogramma "Robots naar de boerenpraktijk" gelanceerd om de verbinding tussen groen en technologie te versterken. Echter, onduidelijke regelgeving en een gebrek aan langetermijnperspectief remmen investeringen. Brancheorganisaties zoals LTO en Glastuinbouw Nederland initiëren

samenwerkingsverbanden (bijv. de versnellingsgroep robotisering en RoboCrops), wat bijdraagt aan kennisdeling en gezamenlijke experimenten in fieldlabs.

Cultuur en Communicatie

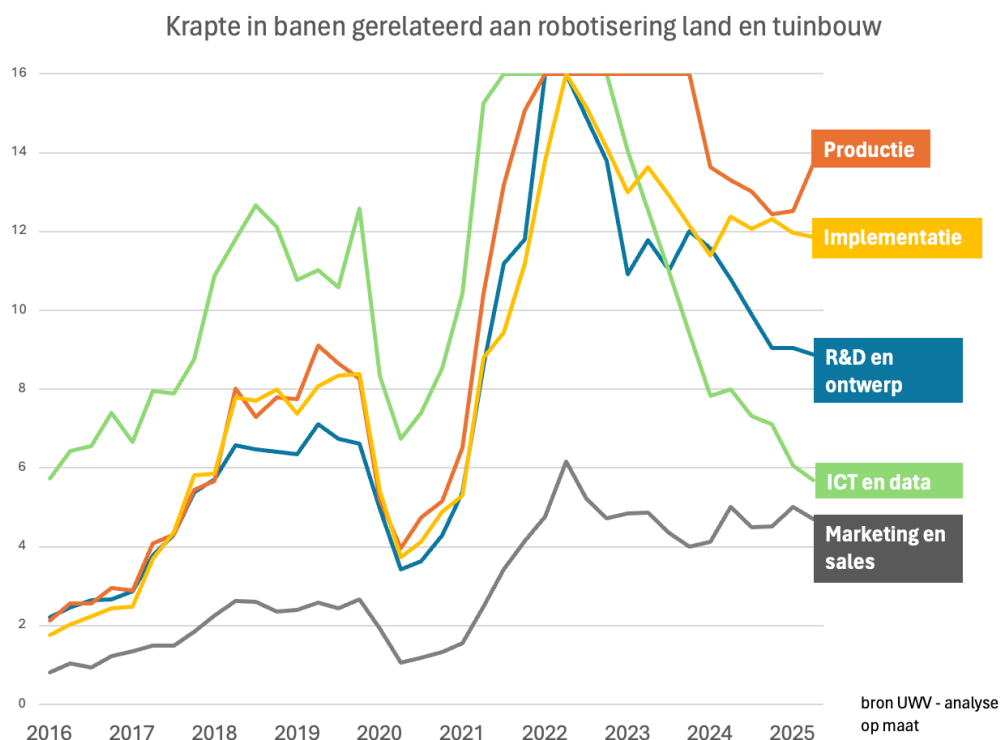
Om de adoptie van robotisering te versnellen, is het essentieel om de kloof tussen de agrarische en technische domeinen te dichten. Dit kan worden bereikt door bestaande netwerken strategisch in te zetten, praktijkgerichte experimenteerruimtes te creëren en pioniers ('aanjagers') de vrijheid en regelruimte te geven om innovaties te testen en te valideren.

11 Onderwijs en arbeidsmarktanalyse

11.1 Analyse arbeidsmarkt

Om een beeld te krijgen van welke tekorten op de arbeidsmarkt een rem kunnen vormen op de robotisering is samen met het UWV een analyse uitgevoerd naar relevante krapteberoepen. Hiervoor zijn bij iedere stap in het robotiseringsproces: R&D, productie, implementatie, ict en data en marketing en sales – de relevante banen uit de UWV BRC+- beroepenindeling geïdentificeerd. Op basis van deze indeling is de onderstaande krapte-analyse gemaakt. Het cijfer tussen 0 en 16 is de krapte-indicator die de verhouding tussen het aantal openstaande vacatures en de werkzoekenden aangeeft. Het UWV categoriseert krapte boven de 4 als 'zeer krap'.

Opmerkelijk is de snelle vermindering van de krapte in ICT en data en in mindere mate in R&D en ontwerp in de afgelopen twee jaar. Dit zijn beroepen die vaak worden ingevuld door werknemers met een bachelor of masteropleiding. Daar staat tegenover dat de krapte in productie en implementatie extreem hoog blijft. De banen in de laatste twee categorieën worden vaker uitgevoerd door praktisch opgeleide werknemers.



11.2 Analyse onderwijs

Voor de analyse van relevante opleidingen is de bovenstaande typering aangepast omdat veel studies relatief breed zijn, zo zijn er veel opleidingen die zowel een R&D als een productiecomponent hebben. Productie en R&D zijn daarom samengevoegd.

11.2.1 Productie en R&D

Zowel in het mbo als in het hbo en wo zijn de meeste relevante studenten te vinden in werktuigbouwkunde gerelateerde studies. De studies die zich specialiseren in robotica, mechatronica, embedded systems en systems engineering en gericht zijn op het samenbrengen van de relevante technische domeinen voor robotica zijn specifiek uitgelicht in onderstaand overzicht³⁰.

MBO 4 opleidingen	Studenten
Technicus engineering	6.825
Technicus mechatronica	1.146
Allround operationeel technicus	477
Technicus mechanica	440
Technicus elektrotechniek	447
Researchinstrumentmaker	375
Productietechnicus	211
Technicus elektrotechnische industriële systemen en installaties	184
Middenkader engineering	81
Middenkaderfunctionaris smart industry	66
Verspaningstechnoloog	59
Tekenaar constructeur	33
Tekenaar ontwerper werktuigkundige installaties	31
Technicus elektrotechnische industriële installaties en systemen	25

HBO opleidingen	Studenten
B Werktuigbouwkunde	5.075
B Elektrotechniek	2.815
B Mechatronica	1.502
B Embedded Systems Engineering	176
M Engineering Systems	184
M Next Level Engineering	53
M Smart Systems Engineering	42
M System Design	42
M Robotics Systems Engineering	5
Ad Industriële Automatisering en Robotica	73
Ad Elektrotechniek	66
Ad Mechatronica	53
Ad Smart Technology	44
Ad Mechatronica in de Smart Industry	14
Ad Embedded Systems Engineering	13

WO-Bachelor opleidingen	Studenten
B Werktuigbouwkunde	3.734
B Electrical Engineering	1.921
B Technische Natuurkunde	1.687
B Mechanical Engineering	1.060
B Technische Wiskunde	687
B Creative Technology	456
B Life Science and Technology	399
B Plantenwetenschappen	282
B Advanced Technology	262
B Biotechnologie	255
B Life Science and Technology	155
B Applied Mathematics	102

WO-master opleidingen	Studenten
M Mechanical Engineering	1.933
M Electrical Engineering	927
M Applied Physics	813
M Robotics	478
M Biotechnology	414
M Applied Mathematics	392
M Systems and Control	366
M Complex Systems Engineering and Management	337
M Embedded Systems	289
M Life Science and Technology	240
M Biosystems Engineering	134
M Industrial and Applied Mathematics	119

³⁰ Bron: Duo onderwijsdata 2024, eigen bewerking

11.2.2 ICT

ICT, AI en computer vision zijn van belang voor het ontwikkelen van automatische systemen, digitale interfaces en het verwerken van data. Studies gericht op AI en computer vision zijn uitgelicht³¹.

MBO 4 opleidingen	Studenten
Software developer	9.537
Expert IT systems and devices	6.437
IT systems and devices	168
Applicatie- en mediaontwikkelaar	92
ICT-beheerder	72

HBO opleidingen	Studenten
B HBO-ICT	16.220
B Informatica	3.986
B Technische Informatica	943
B Applied Data Science & Artificial Intelligence	666
B Bio-informatica	426
M Applied Data Science	55
M Data Science for Life Sciences	53
M Digital Technology Engineering	51
M Applied Artificial Intelligence	47
M Applied IT	45
M ICT: Software Engineering	25
M Computer Vision & Data Science	12
Ad Software Development	787
Ad Informatica	186
Ad ICT	163
Ad Data Analytics	81
Ad Information Security	56
Ad ICT Internet of Things	32

WO-Bachelor opleidingen	Studenten
B Technische Informatica	2.795
B Informatica	1.950
B Artificial Intelligence	2.785
B Computer Science	1.432
B Data Science and Artificial Intelligence	1.025
B Technical Computer Science	843
B Informatiekunde	757
B Cognitive Science and Artificial Intelligence	667
B Computing Science	639
B Data Science	565
B Business Information Technology	298
B Data Science and Society	61

WO-master opleidingen	Studenten
M Computer Science	2.392
M Artificial Intelligence	1.856
M Data Science and Society	497
M Computer Science and Engineering	425
M Informatica	342
M Data Science and Artificial Intelligence	298
M Information Science	282
M Design for Interaction	279
M Information Studies	220
M Interaction Technology	219
M Computational Science	201
M Data Science in Business and Entrepreneurship	195
M Statistics and Data Science	185
M Artificial Intelligence & Engineering Systems	178
M Applied Data Science	167
M Business Information Technology	164
M Computer and Embedded-Systems Engineering	163
M Software Engineering	151
M Data Science and Artificial Intelligence Technology	148
M Data Science for Decision Making	135
M Information Management	133
M Human-technology Interaction	124
M Information Sciences	96
M ICT in Business and the Public Sector	86
M Computer Security	56
M Data Science for Food and Health	50
M Security and Network Engineering	50
M Cognitive Science and Artificial Intelligence	47
M Computational Cognitive Science	29
M Computer Engineering	28
M Imaging Engineering	8

³¹ Bron: Duo onderwijsdata 2024, eigen bewerking

11.2.3 Implementatie

Onder implementatie valt het bedienen van de robots, installatie en onderhoud, specialistische opleidingen, dit zijn mbo/AD-opleidingen. In het hoger onderwijs zijn implementatie opleidingen gericht op inbedding van robotisering op bedrijven, in de samenleving en beleid. De opleidingen die zich specifiek richten op agrarische toepassingen zijn uitgelicht³².

MBO 4 opleidingen	Studenten
Technisch specialist voertuigen en mobiele werktuigen	4.053
Operator C	1.086
Vakexpert teelt en groene technologie	513
Technicus service en onderhoud elektrotechniek en instrumentatie	457
Technicus service en onderhoud werktuigbouw	400
Commercieel technicus	198
Vakexpert agrarisch loonwerk	126
Service- en onderhoudstechniek	44

HBO opleidingen	Studenten
B Technische Bedrijfskunde	5.799
B Bedrijfskunde en Agribusiness	1.257
B Tuinbouw en Akkerbouw	566
B Tuinbouw & Agribusiness	167
B International Food & Agribusiness	120
M Agribusiness Development	19
M Duurzame Gebiedstransities	12
Ad Technische Bedrijfskunde	329
Ad Bedrijfskunde en Agribusiness	129
Ad Tuinbouw en Akkerbouw	64
Ad Maintenance	47
Ad Maintenance & Mechanics	26
Ad Tuinbouwmanagement	15

WO-Bachelor opleidingen	Studenten
B Technische Bedrijfskunde	1.527
B Technische Bestuurskunde	893
B Business Engineering	536
B Bedrijfs- en Consumentenwetenschappen	332
B Natuurwetenschap en Innovatiemanagement	314
B Future Planet Studies	303
B Environmental Sciences	296
B Digital Society	265
B Business Analytics	226
B Aarde, Economie en Duurzaamheid	224
B Science, Business & Innovation	211
B Internationale Ontwikkelingsstudies	203
B Technische Innovatiewetenschappen	188
B Global Responsibility and Leadership	166
B Agrotechnologie	118

WO-master opleidingen	Studenten
M Resilient Farming and Food Systems	264
M Engineering and Policy Analysis	240
M Science and Innovation	237
M Management, Policy Analysis and Entrepreneurship in the Health and Life Sciences	217
M Earth and Environment	200
M Science, Business and Innovation	66
M Innovation Sciences	47
M Spatial Engineering	32

³² Bron: Duo onderwijsdata 2024, eigen bewerking

12 Kennisdeling van NPPL

Op basis van algemene internetbronnen hanteert de Nationale Proeftuin Precisielandbouw (NPPL) een praktijkgerichte en gelaagde aanpak om kennis en inzichten te delen. De kern van deze werkwijze is: "voor en door telers". De deelnemende boeren en tuinders ('pioniers') zijn zelf het belangrijkste kenniskanaal.

De kennisdeling gebeurt op de volgende manieren:

1. Actieve en Fysieke Kennisdeling (Zien en Ervaren)

De meest directe methode van NPPL is gericht op het laten zien van technologie in de praktijk – niet in een laboratorium of onderzoekssetting, maar op echte boerenbedrijven.

- **Demonstraties en Open Dagen:** NPPL organiseert regelmatig praktijkbijeenkomsten, open dagen en zogenoemde 'Robottoers' op de deelnemende bedrijven.
- **Praktijkgericht Leren:** Andere telers, adviseurs en studenten kunnen hier de technologieën in actie zien (zoals precisiespuiten, drones of veldrobots) en direct vragen stellen aan de gebruiker.
- **Workshops en Evenementen:** NPPL organiseert ook grotere, thematische sessies waarin specifieke cases – zoals precisiebemesting of variabel zaaien – centraal staan. De resultaten worden gedeeld en besproken.

2. Continue Digitale Kennisdeling

De website van NPPL (gehost via WUR/Proeftuinprecisielandbouw.nl) en bijbehorende digitale kanalen vormen het centrale kennisarchief en de nieuwsbron.

- **Dashboards en Artikelen:** Voor elke case of technologie zijn online dashboards en artikelen beschikbaar met informatie over praktijkervaringen, technische uitdagingen, kosten en baten.
- **Video Content:** Er is veel videomateriaal (o.a. via YouTube) waarin pionierende boeren en WUR-experts de proeven en resultaten toelichten.
- **Webinars:** Voor specifieke thema's, zoals nieuwe robots, organiseert NPPL interactieve webinars waar deelnemers digitaal vragen kunnen stellen.

3. Kennisdeling via Netwerken en Media

NPPL maakt ook gebruik van bestaande netwerken binnen de agrarische sector om kennis te verspreiden.

- **Studiegroepen:** De deelnemende telers werken samen in studiegroepen onder begeleiding van experts, vaak van Wageningen University & Research. Hun inzichten worden verder gedeeld binnen en buiten het netwerk.
- **Vakbladen:** Resultaten worden gepubliceerd in agrarische vakbladen zoals *Boerderijen* en *Nieuwe Oogst*, om ook niet-deelnemende boeren te bereiken.
- **Betrekken van Onderwijs:** NPPL werkt samen met groene onderwijsinstellingen (zoals Aeres Hogeschool) zodat studenten betrokken worden bij de proeven en de nieuwste kennis direct doorstroomt naar het onderwijs.

13 'Twenty-First Century Skills in de technologische landbouw'

De transitie naar een datagedreven en gerobotiseerde landbouwsector verandert niet alleen het machinepark, maar vraagt ook fundamenteel andere vaardigheden van de moderne agrarisch ondernemer en medewerker. Technologie – zoals drones, sensoren en autonome robots – is daarbij slechts het middel. De 21e-eeuwse vaardigheden zijn de competenties die nodig zijn om deze technologieën effectief in te zetten. Ze vormen de brug tussen technologie en het succesvol managen van een modern, duurzaam en efficiënt landbouwbedrijf.

De Kernvaardigheden Gedefinieerd

Hoewel er verschillende modellen bestaan, zijn de volgende vaardigheden cruciaal binnen de context van landbouwtechnologie en robotisering:

1. **Kritisch Denken en Probleemoplossend Vermogen**
 - **Wat het is:** Het vermogen om complexe situaties te analyseren, data logisch te interpreteren en effectieve oplossingen te vinden voor onverwachte problemen.
 - **In de Agri-Tech:** Niet alleen data *verzamelen* met een drone, maar deze ook kunnen *interpreteren*. Verbanden leggen tussen bodemdata, weerpatronen en gewasgroei. Kunnen achterhalen waarom een plukrobot een storing geeft of opbrengstdata afwijkt.
2. **Digitale Geletterdheid**
 - **Wat het is:** Meer dan alleen met computers kunnen omgaan. Het gaat om datamanagement, inzicht in software- en robotsystemen en weten welke data betrouwbaar is.
 - **In de Agri-Tech:** Het fundament. Denk aan het bedienen van Farm Management Software, het instellen van een autonome tractor, het uitlezen van sensordata en het begrijpen van AI-adviezen.
3. **Samenwerken en Communiceren**
 - **Wat het is:** Effectief functioneren in interdisciplinaire teams en informatie helder kunnen overbrengen.
 - **In de Agri-Tech:** De boer wordt steeds meer een systeemmanager die moet schakelen met data-analisten, softwareleveranciers, loonwerkers met precisietechniek en ingenieurs.
4. **Creativiteit en Innovatievermogen**
 - **Wat het is:** Out-of-the-box kunnen denken, nieuwe werkwijzen ontwikkelen en technologische kansen herkennen.
 - **In de Agri-Tech:** Nieuwe toepassingen bedenken voor precisielandbouw. Technologieën slim combineren, zoals sensordata koppelen aan gerobotiseerde irrigatie om duurzaamheid of efficiëntie te verhogen.
5. **Adaptiviteit en Leervermogen (Zelfregulering)**
 - **Wat het is:** Flexibel kunnen omgaan met veranderingen en de motivatie om jezelf voortdurend te blijven ontwikkelen.
 - **In de Agri-Tech:** Technologie verandert snel. Dit vraagt om de bereidheid om jaarlijks nieuwe software te leren, nieuwe sensortechnieken te verkennen en open te staan voor een andere manier van boeren.

Conclusie: Van Handenarbeid naar Kenniswerk

De opkomst van robotisering en geavanceerde technologie verschuift de focus in de landbouw van fysieke arbeid naar kenniswerk en systeemanalyse. Het succes van deze technologische transitie hangt niet af van hoeveel robots er worden aangeschaft, maar van het vermogen van mensen om deze technologieën slim aan te sturen, te begrijpen en te optimaliseren. Investeren in 21e-eeuwse vaardigheden is dus minstens zo belangrijk als investeren in technologie.

14 Open innovatie als strategische noodzaak

De samenwerking tussen groene en technologische opleidingen is geen vrijblijvende wens, maar een strategisch vereiste. Het concept van Open Innovatie (Chesbrough, 2003)³³ biedt het raamwerk om deze samenwerking effectief vorm te geven. Dit model beschrijft de verschuiving van een gesloten R&D-model naar een open, adaptief netwerkmodel.

1. De traditionele aanpak: gesloten innovatie

Het klassieke innovatiemodel functioneerde als een gesloten systeem. Alle kennis en R&D bleven binnen de muren van de eigen organisatie. Innovatie werd pas laat extern gedeeld. Dit model is in de huidige technologische context te traag, te duur en te star.

2. De huidige imperatief: open innovatie

Kennis en talent zijn verspreid. Geen enkele organisatie bezit alle antwoorden. Open Innovatie vraagt om een open houding:

9. **Instroom:** Actief externe technologie, kennis en partnerschappen benutten om eigen innovatie te versnellen.
10. **Uitstroom:** Eigen, ongebruikte kennis beschikbaar stellen aan anderen, bijvoorbeeld via licenties of samenwerkingen, om daar ook waarde te creëren. De focus verschuift van het bezitten van kennis naar het managen van kennisstromen.

3. Relevantie: het adresseren van de 'agri-tech kloof'

De landbouwrobotica illustreert deze noodzaak treffend. Er bestaat een kloof:

- Enerzijds ontwikkelen technische opleidingen technologische oplossingen, maar missen ze kennis over de agrarische praktijk (bodem, gewas, logistiek).
- Anderzijds herkennen Groene opleidingen praktijkproblemen (arbeidstekorten, duurzaamheid), maar missen ze technische kennis (AI, sensoren, robotica).

Als beide gescheiden blijven opereren, blijven innovaties steken in de prototypefase.

Open Innovatie biedt de brug. Het dwingt groene - vraag- en contextgestuurde en technische (oplossingsgestuurde) opleidingen om vanaf het begin samen te werken. Alleen zo worden innovaties echt bruikbaar, schaalbaar en toekomstbestendig.

³³ Chesbrough, H. W. (2003). *Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology*. Harvard Business School Press.

15 Overzicht participanten en geïnterviewde personen

Dit strategische plan is het resultaat van een uitgebreide consultatie van ruim 77 experts en organisaties uit het agro- en technologische domein. De aanbevelingen zijn direct gebaseerd op de collectieve denkkraft en kritische validatie van een breed en divers ecosysteem. Betrokken partijen omvatten:

- **Agrarische Ondernemers en Koplopers:** Zij leverden onmisbare inzichten in de dagelijkse praktijk, werkdruk, en barrières rond investeringskosten en data-eigenaarschap.
- **Kennisinstellingen en Onderwijs** (MBO, HBO, WO): Zij gaven inzicht in de kaders van het onderwijssysteem en de noodzaak van contextrijk leren.
- **Brancheorganisaties en Tech-bedrijfsleven** (bv. LTO, AVAG): Zij boden hun perspectief op innovatie, benodigde technische competenties en de cruciale stap naar praktijkrijpheid (TRL 7-9).
- **Publieke en publiek private netwerkorganisaties zoals Fieldlabs, CoE's en CIV's:** Hun input was essentieel voor de verbinding met lopende initiatieven en bredere strategische agenda's van de overheid.

Via diepte-interviews en gerichte werksessies (waarin risico's en succesfactoren werden getoetst) is een langjarige, programmatische aanpak geformuleerd. Deze brede vertegenwoordiging draagt er aan bij dat de voorgestelde strategie een gedragen en uitvoerbaar fundament vormt voor het toekomstige robotiseringsprogramma, gericht op het versterken van het adaptieve vermogen van de gehele keten. Omwille van de privacy (AVG) zijn de namen van de 77 geconsulteerde experts en organisaties in dit rapport niet opgenomen, maar bekend bij de auteur en opdrachtgever.