pit

de kern van praktijkgericht onderzoek

Sciencefiction op de Noordzee
Reparatierobot voor windturbines

Diagnose van soa kan straks 'gewoon' bij huisarts

Frezen versus 3D-printen

'Er zijn minder grondstoffen nodig als we producten printen'

Sleutel-technologieën

Sleuteltechnologieën
Baanbrekende technologie

4

Feiten en cijfers 8

22
Sciencefiction op de Noordzee

24
Elevator pitch
Menselijke AI

Cockpit
Bestuurders over belang praktijkgericht onderzoek bij sleuteltechnologieën.
10

In bedrijf
14

25
Robot geknipt voor peren

Snelle detectie van een infectie
28

16
In de kern:
Duiken in data

Elevator pitch 18
Haarscherpe blik op tomaten

Sterk staaltje 3D-printen
19

31
Column
Zo maken we de nieuwe generatie enthousiast voor technologie

Pitstop
3D-geprint pessarium op maat

32

Colofon

Uitgave: Alex Verkade, Regieorgaan SIA
Concept: Schrijf-Schrijf
Projectleiding: Anke Oomen
Themaredactie: Erik Knol
Bladcoördinatie en tekst: Schrijf-Schrijf
Vormgeving: Enof creatieve communicatie
Fotografie: Maartje ter Horst, Gerritjan Huinink en Harmen de Jong
Illustratie: Jeen Berting
Drukwerk: Altijddrukwerk

Magazine PIT | editie 5 | november 2023

PIT gaat over de impact van praktijkgericht onderzoek van hogescholen. Het magazine wordt uitgegeven door Regieorgaan SIA, onderdeel van de Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO). Met medewerking van Vereniging Hogescholen.

regieorgaan-sia.nl | info@regieorgaan-sia.nl

Gratis magazine PIT ontvangen?
Stuur een e-mail met je naam en adresgegevens naar: info@regieorgaan-sia.nl

Volg ons op:
@regieorgaanSIA
regieorgaan-sia

VOORWOORD

Beste lezer,

Ons land dreigt vast te lopen. Technologische oplossingen hebben we steeds harder nodig om de uitdagingen in de maatschappij de baas te zijn. Denk aan de energietransitie, schaarste in grondstoffen, de overgang naar circulair Nederland en het grote personeelstekort in de zorg. Allemaal uitdagingen die complex zijn, die we gisteren al moesten oplossen en die om expertise vragen op meerdere disciplines. De baanbrekende technologieën die ons hierbij kunnen helpen, noemen we sleuteltechnologieën, het thema van deze editie van PIT.

Op dit vlak gebeurt ontzettend veel in Nederland, van fotonica tot nanotechnologie. Hogescholen spelen daarin een belangrijke rol. Want bij het ontwerpen van dit soort technologische innovaties heb je meteen terugkoppeling van de praktijk nodig. Alleen op die manier kom je snel tot innovaties die praktisch toepasbaar zijn.

Zo werkt De Haagse Hogeschool samen met telers aan de toepassing van fotonica in de tomatenteelt (pagina 18). Deze optische technologie kan de groei van gewassen in de gaten houden, zónder planten te beroeren. En dat biedt een mooie toekomst voor de rest van de tuinbouwsector. Een andere sleuteltechnologie is 3D-printen. In het IAMM-project wordt hard gewerkt om deze printtechnologie meer bekendheid te geven in het bedrijfsleven. Door metalen producten namelijk te printen, in plaats van te frezen, bespaar je veel grondstoffen (pagina 19).

Robotica is ook een fascinerende sleuteltechnologie. HZ University of Applied Sciences werkt aan een drone-robot die zelfstandig bladen van windturbines kan repareren. Een cruciale ontwikkeling gezien de forse uitbreiding van windparken op zee (pagina 22). Daarnaast biedt een innovatieve snoeirobot van Hogeschool Inholland oplossingen voor perentelers, waardoor zij efficiënter kunnen werken (pagina 25).

Laat je in deze PIT inspireren door de innovaties en de impact die hogescholen hebben. Daarmee houden ze onze economie en maatschappij draaiend.

Veel leesplezier!

Claudia Reiner
Bestuurslid Regieorgaan SIA

Sleutel-technologieën

Unieke wetenschap en engineering die technologische oplossingen bieden voor maatschappelijke uitdagingen. Van de energietransitie tot de overgang naar een circulair Nederland. Denk aan kunstmatige intelligentie, fotonica, nano- en biotechnologie. Dit soort sleutel-technologieën zijn baanbrekend. Als we tenminste blijvend investeren in ethisch verantwoorde ontwerpen én in het unieke Nederlandse innovatieklimaat.

Stel je voor: naar Zuid-Europa met je elektrische auto. En dat zonder tussendoor op te laden vanwege batterijen die veel meer op kunnen slaan door nanotechnologie. Of wat dacht je van elke seconde en overal vandaan je bloedsuikergehalte digitaal doorgeven aan het ziekenhuis als je diabetes hebt? Allemaal dankzij de microchip die bloedwaarden meet met hulp van heel kleine vloeistofkanalen en sensoren. Of neem toekomstige datacenters die veel minder stroom verbruiken met servers die draaien op microchips die werken met lichtsignalen in plaats van elektriciteit.

Het zijn maar een paar mogelijkheden van innovatieve technologieën die nu nog in de kinderschoenen staan. We noemen ze sleuteltechnologieën, ofwel *key enabling technologies*. Omdat ze baanbrekend zijn, bijdragen aan oplossingen voor veel maatschappelijke uitdagingen én economisch waardevol zijn. Hun potentie is groot, als we de grenzen blijven opzoeken. Met onderzoek, innovatief ontwerpen en cross-sectorale samenwerkingen.

ECHT LUISTEREN

‘Nederland heeft een perfect klimaat om sleuteltechnologieën te ontwikkelen’, vertelt Marc Hendrikse. Hij is boegbeeld van de topsector High Tech Systemen en Materialen (HTSM). ‘We hebben in ons land een beroemde en beruchte non-hiërarchische cultuur als het gaat om hightech innovatie. Degene die iets bedenkt, praat ook rechtstreeks met degene die iets maakt. We respecteren elkaar en luisteren naar elkaars adviezen en oplossingsrichtingen. Dat zie je in bijna geen enkele andere cultuur.’

Illustratie: Jeen Berting

Die samenwerking werkt ook horizontaal. Hendrikse: ‘Stop specialisten van verschillende disciplines in een ruimte en leg ze een probleem voor. Samen zoeken zij naar de optimale oplossing. Een mooi voorbeeld daarvan is lab-on-a-chip (zie pagina 14). Voor dit complete laboratorium op een piepkleine chip werkten biologen nauw samen met nanotechnologen. Dat zoiets tot stand komt en vervolgens ook werkt is echt de kracht van Nederland.’

In de vaart van innovatie moet ethiek nooit uit het oog worden verloren

CRUCIAAL BELEID

Het maatschappelijk belang van sleuteltechnologieën wordt vanuit de politiek ook steeds meer erkend. ‘Je ziet een breekpunt rond de financiële crisis van 2008. Daarvoor was het idee nog dat ons land richting een diensteneconomie moest. Maar daarna, en zeker na de COVID-pandemie, werd duidelijk dat we beleid nodig hebben rondom technologie en de maakindustrie’, vertelt Hendrikse. ‘Door grote transities – bijvoorbeeld op het vlak van energie, voedsel, water en wonen – ontstaan namelijk nieuwe waardeketens. Het is geopolitiek en ecologisch onverantwoord om alles in China te laten plaatsvinden.’

In die lijn zijn dan ook recent de kamerbrief ‘Strategisch en groen industriebeleid’ en de brief met het ‘Actieplan innovatie en valorisatie’ aan de Tweede Kamer aangeboden. ‘Hiermee wordt voor het eerst uitgesproken dat we een specifiek deel van ons bruto binnenlands product aan industrie willen besteden. En dat we sleuteltechnologieën versneld inzetten voor de energietransitie, meer digitalisering en een circulaire samenleving. Zo voeren we een beleid van uniciteit in innovatie: wij jagen unieke ontwikkelingen van sleuteltechnologieën aan die bedrijven weer omzetten in producten. Zo krijgen we een unieke, onmisbare rol in internationale waardeketens.’

UNIEKE UITVINDERS

De topsector verbindt de overheid, onderzoek en bedrijven. De uitvinders bij bedrijven zijn van oudsher een drijvende kracht achter hightech innovatie. ‘Kijk naar Philips, waaruit ASML is ontstaan’, stelt Ton Peijnenburg, chief technology officer binnen VDL ETG, een hightech bedrijf dat ook is ontstaan vanuit Philips. ‘ASML produceert nu als enige ter wereld de meest geavanceerde wafersteppers: machines die chipfabrikanten nodig hebben voor de productie van microchips. Zo’n voortrekkersrol pakken we in Nederland doordat we naar de langere termijn durven te kijken. Dat is heel anders in de Verenigde Staten, waar durfkapitalisten die investeren in technologie snelle resultaten verwachten.’

En de rol van onderzoek en onderwijs? Peijnenburg: ‘Waar universiteiten fundamenteel onderzoek naar nieuwe technieken doen, zijn hogescholen onmisbaar voor de praktische toepassingen. Hier komen echte maatschappelijke oplossingen vandaan. Zoals milieuvriendelijke recycling van batterijen, efficiënt groene waterstof opwekken en duurzame productie met 3D-metaalprinten (zie pagina 19). Om maar een paar voorbeelden te noemen.’

TECHNOLOGIE DE OPLOSSING?

In de vaart van innovatie moet ethiek nooit uit het oog worden verloren. Peijnenburg: ‘Ik geef les op de TU Eindhoven, waar ethiek aan de orde komt in het lesprogramma: wat zijn de implicaties van een bepaalde toepassing? Hoe zorgen we bijvoorbeeld dat die inclusief zijn en niet discrimineren? Ik merk dat het nog moeilijk is voor studenten om breed maatschappelijk te kijken. Hier mogen we zeker nog beter in trainen.’

In de praktijk ontbreekt meestal het besef dat elke keuze een ethische afweging omvat. ‘Ethiek voeg je niet later toe. Zo is technologie het resultaat van een groot aantal keuzes, belangen en aannames’, stelt Marleen Stikker. Zij is filosoof, stond aan de wieg van het internet en is oprichter en bestuurder van Waag Futurelab. ‘Mensen gaan er vaak vanuit dat technologie het antwoord is, zonder het probleem goed te analyseren. Dan krijg je gekke situaties. Bijvoorbeeld dat we een gebrek aan zorgpersoneel willen oplossen met robots. Terwijl personeel 40% van de tijd kwijt is aan administratie. Dan moet je eerst naar het onderliggende systemische vraagstuk kijken. Zoals gebrek aan vertrouwen in uitvoering en winstmaximalisatie door verzekeraars, in plaats van je heil in technologie te zoeken.’

ONTWERPEN MET VRAGEN

Wanneer is (sleutel)technologie dan wél het antwoord? Wat Stikker betreft wanneer publieke waarden leidend zijn. Als een maatschappelijk probleem in zijn geheel wordt benaderd. Daarnaast moet de technologie niet zelf een probleem creëren. Bijvoorbeeld door de ecologische voetafdruk van big data. Of door de ondermijning van rechtszekerheid door vooroordelen in algoritmen. Om dat te voorkomen moet je in het ontwerpproces van technologie waarden en aannames expliciet maken. ‘Dat kan met de *public stack*-methode die wij ontwikkeld hebben. Daarin staan vier vragen centraal’, vertelt zij.

‘De eerste gaat over de aannames: wat is het probleem, wie bepaalt dat en waar optimaliseer je voor? Zijn alle belanghebbenden betrokken bij het ontwerp? Is technologie echt de (enige) oplossing? Dan volgt eigenaarschap: hoe financieren we technologieontwikkeling en hoe organiseren we eigendom? Mag persoonlijke data handelswaar zijn? We verhandelen tenslotte ook geen organen. En als het publiek gefinancierd wordt, dan hoort het ook publiek eigendom te zijn. De derde vraag gaat over de governance. Wie bepaalt de regels en hoe wordt daarop toegezien? Tot slot is er de vraag van grondrechten. Worden er door de ontwikkeling van deze toepassing geen mensenrechten en grondrechten geschonden? Dit moet je vervolgens ook heel expliciet in het hele ontwerpproces meenemen.’

METHODES VOOR VERBINDING

Hogescholen hebben wat Stikker betreft een belangrijke rol in het verantwoorde ontwerp van innovatieve toepassingen. ‘Een manier om dat systematisch aan te pakken is met *key enabling methodologies*, of sleutelmethodologieën. Deze zijn mede ontwikkeld door CLICKNL – de topsector Creatieve Industrie – en zijn een verzameling van methodes voor co-creatie en participatie. Van verkenning tot het teweegbrengen van een systemische verandering. Ik denk dat hogescholen specialisten in deze methodes moeten zijn. Hiermee vind je namelijk de verbindingen tussen verschillende technologische en niet-technologische disciplines.’

VERSNELLING EN OPSCHALING

‘Hogescholen zijn inderdaad onmisbaar bij de ontwikkeling van sleuteltechnologieën’, stelt ook Marc Hendrikse van Holland High Tech. ‘Innovaties komen van universiteiten en hogescholen, vaak in samenwerking met bedrijven. Het eerste knelpunt zit vooral in de versnelling en opschaling van ontwikkelingen. De overheid geeft al een extra impuls met het Deep Tech Fonds van 250 miljoen euro. Maar dat is nog lang niet genoeg. Ik zie bijvoorbeeld ook kans voor pensioenfondsen om te investeren in het opschalen van sleuteltechnologieën.’

GEZAMENLIJK OPTREKKEN

Een tweede knelpunt is de verbinding tussen bedrijven. Peijnenburg ziet ruimte om meer gezamenlijk op te trekken. ‘We zitten in de hightech met verschillende kleine en grote bedrijven in een toeleveringsketen – het bedrijf waar ik voor werk is er ook onderdeel van. Nu is het vaak nog lastig om ons zonder stimuleringsmaatregelingen bij elkaar te brengen.

Iedereen probeert zijn eigen technologieën zo goed mogelijk te beschermen, wat samenwerking soms in de weg staat. De overheid kan als neutrale tussenpersoon dienen om ons te laten samenwerken. Sleuteltechnologieën wil je namelijk zo breed mogelijk beschikbaar maken binnen het Nederlandse ecosysteem om ontwikkeling verder te versnellen.’

KANSEN ZONDER GRENZEN

En dan? Zijn er onbegrensde kansen om onze maatschappelijke uitdagingen op te lossen. Peijnenburg: ‘Ik denk bijvoorbeeld aan veilige data-uitwisseling met de rekenkracht van quantumcomputers, betere batterijtechnologie, optimale zonnecellen dankzij fotonica, voldoende groene waterstof voor de industrie en geavanceerde voedselkweek zonder bestrijdingsmiddelen. En robotica in de zorg die wél nuttig is, zoals uitwendige skeletten die het menselijk lichaam ondersteunen bij revalidatie. De mogelijkheden zijn echt eindeloos.’

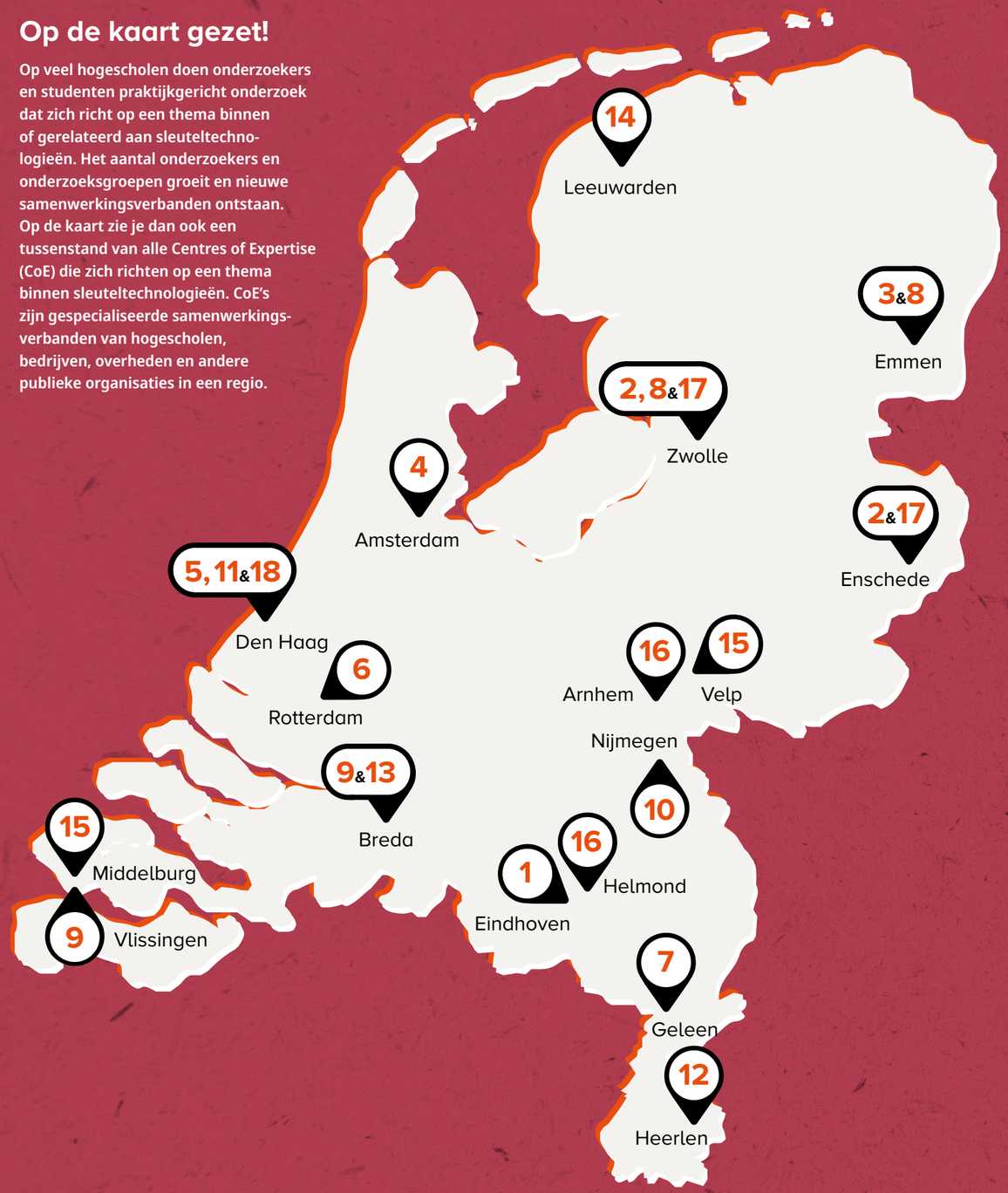
TON PEIJNENBURG
Chief technology officer VDL ETG

MARLEEN STIKKER
Directeur Waag

MARC HENDRIKSE
Boegbeeld topsector HTSM, voorzitter Holland High Tech

Op de kaart gezet!

Op veel hogescholen doen onderzoekers en studenten praktijkgericht onderzoek dat zich richt op een thema binnen of gerelateerd aan sleuteltechnologieën. Het aantal onderzoekers en onderzoeksgroepen groeit en nieuwe samenwerkingsverbanden ontstaan. Op de kaart zie je dan ook een tussenstand van alle Centres of Expertise (CoE) die zich richten op een thema binnen sleuteltechnologieën. CoE's zijn gespecialiseerde samenwerkingsverbanden van hogescholen, bedrijven, overheden en andere publieke organisaties in een regio.



CENTRES OF EXPERTISE

1. **High Tech Systems and Materials** (HTSM) - Fontys Hogeschool
2. **TechForFuture** - Saxion en Windesheim
3. **Smart Sustainable Manufacturing** - NHL Stenden Hogeschool
4. **Applied Artificial Intelligence** - Hogeschool van Amsterdam
5. **Cyber Security** - De Haagse Hogeschool
6. **HRTech** - Hogeschool Rotterdam
7. **CHILL** - Zuyd Hogeschool
8. **Green PAC** - Windesheim en NHL Stenden Hogeschool
9. **MNEXT** - Avans Hogeschool en HZ University of Applied Sciences
10. **HAN BioCentre** - HAN University of Applied Sciences
11. **Health Innovation** - De Haagse Hogeschool
12. **Expertisecentrum voor Innovatieve Zorg en Technologie (EIZT)** - Zuyd Hogeschool
13. **Perspectief in Gezondheid** - Avans Hogeschool
14. **Centre of Expertise Water Technology** (CEW) - NHL Stenden Hogeschool en Van Hall Larenstein
15. **Delta Platform** - HZ University of Applied Sciences en Van Hall Larenstein
16. **ACE Mobility** - Fontys Hogeschool en HAN University of Applied Sciences
17. **TechYourFuture** - Saxion en Windesheim
18. **Kenniscentrum Digital Operations & Finance** - De Haagse Hogeschool

54 miljoen euro

wees Regieorgaan SIA toe aan onderzoek dat bijdraagt aan sleuteltechnologieën. Dit bedrag is toegekend in de periode 2020-2023.

5 LECTORENPLATFORMS

Samenwerking van lectoren rondom de ontwikkeling van sleuteltechnologieën:

- **Lectorenplatform Applied Science**
- **Platform Praktijkgericht ICT-onderzoek (PRIO)**
- **Sustainable Smart Industry - Disassembly**
- **Applied Smart Robotics & AI**
- **Platform Inzet van Technologie voor Gezondheid en Zorg (PIT)**

10 SPRONG-GROEPEN

Dit zijn alle SPRONG-groepen die met hun onderzoek bijdragen aan de ontwikkeling van sleuteltechnologieën. De SPRONG-financiering van Regieorgaan SIA stimuleert samenwerking tussen onderzoeksgroepen van verschillende hogescholen, samen met een groot aantal praktijkpartners, om zo uit te groeien tot een krachtige onderzoeksgroep.

- **Industrieel Additive Manufacturing Metaal** (IAMM) - Windesheim (penvoerder), Fontys Hogeschool en Saxion
- **Researchgroup for Digital Driven Manufacturing** - Saxion (penvoerder) en Windesheim
- **DEMAND** (data engineering en dataketens) - HAN University of Applied Sciences (penvoerder), Fontys Hogeschool en Saxion
- **RAAIT** (verantwoorde AI-oplossingen) - Hogeschool van Amsterdam (penvoerder), Hogeschool Rotterdam en Hogeschool Utrecht
- **Expertisenetwerk Cyberweerbaar Nederland** - De Haagse Hogeschool (penvoerder), NHL Stenden Hogeschool en Saxion
- **GROUNDED** (o.a. monitoren van de kwaliteit van onze leef-omgeving) - Saxion (penvoerder) en De Haagse Hogeschool
- **DIGIREAL**-XL (o.a. slimme en interactieve digitale omgevingen) - Breda University of Applied Sciences (penvoerder) en Fontys Hogeschool
- **Circulaire Kunststoffen** - NHL Stenden Hogeschool (penvoerder) en Hanzehogeschool Groningen
- **Verduurzaming Chemie** - Hanzehogeschool Groningen (penvoerder), NHL Stenden Hogeschool en Zuyd Hogeschool
- **Watertechnologie** - NHL Stenden Hogeschool (penvoerder) en Hogeschool Van Hall Larenstein

cockpit

Nederland staat voor grote maatschappelijke opgaven. Met praktijkgericht onderzoek dragen hogescholen bij aan de oplossingen. In Cockpit geven we het woord aan hun koersbepalers. Bevlogen bestuurders die ook trekker zijn voor de missies van topsectoren. Deze keer zijn dit de twee bestuurders van de hbo-thematafel Sleuteltechnologieën en de directeur van Holland High Tech, dit is de topsector High Tech Systemen en Materialen (HTSM). Hoe belangrijk is praktijkgericht onderzoek bij sleuteltechnologieën? Wat gaat goed en wat kan beter?

LEO WARMERDAM
Directeur Holland High Tech

Hogescholen, **laat je zien!**

Nederland staat voor enorme maatschappelijke uitdagingen. De overgang naar fossielvrije energie en een circulaire economie zijn twee van de grootste. Hierbij vormen sleuteltechnologieën letterlijk de sleutel tot succes. Met nanotechnologie, bijvoorbeeld, ontwikkelen we krachtige batterijen voor de opslag van energie. Chemische technologieën zijn nodig voor de productie van waterstof. Technologieën voor het scheiden van materialen, recycling en hergebruik helpen ons op weg naar een circulaire economie. En *systems engineering* hebben we nodig als verbindende aanpak in complexe, technologische projecten.

De ontwikkelingen op al die gebieden gaan hard. En praktijkgericht onderzoek is nodig om de kennis en kunde van sleuteltechnologieën bij bedrijven te krijgen. Vooral bij het midden- en kleinbedrijf. Juist hogescholen hebben goede verbindingen met deze groep bedrijven. Het is dan ook cruciaal dat zij aanhaken. Alleen, ik zie de hogescholen te weinig. Natuurlijk zijn ze betrokken bij veel ontwikkelingen, zoals bij onderzoeken in fieldlabs. Ook bij sleuteltechnologieën spelen ze een rol. Maar vaak blijven de activiteiten beperkt tot de eigen, regionale omgeving en bereiken ze niet de landelijke tafels waar de lijnen uitgezet worden en knopen worden doorgehakt. Dat is wél nodig.

Hogescholen mogen ook sterker laten zien hoe ze qua onderzoek samen en met het bedrijfsleven georganiseerd zijn. Ze mogen zich, kortom, veel meer dan nu laten gelden, vind ik. Mijn advies: focus je op een beperkt aantal sleuteltechnologieën, leg overtuigend uit waar je waarde kunt toevoegen en zorg dat je aan tafel komt bij die thema's waar je expert in bent. Het is echt belangrijk, want om de maatschappelijke vraagstukken goed aan te pakken moeten onderzoek en technologie doordringen tot de praktijk. Daarvoor hebben we de hogescholen hard nodig.

JOEP HOUTERMAN
Bestuursvoorzitter Fontys Hogeschool

We bundelen **onze krachten** steeds beter

Praktijkgericht onderzoek draagt direct bij aan de ontwikkeling van het midden- en kleinbedrijf. Het stimuleert innovatie, lost problemen op en helpt ondernemers om nieuwe kansen te benutten. Hogescholen hebben de kennis en kunde om dit onderzoek te doen. En de contacten met het bedrijfsleven. Wij weten wat er speelt en wat bedrijven nodig hebben.

Bij Fontys onderzoeken we bijvoorbeeld samen met ondernemers in de agrarische sector hoe sleuteltechnologieën helpen om te verduurzamen. Hoe kun je AI, robots, drones en sensoren inzetten om het gebruik van kunstmest en gewasbeschermingsmiddelen terug te dringen en de teelt te optimaliseren? En met de maakindustrie in Venlo, Eindhoven en Tilburg werken we aan het meer circulair maken van producten als batterijen. Hoe maak je een batterij die goed te ontleden is in herbruikbare onderdelen en wat komt daarbij kijken? Dat zijn heel praktijkgerichte vragen, waarvoor we samen met bedrijven oplossingen zoeken.

In volume zijn de hogescholen met onderzoek een kleine speler. Met het geld dat we tot onze beschikking hebben, kunnen we een beperkt aantal onderzoeken doen. We moeten dus keuzes maken. En slimmer samen optrekken; onze krachten bundelen. Dit doen we gelukkig steeds beter, ook rondom de sleuteltechnologieën. In het batterijproject bijvoorbeeld werken we samen met andere hogescholen. Vijf lectoraten van vijf hogescholen brengen gezamenlijk kennis in over onder meer technologieën, verdienmodellen en ketensamenwerking. Met deze hogescholen willen we ook het praktijkgericht onderzoek op het gebied van smart industry verder ontwikkelen. Daarbij gaat het om data-analyse en de digitalisering van processen.

Het lukt ook steeds beter om aan de juiste tafels te zitten rondom maatschappelijke thema's. Ook dat is het gevolg van krachtenbundeling. Door samenwerking vergroten we niet alleen onze slagkracht en zichtbaarheid, maar zetten we de gelden ook zo optimaal mogelijk in. De overheid heeft toegezegd de komende tien jaar jaarlijks 100 miljoen euro beschikbaar te stellen voor praktijkgericht onderzoek. Dat is mooi. Maar willen we echt grote stappen vooruitzetten, dan is meer geld nodig.

ANKA MULDER
Bestuursvoorzitter hogeschool Saxion

Meer Europese **samenwerking** is de volgende stap

Bij onderzoek denken mensen al snel aan universiteiten. Maar gelukkig wordt steeds duidelijker en zichtbaarder dat ook hogescholen aan onderzoek doen. En dat dit praktijkgericht onderzoek uitermate belangrijk is. Wij zijn kennisversnellers. We werken in korte cycli en vraaggericht. Bedrijven met een probleem vragen ons om mee te denken over een oplossing. Dat ze bij ons aankloppen, ligt voor de hand: we zitten in de haarvaten van de regio, je komt ons overal tegen.

Saxion investeert sterk in praktijkgericht onderzoek. Hoe kunnen we bijvoorbeeld zo lang mogelijk vitaal en zelfstandig wonen? En hoe ziet de slimme stad van de toekomst eruit, waarin we op een duurzame manier leven? Sleuteltechnologieën spelen daarin een belangrijke rol. Zo ook in het project OBSeRVeD, waarvan wij kartrekker zijn. Hierin wordt een elektronische neus ontwikkeld die ruikt of pluimvee ziek is. Besmette dieren produceren namelijk een specifieke geur. Als de geursensor die vroegtijdig oppikt, kan een boer snel en proportionele maatregelen nemen, zoals de voersamenstelling aanpassen. Dit voorkomt toediening van extra antibiotica en het uitbreken van dierziektes.

In dergelijke projecten is samenwerking belangrijk. Met bedrijven, universiteiten en collega-hogescholen. Met Windesheim bijvoorbeeld hebben we TechForFuture opgericht: ons expertisecentrum voor praktijkgericht onderzoek in sleuteltechnologieën. Krachtenbundeling tussen hogescholen is nodig om sterker te staan richting bedrijfsleven en de financiers van onderzoeksprojecten. Dit gaat steeds beter. Eerst waren we puur afhankelijk van Regieorgaan SIA, nu lukt het om ook subsidies vanuit het Nationaal Groeifonds en de Nationale Wetenschapsagenda binnen te halen.

De volgende stap is om de samenwerking in Europees verband te versterken. Als hogeschool zijn we al actief in de European Universities Initiative. De mogelijkheden om op het Europese toneel een stevige poot aan de grond te krijgen, zijn er. We hebben veel te bieden. Maar we lopen tegen onze grenzen aan. Voor de *next step* is er extra capaciteit nodig. En dus meer geld, zoals Joep ook zegt. Hopelijk ziet een nieuw kabinet die noodzaak ook en trekt het de portemonnee.

Lector Peter Lindenburg (Metabolomics) en wetenschapper Dorota Kurek van MIMETAS experimenteren met een organ-on-a-chip.

Mini-organen ***met MAXIMALE impact***

Een orgaansysteem van een menselijk lichaam nabouwen op slechts een paar microchips. Klinkt als sciencefiction? Niet voor MIMETAS, wereldwijd marktleider in *organ-on-a-chip*-technologie. Met hun innovatieve menselijke ziektemodellen bouwt het Nederlandse bedrijf miniatuurorganen na voor onderzoek naar geneesmiddelen. Dankzij samenwerking met Hogeschool Leiden kunnen die straks sneller en effectiever worden ontwikkeld.

Wie het lab bij MIMETAS op het Bio Science Park in Leiden inloopt, komt geen echte minuscule levertjes of niertjes tegen. Het bedrijf ontwikkelt *organ-on-chips* op hun zogenoemde OrganoPlate: een plastic plaatje met raatstructuur waar vloeistofkanaaltjes doorheen lopen – net zoals bloedvaten in het menselijk lichaam. Een soort miniatuurversie van het menselijk lichaam dus, dat wordt gebruikt in laboratoriumonderzoek. ‘Op die plaatjes kweken we stukjes weefsel die de functie van organen nabootsen’, vertelt Bas Trietsch, chief technology officer bij MIMETAS. Een technologie die medicijnontwikkeling in een stroomversnelling brengt. ‘De mini-organen benaderen de werking van een menselijk orgaan heel precies, waardoor we beter kunnen meten hoe een orgaan op een medicijn of stof reageert. Daardoor zijn minder proefdieren nodig, weten we preciezer wat wel en niet werkt bij mensen en wat eventuele bijwerkingen zijn. Zo zijn medicijnen sneller beschikbaar voor patiënten en besparen we kosten.’

MONSTERS ZUIVEREN

Nu kunnen ze bij MIMETAS veel, maar niet alles. Om nog beter medicijnonderzoek mogelijk te maken, klopte het bedrijf aan bij Hogeschool Leiden. Trietsch: ‘Samen met Hogeschool Leiden ontwikkelen we nieuwe analysetechnieken. Zo werken we nu aan de zuivering van monsters voor onze *liver-on-a-chip*-systemen. Veel geneesmiddelen worden in de lever omgezet in andere stoffen. Om te weten hoe een medicijn of stof precies werkt, is het essentieel om dit proces te begrijpen. Het is belangrijk om te weten hoelang een stof in het lichaam blijft voor die door de lever wordt afgebroken. Daarnaast is de stof in een medicijn vaak niet direct werkzaam, maar moet de lever die stof eerst omzetten in het uiteindelijke medicijn. Aan de andere kant zijn afbraakproducten van medicijnen soms juist giftig en veroorzaken ze bijwerkingen.’

Gericht onderzoek naar die afbraakproducten is dus nodig. ‘Bestaande technieken waarmee je dit onderzoekt zijn niet altijd geschikt voor onze *liver-on-a-chip*-systemen, omdat we werken met heel kleine monsters met veel verschillende stoffen. Net zoals bij metingen in echt bloed, moeten die monsters eerst voorbewerkt en gezuiverd worden, zodat je alleen stoffen overhoudt die je wilt meten in onze‘mini-organen‘. Dit moet heel precies uitgevoerd worden, zodat we genoeg van het monster overhouden om goed onderzoek te doen.’

ORGANISCHE SAMENWERKING

Beide partijen werken prettig met elkaar samen. MIMETAS heeft veel profijt van de specialistische kennis en doelgerichte aanpak van de hogeschool. ‘Hun onderzoekers hebben veel expertise rondom massaspectrometrie, een analysetechniek waarmee je de omzetting van stoffen in organen kunt meten. Die expertise zetten ze heel effectief in. Ze begrijpen dat de monsterzuiveringstechniek in de praktijk goed uitvoerbaar moet zijn.’

De onderzoekers van de hogeschool en de biologen van MIMETAS weten elkaar op de werkvloer ook goed te vinden. ‘We zitten bij elkaar om de hoek en lopen makkelijk bij elkaar binnen. Als we’s ochtends een reeks monsters maken, kunnen we die een paar straten verderop afleveren en worden ze vlot geanalyseerd. Even snel sparren kan ook, zowel met groepsleiders als met onderzoekers die met hun handen aan de knoppen zitten. Zo kunnen we goed van elkaar leren.’

INZOOMEN OP ENZYMEN

De eerste monsterzuiveringstechniek is inmiddels ontwikkeld. ‘Met deze techniek kunnen we de werking van een belangrijk enzym in de lever gaan testen, en zo bepalen hoe effectief dit op bepaalde stoffen of medicijnen reageert. Deze technieken rondom de werking van enzymen geeft vertrouwen voor de toekomst, als we met andere organen zoals de nier aan de slag willen. Zo kunnen we steeds betere medicijnen ontwikkelen die gericht hun werk doen en zo min mogelijk bijwerkingen hebben.’

Duiken in data

Gennady Oshovsky zit gehurkt op de kade van de Dokhaven in Rotterdam. In zijn handen houdt hij colorimetrische sensoren die de waterkwaliteit meten. ‘Het zijn chemische sensoren geprint op papiertjes, die reageren op ammoniak’, legt de lector Duurzame (Bio)Chemische Innovatie uit. Met vergelijkbare testen wordt data verzameld over de luchtkwaliteit.

WAAR ZIT DE BRON?

‘Het is belangrijk om de leefomgeving op ammoniak te controleren’, vertelt Oshovsky, die verbonden is aan Centre of Expertise Hogeschool Rotterdam Techniek (CoE HRTech). ‘Ammoniak komt van nature voor in de natuur. In lage concentraties, dus dat is niet gevaarlijk. Maar door ingrijpen van de mens komen er soms wél gevaarlijke concentraties vrij, bijvoorbeeld door verkeer, intensieve veeteelt of ongelukken in de industrie. Door de concentratie amoniak in lucht en water goed te monitoren, kan er snel actie worden ondernomen als het nodig is.

BETERE PROFESSIONALS

Bij CoE HRTech wordt enthousiast samengewerkt. Oshovsky: ‘Studenten en docenten Chemische Technologie ontwikkelen en testen verschillende sensoren. Technische Informatica leverde een bijdrage aan de infrastructuur: de apparaten die de data van dit soort testen verwerken. Zulke apparaten zijn er nog niet veel, maar de vraag ernaar neemt snel toe. Net als de vraag naar mensen die deze apparaten kunnen maken.’ Dat studenten van verschillende disciplines samenwerken aan praktijkvragen is van grote waarde voor onze samenleving, zegt Oshovsky. ‘Zo krijgen ze een helikopterview. En worden ze betere professionals.’

> Het is belangrijk om leefomgeving op ammoniak te controleren

elevator pitch

Ze zijn al even onderweg met hun onderzoek of staan op het punt om te beginnen. Maar één ding hebben deze onderzoekers gemeen: passie voor hun vak. Deze keer pitcht lector Fotonica Steven van den Berg van De Haagse Hogeschool onderzoek naar de toepassing van fotonica in de tomatenteelt, dat hij samen uitvoert met John Bolte, lector Smart Sensor Systems en penvoerder van het Gewasgroei Goed Gemeten.

Haarscherpe blik op tomaten

De glastuinbouw blinkt uit in innovaties. Maar hier en daar komt er nog handwerk aan te pas. Zo wordt de groei van gewassen handmatig bijgehouden, met een lineaal of schuifmaat. Fotonica moet daarin verandering brengen. Deze optische technologie meet met precisie stengels en bladeren, zonder planten te beroeren.

'Tomatenplanten moet je nét genoeg pesten, zeggen telers. Hebben ze het te comfortabel, dan leveren ze weinig vruchten. Door goed naar planten te 'luisteren', weet een teler hoeveel licht, warmte, vocht en voeding ze nodig hebben voor het beste resultaat. Dat luisteren gebeurt onder meer via handmatige metingen van de kopdikte – de stengeldikte vlak onder de top – en het bladoppervlak van enkele planten. Deze metingen, waarbij de plant fysiek beroerd wordt, kunnen de groei verstoren en de plant beschadigen. Ook zijn ze niet heel nauwkeurig.'

'Samen met telers, technische bedrijven, Hogeschool Inholland en Lentiz MBO onderzoeken we of we die metingen kunnen doen met fotonica en andere technologieën die geen contact vereisen met de plant. We testen onder meer met lasers, 3D-camera's en elektromagnetische velden. Onze metingen van de kopdikte van de stengels is veelbelovend. Het nauwkeurig opmeten van het bladoppervlak is een grotere uitdaging; de bladvorm is grillig en bladeren overlappen elkaar. We voeren ook data-analyses uit: zo zijn we met onze collega's van Hogeschool Inholland bezig met de vraag hoe de sapstroom gecorreleerd is met bladoppervlak en stengeldiameter.'

'Ik vind het fascinerend onderzoek. Je hebt met wisselende omgevingsfactoren te maken en moet zorgen dat oplossingen robuust, makkelijk in gebruik en betaalbaar zijn. Bovendien werk je samen met ondernemers aan oplossingen voor een concreet probleem. Als dit in de tomatenteelt werkt, is het waarschijnlijk ook bruikbaar bij andere gewassen. Ik verwacht sowieso een glorieuze toekomst voor fotonica in de tuinbouw. Fotonicasensoren worden namelijk steeds kleiner, goedkoper en krachtiger. Op termijn hopen we ook in beeld te kunnen brengen of een plant ziektes in zich draagt.'

Onderzoekers Geert Heideman (links), Tommie Stobbe (midden) en Margie Topp in de 3D-metaalprintruimte van Perron038.

Sterk staaltje 3D-printen

Van kunstheupen tot vliegtuigonderdelen: de mogelijkheden van 3D-metaalprinten zijn eindeloos. Toch blijft de doorbraak van deze technologie nog uit. Een samenwerkingsproject van drie hogescholen moet dit veranderen. 'Uiteindelijk moet niet de techniek duwen, maar de markt gaan trekken. Dan komt het pas écht van de grond.'

> **Het zou geweldig zijn als de metaalprint-technologie meer wordt omarmd**

Twintig jaar geleden, toen 3D-metaalprinten nog nieuwer dan nieuw was, lagen de verwachtingen hoog. ‘Het werd een *time-compression technology* genoemd’, vertelt Rein van der Mast, expert op het gebied van 3D-metaalprinten bij Fontys Hogeschool. ‘Zo snel en tijdbesparend bleek de technologie de afgelopen jaren echter nog niet te zijn. Maar de ontwikkelingen gaan snel. Je ziet dat er nieuwe metaalprinttechnieken ontstaan en dat 3D-metaalprintsystemen toegankelijker worden voor het bedrijfsleven.’

DE PLUSSEN VAN 3D-PRINTEN

Maar wat zijn de voordelen van 3D-metaalprinten? Van der Mast: ‘Complexe vormen kunnen in één geheel worden geprint, dat maakt ook de weg vrij voor lichtere onderdelen. En lichtere, uit metaal geprinte onderdelen in bijvoorbeeld een auto of vliegtuig zijn gunstiger voor het energieverbruik per afgelegde afstand. Daarnaast heb je over het algemeen minder assemblagekosten, doordat je met 3D-metaalprinten in staat bent om complexe onderdelen te maken die voorheen uitsluitend samen te stellen waren met losse onderdelen.’

Geert Heideman, associate lector Kunststoftechnologie bij hogeschool Windesheim, vult aan: ‘Gepersonaliseerde implantaten, zoals kunstheupen en -knieën, kunnen in groten getale worden geprint. Ze werken niet alleen beter, maar gaan ook langer mee. En omdat je bij 3D-printen vanuit het niets producten opbouwt, uit metaalpoeder bijvoorbeeld, gebruik je grondstoffen veel efficiënter dan bij een proces van metaalfrezen in een vol stuk metaal.’

HOGESCHOLEN ALS STUWENDE KRACHT

De fase waarin 3D-metaalprinten nu zit in Nederland, is volgens Van der Mast het beste te omschrijven als zoekende. ‘We zijn nog steeds op zoek naar toepassingen, met name voor en met het mkb. Ik geloof erin dat 3D-metaalprinten pas echt een succes wordt als de mogelijkheden algemeen bekend zijn binnen het bedrijfsleven. Daarom vind ik dat minder technici hiermee bezig moeten zijn en juist meer ontwerpers die zich focussen op de toepassingen. Uiteindelijk moet niet de techniek duwen, maar de markt gaan trekken. Dan komt het pas écht van de grond.’

Hoe je dit voor elkaar krijgt, daarover heeft Van der Mast ideeën genoeg. ‘Een belangrijke taak ligt bij hogescholen. Zij kunnen de verbindende factor zijn tussen onderwijs en bedrijfsleven.’ Daarom benaderde hij drie hogescholen met 3D-metaalprinters. Zijn eigen Fontys, Windesheim en Saxion. Samen vormen ze nu een hogeschool-overstijgende onderzoeksgroep (een SPRONG-groep) en verenigen ze zich in het initiatief IAMM (Industrieel Additive Manufacturing Metaal). De komende acht jaar willen ze metaalprinten bekender maken in de maakindustrie zodat het op waarde wordt geschat. Dit doen ze samen met technologie- en maakbedrijven, universiteiten, mbo-instellingen en branche-verenigingen. ‘Die insteek past uitstekend bij hogescholen’, zegt Margie Topp, lector Kunststoftechnologie en vanuit Windesheim coördinerend betrokken. ‘Onze hogescholen weten onderzoek en onderwijs goed te verbinden in de kennisketen, hebben de lijntjes met het regionaal bedrijfsleven en willen die ook versterken.’

Deze grippers helpen mee om zakjes te openen en sluiten in een grote machine. Rechts zie je de oorspronkelijke constructie van een gripper, links de 3D-geprinte variant. Het 3D-printen van metaal geeft mogelijkheden om producten anders te ontwerpen én te fabriceren. De gripper op links is gemaakt uit één stuk metaal en is lichter als sterker.

> **We kunnen gepersonaliseerde implantaten nu in groten getale printen**

EEN LOKET VOOR METAALPRINTVRAGEN

‘Onze eerste wens is om onze kennis te bundelen en met elkaar te delen’, vertelt Heideman, tevens projectleider van de SPRONG-groep. ‘We willen een bekend loket worden waar iedereen uit het bedrijfsleven of onderwijs met een vraag over 3D-metaalprinten aanklopt. Dat kan een vraag zijn over een opleiding, maar ook over professionalisering van personeel of meedoen aan een onderzoek. Ook maken we onze faciliteiten toegankelijk voor mkb’ers. Hiermee verlagen we hun drempels om zich in deze techniek te verdiepen en ermee te experimenteren.’

NETWERK UITBREIDEN DANKZIJ IAMM

Een van de technologiebedrijven die onderdeel is van IAMM is Aeronamic, een internationale speler in de luchtvaartindustrie uit Almelo. Eerder werkten ze al voor een metaalprintproject samen met Saxion en andere bedrijven. Ronny Blaauwgeers, director manufacturing engineering: ‘Studenten deden toen onderzoek bij ons, dat was een groot succes. Eén stagiair heeft onze kunststofprinter getransformeerd voor productietoepassingen. Hij draait inmiddels als aeronamic engineer mee in IAMM en geeft verfrissende input. IAMM zien we dan ook als een mooie manier om ons netwerk verder uit te breiden. Ook is dit voor ons een kans om met verschillende metaalprinttechnologieën in aanraking te komen en ze te testen. Ik loop met regelmaat Perron038 binnen om me te laten inspireren door de nieuwste technieken. Dit innovatiecentrum, waarvan Windesheim een van de partners is, is onderdeel van IAMM.’

NEDERLAND ALS TOEKOMSTIGE KOPLOPER

Van de toekomst van 3D-metaalprinten heeft Blaauwgeers grote verwachtingen: ‘Ik geloof dat deze productietechnologie wijdverspreid zal worden toegepast. Naast de productie van onderdelen gaan wij het ook gebruiken voor de reparatie en het onderhoud van vliegtuigonderdelen. Ik kijk ernaar uit om binnen nu en vijf jaar hele lichte onderdelen te leveren voor een spannende ontwikkeling: elektrische vliegtuigen. Hopelijk kunnen wij daar met onze expertise ook een rol in spelen.’

De grote ambitie van Van der Mast is dat 3D-metaalprinten wordt erkend als volwaardige vervaardigingstechniek in het bedrijfsleven, inclusief het mkb. ‘Ik ga ervan uit dat het een plek verwerft naast de technieken die we al jaar en dag kennen, zoals draaien, frezen en spuitgieten. En dat men inziet dat het niet die productietechnieken vervangt, maar complementair is.’ Heideman sluit zich hierbij aan: ‘Het zou geweldig zijn als de metaalprinttechnologie meer omarmd wordt en veel bedrijven er profijt van hebben. En dat we over een aantal jaar kunnen zeggen: Nederland is de koploper op het gebied van 3D-metaalprinten in de maakindustrie.’

Sciencefiction op de Noordzee

Windparken op zee: de overheid zet er vol op in om onze energievoorziening voor 2050 te verduurzamen. Maar die grootschalige uitrol brengt ook uitdagingen met zich mee. Want hoe onderhouden we straks een paar duizend windturbines, ver van de kust? Project AIRTuB heeft een futuristische oplossing.

Een windturbine op zee repareren? Dat is een hele operatie. Speciaal getrainde monteurs varen ervoor uit, om vervolgens op grote hoogte, hangend aan touwen, aan de molen te sleutelen. Een klus die liever niet wordt gedaan bij onstuimig weer. Daarom worden onderhoud en reparaties alleen op rustige lente- en zomerdagen uitgevoerd. Geeft een windturbine de geest in de herfst? Dan is de kans groot dat hij maanden stilstaat. Als we straks duizenden windturbines op zee hebben, kan dat serieuze energie- en geldproblemen opleveren. Zeker als er meerdere tegelijkertijd kuren krijgen.

NET ALS IN EEN FILM

Dat het onderhoud van windparken op zee makkelijker en flexibeler moet worden, is daarom een vereiste. Project AIRTuB heeft hiervoor een oplossing die zo uit een sciencefictionfilm lijkt te komen. Met een drone droppen ze een robot op een turbineblad van de stilgezette turbine. Deze kruipt daarna zelfstandig rond om oppervlakteschade aan het blad te detecteren en repareren. Op alle windstille tijdstippen van de dag én nacht kan de robot aan de slag. En nog een voordeel: de afhankelijkheid van schaarse gespecialiseerde monteurs is verleden tijd.

AIRTuB staat voor Automatische Inspectie en Reparatie van Turbinebladen. HZ University of Applied Sciences (HZ) werkt in dit project samen met energiebedrijven en organisaties die gespecialiseerd zijn in drones, robots en onderhoud van windturbines. Ook zijn meerdere hogescholen betrokken: Hogeschool Inholland, Hanzehogeschool Groningen, Saxion en Avans.

STUDENTEN WAAIEN AF EN AAN

HZ bouwde het eerste prototype van de robot. Een veelbelovend project dat nieuwsgierigheid opwekt bij veel studenten. ‘Dit zijn natuurlijk ook wel de gave dingen’, vertelt Jos Gunsing enthousiast. Hij is technisch spelverdeler bij AIRTuB en ondersteunt technologische innovaties met zijn bedrijf MaromeTech. ‘Als je iets doet met drones en robots, trek je studenten aan. Het zijn drijfveren om voor studies als mechatronica, werktuigbouwkunde, elektrotechniek en technische informatica te kiezen. Daarom is het goed om hen veel te betrekken bij dit soort projecten. Je laat aan de nieuwe generatie zien hoe leuk onze techniek- en energiesector is. Cruciaal, omdat we om goede engineers en technici verlegen zitten. Ik schakel daarom regelmatig met de betrokken hogescholen en mbo-instellingen om te kijken waar we studenten bij kunnen betrekken.' Met succes, want tot nu toe werkten zo’n honderdvijftig studenten mee aan AIRTuB, zowel van HZ als van Scalda mbo.

SPEUREN NAAR SCHADE

Wat kan het prototype van de robot tot nu toe? ‘De ultrasoonsensoren op de robot kunnen al ‘onderhuidse’ schade op een turbineblad detecteren’, vertelt Jeroen Verschelling, technisch projectleider van AIRTuB. ‘De kunststoflaagjes in het blad kunnen door regen, hagel of bliksem beschadigd raken en op den duur van elkaar losgaan. Dat wil je tijdig opsporen. Deze ultrasoontechniek wordt al gebruikt, bijvoorbeeld bij vliegtuigvleugels. Maar dat gebeurt aan de grond, terwijl wij voor windturbines de hoogte in moeten. Onze drone en robot wegen nu samen ruim veertig kilo. Dat is veel te zwaar. Op dat vlak hebben we nog stappen te maken.’

DOOR WEER EN WIND

Wat de robot naast detectie ook al kan: met een 3D-printkop een dun laagje coating printen op een beschadigd turbineblad. ‘Turbinebladen slijten door allerlei weersomstandigheden’, gaat Verschelling verder. ‘Voor de beeldvorming: de punt van een turbineblad legt maar liefst 1 à 2 miljoen kilometer per jaar af. En de bladen worden steeds groter, de nieuwste is op dit moment 110 meter lang. Dat is veel oppervlak om te onderhouden. Laat je de slijtage te lang zijn gang gaan, dan ontstaan er aerodynamische verliezen en heb je minder opbrengst van energie.’ De 3D-printkop werkt in het lab perfect. De onderzoekers moeten hem nu gaan aanpassen aan de buitenomgeving, en specifieker: aan zoute lucht.

IN Z’N EIGEN NEST

De toekomst van de drone-robot-combinatie hangt helemaal af van het vervolgtraject. ‘Voor offshore onderhoudsbedrijven is het nu nog te risicovol om in te stappen. Eerst moeten we de prototypes doorontwikkelen en kinderziektes eruit halen’, vertelt Verschelling. ‘Daarna wordt het pas écht interessant voor bedrijven.’ Hoog op de agenda staat de ontwikkeling van een dockingstation voor de uitvinding. Een eigen ‘nest’ in de windturbine, zodat de drone bij een storing meteen kan uitvliegen voor een reparatie. Of op windstille momenten preventieve inspecties kan doen. ‘Het idee is dat beide apparaten daarin ook worden opgeladen’, vertelt Verschelling.

‘We hebben een gave testlocatie in een loods in Vlissingen. Daar staat een aantal turbinebladen waarmee we kunnen experimenteren in een gecontroleerde omgeving. Gaat dat goed, dan kunnen we aan het eind van dit project de zee op.’ Dan wordt sciencefiction echt realiteit.

De onderzoekers presenteerden eind vorig jaar de eerste prototypes van de drone en robot bij het Koninklijk Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum (NLR).

Fotografie: Rob Remmerswaal

elevator pitch

Menselijke AI

Hoe kun je Artificial Intelligence (AI) verantwoord gebruiken? Vanuit die gedachte onderzoeken de drie hogescholen uit Amsterdam, Utrecht en Rotterdam de impact van AI op de maatschappij. De eerste conclusies? Verantwoorde toepassing van AI draait om vooraf bepalen waarvoor je het inzet en in co-creatie blijven vragen: willen we dit en hoe?

Ze zijn al even onderweg met hun onderzoek óf staan juist op het punt om te beginnen. Maar één ding hebben deze onderzoekers gemeen: passie voor hun onderwerp. Deze keer pitcht Nanda Piersma, lector Responsible IT bij de Hogeschool van Amsterdam (HvA), het achtjarige programma Responsible Applied AI van de HvA en de hogescholen van Utrecht en Rotterdam, mede mogelijk gemaakt door de SPRONG-regeling van Regieorgaan SIA.

‘Hackers die met AI nog sneller hun slag slaan, digitale systemen die discriminatie in de hand werken of computers die de mensheid overnemen. Negatieve beelden over AI zijn er genoeg. Wetgeving en handhaving kunnen niet alle risico’s rondom AI uitbannen, terwijl de technologie in steeds meer toepassingen wordt gebruikt. Ook vaak vanuit de gedachte van handhaving en controle. Wij onderzoeken juist hoe je AI verantwoord in kunt zetten, op zo’n manier dat het mensen dient en dus servicegericht is.’

‘Daarvoor ontwikkelen wij AI-prototypes voor burgers en bedrijven, die ze meenemen in de wereld van van ‘menselijke’ kunstmatige intelligentie. Onze eerste stap is de digitale stadsdichter, ontwikkeld door studenten van de masteropleiding Applied AI. Die dichter presenteert op een groot scherm een gedicht en voorbijgangers kunnen woorden en teksten veranderen. Is ‘schooier’ het juiste woord? Moet het gedicht wel over het wassende water gaan of juist over vuur? We hebben onze stadsdichter ingezet op het festival Lieve Stad in Amsterdam. Daar zagen we dat mensen samen echt iets nieuws maakten. AI bepaalt in zo’n geval niet, maar faciliteert co-creatie.’

‘Het is die co-creatie samen met inclusiviteit en veiligheid waarnaar we op zoek zijn voor de AI-gereedschappen die we ontwikkelen. De toepassing van die bouwstenen kan divers zijn. Van mensen die samen in een app een manifest schrijven, naar een gemeente die een app gebruikt voor een inclusiever ‘gesprek’ doordat ze meer burgers kunnen spreken, tot een taalversimpelaar die mensen helpt zélf teksten begrijpelijker te maken. Of de Belastingdienst die AI inzet om burgers en bedrijven interactief en stap voor stap te begeleiden met aangiftes.’

‘Uiteindelijk willen we met ons onderzoek samen met praktijkpartners meerdere AI-tools bedenken, ontwikkelen en toepassen. Zo onderzoeken we de mogelijkheden van co-creatie én dragen we samen met de praktijk – burgers, bedrijven, overheden en maatschappelijke organisaties – bij aan het discours over de ethische en maatschappelijke aspecten van AI.’

Robot geknipt voor peren

Een paar juiste knippen leveren later honderden extra gezonde peren op. Snoeien kan een teler veel brengen. Maar het werk is zwaar, specialistisch en tijdrovend. Studenten van Hogeschool Inholland ontwikkelen daarom een precisielandbouwrobot die exact weet waar, wanneer en hoe hij een knip moet zetten.

Op de juiste plek planten, precies genoeg water geven, plagen bestrijden, omgaan met extreme weersomstandigheden, bemesten, snoeien en oogsten. Er komt in de perenteelt veel kijken bij de zorg voor een perenboom. En voor een optimale hoeveelheid peren is het allemaal nodig. ‘Veel van deze handelingen doen telers nu nog op basis van ervaring, handmatig en op het oog’, vertelt Cock Heemskerk, lector Robotica bij Hogeschool Inholland. ‘Automatisering door metingen in het veld kan uitkomst bieden. Maar waar begin je?’

Dat onderzocht Heemskerk met studenten, telers, teeltexperts, de brancheorganisatie en machinebouwers in een inmiddels afgerond KIEM-project. ‘Je kunt theoretisch gezien elke teelthandeling automatiseren’, vertelt Heemskerk. ‘Maar het moet wel technisch en financieel haalbaar zijn. Daarom lieten we een economische analyse los op de mogelijke toepassingen. Daaruit bleek dat een snoeirobot een interessant verdienmodel kan opleveren. Snoeien is namelijk zwaar werk dat je maandenlang moet doen onder winterse omstandigheden. Daarvoor zijn steeds minder mensen te vinden. Een kweker verzuchtte zelfs: “Als je het probleem met snoeien weet op te lossen, dan wil mijn zoon misschien wel het bedrijf overnemen.”’

> **“Snoeien is zwaar werk dat je maandenlang moet doen onder winterse omstandigheden**

ZOEKEN NAAR DE JUISTE TAK

In het RAAK-mkb-project Smart Farming Peren ontwikkelen studenten zo'n robot. Hij staat nu als prototype in het roboticalab van Hogeschool Inholland in Alkmaar: een mechanische kniparm op een rijdend plateau. De robot moet straks kunnen zien waar een boom staat, welk model de boom heeft en waar de takken zitten. Daarna moet hij met de arm en snoeischaar de boom in om precies de goede tak af te knippen.'Wáár je een knip zet, maakt veel uit. Als je bijvoorbeeld verkeerd hout laat zitten, krijg je te veel takken met alleen bladeren. Geen extra peren', legt Heemskerk uit.

SNOEIEN IN 3D

De robot moet niet alleen weten waar hij moet knippen, hij moet het ook fysiek kunnen. 'Zo moet je de snoeischaar nauwkeurig positioneren. Daarvoor moet de robotarm ten eerste al in 3D kunnen bewegen: van links naar rechts, voor naar achteren en boven naar onderen. Daarnaast moet de arm lang genoeg zijn om de tak te bereiken, moet de schaar goed bij de tak komen en moet hij ook nog de juist 'polsbewegingen' maken', legt Heemskerk uit.

STUDENTEN AAN ZET

Ogen heeft de robot niet, maar hij heeft wel sensoren. Heemskerk: 'Daarvoor hadden we eerst een standaard LIDAR-sensor in gedachten, die heel precies afstand meet. Namelijk door met lichtpulsen van een laser het gereflecteerde licht te analyseren. Maar al snel bleek dat een standaardsensor niet geschikt is, omdat hij op dezelfde frequentie werkt als zonlicht. Uiteindelijk vonden we een speciaal type LiDAR, eigenlijk bedoeld voor de autoindustrie. Deze werkt ook bij zonlicht en mist, situaties waarmee wij ook te maken hebben.'

Een tweede grote uitdaging voor de studenten was het richtingsgevoel van de robot. 'Hij moet weten waar hij is. Als je daar een reguliere gps voor gebruikt, is dat te onnauwkeurig. Het moet tot op de centimeter juist zijn. Daarvoor zijn wel systemen die je kunt inkopen, maar die zijn duur en vaak niet zo exact als de leverancier beweert. Daarom ontwikkelden studenten zelf een navigatiehulpstation: een soort kunstmatige navigatiesatelliet, maar dan op de grond. Geef je het station een referentiepunt, dan vertaalt die het signaal van echte gps-satellieten zodat je tot op de centimeter kunt bepalen waar de robot is.'

> De schaar van de robot moet de juiste 'polsbewegingen' maken

Cock Heemskerk test de nieuwe LiDAR-sensor die later wordt bevestigd op de meetwagen op links, zodat die tot op de millimeter nauwkeurig een 3D-model van perenbomen kan maken.

DE EERSTE KNIP

'De robotica, de LiDAR-sensor en het gps zijn maar drie van wel twintig puzzelstukjes die we moeten leggen voor dit project', vertelt Heemskerk.'Zo onderzoeken we nu hoe we in ons lab een digitale tweeling van de perenboomgaard kunnen maken – een exacte digitale 3D-kopie. Die *digital twin* biedt belangrijke data voor de robot als die de boomgaard in gaat. Ook ontwikkelt een van de studenten een elektrische minitractor die de snoeiarm zelfstandig door de boomgaard kan rijden. Begin 2024 hopen we met die versie van de snoeirobot de eerste echte knip te zetten. Een nieuwe stap in de vooruitgang van *smart farming*.'

PARTNERS SMART FARMING PEREN

'Wat ons project bijzonder maakt, is de samenwerking tussen technici en specialisten met groene kennis', stelt Heemskerk. 'Zo steunt Wageningen University & Research ons met fundamenteel onderzoek. Zij hebben een complete proeftuin waar de nieuwste inzichten over perenteelt vandaan komen. Telers, teeltexperts en machinebouwers delen in het project hun kennis. En er zijn studenten betrokken uit verschillende domeinen, zoals Agri, Food & Life Sciences voor de groene kant, Techniek, Ontwerpen & Informatica vanuit de technische kant, en Business, Finance & Law voor de economische kant.'

Snelle detectie *van een infectie*

In het laboratorium van Fontys is PhD-student Yosta de Stigter druk aan het pipetteren om uit te zoeken hoe gevoelig de point-of-care test is voor de verschillende soa's.

Heeft deze patiënt een soa? Nu duurt het een paar dagen voor de huisarts het antwoord heeft, straks slechts een uur. Dankzij een soa-test waarmee huisartsen zelf de diagnose stellen. Het lectoraat Applied Natural Sciences van Fontys Hogeschool werkt hiervoor aan een innovatieve moleculaire detectiemethode, die ook veel goeds belooft voor diagnostiek bij andere infectieziekten.

> **De patiënt hoeft maar één keer naar de huisarts en heeft snel een diagnose**

Maar liefst 335.000. Zoveel soa-gerelateerde consulten verwerken onze huisartsen per jaar. Wat daarbij komt kijken? Voor patiënten een belastende test waarvoor ze urine of een swab (wattenstaafje waarmee je lichaamsmateriaal afneemt) inleveren of laten afnemen. Die monsters worden vervoerd naar ziekenhuislaboratoria, waar ze getest worden op ziekteverwekkers. De soa-uitslag laat vaak meerdere dagen op zich wachten. Tijdrovend, kostbaar en niet heel patiëntvriendelijk. Dit geldt ook voor de diagnostiek van andere infectieziekten, zoals influenza.

GEEN SWAB NAAR HET LAB

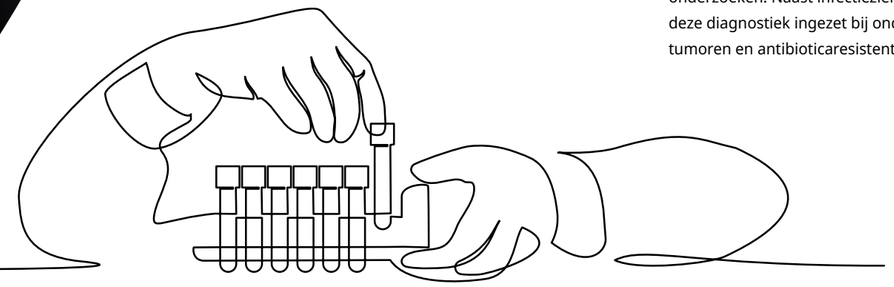
Dat kan anders, dachten lectoren Joost Schoeber en Anne Loonen van Fontys Hogeschool Toegepaste Natuurwetenschappen. De hoofdactiviteit van hun onderzoeksgroep Life Sciences is de ontwikkeling van zoge-noemde *point-of-care*-testen. Daarmee kan de huisarts of doktersassistent direct monsters met lichaamsmateriaal testen en een diagnose stellen. De onderzoeksgroep werkt nu aan een doelgerichte en snelle test voor soa-detectie. Schoeber: ‘Het idee is dat een patiënt bij de huisarts urine of een swab inlevert, en even later de praktijk verlaat mét testuitslag en eventueel behandelplan.’

Zo’n test heeft veel voordelen, legt Loonen uit:‘De patiënt hoeft maar één keer naar de huisarts en heeft snel een diagnose. Daarnaast verlaagt deze test de druk op ziekenhuis-laboratoria, waardoor die zich meer kunnen richten op complexere diagnostiek, zoals tumorenonderzoek.’

MOLECULAIR SPEURWERK

Het klinkt eenvoudig, maar er gaat veel schuil achter zo’n razendsnelle test. Hij werkt op basis van moleculaire diagnostiek. Binnen dit vakgebied wordt genetische informatie bestudeerd uit DNA en RNA. Die moleculen zitten in bacteriën en virussen. Met DNA- en RNA-analyse kun je bacteriën en virussen opsporen die ziekten veroorzaken.

Met de soa-test die ontwikkeld wordt, verplaats je de diagnostiek van de laboratoria naar de huisarts. En dat is veelbelovend, aldus Loonen: ‘Moleculaire diagnostiek wordt steeds belangrijker bij diagnoses, omdat we de aanwezigheid van ziekteverwekkers hiermee heel precies en in een vroeg stadium kunnen onderzoeken. Naast infectieziekten wordt deze diagnostiek ingezet bij onderzoek naar tumoren en antibioticaresistentie. We kunnen



steeds meer informatie uit lichaamsmonsters halen. Via de ontwikkeling van testen voor de eerstelijnszorg, zoals wij nu doen, stimuleren we het gebruik van deze technologie. Bovendien wordt de test straks net zo betrouwbaar als de bestaande testen.’

Deze soa-test verlaagt de druk op laboratoria in ziekenhuizen

INNOVATIEF KOPIEERAPPARAAT

De test werkt op basis van een nieuwe detectiemethode. ‘Uniek is dat we die detectiemethode om RNA- of DNA-locaties op te sporen in één test combineren met een amplificatietechniek’, licht Schoeber toe. ‘Je kunt dit zien als een soort kopieerapparaat, waarmee we DNA in korte tijd vermeerderen. Net zolang tot ziekteverwekkers voldoende meetbaar zijn en je ze goed kunt onderzoeken.’

ALLES IN HUIS

Het is niet gek dat juist het lectoraat Applied Natural Sciences deze innovatieve moleculaire technologie naar de praktijk brengt. Deze technologie wordt samen met de TU Eindhoven ontwikkeld, en Fontys heeft alle expertise in huis om haar naar de praktijk van de huisarts te brengen. Loonen: ‘Hiervoor werken we nauw samen met diverse instellingen en organisaties. Zo testen we nu onder huisartsen hoeveel handelingen zo’n te ontwikkelen test mag vergen.‘Ook het bedrijfsleven is goed aangesloten.‘We werken samen met bedrijven die begrijpen hoe je dit soort medische testen op de markt brengt en wat daarbij komt kijken.’

Door verdere ontwikkeling van de test en procedures rond wet- en regelgeving over medische hulpmiddelen die doorlopen moeten worden, duurt het nog een paar jaar voor de eerste huisarts de test in handen heeft. Maar dat staat de mogelijkheden niet in de weg. Loonen: ‘Als de techniek werkt, zijn dit soort snelle en goedkopere diagnoses straks ook mogelijk bij andere infectieziekten, zoals influenza en het RS-virus. Hierdoor weten patiënten eerder waar ze ziek van zijn en kan eerder gestart worden met een passende behandeling, waardoor je eventuele verdere hinder of schade van de ziekte kan beperken. Zo zetten we de patiënt echt centraal.’

Zo maken we de nieuwe generatie ***enthousiast voor technologie***

In de vierde klas van de middelbare school zei mijn decaan dat ik beter voor Duits kon kiezen in plaats van wiskunde. En dat terwijl ik in beide vakken goed was. Ik werd boos. ‘Misschien wil ik wel wiskunde studeren!’, riep ik. En dus koos ik voor het wiskundevak.

Ik ben mijn schooldecaan nog altijd dankbaar voor de strijdlust die hij in mij aanwakkerde. Het heeft me ver gebracht. Toch weet ik zeker dat er heel veel meiden zijn die wel een andere studie kozen, terwijl ze eigenlijk een bètastudie konden doen.

Jongens krijgen trouwens net zo goed te maken met vooroordelen. Zo hoorde mijn zoon ‘dat hij toch veel te sociaal was’ voor een bèta- of technische studie. Alsof het enkel iets is voor mensen die in hun eentje aan apparaten zitten te prutsen. Juist niet. Technologie staat aan de basis van grote maatschappelijke vraagstukken, zoals de energietransitie en digitalisering. Daar werk je niet alleen aan met technici en engineers, maar samen in teams met allerlei andere specialisten – van omgevingspsychologen tot economen.

Mede door deze vooroordelen is er te weinig animo onder jongeren voor technische studies. En ondertussen loopt het tekort aan personeel steeds verder op. We moeten dus meer doen om de nieuwe generatie enthousiast te krijgen voor technologie. Maar hoe?

Het helpt om het stigma te doorbreken dat technologie alleen iets is voor jongens. Daarin speelt het onderwijs een grote rol. Organiseer bijvoorbeeld lego- of robotcompetities voor de hele school en stimuleer de deelname van meiden. Zorg voor inspirerende rolmodellen, zoals vrouwelijke techniekdocenten. En beloon creatieve uitkomsten van goed teamwerk. Technologie is voor iedereen.

JACQUELIEN SCHERPEN
Ooit wilde ze kleuterjuf worden – tot ze haar liefde voor wiskunde ontdekte. Inmiddels is Jacquelien Scherpen hoogleraar in de systeem – en regeltechniek aan de Rijksuniversiteit Groningen (RUG) en *captain of science* van de topsector High Tech Systemen en Materialen (HTSM). Dit jaar won ze de Prins Friso Ingenieursprijs en vanaf september 2023 is ze rector magnificus aan de RUG.

pit stop

3D-geprint pessarium op maat

Onderzoeker Anne Pasman presenteert het 3D-geprint pessarium.

In de medische wereld is de 3D-printtechniek een enorme verrijking om hulpmiddelen voor de cliënt op maat te maken. Dat bewijzen ook onderzoekers van hogeschool Saxion. Ze ontwikkelden een 3D-geprint pessarium dat comfortabeler is in te brengen en vrouwen meer vertrouwen geeft.

Een pessarium is een siliconen ring die een verzakking van de baarmoeder kan tegengaan. Een belangrijk hulpmiddel, dat vrouwen zelf kunnen inbrengen. Alleen vinden veel vrouwen dat niet prettig. De handeling doet pijn of is ingewikkeld, waardoor ze bang zijn het verkeerd te doen. Daarom laten ze de ring vaak door de huisarts of gynaecoloog onderhouden. Daar moet iets beters op te bedenken zijn, dachten ze bij de afdeling Gynaecologie van Ziekenhuisgroep Twente (ZGT). Ze vroegen Saxion om samen met hen onderzoek te doen naar een gebruiksvriendelijker model.

> “Deze ring vergroot de zelfredzaamheid van vrouwen

FLEXIBELE RING GEEFT MEER COMFORT

Het lectoraat Industrial Design ontwierp daarop een 3D-geprint pessarium dat makkelijker is in te brengen. ‘Ons pessarium werkt anders dan het gangbare model’, vertelt onderzoeker Anne Pasman. ‘Normaal moet je de ring dubbelgevouwen inbrengen, waarna hij bij de bekkenbodem openklapt. Dat kan een ongemakkelijk gevoel veroorzaken. Onze ring heeft een 3D-geprint skelet dat je tussen je vingers plat knijpt. Hierdoor is het pessarium een stuk smaller en comfortabeler. Dit vergroot de zelfredzaamheid van vrouwen.’ Het pessarium wordt met behulp van een 3D-geprinte mal gemaakt, waardoor het straks mogelijk moet worden om een op maat gemaakte ring voor iedere cliënt te ontwikkelen.

DE WEG VRIJMAKEN

‘In een vervolgonderzoek kijken we hoe we 3D-printen voor de zorg in onze regio een impuls kunnen geven’, gaat Pasman verder. ‘We willen een ecosysteem van samenwerkingspartners creëren, zodat het straks makkelijker is om 3D-geprinte medische hulpmiddelen te ontwikkelen en implementeren. Dat geldt ook voor ons pessarium. Met de kennis die we hierbij opdoen, bijvoorbeeld rondom de certificering van de ring, maken we de weg vrij voor andere 3D-geprinte medische hulpmiddelen.’

Regieorgaan SIA · NWO · Vereniging Hogescholen