

Wildcards

1. Vooruitgang in hersengestuurde technologieën

2. Cyberfysieke technologie vraagt om mentaal weerbare mensen

3. De opkomst van humanoïde robots

4. Slimme regeneratieve implantaten in traumazorg

5. Een groeiende behoefte aan chipsoevereniteit in Europa



Inleiding

Voortbouwend op de vorige thematische hoofdstukken biedt dit wildcard-hoofdstuk een breder perspectief door een verscheidenheid aan opkomende en potentieel disruptieve trends (de wildcards) te delen om de SURF-coöperatie te inspireren.

Onze samenleving is gebaseerd op een belangrijk uitgangspunt: de mens. Met de vooruitgang op het gebied van quantum-, connectiviteits- en AI-technologieën is het van cruciaal belang om na te denken over hoe deze en andere technologieën ons als individuen zullen beïnvloeden. Een samenleving waarin individuen niet zowel lichamelijk als geestelijk gezond zijn, presteert slechter en zorgt dat individuen zich minder verbonden voelen met elkaar en met de samenleving. In de afgelopen 100 jaar hebben antibiotica, robotchirurgie en diagnostische technologieën (zoals MRI- of CT-scanners) ons vermogen om een groot aan-

tal lichamelijke aandoeningen te behandelen verbeterd. Deze trend van innovatie in de gezondheidszorg zet zich onverminderd voort.

Volgens een recent onderzoek hebben bijna 800.000 mensen [🔗](#) in Nederland een heup- of knieprothese gekregen. Slimme implantaat-technologieën zullen de prestaties, levensduur en mobiliteitskwaliteit van toekomstige heup- of knieprothesen verbeteren.

Technologieën maken nieuwe ervaringen mogelijk, en hersen-computerinterfaces (brain-computer interfaces, BCI's) – die bestaan uit sensoren om hersengolven te meten – zullen mensen helpen om met technologieën te communiceren, zowel voor ontspanning als in de gezondheidszorg. Er zijn proeven gedaan met exoskeletten die worden aangestuurd door BCI's, en deze lijken de mobiliteitsmogelijkheden voor mensen met ruggenmergletsel te gaan veranderen.

Slimme implantaten en BCI's voor exoskeletten richten zich op de fysieke gezondheid van het individu, maar in dit tijdperk van nieuwe technologieën is het ook van cruciaal belang om rekening te houden met het welzijn. BCI's kunnen technologieën aansturen om de mobiliteit te verbeteren, maar ze kunnen ook mensen met het locked-in-syndroom helpen om met de wereld om hen heen te communiceren. Naarmate we ons echter steeds meer onderdompelen in dergelijke cyberfysieke technologieën en de online wereld, is het van cruciaal belang dat er protocollen worden opgesteld om digitaal welzijn te bevorderen en te ondersteunen. Het individu heeft zowel een gezond lichaam als een gezonde geest nodig.

In een wereld die door en voor mensen is ontworpen, is het niet verwonderlijk dat de mensheid robottechnologieën naar zijn eigen evenbeeld creëert. Humanoïde robots – robots

die qua vorm en uiterlijk op mensen lijken – kunnen bijvoorbeeld worden ingezet in de industriële productie en in omgevingen die te zwaar zijn voor het kwetsbare menselijk lichaam. Massale inzet in de samenleving laat nog even op zich wachten, maar de humanoïden komen eraan.

Om dergelijke mensgerichte technologieën in de Europese context te kunnen ontwikkelen en introduceren, zijn verbeteringen op het gebied van computerplatforms nodig. Gezien de voortdurende veranderingen in het geopolitieke landschap moet Europa concurrerend zijn op het gebied van chips, zodat het technologische vooruitgang kan blijven boeken. Zonder betrouwbare en geavanceerde computerchips zal ons vermogen om de samenleving voor de mensheid, inclusief de natuur, te verbeteren, stagneren.

TREND #1

Vooruitgang in hersengestuurde technologieën

Publieke waarden

	Autonomie	Privacy
	Rechtvaardigheid	Rekenschap Transparantie Integriteit
	Menselijkheid	Veiligheid Welzijn

Volwassenheid

WATCH

PLAN

ACT

Bestuurders

Regelgeving en naleving (compliance); Geestelijke gezondheid en welzijn; Individualisering en empowerment; Automatisering en AI; Biotechnologie; Cybersecurity en vertrouwen; Digitale transformatie

Het besturen van handelingen of technologieën via een digitale interface met behulp van gedachten wordt al tientallen jaren onderzocht. Op dit moment wordt verwacht dat deze hersen-computerinterfaces (BCI's) geleidelijk op de markt zullen komen.

Niet-invasieve BCI's detecteren hersenactiviteiten via elektro-encefalografie (EEG)-sensoren die op het schedeloppervlak worden geplaatst, waardoor ze kosteneffectief en draagbaar zijn. Invasieve BCI's daarentegen vereisen de implantatie van sensoren op of nabij het hersenweefsel en worden voornamelijk voor medische doeleinden gebruikt.

Bedrijven in de VS en China lopen voorop in de marktontwikkeling, met toepassingen in de gezondheidszorg, entertainment en militaire sector.

Technologische vooruitgang, zoals verbeterde signaalverwerking en multi-sensorintegratie, zou de mogelijkheden van BCI's verder kunnen verbeteren.

De maatschappelijke discussie over BCI's moet plaatsvinden en gaan over ethische kwesties zoals privacy, autonomie en gelijkwaardigheid.



Auteurs

Erik Knol (Regieorgaan SIA), Barry Fitzgerald (TU Eindhoven), Mark Cole (SURF)

SIGNALEN

Hersen-computerinterfaces verder uitgelegd

De geschiedenis, huidige stand van zaken en toekomstmogelijkheden van de niet-invasieve hersen-computerinterfaces ([sciencedirect.com](https://www.sciencedirect.com)) [↗](#)

Van visie naar realiteit: beloften en risico's van hersen-computerinterfaces (consilium.europa.eu) [↗](#)

De toekomst van BCI: doorbraken, onderwijs en uitdagingen (ru.nl) [↗](#)

Bedrijven en marktontwikkelingen

Top 10 van wereldwijde bedrijven op het gebied van hersen-computerinterfaces in 2025 (alltechmagazine.com) [↗](#)

Hersen-computerinface wint aan populariteit in China (chinadaily.com.cn) [↗](#)

Toepassingsgebieden en ontwikkelingen

Introductie van hersen-computerinterfaces voor onderwijs en onderzoek: een nieuwe kijk op de interactie tussen mens en computer, in positieve en negatieve zin (surf.nl) [↗](#)

Invasieve hersen-computerinterface voor motorisch herstel bij ruggenmergletsel: een systematisch overzicht ([sciencedirect.com](https://www.sciencedirect.com)) [↗](#)

Passieve hersen-computerinterfaces voor verbeterde interactie tussen mens en robot ([frontiersin.org](https://www.frontiersin.org)) [↗](#)

Een volledig geïmplanteerde hersen-computerinterface voor een persoon met het locked-in-syndroom (uu.nl) [↗](#)

Maatschappelijke en ethische aspecten

De bescherming van mentale privacy in de neurowetenschappen: maatschappelijke, juridische en ethische uitdagingen (europarl.europa.eu) [↗](#)

Decentralisering van het zelf – ethische overwegingen bij het gebruik van gedecentraliseerde webtechnologie voor directe herseninterfaces (link.springer.com) [↗](#)

Ethische overwegingen bij het gebruik van hersen-computerinterfaces voor cognitieve verbetering (journals.plos.org) [↗](#)

“Om de kracht van BCI verantwoord en vruchtbaar te kunnen benutten, is het noodzakelijk om inzicht te hebben in de werking en beperkingen ervan.”

- Prof. dr. Anne-Marie Brouwer, TNO Human Performance en Radboud Universiteit, Donders Institute for Brain, Cognition and Behaviour

IMPACT



Onderwijs

- De basisprincipes en implicaties van BCI's zijn relevante onderwerpen om op te nemen in leerplannen voor neuro- en cognitieve wetenschappen, medische wetenschappen en gezondheidszorg, techniek en digitalisering, sociologie en ethiek.
- BCI's kunnen ook worden gebruikt in onderwijsprogramma's voor leerdoeleinden (experimenten), hoewel voor bepaalde versies van de technologie mogelijk kapitaal-investeringen nodig zijn.



Onderzoek

- Onderwerpen op het gebied van hersenonderzoek die verband houden met neurotechnologieën en neurodata, experimentele toepassingen en de maatschappelijke implicaties, met inbegrip van ethische en juridische aspecten, zijn voor de hand liggende onderzoeksonderwerpen.
- De verwachte vooruitgang op het gebied van BCI's zal in de toekomst leiden tot een toename van het gebruik ervan als onderzoeksinstrument voor onderzoeksactiviteiten. Een onderzoeker kan bijvoorbeeld niet-invasieve BCI-technologieën gebruiken voor metingen en validatie. Uiteraard moeten dergelijke activiteiten worden goedgekeurd door een ethische commissie.



Operations

- BCI's en andere neurotechnologieën ontwikkelen zich snel en roepen daarbij verschillende relevante maatschappelijke en ethische vragen op.
- Instellingen zullen moeten nadenken over het institutionele beleid en de richtlijnen voor het gebruik van deze technologieën, en over hoe neurodata kan worden gebruikt voor onderwijs en onderzoek.



TREND #2

Cyberfysieke technologie vraagt om mentaal weerbare mensen

Publieke waarden

	Autonomie	Privacy
	Rechtvaardigheid	Rekenschap Transparantie
	Menselijkheid	Veiligheid Welzijn

Volwassenheid

WATCH

PLAN

ACT

Drivers

Individualisme en empowerment; Geestelijke gezondheid en welzijn; Dynamiek binnen gemeenschappen en maatschappelijke samenhang; Automatisering en AI; Connectiviteit en interactie; Cybersecurity en vertrouwen; Ideologische polarisatie; Regelgeving en naleving (compliance); Digitale transformatie

De voortdurende digitale transformatie vraagt van zowel individuen als de samenleving een ongekend vermogen tot cognitieve aanpassing.

De convergentie van zeer ingrijpende cyber-fysieke technologieën zoals hersen-computerinterfaces (BCI), kunstmatige intelligentie en extended reality kan en zal ons mentale en fysieke welzijn blijven beïnvloeden. Die technologieën roepen vragen op over hun alomtegenwoordige invloed, met name in de context van toepassingen met sociale media.

Deze nieuwe realiteit maakt dringende maatregelen noodzakelijk, zoals digitale detoxen, ethische ontwerpprincipes, overheidsregulering en manieren voor het beheersen van digitale overbelasting, allemaal gericht op het beschermen van de privacy en de psychologische gezondheid van individuen en de samenleving.

Door mentale gezondheidsproblemen aan te pakken en de groeiende behoefte van online

platforms aan onze persoonlijke data tegen te gaan, zullen deze maatregelen bijdragen aan het bevorderen van verantwoorde, mensgerichte technologie die menselijke waarden beschermt.

Uiteindelijk willen we ervoor zorgen dat technologie ons welzijn en zelfbeeld ondersteunt in plaats van ondermijnt.



Auteurs

Mark Cole (SURF), Alina Kadlubsky (Open XR Europe), Erik Knol (Regieorgaan SIA), Tijmen Leurs (MBO Digitaal)

SIGNALEN

Mensgericht ontwerp van digitale technologieën en toepassingen

Inzicht in mensgerichte AI: een overzicht van de bepalende elementen en een onderzoeksagenda (tandfonline.com) [↗](#)

Menselijke waarden integreren in het ontwerp van mixed reality-technologieën (ieeexplore.ieee.org) [↗](#)

Verantwoorde ontwikkeling en toepassing van XR-technologieën door het Europese project XR4HUMAN (xr4human.eu) [↗](#)

Rapport over trends en benchmarking in de virtuele wereld door het Europese project OpenVerse, dat als visie heeft om inclusieve, open en ethisch verantwoorde Europese virtuele werelden te creëren (open-verse.eu) [↗](#)

Digitale transformatie in het onderwijs

De impact van digitale technologieën op het onderwijs ontrafeld: literatuuronderzoek en beoordelingskader (publicaties.jrc.ec.europa.eu) [↗](#)

AI-rapport van de European Digital Education Hub's Squad over kunstmatige intelligentie in het onderwijs (op.europa.eu) [↗](#)

Een uitgebreid overzicht van belangrijke cyberfysieke systemen en een beoordeling van de uitdagingen op het gebied van onderwijs (ieeexplore.ieee.org) [↗](#)

Impact van digitale technologieën op het welzijn

De impact van digitale technologieën op het welzijn: belangrijkste inzichten uit de literatuur (oecd.org) [↗](#)

Welzijn en hersen-computerinterface in use cases (researchgate.net) [↗](#)

IMPACT



Onderwijs

Cyberfysieke technologieën hebben het potentieel om het onderwijs te transformeren door immersieve, gepersonaliseerde leerervaringen mogelijk te maken. Hoewel ze de betrokkenheid, toegankelijkheid, het begrip en de kennisverwerving kunnen verbeteren, brengen ze ook nieuwe privacy- en veiligheidskwesties met zich mee. Ethisch gebruik is essentieel om de voordelen ervan te benutten en tegelijkertijd de rechten en het welzijn van studenten/docenten te beschermen.



Onderzoek

- BCI en andere cyberfysieke technologieën kunnen een revolutie teweegbrengen in het onderzoek door immersieve gegevensverzameling mogelijk te maken en nieuwe wegen te openen voor het onderzoeken van het brein en menselijk gedrag.
- Ondanks het enorme potentieel voor innovatief onderzoek, brengen cyberfysieke technologieën ook de noodzaak met zich mee van sterkere cyberbeveiliging, ethische richtlijnen en vooruitgang in ons begrip van mensenrechten.
- Toekomstig onderzoek moet worden gestuurd door een interdisciplinaire focus om deze technologieën te beveiligen en privacykwesties aan te pakken.



Operations

- Toekomstige campusomgevingen kunnen worden getransformeerd door immersief leren, virtuele laboratoria en verbeterde toegankelijkheid.
- De cyberfysieke transformatie zal voor instellingen uitdagingen op het gebied van privacy, ethiek en veiligheid met zich meebrengen, waardoor nieuw beleid nodig is. Om de voordelen voor de bredere gemeenschap te maximaliseren, moeten campussen waarborgen ontwikkelen die een veilige, rechtvaardige en ethische integratie van deze technologieën garanderen.

TREND #3

De opkomst van de humanoïde robots

Publieke waarden

	Autonomie	Keuzevrijheid Onafhankelijkheid
	Rechtvaardigheid	Rekenschap Transparantie Integriteit Gelijkwaardigheid
	Menselijkheid	Veiligheid Respect Betekenisvol contact Welzijn

Volwassenheid

WATCH

PLAN

ACT

Drivers

Demografische verschuiving (vergrijzing); Geestelijke gezondheid en welzijn; Automatisering en AI; Connectiviteit en interactie; Servicegerichte en waardegedreven economieën; Regelgeving en naleving (compliance)

Humanoïde robots, gebouwd om qua uiterlijk en bewegingen op mensen te lijken, helpen de productiviteit te verhogen en het tekort aan arbeidskrachten in verschillende sectoren aan te pakken. Ze zijn zeer flexibel, kunnen zich in complexe omgevingen bewegen en zijn bedreven in het hanteren van voorwerpen met verschillende vormen en gewichten. Door hun mensachtige uiterlijk worden ze ook gemakkelijker geaccepteerd in bijvoorbeeld ziekenhuizen, verzorgingstehuizen en scholen.

Sinds de jaren '80 hebben de ontwikkelingen op het gebied van artificial intelligence en robotica de mogelijkheden drastisch verbeterd, wat heeft geleid tot grote investeringen van bedrijven als Tesla, Boston Dynamics en UBTech, om er een paar te noemen.

Uitdagingen zoals hoge investeringskosten, energie-efficiëntie, operationele veiligheid en geavanceerde software beperken echter nog steeds het wijdverbreide gebruik ervan.

Ondanks deze obstakels worden humanoïde robots steeds vaker overwogen voor taken die risico's voor mensen minimaliseren of tekorten aan arbeidskrachten opvullen.



Auteurs

Steven van Roon (Universiteit Twente), Erik Knol (Regieorgaan SIA), Mark Cole (SURF)

Bijdragers

Mark Vlutters & Luc Schoot Uiterkamp (Universiteit Twente)

SIGNALEN

Markontwikkelingen met betrekking tot humanoïde robotica

Standpuntnota van de International Federation of Robotics: Humanoïde robots – visie en realiteit (ifr.org) [↗](#)

De toekomst van robotica in 2035: inzichten van experts uit de industrie (hexagon.com) [↗](#)

Humanoïde robots - Game changer of hype? (ipa.fraunhofer.de) [↗](#)

“Een humanoïde wordt pas interessant wanneer zijn vormfactor daadwerkelijk van belang is, bijvoorbeeld bij (sociale) interactie of wanneer zijn taakgeneralisatie voldoende is om te kunnen functioneren in de alledagelijkse menselijke wereld. De menselijke wereld is immers afgestemd op de menselijke vormfactor.”

- Dr. ir. Mark Vlutters, universitair docent Biomechatronica en Revalidatietechnologie, Universiteit Twente

Reflecties over technologieën, innovatie en trends met betrekking tot humanoïde robots

Humanoïde robots zoals Tesla Optimus en de toekomst van toeleveringsketens: verbetering van efficiëntie, duurzaamheid en dynamiek van de arbeidsmarkt (mdpi.com) [↗](#)

De realiteit maakt een einde aan de hype rond humanoïde robots: de obstakels voor het opschalen van humanoïde robotica waar niemand het over heeft (spectrum.ieee.org) [↗](#)

Tussen fascinatie en ongemak: de nieuwe generatie humanoïde robots (ndion.de) [↗](#)

Willen mensen echt humanoïde robots in huis hebben? (spectrum.ieee.org) [↗](#)

Maatschappelijke reflecties

AI-robots en humanoïde AI: overzicht, perspectieven en toekomstige richtingen (ui.adsabs.harvard.edu) [↗](#)

Artefacten van verandering: het disruptieve karakter van humanoïde robots buiten classificatiekwesties om (link.springer.com) [↗](#)

De robotrechten- en -verantwoordelijkheden-schaal: ontwikkeling en validatie van een meetinstrument voor het begrijpen van percepties van de rechten en verantwoordelijkheden van robots (tandfonline.com) [↗](#)

IMPACT



Onderwijs

- In het beroeps- en wetenschappelijk onderwijs moet educatie op het gebied van robotica wellicht verschuiven van gescheiden trajecten (bijvoorbeeld technologie, psychologie of economie) naar een meer interdisciplinaire benadering. Hiermee leiden we niet alleen technische specialisten op, maar ook flexibele innovators die in staat zijn om vooruitgang en implementatie op verschillende gebieden te stimuleren voor toepassingen in de praktijk.
- Humanoïde robots kunnen uiteindelijk bijdragen aan het onderwijs door nieuwe vormen van ondersteuning te bieden voor zowel lesgeven als leren.



Onderzoek

- Humanoïde robotica verbindt een breed scala aan onderzoeksdomen met elkaar. Nu humanoïden hun intrede doen op de werkvloer, moet het onderzoek verder gaan dan technologieën en kostenbesparingen en zich richten op bredere toepassingen: het op peil houden van de productiviteit, het mogelijk maken van samenwerking en het heroverwegen van processen en (organisatorische) systemen.
- Onderzoek naar humanoïden moet zich niet alleen richten op wat humanoïden kunnen doen, maar ook op hoe ze kunnen worden geaccepteerd, gebruikt en waardevol kunnen zijn. Humanoïden vormen een proeftuin voor hoe we technologie, mensen en de samenleving met elkaar verbinden, en hoe we de toekomst van werk, leren en innovatie kunnen vormgeven.



Operations

- Instellingen kunnen mensgerichte ontwikkeling ondersteunen en zorgvuldig overwegen om humanoïde robots in te zetten door samen te werken met technologische ontwikkelaars, organisaties die gebruikmaken van deze technologie en andere belanghebbenden.
- Instellingen zouden kunnen gaan nadenken over hoe zij kunnen bijdragen aan de ontwikkeling en toekomst van humanoïde robots op de werkvloer, in het onderwijs en in de samenleving als geheel.

TREND #4

Slimme regeneratieve implantaten in traumazorg

Publieke waarden

	Autonomie	Keuzevrijheid Privacy
	Rechtvaardigheid	Transparantie Rekenschap Gelijkwaardigheid Inclusie Integriteit
	Menselijkheid	Persoonlijke ontwikkeling Betekenisvol contact Veiligheid Welzijn Respect

Volwassenheid

WATCH

PLAN

ACT

Drivers

Demografische verschuiving: Vergrijzing; Biotechnologie; Technologische vooruitgang en rekenkracht; Connectiviteit en interactie; Automatisering en AI; Welzijn

Traumapatiënten hebben uitgebreide behandelingen en de grootste aandacht nodig. In Nederland worden jaarlijks ongeveer 80.000 traumapatiënten behandeld.

Wanneer een traumapatiënt bijvoorbeeld in het ziekenhuis aankomt met meerdere botbreuken, gescheurde bloedvaten en beschadigde organen, zullen er meerdere operaties nodig zijn voor inwendige verwondingen en immobilisatie van gebroken botten met een gipsverband of een spalk.

Er worden nu zogenaamde slimme implantaten ontwikkeld die botgroei kunnen stimuleren, weefselherstel kunnen bevorderen en het genezingsproces van patiënten in real-time kunnen volgen. Minuscule monitoring devices kunnen worden aangedreven door de bloedstroom, spierbewegingen of zelfs door de ademhaling.

Bovendien kunnen slimme implantaten voor het herstel en de ondersteuning van skelet- en spierweefsel worden gemaakt van biologisch afbreekbare materialen, die

vervolgens op natuurlijke wijze door de patiënt worden uitgescheiden. Hierdoor is er geen verdere invasieve chirurgie nodig om de implantaten te verwijderen.



Auteurs

Barry Fitzgerald & Linda Chen-Zijlstra (TU Eindhoven)

SIGNALEN

Onderzoek naar slimme implantaten

Materiaalwetenschappers, celbiologen, weefselingenieurs en medische wetenschappers werken samen aan de regeneratie van weefsel- en orgaanfuncties met intelligente, levensechte materialen (tue.nl) [↗](#)

Geometrie-gestuurde botvorming. Geometrie-gestuurde osteo-inductie wordt mogelijk gemaakt door snelle, uiterst nauwkeurige additive manufacturing (tue.nl) [↗](#)

Slimme implantaten in de gezondheidszorg voor de behandeling van ziekten, het monitoren van het herstel van patiënten en het herstellen van orgaanfuncties worden ontwikkeld door tal van organisaties over de hele wereld (sciencedirect.com) [↗](#)

Meer dan weefselvervanging: de opkomende rol van slimme implantaten in de gezondheidszorg (research.umcutrecht.nl) [↗](#)

Biomechanica en regeneratieve geneeskunde vereisen een interdisciplinaire aanpak.

Project Brave streeft naar de ontwikkeling van een innovatief en slim implantaat voor ischemische of coronaire hartziekten (projectbrave.eu) [↗](#)

“Slimme implantaattechnologieën kunnen de levenskwaliteit aanzienlijk verbeteren en zorgverleners meer inzicht geven in hoe ze het herstel kunnen versnellen en de behandelingsstrategieën voor patiënten kunnen optimaliseren.”

– Dr. Linda Chen-Zijlstra, onderzoeks-IT-consultant, Afdeling Biomedische Technologie, TU Eindhoven

IMPACT



Onderwijs

- Innovatie op het gebied van slimme implantaatbehandelingen vereist en behoeft samenwerking tussen verschillende disciplines: geneeskunde, biologie, scheikunde, natuurkunde, materiaalkunde en techniek (waaronder bijvoorbeeld datawetenschappen voor simulaties). Als gevolg daarvan moeten studenten een breder scala aan vakgebieden en perspectieven bestuderen.
- Studenten krijgen de kans om samen te leren, nauwer samen te werken en een beter begrip te ontwikkelen van hoe verschillende disciplines met elkaar verbonden zijn. Traditionele onderwijsmodellen (bijvoorbeeld in de geneeskunde en gezondheidszorg) zullen moeten evolueren: ze moeten flexibeler worden en studenten in staat stellen om gemakkelijker grenzen tussen vakgebieden en disciplines te overbruggen.
- Interdisciplinair denken voor de uitdagingen van toekomstige slimme implantaatgebaseerde gezondheidszorg en technologieën zou op lange termijn de loopbaanontwikkeling moeten verbreden.



Onderzoek

- Er wordt al veel onderzoek gedaan naar slimme implantaten, zowel op universiteiten als in onderzoekscentra van ziekenhuizen. Zo zijn er bijvoorbeeld slimme botimplantaten die bedoeld zijn om de traditionele, inerte implantaten van metaal die momenteel bij behandelingen worden gebruikt te vervangen.
- De klinische implementatie van dergelijke slimme implantaten zal een gestructureerd stappenplan moeten volgen, terwijl belangrijke kwesties zoals de energievoorziening van slimme implantaten die worden gebruikt voor monitoring en het begrijpen van hoe natuurlijke biologische cellen in het lichaam omgaan met slimme implantaten, verder onderzoek vereisen.

TREND #5

Een groeiende behoefte aan chipsoevereiniteit in Europa

Publieke waarden

	Autonomie	Keuzevrijheid Onafhankelijkheid
	Rechtvaardigheid	Duurzaamheid Transparantie Verantwoordelijkheid Integriteit Gelijkwaardigheid Inclusie
	Menselijkheid	Veiligheid

Volwassenheid

WATCH

PLAN

ACT

Drivers

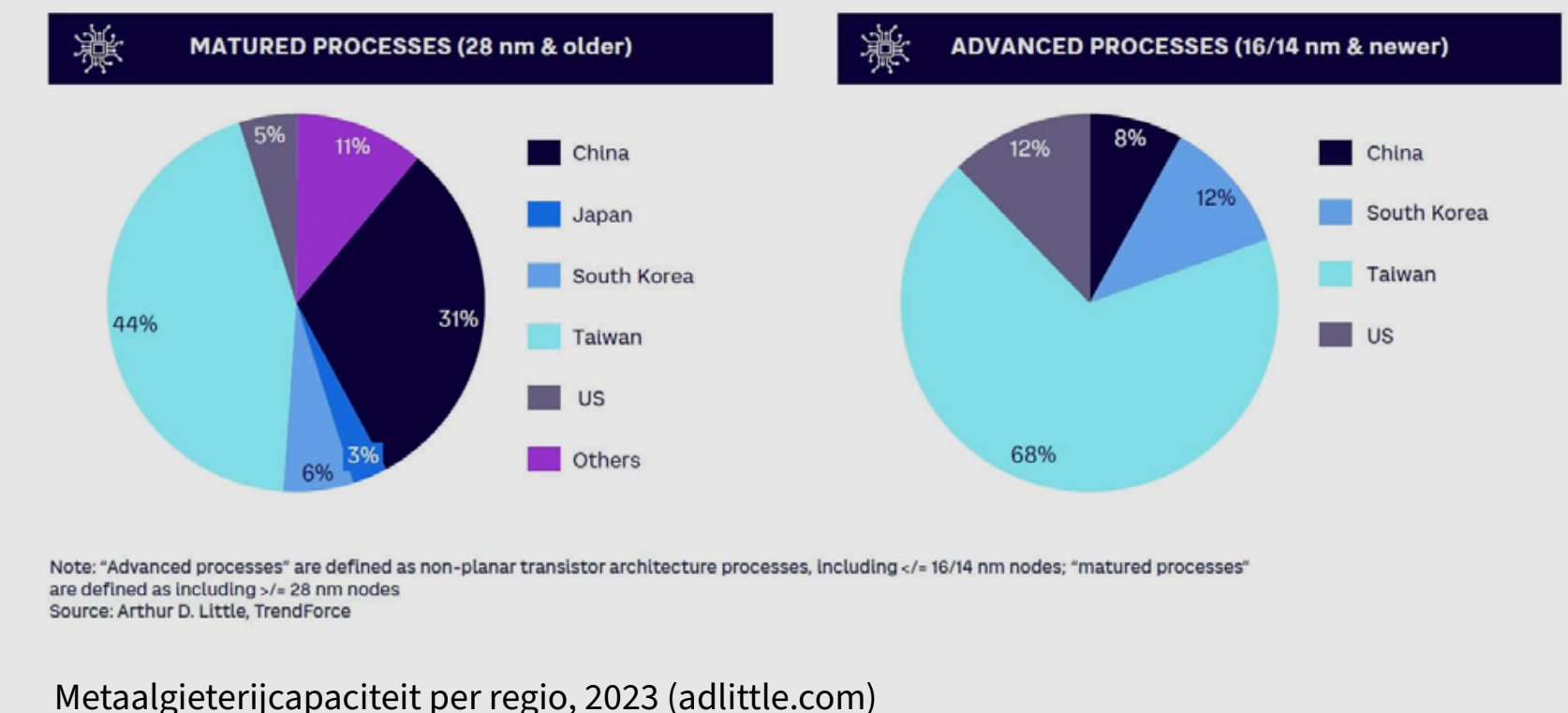
Geopolitiek en (digitale) soevereiniteit; Compliance en regelgeving; Kritieke infrastructuur; Automatisering en AI; Technologische vooruitgang en computation; Digitale transformatie; Wereldhandel en handelsheffingen

Praktisch alle apparaten hebben tegenwoordig chips nodig om te kunnen functioneren, en in het geval van AI is er meer gespecialiseerde hardware (chips) nodig om aan de vraag te kunnen voldoen. Het grootste deel van de chipfabricage vindt plaats in Azië, en gezien de huidige geopolitieke dynamiek staat de toeleveringsketen voor chips onder druk. In combinatie met de schaarste aan grondstoffen die worden gebruikt voor de fabricage van klassieke (en AI-)chips, heeft dit ertoe geleid dat verschillende landen de toeleveringsketen heroverwegen.

Een van de ontwikkelingen op dit gebied is de European Chips Act (ECA) van de Europese Commissie, die in 2023 is ingevoerd. Het ECA-kader zal worden herzien, mede dankzij een bredere raadpleging van belanghebbenden eind 2025, om een Europees microchip-ecosysteem te waarborgen.

Een andere opvallende verschuiving is te zien op het gebied van onderzoek en ontwikkeling (R&D). Steeds meer transdisciplinair onderzoek, ook buiten de universiteiten, gebeurt in

samenwerking met industriële partners om chips te herontwerpen en nieuwe concepten te ontwikkelen. Daarbij wordt gekeken naar de volledige ontwikkelingsketen (van materialen en architecturen tot software en geheugen) voor efficiëntere en intelligentere apparaten.



Auteurs

Barry Fitzgerald (TU Eindhoven) & Mark Cole (SURF)

Bijdragers

Prof. dr. Wilfred van der Wiel (Universiteit Twente)

SIGNALEN

Europa's streven om microchips te maken

Een overeenkomst tussen alle EU-lidstaten, die zich allemaal aansluiten bij de Semicon Coalition om het technologische leiderschap van het continent veilig te stellen.

- overheid.nl 
- advies.eib.org 

De Europese Commissie heeft een openbare raadpleging gelanceerd over de huidige ECA om de huidige tekortkomingen ervan aan te pakken in het licht van de recente ingrijpende veranderingen in de sector (september 2025)
(digitale-strategie.ec.europa.eu) 

De EU-chipwet treedt in september 2023 in werking
(ec.europa.eu) 

digital-strategy.ec.europa.eu 

Investerings in AI-chips

ASML investeert 1,3 miljard euro in het Franse bedrijf Mistral AI (asml.com) 

fintechweekly.com 

De Europese Investeringsbank (EIB) werkt aan een nieuw initiatief om tegen 2027 70 miljard euro op te halen voor AI en halfgeleiders (reuters.com) 

“Echte chipsoevereiniteit betekent meer dan alleen fabrieken – het gaat om het creëren van de volgende generatie intelligente hardware. Europa kan een voortrekkersrol spelen op het gebied van hersengeïnspireerd, energie-efficiënte computing.”

– Prof. dr. Wilfred G. van der Wiel, directeur van het Centrum voor Brain-Inspired Computing (BRAINS) van de Universiteit Twente

Quantum Europe Strategy (Europese quantumwet)

Lancering van de Quantum Europe-strategie van de Europese Commissie op 2 juli 2025, die tot doel heeft Europa tegen het einde van het decennium wereldwijd toonaangevend te maken op het gebied van quantumtechnologie
(digital-strategy.ec.europa.eu) 

qt.eu 

De quantumsprong van Europa – De nieuwe EU-strategie voor quantumtechnologieën tot 2030 (globsec.org) 

De Nederlandse positie in het quantumecosysteem en afstemming op de Europese quantumwet
(hollandhightech.nl) 

SIGNALEN

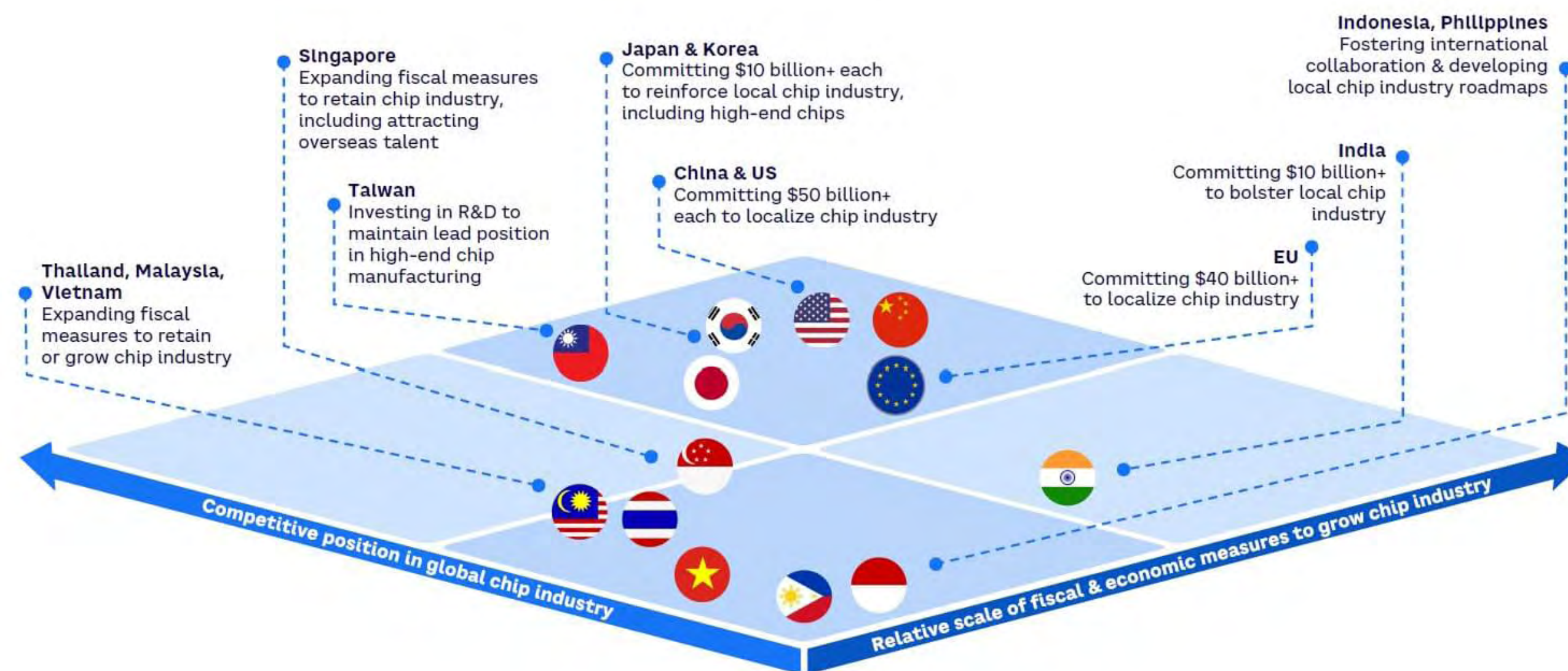
Institutionele beweging

Materiaal dat luistert: doorbraak in Twente op het gebied van spraakherkenning (utwente.nl) [🔗](#)

De Technische Universiteit Eindhoven richt een nieuw onderzoeksinstituut op dat zich bezighoudt met onder meer halfgeleider-, quantum- en fotonica-chips, in lijn met recente beleidsinitiatieven zoals de ECA en het Draghi-rapport (tue.nl) [🔗](#)

Lancering van het Casimir Instituut aan de Technische Universiteit Eindhoven (tue.nl) [🔗](#)

Fiscale maatregelen versus concurrentievermogen in de wereldwijde chipindustrie (adlittle.com) [🔗](#)



Source: Arthur D. Little

IMPACT



Onderwijs

- De Europese Chipwet zal de veerkracht en technologische innovatie in de bredere chipindustrie binnen de EU stimuleren. Niettemin zal de impact ervan op innovatie worden beïnvloed door geopolitiek beleid en de wereldwijde technologische concurrentie.
- Talent is nodig om de groei van de EU-chipindustrie vanuit technologisch oogpunt te garanderen, maar dit talent moet zich bewust worden gemaakt van het belang van het EU-beleid en de geo-economische dimensies van het ecosysteem.
- In sommige opleidingen komen deze onderwerpen impliciet aan bod. Door deze onderwerpen echter expliciet te behandelen in speciale modules die een aanvulling vormen op traditionele technische modules, zou een evenwichtiger talentenpool kunnen worden opgeleid. Dit zouden talenten zijn die in staat zijn om te innoveren binnen de chipindustrie en die zich ook bewust zijn van de invloed van geopolitieke veranderingen op hun werkzaamheden.



Onderzoek

- Het streven naar digitale autonomie kan onderzoeksprojecten stimuleren op gebieden die verband houden met de chipindustrie – variërend van processen tot materialen, en van logistiek tot synergie met kunstmatige intelligentie, connectiviteit en gegevensbeheer.
- Werk samen met onderzoekers, industriële partners en de samenleving buiten de universiteiten en in heel Europa om (nieuwe) gebruiksscenario's te ontwikkelen.
- Gespecialiseerde laboratoriumfaciliteiten om nieuwe ontwikkelingen op het gebied van het testen en produceren van chips en kennisoverdracht mogelijk te maken.



Operations

- Talentontwikkeling en huisvesting moeten prioriteit krijgen en worden aangepast om de capaciteit in Nederland op te schalen.
- De implementatie van nieuwe slimme, energiezuinige IoT-apparaten vereist focus op systeemarchitectuur voor toekomstige campusscenario's.
- De transdisciplinaire onderzoeksprojecten vereisen een samenwerking op basis van vertrouwen, waardoor industriële partners toegang krijgen tot kennis.

SURF Utrecht

Kantoren Hoog Overborch
Hoog Catharijne
Moreelsepark 48
3511 EP Utrecht
+31 88 787 30 00

SURF Amsterdam

Science Park 140
1098 XG Amsterdam
+31 88 787 30 00

futuring@surf.nl
www.surf.nl