



Kansen voor nieuwe innovatiedynamiek

Groeimarkten, prioritaire technologieën en missies in samenhang

Anastasia Yagafarova, Jasper van Kempen, Claire Stolwijk, Tom van der Horst

17 Maart 2025

Opmaak Simon Epskamp

Inhoudsopgave

#	Hoofdstuk	Pagina
1	Inleiding: waarom dit rapport	3
2	Onderzoeksopzet	6
3	Scope van het onderzoek	8
4	De matrixen tussen prioritaire technologieën, groeimarkten en maatschappelijke en dwarsdoorsnijdende thema's	10
5	Landbouw, water & voedsel	11
6	Gezondheid & Zorg	14
7	Sleuteltechnologieën: focus Hightech	17
8	Digitalisering	21
9	Veiligheid	24
10	Energietransitie en Circulaire Economie	25
11	Samenvattende conclusies en reflecties	29
12	<i>Bijlagen</i>	32

Inleiding: waarom dit rapport?

De uitdagingen waar Nederland voor staat, zoals versterking van de economie, verduurzaming en strategische autonomie vergen een proactief innovatiebeleid waarin scherper keuzes worden gemaakt. Met de inzet op Groeimarkten en de Nationale Technologiestrategie (NTS) ontwikkelt het Ministerie van Economische Zaken (EZ) een kader waarin toekomstgerichte beleidskeuzes kunnen worden gemaakt. In het kader van de NTS zijn inmiddels prioritaire technologieën vastgesteld. Ook voor de groeimarkten zijn inmiddels prioriteiten gesteld. De vraag die hier logisch uit voortkomt is; op welke kruispunten van prioritaire technologieën en groeimarkten we potentievolle innovatiedynamiek kunnen verwachten ?

Daarom geeft dit rapport antwoord op de volgende onderzoeksvragen:

1. Op welke kruispunten (in matrixen) van prioritaire sleuteltechnologieën en groeimarkten kunnen potentievolle innovatiedynamieken / marktkansen verwacht worden?
2. Hoe kunnen deze groeimarkten binnen de belangrijkste thema's van het Missiegedreven Topsectoren- en Innovatiebeleid (MTIB) worden gepositioneerd?

Dit rapport presenteert de uitkomsten van het onderzoek uitgevoerd in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken tussen juni 2024 en maart 2025.

Inleiding: Toelichting en interpretatie van onderzoeksvraag 2

Het ministerie van EZ ziet kansen om de gekozen maatschappelijke missies uit het Missiegedreven Topsectoren en Innovatiebeleid (MTIB) (meer) te benutten voor het aanjagen van nieuwe bedrijvigheid - het versterken van de economie.

De door EZ gekozen groeimarkten definiëren de gebieden waar kansen liggen voor de ontwikkeling van nieuwe bedrijvigheid.

TNO is gevraagd te inventariseren op welke *maatschappelijk gedreven thema's* uit het MTIB (Energietransitie, Circulaire Economie, Landbouw, Water, Voedsel, Gezondheid & Zorg, Veiligheid) de nieuwe bedrijvigheid, die is gericht op groeimarkten, ook een bijdrage kan leveren aan het realiseren van de missies uit het MTIB. Met als achterliggende gedachte dat 'dubbele winst' kan worden geboekt; nl. dat nieuwe bedrijvigheid en de economie versterkt worden én maatschappelijke problemen worden opgelost.

Naast de maatschappelijk gedreven thema's wordt ook nieuwe bedrijvigheid ontwikkeld op *de technologisch gedreven thema's* uit het MTIB (sleuteltechnologieën en digitalisering). Deze thema's hebben, naast een dwarsdoorsnijdend (horizontaal) karakter, ook eigenstandige groeimarkten (verticaal) onder dezelfde themanaam.*

Op de volgende pagina is schematisch weergegeven hoe de gekozen groeimarkten, thema's in het MTIB en de prioritaire sleuteltechnologieën uit de NTS samenhangen, en gecombineerd kunnen bijdragen aan focussering in het innovatiebeleid.

*Om de marktcomponent (verticaal) van sleuteltechnologieën te onderscheiden van de technologische kant (horizontaal) is in de matrixen in dit rapport voor de duidelijkheid 'focus Hightech' toegevoegd.



Groeimarkten:
focus vanuit
marktkansen

MTIB thema's:
focus vanuit
maatschappelijke en
technologische
opgaven

**Nationale
Technologiestrategie:**
focus vanuit de
technologische basis

Onderzoeksopzet

Om de onderzoeksvragen te kunnen beantwoorden is op de eerste plaats literatuuronderzoek verricht. De definitieve lijst met groeimarkten en sectoren voor Nederland (EZ, 2025) zijn hiervoor als basis gebruikt. Daarnaast is er voortgebouwd op de Nationale Technologie Strategie (NTS), de aanpak van de Portfolio analyse (TNO, 2017) en andere publicaties uit de literatuurlijst van dit rapport. Op basis van het literatuuronderzoek zijn concept matrixen opgesteld. Deze matrixen tonen de verbinding tussen maatschappelijke en dwarsdoorsnijdende thema's, prioritaire sleuteltechnologieën en groeimarkten. Tevens zijn deze matrixen aangevuld met illustratieve voorbeelden van potentievolle innovatiedynamiek. Deze voorbeelden zijn geplaatst op de kruispunten van maatschappelijke en dwarsdoorsnijdende thema's, prioritaire technologieën en groeimarkten. Voor de selectie van de voorbeelden is een large language model gebruikt vanwege de grote hoeveelheden documenten die hiervoor geanalyseerd moest worden. Zie Bijlage 2 voor meer informatie over de exacte werkwijze met het large language model.

De volgende criteria zijn gebruikt om de illustratieve voorbeelden te selecteren:

1. Sterke huidige positie van Nederland met betrekking tot prioritaire sleuteltechnologieën, die toegepast kunnen worden in de desbetreffende groeimarkten en;
2. Een verwachte kansrijke innovatiedynamiek.

Daarnaast zijn er 4 workshops georganiseerd met 71 deelnemers vanuit kennisinstellingen waaronder TNO, NWO, bedrijven, en Topconsortia voor Kennis en Innovatie (TKIs). De eerste workshop was met trekkers en betrokkenen van het Missiegedreven Top sectoren- en Innovatiebeleid (MTIB). Deze workshop ging over de positionering van de groeimarkten binnen de MTIB thema's.

Onderzoeksopzet

De 3 (overige) workshops vonden plaats met technische- en businessexperts. De doelstelling van deze workshops was om te toetsen of:

- De stippen in de matrixen die de kruispunten aantonen tussen maatschappelijke en dwarsdoorsnijdende thema's, prioritaire sleuteltechnologieën en groei markten juist geplaatst zijn o.b.v. de literatuur. Waar dit niet het geval was zijn de stippen verplaatst of verwijderd.
- Er stippen missen. Indien dit het geval was zijn er stippen toegevoegd.
- Voorbeelden van potentievolle innovatiedynamiek / marktkansen juist zijn en of om aanvulling vragen.

Tot slot zijn er aanvullende gesprekken gevoerd met 9 experts en is aan een aantal TNO experts gevraagd om teksten te reviewen.

Kortom om tot een zo volledig en betrouwbaar mogelijk resultaat te komen is hier gebruikt gemaakt van triangulatie (de zogenaamde driehoeksmeting) door de inzet van 1. literatuuronderzoek, 2. workshops en 3. aanvullende gesprekken. Triangulatie dient voor een objectivering van de resultaten (de Boer, 2006). Tijdens de workshops en gesprekken zijn bovendien zoveel mogelijk experts betrokken om te voorkomen dat de resultaten gebaseerd zijn op “enkele meningen”, maar op meerdere met elkaar overeenstemmende visies en literatuur.

Niet voor elke stip in de matrix zijn illustratieve voorbeelden aanwezig. Dit komt omdat diverse potentievolle innovatiedynamieken of marktkansen nog niet terug te vinden zijn in de literatuur en omdat experts het soms lastig vinden uitspraken te doen over kansrijke toekomstige innovatiedynamiek en marktkansen. Tevens hebben sommige experts een voorbeeld soms meerdere malen genoemd aangezien meerdere kruispunten kunnen bijdragen aan dezelfde potentievolle innovatiedynamiek. Die overlap komt ook terug in de matrixen.

Scope van het onderzoek

De definitie van groeimarkten is gebaseerd op EZ (2025) Groeimarkten voor Nederland: “*Groeimarkten zijn innovatieve en internationale markten waar in de komende vijf tot twintig jaar de meeste waardecreatie wordt verwacht en waarvoor Nederland sterk gepositioneerd is*”.

In totaal zijn er 31 groeimarkten binnen 12 sectoren. Deze groeimarkten zijn genummerd voor de leesbaarheid. Deze nummers geven geen prioritering tussen de markten of sectoren weer.

#	Sector	#	Groeimarkt
I.	Halfgeleiders	1.	Fotonische chips
		2.	Analoge microchips
II.	Machinebouw	3.	Chipmachines
		4.	Machines voor de agrifood-sector
III.	Quantumtoepassingen	5.	Quantum computers, -componenten (i.h.b. koelingselementen) en quantumsoftware
		6.	Quantumcommunicatie
		7.	Quantumsensoren
IV.	Innovatieve chemie	8.	Nieuwe generatie biobrandstoffen
		9.	Circulaire en biobased materialen
		10.	Geavanceerde chemie
V.	Innovatieve geneesmiddelen	11.	Geneesmiddelen voor geavanceerde therapieën (Advanced therapeutic medicinal products, ATMP's)
VI.	MedTech	12.	Apparatuur voor beeldgestuurde diagnose en therapie
VII.	Innovatieve voedingsmiddelen	13.	Zaadveredeling voor gewassen en vee
		14.	Alternatieve eiwitten
		15.	Voeding voor speciale doelgroepen

#	Sector	#	Groeimarkt
VIII.	Energietechnologie	16.	Laadoplossingen
		17.	Smart grids
		18.	Nieuwe generatie zonnepanelen
		19.	Nieuwe generatie batterijen
		20.	Waterstof-hub
IX.	Waarnemingssystemen en connectiviteit	21.	Lasersatellietcommunicatie
		22.	6G netwerken
		23.	Radarsystemen
X.	Zware wegtransportmiddelen	24.	Vrachtwagens met aandrijving op basis van waterstof en elektriciteit
		25.	Bussen met elektrische aandrijving
XI.	Digitale diensten	26.	Bedrijfssoftware-as-a-service
		27.	Digitale platformen
		28.	Kunstmatige intelligentie en big data diensten
		29.	Cybersecurity
XII.	Watermanagement	30.	Waterzuivering en waterbehandeling
		31.	Offshore ontwerp-, bouw- en ingenieursdiensten

Scope van het onderzoek

Dit onderzoek richt zich naast de groeimarkten op prioritaire sleuteltechnologieën en maatschappelijke en dwarsdoorsnijdende thema's.

Prioritaire sleuteltechnologieën worden in dit rapport gedefinieerd als “*Bouwstenen voor strategisch technologiebeleid (EZ, 2024, De Nationale Technologiestrategie)*”.

De 10 gebruikte prioritaire sleuteltechnologieën zijn: 1. Optical systems and integrated photonics, 2. Quantum technologies, 3. Process technology including process intensification, 4. Biomolecular and cell technologies, 5. Imaging technologies, 6. Mechatronics and opto-mechatronics, 7. Artificial intelligence and data science, 8. Energy materials, 9. Semiconductor technologies and 10. Cybersecurity technologies. De relatie met andere sleuteltechnologieën zoals beschreven door TNO en NWO (2023) – in de Herijking sleuteltechnologieën 2023 valt buiten de scope van dit onderzoek

Maatschappelijke thema's binnen dit onderzoek zijn: Landbouw, Water en Voedsel; Gezondheid en zorg; Veiligheid; Energietransitie; Circulaire economie.

Daarnaast zijn er dwarsdoorsnijdende thema's gebruikt in dit rapport: Sleuteltechnologieën: focus Hightech en Digitalisering. De volgorde van deze thema's is willekeurig en geeft geen prioritering aan.

De matrixen met prioritaire technologieën, groeimarkten en maatschappelijke thema's

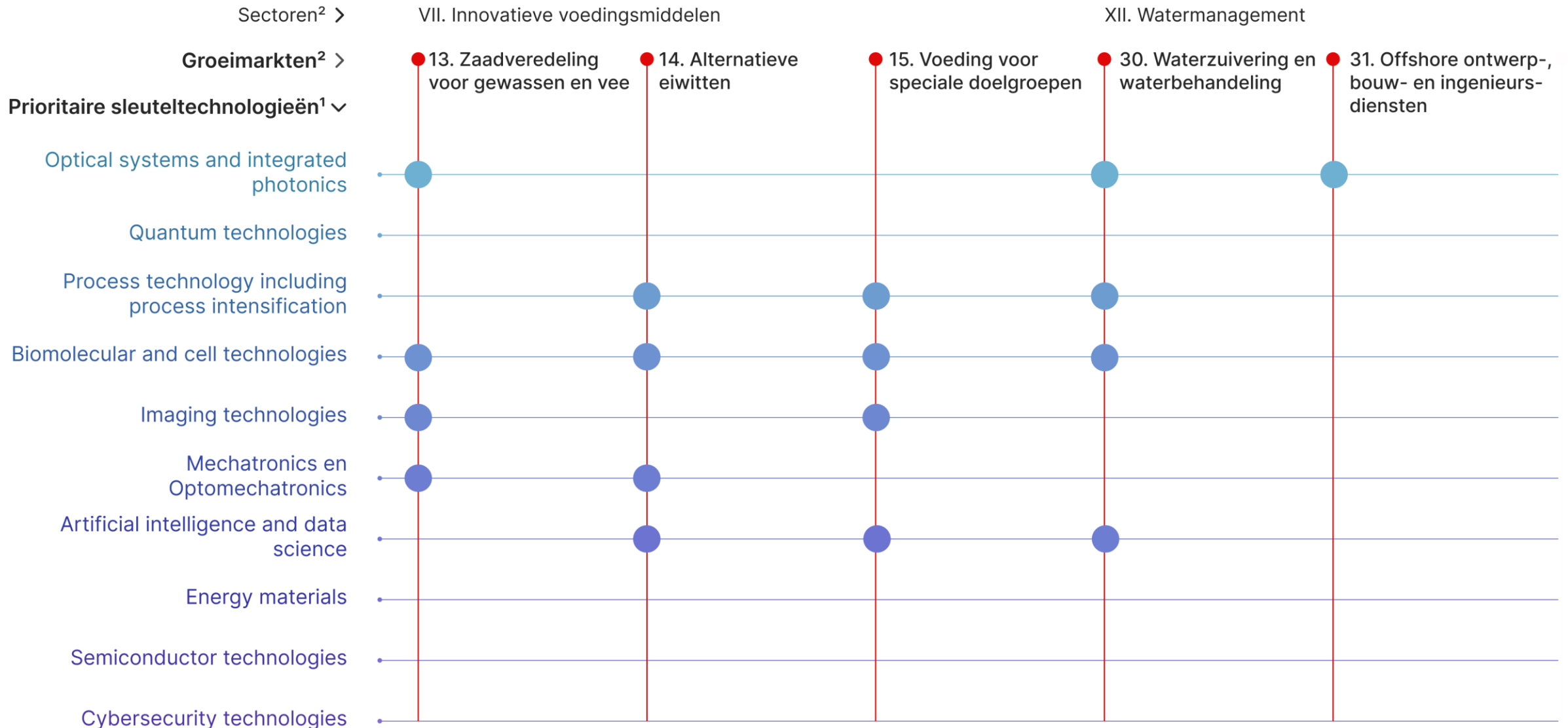
De matrixen geven inzicht in de bijdrage van prioritaire sleuteltechnologieën uit de Nationale Technologiestrategie (NTS) aan de groeimarkten. Ze tonen de verbinding tussen de groeimarkten, prioritaire sleuteltechnologieën uit de NTS en maatschappelijk en dwarsdoorsnijdende thema's. De criteria voor de koppeling zijn:

- Sterke huidige positie van Nederland m.b.t. sleuteltechnologie die toegepast kan worden in de desbetreffende groeimarkten.
- Een verwachte kansrijke innovatiedynamiek / marktkansen.

Dit wordt getoond met behulp van stippen op kruispunten in de matrixen. Een kruispunt zegt niet hoe groot of sterk de potentievolle innovatiedynamiek / marktkans is. Daarnaast is er ook geen prioritering aangebracht tussen de potentievolle innovatiedynamiek / marktkansen.

De verschillende matrixen zijn aan de maatschappelijke thema's gekoppeld (landbouw, water en voedsel; energietransitie en circulaire economie; veiligheid; gezondheid). Sleuteltechnologieën: focus Hightech en digitalisering zijn geen maatschappelijke thema's, maar zijn dwarsdoorsnijdende thema's, die in verschillende andere thema's toegepast kunnen worden. Daarom zijn er twee matrixen toegevoegd voor de thema's digitalisering en Sleuteltechnologieën: focus Hightech.

Voor elke matrix is er ook een toelichting toegevoegd, die gebaseerd is op literatuur onderzoek, input uit de workshops en gesprekken. Deze toelichting wordt gevolgd door een matrix met illustratieve voorbeelden.



¹ EZ (2024) De Nationale Technologiestrategie; ² EZ (2025) Groeimarkten voor Nederland

Landbouw, water & voedsel

Voor het thema 'Landbouw, water & voedsel' zijn er meerdere prioritaire sleuteltechnologieën gekoppeld aan vijf groeimarkten, binnen de sectoren Innovatieve voedingsmiddelen en Watermanagement. De prioritaire sleuteltechnologieën zijn biomolecular and cell technologies, process technology, optical systems, imaging, mechatronics en AI.

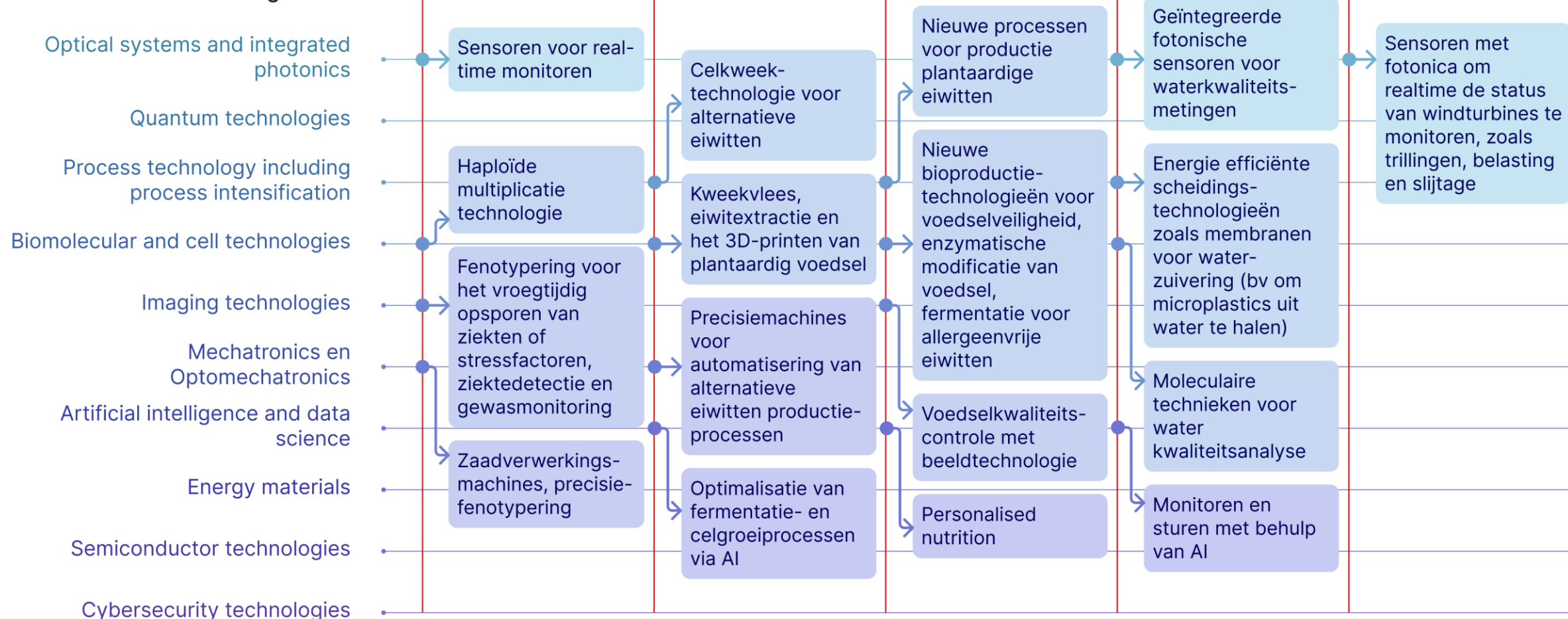
De illustratieve voorbeelden van potentievolle innovatie dynamiek / marktkansen zijn samengesteld op basis van 28 Meerjarige Missiegedreven Innovatie Programma's (MMIPs) met 99 sub-doelstellingen. Deze MMIPs zijn breed opgezet en richten zich op een divers scala aan maatschappelijke uitdagingen en bijbehorende oplossingsrichtingen. Hierdoor is de overlap met prioritaire sleuteltechnologieën binnen de Nationale Technologiestrategie (NTS) beperkt. De MMIPs bieden een generieke beschrijving van uiteenlopende maatschappelijke vraagstukken en mogelijke oplossingen, variërend van drijvende werk- en woonruimten tot de eiwittransitie en ondergrondse leidingnetwerken. In vergelijking met MMIPs van andere thema's wordt er minder diepgaand ingegaan op concrete technologieën en oplossingsrichtingen, die nodig zijn voor de realisatie ervan.

Desondanks zijn er op de kruispunten enkele illustratieve voorbeelden geïdentificeerd op basis van andere literatuur dan de MMIPs (bijv. Smart Industry routekaart 2020) en expert input.

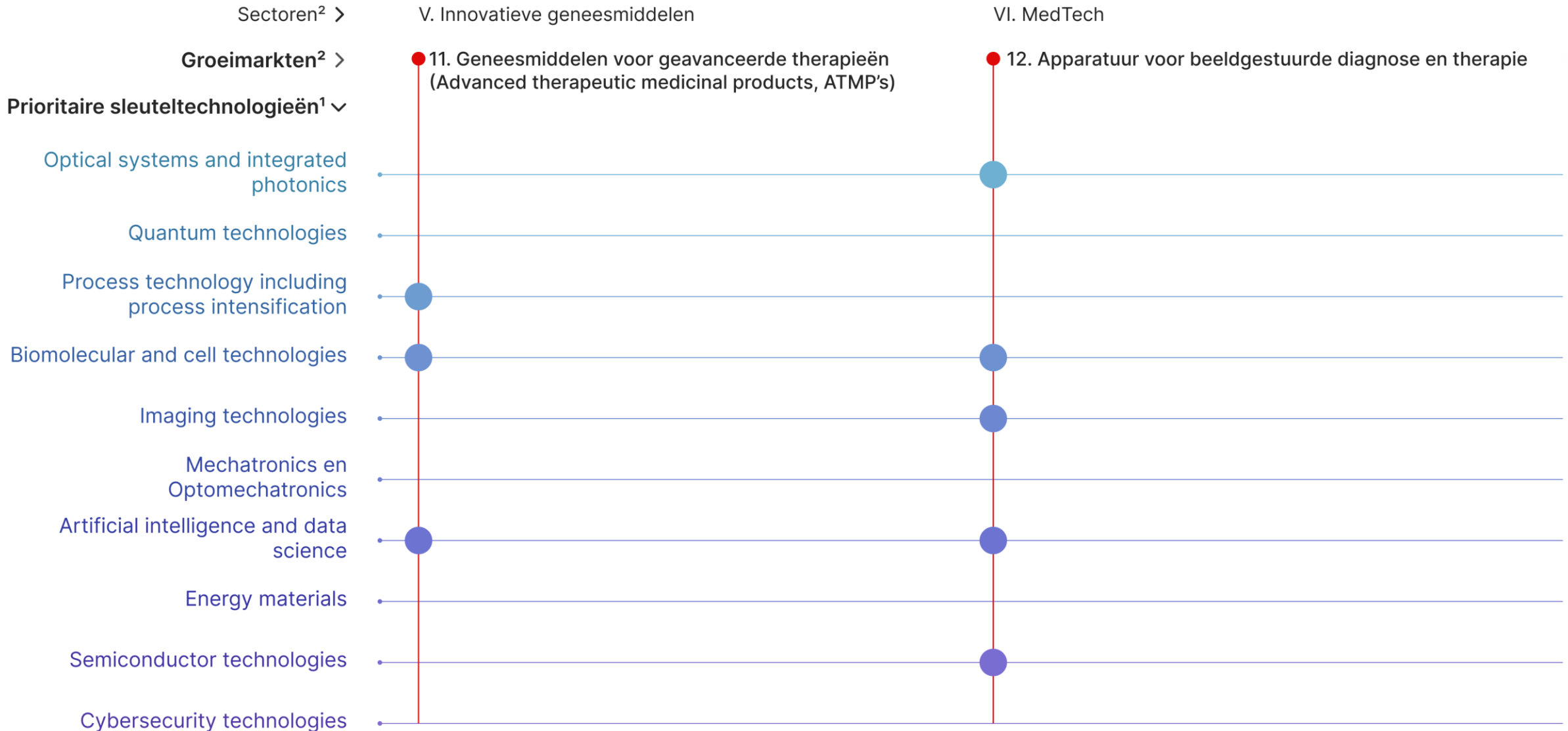
Sectoren² >

Groeimarkten² >

Prioritaire sleuteltechnologieën¹ ∨



¹ EZ (2024) De Nationale Technologiestrategie; ² EZ (2025) Groeimarkten voor Nederland



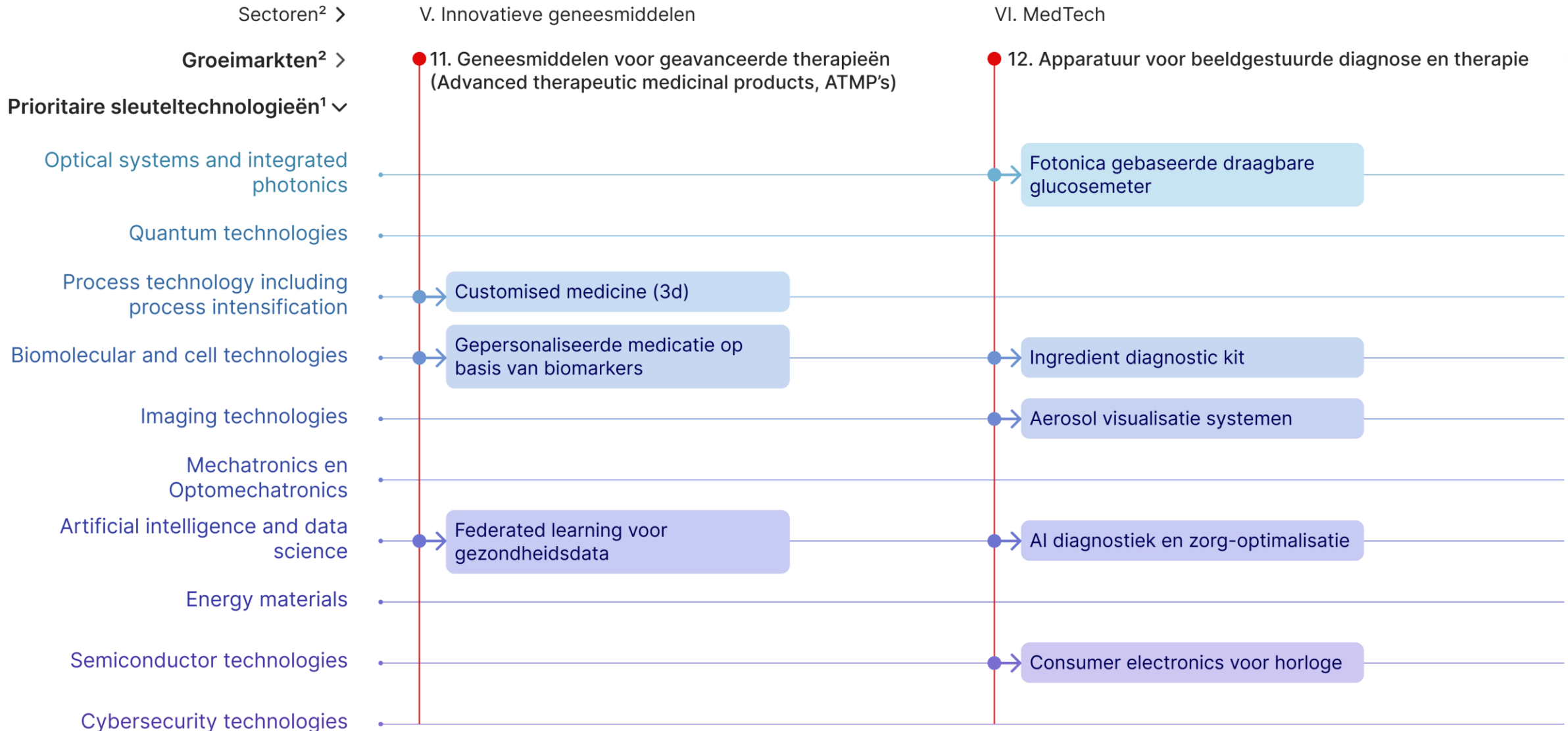
¹ EZ (2024) De Nationale Technologiestrategie; ² EZ (2025) Groeimarkten voor Nederland

Gezondheid & Zorg

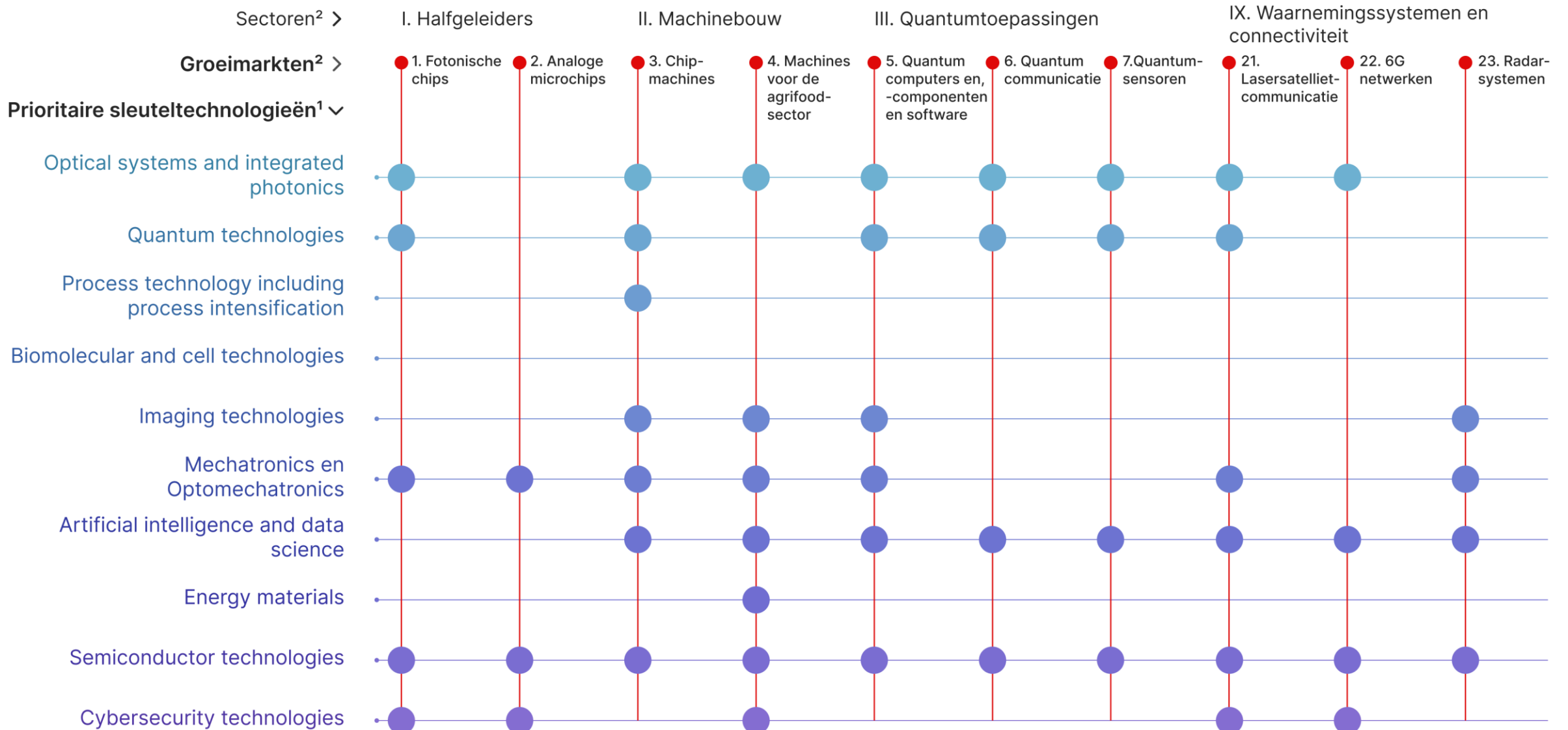
Voor het thema ‘Gezondheid & Zorg’ zijn er meerdere prioritaire sleuteltechnologieën gekoppeld aan twee groeimarkten, binnen de sectoren Innovatieve geneesmiddelen en MedTech.

Doorbraken met betrekking tot technologieën zoals o.a. Biomolecular and cell technologies, kunstmatige intelligentie en medische beeldvorming maken precisiegeneeskunde, vroegtijdige diagnostiek en gepersonaliseerde behandelingen mogelijk. Deze technologieën dragen bij aan een efficiëntere zorgverlening door het verbeteren van diagnostische nauwkeurigheid, het verkorten van ontwikkeltijden voor nieuwe therapieën en het optimaliseren van patiënt specifieke behandelingen. Bovendien bevorderen prioritaire sleuteltechnologieën innovaties in medische hulpmiddelen en digitale gezondheidsoplossingen, waardoor zorg op afstand en real-time monitoring van patiënten steeds beter mogelijk wordt. Dit leidt niet alleen tot een hogere kwaliteit van zorg, maar draagt ook bij aan kosteneffectiviteit en duurzaamheid binnen het zorgsysteem.

De illustratieve voorbeelden van potentievolle innovatiedynamiek / marktkansen op het thema Gezondheid & Zorg zijn gebaseerd op meerdere bronnen (zoals terug te vinden in de literatuurlijst en op basis van expert input). Een belangrijk bron hiervoor zijn de Meerjarige Missiegedreven Innovatie Programma's (MMIPs). Daarbinnen ligt de focus voor dit thema op vijf misses, die zijn ingezet op vier “pilaren” binnen de gezondheidszorg: 1. preventie, 2. diagnostiek, 3. behandeling en 4. monitoring. In de geïdentificeerde groeimarkten komen twee pilaren terug (diagnostiek en behandeling).



¹ EZ (2024) De Nationale Technologiestrategie; ² EZ (2025) Groeimarkten voor Nederland



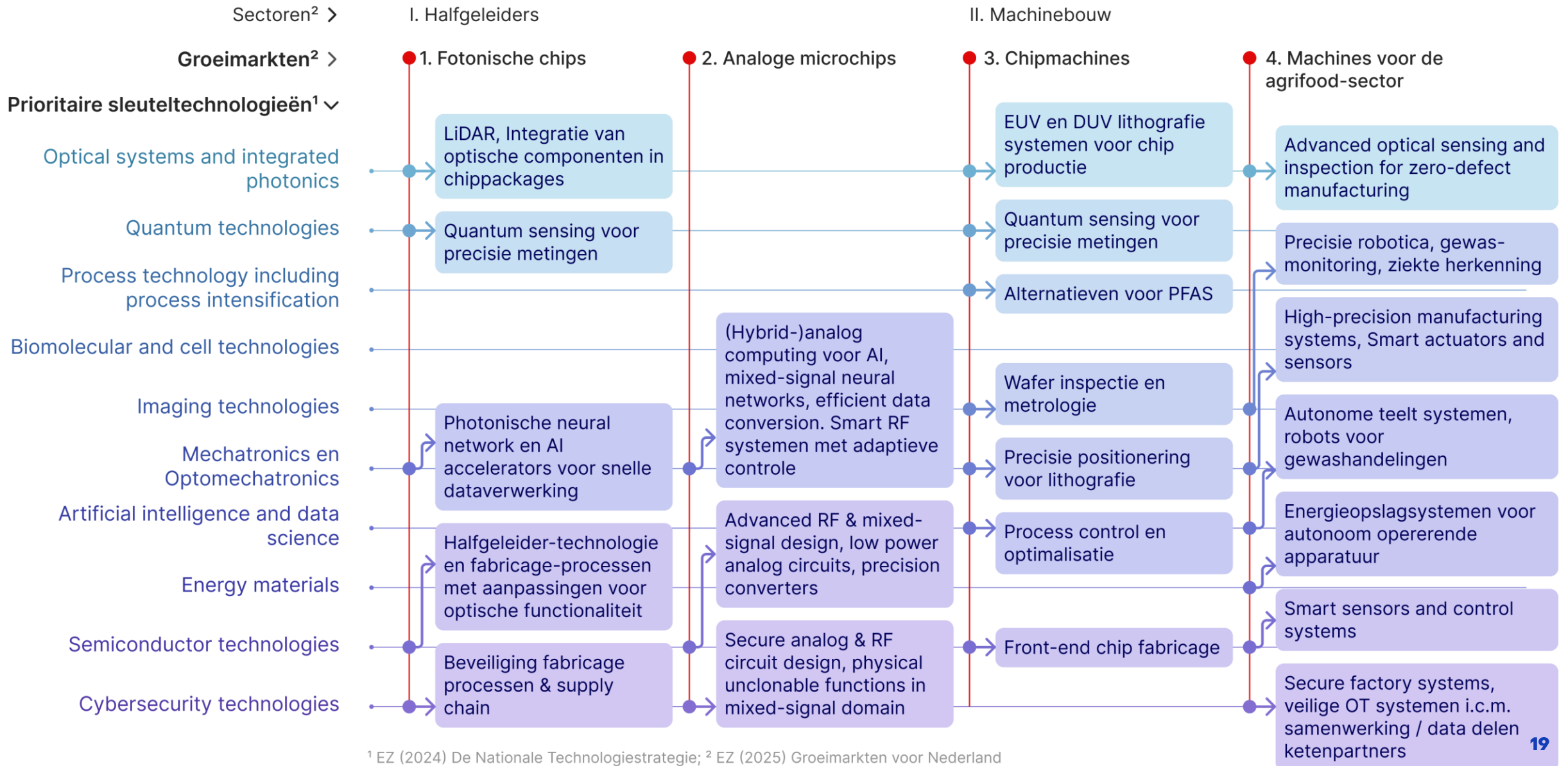
¹ EZ (2024) De Nationale Technologiestrategie; ² EZ (2025) Groeimarkten voor Nederland

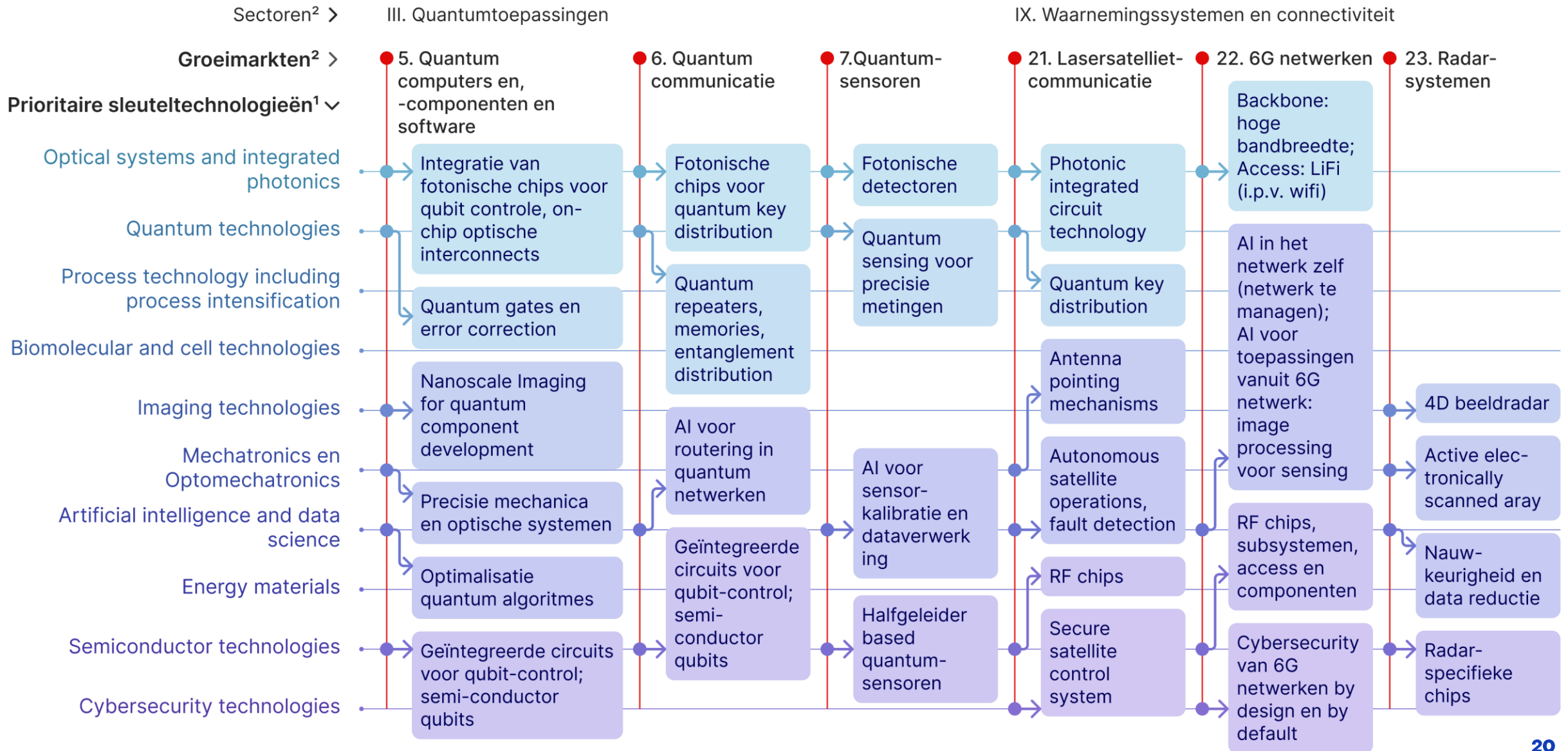
Sleuteltechnologieën: focus Hightech

Voor het thema 'Hightech' zijn er meerdere prioritaire sleuteltechnologieën gekoppeld aan tien groeimarkten, binnen de sectoren Halfgeleiders, Machinebouw, Quantumtoepassingen, Waarnemingssystemen en connectiviteit. Veel prioritaire sleuteltechnologieën komen terug in de literatuur over dit thema, dat wijst op hun brede toepasbaarheid en strategische relevantie. Doorbraken rondom de prioritaire technologieën dragen bij aan de ontwikkeling van nieuwe, hoogwaardige producten en productieprocessen binnen de tien groeimarkten.

De illustratieve voorbeelden van de potentievolle innovatie dynamiek / marktkansen komen uit meerdere bronnen, zoals de Nationale Agenda Quantum Technologie (2020); Electronics R&D Roadmap 2.1 (2020); Roadmap Semiconductor Manufacturing Equipment (2024), HTSM Roadmap Space (2020); Smart Industry routekaart (2020); Kennis- en innovatieagenda's Digitalisering en Sleuteltechnologieën. Daarnaast hebben verschillende experts meerdere voorbeelden genoemd van de potentievolle innovatiedynamiek / marktkansen. Deze voorbeelden variëren van integratie van optische componenten in chippackages, radio-frequency (RF) chips tot alternatieven voor per- en polyfluoralkylstoffen (PFAS) en toepassingen van quantumcomputing.

Lasersatellietcommunicatie en radarsystemen zijn groeimarkten met een duidelijk *dual-use* karakter, aangezien het zowel civiele als militaire toepassingen ondersteunt. Daarom zijn deze groeimarkten ook relevant binnen het thema 'Veiligheid'. In de civiele sector biedt deze technologie een oplossing voor snelle, veilige en betrouwbare gegevensoverdracht. Tegelijkertijd speelt lasersatellietcommunicatie een cruciale rol in defensie en nationale veiligheid. Denk aan het gebruikt voor versleutelde, af luisterbestendige communicatie tussen militaire eenheden, onbemande systemen en strategische commandocentra.





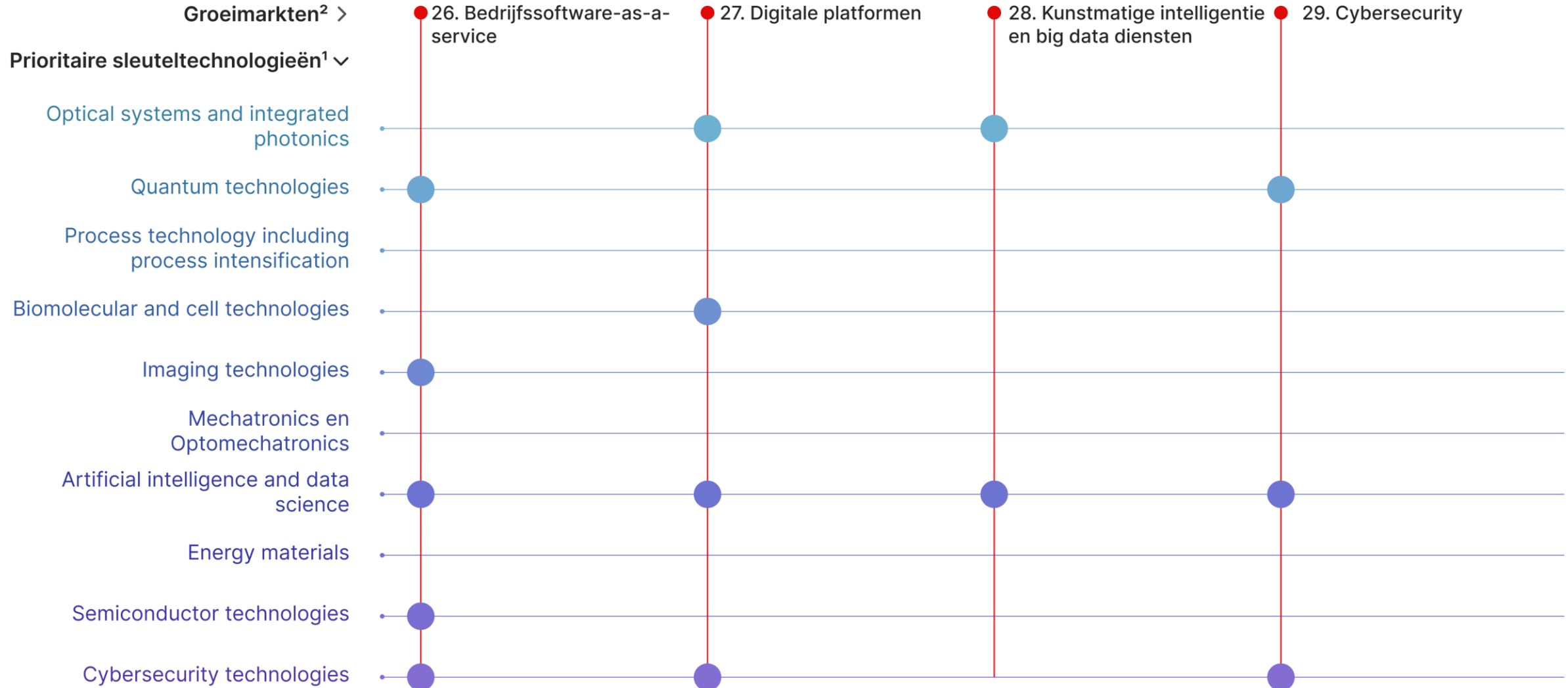
¹ EZ (2024) De Nationale Technologiestrategie; ² EZ (2025) Groeimarkten voor Nederland

Sectoren² >

XI. Digitale diensten

Groeimarkten² >

Prioritaire sleuteltechnologieën¹ ∨



¹ EZ (2024) De Nationale Technologiestrategie; ² EZ (2025) Groeimarkten voor Nederland

Digitalisering

Voor het thema ‘Digitalisering’ zijn er meerdere prioritaire sleuteltechnologieën gekoppeld aan vier groeimarkten binnen de sector digitale diensten: Bedrijfssoftware-as-a-service, Digitale platformen, Kunstmatige intelligentie en big data diensten, Cybersecurity.

De groeimarkt Kunstmatige intelligentie en big data diensten kan een-op-een gekoppeld worden aan de prioritaire technologieën AI en data science. Dat geldt ook voor de Cybersecurity groeimarkt en de prioritaire technologie Cybersecurity technologies. Bovendien gaan cybersecurity en AI hand in hand. Met behulp van AI kunnen grote hoeveelheden gegevens real-time geanalyseerd worden, verdachte patronen kunnen sneller gedetecteerd worden en er is een snellere reactie mogelijk op aanvallen dan met traditionele beveiligingsmethoden. AI helpt bij het voorspellen en voorkomen van cyberaanvallen door continu te leren van nieuwe bedreigingen. Tegelijkertijd brengt AI ook nieuwe risico's met zich mee, zoals bijvoorbeeld geautomatiseerde cyberaanvallen en deepfake-manipulatie. Cybersecurity is cruciaal en randvoorwaardelijk op gebieden waar met AI en data wordt gewerkt.

De illustratieve voorbeelden van potentievolle innovatie dynamiek zijn op basis van verschillende bronnen samengesteld. Zoals de Kennis- en innovatieagenda (KIA) Digitalisering, KIA Sleuteltechnologieën en KIA Veiligheid. Daarnaast hebben verschillende experts voorbeelden genoemd van potentievolle innovatiedynamiek / marktkansen binnen deze groeimarkten.

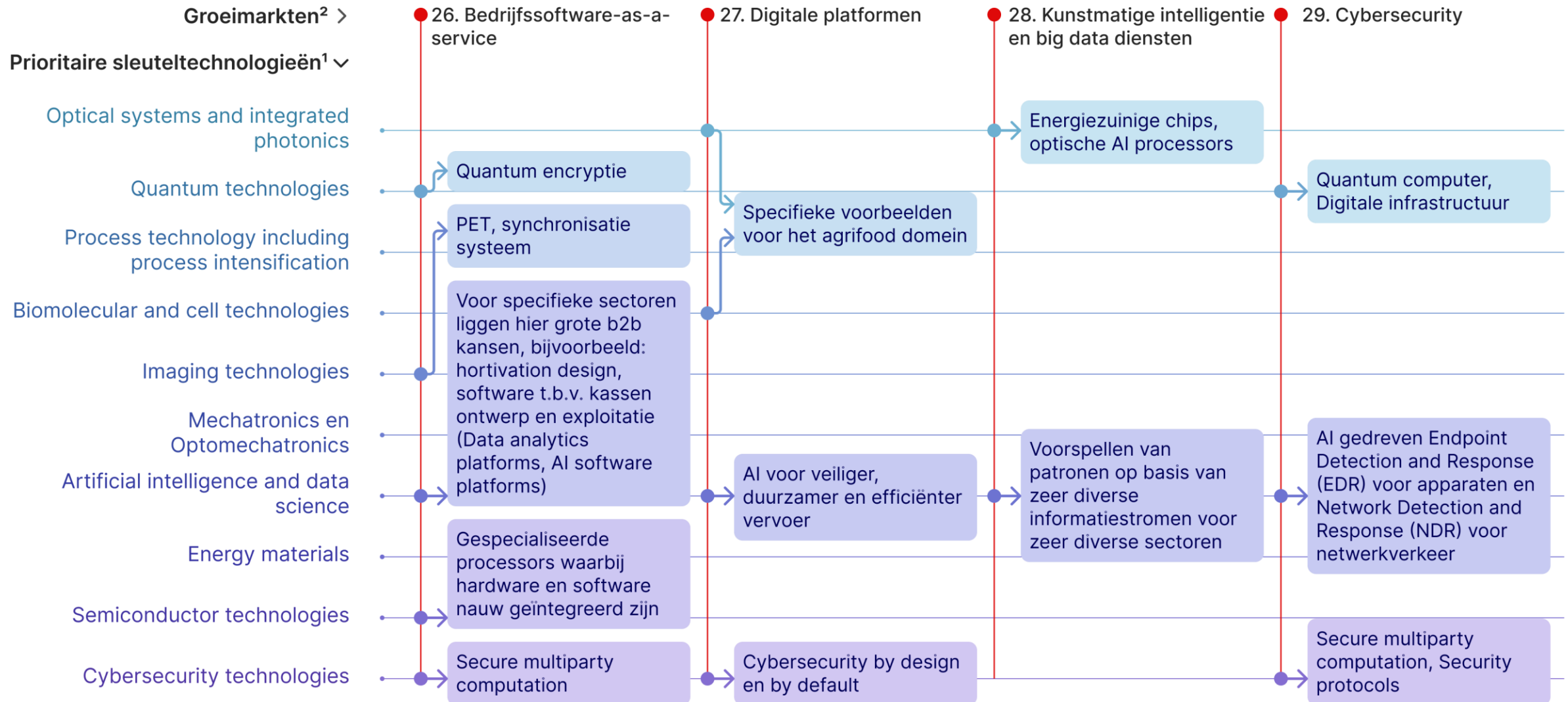
Tijdens de workshops hebben de experts tevens het belang aangegeven van investeringen in AI-ontwikkelingen binnen nichetoepassingen. Doel hiervan is om daar in AI ontwikkelingen te investeren waar Nederland een sterke positie heeft of kan verkrijgen– zoals in landbouw en voedsel (denk aan ziekte herkenning in gewassen), in hightech equipment (ontwikkeling), photonische chips en voor quantum algoritmes. Door in deze niches in AI ontwikkeling te investeren voorkomt men dat een te sterke afhankelijkheid van Big Tech de positie van Nederland verzwakt binnen deze niches.

Sectoren² >

XI. Digitale diensten

Groeimarkten² >

Prioritaire sleuteltechnologieën¹ ∨

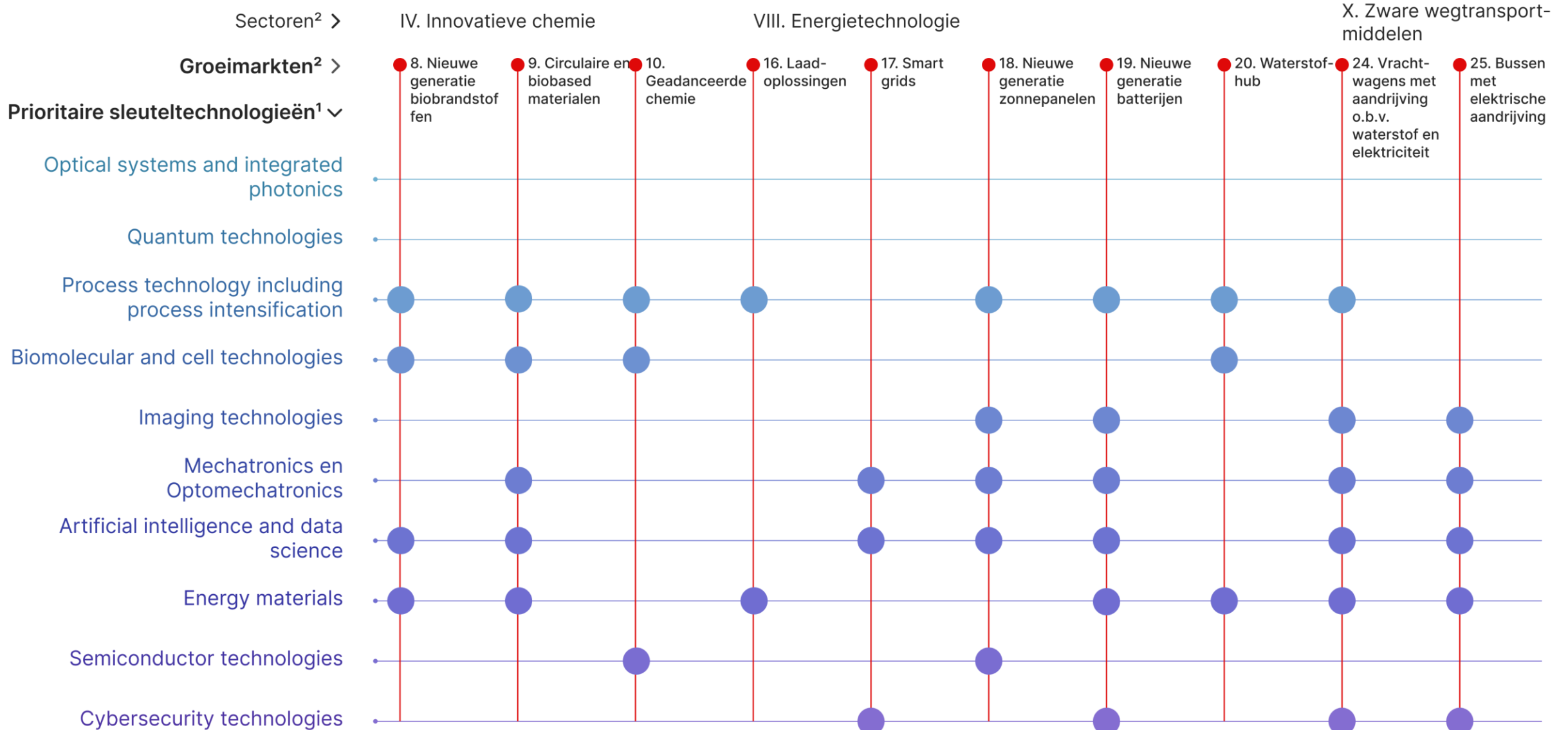


¹ EZ (2024) De Nationale Technologiestrategie; ² EZ (2025) Groeimarkten voor Nederland

Veiligheid

Er zijn drie groeimarkten, die in dit rapport onder de thema's Digitalisering en Hightech hangen, die met name relevant zijn voor het thema 'Veiligheid': 1. cybersecurity, 2. lasersatellietcommunicatie en 3. radarsystemen.

Diverse prioritaire sleuteltechnologieën spelen een belangrijke rol binnen deze groeimarkten, die bijdragen aan het waarborgen van veiligheid. Innovaties op het gebied van kunstmatige intelligentie, quantumcommunicatie, cybersecurity en geavanceerde sensortechnologieën versterken de detectie, preventie en respons op veiligheidsdreigingen. Daarnaast zijn sleuteltechnologieën cruciaal voor de bescherming van de kritieke infrastructuur en digitale systemen. Met de toenemende digitalisering van onze samenleving neemt de dreiging van cyberaanvallen en digitale sabotage toe. Technologieën zoals kunstmatige intelligentie kunnen helpen bij het detecteren van ongebruikelijke activiteiten en het identificeren van zwakke plekken binnen netwerken. Geavanceerde communicatietechnologieën en encryptiemethoden zorgen ervoor dat vertrouwelijke informatie veilig kan worden uitgewisseld tussen overheidsinstanties en veiligheidsdiensten. Lasersatellietcommunicatie oplossingen en radarsystemen bieden snelle en veilige detectie en gegevensoverdracht, wat cruciaal is voor militaire en overheidsoperaties. Ook draagt dit bij aan robuustere en beter beveiligde communicatienetwerken, waardoor vitale sectoren zoals energie, transport en financiën minder kwetsbaar worden voor aanvallen.



Energietransitie & Circulaire Economie

Energietransitie en circulaire economie zijn sterk met elkaar verbonden en versterken elkaar in de overgang naar een duurzamere samenleving. Circulaire principes zoals hergebruik, recycling en afvalreductie dragen bij aan een lagere energiebehoefte, terwijl de transitie naar hernieuwbare energiebronnen essentieel is om circulaire processen duurzaam te maken. Beide thema's richten zich op efficiënt gebruik van grondstoffen en het verminderen van de milieubelasting, waardoor ze niet alleen parallel lopen maar elkaar ook direct ondersteunen en versterken. Daarom zijn deze twee thema's samengevoegd en de bijbehorende groeimarkten daaronder geplaatst.

Voor het thema 'Energietransitie & Circulaire Economie' zijn er meerdere prioritaire sleuteltechnologieën gekoppeld aan tien groeimarkten, binnen de sectoren Innovatieve chemie, Energietechnologie en Zware wegtransportmiddelen. Veel prioritaire sleuteltechnologieën komen terug in de literatuur over deze thema's.

De illustratieve voorbeelden van de verwachte innovatie dynamiek / marktkansen zijn op basis van verschillende bronnen samengesteld. Met name de Integrale Kennis- en Innovatie Agenda voor Klimaat en Energie (inclusief de onderliggende MMIP's voor Energietransitie en Duurzaamheid), Kennis- en innovatieagenda (KIA) Circulaire Economie, KIA's Digitalisering en Sleuteltechnologieën. Daarnaast hebben verschillende experts meerdere voorbeelden genoemd van potentievolle innovatiedynamiek / marktkansen binnen deze groeimarkten. MMIP's voor Energietransitie en Duurzaamheid zijn meer specifiek en bieden veel illustratieve voorbeelden van potentievolle innovatiedynamiek / marktkansen.

De twee markten binnen de sector van zware transportmiddelen maken gebruik van vergelijkbare (aandrijf-) technologie met name waterstof en elektriciteit. Daarom zijn dezelfde prioritaire sleuteltechnologieën van toepassing voor deze twee groeimarkten. De prioritaire sleuteltechnologie Process technology including intensification is echter alleen van toepassing op vrachtwagens met aandrijving o.b.v. waterstof en elektriciteit en niet op bussen met elektrische aandrijving.

Sectoren² >

IV. Innovatieve chemie

VIII. Energietechnologie

Groeimarkten² >

Prioritaire sleuteltechnologieën¹ ∨

Optical systems and integrated photonics

Quantum technologies

Process technology including process intensification

Biomolecular and cell technologies

Imaging technologies

Mechatronics en Optomechatronics

Artificial intelligence and data science

Energy materials

Semiconductor technologies

Cybersecurity technologies

8. Nieuwe generatie biobrandstoffen

9. Circulaire en biobased materialen

10. Geavanceerde chemie

16. Laad-oplossingen

17. Smart grids

18. Nieuwe generatie zonnepanelen

19. Nieuwe generatie batterijen

20. Waterstof- hub

Vergassing en pyrolyse van biomassa

Micro-organismen voor bioethanol en biodiesel-productie

AI-gestuurde optimalisatie van industriële processen voor minimaal energie- en grondstof-verbruik

Ontwikkeling van geavanceerde materialen voor energie-efficiënte industriële processen zoals katalysatoren en membranen

Geavanceerde scheidings- en recycling-technologieën voor efficiënte terugwinning van grondstoffen uit afvalstromen

Biogebaseerde en biodegradeerbare materialen als alternatieven voor fossiele grondstoffen

Disassemble, remanufacturing, material re-use, demontage en sortering van complexe producten voor recycling

Het ontwerpen van circulaire producten en het modelleren van materiaal-kringlopen

Bio-based materialen voor gebruik / recycling in batterijen

Nieuwe reactor concepten voor intensievere en energie-efficiëntere processen

Enzymatische katalyse

Geïntegreerde sensor-netwerken voor real-time monitoring en optimalisatie van circulaire productie-processen

Next-gen materialen voor energieopslag en -conversie

Zelfregulerende zonne- en windenergie-systemen die zich continu aanpassen aan veranderende omgevings-omstandigheden

AI-systemen voor geïntegreerd energimanagement op wijk- en stadsniveau

Bescherming tegen grootschalige manipulatie van laad- en verbruiksgedrag

Thermische camera's en elektro-luminescentie-imaging

Next-gen power electronics en geïntegreerde circuits

Continue flow-synthese van batterijelektroden

In-situ elektronen-microscopie van batterij-elektroden

Precisie-apparatuur voor de productie en analyse voor energie-materialen

Machine learning-algoritmes voor het voorspellen van materiaal-structuren

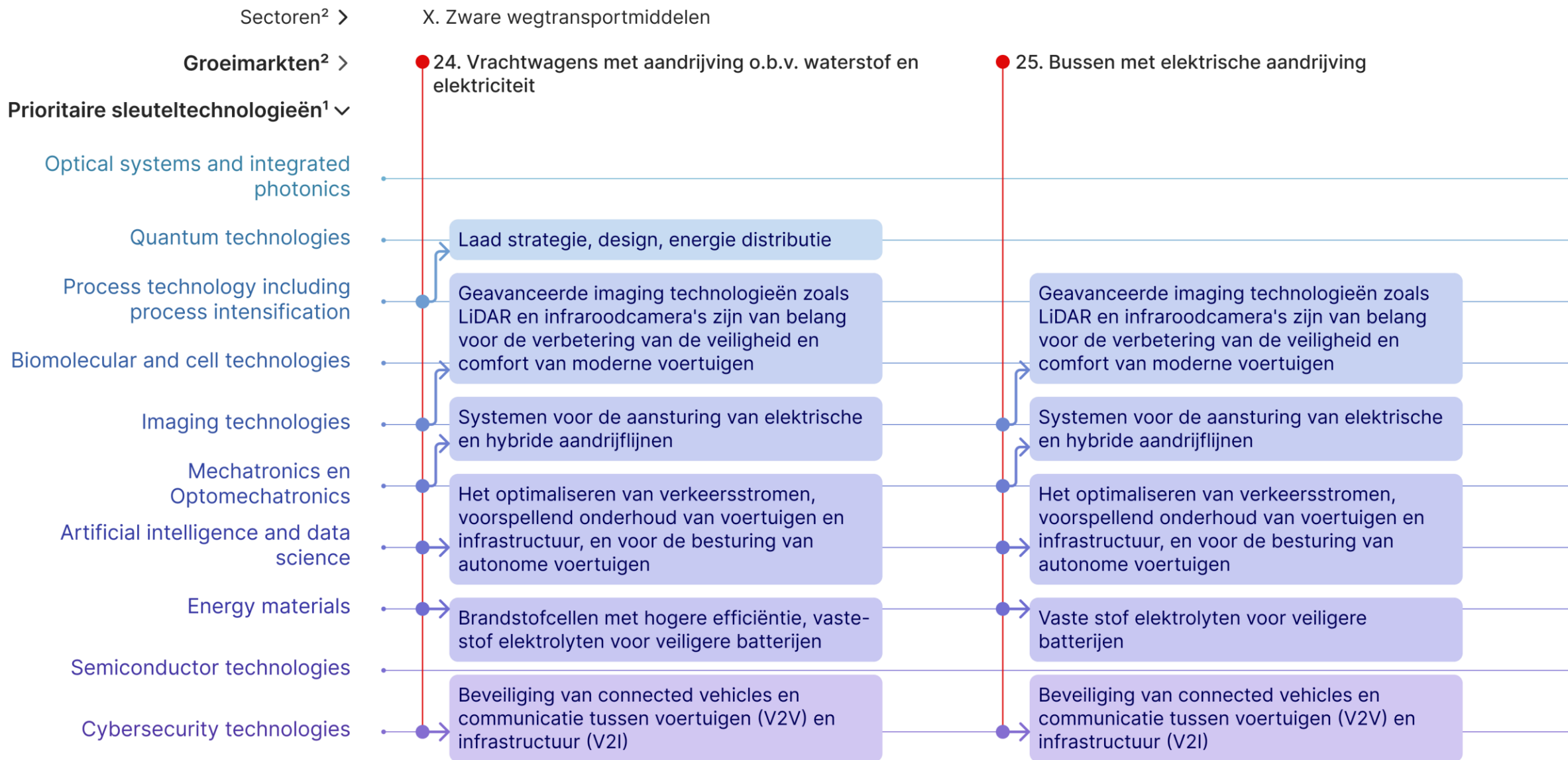
Bescherming tegen grootschalige manipulatie van laadgedrag en het valideren van een batterijpaspoort en gerelateerde data

Superkritische vergassing van biomassa

Microbiële elektrolyse, enzymatische katalyse

Nieuwe katalysatoren en membranen voor waterstof-productie

¹ EZ (2024) De Nationale Technologiestrategie; ² EZ (2025) Groeimarkten voor Nederland



¹ EZ (2024) De Nationale Technologiestrategie; ² EZ (2025) Groeimarkten voor Nederland

Samenvattende conclusies en reflecties

De uitkomsten van dit onderzoek tonen op welke kruispunten (in matrixen) van prioritaire sleuteltechnologieën en groeimarkten potentievolle innovatiedynamieken verwacht kunnen worden. En hoe ze binnen de belangrijkste thema's van het Missiegedreven Topsectoren- en Innovatiebeleid (MTIB) en dwarsdoorsnijdende thema's kunnen worden gepositioneerd.

Op basis van literatuuronderzoek, workshops en gesprekken met deelnemers vanuit kennisinstellingen waaronder TNO, NWO, bedrijven, en Topconsortia voor Kennis en Innovatie (TKIs), is een koppeling gemaakt, die toont hoe prioritaire sleuteltechnologieën uit de NTS aansluiten op en bijdragen aan de groeimarkten. Deze koppeling is weergegeven in een vorm van matrixen per thema, die aangevuld zijn met illustratieve (niet-uitputtende) voorbeelden van potentievolle innovatiedynamiek. De voorbeelden zijn geselecteerd op basis van de verwachte kansen en de sterke huidige positie van Nederland met betrekking tot specifieke sleuteltechnologieën die toepasbaar zijn binnen de desbetreffende groeimarkten.

Een prioritering van de potentievolle innovatiedynamiek, groeimarkten en prioritaire sleuteltechnologieën valt buiten de scope van dit onderzoek.

Om een zo volledig en betrouwbaar mogelijk resultaat te verkrijgen, is gebruikgemaakt van triangulatie. Dit houdt in dat drie methoden zijn ingezet: 1. literatuuronderzoek (met gebruik van LLM), 2. workshops en 3. aanvullende gesprekken. Deze aanpak dient voor een objectivering van de resultaten. Bovendien zijn zoveel mogelijk experts betrokken om te waarborgen dat de resultaten gebaseerd zijn op breed gedragen visies en literatuur, in plaats van individuele meningen.

Samenvattende conclusies en reflecties

In enkele gevallen ontbreken illustratieve voorbeelden. Dit komt doordat bepaalde veelbelovende innovatiedynamieken of marktkansen nog niet tijdens het literatuuronderzoek waren terug te vinden ten tijde van het onderzoek en experts soms terughoudend zijn om voorspellingen te doen over kansrijke toekomstige ontwikkelingen. Daarnaast hebben sommige experts bepaalde voorbeelden meerdere keren genoemd, omdat verschillende kruispunten kunnen bijdragen aan dezelfde innovatiedynamiek en sommige groeimarkten hebben veel raakvlakken met elkaar. Deze overlap is ook zichtbaar in de matrixen.

Daarnaast toont dit rapport hoe de 31 groeimarkten (binnen 12 sectoren) zijn geclusterd onder de volgende 6 thema's: 1. Landbouw, water en voedsel; 2. Gezondheid en zorg; 3. Veiligheid; 4. Energietransitie en Circulaire economie; 5. Sleuteltechnologieën (focus Hightech) en 6. Digitalisering.

Per thema verschillen de verwachtingen welke prioritaire sleuteltechnologieën van belang zijn. Deze verwachtingen zijn afhankelijk van de aard van een groeimarkt. Er zijn bijvoorbeeld meerdere illustratieve voorbeelden genoemd rondom sensoren, die mogelijkheden bieden voor verschillende markten, terwijl ze verschillende kennis en expertise vereisen. Een ander voorbeeld is AI en data science. In meerdere groeimarkten is AI en data science als prioritaire sleuteltechnologie aangeduid, omdat hier een veelbelovende innovatiedynamiek wordt verwacht. Tegelijkertijd is kunstmatige intelligentie zelf ook een groeimarkt, wat de vraag oproept waar de focus zou moeten liggen voor de toepassing. De geraadpleegde deskundigen zijn het erover eens dat er in AI ontwikkeling geïnvesteerd moet worden daar waar Nederland een sterke positie heeft of kan verkrijgen in specifieke niche toepassingen. Bijvoorbeeld in het landbouw en voedsel domein zoals voor ziekte herkenning in gewassen. Een zelfde redenering geldt voor cybersecurity, dat ook zowel een groeimarkt is als een prioritaire sleuteltechnologie, en waar specifieke keuzes op niches noodzakelijk zijn. Hier komt bij dat AI en cybersecurity nauw met elkaar verweven zijn, aangezien cybersecurity een cruciale randvoorwaarde vormt voor het gebruik van AI en data, waardoor keuzes voor niches in elkaars verlengde zouden kunnen liggen.

Samenvattende conclusies en reflecties

Een ander relevant voorbeeld van specifieke verwachtingen van een prioritaire sleuteltechnologie is Mechatronica en opto-mechatronica. Deze is binnen meerdere groeimarkten van belang. Deze technologie speelt een cruciale rol bij de opschaling van innovaties, doordat ze de brug vormt tussen conceptontwikkeling en efficiënte, grootschalige productie. Dit is met name van belang in sectoren zoals Halfgeleiders, MedTech en Machinebouw, waar precisie en automatisering essentieel zijn. Bovendien worden mechatronische en opto-mechatronische systemen veel toegepast bij de ontwikkeling van productietechnologieën, zoals geavanceerde assemblagelijnen, robotica en inspectiesystemen. Door de integratie van deze technologieën kunnen bedrijven niet alleen sneller en efficiënter innoveren, maar ook de kwaliteit en betrouwbaarheid van hun producten waarborgen tijdens de opschaling naar industriële productie.

Lasersatellietcommunicatie en radarsystemen zijn groeimarkten met een duidelijk dual-use karakter, omdat ze zowel civiele als militaire toepassingen ondersteunen. Daarom spelen ze een belangrijke rol binnen meerdere thema's, zoals hightech en veiligheid.

De matrixen, die de koppeling tonen tussen groeimarkten, prioritaire sleuteltechnologieën en maatschappelijke thema's, laten zien dat er een sterke samenhang en onderlinge versterking is tussen diverse beleidsinitiatieven, zoals de MMIPs en de Nationale Technologiestrategie, bij het stimuleren van groeimarkten. Dit bevestigt het idee dat er een 'dubbele winst' mogelijk is: zowel de economie en nieuwe bedrijvigheid kunnen worden versterkt als maatschappelijke problemen kunnen worden opgelost.

Een mogelijke stap voor vervolgonderzoek zou kunnen zijn om te analyseren hoe groeimarkten het beste kunnen worden aangejaagd vanuit de maatschappelijke thema's. Dit vergt een zorgvuldige afweging en hangt samen met de dynamiek binnen de diverse innovatie-ecosystemen.

Bijlage 1: Literatuur

- Analistennetwerk Nationale Veiligheid (2024). Trendanalyse Nationale Veiligheid 2024 Verdieping op de Trendanalyse. <https://www.nctv.nl/binaries/nctv/documenten/rapporten/2024/06/25/verdieping-op-de-trendanalyse-nationale-veiligheid-2024/Verdieping+op+de+Trendanalyse+Nationale+Veiligheid+2024.pdf>
- De Nationale Technologiestrategie. Versie: Januari 2024; <https://open.overheid.nl/documenten/67b0a9e1-135b-483f-9ed9-3aade270dbce/file>
- De Boer (2006), Mixed Methods: een nieuwe methodologische benadering, https://www.aup-online.com/docserver/fulltext/18757324/11/2/KW_2006_011_002_002.pdf?expires=1741356779&id=id&accname=guest&checksum=928166A83FDC93767EAFE564AD481747
- EZ (2024) De Nationale Technologiestrategie: Bouwstenen voor strategisch technologiebeleid, <https://open.overheid.nl/documenten/67b0a9e1-135b-483f-9ed9-3aade270dbce/file>.
- EZ (2025) Groeimarkten voor Nederland
- HTSM Roadmap Space 2020. Versie: Juli 2020; https://hollandhightech.nl/_asset/_public/Innovatie/Technologien/z_pdf_roadmaps/Roadmap-Space-2020-final.pdf
- Integrale Kennis- en Innovatie Agenda voor Klimaat en Energie 2024 – 2027. <https://www.topsectoren.nl/binaries/topsectoren/documenten/publicaties/publicaties-2023/november/02/ikia-klimaat-energie-2024-2027/IKIA+Klimaat+%26+Energie+2024-2027.pdf>; Inclusief onderliggende MMIP's voor Energietransitie en Duurzaamheid <https://topsectorenergie.nl/nl/maak-kennis-met-tse/missies/>.
- Kennis- en innovatieagenda Circulaire Economie 2024 - 2027; <https://www.topsectoren.nl/binaries/topsectoren/documenten/publicaties/publicaties-2023/november/02/kia-circulaire-economie-2023-2027/KIA+Circulaire+Economie+2024-2027.pdf>

Bijlage 1: Literatuur

- Kennis- en innovatieagenda Gezondheid & Zorg 2024-2027; https://www.health-holland.com/kennis_en_innovatieagenda_gezondheid_en_zorg_2024-2027.
- Kennis- en innovatieagenda Landbouw, Water en Voedsel 2024-2027. <https://www.kia-landbouwwatervoedsel.nl/wp-content/uploads/2024/03/KIA-Landbouw-Water-Voedsel-2024-2027-incl-bijlagen.pdf>.
- Kennis- en innovatieagenda Veiligheid 2024-2027. <https://www.kia-v.nl/kiav2024-2027>; <https://www.kia-v.nl/kiav2024-2027/bijlage-1-overzicht-missies-veiligheid-2024-2027>.
- Kennis- en innovatieagenda Digitalisering 2024 – 2027, https://topsector-ict.nl/assets/images/default/KIA-Digitalisering-2024-2027_WEB.pdf.
- Kennis- en Innovatieagenda Sleuteltechnologieën 2024 – 2027, <https://www.kia-st.nl/kiast2024-2027>.
- Ministerie van Defensie, (2022) Defensie Ruimteagenda November 2022. <https://www.defensie.nl/binaries/defensie/documenten/publicaties/2022/11/25/defensie-ruimte-agenda/Defensie+Ruimte+Agenda.pdf>
- Electronics R&D Roadmap 2.1 (2020) Topsector HTSM. December 2020; https://hollandhightech.nl/_asset/_public/Innovatie/Technologieen/z_pdf_roadmaps/Roadmap-Electronics-2-1.pdf
- Nationale Agenda Quantum Technologie (2020). Quantum Delta Nederland. <https://open.overheid.nl/repository/ronl-61f96d64-5471-48e7-aaeb-aad21a953d2c/1/pdf/Nationale%20Agenda%20Quantumtechnologie.pdf> .
- Roadmap Semiconductor Manufacturing Equipment (2024): Routekaart voor Halfgeleider Fabricage Apparatuur 2024-2027. Versie 3.0. 15 januari 2024. https://hollandhightech.nl/_asset/_public/Innovatie/Technologieen/z_pdf_roadmaps/240115-Roadmap-Semiconductor-Manufacturing-Equipment-2024-2027-V3.pdf
- Smart Industry routekaart: Onderzoeksagenda voor HTSM, ICT en de route voor NWA. Schut, J., et al. (2020). Versie: 28 augustus 2020. https://hollandhightech.nl/_asset/_public/Innovatie/Technologieen/z_pdf_roadmaps/Roadmap-Smart-Industry-2020.pdf

Bijlage 2: Onderzoeksopzet large language model

Om illustratieve voorbeelden van potentiële innovatiedynamiek samen te stellen is er gebruikgemaakt van een large language model, **Claude v3.5 Sonnet**. Daarmee is een omvangrijke documentatieset van 1.470 pagina's systematisch doorgezocht en gestructureerd. De keuze voor dit model is gebaseerd op de grote context window (één prompt kan 80.000 woorden analyseren), waardoor uitgebreide documenten in samenhang kunnen worden geanalyseerd, en hoge benchmarkprestaties kunnen worden bereikt, die de betrouwbaarheid en nauwkeurigheid van de resultaten waarborgen. Enkel openbaar beschikbare documenten zijn meegegeven aan het model. De analyse op basis van Claude v3.5 Sonnet heeft geresulteerd in de koppeling tussen de tien prioritaire sleuteltechnologieën uit de Nationale Technologiestrategie (NTS) en verschillende missiegedreven innovatieprogramma's (MMIPs). Als er een koppeling aanwezig is, betekent het dat er een voorbeeld is gevonden in de tekst die het innovatiepotentieel binnen het betreffende domeinen kan illustreren.

Om de geïdentificeerde illustratieve voorbeelden te koppelen aan groeimarkten, is een tweedelige benadering gehanteerd. In de eerste fase zijn de voorbeelden handmatig gekoppeld naar specifieke groeimarkten op basis van inhoudelijke relevantie (de kruispunten tussen de technologieën vanuit NTS en groeimarkten). In de tweede fase zijn deze bevindingen gevalideerd door middel van expertworkshops. Tevens zijn er aanvullende gesprekken gevoerd met experts en is aan een aantal TNO experts gevraagd om teksten te reviewen. Tijdens de workshops en gesprekken is getoetst of de kruispunten tussen de technologieën vanuit NTS en groeimarkten binnen de maatschappelijke en dwarsdoorsnijdende thema's op de juiste plek staan, of er stippen missen en er is gevraagd naar voorbeelden van potentievolle innovatie dynamiek / marktkansen. Missende stippen zijn daar waar nodig toegevoegd op basis van expert input.

Op basis van de door ons uitgevoerde werkzaamheden in de onderzoeksfase hebben wij een rapportage opgesteld waar de link tussen de groeimarkten en de NTS technologieën is weergegeven met behulp van een matrix en de stippen. Met de stippen geven we aan waar de potentievolle innovatiedynamiek / marktkansen wordt verwacht.