

Een blik onder de motorkap: sleutelen aan de technologiepositie van Nederland



Auteurs

Amber Geurts, Daan Pisa, Maïke Conijn, Mirella Schrijvers,
Sjoerd Hardeman, Sabine Kerssens & Hugo Gelevert

TNOvector
Centre for Societal Innovation and Strategy

Inhoud

Samenvatting	3
1 Introductie	4
2 Het concurrentievermogen van Europa	5
3 Het concurrentievermogen van Nederland	7
3.1 Nederlandse R&D-uitgaven blijven achter	7
3.2 De sectorstructuur concentreert zich verder	10
3.3 Tekort aan technisch talent	11
3.4 Groei in arbeidsproductiviteit vertraagt	13
3.5 Toenemende investeringsbehoefte	15
4 Sleutelen aan de technologiepositie van Nederland	18
4.1 De kennispositie van Nederland staat onder druk	18
4.2 De technologiepositie van Nederland staat onder druk	19
4.3 De ondernemerschappositie van Nederland hapert	24
5 Conclusie: van haperende motor naar opgevoerd innovatievermogen	31
5.1 Samenvatting	31
5.2 Een trendbreuk is nodig om concurrerend te blijven	31
6 Referentielijst	32
7 Bijlagen	34
Bijlage 7.1 – Verdieping kennispositie	34
Bijlage 7.2 – Verdieping technologiepositie	45

Samenvatting

Waar Europa als geheel voor grote uitdagingen staat rondom zijn concurrentievermogen, kent Nederland ook zijn eigen specifieke knelpunten. Het structurele tekort aan technisch talent, de achterblijvende en toenemende concentratie van R&D-investeringen van bedrijven en de beperkte toegevoegde waarde in kennisintensieve sectoren drukken steeds zwaarder op ons innovatievermogen. De Nederlandse technologiepositie zit in een neerwaartse trend, wat onder andere blijkt uit het afnemende patentaandeel op alle tien de sleuteltechnologieën van de Nationale Technologiestrategie. Juist deze technologieën, gekoppeld aan cruciale domeinen als veiligheid, klimaat & energie, gezondheid & biotech en digitale technologieën, zouden de onderwerpen moeten zijn waarop Nederland internationaal excelleert.

Hoewel Nederland een sterk startup-ecosysteem heeft en op het vlak van AI en quantum zelfs relatief veel jonge bedrijven telt, stokt de doorgroei naar scale-ups. Het gebrek aan grotere financieringsrondes en schaarste aan technisch geschoold personeel remmen de opschaling van radicale innovatie en nieuwe technologiegedreven bedrijvigheid. Deze remmende factoren dragen mede bij aan de zogeheten innovatieparadox: Nederland blinkt uit in fundamenteel en toegepast onderzoek, maar heeft moeite om kennis om te zetten in toepassingen, nieuwe duurzame bedrijvigheid en economische groei. De stappen in de innovatieketen – van wetenschappelijke publicaties naar patenten en vervolgens naar ondernemerschap – tonen een zichtbaar afnemend Nederlands aandeel.

Daarbij speelt ook de sectorstructuur een belangrijke rol. Laag-technologische producten en sectoren met een relatief lage groei in toegevoegde waarde zijn in Nederland oververtegenwoordigd, terwijl slechts een beperkt aantal hightech-sectoren sterk presteren. Bovendien investeren Nederlandse bedrijven structureel minder in R&D dan hun internationale concurrenten binnen dezelfde sectoren, wat de technologische voorsprong verder onder druk zet. Tegelijkertijd liggen er duidelijke kansen om de productie en export van hoogwaardige technologieproducten – van medische beeldvormingsapparatuur en vaccins tot fotonische chips – fors op te schalen.

Om de Nederlandse concurrentiepositie duurzaam te versterken, is het niet voldoende om de haperende innovatiemotor te repareren. Het innovatievermogen dient daarbij ook opgevoerd te worden: gerichte intensivering in sleuteltechnologieën, het vergroten van de R&D-intensiteit in kansrijke sectoren, en het creëren van condities waarin radicale innovaties en nieuwe bedrijvigheid kunnen doorgroeien. Dat vraagt om een stevigere ondernemerschapsinfrastructuur én -cultuur, meer experimentele ontwikkeling, betere financieringsmogelijkheden voor technologische scale-ups en het dichten van het tekort aan technisch talent.

Alleen als al deze onderdelen van de innovatieketen functioneren en op elkaar aansluiten kan de innovatiemotor van Nederland een succesvolle aanjager zijn van welvaart.

1 Introductie

Ruim een jaar geleden verscheen het rapport van Mario Draghi, een omvangrijke analyse van de economische positie van Europa in een wereld die steeds sterker wordt gedomineerd door de Verenigde Staten en China – met name ten aanzien van kritieke technologieën. Het rapport schetst een urgent beeld: Europa dreigt achterop te raken en moet fundamentele keuzes maken om zijn concurrentievermogen te versterken. Innovatie is daarbij een belangrijke motor voor productiviteitsgroei en welvaart (Draghi, 2024).

Waar deze analyse op Europees niveau waardevolle richting biedt, vraagt de Nederlandse context om een eigen, scherpere lens om de verschillen in schaalgrootte, economische structuur en het innovatiesysteem in perspectief te plaatsen (TNO Vector, 2025a): een blik onder de motorkap dus.

Op verzoek van het Ministerie van Economische Zaken (EZ), mede als input voor het advies Toekomstig Verdienvermogen van Wennink (2025), hebben we in dit onderzoek daarom de vraag centraal gesteld: *hoe kan Nederland zijn concurrentiepositie versterken?* In dit rapport verkennen we de concurrentiepositie van Nederland en belichten we in hoeverre gerichte investeringen in Research, Development & Innovation (RD&I) noodzakelijk zijn. In onze blik onder de motorkap onderzoeken we drie pijlers van de Nederlandse concurrentiepositie:

- de kennispositie,
- de technologiepositie, en
- de ondernemerschappositie.

Op basis van deze analyse formuleren we aanbevelingen om de Nederlandse concurrentiepositie duurzaam te versterken. De conclusie is duidelijk: Nederland kan niet op zijn lauweren rusten. Een trendbreuk is nodig om in een snel veranderende wereld concurrerend te blijven.

Leeswijzer

Dit rapport is opgebouwd in vijf hoofdstukken die gezamenlijk inzicht geven in de concurrentie- en technologiepositie van Nederland. Hoofdstuk 2 schetst de bredere Europese context door de belangrijkste bevindingen uit het Draghi-rapport te samenvatten. Vervolgens richt hoofdstuk 3 zich specifiek op Nederland en analyseert het de staat van het nationale concurrentievermogen, met aandacht voor knelpunten zoals achterblijvende R&D-uitgaven, tekorten aan technisch talent, de sectorstructuur en de ontwikkeling van productiviteit. Hoofdstuk 4 verdiept deze analyse door de Nederlandse technologiepositie te ontleden langs de belangrijkste schakels van de innovatieketen: kennis (wetenschappelijke publicaties), technologie (patenten) en ondernemerschap (startups, scale-ups, investeringen). Daarbij wordt ingezoomd op de tien sleuteltechnologieën uit de Nationale Technologiestrategie. Hoofdstuk 5 sluit het rapport af met een synthese van de bevindingen en benadrukt de urgentie om de Nederlandse innovatiemotor op te voeren.

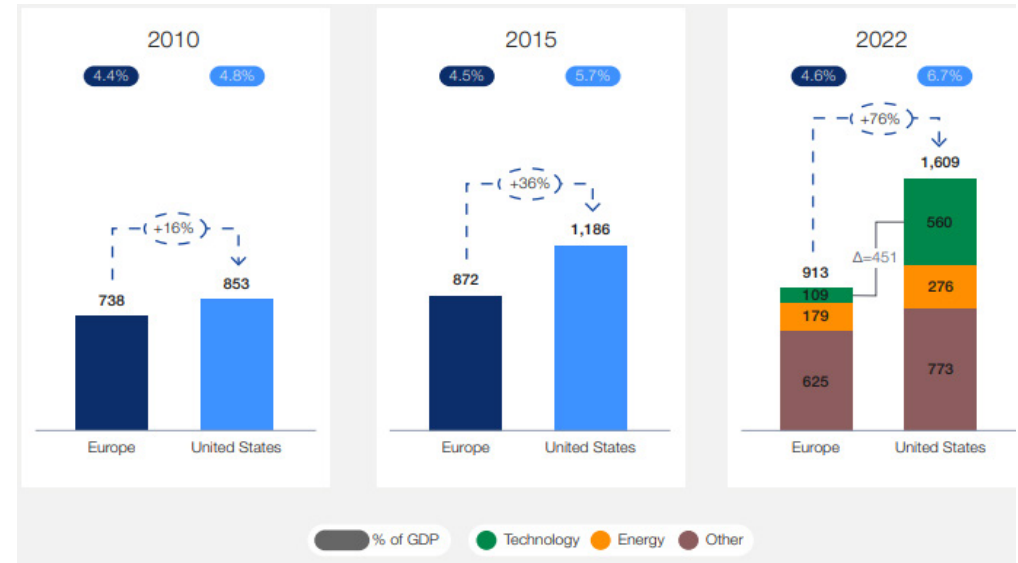
2 Het concurrentievermogen van Europa

Europa's concurrentievermogen staat onder druk, en innovatie is zowel de oorzaak als de oplossing. De productiviteit in Europese lidstaten loopt al jaren achter bij die van andere grote economieën. Volgens Draghi (2024) wordt dit steeds sterker bepaald door de mate waarin de EU tekortschiet in technologieontwikkeling en innovatie. Waar de Verenigde Staten zijn productiviteitsgroei grotendeels uit de techsector haalt, blijft Europa's techsector achter en daarmee ook zijn productiviteitsgroei (Draghi, 2024; McKinsey & Company, 2025).

Deze technologische achterstand vertaalt zich in een groeiende afhankelijkheid, met risico's voor economische weerbaarheid en strategische autonomie. Voor essentiële technologie en infrastructuur is de EU sterk afhankelijk van enkele niet-Europese spelers, waaronder in halfgeleider-productie, AI-modellen, quantum computing, clouddiensten en kritieke grondstoffen. Omdat er ook kansen zijn is het versterken van de Europese technologiepositie niet alleen een economische opgave, maar ook een geopolitieke noodzaak.

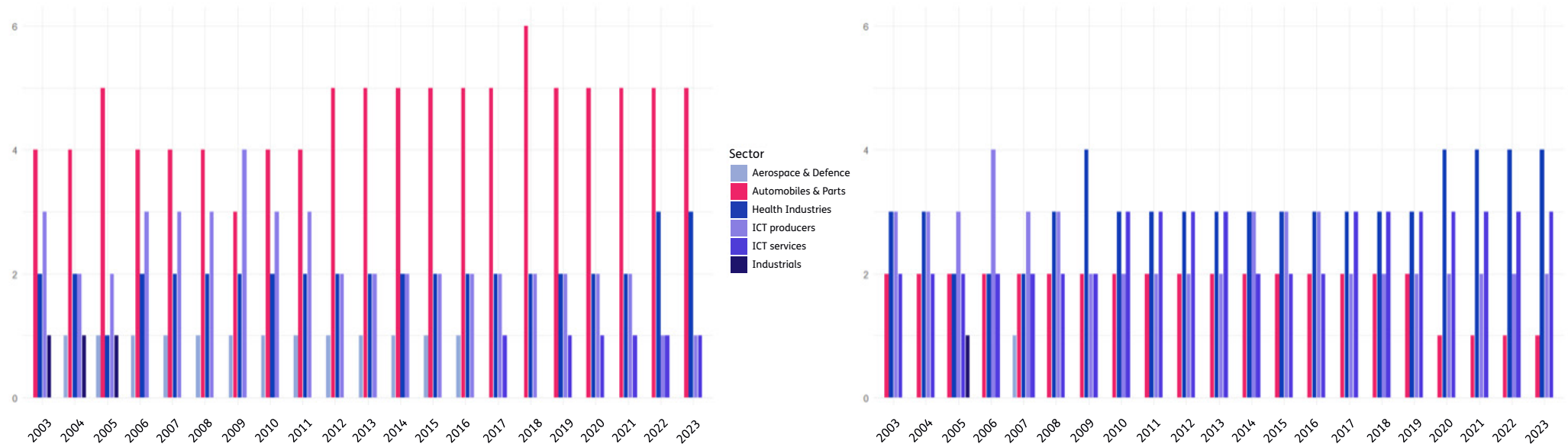
De achterstand van de Europese techsector beschrijft Draghi (2024) onder andere aan de hand van het geringe aantal techbedrijven die Europa weet voort te brengen en te behouden. Van de 50 grootste technologiebedrijven ter wereld zijn er slechts een handvol Europees. In de afgelopen 50 jaar is er daarbij geen enkel EU-bedrijf opgericht dat nu een marktwaarde van meer dan €100 miljard heeft, tegenover 6 Amerikaanse bedrijven met een waarde van minstens €1 biljoen. En van de in Europa opgerichte unicorns heeft bijna 30% tussen 2008 en 2021 zijn hoofdkantoor naar het buitenland verplaatst, voornamelijk naar de VS.¹

Daarnaast constateert Draghi (2024) dat de R&D-investeringen van Europese bedrijven achterblijven. Europese bedrijven gaven in 2021 circa €270 miljard minder uit aan R&D dan hun Amerikaanse tegenhangers. Daarnaast waren de totale investeringen van de grote Europese bedrijven in 2022 zo'n €700 miljard minder dan die van Amerikaanse corporates, met de grootste kloof in de techsector met een omvang van €450 miljard. Dit verschil is de afgelopen jaren verder gegroeid (McKinsey & Company, 2025, zie ook Figuur 1).



Figuur 1: CAPEX- en R&D-uitgaven van Europese en Amerikaanse bedrijven met > \$1 miljard omzet, in de periode 2010-2022. (Bron: McKinsey & Company, 2025).

¹ Unicorns zijn nieuwe bedrijven die in een relatief korte tijd een marktwaarde van \$1 miljard bereiken.



Figuur 2: Sectorsamenstelling van de top 10 meest R&D-investerende bedrijven uit de EU27 (links) en de VS (rechts), binnen de Industrial R&D Scoreboards 2003-2023. (Bron: JRC, 2003-2023, bewerking TNO Vector).

Ook Europa's sectorstructuur wordt als statisch omschreven door Draghi (2024). Waar Europa vooral inzet op innovatie in volwassen technologieën en markten, zet de VS meer in op radicale innovatie en groeiemarkten. De top R&D-investeerders in Europa worden zo al twintig jaar gedomineerd door de auto-industrie, waar de top R&D-investeerders in de VS zich richten op ICT en biotech (JRC, 2024, zie ook Figuur 2).

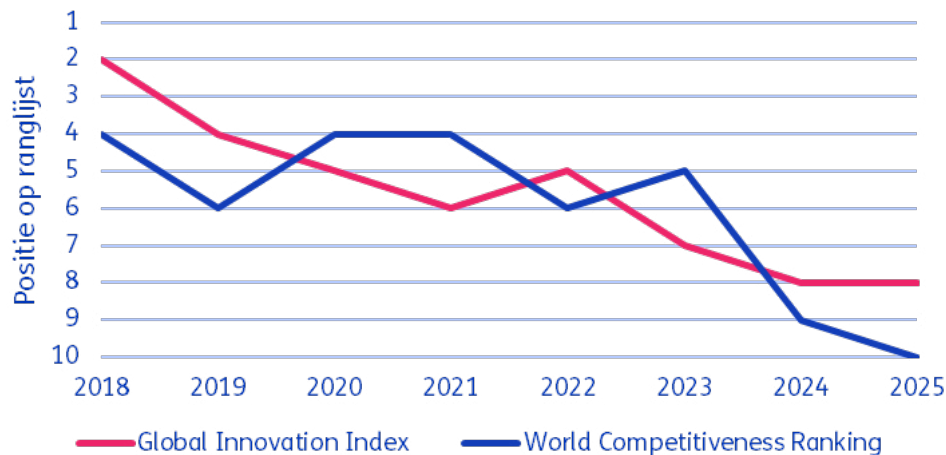
Er zijn daarbij verschillende onderliggende oorzaken waar Draghi (2024) het achterblijvende innovatievermogen van Europa aan toeschrijft, waaronder:

- **Stokkende techtransfer:** Bij Europese kennisinstellingen ligt de nadruk sterk op onderzoek en onderwijs, terwijl de prikkels om kennis commercieel te benutten beperkt blijven. Zo wordt slechts één derde van de patenten van Europese universiteiten commercieel benut.
- **Gefragmenteerde kapitaalmarkten:** Het gebrek aan een geïntegreerde kapitaalmarkt belemmert de financiering van scale-ups. Het aandeel van wereldwijde durfkapitaalfondsen (VC) dat in de EU wordt opgehaald is slechts 5%, vergeleken met 52% in de VS en 40% in China.

- **Versnipperde en stringente regelgeving:** Europese regelgeving zorgt voor hoge administratieve lasten en vormt een rem op investeringen en opschaling.
- **Uitblijvende vraag:** Niet alleen technologieontwikkeling blijft achter, ook de adoptie van nieuwe technologie blijft achter. Europese bedrijven investeren minder in technologie dan Amerikaanse tegenhangers (McKinsey & Company, 2025).
- **Europese infrastructuur is ontoereikend:** Naar schatting is er tot 2030 € 13-16 miljard aan kapitaalinvesteringen nodig om technologische infrastructuren in de hele Europese Unie te bouwen en te moderniseren – een toename van 200% (EIB, 2025). Dit stelt exploitanten – voornamelijk onderzoeks- en technologieorganisaties – in staat om gelijke tred te houden met kritieke en opkomende technologieën en wereldwijd concurrerend te blijven (TNO Vector, 2024a). De grootste investeringsbehoeften liggen in micro-elektronica en schone energie, gevolgd door snel evoluerende sectoren zoals quantumtechnologie, kunstmatige intelligentie (AI) en data, en lucht- en ruimtevaart (EIB, 2025).

3 Het concurrentievermogen van Nederland

Hoewel Nederland nog tot de kopgroep van Europese innovatieleiders behoort, gaat het Nederlandse concurrentievermogen achteruit, en hebben Nederlandse bedrijven het steeds moeilijker om te innoveren en concurreren. Figuur 3 laat zien dat Nederland in de Global Innovation Index zakte van de 2e plek in 2018 naar de 8e plek in 2025 (WIPO, 2018-2025). In diezelfde periode zakte Nederland van plek 4 naar plek 10 op de World Competitiveness Ranking (IMD, 2018-2025).

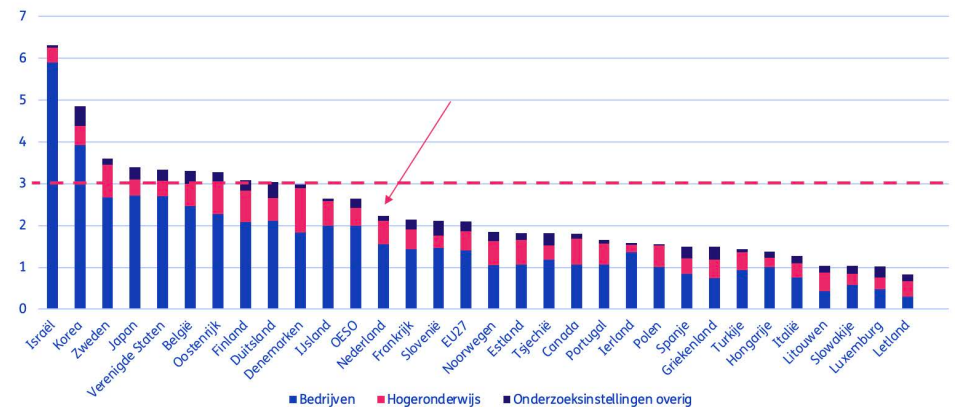


Figuur 3: Ontwikkeling van de Nederlandse positie binnen de Global Innovation Index (WIPO) en de World Competitiveness Ranking (IMD), in de periode 2018-2023 (Bron: WIPO & IMD, bewerking TNO Vector).

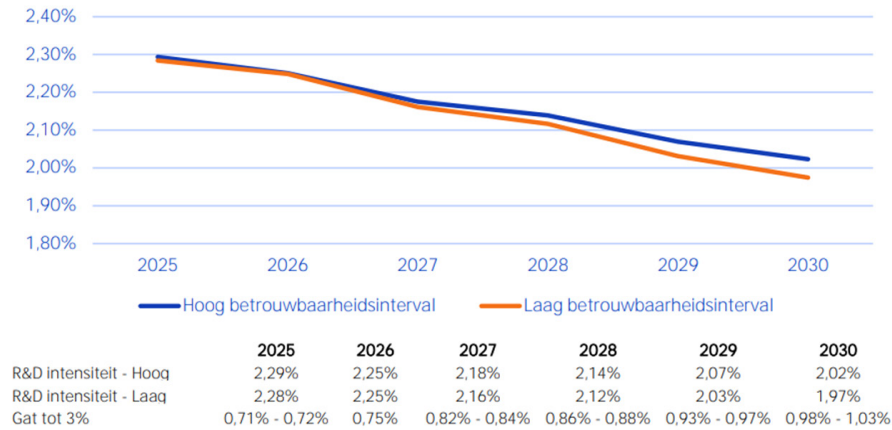
Nederland staat dus niet alleen voor de bredere Europese uitdagingen uit het vorige hoofdstuk, maar kent daarnaast verschillende specifieke knelpunten die het concurrentievermogen verder onder druk zetten. Deze knelpunten bespreken we in dit hoofdstuk.

3.1 Nederlandse R&D-uitgaven blijven achter

R&D-investeringen vormen de basis voor nieuwe kennis en innovaties. Nederland haalt de Europese R&D-doelstelling van 3% van het bbp echter niet. De Nederlandse R&D-intensiteit ligt al sinds 2017 onder het OESO-gemiddelde van 2,70% (TNO Vector, 2025a) – zie Figuur 4. Een recente analyse laat ook zien dat bij ongewijzigd beleid de R&D-intensiteit zelfs nog verder dreigt terug te vallen tot ~2% van het bbp in 2030 (TNO, 2025a, zie Figuur 5).

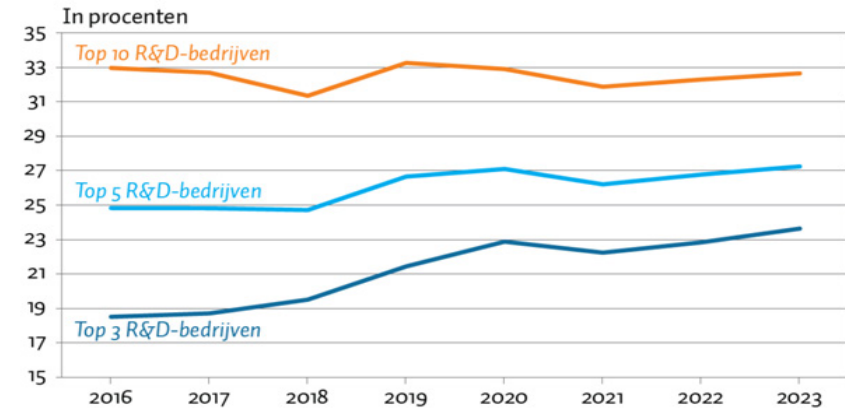


Figuur 4: R&D-uitgaven van OESO-landen als percentage van het bbp in 2023, per uitvoerende sector (Bron: OECD MSTI database, 2025; bewerking TNO Vector).



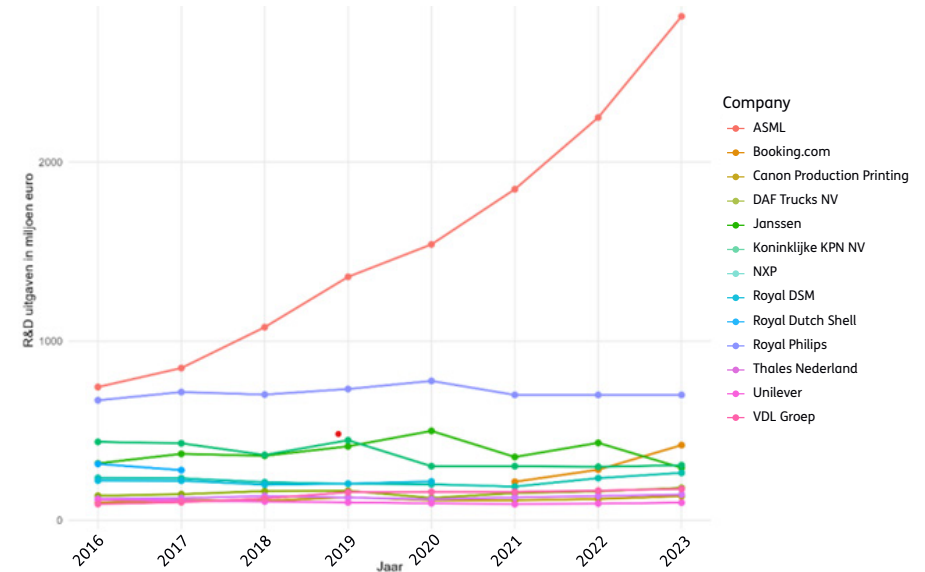
Figuur 5: Ontwikkeling van de Nederlandse R&D intensiteit 2025-2030. (Bron: TNO, 2025a)

Recent onderzoek van TNO laat daarnaast zien dat private R&D-uitgaven in Nederland steeds sterker geconcentreerd zijn binnen enkele bedrijven en sectoren. Figuur 6 toont aan dat de top 3-5 bedrijven met de hoogste R&D-uitgaven een steeds groter aandeel van de totale Nederlandse private R&D-uitgaven uitmaken (Kempen et al., 2025). Figuur 7 laat zien dat ASML al jaren de grootste R&D-investeerder in Nederland is (TNO, 2024). Deze concentratie maakt de kenniseconomie kwetsbaar, doordat het grootste deel van de R&D-uitgaven door één bedrijf wordt gedaan (Geurts, 2024).



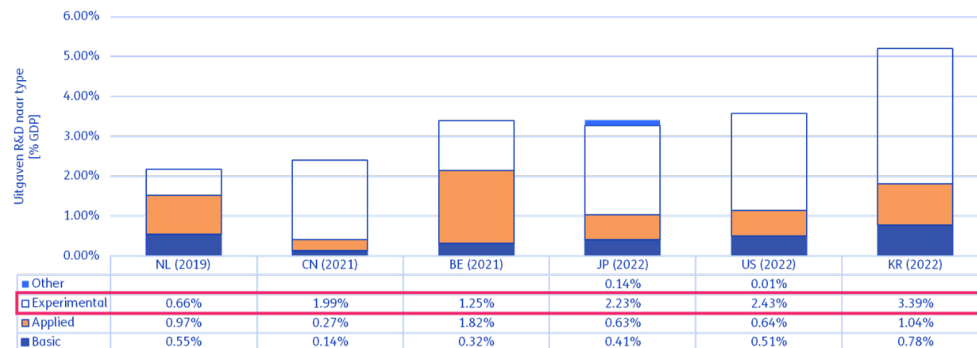
Noot: Met de top drie, top vijf en top tien wordt verwezen naar de bedrijven die het meest investeren in R&D, zoals gerangschikt in de R&D Top 30-lijst. Deze ranglijst is gebaseerd op de omvang van hun jaarlijkse R&D-uitgaven uitgevoerd in Nederland.

Figuur 6: Aandeel top R&D-bedrijven in totale private Nederlandse R&D-uitgaven (Bron: Van Kempen et al., 2025).



Figuur 7: Uitgaven aan R&D in de tijd voor een selectie van bedrijven uit de Nederlandse R&D Top 30 (Bron: TNO, 2024).

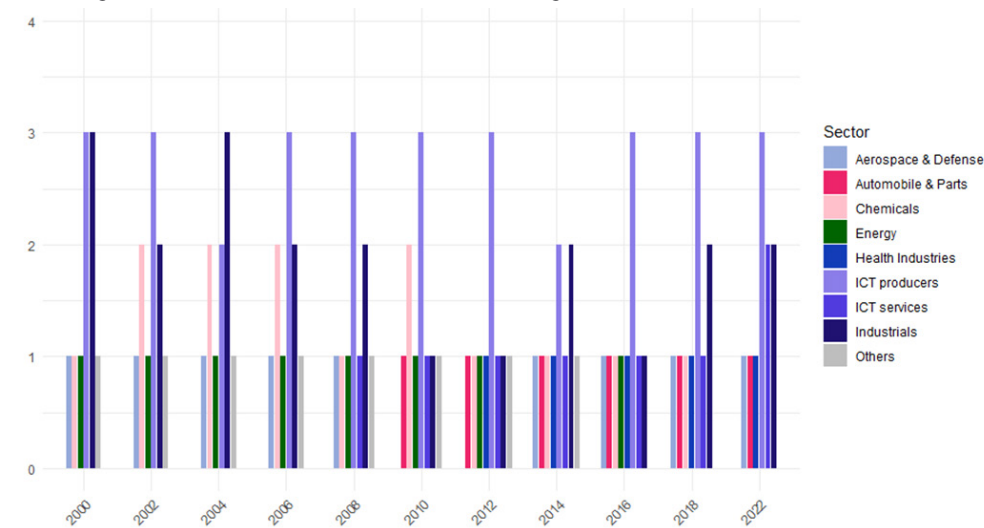
In vergelijking met andere kennisintensieve economieën wordt in Nederland relatief veel nadruk gelegd op fundamenteel en toegepast onderzoek. De meest marktgerichte fase van R&D – die van experimentele ontwikkeling, waarin kennis wordt omgezet in concreet toepasbare technologie, producten en processen – loopt achter (OECD, 2025; TNO, 2025b – zie Figuur 8). Hier ligt een belangrijke rol voor zowel toegepaste onderzoeksinstellingen, zoals TNO, als voor bedrijven om deze kloof gezamenlijk te overbruggen en kennis sneller naar de markt te brengen.



Figuur 8: Aandeel R&D-uitgaven OESO landen per type R&D (2021) (Bron: OECD, 2025; bewerking TNO).

3.2 De sectorstructuur concentreert zich verder

De Nederlandse sectorstructuur is minder statisch dan de Europese, maar kent wel een verenging. Op basis van de Nederlandse Top 30 R&D (TW, VNO-NCW & TNO; 2024), is te zien dat de Nederlandse sectorstructuur de afgelopen 20 jaar veranderd is – zie Figuur 9. Waar industrie, ICT, chemie en energie in eerste instantie een grotere rol speelden, is dit de afgelopen jaren afgenomen. Dit suggereert een toenemende concentratie van investeringen in het innovatie-ecosysteem van Nederland. Nu zet Nederland vooral in op innovatie in technologieën en markten in ICT, industrie en overige.



Figuur 9: Sectorsamenstelling van de top 10 meest R&D-investerende bedrijven in Nederland, in de periode 2003-2023. (Bron: Top 30 R&D (TW, VNO-NCW & TNO, 2024), bewerking TNO Vector).²

Tabel 1 laat de top 3 R&D-investeerders en bijbehorende sectoren zien voor de VS, EU en Nederland. De tabel onderschrijft dat de EU inderdaad een statistische sectorstructuur kent, die gedomineerd wordt door hoge R&D-investeringen in de auto-industrie. De sectorstructuur van de VS laat wel dynamiek zien, waarbij de focus de afgelopen jaren is verschoven naar ICT. De sectorstructuur van Nederland laat meer diversiteit zien, maar het R&D-landschap wordt de afgelopen 20 jaar gedomineerd door Philips, ASML en NXP.

Top 3 R&D-investeerders en bijbehorende sectoren in de VS, EU en in NL			
	2002	2011	2021
US	Microsoft (ICT services) Ford (auto) Pfizer (health)	Microsoft (ICT services) Intel (ICT producers) Merck (health)	Alphabet (ICT services) Meta (ICT services) Microsoft (ICT services)
EU	Mercedes-Benz (auto) Siemens (ICT producers) Volkswagen (auto)	Volkswagen (auto) Mercedes-Benz (auto) Bosch (auto)	Volkswagen (auto) Mercedes-Benz (auto) Bosch (auto)
NL	Philips (industrials) Akzo Nobel (chemicals) ASML (ICT producers)	Philips (industrials) ASML (ICT producers) NXP (ICT producers)	ASML (ICT producers) NXP (ICT producers) Philips (industrials)

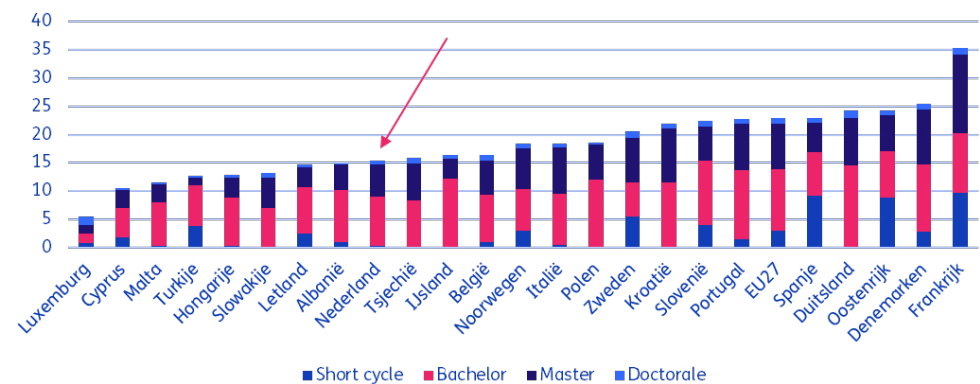
Tabel 1: Top 3 R&D-investeerders en bijbehorende sectoren in de VS, EU en in NL. (Bron: JRC (2003-2023), bewerking TNO Vector).³

² Voor de bedrijven uit de Nederlandse Top 30 R&D is dezelfde sectorindeling gebruikt als in de JRC Industrial R&D Investment Scoreboard (2003-2022). Alleen voor VDL is een andere sectorindeling gekozen, namelijk 'Industrials' (in plaats van Automobile & Parts).

³ De tabel is opgesteld aan de hand van de JRC Industrial R&D Investment Scoreboard (2003-2023) en is gecorrigeerd voor R&D-investeerders die hun hoofdkantoor in Nederland hebben maar hier niet aan R&D doen (zoals bijvoorbeeld Airbus, Stellantis, STMicroelectronics en CNH). De jaartallen van de JRC ranglijsten lopen daarbij een jaar achter: de R&D-uitgaven van 2002 staan bijvoorbeeld in de ranglijst van 2003.

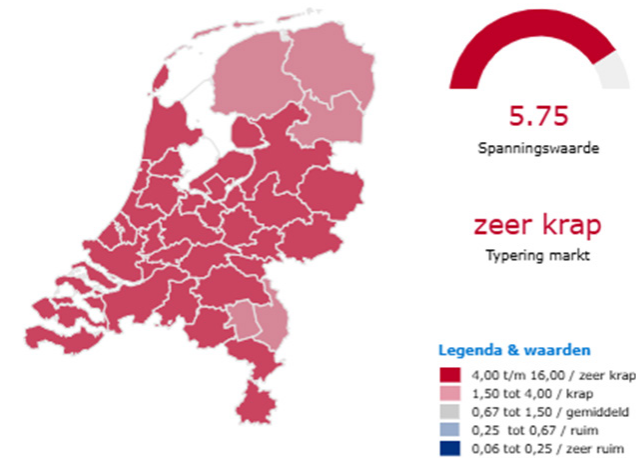
3.3 Tekort aan technisch talent

Het aantal technisch afgestudeerden in Nederland blijft achter, en vacatures in de technologiesector blijven lastig in te vullen. Zo loopt Nederland achter in het aantal afgestudeerden in science, technology, engineering en mathematics (STEM). In Nederland zijn er 15,4 STEM afgestudeerden per 1.000 jongvolwassenen, terwijl het EU-gemiddelde op 23 ligt (TNO Vector, 2025a, zie Figuur 10).



Figuur 10: STEM-afgestudeerden van EU-lidstaten in 2022, per opleidingsniveau en per 1000 inwoners met een leeftijd van 20-29 jaar (Bron: Eurostat, 2025; bewerking TNO Vector).

Ook de arbeidsmarkt voor ICT en technische beroepen is in Nederland zeer krap. Er is een hoge spanningswaarde doordat er structureel meer vraag naar technische banen dan aanbod van arbeid is, gekenmerkt door een groot aantal vacatures die onvervuld blijven (UWV, 2025; PTvT, 2025), - zie ook Figuur 11 en 12. De vacaturegraad – het aantal vacatures per 1.000 banen – is voor technische beroepen in de periode 2011-2021 ook meer dan verdubbeld (van 20 naar 50; ROA & SEO, 2022). Meer dan de helft van de openstaande vacatures in de Nederlandse technologiesector (56%) is lastig in te vullen (McKinsey & Company, 2023).



Figuur 11: Nederlandse spanningswaarde voor ICT en technische beroepen, Q2 2025 (Bron: UWV, 2025).

Beroepsgroep	Typering	Spanning
Elektrotechnisch ingenieurs	zeer krap	16.00
Machinemonteurs	zeer krap	15.05
Productieleiders industrie en bouw	zeer krap	14.27
Ingenieurs (geen elektrotechniek)	zeer krap	13.92
Loodgieters en pijpfitters	zeer krap	13.82
Bouwarbeiders afbouw	zeer krap	13.72
Elektriciens en elektronicamonteurs	zeer krap	12.09
Automonteurs	zeer krap	12.06
Databank- en netwerkspecialisten	zeer krap	10.63
Assemblagemedewerkers	zeer krap	9.48
Productiemachinebedieners	zeer krap	7.93
Metaalbewerkers en constructiewerkers	zeer krap	7.56
Technici bouwkunde en natuur	zeer krap	7.43
Lassers en plaatwerkers	zeer krap	6.86
Timmerlieden	zeer krap	6.18
Software- en applicatieontwikkelaars	zeer krap	5.77
Productcontroleurs	zeer krap	5.42
Gebruikersondersteuning ICT	zeer krap	5.00

Figuur 12: ICT en technische beroepsgroepen met de hoogste spanningswaarde, Q2 2025 (Bron: UWV, 2025; bewerking TNO Vector).

Figuur 13 laat tegelijkertijd zien dat het vermogen van Nederland om talent aan te trekken, te ontwikkelen en te benutten de afgelopen paar jaar voorzichtig toeneemt. Aan deze trend kunnen daarentegen geen al te sterke conclusies worden verbonden, aangezien deze gevoelig blijft voor economische omstandigheden en geen rekening houdt met recent beleid.

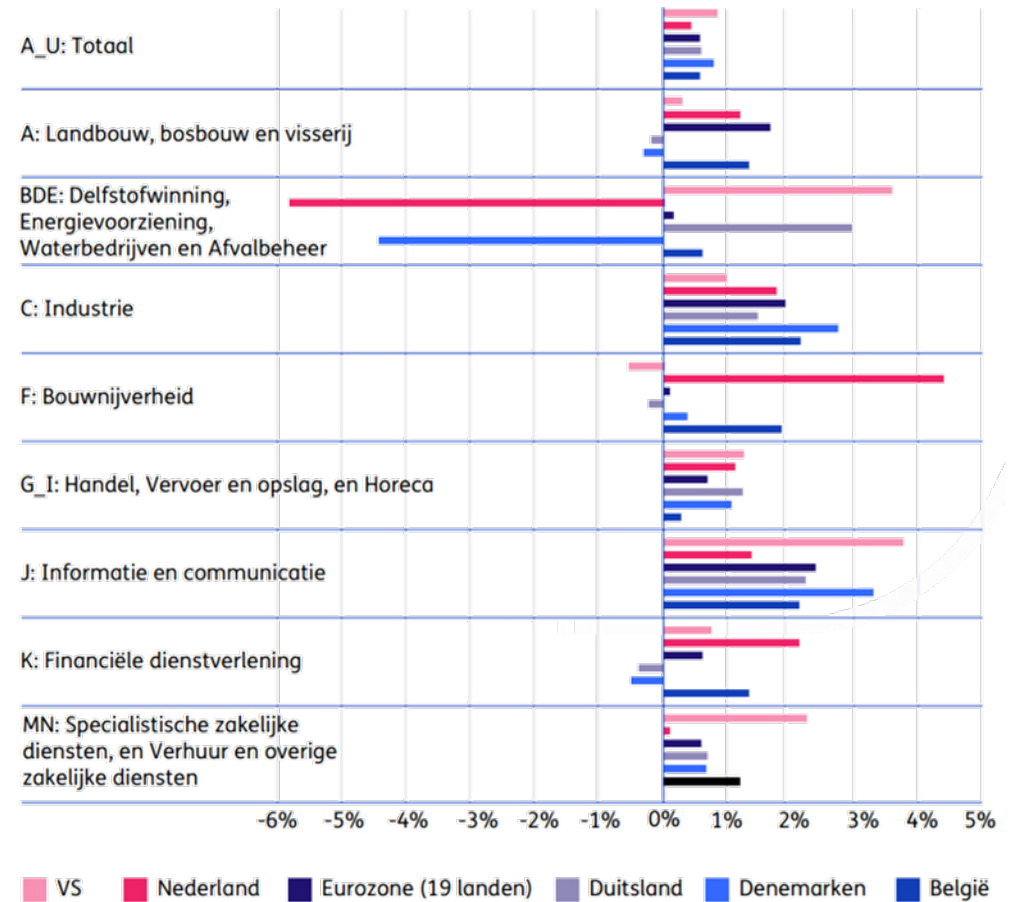


Figuur 13: Ontwikkeling van de Nederlandse positie binnen de Global Talent Competitiveness Index (INSEAD) en de World Talent Ranking (IMD), in de periode 2014-2023 (Bron: INSEAD & IMD, bewerking TNO Vector).

3.4 Groei in arbeidsproductiviteit vertraagt

Daarnaast blijkt dat de groei in arbeidsproductiviteit vertraagt, waardoor Nederland er op dit punt slechter voorstaat dan vergelijkbare Europese landen (TNO Vector, 2025a). Figuur 14 laat zien dat de arbeidsproductiviteitsgroei van Nederland als geheel achter blijft bij vergelijkbare landen. Dit komt door een combinatie van krimp in delfstofwinning en het achterblijven in groeisectoren zoals informatie en communicatie en de industrie (TNO Vector, 2025b).

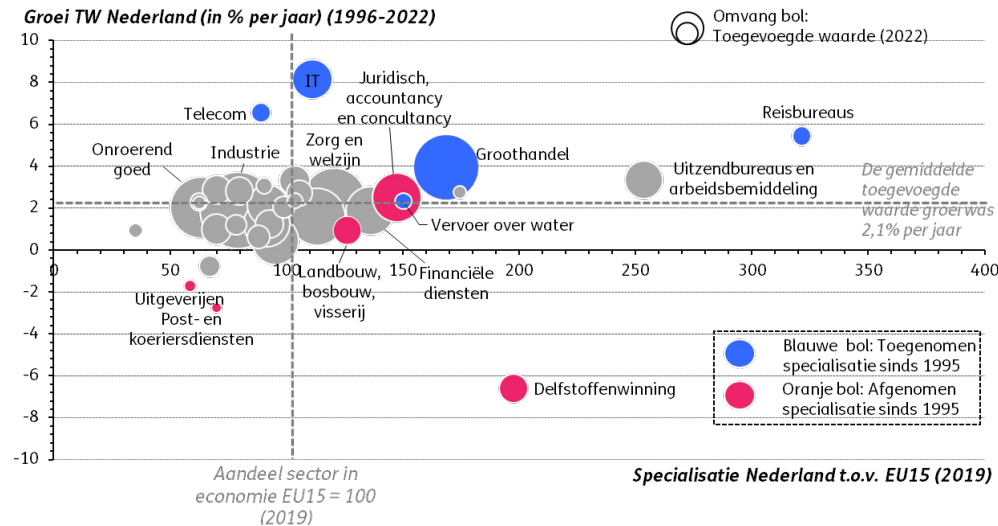
Figuur 14 laat ook zien dat Nederland achterloopt in vergelijking met andere productieve landen in het creëren van hoogproductieve banen, met name in de techsector (TNO Vector, 2025b). Dit is anders bij Europese benchmark landen. Een verdiepende studie van TNO Vector toont dat landen als Zweden en Duitsland de verschuiving naar laagproductieve diensten compenseren door een sterke banengroei in hoogproductieve sectoren zoals de ICT-dienstverlening, machinebouw en elektrotechniek (TNO Vector, 2024a).



Figuur 14: Gemiddelde jaarlijkse productiviteitsgroei per sector (in %): toegevoegde waarde per werkende, 2014-2019. (Bron: OECD, bewerking: TNO Vector, 2025b).

In Nederland verschuift de werkgelegenheid ook van hoogproductieve naar laagproductieve sectoren. Figuur 15 laat zien dat sectoren zoals IT, telecom, reisbureaus en groothandel het meest zijn gegroeid in Nederland sinds 1996. De meeste van deze sectoren zijn relatief klein in Nederland.

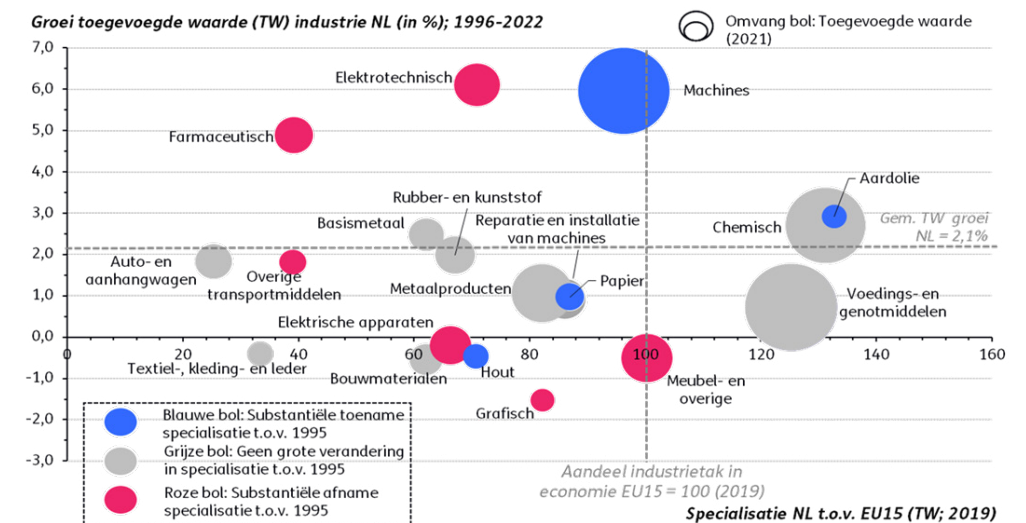
Figuur 15 laat ook zien dat de groei in grote sectoren zoals ‘onroerend goed’, ‘industrie’, ‘zorg en welzijn’, ‘juridisch, accountancy en consultancy’ achterblijft. Er is dus een sterke banengroei in sectoren met een lage productiviteit, terwijl het aandeel banen in productieve sectoren zoals de financiële dienstverlening, industrie en telecommunicatie krimpt (TNO Vector, 2025b).



Figuur 15: Groei toegevoegde waarde Nederland (% per jaar, 1996-2022) tegenover de specialisatie van Nederland (2019). (Bron: TNO Vector).

Figuur 16 biedt een verdieping op Figuur 15. Figuur 16 laat zien dat binnen de sector industrie de groei in toegevoegde waarde voornamelijk afhankelijk is van de machinebouw, in lijn met eerder gepresenteerde inzichten. Nederland is hierin ook ten opzichte van andere landen gespecialiseerder geworden (TNO Vector, 2025b).

Figuur 16 laat verder zien dat Nederland in andere groeisectoren, zoals de elektrotechnische industrie, ten opzichte van andere Europese landen juist minder gespecialiseerd is geraakt sinds 1996 (TNO Vector, 2025b). Hier ligt dus potentie tot groei. Tenslotte laat Figuur 16 zien dat grote industrieën waar Nederland relatief in gespecialiseerd is, zoals de chemie en voedings- en genotmiddelen, slechts beperkte groei tonen (TNO Vector, 2025b).



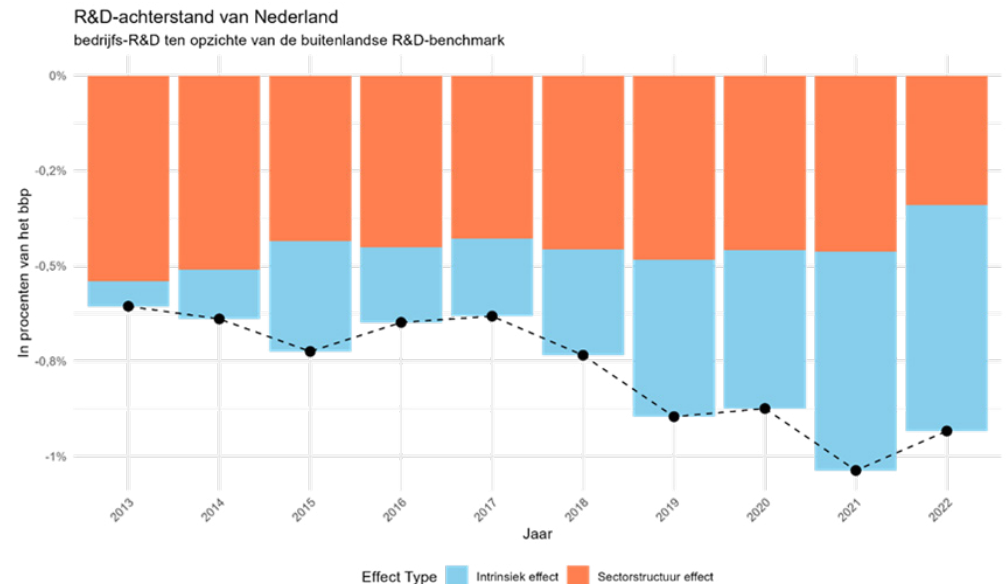
Figuur 16: Groei toegevoegde waarde Nederlandse industrie (% per jaar, 1996-2022) tegenover de specialisatie van Nederland (2019). (Bron: TNO Vector).

3.5 Toenemende investeringsbehoefte

De Nederlandse sectorstructuur wordt vaak aangehaald als reden voor de huidige concurrentiepositie van Nederland. De Nederlandse concurrentiepositie wordt deels verklaard door de sectorstructuur, doordat de Nederlandse economie leunt op diensten zoals handel, transport en zakelijke dienstverlening; sectoren die van nature minder in R&D investeren dan bijvoorbeeld de hightech. Vanwege het effect van deze sectorstructuur scoort Nederland lager op R&D dan benchmarklanden (TNO, 2025a; 2025b) – zie Figuur 17 waarin met oranje het sectorstructureffect wordt weergegeven.

Recent onderzoek van TNO toont echter aan dat, gecorrigeerd voor sectorstructuur, Nederlandse bedrijven steeds minder in R&D zijn gaan investeren. Nederlandse bedrijven binnen bijna alle sectoren investeren stelselmatig minder in R&D dan hun internationale concurrenten (het intrinsieke effect; blauw in Figuur 17). Opvallend is ook dat de totale R&D-achterstand van Nederland (weergegeven door de stippellijn in Figuur 17) in de periode 2013-2022 is toegenomen van ongeveer -0,6% naar bijna -1,0% van het bbp, waarbij deze toename vrijwel geheel toe te schrijven is aan het groeiende intrinsieke effect (TNO, 2025a; 2025b).

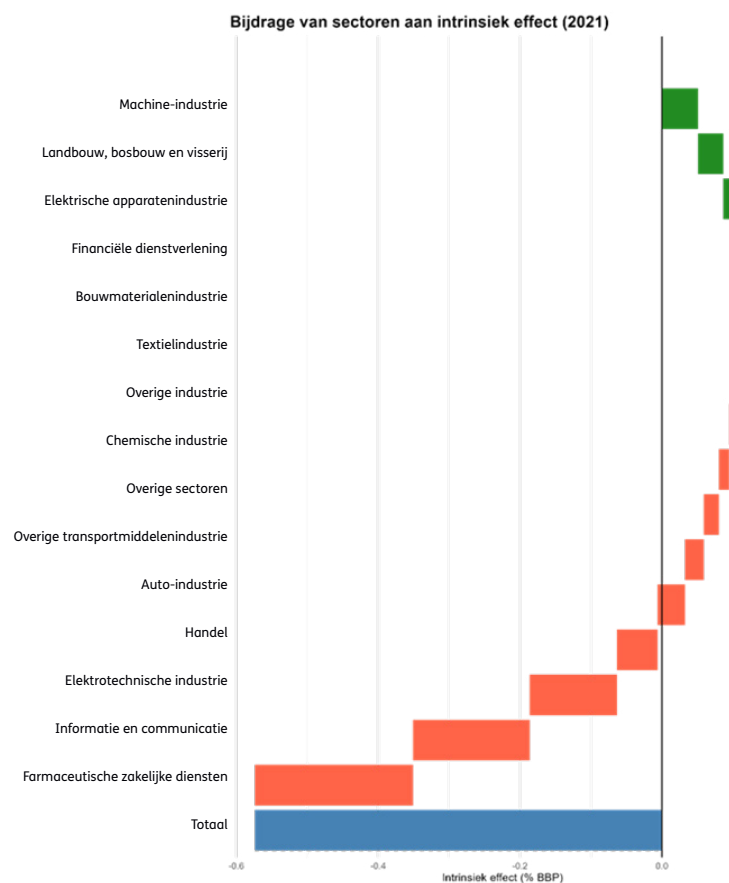
De R&D-achterstand van Nederland komt dus niet zozeer door de Nederlandse economische structuur, maar door een algemene lagere bereidheid van Nederlandse bedrijven om in innovatie te investeren (TNO, 2025b).



Figuur 17: Sectorstructuur en intrinsieke private R&D-achterstand van Nederland, vergeleken met een benchmark van OESE landen met bovengemiddelde R&D-intensiteit (Bron: TNO, 2025c).

Figuur 18 laat daarbij zien dat de machine-industrie, landbouw en de elektrische apparaten-industrie beter presteren dan hun internationale tegenhangers (TNO, 2025b; 2025c). De sterke positie van de machine-industrie is grotendeels te danken aan ASML, dat een dominante rol speelt in het Nederlandse R&D-landschap (Geurts, 2024).

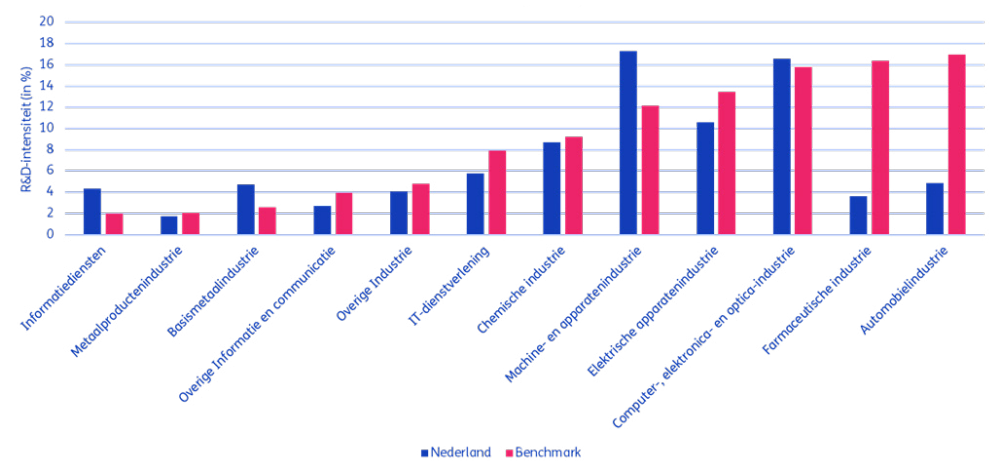
Figuur 18 laat ook kansen zien voor Nederlandse sectoren om de R&D-intensiteit te verhogen. Om het intrinsieke effect verder te analyseren, geeft Figuur 18 aan welke Nederlandse sectoren relatief weinig investeren in R&D in vergelijking met hun buitenlandse tegenhangers. Juist deze sectoren – farmaceutische industrie, ICT, en specialistische zakelijke dienstverlening – bieden grote kansen om de R&D-intensiteit in Nederland te versterken (TNO, 2025b; 2025c).



Figuur 18: Bijdrage van sectoren aan intrinsiek effect, uitgedrukt als percentage van het bbp (2021)
(Bron: TNO, 2025c).⁴

⁴ De groene balken representeren sectoren waar Nederland beter presteert dan de benchmark, terwijl de rode balken sectoren aanduiden waar Nederland achterblijft (ook als de rode balk rechts van de verticale as ligt - dit komt door de cumulatieve opbouw van de watervalgrafiek, het blijft dus een sector waar Nederland achterblijft op de benchmark).

Figuur 19 en Tabel 2 visualiseren dat in verschillende innovatiegerichte sectoren de R&D-intensiteit in Nederland lager ligt dan in (andere) toonaangevende EU-landen. Vooral de Nederlandse farmaceutische industrie en de automobielandustrie investeren substantieel minder in R&D. Daarentegen kent de machine- en apparatenindustrie in Nederland juist een duidelijk hogere R&D-intensiteit dan de benchmark.



Figuur 19: R&D-intensiteit van Nederlandse sectoren ten opzichte van een internationale benchmark (2023). (Bron: TNO, 2025b).⁵

R&D-intensiteit sector	Nederland (in %)	Benchmark (in %)	Landen in benchmark	Vershil in R&D-intensiteit (in procentpunten)
Farmaceutische industrie	3.6	16.4	BE, DK, DE, FI, AT, SE	-12.8
Automobielandustrie	4.9	16.9	BE, DE, FI, AT	-12.1
Elektrische apparatenindustrie	10.6	13.4	BE, DK, DE, FI, AT, SE	-2.8
IT-dienstverlening	5.8	7.9	BE, DK, DE, FI, IS, AT	-2.2
Overige Informatie en communicatie	2.7	4.0	BE, DE, AT, SWE	-1.3
Overige Industrie	4.1	4.8	BE, DK, DE, FI, IS, AT, SE	-0.7
Chemische industrie	8.7	9.2	BE, DK, DE, FI, IS, AT, SE	-0.5
Computer-, elektronica- en optica-industrie	16.6	15.8	BE, DK, DE, FI, IS, AT, SE	0.8
Basismetalenindustrie	4.8	2.6	BE, DK, DE, FI, AT, SE	2.2
Informatiediensten	4.3	2.0	BE, DK, DE, FI, IS, AT	2.3
Machine- en apparatenindustrie	17.3	12.1	BE, DK, DE, FI, IS, AT, SE	5.2

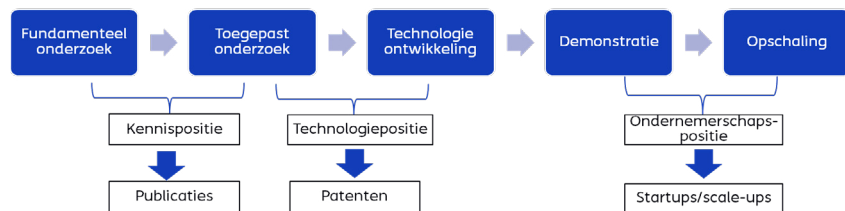
Tabel 2: R&D intensiteit van Nederlandse sectoren ten opzichte van een internationale benchmark (2023). (Bron: TNO, 2025b).

⁵ Deze resultaten zijn niet gecorrigeerd voor sectorstructuur.

4 Sleutelen aan de technologiepositie van Nederland

Om de technologiepositie van Nederland te verbeteren, spelen innovaties en technologieën een sleutelrol. Om deze technologiepositie beter te begrijpen, kunnen we deze linken aan de verschillende stappen in de innovatieketen, zoals gevisualiseerd in Figuur 20. Deze innovatieketen start bij fundamenteel onderzoek en eindigt bij het verspreiden van de innovatie op grote schaal, oftewel het opschalen en verkopen van de ontwikkelde producten. Elke stap van deze innovatieketen raakt aan een ander aspect van de Nederlandse concurrentiepositie. Daarbij kan ruwweg onderscheid worden gemaakt in de kennispositie, technologiepositie en ondernemerschappositie.

In de volgende paragrafen analyseren we elk van deze aspecten aan de hand van kwantitatieve gegevens. We richten ons daarbij op de 10 sleuteltechnologieën die centraal staan in de Nationale Technologiestrategie (NTS; EZK, 2024). Dit werpt licht op waar Nederland in elk van deze stappen staat en welke aspecten meer aandacht behoeven.



Figuur 20: Duiding van de positie van Nederland over de innovatieketen⁶

⁶ Hoewel de innovatieketen hier voor de eenvoudigheid lineair wordt weergegeven, erkennen we dat het innovatieproces in de praktijk zelden lineair verloopt en voortdurende feedbackloops tussen de verschillende stappen kent. Daarnaast wordt het innovatieproces sterk beïnvloed door verschillende randvoorwaarden binnen het bredere innovatiesysteem – zoals regelgeving, infrastructuur en de beschikbaarheid van talent – welke niet in het figuur zijn opgenomen. Voor meer informatie, zie ook TNO 2025b.

4.1 De kennispositie van Nederland staat onder druk

In deze paragraaf beschrijven we de kennispositie van Nederland op de 10 NTS-technologieën (EZK, 2024) in de periode 2013-2022, in vergelijking met 17 landen (EU-15, VS en China).⁷ Deze kennispositie duiden we aan de hand van wetenschappelijke publicatiedata en in verhouding tot deze andere kenniseconomieën.

De resultaten, samengevat in Figuur 21, laten zien dat in absolute getallen de VS en China domineren in het totaal aantal wetenschappelijke publicaties binnen de NTS-technologieën. Nederland bevindt zich hier in de Europese middenmoot. Wanneer er echter gekeken wordt naar wetenschappelijke productiviteit (c.q. efficiëntie; het aantal publicaties per 100 fte publieke onderzoekers) bevindt Nederland zich op alle NTS-technologieën binnen de top-4 landen van onze selectie, op 'Cybersecurity technologies' na. Nederland is daarbij koploper in wetenschappelijke productiviteit op 'Process technology, waaronder process intensification', 'Biomolecular and cell technologies', 'Imaging technologies', 'Mechatronics and opto-mechanics' en 'AI & data science'.

De kennispositie van Nederland is daarnaast uitgedrukt in wetenschappelijke citatie-impact (FWCI) en specialisatie (RAI).⁸ Op alle NTS-technologieën heeft Nederland een relatief gemiddelde tot sterke wetenschappelijke impact.

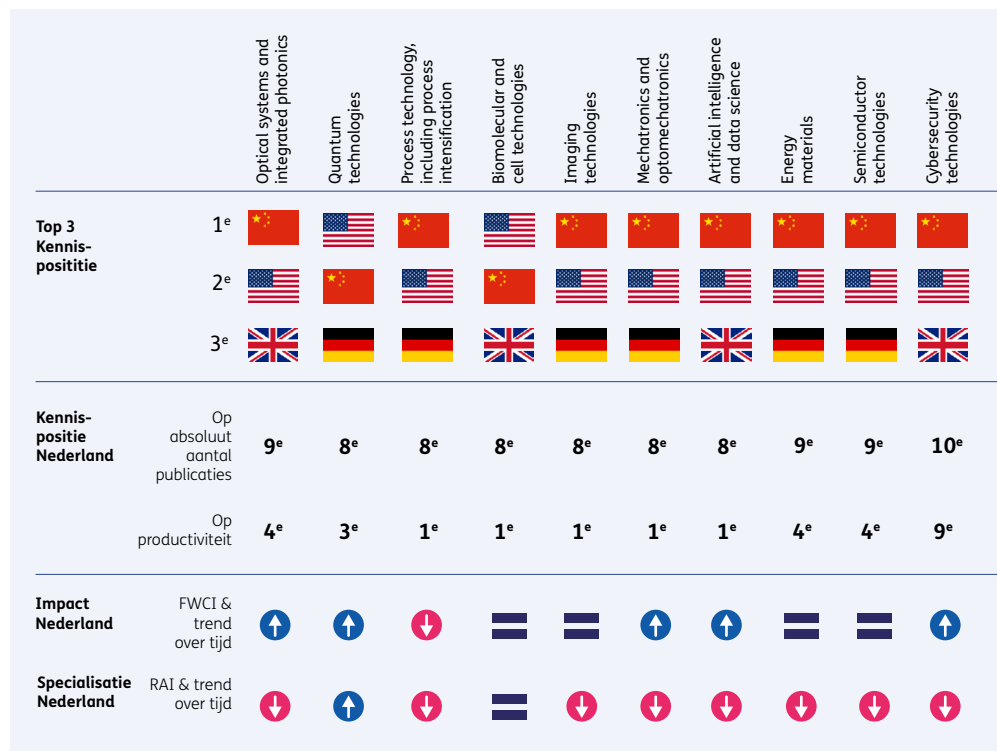
Nederland is in verhouding wetenschappelijk matig tot gemiddeld gespecialiseerd op de NTS-technologieën. Alleen op 'Biomolecular and cell technologies' is Nederland bovengemiddeld gespecialiseerd.

In de periode 2013-2022 vertoont de Nederlandse citatie-impact (FWCI) op de NTS-technologieën sterke schommelingen. Tegelijkertijd laat de wetenschappelijke specialisatiegraad (RAI) een duidelijke neerwaartse trend zien van Nederland op de NTS-technologieën.

Deze analyses laten dus zien dat Nederland een productieve en impactvolle kennispositie in de NTS-technologieën kent, maar zich hier de afgelopen jaren steeds minder in specialiseert dan andere landen, wat op termijn de kennispositie kan ondermijnen.

⁷ EU-15 omvat de landen die voor 2004 al lid waren van de Europese Unie: België, Duitsland, Denemarken, Finland, Frankrijk, Griekenland, Ierland, Italië, Luxemburg, Nederland, Oostenrijk, Portugal, Spanje, Verenigd Koninkrijk en Zweden.

⁸ De FWCI laat zien hoe vaak een publicatie wordt geciteerd in vergelijking met het wereldwijde gemiddelde voor soortgelijke publicaties. De FWCI is genormaliseerd per sleuteltechnologie, zodat de waarden tussen technologieën vergelijkbaar zijn. De Relative Activity Index (RAI) wordt gebruikt om kennissterktes en prioriteiten van een land te vergelijken met de kennissterktes en prioriteiten van andere landen in dezelfde onderzoeksvelden (vergelijkbaar met de Revealed Comparative Advantage maatstaf).

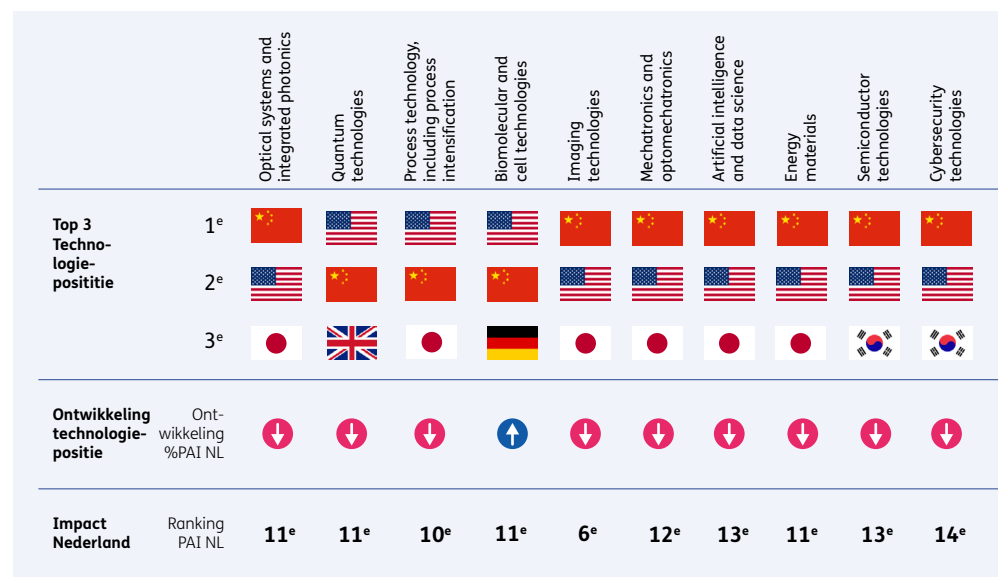


Figuur 21: De Nederlandse kennispositie. (Bron: TNO Vector).⁹

⁹ De kennispositie van landen is gebaseerd op basis van het absoluut aantal wetenschappelijke publicaties in de periode 2013-2022 en ten opzichte van een groep benchmarklanden (EU15, VS en China). Deze 17 landen zijn gezamenlijk goed voor 74,8% van de wetenschappelijke publicaties op de tien NTS-technologieën. De publicatiedata is afkomstig uit Elsevier (2023). Ter aanvulling is het aantal wetenschappelijke publicaties ook gecorrigeerd voor het aantal fte publieke onderzoekers binnen deze landen (OECD, 2025), om zo de wetenschappelijke productiviteit te duiden. Het is hierbij belangrijk om op te merken dat deze productiviteit(positie) is berekend aan de hand van het totaal aantal fte publieke onderzoekers per land – en dus niet specifiek per NTS-kennisgebied – en dat Nederland over het algemeen over een hoge wetenschappelijke productiviteit beschikt (Rathenau Instituut, 2024). De duiding van de wetenschappelijke impact van Nederland is gebaseerd op een combinatie van de gemiddelde citatie-impact (FWCI) en de trend van deze impact tussen 2013-2022. De duiding van de wetenschappelijke specialisatie van Nederland is gebaseerd op een combinatie van de gemiddelde specialisatiegraad (RAI, ofwel RCA) en trend van deze specialisatie tussen 2013-2022.

4.2 De technologiepositie van Nederland staat onder druk

In deze paragraaf beschrijven we de technologiepositie van Nederland op de 10 NTS-technologieën in de periode 2015-2025. Deze technologiepositie duiden we aan de hand van patentdata en patentcitatiegegevens en in verhouding tot andere kenniseconomieën, waarbij Figuur 22 een samenvattend overzicht geeft ten aanzien van de technologiepositie van Nederland.

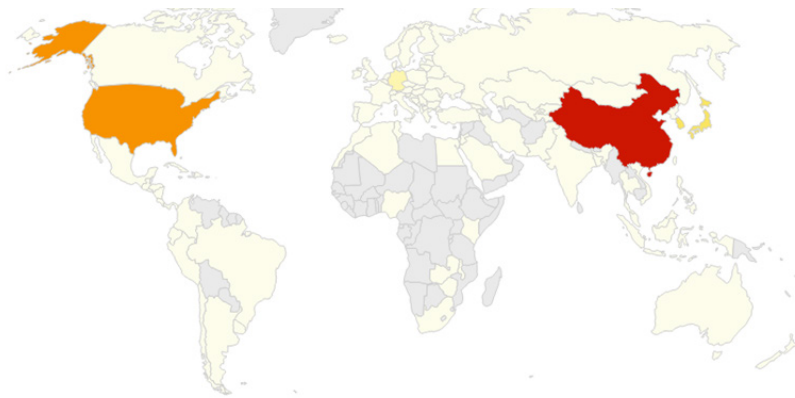


Figuur 22: De Nederlandse technologiepositie. (Bron: TNO Vector) ¹⁰

¹⁰ De technologiepositie is uitgedrukt aan de hand van landen hun Patent Asset Index (PAI) bijdrage. De PAI (zie Ernst & Omland, 2011) meet de totale waarde van landen hun patentportefeuille binnen een bepaald technologisch domein. De index houdt zowel rekening met het aantal patenten als de kwaliteit van die patenten (marktdkking en aantal citaties). De PAI-bijdragen zijn berekend via LexisNexis' PatentSight+, op basis van het aantal NTS-patentfamilies geregistreerd tussen 2015-2025 en reeds actief in november 2025.

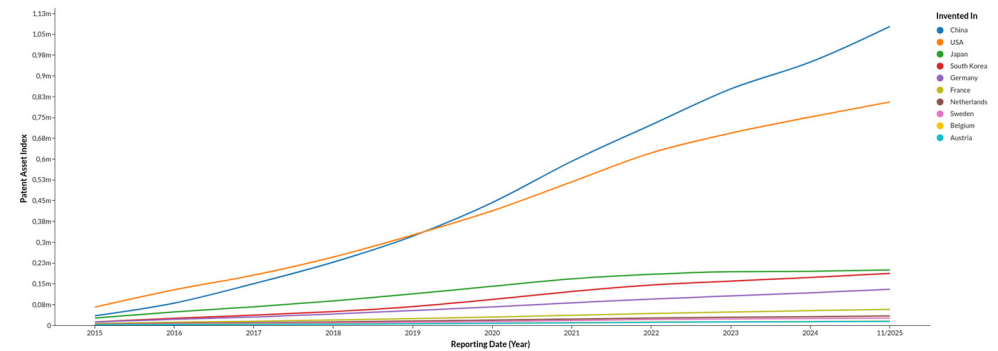
4.2.1 Waardevolle technologieposities in perspectief

Figuur 23 geeft de geografische spreiding weer van patenten op basis van hun omvang, innovatie- en marktwaarde (PAI), wat de totale waarde van een patentportefeuille weer-geeft. China (circa 50%) en de Verenigde Staten (circa 30%) nemen gezamenlijk het grootste deel van de wereldwijde innovatie- en marktwaarde van NTS-patenten voor hun rekening. Daarmee bepalen zij in toenemende mate de richting van technologische vooruitgang en weten ze een aanzienlijk groter deel van de gecreëerde economische waarde naar zich toe te trekken. Europese landen spelen, in vergelijking met deze koplopers, een beperktere rol; binnen Europa heeft Duitsland het grootste aandeel.



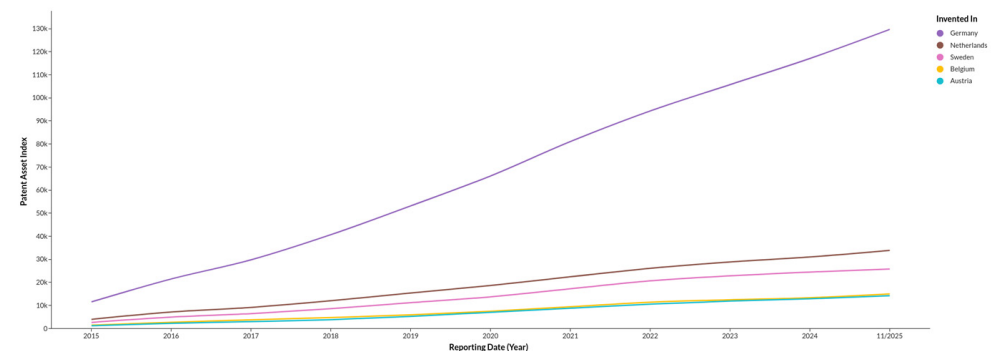
Figuur 23: Geografische verdeling van de NTS-patentportfolio's naar omvang en innovatie- en marktwaarde (PAI). (Bron: TNO Vector)

Figuur 24 toont de ontwikkeling in de omvang en impact van NTS-patentportfolio's van landen wereldwijd over de afgelopen tien jaar. Nederland wordt vergeleken met een reeks benchmarklanden, geselecteerd op basis van hun hoge R&D-investeringen (EZ, 2025). De trend laat een sterke groei in impact zien, met name voor China en de Verenigde Staten, die inmiddels het grootste aandeel vertegenwoordigen, dit is met name opvallend omdat deze landen in eerdere jaren nog veel dichterbij elkaar lagen. Europese landen vertonen weliswaar eveneens groei, maar in beperktere mate, waardoor het verschil in impact tussen de koplopers (China en de VS) en de rest sterk is toegenomen vergeleken met 10 jaar geleden.



Figuur 24: Trend van de afgelopen tien jaar in de omvang en de innovatie- en marktwaarde (PAI) van NTS-patentportfolio's in Europa. (Bron: TNO Vector)

Figuur 25 zoomt in op de ontwikkeling van de omvang en impact van NTS-patentportfolio's in een aantal Europese landen over de afgelopen tien jaar. Hieruit blijkt dat Duitsland de duidelijke koploper is in zowel groei als impact, waarbij het verschil met andere Europese landen, waaronder Nederland, steeds groter wordt. Nederland vertoont een gematigdere groei, maar behaalt wel een grotere totale impact dan landen als Zweden, België en Oostenrijk. Een kanttekening hierbij is dat deze landen meer investeren in R&D dan Nederland (EZ, 2025), waardoor hun groei in patenten en impact in de toekomst mogelijk sterker zal toenemen.



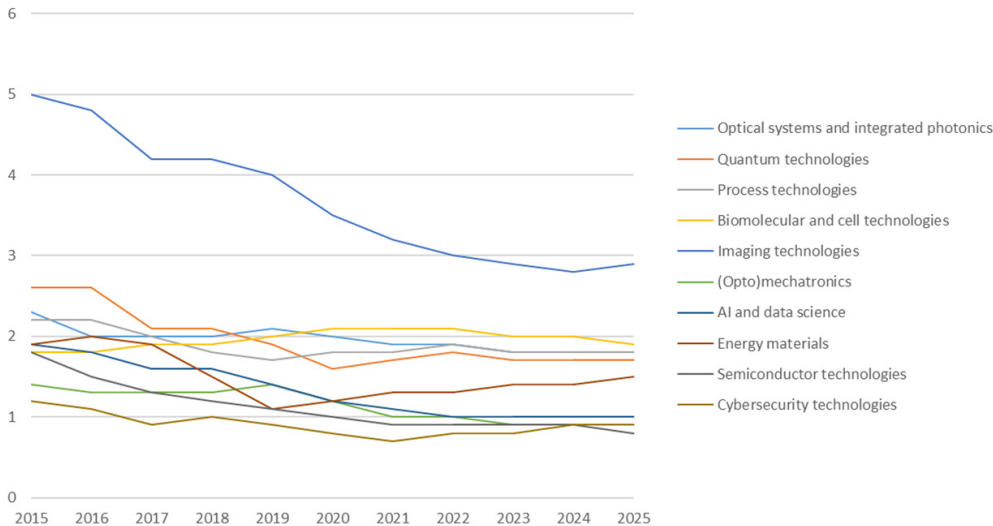
Figuur 25: Trend van de afgelopen tien jaar in de omvang en de innovatie- en marktwaarde (PAI) van NTS-patentportfolio's in Europa. (Bron: TNO Vector)

4.2.2. Ontwikkeling van technologiepositie van Nederland

Figuur 26 geeft een meer gedetailleerd beeld van de Nederlandse bijdrage aan de mondiale patentwaarde in de afgelopen tien jaar, uitgesplitst naar de verschillende NTS-technologiegebieden. Uit de figuur blijkt dat de Nederlandse technologiepositie in vrijwel alle NTS-technologieën een neerwaartse trend vertoont, wat op termijn de technologiepositie kan ondermijnen.

Vooral de bijdrage binnen *beeldvormingstechnologie*, waarin Nederland in 2015 nog sterk vertegenwoordigd was, laat de meest uitgesproken daling in technologiepositie zien. Ondanks deze terugval blijft dit technologiegebied in 2025 nog steeds het technologiegebied waarin de Nederlandse bijdrage relatief het grootst is.

Een uitzondering op de algemene neerwaartse lijn vormt *biomoleculaire & celtechnologie*, waar sprake is van een licht stijgende trend.



Figuur 26: Ontwikkeling van de Nederlandse bijdrage (in procenten) aan de wereldwijde waarde van NTS-patentportefeuilles. (Bron: TNO Vector)

Tabel 3 geeft een overzicht van het aandeel van Nederland in het aantal wereldwijde patentfamilies, evenals de ranking op zowel portefeuillegrootte als patentimpact en de toe- of afname daarvan.

Hieruit blijkt dat het Nederlandse aandeel in wereldwijde NTS-patenten gemiddeld onder de 1% ligt, met *quantumtechnologie* als duidelijke uitschieter. Gemiddeld neemt Nederland voor deze technologie zowel qua aantallen als qua impact van patenten de 11e positie in, wat aanzienlijk hoger is dan de 18e plaats die Nederland inneemt in de rangorde van grootste economieën ter wereld (gemeten naar bbp) (IMF Data, 2025). Ook *beeldvormingstechnologie* springt daarbij positief uit, waar Nederland een 6e plaats behaalt. Voor de meeste NTS-technologieën is de Nederlandse positie gelijk gebleven of licht verslechterd (2021-2025 t.o.v. 2025-2020). Hoewel de ranking daarmee een relatief sterk beeld schetst in verhouding tot de omvang van de Nederlandse economie, wordt het mondiale patentlandschap in toenemende mate gedomineerd door enkele technologische grootmachten, met name de Verenigde Staten en China (zie ook Figuur 21). Nederland zal dus moeten investeren in zijn technologiepositie om op de langere termijn relevant te blijven.

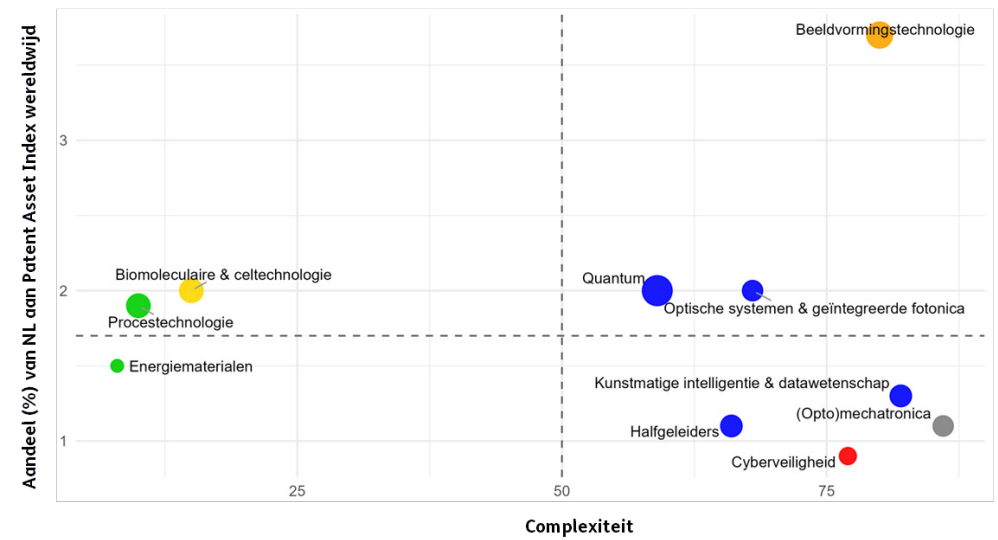
	Aandeel aan Patent Families	Ranking obv Portfolio Size (gem. 2015-2025)	Ranking obv PAI (gem. 2015-2025)	Delta T Portfolio Size Ranking*	Delta T PAI Ranking*
Optical systems and integrated photonics	0.77%	10e	11e	-	-
Quantum technologies	2.51%	11e	11e	-	=
Process technologies	0.67%	11e	10e	=	-
Biomoleculair and cell technologies	0.41%	12e	11e	=	-
Imaging technologies	1.42%	6e	6e	=	=
(Opto)mechatronics	0.25%	13e	12e	=	=
AI and data science	0.45%	12e	13e	-	+
Energy materials	0.60%	12e	11e	+	-
Semiconductor technologies	0.35%	13e	13e	-	=
Cybersecurity technologies	0.90%	14e	14e	=	=

Tabel 3: Ontwikkeling van de Nederlandse bijdrage aan de wereldwijde waarde van NTS-patentportefeuilles. (Bron: TNO Vector)

4.2.3. Potentie in Nederlandse technologiepositie

Figuur 27 toont de relatie tussen het Nederlandse aandeel in de wereldwijde patentwaarde en de complexiteit van NTS-technologieën, dat inzicht biedt in de mate van imiteerbaarheid en daarmee de potentie om een vergelijkbare positie te bereiken. In de grafiek wordt voor elke NTS-technologie de relatieve complexiteit weergegeven (volgens Balland & Boschma, 2024), in relatie tot het Nederlandse aandeel in de totale waarde van wereldwijde patenten (PAI), en de gemiddelde specialisatiegraad van Nederland (RCA) als bolgrootte.

Uit Figuur 27 blijkt dat Nederland op drie relatief complexe NTS-technologieën – *quantum*, *optische systemen & geïntegreerde fotonica* en *beeldvormingstechnologie* – een relatief hogere patentbijdrage heeft, wat kansen biedt om deze leidende positie verder uit te bouwen (rechtsboven). Bij de overige technologieën is het Nederlandse aandeel aan de wereldwijde patentwaarde doorgaans lager (links), of gaat het om technologieën die relatief minder complex zijn (rechtsonder). Hier is het nodig om leidende posities hierop te realiseren en deze kennis en technologische positie meer om te zetten naar (economische) waarde.

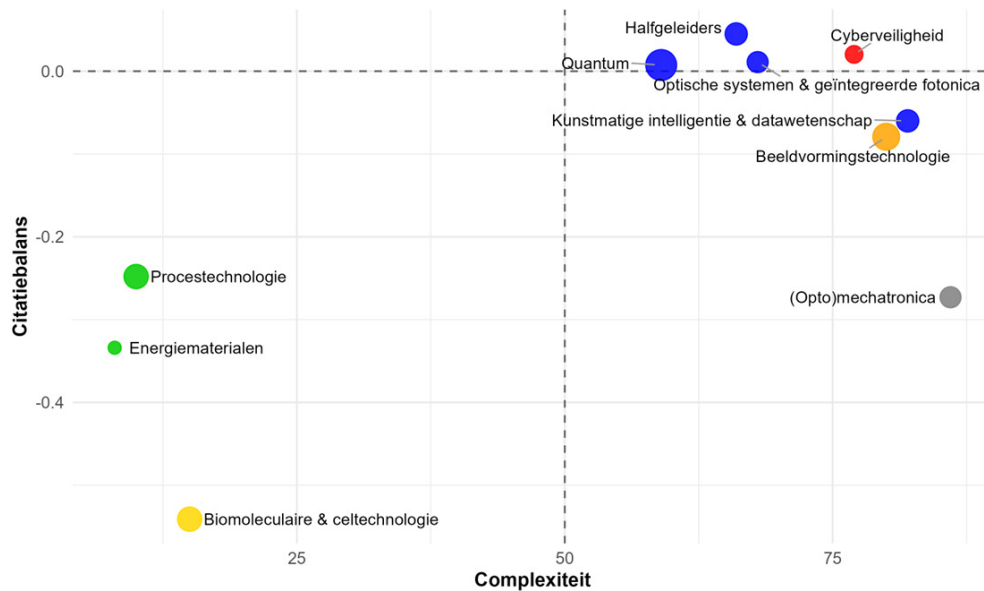


Figuur 27: Relatie tussen de technologische complexiteit van NTS-technologieën en de Nederlandse bijdrage aan de wereldwijde patentwaarde, waarbij de bolgrootte de RCA weergeeft (stippellijnen: $x = 50$ (midden), $y = 1,7$ (mediaan)). Legenda: Blauw = Digitalisering; Groen = Energie & Klimaat; Geel = Bio/Med Tech; Rood = Veiligheid. Grijs ((Opto)mechatronica) en Oranje (Beeldvormingstechnologie) zijn niet 1-op-1 aan een focusgebied toe te bedelen. (Bron: TNO Vector)¹¹

¹¹ De Revealed Comparative Advantage (RCA) meet de specialisatiegraad van een land in een technologisch (of economisch) domein ten opzichte van het wereldwijd gemiddelde. De RCA-waarden zijn berekend op basis van het aantal (NTS) patenten in de periode 2013-2022 (Elsevier, 2023). Een grotere bol betekent een relatief grotere wereldwijde specialisatie van Nederland binnen dit technologische domein ($RCA > 1$ = bovengemiddeld gespecialiseerd).

Figuur 28 toont opnieuw de technologische complexiteit van de NTS en de specialisatiegraad van Nederland, maar nu in relatie tot de citatiebalans. Deze indicator geeft inzicht in de mate waarin Nederland netto kennis importeert of exporteert op basis van patentcitaties, en daarmee in hoeverre Nederlandse innovaties als fundament dienen voor vervolgopt-wikkelingen elders (Conijn, 2025).

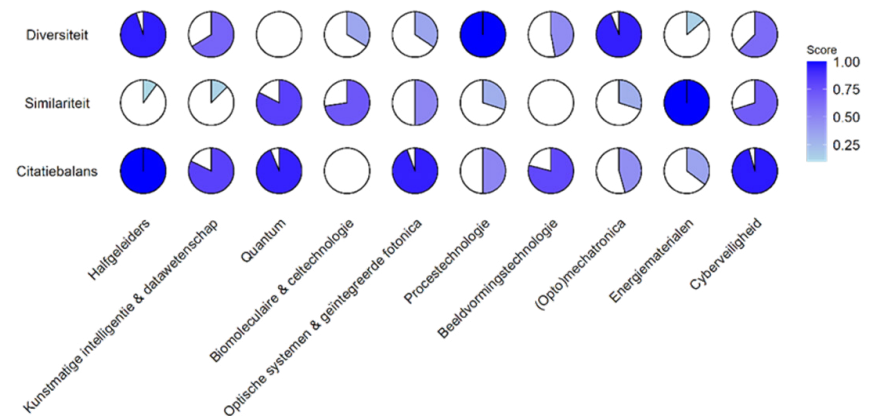
Uit Figuur 28 blijkt dat met name NTS-technologieën die aansluiten bij het focusgebied Digitalisering (blauw) een relatief sterke kennisexport laten zien (rechtsboven). Nederland behaalt voor deze technologieën een positievere citatiebalans, in combinatie met een hogere technologische complexiteit, wat duidt op een moeilijker te imiteren kennisbasis en een relatief sterke internationale positie.



Figuur 28: Relatie tussen de technologische complexiteit van NTS-technologieën en de kennisimport/-export (citatebalans), met de RCA weergegeven in bolgrootte (stippellijnen: $x = 50$ (midden), $y = \text{nul-punt}$). Legenda: Blauw = Digitalisering; Groen = Energie & Klimaat; Geel = Bio/Med Tech; Rood = Veiligheid. Grijs ((Opto)mecha-tronica) en Oranje (Beeldvormingstechnologie) zijn niet 1-op-1 aan een focusgebied toe te bedelen. (Bron: TNO Vector)

Figuur 29 geeft een overzicht met verdere verdieping in de scores van de NTS-technologieën op de balans tussen Nederlandse kennisimport en -export, de omvang en spreiding van de landen waarvan Nederland afhankelijk is, en de institutionele gelijkenis tussen deze landen met Nederland. Deze institutionele gelijkenis is bepaald op basis van het aandeel EU-, OESO/NAVO- en overige landen waarvan Nederland kennis betreft (Conijn, 2025). De figuur laat zien dat de prestaties sterk uiteenlopen: geen enkele technologie komt op alle onder-delen consequent sterk of zwak naar voren. Dit duidt erop dat elke NTS-technologie eigen kansen en kwetsbaarheden kent.

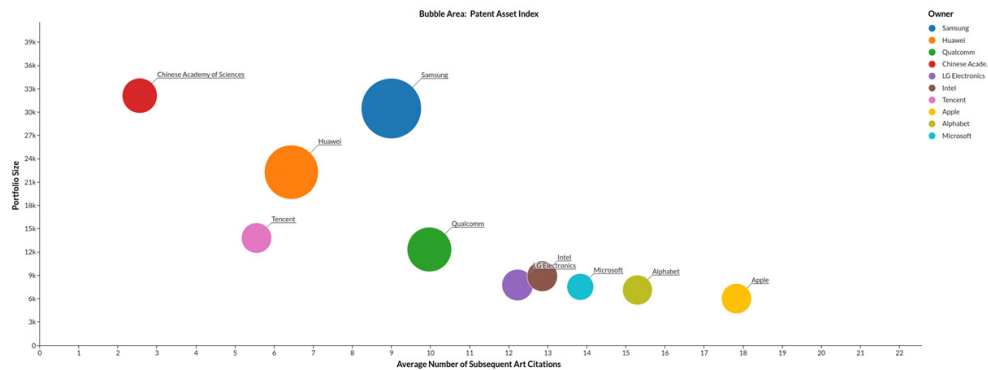
Binnen deze variatie vallen enkele patronen op. Procestechnologie heeft de grootste bron-diversiteit, wat wijst op een breed en gevarieerd spectrum aan landen als kennisleveranciers en daarmee een relatief robuuste kennisbasis. Energiematerialen toont juist de hoogste institutionele gelijkenis, met een duidelijke concentratie van kennisbronnen binnen Europa. Halfgeleiders heeft de meest positieve citatiebalans: landen waarvan Nederland kennis importeert, citeren in aanzienlijke mate ook Nederlandse patenten. Dit wijst op een meer wederkerige en evenwichtige kennisuitwisseling.



Figuur 29: Relatieve scores van NTS-technologieën op kennisimport/-export, brondiversiteit en institutionele overeenkomsten met kennisbronnen. (Bron: TNO Vector)

4.2.4. Technologiepositie van organisaties

Om inzicht te bieden in de technologische positie van internationale organisaties toont Figuur 30 de relatie tussen de omvang van de patentportfolio van internationale organisaties (kwantiteit) en de gemiddelde citaties van latere patenten (kwaliteit). Uit de figuur blijkt dat de Chinese Academy of Sciences een zeer groot aantal patenten bezit binnen de NTS-technologieën, terwijl Apple een kleiner portfolio heeft maar gemiddeld vaker wordt geciteerd. Dit suggereert dat Apple's innovaties relatief vaak als basis dienen voor verdere kennisontwikkeling en daarmee wijzen op een hoog innovatief vermogen. Daarnaast laat de figuur zien dat Samsung over het geheel genomen beschikt over het portfolio met de hoogste patentwaarde, zowel in kwantitatieve als kwalitatieve zin. Daarmee positioneert Samsung zich als een van de sterkste spelers binnen het internationale technologie-landschap.



Figuur 30: Relatie tussen het aantal patenten en het gemiddelde aantal citaties van andere patenten voor de top 10 internationale organisaties (op basis van PAI), waarbij de grootte van de bol de totale patentwaarde weergeeft. (Bron: TNO Vector)

Figuur 31 toont eveneens de relatie tussen de kwantiteit en kwaliteit van NTS-patentportfolio's, maar dan specifiek voor Nederlandse organisaties. Hieruit blijkt dat Philips het grootste aantal patenten binnen NTS-technologieën bezit, terwijl de patenten van ASM International gemiddeld aanzienlijk vaker worden geciteerd door andere patentaanvragen, een indicatie dat daaropvolgende innovaties voortbouwen op deze kennis. Philips, NXP en ASML beschikken over patentportfolio's met zowel een grote omvang als een hoge innovatie- en marktwaarde.



Figuur 31: Relatie tussen het aantal patenten en het gemiddelde aantal citaties van andere patenten voor de top 10 Nederlandse organisaties (op basis van PAI), waarbij de grootte van de bol de totale patentwaarde weergeeft. (Bron: TNO Vector)

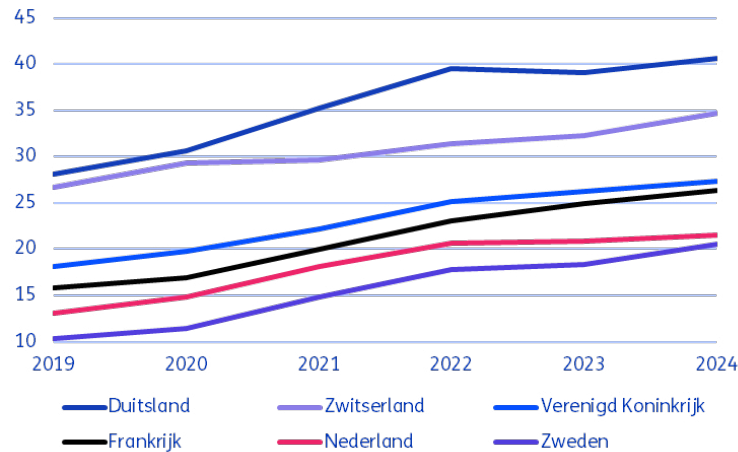
4.3 De ondernemerschapspositie van Nederland hapert

Om economische waarde te creëren moeten de ontwikkelde technologieën naar de markt worden gebracht. Dit kan gebeuren doordat bestaande bedrijven dit aan hun portefeuille toevoegen. Vaker worden nieuwe technologieën echter commercieel ontwikkeld door nieuwe bedrijven. Deze startups commercialiseren nieuwe technologieën en groeien bij succes door naar mogelijke nieuwe control points.

Het ontstaan en de doorgroei van startups hangt af van vele factoren. Ondernemers hebben onder andere behoefte aan testfaciliteiten, financiering en geschoold personeel (Stam en Van de Ven, 2021). Alhoewel het ecosysteem voor ondernemerschap in Nederland redelijk ontwikkeld is, zien we dat ondernemers tegen veel uitdagingen aanlopen bij de opschaling van bedrijven (McKinsey & Company, 2022), zoals ook omschreven in Hoofdstuk 3. Ook kennen de hoog technologische sectoren specifieke uitdaging, waaronder het vinden van investeerders die bereid zijn meer risico te nemen en niet op korte termijn returns te verwachten (Techleap, 2025).

4.3.1. Nederlandse startups en scale-ups

Als gekeken wordt naar startups en scale-ups dan blijkt dat Nederland achter blijft in de doorgroei van startups naar scale-ups (Techleap, 2025; TNO, 2025b, McKinsey & Company, 2022). De Nederlandse schaalratio van 21,5% – het percentage startups dat doorgroeit – is lager dan het Europees gemiddelde (23,1%) en ver achter Duitsland (40,6%) en de VS (54,1%) (Techleap, 2025, zie ook Figuur 32). Figuur 33 laat zien dat ten aanzien van factoren die bijdragen aan het verbeteren van de scale-up ratio (bijvoorbeeld beschikbaar kapitaal, talent en regulering), Nederland het slechter doet dan vergelijkbare landen (McKinsey & Company, 2022).



Figuur 32: Scale-up ratio van Nederland en Europese peers in de periode 2019-2024 (Bron: Techleap, 2025; bewerking TNO Vector).

Scale-up indicators, 2021

● Worse than 20% of peer set average ● Within 20% of peer set average ● Better than 20% of peer set average
● Not available

	Sectors and regional scope		Venture capital	Capital	People	Regulation
	Market capitalization of start-ups as share of GDP	Average start-up valuation	Yearly venture capital financing volume per capita	Total financing volume of domestic investors	Share of tech jobs that are hard to fill	Employee stock ownership plans score
Israel	●	●	●	●	●	●
Estonia	●	●	●	●	●	●
US	●	●	●	●	●	●
Sweden	●	●	●	●	●	●
UK	●	●	●	●	●	●
Germany	●	●	●	●	●	●
France	●	●	●	●	●	●
Netherlands	●	●	●	●	●	●

Source: Dealroom; Index Ventures; State of European tech 21, Atomico, Dec 9, 2021; McKinsey analysis

Figuur 33: Internationale vergelijking van scale-up indicatoren in 2021 (Bron: McKinsey & Company, 2022).

4.3.2. Nederlandse startups en scale-ups in quantum en in AI

Om een beeld te krijgen van de commercialisatie van nieuwe technologieën kan gekeken worden naar startups en scale-ups die deze technologieën naar de markt brengen. In onderstaande analyse brengen we het aantal startups en scale-ups in kaart en kijken we ook naar hoeveel financiering deze bedrijven hebben opgehaald.

Om startups en scale-ups te definiëren volgen we de definitie die wordt gebruikt door Techleap (2025) in hun State of Dutch Tech rapport. Dit betekent dat we enkel bedrijven meenemen die na 1990 zijn opgericht en nog actief zijn. Startups zijn bedrijven die minder dan 10 miljoen dollar aan financiering hebben opgehaald, en scale-ups bedrijven die meer dan 10 miljoen dollar aan financiering hebben opgehaald.¹² We kijken daarbij specifiek naar startups en scale-ups in de technologiegebieden *Quantumtechnologie* en *Artificial Intelligence*.

¹² Voor deze analyses maken we gebruik van Dealroom data. Aangezien Dealroom werkt met filters in dollars houden we deze aan om een onderscheid te maken tussen startups en scale-ups. Dit komt neer op een grens van ongeveer 8,65 miljoen euro (op 30-10-2025). De startups en scale-ups die actief zijn op het gebied van in de quantumtechnologie en AI kunnen worden gevonden aan de hand van speciale technologiefilters in de Dealroom data en een scan van de beschrijving van de bedrijfsactiviteiten geeft aan dat deze filter goed werkt. Voor de locatie van de bedrijven kijken we naar de locatie van het hoofdkantoor.

Tabel 4 laat zien dat Nederland een redelijk groot aantal quantum startups heeft in verhouding tot het totale aantal quantum startups wereldwijd, namelijk zo'n 4,6%. Dit komt redelijk overeen met het aandeel in het aantal scale-ups: 5,5%. Als we kijken naar het aandeel in financiering komt dit zelfs wat hoger uit voor startups 6,7%, maar voor scale-ups is dit een veel kleiner aandeel met 1%.

Tabel 5 toont de top vijf landen in termen van startup financiering voor quantumtechnologie en Tabel 6 toont de top vijf in termen van scale-up financiering voor quantumtechnologie. Waar Nederland nog op de vijfde plek staat voor startup financiering, staat Nederland slechts op de elfde plek voor de financiering van scale-ups. Financiering van met name scale-ups is dus een cruciale uitdaging voor Nederland.

	Aantal startups	Funding startups (EUR M)	Aantal scale-ups	Funding scaleups (EUR M)
Nederland	21	30,05	6	124,42
Wereld (excl. Nederland)	435	414,23	104	11.866,92

Tabel 4: Nederlandse startups en scale-ups in quantumtechnologie in vergelijking met de rest van de wereld. (Bron: TNO Vector).

Land	Funding startups (EUR M)
Verenigd Koninkrijk	85,25
Amerika	81,37
Frankrijk	39,39
Canada	35,72
Nederland	30,05

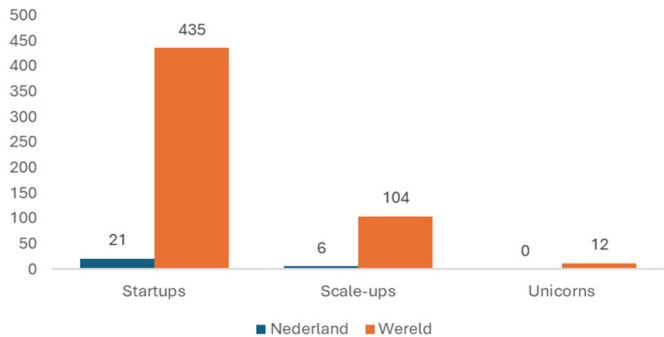
Tabel 5: Top 5 startup financiering in quantumtechnologie. (Bron: TNO Vector).

Land	Funding scale-ups (EUR M)
Amerika	6.050,60
Verenigd Koninkrijk	1867,46
Canada	889,45
Finland	553,64
Frankrijk	447,77

Tabel 6: Top 5 scale-up financiering in quantumtechnologie. (Bron: TNO Vector).

Figuur 34 toont dat Nederland een redelijk groot aantal quantum startups heeft ten opzichte van het wereldwijde aantal, en dat Nederland zelfs een wat hoger aandeel in het totaal aantal scale-ups kent. Figuur 34 bevestigt echter ook dat Nederland nog geen grote spelers heeft op het gebied van quantum. Van de scale-ups zijn er 12 bedrijven die als ‘unicorn’ bestempeld kunnen worden. Deze unicorns zitten voornamelijk in Amerika (7) en Canada (2). Ook Finland, Spanje en het Verenigd Koninkrijk tellen een unicorn.

Figuur 35 toont de positie van Nederland op quantumtechnologie over de innovatieketen heen. Daarbij wordt duidelijk dat verderop in de innovatieketen het Nederlandse aandeel steeds kleiner wordt. Dit bevestigt het bestaan van een mogelijke innovatieparadox of innovatiekloof in Nederland; Nederland blinkt uit in fundamenteel en toegepast onderzoek, maar heeft moeite om kennis om te zetten in toepassingen, nieuwe duurzame bedrijvigheid en economische groei.



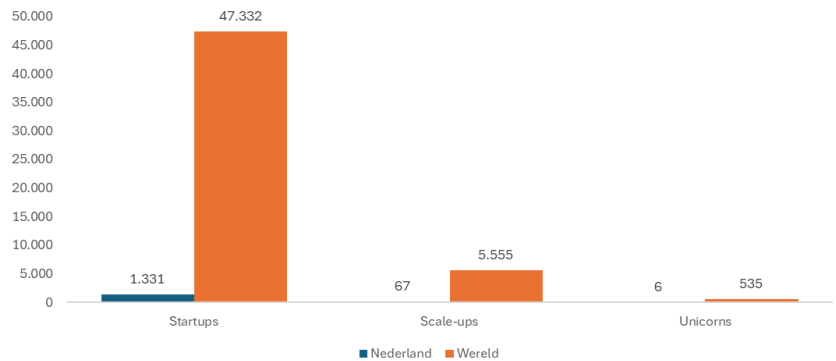
Figuur 34: Startups, scale-ups en unicorns in quantum. (Bron: TNO Vector).

	Wetenschappelijke positie	Technologische positie	Startup / Scale-up financieringspositie
Aandeel Nederland	2,4%	2,0%	1,0%
Beschrijving	Aandeel op basis van aantal quantum publicaties wereldwijd tussen 2013-2022	Aandeel op basis van Nederlandse bijdrage aan wereldwijde quantum PAI in de periode 2015-2025	Aandeel op basis van wereldwijd opgehaalde financiering voor quantum startups en scale-ups in de periode 2020-2024
Innovatieparadox 1 - Van wetenschappelijke kennis naar toepassing Nederland excelleert in wetenschappelijke output en de kwaliteit van publicaties, maar dit vertaalt zich (nog) niet in een evenredig aantal patenten of nadere toepassingen.		Innovatieparadox 2 - Doorgroei van startups naar scale-ups Nederland heeft moeite om startups structureel door te laten groeien tot grote, impactvolle bedrijven.	

Figuur 35: De Nederlandse positie in quantumtechnologie op basis van het percentage publicaties, patenttaandeel, en startup/scale-up investeringen. (Bron: TNO Vector)

De cijfers over AI startups en scale-ups laten een vergelijkbaar beeld zien, zie Figuur 36. Alhoewel Nederland bijna 3% van de wereldwijde AI startups heeft, bevindt maar 1% van de scale-ups en unicorns zich in Nederland. Dit onderstreept dat het omzetten van startups naar scale-ups een uitdaging is. Het laat echter ook zien dat Nederland in staat is om extreem succesvolle scale-ups, oftewel unicorns, voort te brengen.

Figuur 37 toont de positie van Nederland op het gebied van AI-technologie over de innovatieketen heen. Net als voor quantumtechnologie geldt ook hier dat verderop in de innovatieketen het Nederlandse aandeel steeds kleiner wordt; opnieuw een aanwijzing voor het bestaan van een innovatieparadox in Nederland.



Figuur 36: Startups, scale-ups en unicorns in AI. (Bron: TNO Vector).

	Wetenschappelijke positie	Technologische positie	Startup / Scale-up financieringspositie
Aandeel Nederland	1,3%	1,3%	0,6%
Beschrijving	Aandeel op basis van aantal AI & data science publicaties wereldwijd tussen 2013-2022	Aandeel op basis van Nederlandse bijdrage aan wereldwijde AI & data science PAI in de periode 2015-2025	Aandeel op basis van wereldwijd opgehaalde financiering voor AI startups en scale-ups in de periode 2020-2024
	Innovatieparadox 1 - Van wetenschappelijke kennis naar toepassing Nederland excelleert in wetenschappelijke output en de kwaliteit van publicaties, maar dit vertaalt zich (nog) niet in een evenredig aantal patenten of nadere toepassingen.		Innovatieparadox 2 - Doorgroei van startups naar scale-ups Nederland heeft moeite om startups structureel door te laten groeien tot grote, impactvolle bedrijven.

Figuur 37: De Nederlandse positie in AI-technologie op basis van het percentage publicaties, patenttaandeel, en startup/scale-up investeringen. (Bron: TNO Vector).

4.3.3. Economische potentie van Nederland

Naast het ontwikkelen van potentiële nieuwe bedrijvigheid in Nederland is het voor de concurrentiepositie ook van belang wat huidige bedrijven produceren. Wat Nederland produceert en met name exporteert zegt wat over de huidige concurrentiepositie op de internationale markt. Daarbij geldt ook dat hoe complexer een productieproces of een product is, hoe moeilijker een proces of product gekopieerd kan worden en hoe sterker de concurrentiepositie is. Handelsdata kunnen hier inzicht in geven. Handelsstromen geven namelijk een beeld in welke producten Nederland wereldwijd sterk is (hoog marktaandeel) en hoe uniek deze producten zijn (hoeveel andere landen ze ook kunnen produceren).

Met handelsdata kan naast het analyseren van de huidige positie ook inzicht worden gegeven in de producten die interessant zijn voor diversificatie. Op basis van de huidige producten die Nederland produceert kan er een berekening worden gemaakt op basis van de complexiteit (waardoor imitatie moeilijker is), afstand (in hoeverre producten die al door Nederland worden geproduceerd lijken op het nieuwe product) en ‘*opportunity gain*’ (hoeveel nieuwe producten met een hoge complexiteit gelinkt zijn aan het product). Gebaseerd op een mix van deze drie kenmerken kunnen de beste mogelijkheden inzichtelijk worden gemaakt. Dit zijn niet per se producten die Nederland nog helemaal niet produceert maar producten waarin nog veel gewonnen kan worden als Nederland verder zou specialiseren (Hausmann et al., 2013).

Op basis van handelsdata is daarom gekeken naar de producten die Nederland exporteert. Tabel 7 toont de top 10 exportproducten van Nederland. Deze tabel laat zien dat Nederland een leidende positie heeft op het gebied van planten en zaden. Daarnaast komt ook landbouw naar voren en verschillende materialen zoals papier en linoleum. In de huidige top tien is nog niet veel te zien van de technologieën uit de Nationale Technologiestrategie (EZK, 2024). Daarnaast hebben veel van deze producten een lage complexiteit, met een product complexiteit onder de nul, wat laat zien dat deze producten minder complex zijn dan gemiddeld.

Product	Waarde van export (USD)	Waarde van import (USD)	Marktaandeel	Relatief concurrentievoordeel (1 is neutraal)	Product complexiteit (0 is gemiddeld)
Planten (bollen etc.)	1.389.745.246	100.321.222	0,769689	27,003382	-0,649
Fotografisch papier	170.686.778	4.281.440	0,450387	15,074765	0,341
Planten (stekken)	4.190.804.318	799.815.712	0,421215	14,315304	-1,064
Gesneden bloemen	3.684.870.063	793.046.621	0,408589	13,713144	-1,583
Linoleum	94.106.772	23.310.441	0,361261	12,127198	0,027
Dierlijke vetten	156.018.468	100.806.299	0,337974	11,30675	0,136
Papier en karton	188.710.886	16.255.623	0,29487	9,877172	0,807
Bladmuziek	21.162.869	3.136.547	0,273159	9,58333	1,292
Biobrandstof	7.043.147.771	5.119.343.146	0,263275	8,83103	0,509
Zaden	2.154.346.063	677.330.293	0,260715	8,770762	-0,8

Tabel 7: Top 10 exportproducten van Nederland. (Bron: TNO Vector).

Op basis van handelsdata kan ook worden gekeken naar de complexiteit van de producten die een land exporteert. Tabel 8 toont de top 10 complexe exportproducten van Nederland. De meest complexe producten die Nederland op dit moment produceert, zijn industriële goederen en bewerkte grondstoffen. De technologieën die hierin naar voren komen zijn optical systems (fotografische producten) en semiconductors. Daarnaast zien we ook verschillende producten die linken aan composiet technologieën, maar dit is geen onderdeel van de NTS (EZK, 2024). Van deze complexe producten is er alleen in semiconductor machines, ester en fotografische goederen ook een relatief groot marktaandeel.

Product	Waarde van export (USD)	Waarde van import (USD)	Marktaandeel	Relatief concurrentievoordeel (1 is neutraal)	Product complexiteit (0 is gemiddeld)
Fotografische platen en folie	12.254.524	36.697.189	0,00682	0,302829	2,775
Nikkel	15.279.191	29.494.198	0,007058	0,237465	2,559
Textielmachines	1.993.330	610.164	0,001621	0,054421	2,455
Semiconductor machines	22.591.569.750	2.937.768.301	0,205752	7,221507	2,405
Fotografische goederen	243.579.945	112.052.273	0,041939	1,497927	2,399
Cermets (composiet van metaal en keramiek)	2.171.113	18467278	0,002405	0,081705	2,126
Gereedschap van cermet	383.801.773	532.693.031	0,017821	0,609973	2,09
Roestvrij staal	28.234.852	24.469.396	0,016514	0,696152	2,079
Metaal met zilver	238.384	667.519	0,002044	0,071703	2,046
Ester (fosfoor en zouten)	51.112.659	62.526.849	0,056096	1,91308	1,999

Tabel 8: Top 10 complexe exportproducten van Nederland. (Bron: TNO Vector).

Op basis van de huidige productie van Nederland, zoals blijkt uit de handelsdata, kan worden gekeken naar de kansen voor diversificatie. Hierbij gaat het er om dat je diversifieert met nieuwe producten die gerelateerd zijn aan de bestaande producten (omdat die productiekennis er al is), die complex zijn (en daarom een beter concurrentievoordeel leveren) en het liefst ook weer gerelateerd zijn aan andere complexe producten. Op basis van deze drie kenmerken kunnen de meest kansrijke nieuwe exportproducten worden geïdentificeerd (zie ook Hausmann et al., 2013).

De eerste analyses laten zien dat de meeste kansrijke producten van Nederland gelinkt kunnen worden met verschillende technologieën van de NTS (EZK, 2024). Met name op het gebied van *optical systems* (fotografische chemicaliën, microscopen, X-ray machines), *semiconductor technologie* (siliconen) en *biomoleculaire technologie* (vaccins). Dit zijn dus producten waar Nederland nog in kan groeien en waar een goede concurrentiepositie op kan worden verworven omdat Nederland al capaciteiten op deze gebieden heeft waar het op kan bouwen.

5 Conclusie: van haperende motor naar opgevoerd innovatievermogen

5.1 Samenvatting

Waar Europa als geheel voor grote uitdagingen staat met betrekking tot zijn concurrentievermogen, mede door de dominante posities van China en de VS, kent Nederland zijn eigen, specifieke knelpunten. Het structurele tekort aan technisch talent, de achterblijvende en steeds verdere concentratie van R&D-investeringen van bedrijven en de beperkte toegevoegde waarde in kennisintensieve sectoren drukken steeds zwaarder op ons toekomstig verdienvermogen.

Innovatie, als motor van ons toekomstige verdienvermogen, staat onder toenemende druk – met name op de langere termijn. De Nederlandse kennis- en technologiepositie laat een neerwaartse trend zien, wat zichtbaar wordt in het afnemende publicatie- en patentaandeel van de sleuteltechnologieën van de Nationale Technologiestrategie (EZK, 2024). Juist deze technologieën, gekoppeld aan cruciale domeinen als veiligheid, klimaat & energie, gezondheid & biotech en digitale technologieën, zouden de gebieden moeten zijn waarop Nederland internationaal excelleert.

Hoewel Nederland een sterk startup-ecosysteem heeft en op het vlak van AI en quantum zelfs relatief veel jonge bedrijven telt, stokt ook de doorgroei naar scale-ups. Het gebrek aan grotere financieringsrondes en schaarste aan technisch geschoold personeel remmen de opschaling van radicale innovatie en nieuwe technologiegedreven bedrijvigheid. Deze remmende factoren dragen mede bij aan de zogeheten innovatieparadox: Nederland blinkt uit in fundamenteel en toegepast onderzoek, maar heeft moeite om kennis om te zetten in toepassingen, nieuwe duurzame bedrijvigheid en economische groei. De stappen in de innovatieketen – van wetenschappelijke publicaties naar patenten en vervolgens naar ondernemerschap – tonen een zichtbaar afnemend Nederlands aandeel.

Daarbij speelt ook de sectorstructuur een belangrijke rol. Laag-technologische producten en sectoren met een relatief lage groei in toegevoegde waarde zijn in Nederland oververtegenwoordigd, terwijl slechts een beperkt aantal hightech-sectoren sterk presteren. Bovendien investeren Nederlandse bedrijven structureel minder in R&D dan hun internationale concurrenten binnen dezelfde sectoren, wat de technologische voorsprong verder onder druk zet. Tegelijkertijd liggen er duidelijke kansen om de productie en export van hoogwaardige technologieproducten – zoals medische beeldvormingsapparatuur, vaccins of fotonische chips – fors op te schalen.

5.2 Een trendbreuk is nodig om concurrerend te blijven

De boodschap is daarom duidelijk: Nederland kan niet op zijn lauweren rusten. Een trendbreuk is nodig om in een snel veranderende wereld concurrerend te blijven.

Om de Nederlandse concurrentiepositie duurzaam te versterken, is het niet voldoende om de haperende innovatiemotor te repareren. Het innovatievermogen dient daarbij juist opgevoerd te worden: gerichte intensivering in sleuteltechnologieën, het vergroten van de R&D-intensiteit in kansrijke sectoren, en het creëren van condities waarin radicale innovaties en nieuwe bedrijvigheid kunnen doorgroeien. Dat vraagt om een stevigere innovatiecultuur en ondernemerschapsinfrastructuur, meer experimentele ontwikkeling en demonstratie, betere financieringsmogelijkheden voor technologische scale-ups en het dichten van het tekort aan technisch talent (TNO Vector, 2025b). Dergelijke gerichte investeringen dragen bij aan het versterken van de technologiepositie van Nederland.

Het maken van keuzes is daarbij belangrijk. Juist door in te zetten op een aantal kennisintensieve sectoren kan Nederland unieke en waardevolle control point posities opbouwen, zoals we nu al hebben in de halfgeleiderwaardeketen (TNO Vector, 2024b). Een degelijke *evidence-base* over de positie van Nederland over de gehele innovatieketen, waarvan enkele bouwblokken zijn gepresenteerd in dit rapport, biedt daarbij handvatten voor het maken van deze keuzes over het opbouwen van unieke, moeilijk te imiteren kennis en (internationale) posities van Nederland.

Alleen als alle onderdelen van de innovatieketen functioneren en op elkaar aansluiten kan de innovatiemotor van Nederland een succesvolle aanjager zijn van welvaart.

6 Referentielijst

Atomico. (2024). *State of European Tech 24*. <https://stateofeuropeantech.com>.

Balland, P. A., & Boschma, R. (2024). Brabant in goede positie om sleuteltechnologieën verder te ontwikkelen. *Economische Statistische Berichten*, 109 (4837S): 80-85. https://esb.nu/wp-content/uploads/2024/09/D-080-085_IN_BallandBoschma.pdf.

Conijn, M. (2025). *Mapping Technological Sovereignty: A Geopolitical Network Approach to Domestic Capabilities and External Dependencies in Key Technologies*. Utrecht University & TNO Vector master's thesis. <https://studenttheses.uu.nl/handle/20.500.12932/49237>.

Draghi, M. (2024). *The Future of European Competitiveness – A Competitiveness Strategy for Europe*. Brussels: European Commission: https://commission.europa.eu/topics/eu-competitiveness/draghi-report_en.

EIB (2025). *Unlocking innovation: Addressing the funding needs of EU technology infrastructures*. Luxembourg: European Investment Bank. [Unlocking innovation: Addressing the funding needs of EU technology infrastructures](https://www.eib.org/en/press/2025/01/unlocking-innovation-addressing-the-funding-needs-of-eu-technology-infrastructures).

Elsevier. (2023). *Quantitative analysis of Dutch research and innovation on key technologies*. <https://open.overheid.nl/documenten/ae032402-8cf2-4932-b64e-f73da59ab701/file>.

Erken, H. (2024). *Lage groei productiviteit mede door ongunstige structuur economie*. Economische Statistische Berichten. [Lage groei productiviteit mede door ongunstige structuur economie – ESB](https://esb.nu/nederlandse-rd-steeds-sterker-geconcentreerd-bij-enkele-bedrijven).

Ernst, H., & Omland, N. (2011). The Patent Asset Index–A new approach to benchmark patent portfolios. *World Patent Information*, 33(1), 34-41.

Eurostat. (2025). *Graduates in tertiary education, in science, math., computing, engineering, manufacturing, construction*. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/product/view/educ_uoe_grad04?category=educ.educ_outc.educ

EZ. (2025). *Kamerbrief Investeren in een weerbare en toekomstbestendige economie: het 3%-R&D-actieplan*. <https://open.overheid.nl/documenten/4ca054dc-2310-4cd6-84b4-635d435c999d/file>.

EZK. (2024). *De Nationale Technologiestrategie*. <https://open.overheid.nl/documenten/67b0a9e1-135b-483f-9ed9-3aade270dbce/file>.

Geurts, A. (2024). *ASML vs Nokia: Wat kan Nederland leren van het Nokia-effect?* TNO Vector Insight artikel. <https://vector.tno.nl/artikelen/asml-vs-nokia-nederland-leren-nokia/>.

Hausmann, R., Hidalgo, C., Bustos, S., Coscia, M., Chung, S., Jimenez, J., Simoes, A., Yildirim, M. (2013). *The Atlas of Economic Complexity*. Cambridge, MA: MIT Press.

IMD. (2018-2025). *World Competitiveness Ranking*. <https://www.imd.org/centers/wcc/world-competitiveness-center/rankings/world-competitiveness-ranking/>.

IMD. (2014-2023). *World Talent Ranking*. <https://www.imd.org/centers/wcc/world-competitiveness-center/rankings/world-talent-ranking/>.

IMF Data. (2025). *IMF Data explorer*. <https://data.imf.org/en/Data-Explorer>.

INSEAD. (2014-2023). *Global Talent Competitiveness Index*. <https://www.insead.edu/global-talent-competitiveness-index>.

JRC. (2003-2023). *The EU Industrial R&D Investment Scoreboard*. European Commission JRC: https://iri.jrc.ec.europa.eu/scoreboard/2024-eu-industrial-rd-investment-scoreboard#field_data.

Kempen, van, J., Heide, de, M. & Jorna, C. (2025). *Nederlandse R&D steeds sterker geconcentreerd bij enkele bedrijven*. Economische Statistische Berichten, Statistiek. <https://esb.nu/nederlandse-rd-steeds-sterker-geconcentreerd-bij-enkele-bedrijven/>.

McKinsey & Company. (2025). *Europe in the intelligent age: From ideas to action*. McKinsey & Company. https://www.mckinsey.com/industries/technology-media-and-telecommunications/our-insights/europe-in-the-intelligent-age-from-ideas-to-action#.

McKinsey & Company. (2023). *Building a world-class Dutch start-up ecosystem*. McKinsey & Company. <https://www.mckinsey.com/industries/technology-media-and-telecommunications/our-insights/building-a-world-class-dutch-start-up-ecosystem>.

McKinsey & Company. (2022). *Building a world-class Dutch startup-ecosystem*. McKinsey & Company. <https://www.mckinsey.com/industries/technology-media-and-telecommunications/our-insights/building-a-world-class-dutch-start-up-ecosystem>.

OECD. (2025). *Main Science and Technology Indicators (MSTI) – Gross Domestic Expenditure on R&D [Database]*. <https://www.oecd.org/en/data/datasets/research-and-development-statistics.html>

Platform Talent voor Technologie. (PTvT; 2025). *Arbeidsvraag en -tekorten*. <https://www.ptvt.nl/dashboard/pagina/arbeidsvraag-en-tekorten>.

Rathenau Instituut. (2024). *Aantal wetenschappelijke publicaties, internationaal vergeleken (WoS)*. <https://www.rathenau.nl/nl/wetenschap-cijfers/output/publicaties/aantal-wetenschappelijke-publicaties-internationaal-vergeleken-wos>.

ROA & SEO. (2022). *Arbeidsmarktkrapte technici*. <https://www.seo.nl/wp-content/uploads/2022/10/2022-82-Arbeidsmarktkrapte-technici-2022.pdf>.

Stam, F.C., en Van de Ven, A. (2021) *Entrepreneurial Ecosystem Elements*. Small Business Economics, 56, 809-832.

Techleap. (2025). *State of Dutch Tech Report 2025*. <https://techleap.nl/reports/state-of-dutch-tech-report-2025>.

TNO. (2025a). *De Nederlandse R&D kloof groeit*. TNO 2025 R11255/A. <https://open.overheid.nl/documenten/035eeaf3-45b5-4d6c-956b-a2440c082762/file>.

TNO. (2025b). *Nederlandse R&D investeringen: naar 3% bbp in 2030*. TNO 2025 R12384. <https://publications.tno.nl/publication/34645239/q9z2ezug/TNO-2025-R12384.pdf>.

TNO. (2025c). *Shift-share analyse. Internationale ontwikkelingen in private R&D*. TNO 2025 R11129. <https://publications.tno.nl/publication/34645233/JLcIH2Lk/TNO-2025-R11129.pdf>.

TNO. (2024). *R&D Top 30 in een breder perspectief*. TNO 2024 R12325. <https://vector.tno.nl/artikelen/top-30-bedrijven-meest-investeren/>.

TNO Vector. (2025a). *Het Nederlandse concurrentievermogen in het licht van het Draghi-rapport*. TNO 2025 R10842. <https://vector.tno.nl/artikelen/draghi-rapport-vertaald-nederland/>.

TNO Vector. (2025b). *Arbeidsproductiviteit vitaal voor verdienvermogen. Arbeidsproductiviteit vitaal voor verdienvermogen - Oplossingen voor achterblijvende groei*. TNO 2024 R12516. <https://publications.tno.nl/publication/34643650/UXBZ0DxA/TNO-2024-R12516.pdf>.

TNO Vector. (2024a). *Synthese landenstudie 3% R&D doelstelling. Onderzoek naar R&D investeringen in België, Denemarken en Duitsland*. Den Haag, TNO 2024 R11383. <https://publications.tno.nl/publication/34642874/FDzL43so/TNO-2024-R11383.pdf>.

TNO Vector. (2024b). *Grip op control points: een verkenning van de literatuur*. TNO 2024 R11817. <https://publications.tno.nl/publication/34643501/ofn88tgc/TNO-2024-R11817.pdf>.

TW, VNO-NCW & TNO. (2024). *R&D Top 30 2024*. <https://tw.nl/rd-top-30/>.

UWV. (2025). *Dashboard spanningsindicator*. <https://www.uwv.nl/nl/arbeidsmarktinformatie/dashboards/dashboard-spanningsindicator>.

Van Bree, T., Gijsbers, G., Otto, D., Janssen, V., Winkels, E., Goes, M., Gielgens, L., & Van der Horst, T. (2023). *Herijking sleuteltechnologieën*. TNO 2023. https://www.tno.nl/publish/pages/8843/tno_herijking_sleuteltechnologie_2023_v4.pdf.

WIPO. (2018-2025). *Global Innovation Index*. <https://www.wipo.int/en/web/global-innovation-index/2025/index>.

7 Bijlagen

Bijlage 7.1 – Verdieping kennispositie

De analyses van de kennispositie zijn uitgevoerd op basis van wetenschappelijke publicatie-data van Elsevier (2013-2022). Elsevier hanteert een selectie van benchmark landen: EU15, VS, en China.

Indicatoren:

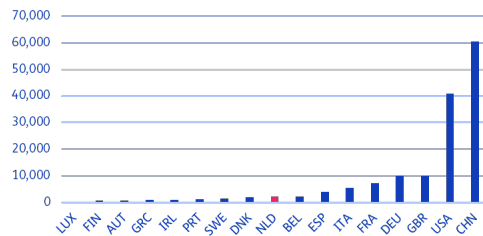
- **Absoluut:** Dit geeft het totaal aantal wetenschappelijke publicaties binnen de NTS-technologieën weer.
- **Wetenschappelijke productiviteit (c.q. efficiëntie):** Dit geeft het aantal publicaties per 100 fte publieke onderzoekers weer. Opmerking: productiviteit is uitgedrukt adhv totaal aantal publieke onderzoekers per land, niet specifiek per vakgebied/NTS.
- **Wetenschappelijke citatie-impact (FWCI)** meet de invloed van wetenschappelijk onderzoek door te kijken hoe vaak publicaties worden geciteerd in andere wetenschappelijke publicaties. Opmerking: De FWCI is genormaliseerd per sleuteltechnologie, zodat de waarden tussen technologieën vergelijkbaar zijn. Deze maatstaf is gebruikt voor het benaderen van de ‘impact van Nederlandse wetenschappelijke onderzoek, uitgedrukt in publicaties’ en de ontwikkeling over de tijd daarvan.
- **Relative Activity Index (RAI)** wordt gebruikt om kennissterktes en prioriteiten van een land te vergelijken met de kennissterktes en prioriteiten van andere landen in dezelfde onderzoeksvelden. De RAI is dezelfde maatstaf als de Revealed Comparative Advantage (RCA) die uitgevoerd wordt bij patentanalyses, maar is hier toegepast op wetenschappelijke publicaties. Deze maatstaf is gebruikt voor het benaderen van de ‘specialisatie van Nederlandse wetenschappelijk onderzoek, uitgedrukt in publicaties’ en de ontwikkeling over de tijd daarvan.

7.1.1 Optical systems and integrated photonics

Nederland kent een productieve en impactvolle kennispositie in deze NTS-technologie, maar specialiseert zich hier de afgelopen jaren minder in dan andere landen, wat op termijn de kennispositie kan ondermijnen.

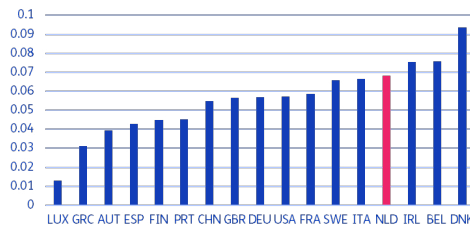
Wetenschappelijke output

Totaal aantal wetenschappelijke publicaties, 2013-2022

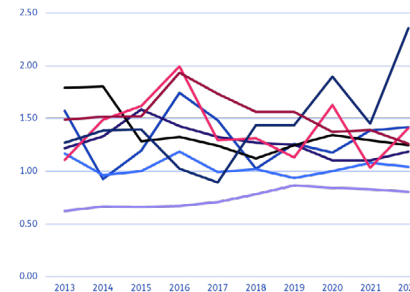


Wetenschappelijke output

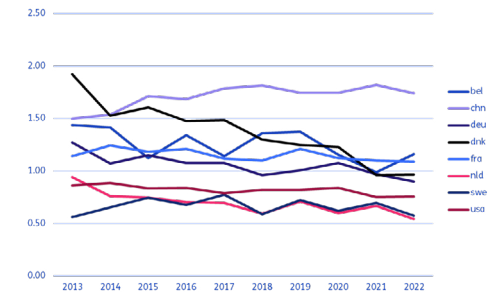
Aantal wetenschappelijke publicaties per 100 fte publieke onderzoekers, 2013-2022



Ontwikkeling wetenschappelijke impact (FWCI)



Ontwikkeling wetenschappelijke specialisatie (RAI)



Gemiddelde wetenschappelijke citatie-impact (FWCI) & specialisatie (RAI), 2013-2022



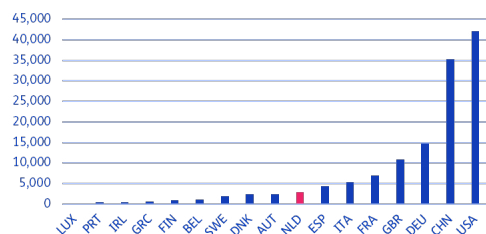
Bron: Elsevier (2023), bewerking TNO Vector

71.2 Quantum technologies

Nederland kent een productieve, impactvolle en specialistische kennispositie in deze NTS-technologie. De afgelopen jaren nam deze impact en specialisatie toe, wat de kennispositie op termijn verder kan opbouwen.

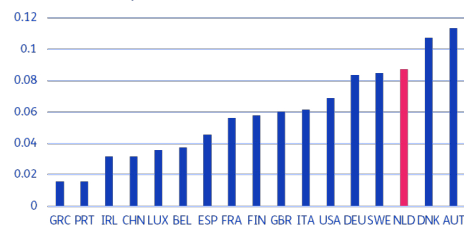
Wetenschappelijke output

Totaal aantal wetenschappelijke publicaties, 2013-2022

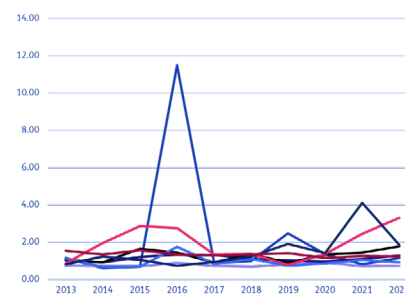


Wetenschappelijke output

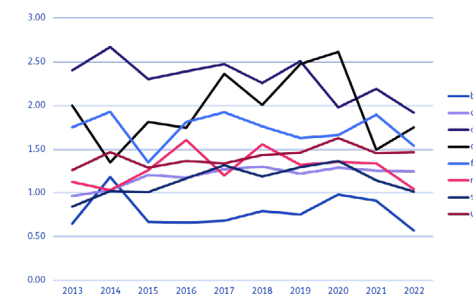
Aantal wetenschappelijke publicaties per 100 fte publieke onderzoekers, 2013-2022



Ontwikkeling wetenschappelijke impact (FWCI)



Ontwikkeling wetenschappelijke specialisatie (RAI)



Gemiddelde wetenschappelijke citatie-impact (FWCI) & specialisatie (RAI), 2013-2022



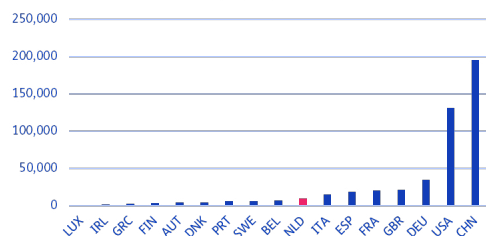
Bron: Elsevier (2023), bewerking TNO Vector

71.3. Process technology, including process intensification

Nederland kent een productieve (nr. 1-positie) en redelijk impactvolle en specialistische kennispositie in deze NTS-technologie, maar de impact en de specialisatie neemt de afgelopen jaren af, wat op termijn de kennispositie kan ondermijnen.

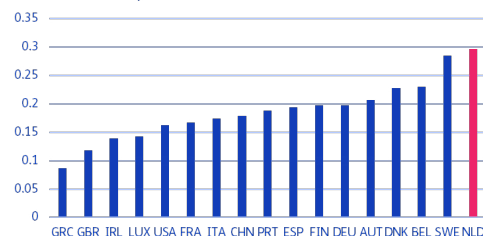
Wetenschappelijke output

Totaal aantal wetenschappelijke publicaties, 2013-2022

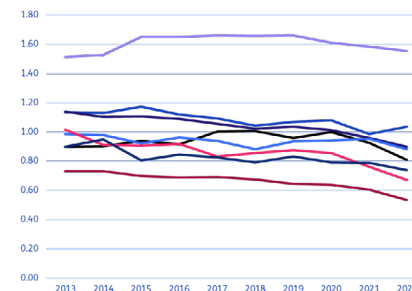


Wetenschappelijke output

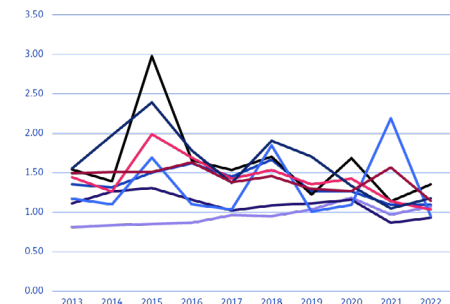
Aantal wetenschappelijke publicaties per 100 fte publieke onderzoekers, 2013-2022



Ontwikkeling wetenschappelijke impact (FWCI)



Ontwikkeling wetenschappelijke specialisatie (RAI)



Gemiddelde wetenschappelijke citatie-impact (FWCI) & specialisatie (RAI), 2013-2022



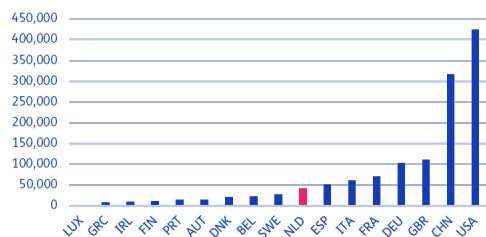
Bron: Elsevier (2023), bewerking TNO Vector

71.4. Biomolecular and cell technologies

Nederland kent een productieve (nr-1-positie), specialistische en redelijk impactvolle kennispositie in deze NTS-technologie, maar deze specialisatie neemt wel af de afgelopen jaren, wat op termijn de kennispositie kan ondermijnen.

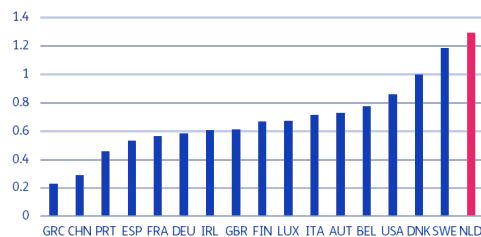
Wetenschappelijke output

Totaal aantal wetenschappelijke publicaties, 2013-2022

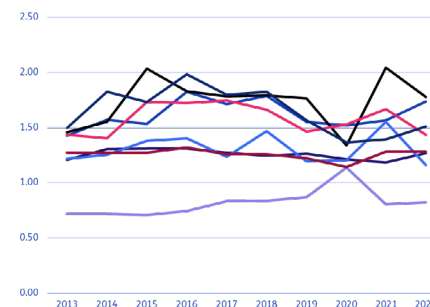


Wetenschappelijke output

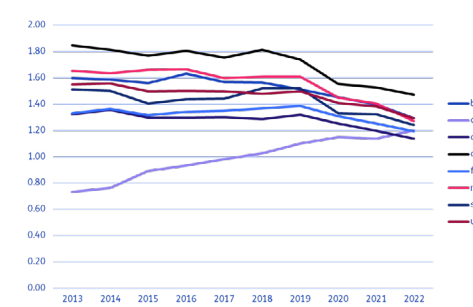
Aantal wetenschappelijke publicaties per 100 fte publieke onderzoekers, 2013-2022



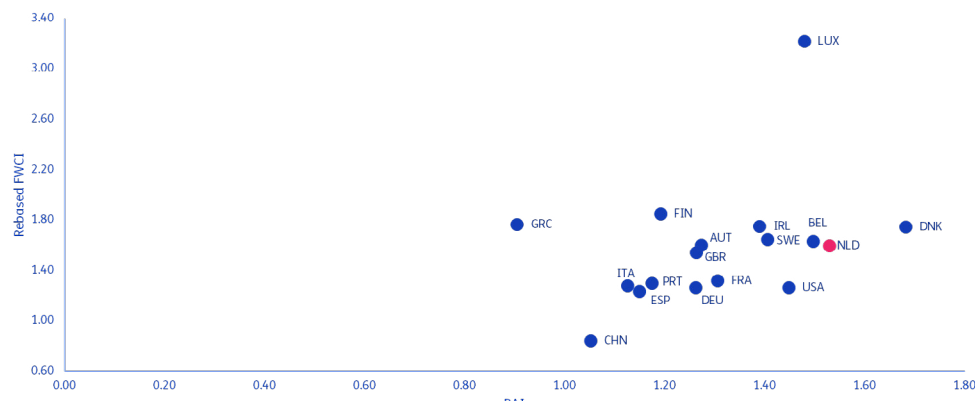
Ontwikkeling wetenschappelijke impact (FWCI)



Ontwikkeling wetenschappelijke specialisatie (RAI)



Gemiddelde wetenschappelijke citatie-impact (FWCI) & specialisatie (RAI), 2013-2022



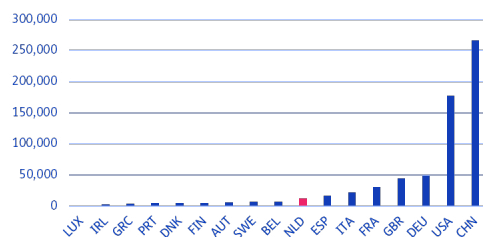
Bron: Elsevier (2023), bewerking TNO Vector

71.5 Imaging technologies

Nederland kent een productieve (nr. 1-positie) en gemiddeld impactvolle en specialistische kennispositie in deze NTS-technologie, maar specialiseert zich hier de afgelopen jaren minder in dan andere landen, wat op termijn de kennispositie kan ondermijnen.

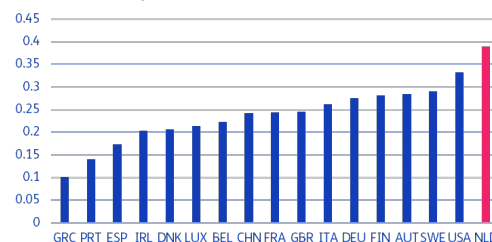
Wetenschappelijke output

Totaal aantal wetenschappelijke publicaties, 2013-2022

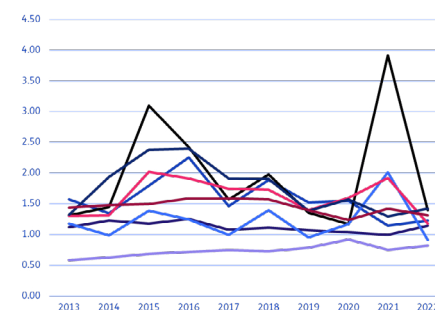


Wetenschappelijke output

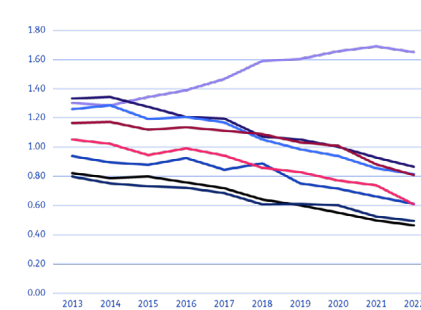
Aantal wetenschappelijke publicaties per 100 fte publieke onderzoekers, 2013-2022



Ontwikkeling wetenschappelijke impact (FWCI)



Ontwikkeling wetenschappelijke specialisatie (RAI)



Gemiddelde wetenschappelijke citatie-impact (FWCI) & specialisatie (RAI), 2013-2022



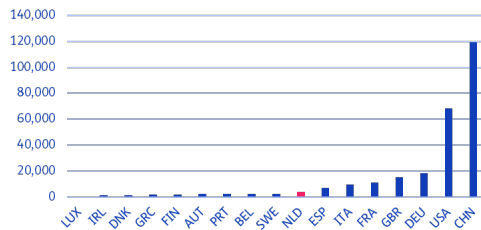
Bron: Elsevier (2023), bewerking TNO Vector

71.6. Mechatronics and opto-mechatronics

Nederland kent een productieve (nr. 1-positie) en impactvolle kennispositie in deze NTS-technologie, maar specialiseert zich hier ondergemiddeld in. De specialisatie neemt ook verder af de afgelopen jaren, wat op termijn de kennispositie kan ondermijnen.

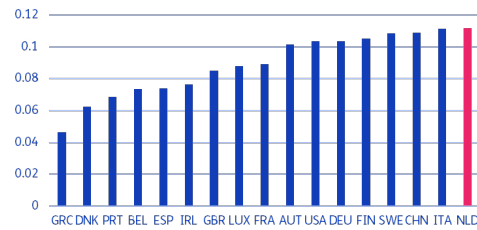
Wetenschappelijke output

Totaal aantal wetenschappelijke publicaties, 2013-2022

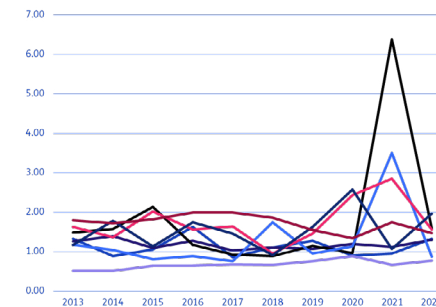


Wetenschappelijke output

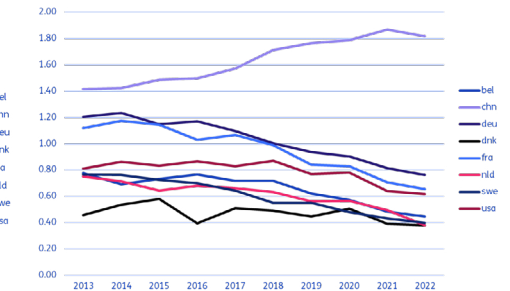
Aantal wetenschappelijke publicaties per 100 fte publieke onderzoekers, 2013-2022



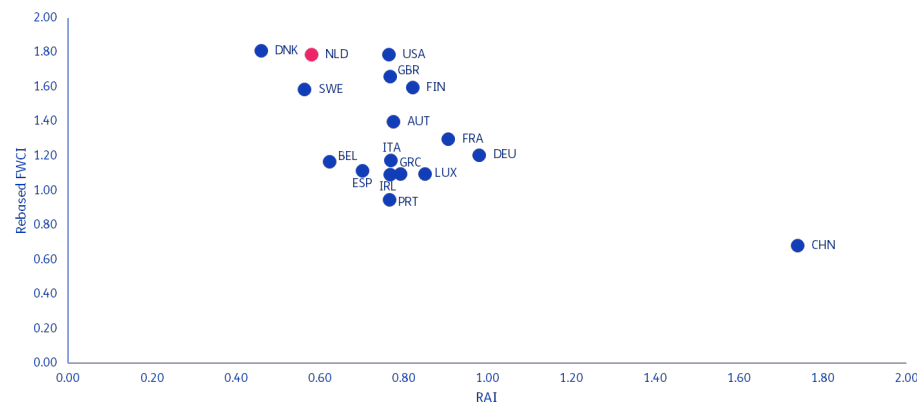
Ontwikkeling wetenschappelijke impact (FWCI)



Ontwikkeling wetenschappelijke specialisatie (RAI)



Gemiddelde wetenschappelijke citatie-impact (FWCI) & specialisatie (RAI), 2013-2022



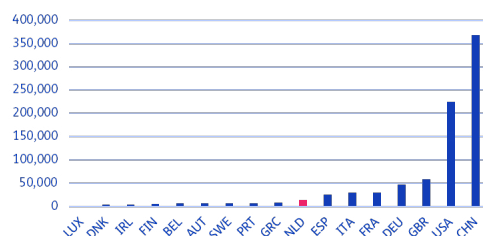
Bron: Elsevier (2023), bewerking TNO Vector

71.7 Artificial intelligence and data science

Nederland kent een productieve (nr. 1-positie), impactvolle en specialistische kennispositie in deze NTS-technologie, maar specialiseert zich hier de afgelopen jaren minder in dan andere landen, wat op termijn de kennispositie kan ondermijnen.

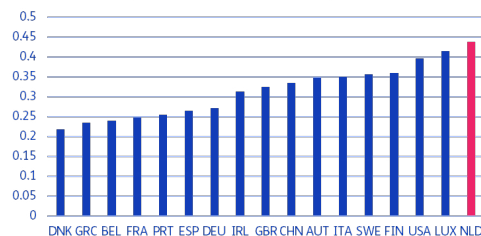
Wetenschappelijke output

Totaal aantal wetenschappelijke publicaties, 2013-2022

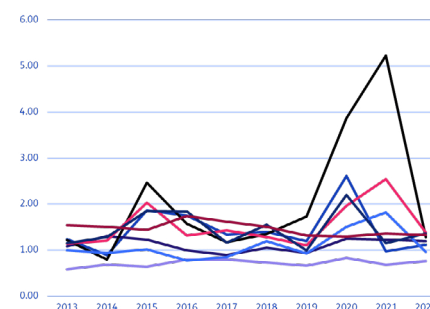


Wetenschappelijke output

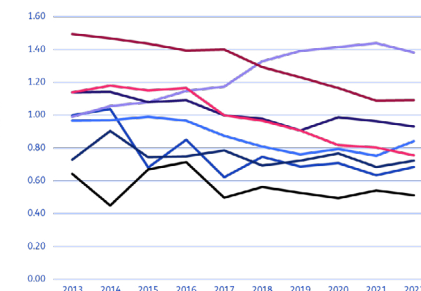
Aantal wetenschappelijke publicaties per 100 fte publieke onderzoekers, 2013-2022



Ontwikkeling wetenschappelijke impact (FWCI)



Ontwikkeling wetenschappelijke specialisatie (RAI)



Gemiddelde wetenschappelijke citatie-impact (FWCI) & specialisatie (RAI), 2013-2022



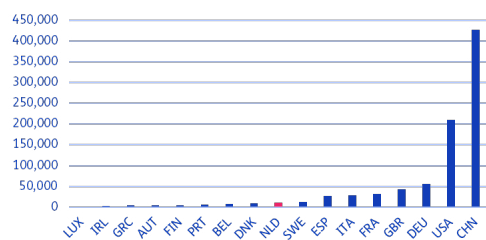
Bron: Elsevier (2023), bewerking TNO Vector

71.8 Energy materials

Nederland kent een productieve en impactvolle kennispositie in deze NTS-technologie, maar specialiseert zich hier ondergemiddeld in. De afgelopen jaren neemt zowel de impact als de specialisatie van Nederland in deze NTS-technologie af, wat op termijn de kennispositie kan ondermijnen.

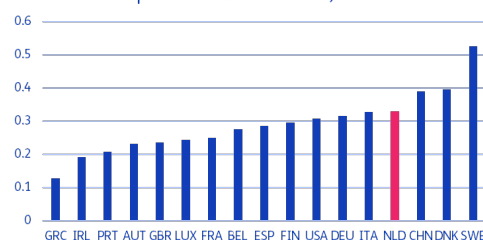
Wetenschappelijke output

Totaal aantal wetenschappelijke publicaties, 2013-2022

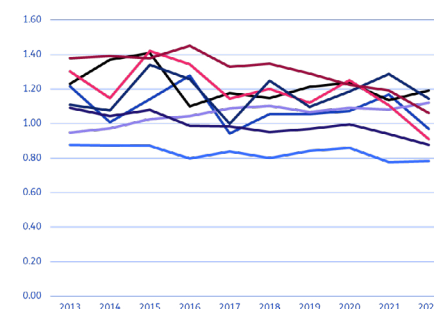


Wetenschappelijke output

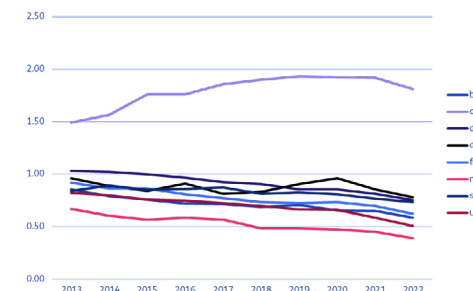
Aantal wetenschappelijke publicaties per 100 fte publieke onderzoekers, 2013-2022



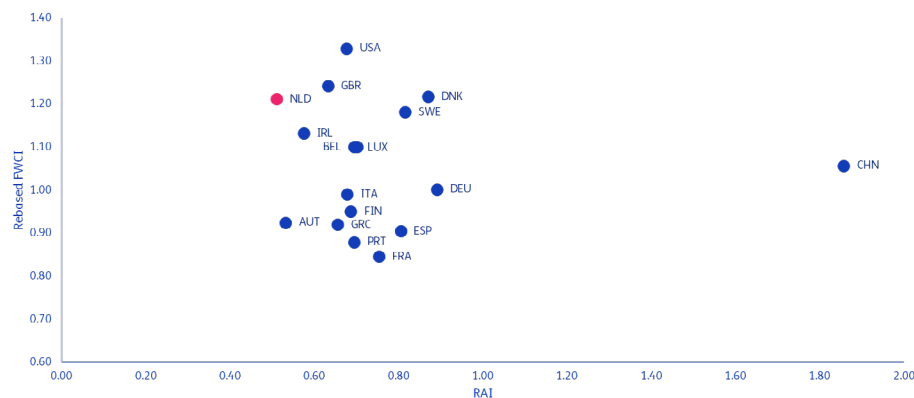
Ontwikkeling wetenschappelijke impact (FWCI)



Ontwikkeling wetenschappelijke specialisatie (RAI)



Gemiddelde wetenschappelijke citatie-impact (FWCI) & specialisatie (RAI), 2013-2022



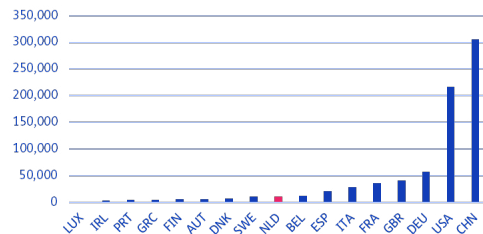
Bron: Elsevier (2023), bewerking TNO Vector

7.1.9 Semiconductor technologies

Nederland kent een productieve en impactvolle kennispositie in deze NTS-technologie, maar specialiseert zich hier ondergemiddeld in. De afgelopen jaren neemt zowel de impact als de specialisatie van Nederland in deze NTS-technologie af, wat op termijn de kennispositie kan ondermijnen.

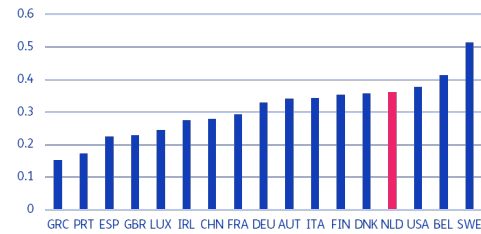
Wetenschappelijke output

Totaal aantal wetenschappelijke publicaties, 2013-2022

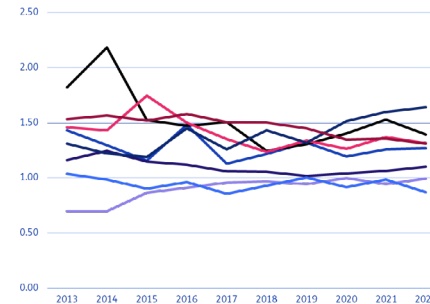


Wetenschappelijke output

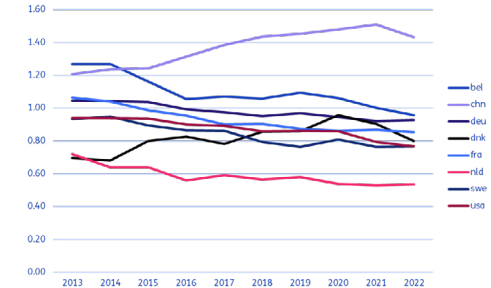
Aantal wetenschappelijke publicaties per 100 fte publieke onderzoekers, 2013-2022



Ontwikkeling wetenschappelijke impact (FWCI)



Ontwikkeling wetenschappelijke specialisatie (RAI)



Gemiddelde wetenschappelijke citatie-impact (FWCI) & specialisatie (RAI), 2013-2022



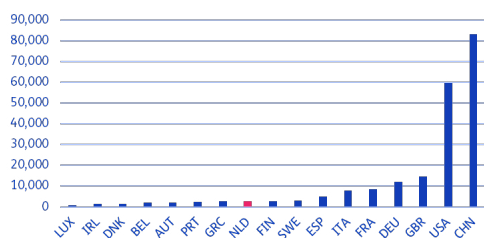
Bron: Elsevier (2023), bewerking TNO Vector

7.1.10 Cybersecurity technologies

Nederland kent een impactvolle en redelijk productieve kennispositie in deze NTS-technologie, maar specialiseert zich hier ondergemiddeld in. De afgelopen jaren neemt zowel de impact als de specialisatie van Nederland in deze NTS-technologie (iets) af, wat op termijn de kennispositie kan ondermijnen.

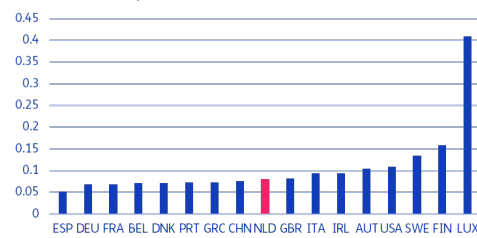
Wetenschappelijke output

Totaal aantal wetenschappelijke publicaties, 2013-2022

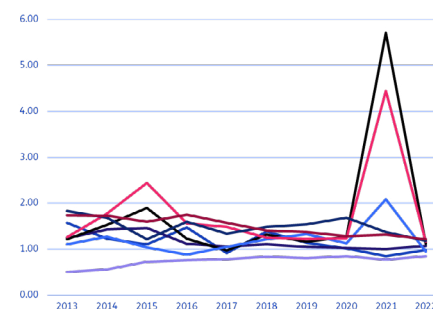


Wetenschappelijke output

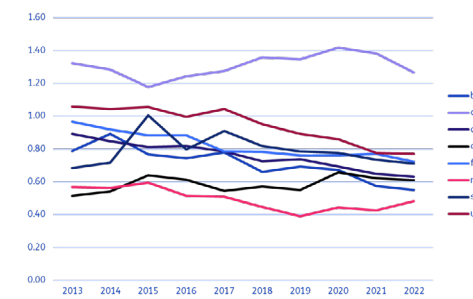
Aantal wetenschappelijke publicaties per 100 fte publieke onderzoekers, 2013-2022



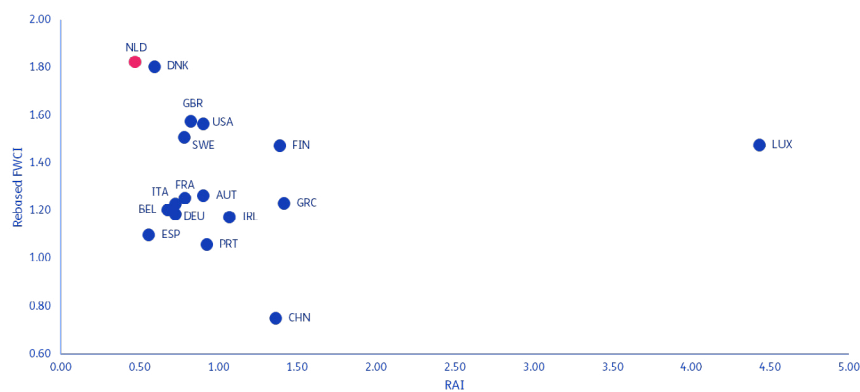
Ontwikkeling wetenschappelijke impact (FWCI)



Ontwikkeling wetenschappelijke specialisatie (RAI)



Gemiddelde wetenschappelijke citatie-impact (FWCI) & specialisatie (RAI), 2013-2022



Bron: Elsevier (2023), bewerking TNO Vector

Bijlage 7.2 – Verdieping technologiepositie

Om de technologiepositie van Nederland te bepalen, wordt gebruikgemaakt van patentanalyses. Deze methode maakt inzichtelijk welke technologieën het grootste concurrentievoordeel kunnen opleveren, waar Nederland kwetsbaar is door technologische afhankelijkheden, en welke positie het land inneemt binnen mondiale technologienetwerken.

De gebruikte data zijn afkomstig uit twee bronnen: Lens.org voor patentcitatiegegevens en LexisNexis PatentSight voor algemene patentdata, voor de periode 2015–11/2025. Vergelijkingen worden gemaakt met zowel internationale (Verenigde Staten, China, Japan en Zuid-Korea) als Europese landen (Oostenrijk, Zweden, België en Duitsland), geselecteerd op basis van hun hoge R&D-investeringen (EZ, 2025).

De analyses richten zich op de tien NTS-technologieën. Hiervoor zijn patentcodes (IPC's) gekoppeld aan de betreffende technologiegebieden, op basis van de Nationale Technologiestrategie (EZK, 2024) en de herijking van de sleuteltechnologieën (Van Bree et al., 2023).

In de analyses zijn de volgende indicatoren gebruikt:

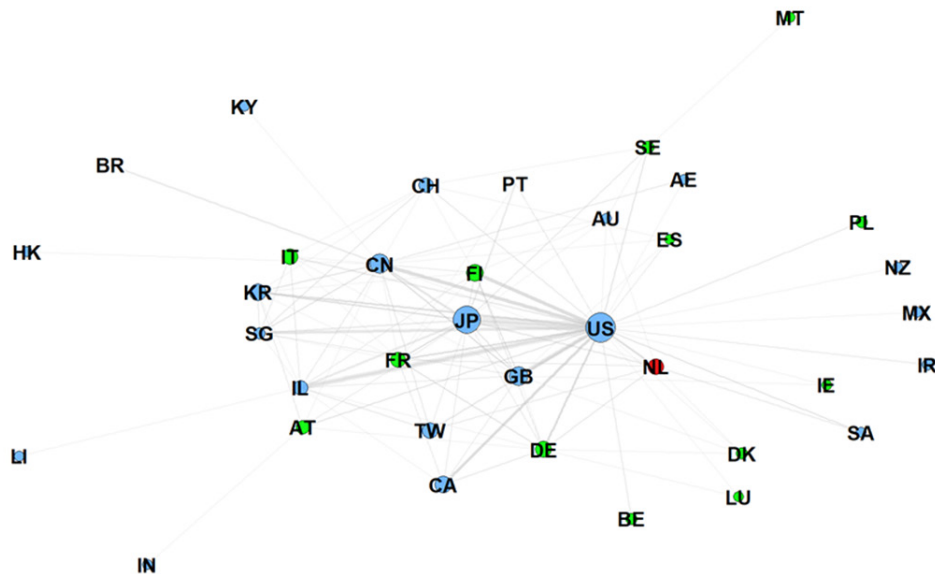
- De **Portfolio Size** is het aantal patentfamilies binnen een gedefinieerde patentportefeuille (portefeuilleomvang).
- De **Patent Asset Index (PAI)** is een maatstaf voor de totale sterkte van een patentportefeuille. De PAI weerspiegelt de gecombineerde technologische relevantie en marktreikwijdte van de actieve patenten. De technologische relevantie is gebaseerd op zowel het aantal als de kwaliteit van citaties (verwijzingen door latere patenten), terwijl de marktreikwijdte aangeeft in welke landen of regio's een patentfamilie bescherming biedt. Het %PAI geeft het aandeel van Nederland weer in de wereldwijde totale sterkte/waarde van alle patentportefeuilles.
- De **Complexiteit** (Balland & Boschma, 2024) geeft aan in welke mate een sleuteltechnologie meerdere competenties combineert, waardoor zij moeilijk te ontwikkelen én te imiteren is. De complexiteit wordt bepaald volgens Hidalgo en Hausmann (2009) op basis van (1) het aantal Europese regio's dat gespecialiseerd is in de technologie (minder regio's = hogere complexiteit) en (2) de diversiteit aan technologieën waarin deze regio's actief zijn (meer diversiteit = hogere complexiteit).
- De **Revealed Comparative Advantage (RCA)**-index geeft aan of een land meer of minder actief is in een bepaald technologisch domein dan je zou verwachten op basis van zijn totale patentactiviteit.

- De **Inkomende en Uitgaande Citaties** zijn alleen van en naar het buitenland en worden gemiddeld genomen voor één patent binnen een technologie. De Citatiebalans meet of een land netto meer citaties ontvangt dan geeft, gecorrigeerd voor het aantal landen waarmee het interacteert. Deze waarde wordt vervolgens gewogen naar het aandeel van een land in het totaal aantal ontvangen citaties, zodat grotere spelers in het netwerk zwaarder meetellen (Conijn, 2025).
- De **Diversiteit** aan landen meet zowel het aantal landen dat door Nederland wordt geciteerd, als de verdeling daarvan (Conijn, 2025). De **Institutionele Similariteit** meet de mate van overeenkomst met Nederland (waarbij 1 = EU, 2 = OESO/NAVO en 3 = overige landen) (Conijn, 2025).

Bijlage 7.2.1 – Patentcitatie-netwerken NTS

Technologiepositie NL: Optische systemen & geïntegreerde fotonica

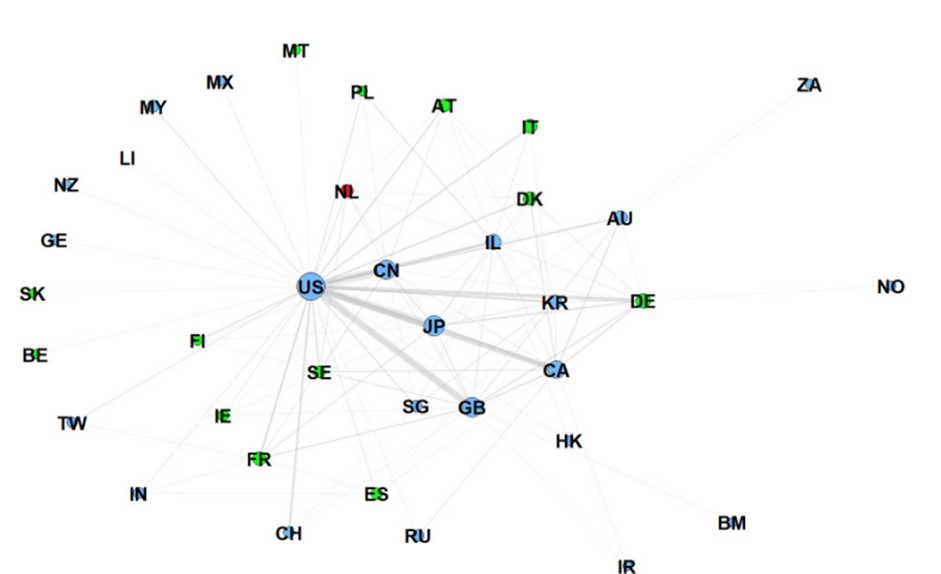
- Japan en de Verenigde Staten worden aangemerkt als belangrijke spelers binnen dit technologische domein.
- Nederland behoort tot de top 10 in de ranking van dit technologie domein. Nederland bevindt zich dicht bij de kerncluster van toonaangevende landen.



Figuur: Citatienetwerk in optische systemen & geïntegreerde fotonica. (Bron: TNO Vector).

Technologiepositie NL: Quantumtechnologie

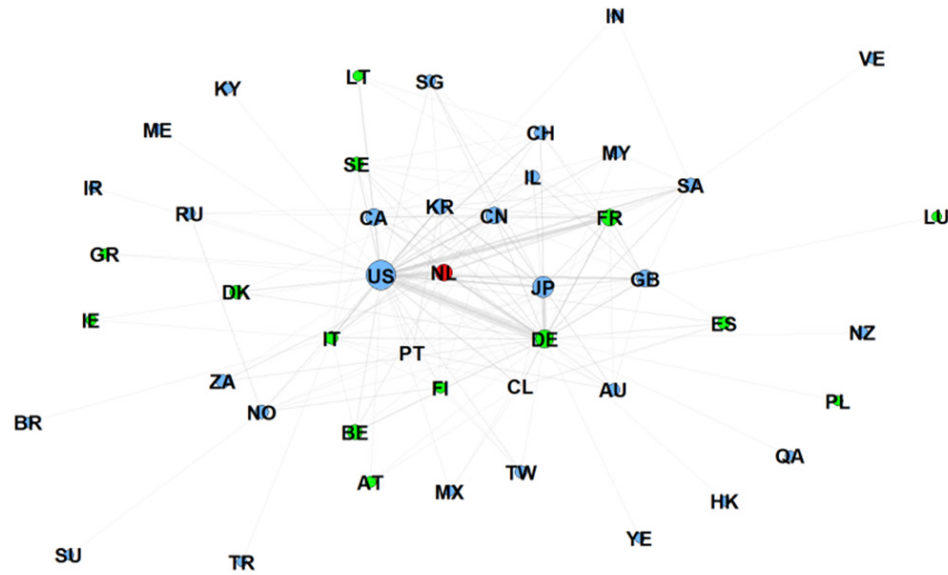
- De Verenigde Staten, Japan en China zijn dominante mondiale spelers in dit technologische domein.
- Nederland bevindt zich dicht bij de kerncluster van toonaangevende landen, en bouwt daarbij sterk op EU-partners.



Figuur: Citatienetwerk in quantumtechnologie. (Bron: TNO Vector).

Technologiepositie NL: Procestechnologie

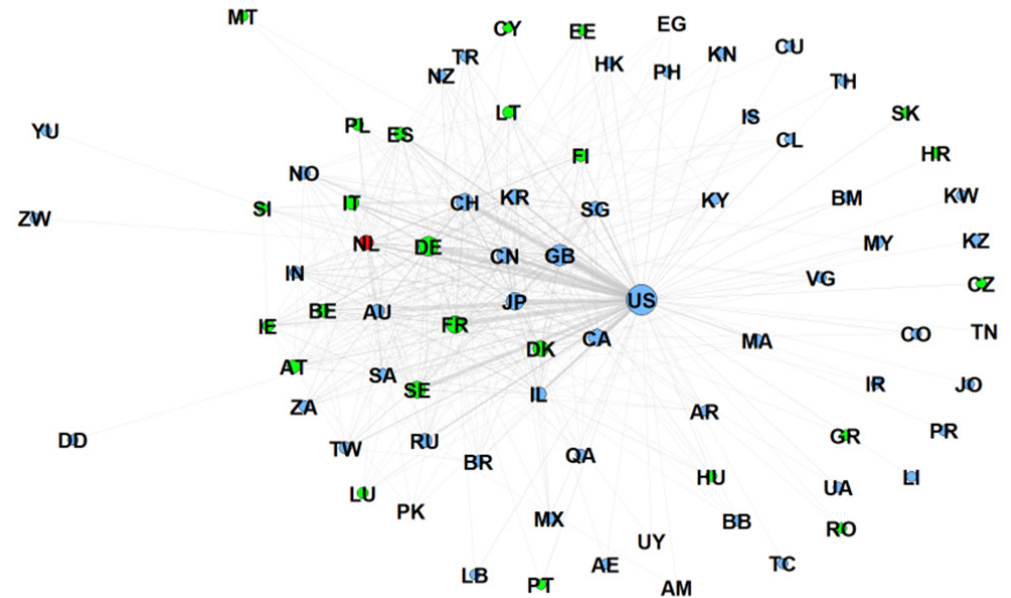
- De Verenigde Staten is een dominante speler in dit technologische domein, gevolgd door Zuid-Korea, China, Canada en Japan.
- Nederland behoort tot de top 10 van meest geciteerde landen op dit technologische gebied, maar bouwt wel veel op kennis van buiten de EU.



Figuur: Citatienetwerk in procestechnologie. (Bron: TNO Vector).

Technologiepositie NL: Biomoleculaire & celtechnologie

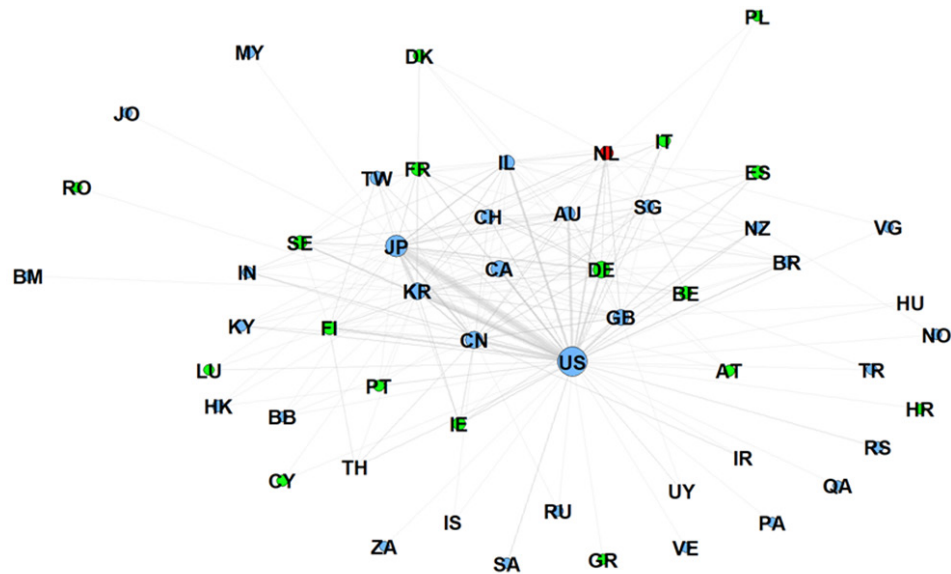
- De Verenigde Staten blijken een bijzonder dominante speler te zijn in dit technologische domein. Ook het Verenigd Koninkrijk speelt een belangrijke rol.
- Nederland bevindt zich verder weg van het de kerncluster van toonaangevende landen.



Figuur: Citatienetwerk in biomoleculaire & celtechnologie. (Bron: TNO Vector).

Technologiepositie NL: Beeldvormingstechnologie

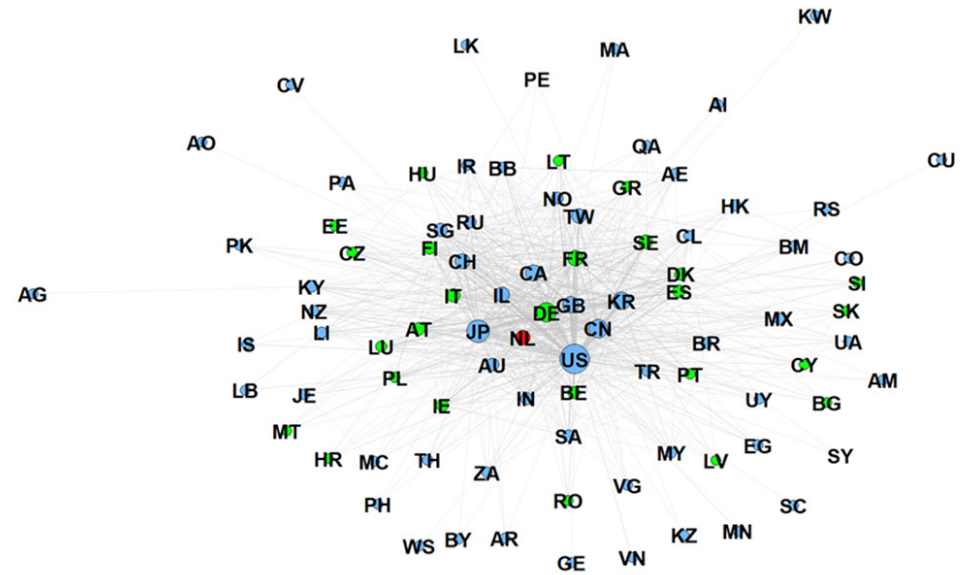
- De Verenigde Staten zijn de grootste speler op dit technologische gebied, gevolgd door Japan.
- Philips bekleedt een koppositie wat betreft het aantal ingediende patentaanvragen.
- Nederland geniet een relatief beperkte internationale erkenning en is afhankelijk van buitenlandse kennisbronnen (buiten EU, OECD, NATO).



Figuur: Citatenetwerk in beeldvormingstechnologie. (Bron: TNO Vector).

Technologiepositie NL: (Opto)mechatronica

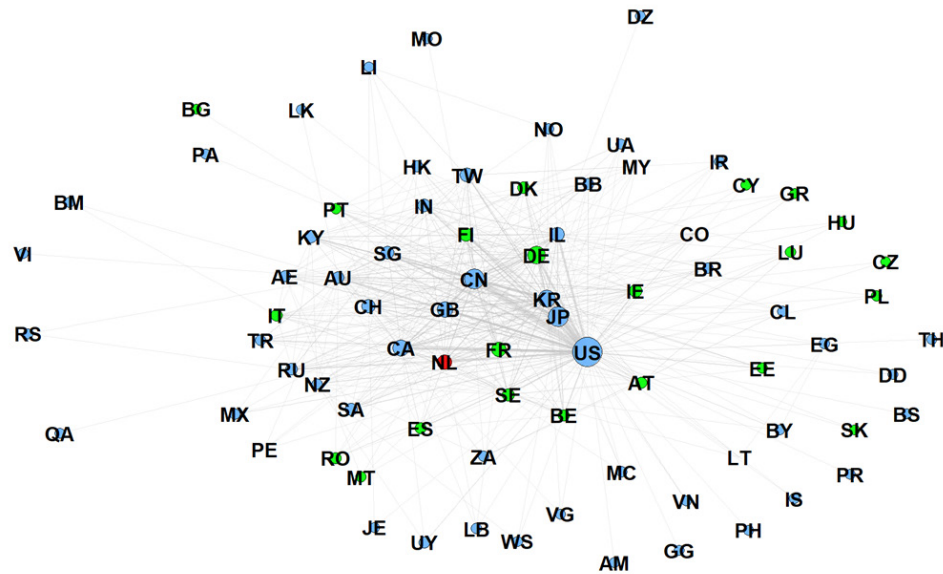
- De Verenigde Staten, China en Japan blijken belangrijke spelers te zijn in dit technologische domein.
- Nederland bevindt zich dicht bij de kerncluster van toonaangevende landen, en bouwt daarbij vooral op kennis vanuit de OECD en NATO landen.



Figuur: Citatenetwerk in (opto)mechatronica. (Bron: TNO Vector).

Technologiepositie NL: Kunstmatige intelligentie en datawetenschap

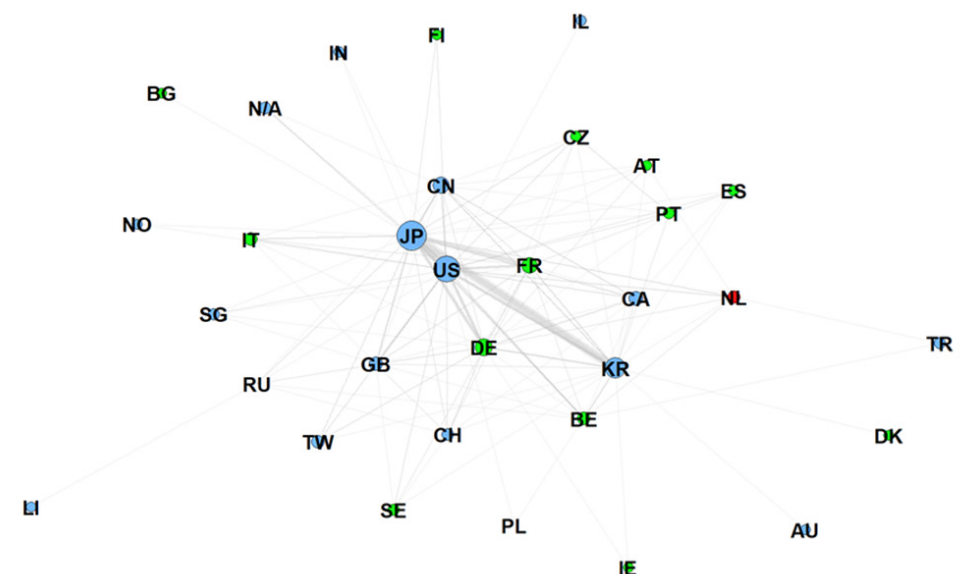
- De Verenigde Staten zijn dominante mondiale spelers in dit technologische domein, naast Japan, Zuid-Korea, China en Duitsland.
- Nederland bevindt zich dicht bij de kerncluster van toonaangevende landen, en behoort tot de top 10 qua technologiepositie in dit technologische domein.



Figuur: Citatie-netwerk in kunstmatige intelligentie en datawetenschap. (Bron: TNO Vector).

Technologiepositie NL: Energiematerialen

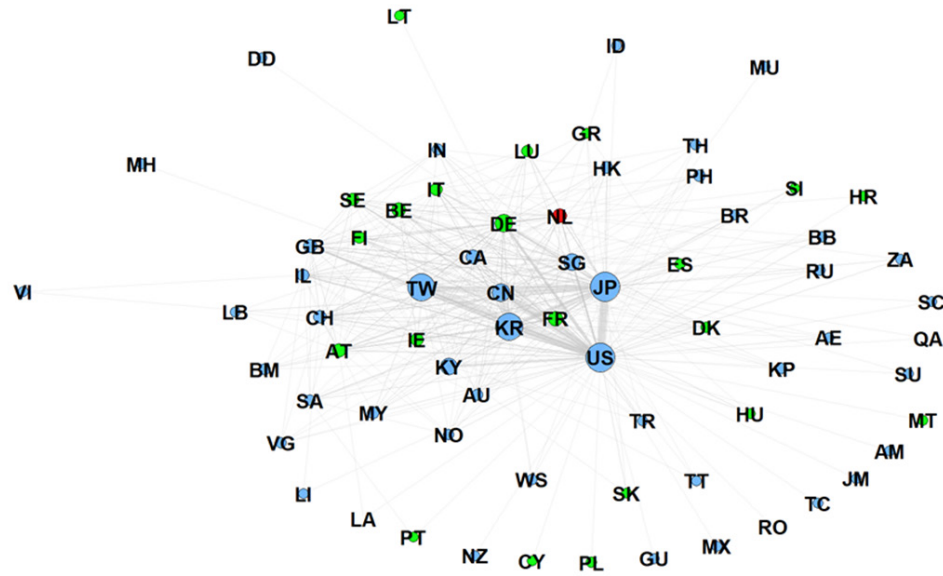
- Japan, de Verenigde Staten en Zuid-Korea worden aangemerkt als belangrijke spelers binnen dit technologische veld.
- Nederland geniet een relatief beperkte internationale erkenning en is afhankelijk van een relatief kleine groep landen, waarvan de meerderheid EU-lidstaten zijn.



Figuur: Citatie-netwerk in energiematerialen. (Bron: TNO Vector).

Technologiepositie NL: Halfgeleiders

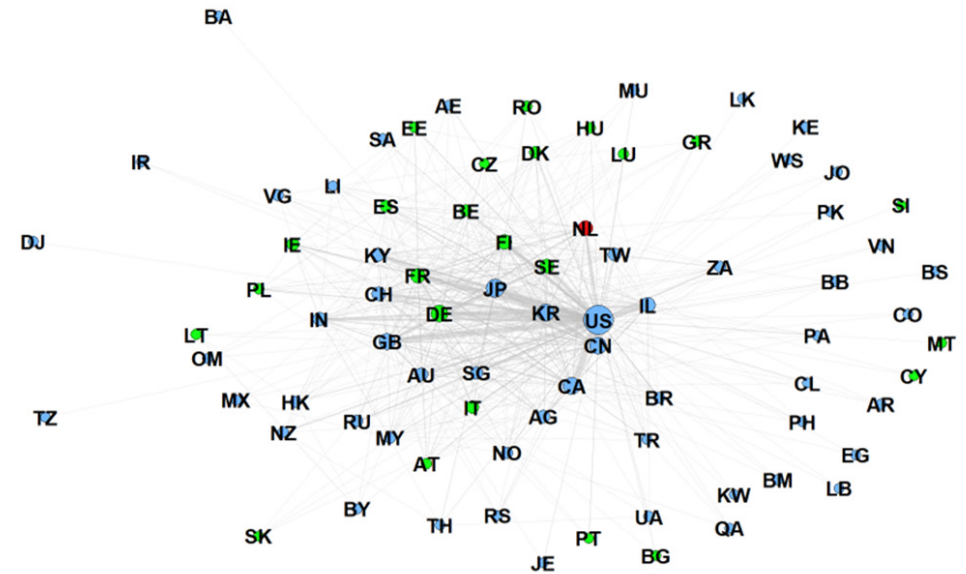
- Japan, Taiwan, Zuid-Korea en de Verenigde Staten zijn dominante mondiale spelers in dit technologische domein.
- Nederland bevindt zich dicht bij de kerncluster van toonaangevende landen.



Figuur: Citatienetwerk in halfgeleiders. (Bron: TNO Vector).

Technologiepositie NL: Cyberveiligheid

- De Verenigde Staten zijn de grootste speler op dit technologische gebied, gevolgd door Canada, Zuid-Korea en Taiwan.
- Nederland bevindt zich dicht bij de kerncluster van toonaangevende landen, en behoort tot de top 10 qua technologiepositie in dit technologische domein.



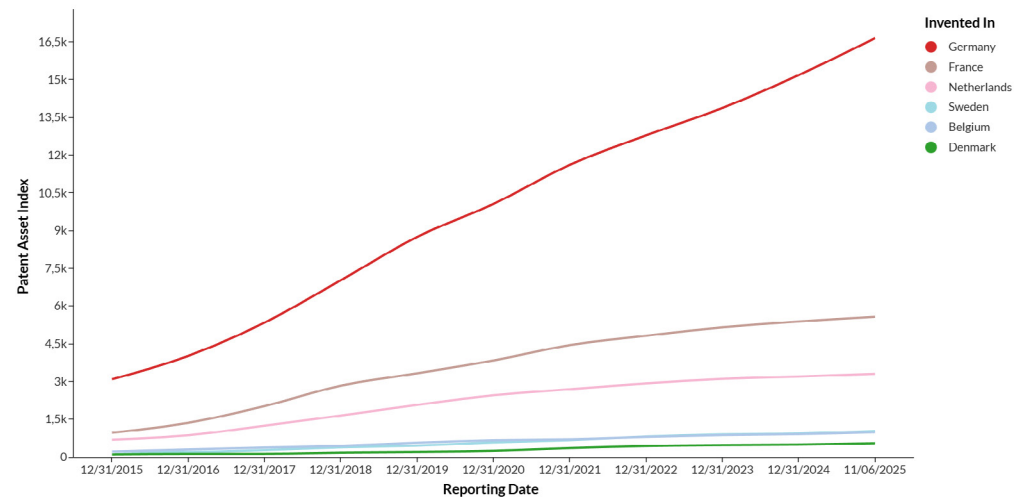
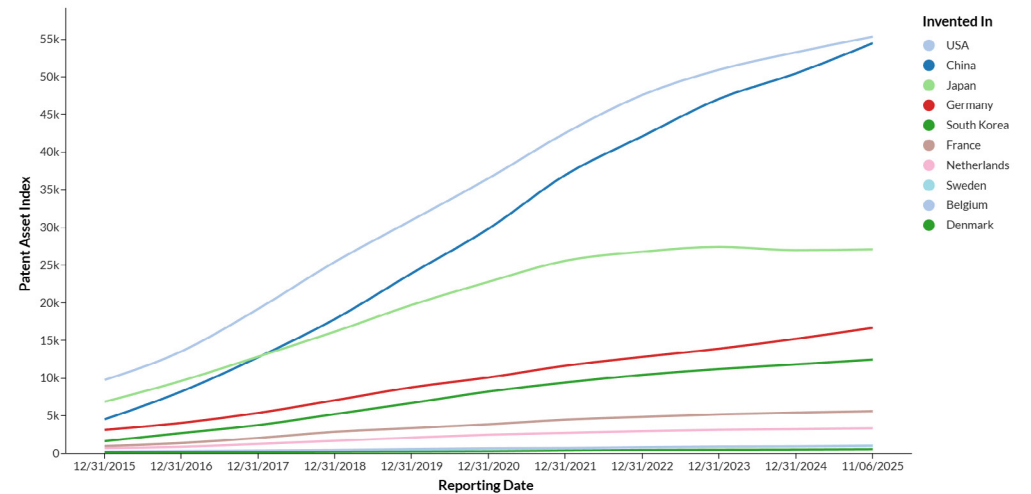
Figuur: Citatienetwerk in cyberveiligheid. (Bron: TNO Vector).

Bijlage 7.2.2 – Technologiepositie trendontwikkeling benchmark

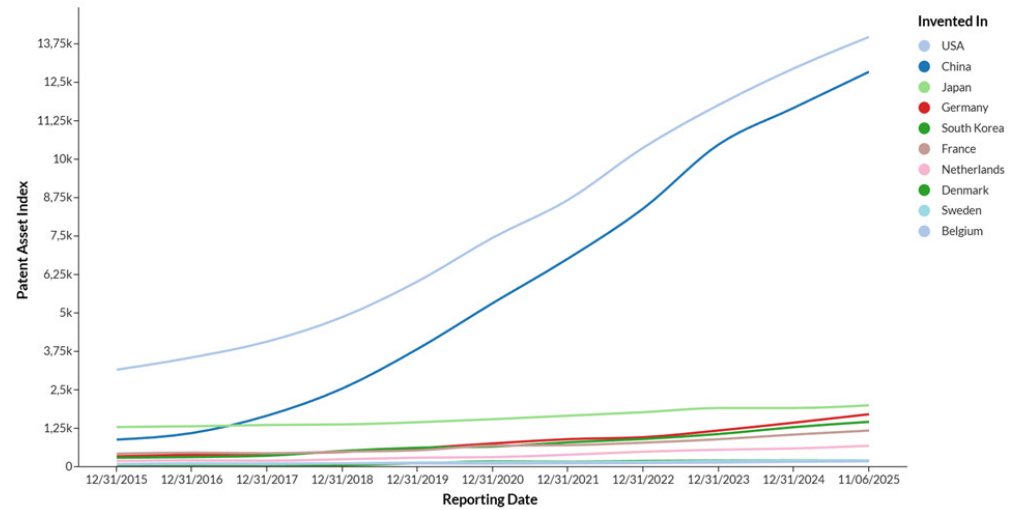
Op de volgende pagina's is de ontwikkeling van de Nederlandse bijdrage aan de wereldwijde waarde van NTS-patenten afgezet tegenover een groep benchmarklanden (VS, China, Japan, Zuid-Korea, Frankrijk, Duitsland, Zweden, België en Denemarken):

- China en de Verenigde Staten nemen wereldwijd een dominante positie in op het gebied van de innovatie- en marktwaarde van NTS-patenten.
- De groei van belangrijke wereldwijde spelers, zoals China, de VS, Japan en Zuid-Korea, is aanzienlijk sterker dan die van Europese landen. Hierdoor wordt het verschil in patent-impact in de loop der tijd alleen maar groter.
- Nederland heeft binnen Europa een technologische uitgangspositie die enigszins vergelijkbaar is met die van bijvoorbeeld Zweden. In vergelijking met Frankrijk en met name Duitsland zal Nederland echter steeds verder achterop raken wat betreft de technologische positie, aangezien deze landen een snellere stijging in patentimpact laten zien. Hierdoor zal het verschil in de loop der tijd alleen maar toenemen.

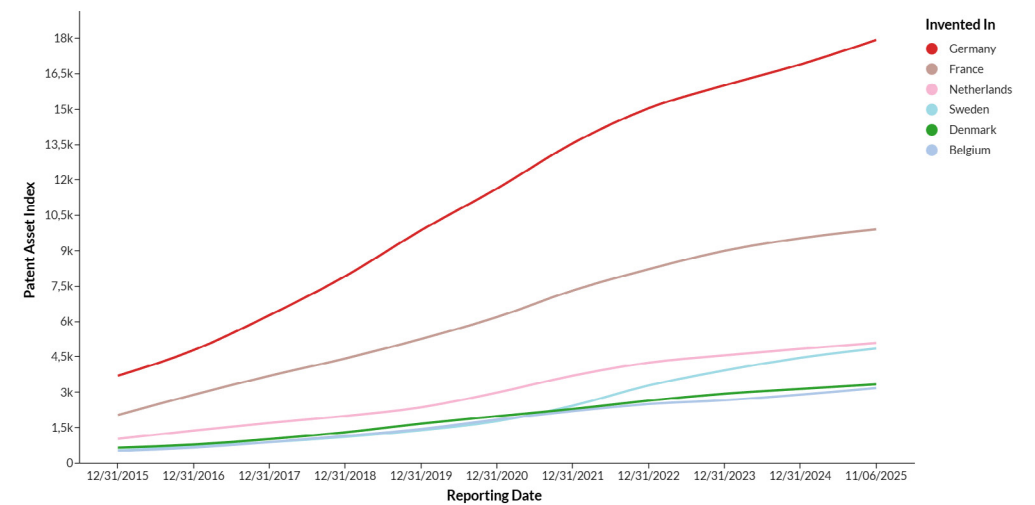
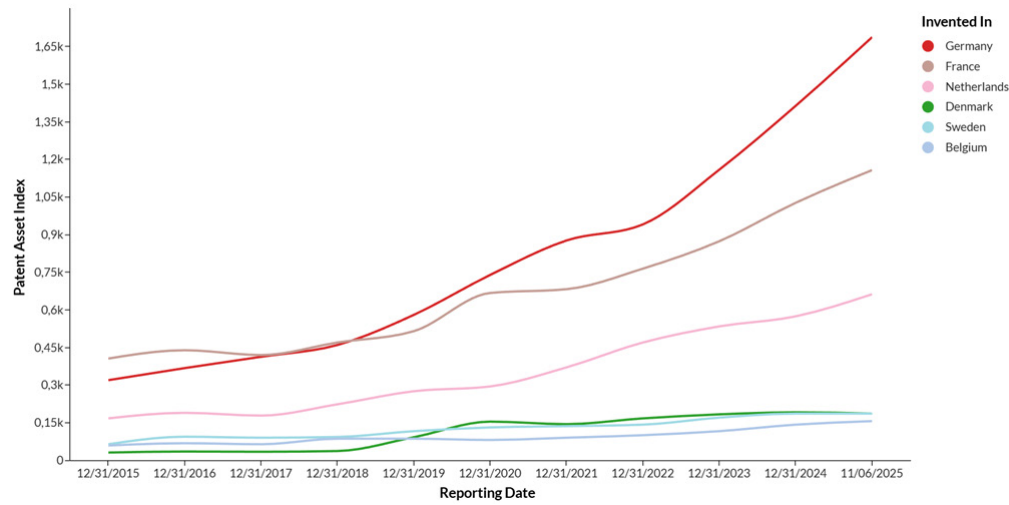
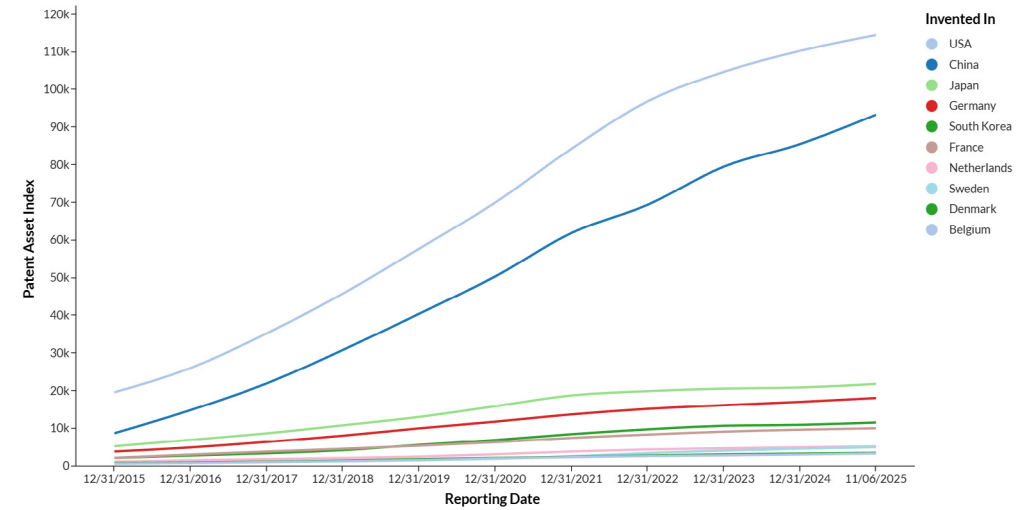
PAI Optical systems and integrated photonics over tijd



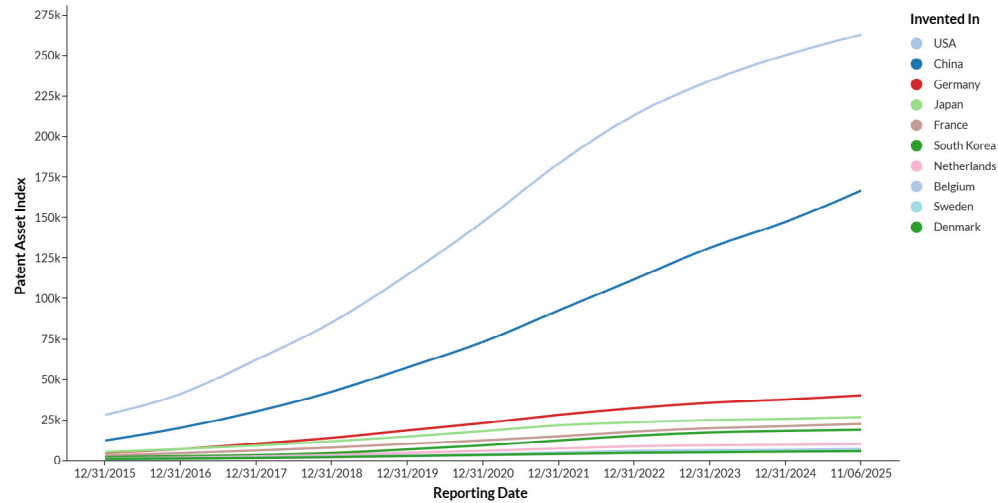
PAI Quantum technologies over tijd



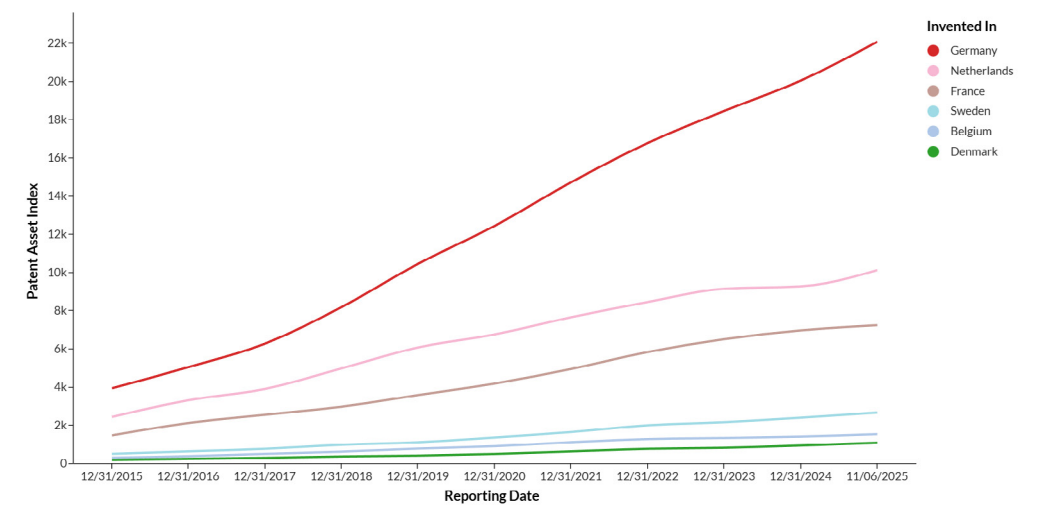
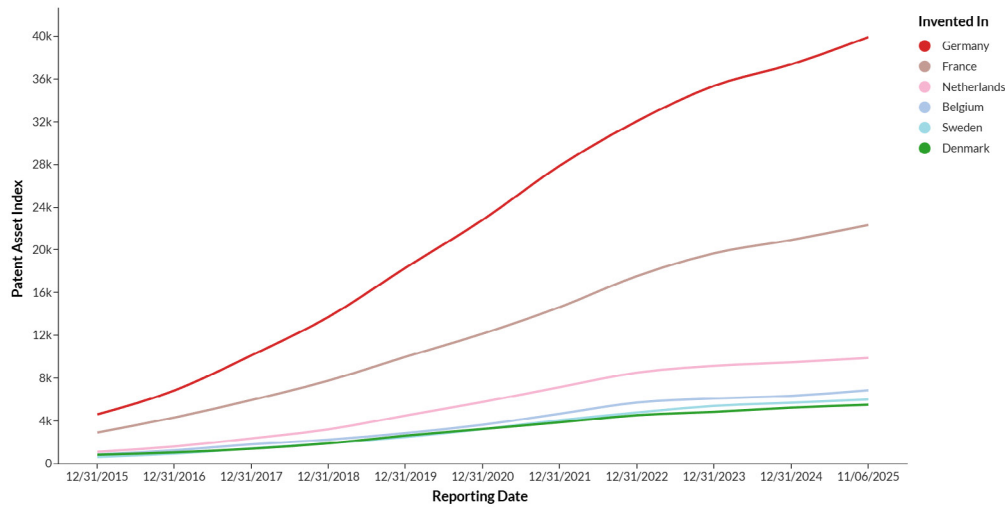
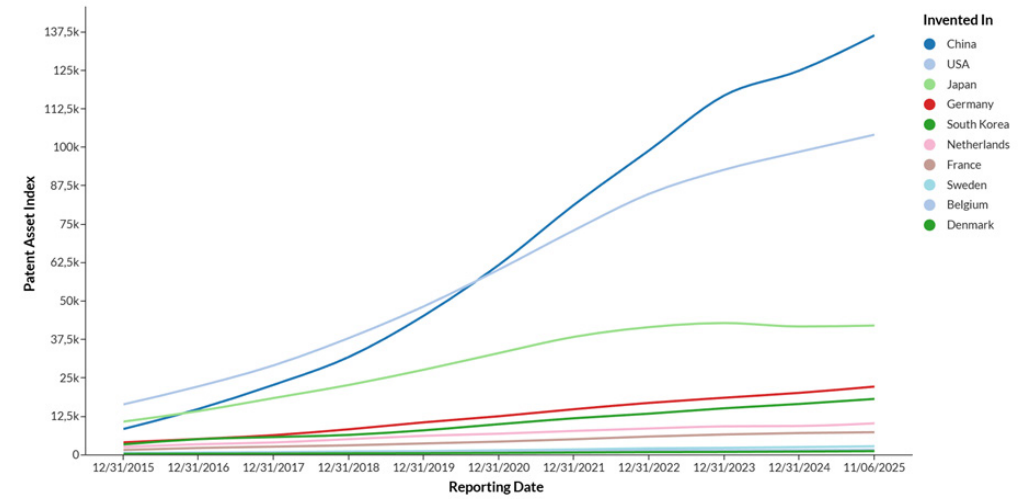
PAI Process technologies over tijd



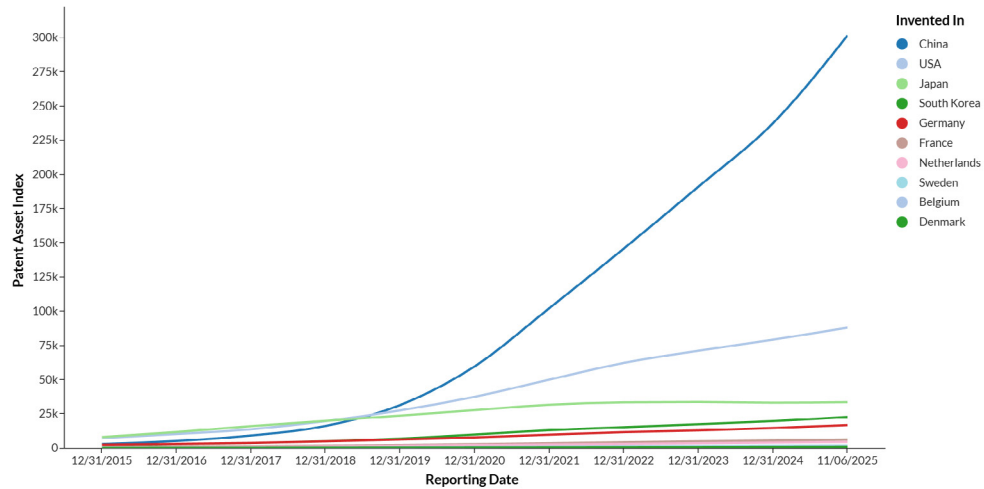
PAI Biomolecular and cell technologies over tijd



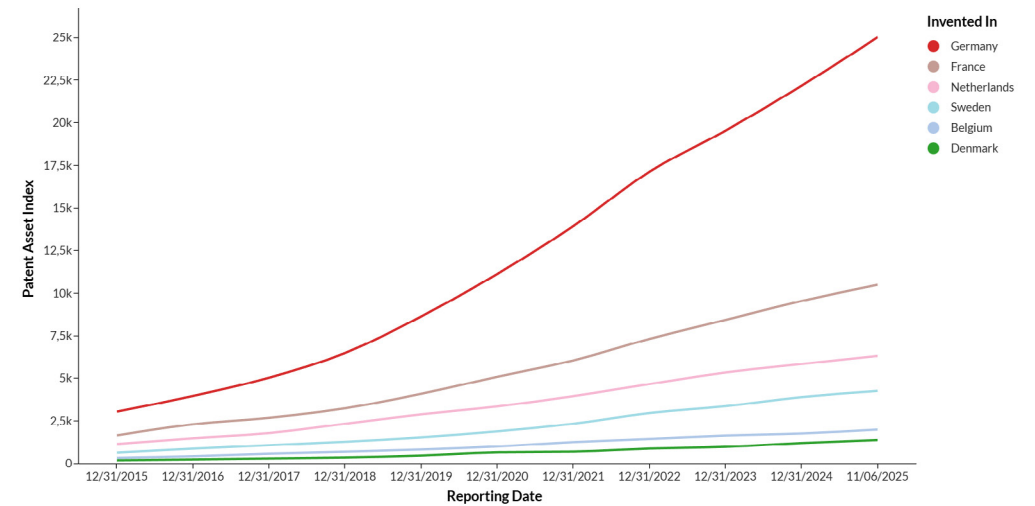
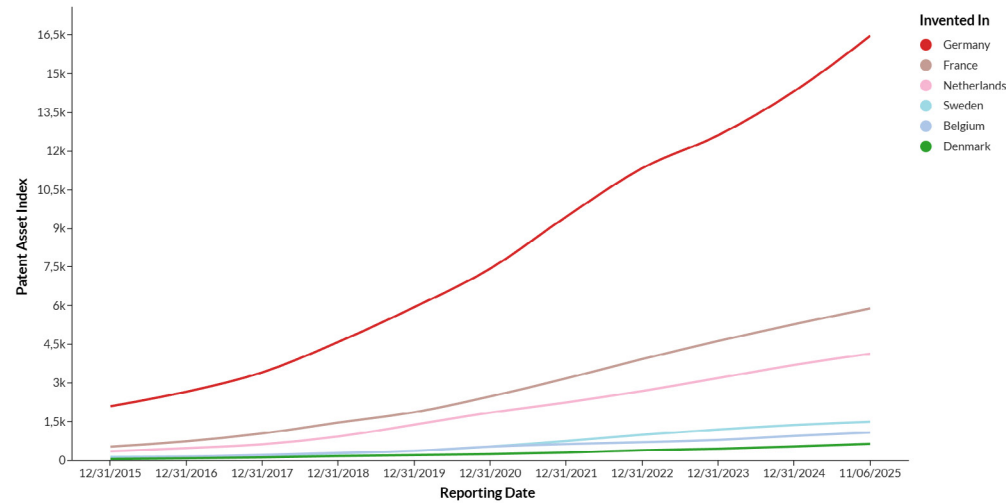
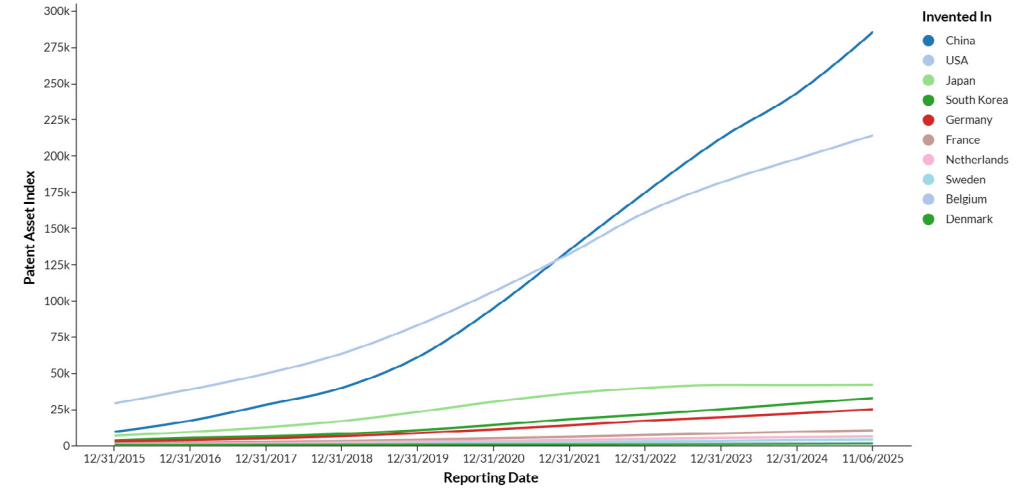
PAI Imaging technologies over tijd



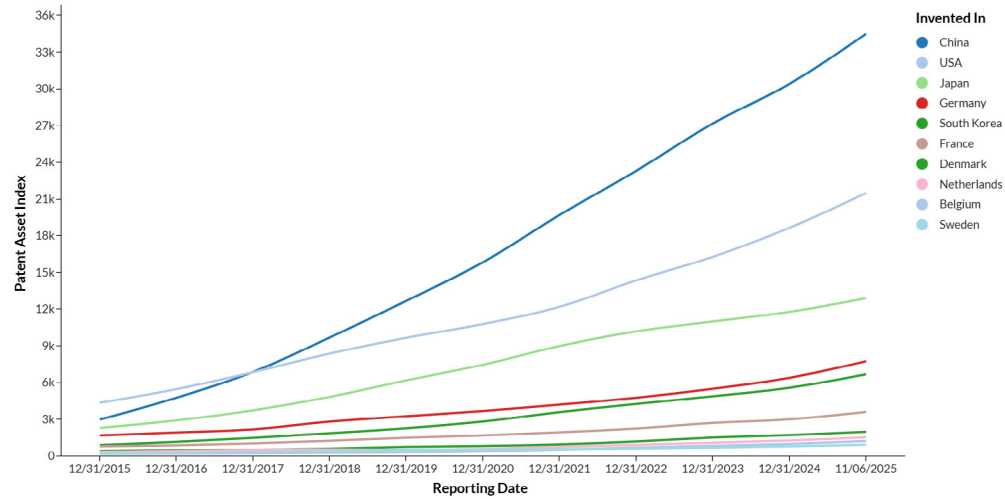
PAI (Opto)mechatronics over tijd



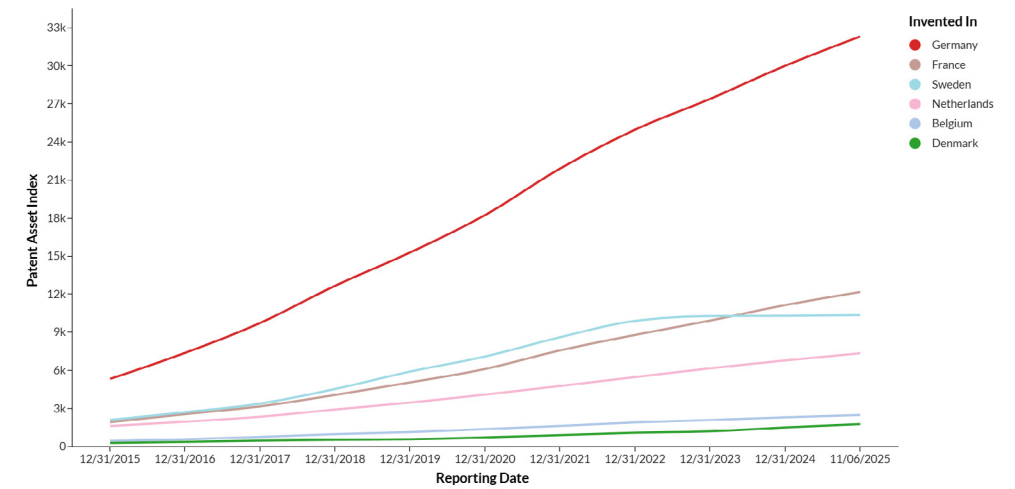
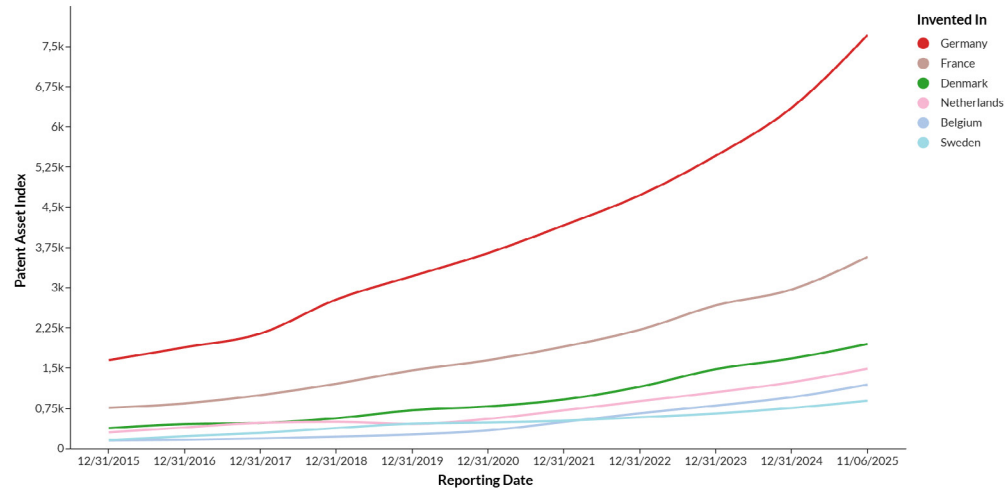
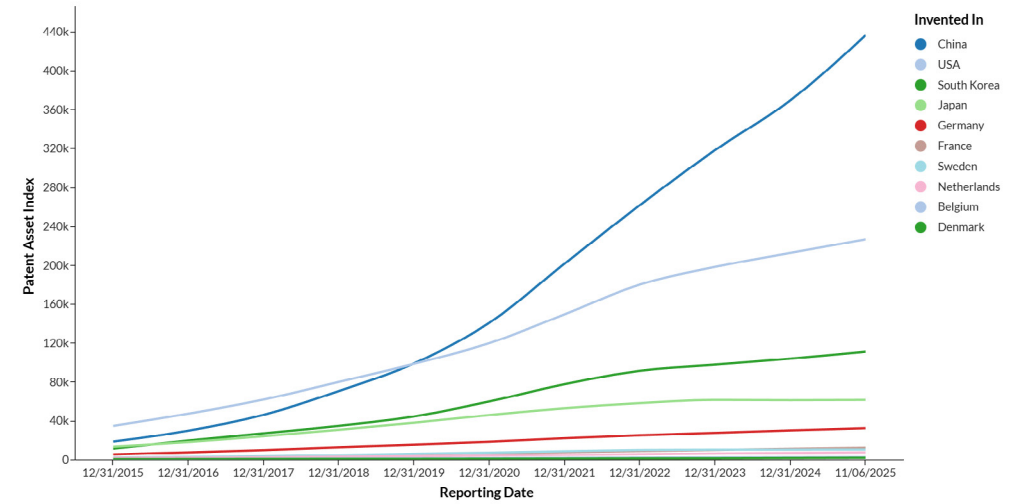
PAI AI and data science over tijd



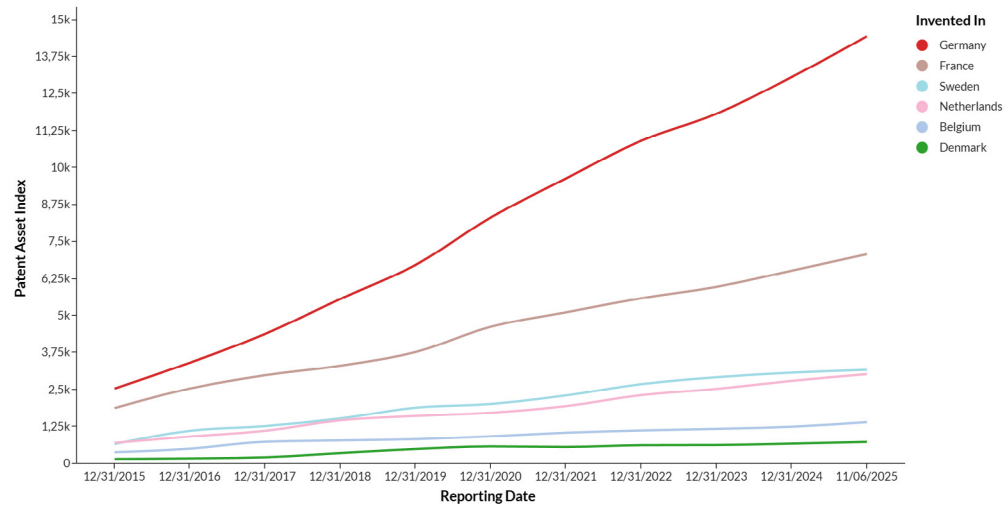
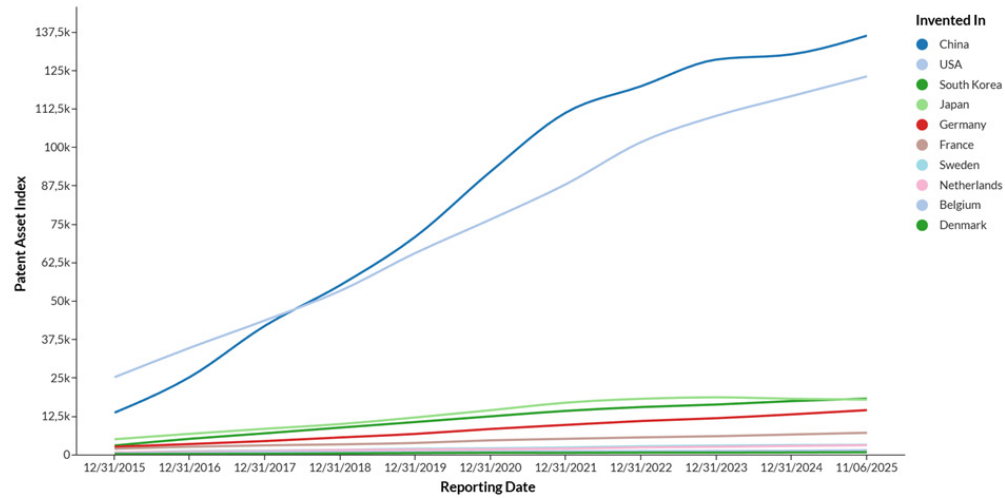
PAI Energy materials over tijd



PAI Semiconductor technologies over tijd



PAI Cybersecurity technologies over tijd



Auteurs

Amber Geurts, Daan Pisa, Maike Conijn, Mirella Schrijvers,
Sjoerd Hardeman, Sabine Kerssens & Hugo Gelevert

12 december 2025

TNOvector
Centre for Societal Innovation and Strategy



Contact

Amber Geurts

Senior onderzoeker innovatie en beleid

✉ amber.geurts@tno.nl

tnovector.nl