

Bijlagenrapport - Fiches economische activiteiten

**Bijlagenrapport behorende bij TNO 2026 16423 'Strategische
economische belangen provincie Noord-Holland'**

TNO 2026 16424 – 8 september 2026

Bijlagenrapport - Fiches economische activiteiten

Bijlagenrapport behorende bij TNO 2026 16423
'Strategische economische belangen provincie Noord-
Holland'

Auteurs	Thijmen van Bree, Maïke Conijn, Sjoerd Hardeman, Daan Pisa, Joris Vierhout en Veerle Zuurdeeg
Rubricering rapport	TNO Publiek
Titel	TNO Publiek
Rapporttekst	TNO Publiek
Aantal pagina's	95 (excl. voor- en achterblad)
Aantal bijlagen	0
Opdrachtgever	Provincie Noord-Holland
Projectnaam	Strategische economische belangen NH
Projectnummer	060.66601

Alle rechten voorbehouden

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van TNO.

© 2026 TNO

Inhoudsopgave

Inleiding	5
1 Waterstof.....	7
2 Windenergie	10
3 Biobased energie	13
4 Slimme energiesystemen	16
5 Bio(based) materialen	19
6 Nieuwe materialen	22
7 Circulair bouwen	25
8 Maakindustrie.....	28
9 Voedingsmiddelenindustrie.....	31
10 Alternatieve eiwitten	34
11 Plantveredeling en zaadtechnologie	37
12 Groene chemie	40
13 Duurzame procestechnologie	43
14 Petrochemie	47
15 Reststroomverwerking	50
16 Nanotechnologie	53
17 Quantumtechnologie.....	56
18 Sensoriek en meet- en detectietechnologie	59
19 Artificial Intelligence	62
20 Internet of Things	65
21 Datacenters.....	68
22 Cybersecurity	71
23 MedTech	74
24 Biotechnologie	77
25 Wapen- en platformsystemen.....	80
26 Maritiem	83
27 Luchtvaart	86
Referenties	90

Inleiding

Dit document bevat voor de 27 economische activiteiten die zijn geanalyseerd in het onderzoek naar strategische economische belangen een fiche met een overzicht van feiten, cijfers en een kaartbeeld met de geografische spreiding van binnen de provincie Noord-Holland. Deze selectie van activiteiten is gebaseerd op de analyse van Europese en nationale beleidsprioriteiten, zoals beschreven in het hoofdrapport. Voor ieder van de 27 activiteiten bevat de fiche een korte beschrijving van de economische activiteit, een kaartbeeld met de geografische spreiding (van werkgelegenheid) en een tekstblok met feiten en cijfers per onderdeel van het gehanteerde analysekader voor strategisch belang. Dit bijlagenrapport fungeert daarmee als naslagwerk bij het hoofdrapport.

Om het strategisch belang van economische activiteiten systematisch te kunnen beoordelen, wordt in dit onderzoek gewerkt met een analysekader dat bestaat uit twee samenhangende lagen:

- › **MAATSCHAPPELIJK BELANG**
- › **SYSTEEMPOSITIE VAN NOORD-HOLLAND**

De eerste laag, *maatschappelijk belang*, richt zich op de vraag waarom een activiteit van betekenis is. Centraal staat de bijdrage van economische activiteiten aan maatschappelijke opgaven, zoals geformuleerd in Europees en nationaal beleid. Het gaat hierbij om de bredere impact van activiteiten op het functioneren van economie en samenleving.

In dit onderzoek zijn deze opgaven geclusterd in vier samenhangende bouwstenen van maatschappelijk belang:

- › **TOEKOMSTIG VERDIENVERMOGEN**: de mate waarin een activiteit bijdraagt aan economische groei, productiviteit en concurrentiekracht van Europa;
- › **VEILIGHEID EN WEERBAARHEID**: de mate waarin een activiteit bijdraagt aan de robuustheid van vitale systemen, leveringszekerheid en bescherming tegen externe schokken;
- › **DUURZAAMHEID EN CIRCULARITEIT**: de mate waarin een activiteit bijdraagt aan de energietransitie, reductie van milieudruk en de ontwikkeling van een circulaire economie;
- › **GEZONDHEID EN WELZIJN**: de mate waarin een activiteit bijdraagt aan de fysieke en mentale gezondheid van mensen en aan de kwaliteit van de leefomgeving.

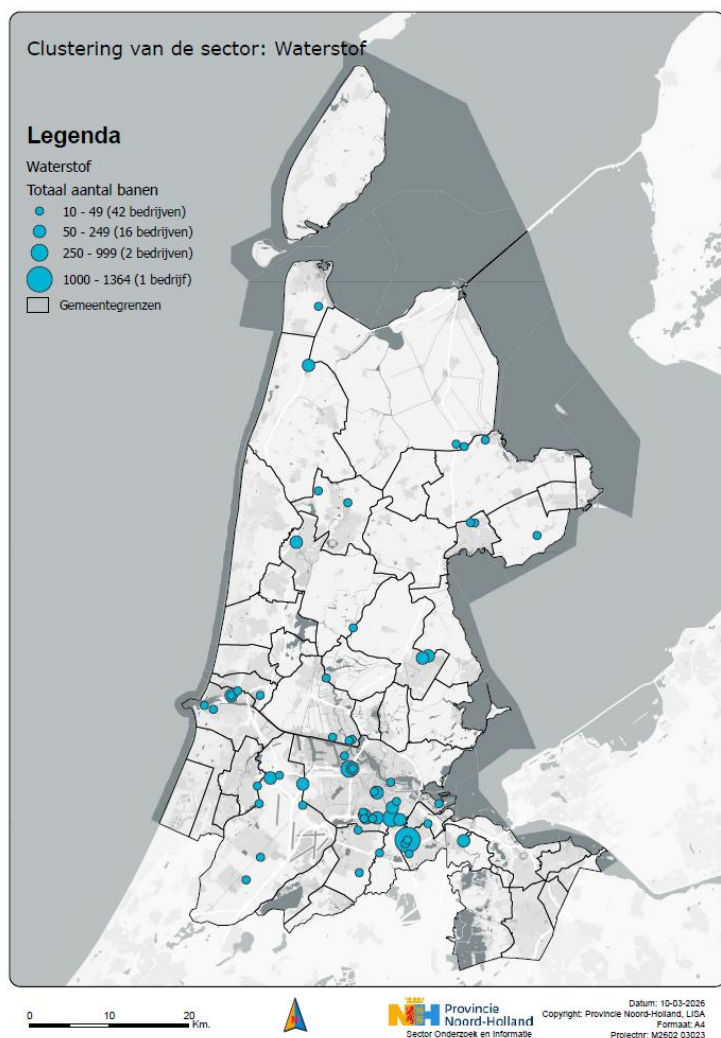
De tweede laag, *systeempositie*, richt zich op de vraag hoe Noord-Holland binnen deze activiteiten gepositioneerd is. Daarbij staat de rol van de regio centraal binnen nationale en internationale waardeketens en innovatie-ecosystemen. Deze rol kan variëren van onderscheidend en richtinggevend tot aanvullend of juist afhankelijk van andere regio's.

Om de systeempositie systematisch te duiden wordt gebruikgemaakt van drie samenhangende criteria:

- › **SPECIALISATIE EN CONCENTRATIE**: de mate waarin Noord-Holland een bovengemiddeld aandeel heeft in een activiteit ten opzichte van andere regio's, de mate waarin deze activiteit geografisch geconcentreerd is en de omvang ervan. Activiteiten met een hoge mate van specialisatie en concentratie duiden op een onderscheidende regionale aanwezigheid;
- › **COMPLEXITEIT EN DIVERSIFICATIEPOTENTIEEL**: combinatie van de mate waarin een activiteit berust op complexe combinaties van kennis en vaardigheden, de mate waarin deze samenhangt met andere activiteiten in Noord-Holland en de kennispositie van de regio binnen de activiteit. Die laatste bepalen in hoeverre en met welke mate van haalbaarheid de regio zich kan ontwikkelen in of vanuit een activiteit en daarmee het diversificatiepotentieel van een activiteit voor een regio;
- › **ONAFHANKELIJKHEID EN COMPLEMENTARITEIT**: de mate waarin Noord-Holland zelfstandig kan opereren binnen een activiteit, dan wel afhankelijk is van andere regio's, en in hoeverre de regio een aanvullende rol vervult binnen nationale en Europese ketens. Strategisch belang kan hierbij voortkomen uit zowel onafhankelijkheid als complementariteit, bijvoorbeeld wanneer de regio een cruciale schakel vormt in bredere systemen.

1 Waterstof

Waterstof omvat het produceren, opslaan, transporteren en toepassen van waterstof als energiedrager naast elektriciteit, warmte en koolstof in het energiesysteem (Ministerie van Economische Zaken, 2025). De activiteit beslaat groeisegmenten zoals (nieuwe generatie) elektrolyzers en componenten, energie-infrastructuur en toepassingen als brandstof en aandrijftechnologie voor zware transportmiddelen. Waterstof (waaronder groene waterstof) speelt een rol in het versnellen van de energietransitie en vraagt om investeringen en innovatie, waarbij het verminderen van onzekerheden in vraag en aanbod belangrijk is (Wennink, 2025 & Rijksoverheid, z.d.).



Toekomstig verdienvermogen

- De verwachte marktomvang van waterstof is \$642 miljard in 2030, \$980 miljard in 2040 en \$1.408 miljard per jaar in 2050. Dit impliceert een jaarlijks groeipercentage van 4% (Ministerie van Economische Zaken, 2025).
- Wereldwijde elektrolyse markt groeit van circa 1.4 miljard GW in 2023 naar 230-520 GW in 2030 (Kennis- en Innovatie Agenda Sleuteltechnologieën, 2025).
- Europese prognose voor 2030 is 22 GW (doel 40 GW).
- Nederlandse prognose is 1,2-1,5 GW (doel 3-4 GW).

Veiligheid en weerbaarheid

- Energie cruciaal voor functioneren maatschappij (NCTV, z.d.).
- Nu vindt veel waterstofproductie nog plaats in China, als Nederland hoog gaat inzetten op waterstof als energiedrager kan dit afhankelijkheden creëren, maar door het uitgebreide gasnetwerk en specifieke kennis in Nederland is de mogelijkheid er om als Nederland een grote rol te gaan spelen in de waterstoftransitie en de afhankelijkheden te verkleinen (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2024).

Duurzaamheid en circulariteit

- Waterstof heeft potentieel een grote bijdrage aan het mogelijk maken van groene energie (Wennink, 2025). De duurzaamheid van waterstof is afhankelijk van de energiebron waarmee de waterstof wordt gemaakt.

Gezondheid en welzijn

- Door het gebruik van waterstof in plaats van fossiele brandstoffen ontstaat er een schonere industrie en verbeterde luchtkwaliteit.

Specialisatie en concentratie

- Op basis van het locatiequotiënt (LQ) bedraagt de specialisatiegraad voor arbeidsplaatsen 0,44 en voor vestigingen 0,78. Dit duidt op een ondergemiddelde specialisatie ten opzichte van het Nederlands gemiddelde.¹
- Op waterstoftoepassingen heeft Noord-Holland een bovenmatige concentratie doordat het Noordzeekanaalgebied één van de nationale industrieclusters vormt en binnen het nationale portfolio van grootschalige elektrolyseprojecten een significant aandeel vertegenwoordigt.
- Internationaal is de positie onderscheidend als Noordwest-Europese Hydrogen Valley / Hub met een 'port' functie (import–handel–distributie) gekoppeld aan een groot-industrieel gebruik (staal in IJmuiden). Qua absolute schaal concurreert het vooral met andere Noordzee-havens en industrieregio's; het onderscheid zit relatief meer in ketenintegratie (import + industrie + infrastructuur) dan in pure productieomvang.

¹ 'Waterstof' als economische activiteit was minder direct en eenduidig via specifieke SBI-codes af te bakenen. De LQ's weerspiegelen daarmee primair de bredere uitgangspositie van de provincie op het gebied van energietechnologie, -productie en beheer.

Complexiteit en diversificatiepotentieel

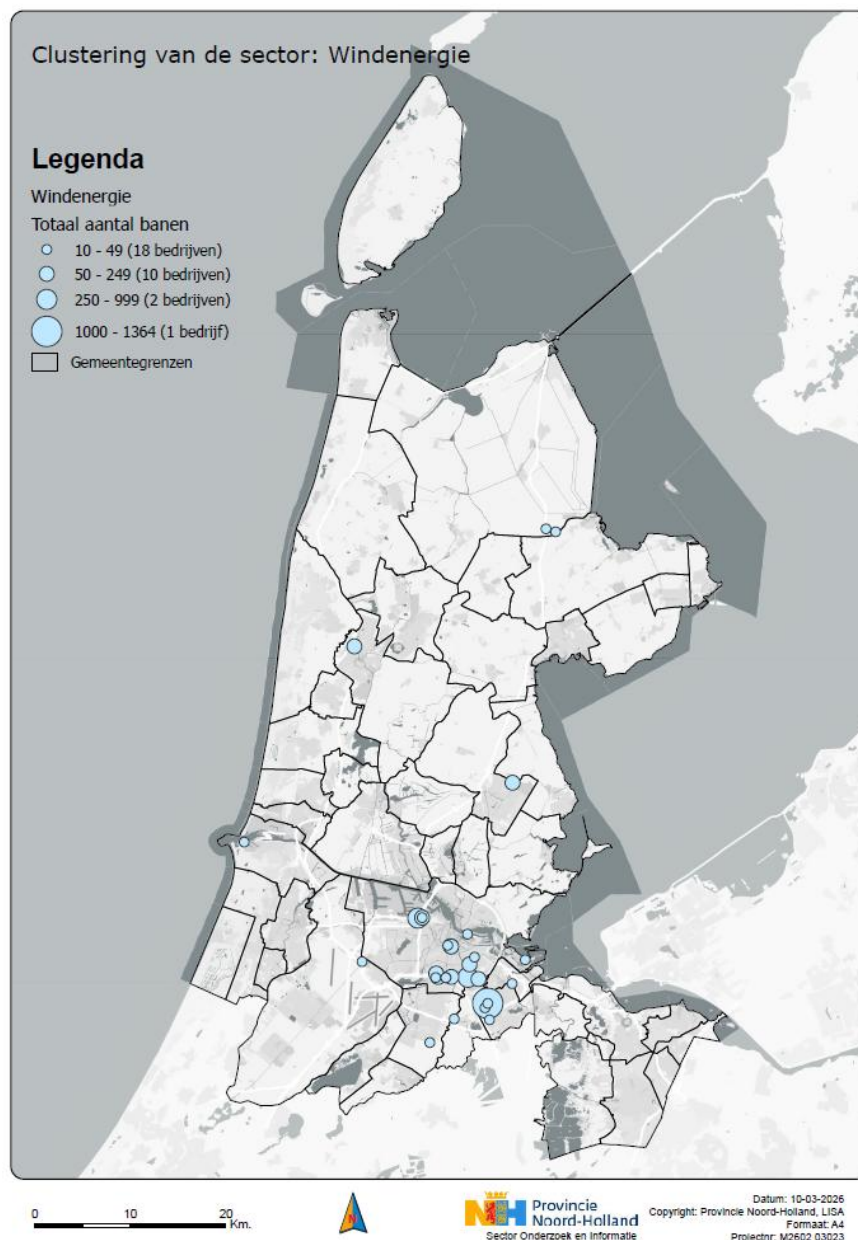
- Ongeveer 11 patenten gerelateerd aan waterstof in de afgelopen 10 jaar, met een gemiddelde impactscore van 1,9 op een relatieve schaal van 0 tot ± 5 .
- Relatieve complexiteit van 40 op een schaal van 1-100 (Balland & Boschma, 2024).
- Gerelateerdheid met andere activiteiten in de regio van 38 op een schaal van 1-100 (Balland & Boschma, 2024).

Onafhankelijkheid en complementariteit

- Sterk afhankelijk van internationale technologie (elektrolyzers) en kritieke materialen.
- Regionale rol zit vooral in infrastructuur en industriële toepassing (NZKG).
- Complementair in ketens, maar onvoldoende onderscheidend of zelfstandig.

2 Windenergie

Windenergie is het opwekken van elektriciteit met windturbines, met in Nederland een sterke focus op wind op zee. De activiteit omvat ook de offshore keten rond windparken: aanleg/constructie, installatie, netaansluiting en onderhoud, plus aanpalende offshore diensten zoals ingenieursadvies en bodemonderzoek (Ministerie van Economische Zaken, 2025). Windenergie (en specifiek wind op zee) is te plaatsen binnen de bredere energietransitie-opgave, waarbij ook systeemrandvoorwaarden (zoals infrastructuur en uitvoeringscapaciteit) meewegen (Wennink, 2025).



Toekomstig verdienvermogen

- Windenergie is een groeisector met langdurige projectpipelines, grote investeringsstroom in assets en installaties/toelevering.
- Nu €2,712 miljard (2023) investeringen in windparken (CBS, 2025e).
- Toekomst (indicatie 10 jaar): NL wind op zee groeit van 4,7 GW (2023) naar 21 GW; +16,3 GW extra (RVO, 2026).
- Er zijn significante capex investeringen nodig voor de groei richting 16,3 GW.

Veiligheid en weerbaarheid

- Windenergie is vitaal voor de veiligheid doordat transport, distributie en productie van elektriciteit op land en op zee is aangemerkt als vitaal proces (NCTV, z.d.).
- 21 GW wind op zee is ongeveer 16% van de Nederlandse energievraag (RVO, 2026).
- In de energiesector moet de strategische afhankelijkheid van andere landen vermindert worden (Industriebeleid met focus). Wind is een lokale energiebron, waardoor de afhankelijkheid van geïmporteerd aardgas, olie en kolen verlaagd wordt.

Duurzaamheid en circulariteit

- Enabler voor het produceren van groene waterstof (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2024).
- Windenergie versterkt duurzaamheid door verdringing van fossiele opwek, dat CO₂ intensiteit verlaagd in de elektriciteitsmix (CBS, z.d.-b).
- Verduurzaming van de energie is belangrijk, zo stootte de elektriciteitssector 23,1 Mt CO₂-eq (2024) uit (CBS, z.d.-b).

Gezondheid en welzijn

- Door het gebruik van windenergie in plaats van fossiele brandstoffen ontstaat er een schonere industrie en verbeterde luchtkwaliteit (Nederlanders leven gemiddeld ongeveer 9 maanden korter door blootstelling aan fijnstof, en gemiddeld 4 maanden korter door blootstelling aan stikstofdioxide (VZinfo, 2024).
- De opwekking van windenergie op land kan negatieve effecten hebben op omwonenden door de slagschaduw en geluid (RIVM, 2025a).

Specialisatie en concentratie

- Op basis van het locatiequotiënt (LQ) bedraagt de specialisatiegraad voor arbeidsplaatsen 0,77 en voor vestigingen 1,16. Dit duidt op een ondergemiddelde specialisatie op het aantal werknemers en een bovengemiddelde specialisatie op het aantal opererende bedrijven ten opzichte van het Nederlands gemiddelde.
- Binnen Nederland heeft Noord-Holland een bovenmatige concentratie in offshore-wind (logistiek, O&M, maritieme dienstverlening) door de combinatie van nabijgelegen grote windgebieden op de Noordzee en een herkenbaar haven-/dienstverleningscluster rond Amsterdam–IJmuiden en Den Helder. In wind-op-land productie/capaciteit is de provincie niet aantoonbaar koploper, waardoor de relatieve specialisatie vooral in de ketenfuncties zit en minder in de fysieke opwek op land.

- In EU-perspectief is Noord-Holland relevant als North Sea O&M-/logistieke hub voor de snel opschalende Nederlandse offshore markt, maar qua schaal en “first-tier” havenconcentratie wordt het eerder geëvenaard door de klassieke Europese zwaartepunten zoals Esbjerg, Humber en Cuxhaven (waar veel assemblage/uitrolcapaciteit samenkomt).

Complexiteit en diversificatiepotentieel

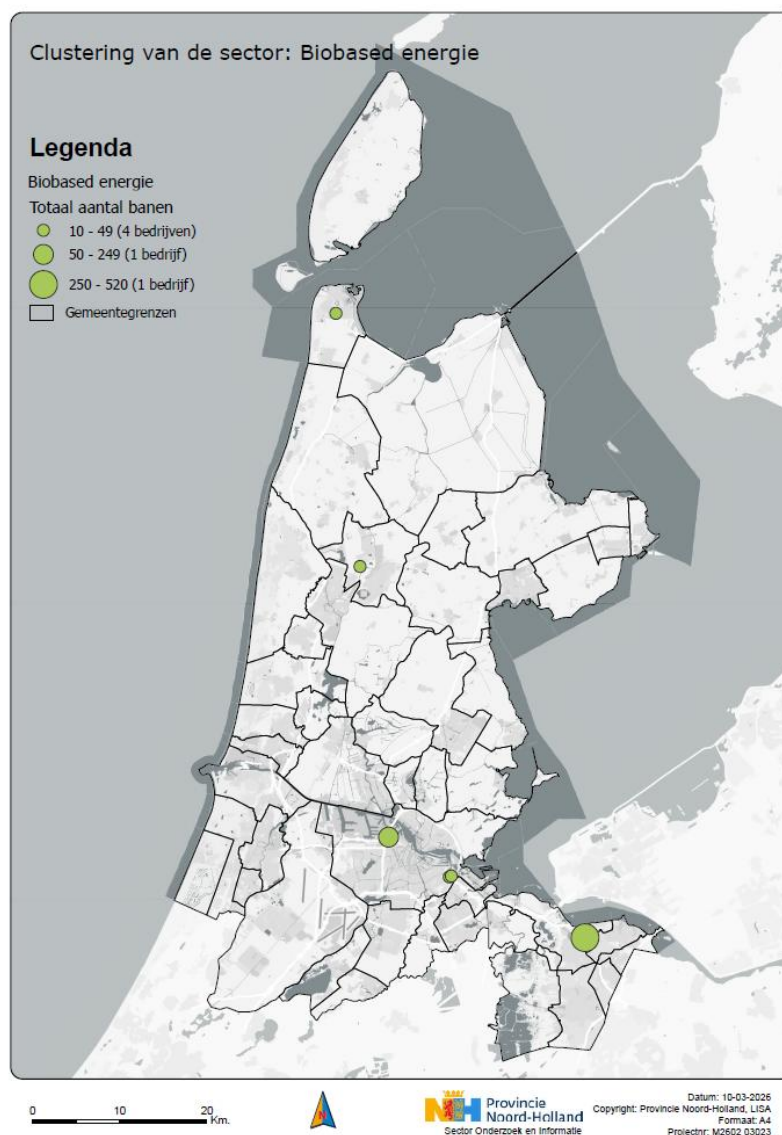
- Ongeveer 57 patenten gerelateerd aan windenergie in de afgelopen 10 jaar, met een gemiddelde impactscore van 3,5 op een relatieve schaal van 0 tot ± 5 .
- Relatieve complexiteit van 50 op een schaal van 1-100 (Balland & Boschma, 2024).
- Gerelateerdheid met andere activiteiten in de regio van 31 op een schaal van 1-100 (Balland & Boschma, 2024).

Onafhankelijkheid en complementariteit

- Afhankelijk van internationale supply chains (turbines, materialen).
- Sterke regionale positie in offshore ontwikkeling, onderhoud en netaansluiting.
- Noord-Holland vervult een duidelijke schakelfunctie binnen Noordzee-energiesysteem.

3 Biobased energie

Biobased energie (biobrandstoffen) betreft het produceren van brandstoffen uit biograndstoffen/biomassa als alternatief voor fossiele energiedragers (Ministerie van Economische Zaken, 2025 & Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2024). Dit zijn houtige grondstoffen die in grote hoeveelheden beschikbaar zijn uit restmateriaal van land- en bosbouw (Ministerie van Economische Zaken, 2025). Naast groene waterstof, zijn andere innovatieve bronnen voor biobrandstoffen mogelijk, zoals algendiesel. Nederland beschikt over een competitieve agrarische en chemische sector om op industriële schaal duurzame feedstocks (o.a. biomassa) om te zetten naar brandstoffen en intermediairs (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2024). Als toepassing past biobased energie binnen de bredere energietransitie als één van de missies binnen het missiegedreven innovatiebeleid.



Toekomstig verdienvermogen

- De wereldmarkt voor biofuels is verwacht te groeien naar \$257.6 miljard in 2034, van \$132.13 miljard in 2024 (37,03 miljard biodiesel en 95,1 miljard bio-ethanol) (Narayan, 2025).
- Verdienvermogen kan worden gecreëerd door opschaling van biofuels/bio-energie productie, waarvoor grote investeringen nodig zijn, met handel, raffinage, en overige activiteiten in diverse ketens.

Veiligheid en weerbaarheid

- Brandstofvoorziening en transport is aangemerkt als een vitaal proces (NCTV, z.d.).
- Biobrandstoffen worden geproduceerd uit hernieuwbaar materiaal (planten, organisch afval), waardoor de afhankelijkheid van fossiele brandstoffen en gasen uit het buitenland vermindert.

Duurzaamheid en circulariteit

- Biobrandstoffen kunnen (afhankelijk van keten) fossiele benzine/diesel deels vervangen, dat geeft potentieel lagere netto CO₂-eq in mobiliteit (CBS, 2025e).
- De sector mobiliteit” stootte 29,2 Mton CO₂-eq uit in 2024 (CBS, 2025e).

Gezondheid en welzijn

- Door biofuels wordt de noodzaak voor fossiele verbranding in transport minder, waardoor de uitstoot van stikstofdioxiden en fijnstof daalt. Een verlaging van stikstofdioxide en fijnstof concentratie in de lucht kan bijdragen aan een betere levensverwachting doordat beiden zijn geassocieerd met meerdere maanden aan verkorting van de levensverwachting (VZinfo, 2024).

Specialisatie en concentratie

- Op basis van het locatiequotiënt (LQ) bedraagt de specialisatiegraad voor arbeidsplaatsen 0,41 en voor vestigingen 1,03. Dit duidt op een ondergemiddelde tot gemiddelde specialisatie ten opzichte van het Nederlands gemiddelde.
- Binnen Nederland heeft Noord-Holland een bovenmatige concentratie in biobased fuels als logistiek-/blend- en conversiecluster rond de Amsterdamse haven (meerdere biodieselinstallaties, bio-LNG en afval-naar-brandstoffen), waardoor de provincie relatief sterker scoort op ketenfuncties (invoer, opslag, mengen, upgrading en distributie) dan het Nederlandse gemiddelde.
- In EU-perspectief is Noord-Holland onderscheidend als onderdeel van de ARA-hub (Antwerpen–Rotterdam–Amsterdam) voor biobrandstofstromen en blending, maar niet de dominante Europese productiepool (die sterker in/naast Rotterdam–Antwerpen en enkele grote raffinageclusters ligt).

Complexiteit en diversificatiepotentieel

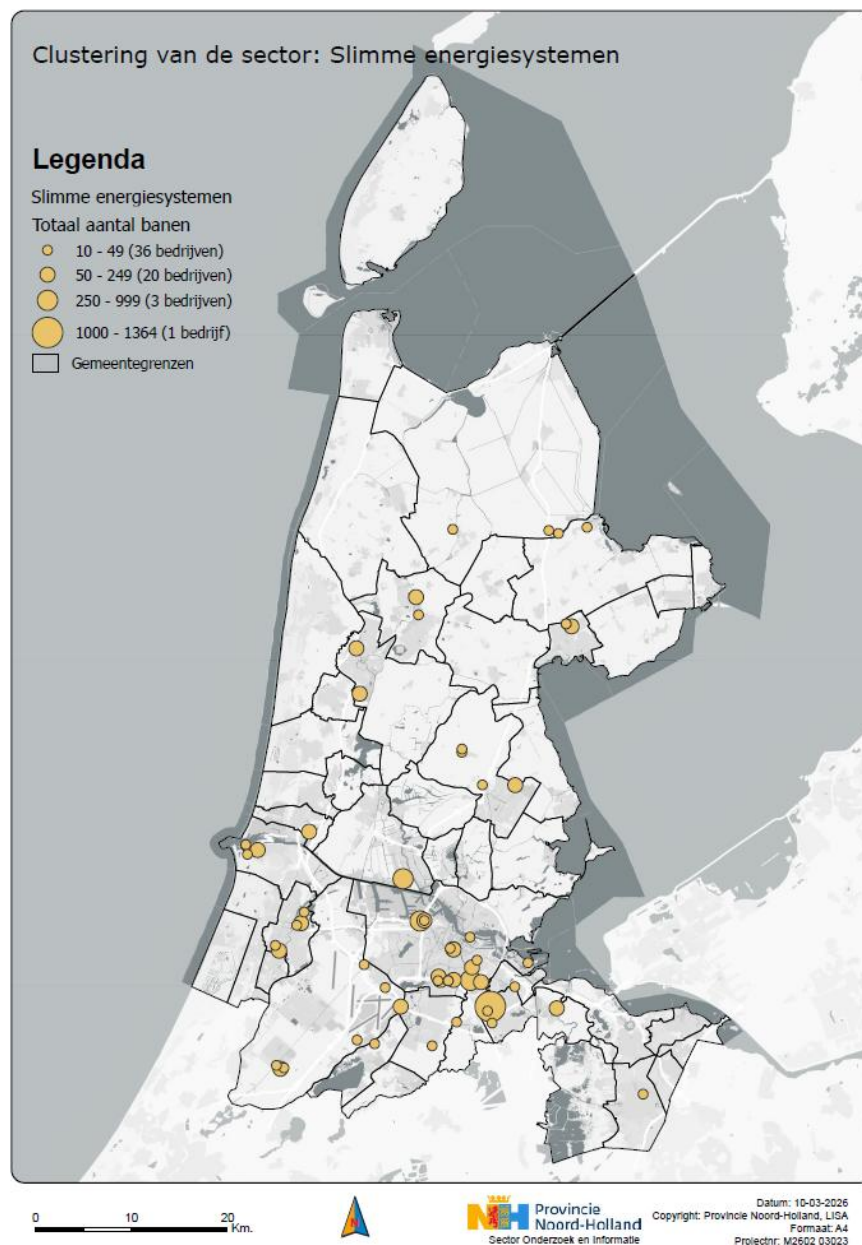
- Ongeveer 7 patenten gerelateerd aan biobased energie in de afgelopen 10 jaar, met een gemiddelde impactscore van 2,5 op een relatieve schaal van 0 tot ± 5 .
- Relatieve complexiteit van 30 op een schaal van 1-100 (Balland & Boschma, 2024).
- Gerelateerdheid met andere activiteiten in de regio van 60 op een schaal van 1-100 (Balland & Boschma, 2024).

Onafhankelijkheid en complementariteit

- Afhankelijk van externe biomassastromen en internationale ketens.
- Regionale rol via chemie en logistiek.
- Complementair, maar niet onderscheidend of systeemdragend.

4 Slimme energiesystemen

Slimme energiesystemen zijn digitale en flexibele energienet- en stuursystemen (smart grids) die vraag en aanbod actief balanceren, o.a. via demand response, vermogenselektronica en 'smart grid ready' apparatuur en (slimme) meetinfrastructuur zoals AMI/slimme meters (Ministerie van Economische Zaken, 2025). Dit sluit aan op sleuteltechnologieën die het verbinden en aansturen van energie-gerelateerde apparaten mogelijk maken (digital connectivity technologies) en op energy materials in opslag- en conversiesystemen (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2024).



Toekomstig verdienvermogen

- Slimme aansturing van zonnepanelen, warmteproductie en batterijsystemen kan netcongestie worden beperkt. Dit biedt groeipotentie voor de noodzakelijke investeringen in hardware en software, en nieuwe diensten (Ministerie van Economische Zaken, 2025).
- Wereldwijd wordt de marktgrootte van smart grids geschat op \$49,7 miljard in 2022 en groeit naar verwachting tot \$130 miljard in 2028. Dit impliceert een jaarlijks groeipercantage van 17,3% (Ministerie van Economische Zaken, 2025).
- In 2023 zag “waterstofnetwerk, smart grids en opslag” €0,203 miljard aan investeringen in Nederland (CBS, 2025d).

Veiligheid en weerbaarheid

- Slimme energiesystemen dragen bij aan transport en distributie van elektriciteit op land en op zee, wat geïdentificeerd is als een vitaal proces (NCTV, z.d.).
- Wanneer slimme netten en flex-sytemen congestie en uitvalrisico's verminderen zorgt dat voor hogere continuïteit van het vitale elektriciteitsproces.
- Slimme systemen voor energievoorziening en leveringszekerheid zijn een randvoorwaarde in de D-SII (Ministerie van Defensie, 2025).

Duurzaamheid en circulariteit

- Slimme energiesystemen dragen bij aan de missie ‘energietransitie’ van het missiegedreven innovatiebeleid.
- Smart grids/opslag/flex maken meer zon/wind-inpassing mogelijk, waardoor minder fossiele piekcentrales nodig zijn en dus lagere systeememissies.
- Dit is belangrijk voor verduurzaming want de sector “Elektriciteit” stootte 23,1 Mton CO₂-eq uit in 2024 (CBS, z.d.-b).

Gezondheid en welzijn

- Sneller uitfasen van fossiele opwek, plus verwarming via elektrificatie en slimme sturing zorgt voor minder luchtverontreiniging en dus een toename van de gezonde levensjaren.

Specialisatie en concentratie

- Op basis van het locatiequotiënt (LQ) bedraagt de specialisatiegraad voor arbeidsplaatsen 0,70 en voor vestigingen 0,87. Dit duidt op een ondergemiddelde specialisatie ten opzichte van het Nederlands gemiddelde.
- Binnen Nederland heeft Noord-Holland een bovenmatige concentratie in slimme energiesystemen als toepassings- en testregio doordat de combinatie van grootste delijke netdruk (MRA), zeer hoge laad-/digitaliseringsdichtheid en actieve netbeheer- en gemeentelijke pilots leidt tot relatief veel demonstraties en opschalingscases.
- Op EU-niveau heeft Noord-Holland een bovengemiddeld profiel door onderzoek en good practices, maar de provincie vormt hiermee eerder een prominente living-lab hub dan een top-industriële smart-grid regio.

Complexiteit en diversificatiepotentieel

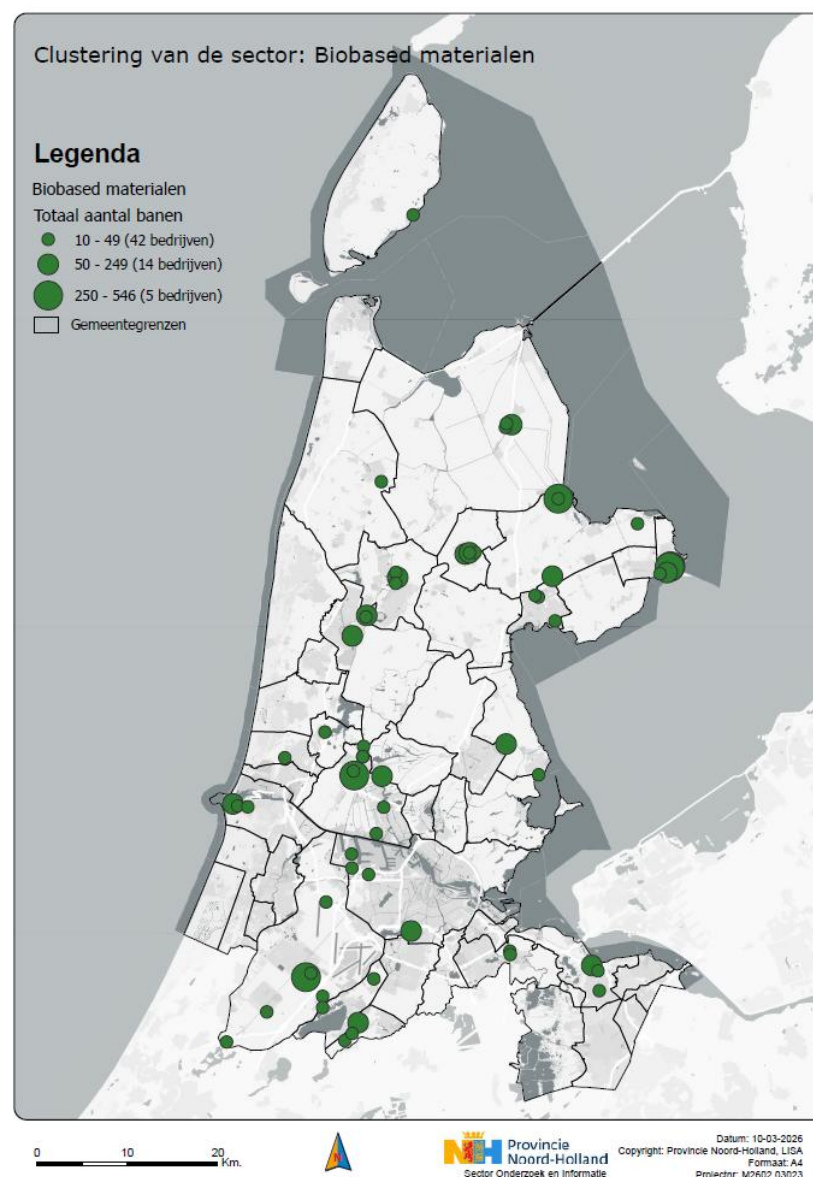
- Ongeveer 6 patenten gerelateerd aan slimme energiesystemen in de afgelopen 10 jaar, met een gemiddelde impactscore van 2,0 op een relatieve schaal van 0 tot ± 5 .
- Relatieve complexiteit van 47 op een schaal van 1-100 (Balland & Boschma, 2024).
- Gerelateerdheid met andere activiteiten in de regio van 64 op een schaal van 1-100 (Balland & Boschma).

Onafhankelijkheid en complementariteit

- Sterk afhankelijk van externe digitale technologie en hardware.
- Cruciale rol in systeemintegratie en energiebalancering binnen de regio.
- Functioneert als knooppunt binnen nationale en Europese energiesystemen.

5 Bio(based) materialen

Bio(based) materialen betreffen materialen uit biobased bronnen en andere hernieuwbare koolstofbronnen (zoals duurzame koolstof uit CO₂) als alternatief voor fossiele grondstoffen, waaronder o.a. bioplastics en natuurlijke vezels (Ministerie van Economische Zaken, 2025 & Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2024). Ze richten zich op het ontwikkelen en opschalen van circulaire materiaal- en grondstofketens, inclusief hergebruik en recyclingprocessen. Met de procestechnologie worden duurzame feedstocks (o.a. biomassa en CO₂) omgezet naar intermediären die dienen als bouwstenen voor (chemische) materialen. Als toepassing past dit binnen de missie circulariteit in het missiegedreven innovatiebeleid.



Toekomstig verdienvermogen

- Biobased materialen zijn een groeisector die bouwen op de chemiesector, groeiende bioplastics kunnen daarmee bijdragen aan verdienvermogen via productie, IP, en licensing.
- In 2023 was de Nederlandse sectoromvang van de chemie ongeveer €64 miljard omzet (VNCI, z.d.), waarvan biobased een subset is.
- Richting de toekomst groeit de wereldmarkt voor bioplastics van \$97 miljard in 2023 naar \$326 miljard in 2028 (Ministerie van Economische Zaken, 2025).

Veiligheid en weerbaarheid

- Biobased feedstocks en materialen kunnen (deels) fossiele feedstock vervangen (CBS, 2025f), wat de afhankelijkheid vermindert binnen de vitale chemische keten.
- De NCTV ziet grootschalige productie, verwerking en/of opslag van (petro)chemische stoffen als vitaal proces (NCTV, z.d.).

Duurzaamheid en circulariteit

- Biobased materialen en (hoogwaardig) recyclaat kunnen fossiele plastics/materialen vervangen, met potentieel lagere ketenemissies (afhankelijk van LCA).
- Dit is een waardevolle emissiereductie omdat de sector "industrie" in 2024 een uitstoot had van 47,4 Mton CO₂-eq (CBS, z.d.-b).
- Circulaire materialen spelen een doorslaggevende rol in de energietransitie en het realiseren van klimaatdoelstellingen (Wennink, 2025).

Gezondheid en welzijn

- Biobased materialen kunnen de gezondheid bevorderen doordat er bijvoorbeeld minder uitstoot vrijkomt bij de productie ervan dan bij productie op basis van fossiele grondstoffen.

Specialisatie en concentratie

- Op basis van het locatiequotiënt (LQ) bedraagt de specialisatiegraad voor arbeidsplaatsen 0,71 en voor vestigingen 0,68. Dit duidt op een ondergemiddelde specialisatie ten opzichte van het Nederlands gemiddelde.²
- Binnen Nederland heeft Noord-Holland een herkenbaar innovatie-/pilotprofiel (met innovatieve bedrijven zoals Avantium), maar het kent geen bovenmatige concentratie aan grootschalige biobased-materialenproductie vergeleken met Nederlandse zwaartepunten van chemie- en biobased-materialenclusters.

² 'Bio(based) materialen als economische activiteit was minder direct en eenduidig via specifieke SBI-codes af te bakenen. De LQ's weerspiegelen daarmee primair de bredere uitgangspositie van de provincie op het gebied van chemie, kunststofverwerking en textiel.

Complexiteit en diversificatiepotentieel

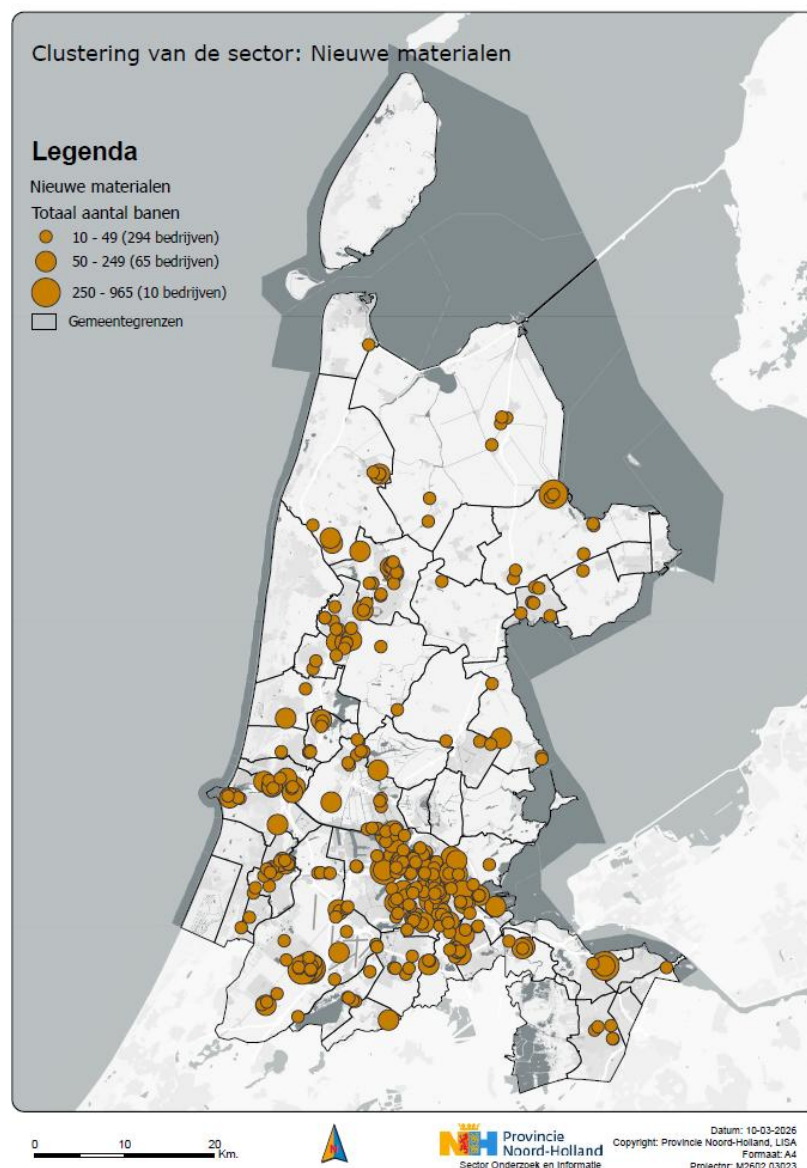
- Ongeveer 18 patenten gerelateerd aan biobased materialen in de afgelopen 10 jaar, met een gemiddelde impactscore van 1,9 op een relatieve schaal van 0 tot ± 5 .
- Relatieve complexiteit van 35 op een schaal van 1-100 (Balland & Boschma, 2024).
- Gerelateerdheid met andere activiteiten in de regio van 53 op een schaal van 1-100 (Balland & Boschma, 2024).

Onafhankelijkheid en complementariteit

- Sterk afhankelijk van externe feedstock en marktontwikkeling.
- Regionale rol via chemische industrie en logistiek.
- Complementair, maar beperkt onderscheidend.

6 Nieuwe materialen

Nieuwe materialen omvatten het ontwikkelen en toepassen van geavanceerde (high-performance) materialen (door de chemie) die nieuwe of sterk verbeterde eigenschappen mogelijk maken voor industriële toepassingen en maakindustrie (Ministerie van Economische Zaken, 2025). Dit sluit aan op het technologiedomein Advanced materials en materiaalinnovatie als enabler voor onder meer batterijen en halfgeleiders (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2024). In veiligheids- en defensietoepassingen gaat het bijvoorbeeld om 'slimme' materialen die reageren op prikkels/condities, met focus op composieten, additieve fabricage (3D-printen) en metamaterialen (Ministerie van Defensie, 2025).



Toekomstig verdienvermogen

- De advanced materials markt was in 2025 \$73.63 miljard, en is verwacht te groeien naar \$134.49 miljard in 2035 (Bidwani, 2026).
- Advanced materials omvat meerdere sleuteltechnologieën die een belangrijke bijdrage kunnen leveren voor het toekomstig verdienvermogen van Nederland (en potentiële control points kunnen vormen. In de hereikte lijst omvat het 1) energy materials, 2) optical, electronic, magnetic and nanomechanical materials, 3) meta materials, 4) soft/bio materials, 5) thin films and coatings, 6) construction and structural materials, 7) Smart materials.

Veiligheid en weerbaarheid

- Nieuwe materialen zijn geen expliciet onderdeel van de vitale processen zoals geïdentificeerd door de NCTV (z.d.), hoewel afhankelijk van het specifieke materiaal kunnen zij wel relevant zijn voor vitale processen in de categorieën chemie, nucleair, of energie.
- Nieuwe (slimme) materialen zijn wel opgenomen als een van de 5 NLD gebieden voor de toekomst van de Nederlandse defensie industrie.
- Nieuwe materialen zijn sleuteltechnologieën, die via export potentieel nieuwe control points voor Nederland vorm kunnen geven (TNO, 2024).

Duurzaamheid en circulariteit

- De bijdrage van nieuwe materialen aan duurzaamheid is afhankelijk van de uitstoot, maar de technologie wordt in diverse domeinen toegepast.

Gezondheid en welzijn

- De impact op de gezondheid is afhankelijk van het blootstellingsszenario van het specifieke materiaal.

Specialisatie en concentratie

- Op basis van het locatiequotiënt (LQ) bedraagt de specialisatiegraad voor arbeidsplaatsen 0,79 en voor vestigingen 0,32. Dit duidt op een ondergemiddelde specialisatie ten opzichte van het Nederlands gemiddelde.³
- Binnen Nederland heeft Noord-Holland een bovenmatige concentratie in advanced materials als R&D- en toepassingscluster door de concentratie rond Amsterdam Science Park (ARCNL/AMOLF: nadruk op materials science voor nanolithografie en nanofabricage) en Tata Steel IJmuiden als grote industriële speler (hoogwaardig staal + verduurzamings-/procesinnovatie), waardoor de provincie relatief sterk is in kennisintensieve materiaalinnovatie. Tegelijk is Noord-Holland minder dominant in de brede

³ 'Nieuwe materialen' als economische activiteit was minder direct en eenduidig via specifieke SBI-codes af te bakenen. De LQ's weerspiegelen daarmee primair de bredere uitgangspositie van de provincie op het gebied van technisch ontwerp en (overige) basischemicaliën en producten.

maak-/productie-industrie voor composieten/3D-printen dan de hightech-maakregio's, waardoor de focus vooral zit in high-end materiaalonderzoek en industriële toepassing bij enkele grote spelers.

- Op EU-niveau is Noord-Holland onderscheidend in de niche nanolithografie-materialen (via ARCNL's directe koppeling met de Europese semiconductor-waardeketen rond ASML), maar qua totale clusterbreedte en schaal wordt het overstegeen door andere Europese regio's (bijvoorbeeld Leuven/imec en Grenoble/CEA-Leti/Minatec).

Complexiteit en diversificatiepotentieel

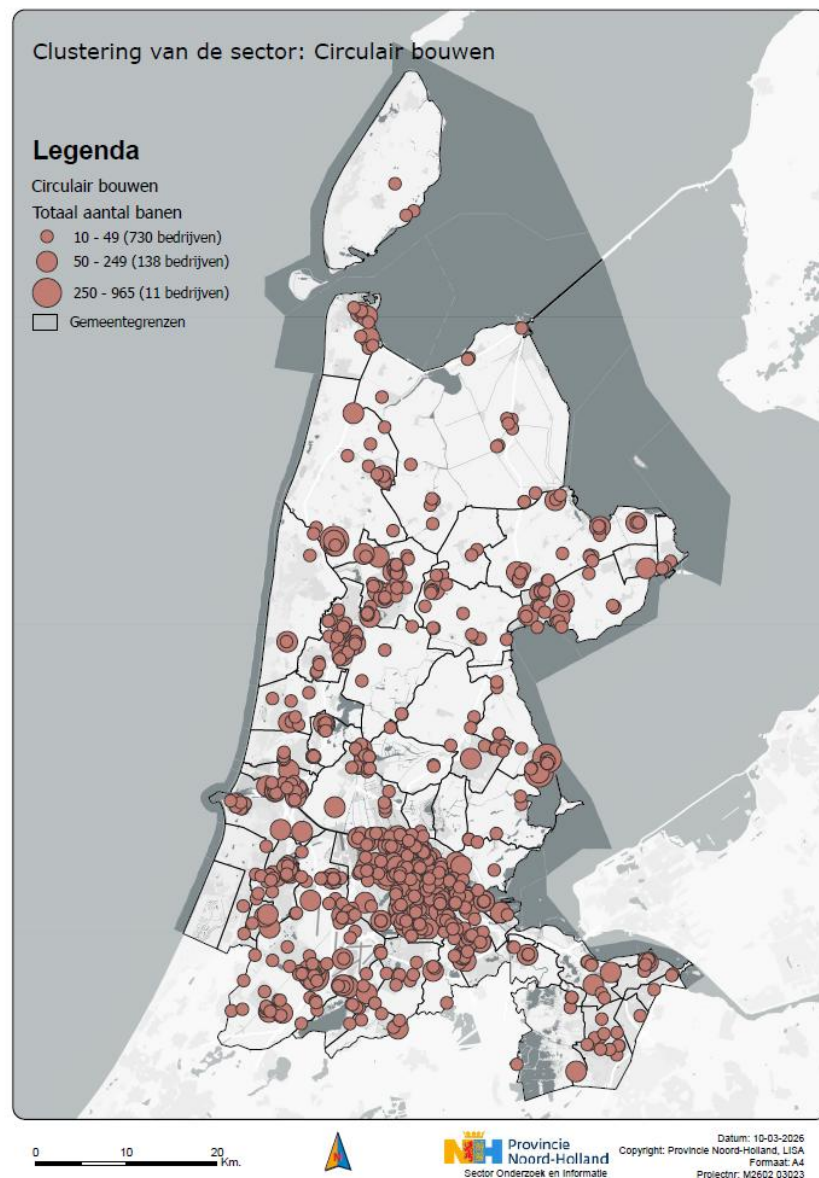
- Ongeveer 62 patenten gerelateerd aan nieuwe materialen in de afgelopen 10 jaar, met een gemiddelde impactscore van 2,3 op een relatieve schaal van 0 tot ± 5 .
- Relatieve complexiteit van 20 op een schaal van 1-100 (Balland & Boschma, 2024).
- Gerelateerdheid met andere activiteiten in de regio van 46 op een schaal van 1-100 (Balland & Boschma, 2024).

Onafhankelijkheid en complementariteit

- Afhankelijk van internationale grondstoffen en hightech ketens.
- Sterke kennispositie en aansluiting op internationale netwerken.
- Regionale rol moeilijk vervangbaar in specifieke niches.

7 Circulair bouwen

Circulair bouwen richt zich op het toepassen van circulaire en biobased materialen in bouw- en infrastructuurtoepassingen, zodat grondstoffen opnieuw kunnen worden ingezet (Ministerie van Economische Zaken, 2025). Het gaat daarbij om materialen ontwikkeld uit biobased bronnen of andere hernieuwbare koolstofbronnen (zoals duurzame koolstof uit CO₂) en om het ontwikkelen van recyclingprocessen om aan toenemende grondstofvraag te voldoen. Dit draagt ook bij aan de missie circulariteit van het missiegedreven innovatiebeleid. Dit sluit aan op sleuteltechnologieën rond advanced materials en procestechnologie voor duurzame grondstoffen en intermediairen die als bouwstenen dienen voor materialen (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2024).



Toekomstig verdienvermogen

- De totale bouw is een grote markt, zo waren de totale bouwkosten voor de bouw en verbouw van woningen en bedrijfsgebouwen in 2024 22,7 miljard euro (CBS, 2025b).
- De wereldmarkt voor duurzaam bouw materiaal was in 2024 301,6 miljard dollar, en is verwacht te groeien naar 907,1 miljard dollar in 2034.

Veiligheid en weerbaarheid

- Er is geen directe link tussen circulair bouwen en de vitale processen van de NCTV (z.d.).
- Indirecte koppelingen kunnen worden onderzocht. Zo kan circulair bouwen bijdragen aan het afbouwen van afhankelijkheden in de bouw, in zoverre deze bestaan. Denk hierbij aan onderhoud en vernieuwing assets van fysieke assets voor vitale processen zoals het “keren en beheren van waterkwantiteit” (waterveiligheid).

Duurzaamheid en circulariteit

- De bouw draagt bij aan uitstoot zowel door het gebruiken van fossiele producten als door het verbranden van fossiele brandstoffen door mobiele werktuigen. Circulair bouwen kan bijdragen aan de ontkoppeling van fossiel.

Gezondheid en welzijn

- Een verlaging van de afhankelijkheid van fossiel kan zorgen voor een vermindering van de schadelijke stoffen in de lucht en het (drink)water. Dat zorgt voor een positieve bijdrage aan de gezondheid.

Specialisatie en concentratie

- Op basis van het locatiequotiënt (LQ) bedraagt de specialisatiegraad voor arbeidsplaatsen 0,84 en voor vestigingen 0,90. Dit duidt op een ondergemiddelde specialisatie ten opzichte van het Nederlands gemiddelde.
- Binnen Nederland heeft Noord-Holland een bovenmatige concentratie als vraag- en opschalingsregio doordat circulariteit in de gebouwde omgeving via inkoop/aanbestedingen wordt ingebouwd (doel: vanaf 2023 alle aanbestedingen in de gebouwde omgeving circulair) en de provincie via de Circulaire Deal Secundaire Bouwmaterialen circulaire slooprojecten ondersteunt.
- Op EU-niveau is Noord-Holland (Amsterdam) onderscheidend als ‘living lab’ voor circulair bouwen, maar de positionering zit vooral in beleid/marktcreatie en ketenorganisatie en minder in een circulaire bouw(materialen)industrie zoals in andere grotere Europese industrieregio’s.

Complexiteit en diversificatiepotentieel

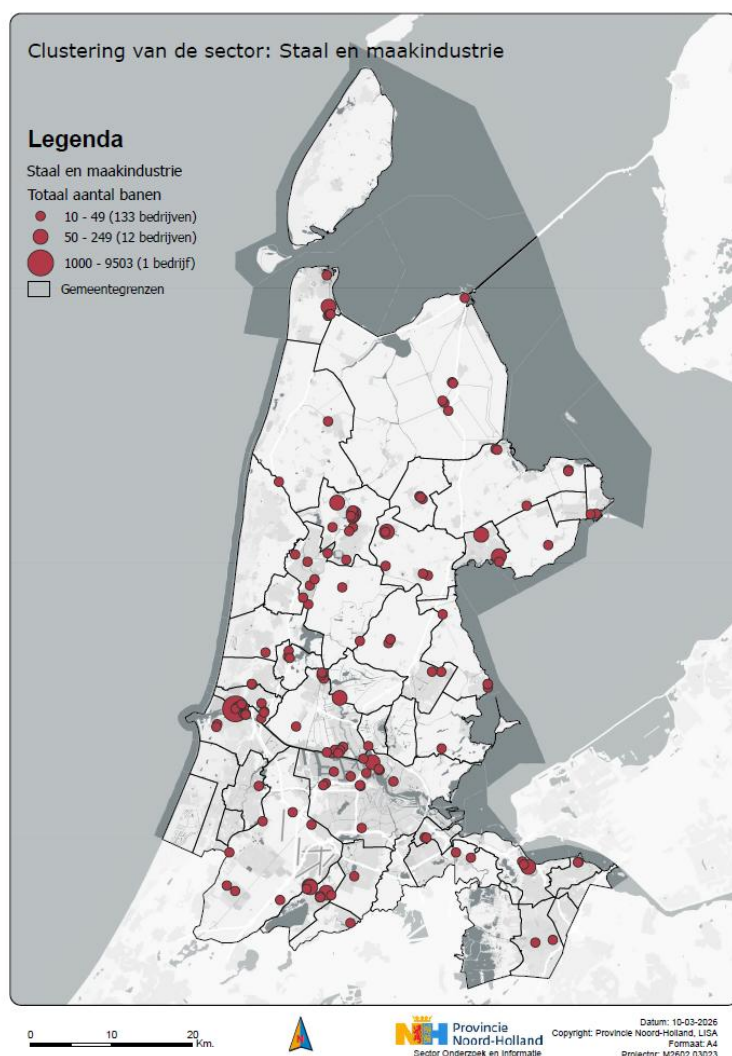
- Ongeveer 25 patenten gerelateerd aan circulair bouwen in de afgelopen 10 jaar, met een gemiddelde impactscore van 2,4 op een relatieve schaal van 0 tot ± 5 .
- Relatieve complexiteit van 15 op een schaal van 1-100 (Balland & Boschma, 2024).
- Gerelateerdheid met andere activiteiten in de regio van 43 op een schaal van 1-100 (Balland & Boschma, 2024).

Onafhankelijkheid en complementariteit

- Relatief lokaal georganiseerd, met beperkte internationale afhankelijkheid.
- Draagt bij aan regionale kringlopen en materiaalgebruik.
- Weinig onderscheidende systeemrol op grotere schaal.

8 Maakindustrie

De activiteit staal- en maakindustrie omvat het produceren en bewerken van staal en andere metalen én het ontwerpen en bouwen van machines, systemen en hoogwaardige (industriële) producten, inclusief de toeleverketens en productietechnologieën die daarvoor nodig zijn (Ministerie van Economische Zaken, 2025). Dit leunt op sleuteltechnologieën zoals advanced materials, mechatronica/optomechatronica en productie- en procestechnologie om materialen en componenten efficiënt en op hoge kwaliteit te maken (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2024).



Toekomstig verdienvermogen

- De investeringen in Nederland de basismetaal en metaalproductenindustrie was €1,9 miljard in 2023 (CBS, 2025c).
- De wereldmarkt voor groen staal was 60.91 miljard dollar in 2025, en is verwacht te groeien naar 129.08 miljard dollar in 2034 (Fortune Business Insights, 2026c).

Veiligheid en weerbaarheid

- Voor weerbaarheid en leveringszekerheid zijn de staal- en maakindustrie belangrijk voor het behouden en opschalen van industriële productiecapaciteit en kritieke maak- en materiaalcompetenties in Nederland en Europa (Ministerie van Defensie, 2025 & Wennink, 2025).
- De staal en maakindustrie levert belangrijke inputs voor diverse vitale processen (NCTV, z.d.). Zo is de inzet van defensie afhankelijk voor het staal van de wapensystemen, als voor het staal dat nodig is voor energie, water, en transport. Afhankelijkheden in deze sectoren zijn daarom risicovol voor onze energievoorziening en krijgsmacht (Wennink, 2025).

Duurzaamheid en circulariteit

- De industrie stootte in 2024 47,4 Mton CO₂-eq uit (CBS, z.d.-b). De staal en maakindustrie is daar een belangrijk onderdeel van, voornamelijk omdat staal kernbron is van industriële emissies. Innovaties die de CO₂ van de staalproductie reduceren maken daarmee ook een belangrijke bijdrage voor de duurzaamheid van Nederland.

Gezondheid en welzijn

- De staal en maakindustrie kan een bijdrage leveren aan de volksgezondheid door verlaging van de uitstoot van schadelijke stoffen. Schonere processen en verminderen blootstelling aan stof, rook, en hitte zorgen voor lagere werk-gerelateerde ziekte-last.

Specialisatie en concentratie

- Op basis van het locatiequotiënt (LQ) bedraagt de specialisatiegraad voor de gehele staal- en maakindustrie voor arbeidsplaatsen 0,52 en voor vestigingen 0,49. Dit duidt op een ondergemiddelde specialisatie ten opzichte van het Nederlands gemiddelde. Hierbinnen beschikt Noord-Holland echter over een disproportionele specialisatie op specifiek de vervaardiging van ijzer en staal (met een LQ van 4,91 op arbeidsplaatsen).
- Binnen Nederland heeft Noord-Holland een bovenmatige concentratie in staal/basismetaal doordat (vrijwel) de gehele Nederlandse primaire staalproductie rond Tata Steel IJmuiden is geconcentreerd. Daarmee is de provincie in basismetaal duidelijk sterker gepositioneerd dan het NL-gemiddelde, ook al is Noord-Holland in de bredere staal- en maakindustrie niet structureel de meest industriële provincie.
- Op EU-niveau is Noord-Holland relevant maar niet schaal-dominant. IJmuiden is een betekenisvolle geïntegreerde site in Noordwest-Europa, maar de concentratie

(capaciteit, aantal hoogovens en clusterdichtheid) is kleiner dan in leidende staalregio's, waar meerdere grote sites en toeleveranciers samenklonteren.

Complexiteit en diversificatiepotentieel

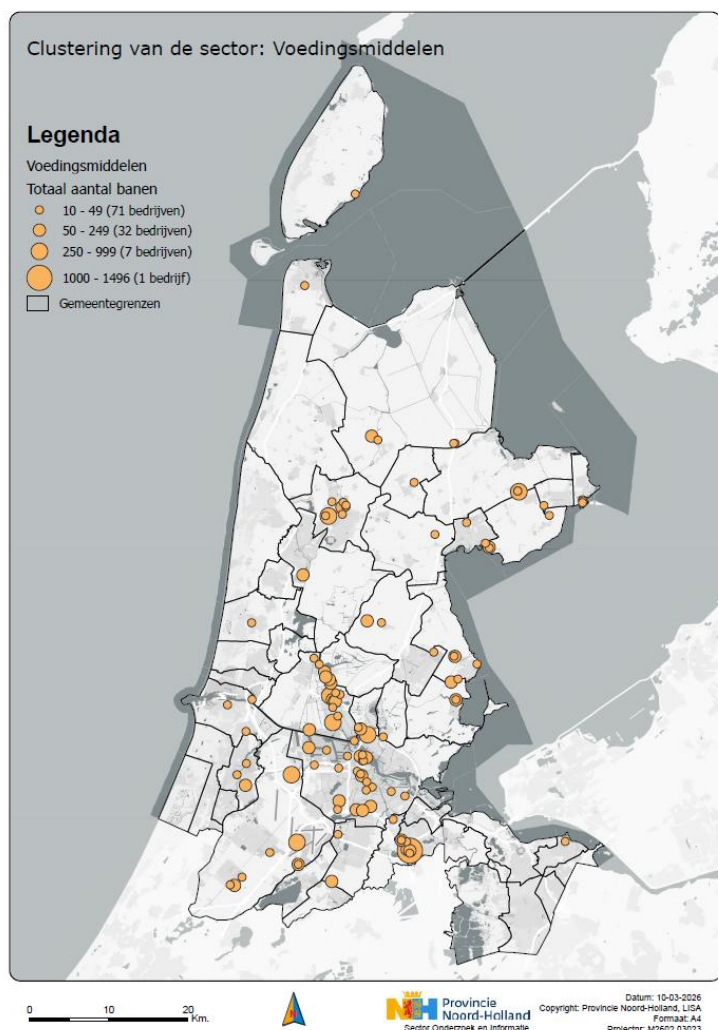
- Ongeveer 71 patenten gerelateerd aan staal- en maakindustrie in de afgelopen 10 jaar, met een gemiddelde impactscore van 2,4 op een relatieve schaal van 0 tot ± 5 .
- Relatieve complexiteit van 13 op een schaal van 1-100 (Balland & Boschma, 2024).
- Gerelateerdheid met andere activiteiten in de regio van 49 op een schaal van 1-100 (Balland & Boschma, 2024).

Onafhankelijkheid en complementariteit

- Sterk afhankelijk van internationale grondstoffen en halffabricaten.
- Regionale positie versnipperd en beperkt onderscheidend.
- Alleen specifieke niches kennen complementariteit.

9 Voedingsmiddelenindustrie

De voedingsmiddelenindustrie omvat de verwerking van agrarische en andere grondstoffen tot voedingsproducten, waaronder snel groeiende segmenten zoals alternatieve eiwitten (plantaardig, fermentatie/micro-organismen, micro-algen, insecten en kweekvlees) (Ministerie van Economische Zaken, 2025). Het kan ook gaan om hoogwaardige voeding voor specifieke doelgroepen (zoals baby- en ouderenvoeding en medische voeding) die strenge eisen stelt aan productiekwaliteit, hygiëne en veiligheid. De technologische basis ligt o.a. in biomoleculaire- en celtechnologie (zoals precisiefermentatie en cellulaire agricultuur) en procestechnologie om duurzame feedstocks om te zetten naar voedselcomponenten en ingrediënten (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2024). Als toepassing past dit binnen de bredere missies rond landbouw/voedsel en gezondheid in het missiegedreven innovatiebeleid (Rijksoverheid, z.d.).



Toekomstig verdienvermogen

- De toegevoegde waarde van de Europese voedingsmiddelenindustrie bedroeg in 2022 266 miljard euro (WUR, 2025).
- De toegevoegde waarde van de voedingsmiddelenindustrie in Nederland was 16 miljard euro in 2024 (CBS Statline, 2025).
- Investerings in de voedings- en genotmiddelenindustrie waren in 2023 2,6 miljard euro (CBS, 2025c).
- De wereldwijde voedingsmiddelen en drankindustrie werd voor 2026 geschat op 9,79 biljoen, en verwacht te groeien naar 11,78 biljoen in 2031 (Mordor Intelligence, 2026).

Veiligheid en weerbaarheid

- De voedingsmiddelenindustrie is geen géén expliciet vitaal proces “voedselvoorziening” (NCTV, z.d.). Drinkwater komt daar wel in voor.
- Andere landen, zoals voedselimporterend China, hebben voedselzekerheid tot nationale veiligheidsprioriteit gesteld (Long et al., 2025).

Duurzaamheid en circulariteit

- De voedingsmiddelenindustrie een waar consumenten veel vraag hebben naar duurzame producten (WUR, 2025). Dit betreft zowel het product als de verpakking.

Gezondheid en welzijn

- De voedingsmiddelenindustrie kan een belangrijke bijdrage leveren voor de volksgezondheid. Ongezond voedingspatroon veroorzaakt ongeveer 3% van de Nederlandse ziektelast (RIVM, 2025a).

Specialisatie en concentratie

- Op basis van het locatiequotiënt (LQ) bedraagt de specialisatiegraad voor arbeidsplaatsen 0,65 en voor vestigingen 0,94. Dit duidt op een ondergemiddelde specialisatie ten opzichte van het Nederlands gemiddelde. Hierbinnen beschikt Noord-Holland echter over een disproportionele specialisatie op specifiek de verwerking van cacao (met een LQ van 5,00 op arbeidsplaatsen).
- Binnen Nederland heeft Noord-Holland een bovenmatige concentratie in industriële food processing & ingrediëntentechnologie door het Zaanstreek–Noordzeekanaalgebied, met clusters van voedselverwerkende bedrijven en onderzoeksfaciliteiten.
- Internationaal is Noord-Holland met name onderscheidend omdat Amsterdam–Zaandam wordt gepositioneerd als een van 's werelds grootste cacaoclusters. Noord-Holland heeft hiermee een uitzonderlijke logistiek- en verwerkingsconcentratie in Europa.

Complexiteit en diversificatiepotentieel

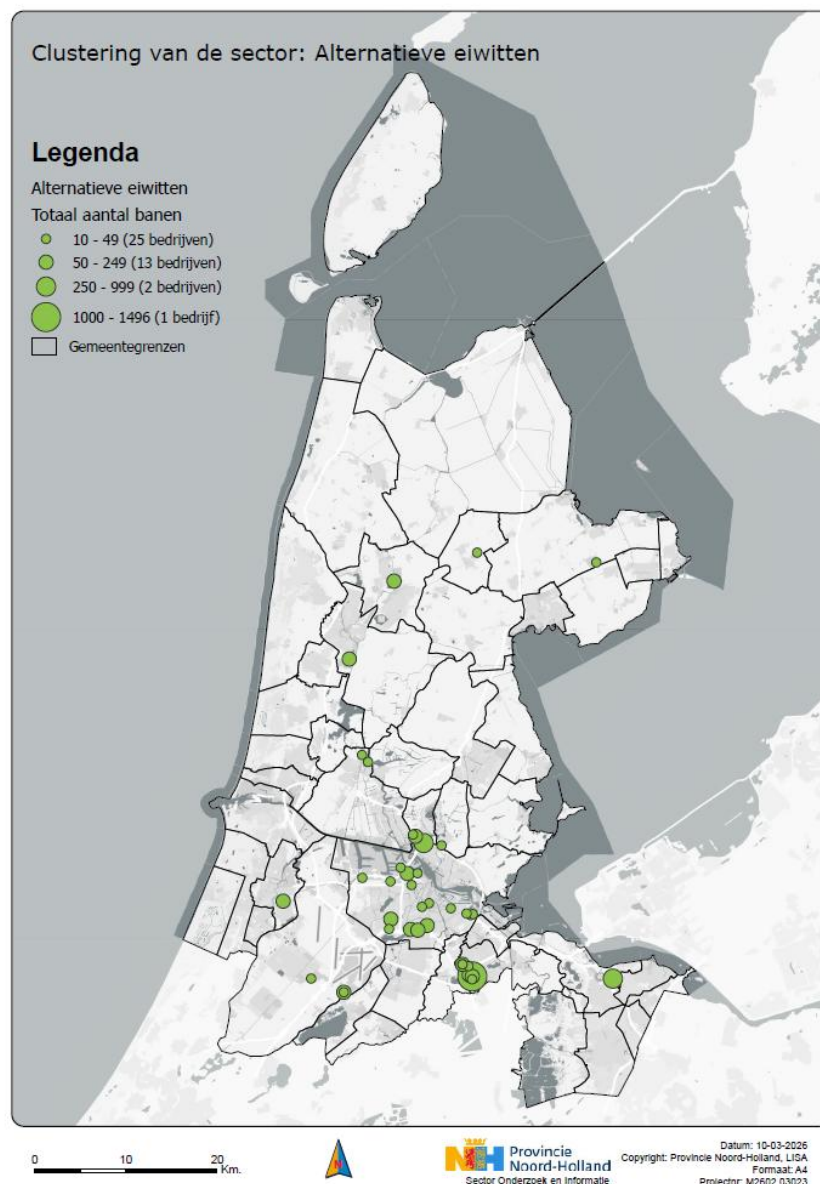
- Ongeveer 57 patenten gerelateerd aan voedingsmiddelenindustrie in de afgelopen 10 jaar, met een gemiddelde impactscore van 5,0 op een relatieve schaal van 0 tot ± 5 .
- Relatieve complexiteit van 20 op een schaal van 1-100 (Balland & Boschma, 2024).
- Gerelateerdheid met andere activiteiten in de regio van 80 op een schaal van 1-100 (Balland & Boschma, 2024).

Onafhankelijkheid en complementariteit

- Afhankelijk van internationale grondstoffenstromen en handel.
- Sterke logistieke en verwerkingsfunctie in de regio.
- Redelijke complementariteit, maar geen uitgesproken systeemrol.

10 Alternatieve eiwitten

Alternatieve eiwitten zijn eiwitbronnen die traditionele dierlijke eiwitten vervangen of aanvullen, zoals plantaardige eiwitten, fermentatie-gebaseerde eiwitten (micro-organismen), micro-algen, insecten en kweekvlees (Ministerie van Economische Zaken, 2025). Het gaat om het ontwikkelen en opschalen van productieprocessen en waardeketens om deze eiwitten als ingrediënt of eindproduct in voeding toe te passen (Ministerie van Economische Zaken, 2025). De technologische basis ligt o.a. in biomoleculaire en celtechnologie (zoals fermentatie/bioprocessen en cellulaire productie) en procestechnologie om duurzame feedstocks om te zetten naar voedselcomponenten (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2024).



Toekomstig verdienvermogen

- De wereldwijde marktomvang van alternatieve eiwitten wordt geschat op \$40 miljard in 2020, met een verwachte stijging naar \$290 miljard in 2035. Dit komt neer op een jaarlijks groeipercentage van 14,1% (Ministerie van Economische Zaken, 2025). Deze verwachting wordt gedreven door groeiende afname van vegetarische proteïne (zowel plant-based, fermentatie, als kweekvlees).
- Daar waar alternatieve eiwitten in 2020 slechts 2% van de mondiale markt voor eiwitten uitmaken, wordt verwacht dat dit aandeel groeit tot 11% in 2035 (Ministerie van Economische Zaken, 2025).

Veiligheid en weerbaarheid

- Voedselvoorziening (en dus alternatieve eiwitten) zijn geen vitaal proces (NCTV, z.d.).
- Sommige andere landen, zoals China, hebben wel voedselveiligheid als belangrijk onderdeel voor hun nationale veiligheid aangemerkt. Alternatieve eiwitten kunnen potentieel een toekomstig control point vormen in zoverre voedsel importerende landen ervan afhankelijk worden om in hun eiwitten te voorzien.

Duurzaamheid en circulariteit

- Alternatieve eiwitten maken uitstootvermindering in de landbouw mogelijk indien de vleesconsumptie erdoor afneemt (Wennink, 2025).
- De landbouw stootte bijv. 24,8 Mton CO₂-eq in 2024, waarvan ongeveer 72% vooral komt door veeteelt en mestgebruik (CBS, z.d.-b).

Gezondheid en welzijn

- Alternatieve eiwitten kunnen bijdragen aan een gezond voedingspatroon. Ongezonder voedingspatroon veroorzaakt ongeveer 3% van de Nederlandse ziektelast (RIVM, 2025b).

Specialisatie en concentratie

- Op basis van het locatiequotiënt (LQ) bedraagt de specialisatiegraad voor arbeidsplaatsen 0,76 en voor vestigingen 1,02. Dit duidt op een ondergemiddelde tot gemiddelde specialisatie ten opzichte van het Nederlands gemiddelde.⁴
- Binnen Nederland heeft Noord-Holland een herkenbare maar smalle concentratie in alternatieve eiwitten (bijvoorbeeld rondom fermentatie-/microbiële eiwitten en toepassing). Deze concentratie is niet bovenmatig, zwaartepunten rondom R&D- en opschalinginfrastructuur voor alternatieve eiwitten bevinden zich in andere regio's.

⁴ 'Alternatieve eiwitten' als economische activiteit was minder direct en eenduidig via specifieke SBI-codes af te bakenen. De LQ's weerspiegelen daarmee primair de bredere uitgangspositie van de provincie op het gebied van energietechnologie, -productie en beheer.

Complexiteit en diversificatiepotentieel

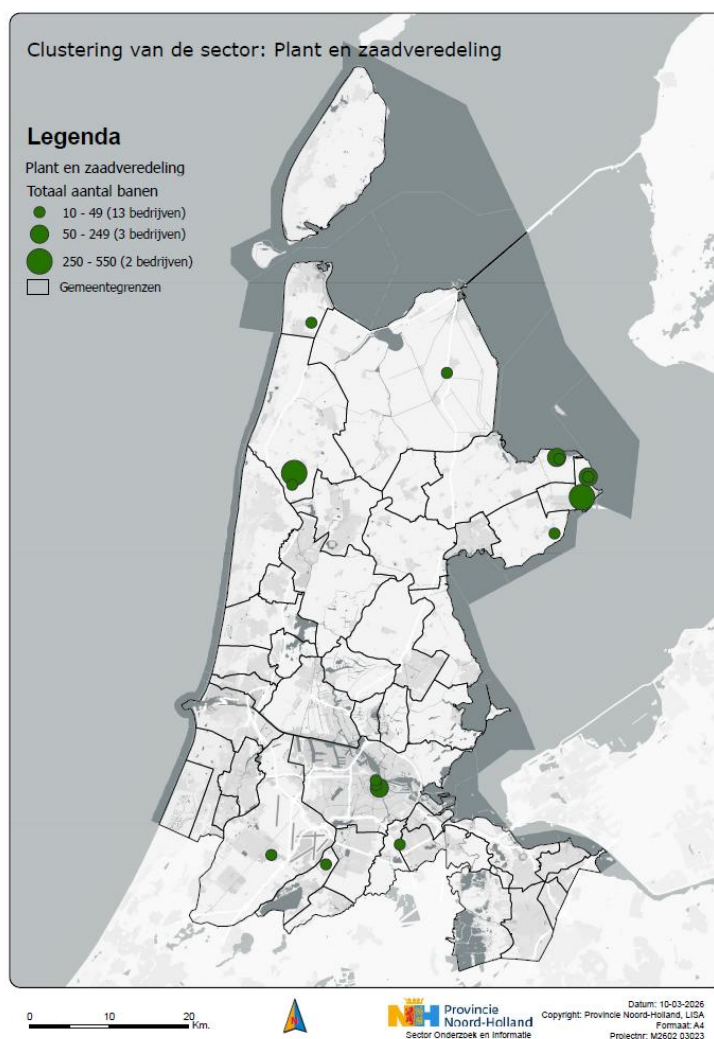
- Ongeveer 11 patenten gerelateerd aan alternatieve eiwitten in de afgelopen 10 jaar, met een gemiddelde impactscore van 2,5 op een relatieve schaal van 0 tot ± 5 .
- Relatieve complexiteit van 25 op een schaal van 1-100 (Balland & Boschma, 2024).
- Gerelateerdheid met andere activiteiten in de regio van 80 op een schaal van 1-100 (Balland & Boschma, 2024).

Onafhankelijkheid en complementariteit

- Afhankelijk van technologieontwikkeling en investeringen buiten de regio.
- Regionale rol in kennis en startups.
- Complementair, maar nog onvoldoende opgeschaald.

11 Plantveredeling en zaadtechnologie

Plantveredeling en zaadtechnologie omvat het ontwikkelen van nieuwe rassen van gewassen (bijv. bloem-, groente- en aardappelzaad) door gunstige genetische eigenschappen te verbeteren, zodat planten sneller groeien, resistenter zijn tegen ziekten en beter bestand zijn tegen klimaatverandering of een hogere voedingswaarde krijgen (Ministerie van Economische Zaken, 2025). Dit gebeurt via klassieke veredeling (kruisen) én steeds vaker met moderne biotechnologie zoals genome-editing (bijv. CRISPR-Cas) om gericht eigenschappen aan te passen (Ministerie van Economische Zaken, 2025 & Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2024). De activiteit levert zaden en uitgangsmateriaal voor landbouw en tuinbouw en draagt bij aan missies rond een duurzaam en gezond landbouw- en voedselsysteem (Ministerie van Economische Zaken, 2025 & Rijksoverheid, z.d.).



Toekomstig verdienvermogen

- De wereldmarktomvang van commerciële zaden wordt geschat op \$63 miljard in 2021, met een verwachte groei tot \$86,8 miljard in 2026. De Nederlandse exportwaarde van zaden in de tuinbouw en akkerbouw omvat naar schatting € 3,6 miljard euro in 2021 (Ministerie van Economische Zaken, 2025).
- Zaadveredeling is een zeer R&D intensieve bedrijfsactiviteit, en is sterk vertegenwoordigd in de Nederlandse R&D Top 50 (Wennink, 2025).

Veiligheid en weerbaarheid

- Voedselzekerheid is niet aangemerkt als vitaal proces voor Nederland (NCTV, z.d.).
- Door de aanwezigheid van deze kennis, zoals in Seed Valley in Noord-Holland, beschikt Nederland wél over belangrijke capaciteiten voor voedselproductie bij bijvoorbeeld droogte. Dit is ook belangrijk voor ontwikkelingslanden, waar de Nederland een rol speelt in voedselzekerheidsprogramma's (Rademakers & Oomes, 2025).

Duurzaamheid en circulariteit

- Doordat planten na veredeling gunstigere eigenschappen hebben, kunnen ze op een duurzamere manier groeien. Zo kunnen ze bijvoorbeeld resistent zijn voor bepaalde ziektes, waardoor de oogst minder vaak weggegooid moet worden. Of worden de zaden zo veredeld dat ze minder water nodig hebben om te groeien. Op deze manier draagt veredeling bij aan het verminderen van de benodigde grondstoffen, en dus aan duurzaamheid (Ministerie van Economische Zaken, 2025).

Gezondheid en welzijn

- Zaad-rassen die beschikbaarheid en kwaliteit van groente en fruit verhogen dragen bij aan gezonde voeding. Dat is waardevol voor de gezondheid aangezien in Nederland ongezond voedingspatroon zorgen voor ongeveer 3% van totale ziektelast (RIVM, 2025b).
- Ook het verhogen van de voedselzekerheid levert een positieve bijdrage aan het (toekomstige) welzijn van de mens.

Specialisatie en concentratie

- Op basis van het locatiequotiënt (LQ) bedraagt de specialisatiegraad voor arbeidsplaatsen 1,60 en voor vestigingen 1,15. Dit duidt op een bovengemiddelde specialisatie ten opzichte van het Nederlands gemiddelde.
- Binnen Nederland heeft Noord-Holland een bovenmatige concentratie door Seed Valley: een dichte clustering van gespecialiseerde kernspelers en hun R&D-activiteiten, zowel Nederlandse (bv. Bejo of Enza Zaden) als internationale spelers (bv. Bayer en Syngenta). Dit wordt versterkt door een ecosysteem aan partners, van onderzoek tot zaadhandel en plantenkwekerijen.
- De concentratie is ook internationaal onderscheidend. Seed Valley is wereldwijd het economische cluster voor plantenveredeling en zaadtechnologie. "50% van de groenten heeft een oorsprong in Seed Valley." Nederland is marktleider met een

aandeel van 35% in de netto export in groentezaden wereldwijd (NL \$918 mln in 2023).

Complexiteit en diversificatiepotentieel

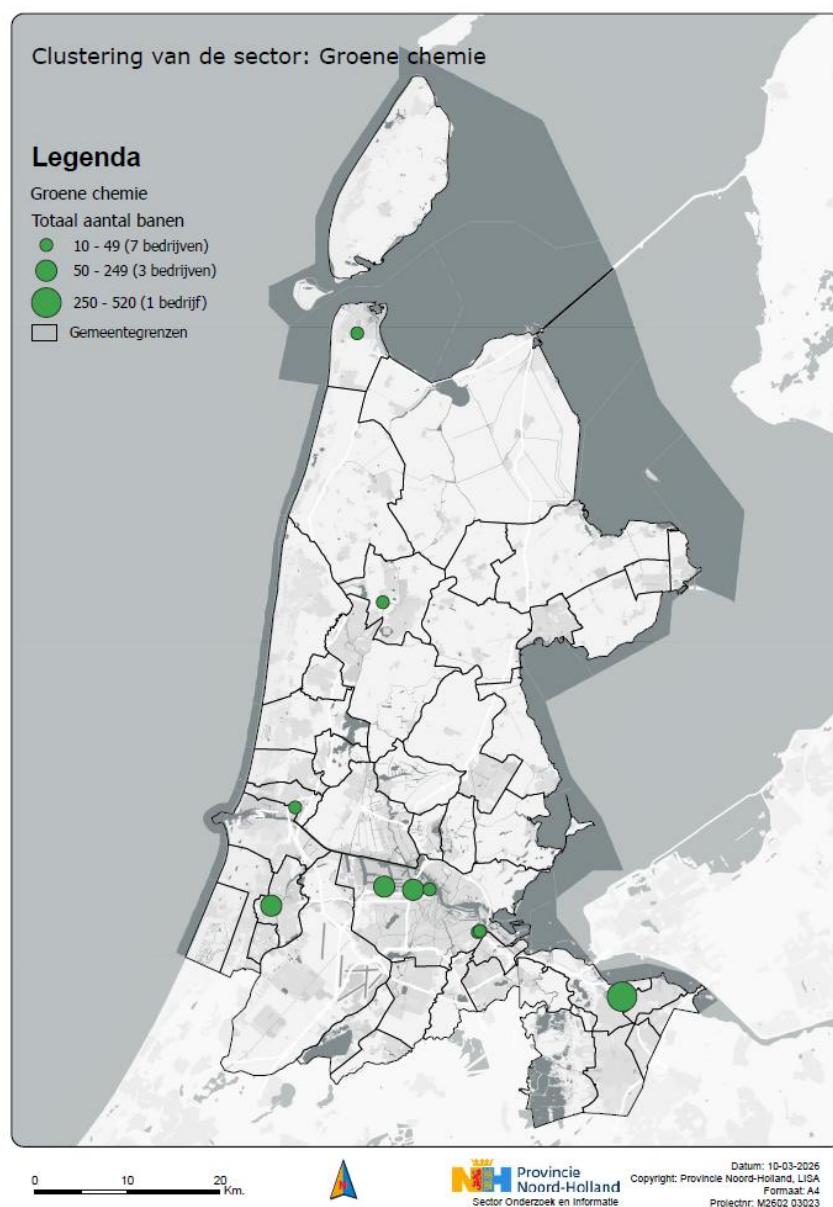
- Ongeveer 137 patenten gerelateerd aan plantveredeling en zaadtechnologie in de afgelopen 10 jaar, met een gemiddelde impactscore van 1,2 op een relatieve schaal van 0 tot ± 5 .
- Relatieve complexiteit van 35 op een schaal van 1-100 (Balland & Boschma, 2024).
- Gerelateerdheid met andere activiteiten in de regio van 79 op een schaal van 1-100 (Balland & Boschma, 2024).

Onafhankelijkheid en complementariteit

- Beperkte afhankelijkheid van kritieke grondstoffen.
- Sterke internationale kennispositie en unieke ketenfunctie.
- Andere regio's zijn afhankelijk van deze upstream positie.

12 Groene chemie

Groene chemie omvat het ontwikkelen en toepassen van chemische processen en productieroutes die met duurzame grondstoffen en lagere emissies leiden tot (nieuwe) circulaire materialen en producten (Ministerie van Economische Zaken, 2025). De kern ligt in procestechnologie om duurzame feedstocks zoals biograndstoffen en CO₂ om te zetten naar brandstoffen, intermediären en andere bouwstenen voor uiteenlopende sectoren (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat). De activiteit wordt ook verbonden aan het versterken van een “Platform Groene Chemie” rond de nieuwe economie en het opschalen van innovatie en investeringen in dit domein (Wennink, 2025).



Toekomstig verdienvermogen

- De industrietak “chemie en farmacie” had in 2023 een toegevoegde waarde van 15,74 miljard euro in Nederland (CBS, 2025a).
- De chemie zag haar productiviteit met 121,6% toenemen in 2023 ten opzichte van 2000.
- De chemie is sterk afhankelijk van betaalbare energie. De energieprijzen voor de chemie waren eind 2024 5% lager dan tijdens de piek in januari 2022, terwijl die in januari 2021 nog 27% lager lag.

Veiligheid en weerbaarheid

- In de chemie is grootschalige productie, verwerking en/of opslag (petro)chemische stoffen een vitaal proces (NCTV, z.d.). Het levert cruciale inputs voor andere sectoren, zoals defensie, hightech, cleantech, gezondheid, voeding en energie (Ministerie van Klimaat en Groene Groei, 2025).
- Ontwikkelingen in de chemie die invloed hebben op het functioneren van de chemie, hebben daarmee potentieel invloed op deze vitale processen.

Duurzaamheid en circulariteit

- De chemische-industrie stootte 16,6 Mt CO₂-eq uit in Nederland in 2024, en levert daarmee een belangrijke bijdrage aan de jaarlijkse uitstoot van Nederland (CBS, z.d.-b). Vergroening van de chemie is daarmee belangrijk voor de nationale emissie-reductie.

Gezondheid en welzijn

- Het verlagen van uitstoot van de chemie draagt bij aan minder luchtverontreiniging.

Specialisatie en concentratie

- Op basis van het locatiequotiënt (LQ) bedraagt de specialisatiegraad voor arbeidsplaatsen 0,34 en voor vestigingen 0,94. Dit duidt op een ondergemiddelde specialisatie ten opzichte van het Nederlands gemiddelde.⁵
- Binnen Nederland heeft Noord-Holland een herkenbare maar niet bovengemiddelde concentratie in groene chemie. Noordzeekanaalgebied/Port of Amsterdam ontwikkelt een opkomend cluster rond chemische recycling en bio-based pilots/scale-ups, maar de nationale zwaartepunten voor (groene) chemie –met geïntegreerde sites, pijpleidingen en grote productie-ecosystemen – liggen relatief sterker in o.a. Rotterdam-Moerdijk en Chemelot.

⁵ ‘Groene chemie’ als economische activiteit was minder direct en eenduidig via specifieke SBI-codes af te bakenen. De LQ’s weerspiegelen daarmee primair de bredere uitgangspositie van de provincie op het gebied van petrochemie en organische basischemie.

Complexiteit en diversificatiepotentieel

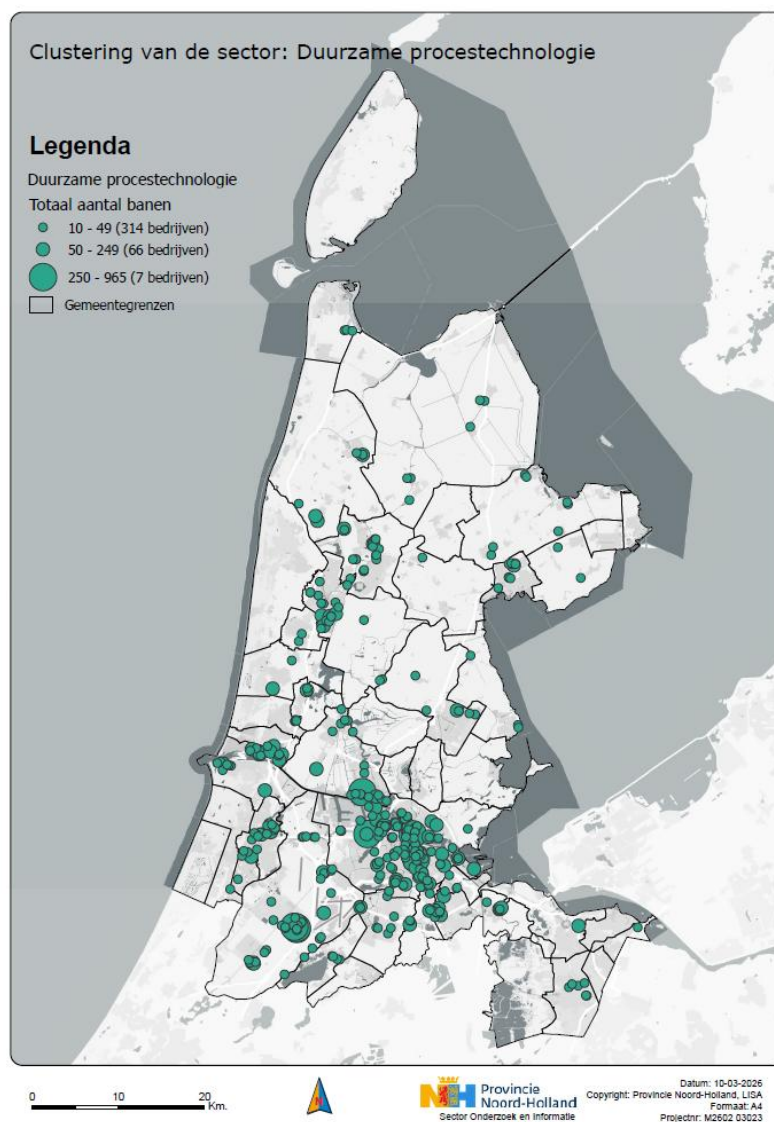
- Ongeveer 12 patenten gerelateerd aan groene chemie in de afgelopen 10 jaar, met een gemiddelde impactscore van 2,6 op een relatieve schaal van 0 tot ± 5 .
- Relatieve complexiteit van 27 op een schaal van 1-100 (Balland & Boschma, 2024).
- Gerelateerdheid met andere activiteiten in de regio van 65 op een schaal van 1-100 (Balland & Boschma, 2024).

Onafhankelijkheid en complementariteit

- Sterk afhankelijk van grondstoffen, technologie en opschaling.
- Regionale rol via bestaand chemiecluster.
- Complementair, maar nog onvoldoende onderscheidend.

13 Duurzame procestechnologie

Procestechnologie, inclusief proces-intensificatie richt zich op het optimaal, stabiel en veilig ontwerpen van (groene) chemische productieprocessen. Hieronder vallen onder andere: schaalbaarheid, warmte-integratie, veiligheid, optimale downstream processing, ruimtebeslag en kostenefficiëntie. Conversie technologie is naast scheidingstechnologie een essentieel onderdeel van chemische productieprocessen. Een belangrijke trend is om in productieprocessen meer gebruik te maken van duurzame grondstoffen, bijproducten en reststromen te beperken en deze zoveel mogelijk te hergebruiken en recycleren (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2024).



Toekomstig verdienvermogen

- De precieze omvang van duurzame procestechnologie is onduidelijk, maar de vraag zal sterk stijgen als het belang van groene chemie, biograndstoffen en carbon recycling verder toeneemt (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2024). De markt voor bioplastics wordt bijvoorbeeld verwacht te groeien met 20% per jaar, ondanks dat deze momenteel slechts enkele miljarden betreft.

Veiligheid en weerbaarheid

- De impact op de nationale veiligheid is beperkt, gezien het ontbreken van directe toepassingen in defensie gerelateerde context (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2024).

Duurzaamheid en circulariteit

- Proces technologie, inclusief proces intensificatie, maakt de overstap mogelijk van fossiele naar duurzame feedstocks, zijnde (mixed) plastic afvalstromen, eerste en tweede generatie duurzame biograndstoffen en CO₂ in de chemische industrie. Met proces technologie kunnen deze duurzame feedstocks worden omgezet naar brandstoffen, intermediair en voedsel. Daarom is deze sleuteltechnologie cruciaal voor de grondstoffen en klimaattransitie (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2024).

Gezondheid en welzijn

- Procestechnologie heeft een indirect effect op gezondheid en welzijn doordat het bijdraagt aan het creëren van minder afval, waardoor de leefomgeving verbetert.

Specialisatie en concentratie

- Op basis van het locatiequotiënt (LQ) bedraagt de specialisatiegraad voor arbeidsplaatsen 0,73 en voor vestigingen 0,66. Dit duidt op een ondergemiddelde specialisatie ten opzichte van het Nederlands gemiddelde.⁶
- Binnen Nederland heeft Noord-Holland een bovenmatige concentratie in duurzame procestechnologie als demonstratiecluster doordat het Noordzeekanaalgebied één van de vijf nationale industrieclusters is en er met Tata Steel IJmuiden een uitzonderlijk grote site zit waar procestechnologieën voor verduurzaming kunnen worden ontwikkeld.
- In EU-perspectief is Noord-Holland relevant maar niet schaal-dominant: het combineert een grote proeftuin (IJmuiden) met duurzame brandstoffen vanuit de Amsterdamse haven, maar het blijft qua industriële massa en ketenbreedte kleiner dan de leidende decarbonisatieclusters rond bijvoorbeeld Ruhr/Antwerpen–Gent/Teesside.

⁶ 'Duurzame procestechnologie' als economische activiteit was minder direct en eenduidig via specifieke SBI-codes af te bakenen. De LQ's weerspiegelen daarmee primair de bredere uitgangspositie van de provincie op het gebied van installatietechniek.

Complexiteit en diversificatiepotentieel

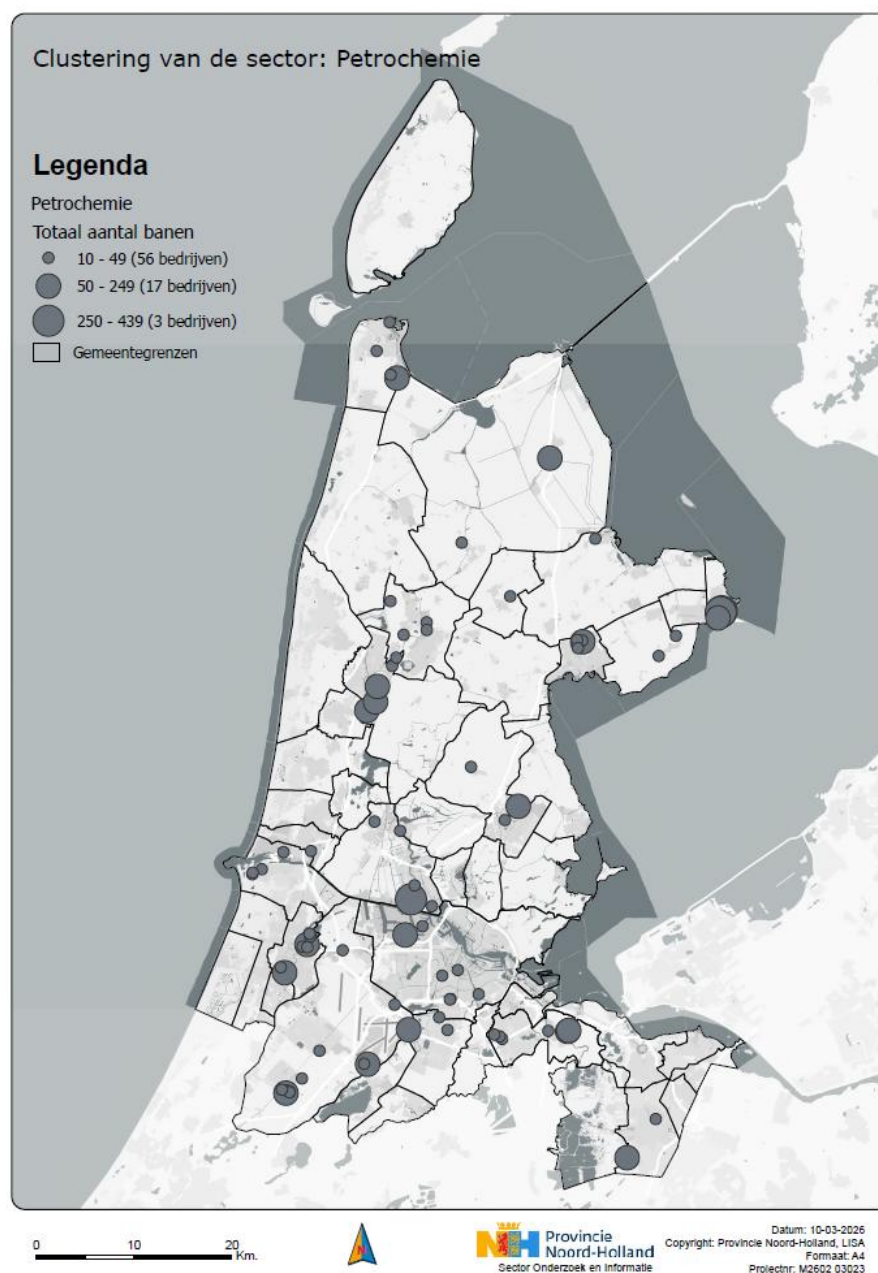
- Ongeveer 20 patenten gerelateerd aan duurzame procestechnologie in de afgelopen 10 jaar, met een gemiddelde impactscore van 3,9 op een relatieve schaal van 0 tot ± 5 .
- Relatieve complexiteit van 15 op een schaal van 1-100 (Balland & Boschma, 2024).
- Gerelateerdheid met andere activiteiten in de regio van 40 op een schaal van 1-100 (Balland & Boschma, 2024).

Onafhankelijkheid en complementariteit

- Afhankelijk van internationale technologiecomponenten.
- Sterke rol in toepassing en integratie binnen industrie.
- Verbindt innovatie en industriële verduurzaming.

14 Petrochemie

Petrochemie omvat het omzetten van fossiele koolwaterstoffen (zoals nafta uit raffinage en aardgas(derivaten)) in basischemicaliën en tussenproducten die worden gebruikt voor plastics, kunststoffen, synthetische rubbers en veel industriële en consumentenproducten (Ministerie van Economische Zaken, 2025). De activiteit leunt sterk op grootschalige procesinstallaties en geïntegreerde clusters (raffinage–chemie) met logistiek, energie- en grondstoffeninfrastructuur (Ministerie van Economische Zaken, 2025).



Toekomstig verdienvermogen

- De petrochemie markt was wereldwijd 766,73 mrd dollar in 2024, en is verwacht te groeien naar 1.207,08 mrd dollar in 2034.
- Dit is ook voor Nederland een grote markt, zo was de toegevoegde waarde (verkoop minus inkoop waarde) van de aardolie industrie in Nederland in 2024 ongeveer 1,6 miljard euro (CBS Statline, z.d.).

Veiligheid en weerbaarheid

- De opslag/transport/raffinage en behandeling van ruwe olie en aardolieproducten is een vitaal proces voor het functioneren van de maatschappij (NCTV, z.d.). Verstoring ervan raakt brandstofvoorziening en meerdere vitale ketens.

Duurzaamheid en circulariteit

- De aardolie-industrie stootte 9,9 Mt CO₂-eq uit in Nederland in 2024, en levert daarmee een belangrijke bijdrage aan de jaarlijkse uitstoot van Nederland (CBS, z.d.-b). Verduurzaming/efficiency/CCUS in petrochemie is daarmee materieel voor nationale emissiereductie.
- In de transitie richting verduurzaming verschuift de nadruk naar procestechnologie om alternatieve, duurzame feedstocks (zoals biomassa en CO₂) te kunnen inzetten voor chemische intermediairs en materialen (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2024).

Gezondheid en welzijn

- Minder emissies uit (petro)chemie draagt bij aan minder luchtverontreiniging.

Specialisatie en concentratie

- Op basis van het locatiequotiënt (LQ) bedraagt de specialisatiegraad voor arbeidsplaatsen 0,32 en voor vestigingen 0,65. Dit duidt op een ondergemiddelde specialisatie ten opzichte van het Nederlands gemiddelde.
- Binnen Nederland heeft Noord-Holland een bovenmatige concentratie in petrochemische logistiek en verwerking binnen het Noordzeekanaalgebied (Amsterdam/Westelijk Havengebied). De provincie is echter geen primaire “bulk-petrochemie” zwaartepuntregio zoals Rotterdam-Moerdijk, waardoor de relatieve concentratie vooral in hubfuncties (opslag, overslag, blending etc.) zit.
- In EU-perspectief is Noord-Holland herkenbaar maar niet schaal-dominant: het is onderdeel van het ARA-/ARRRA-cluster, maar Amsterdam speelt daarin een minder primaire rol ten opzichte van de petrochemische “megaclusters” van raffinage en bulkchemie rond Rotterdam/Antwerpen en de Rijn-Ruhr.

Complexiteit en diversificatiepotentieel

- Ongeveer 20 patenten gerelateerd aan petrochemie in de afgelopen 10 jaar, met een gemiddelde impactscore van 1,7 op een relatieve schaal van 0 tot ±5.

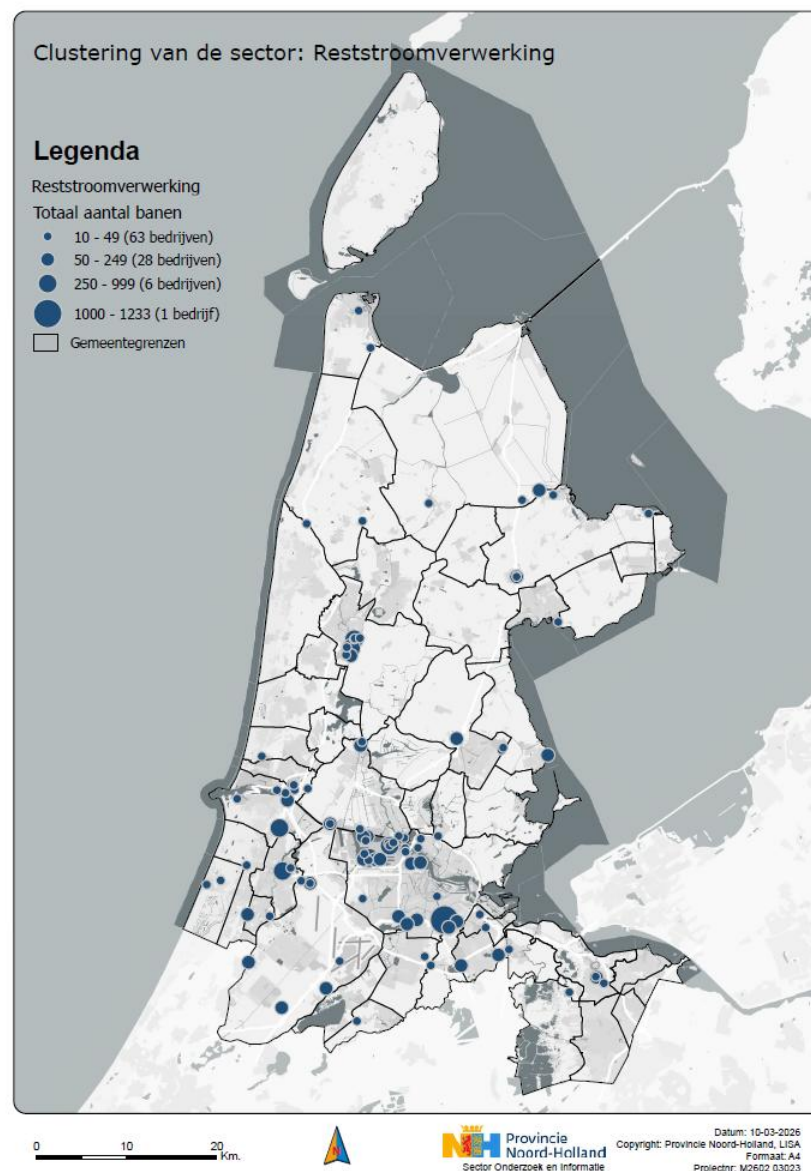
- Relatieve complexiteit van 27 op een schaal van 1-100 (Balland & Boschma, 2024).
- Gerelateerdheid met andere activiteiten in de regio van 65 op een schaal van 1-100 (Balland & Boschma, 2024).

Onafhankelijkheid en complementariteit

- Sterk afhankelijk van mondiale fossiele grondstoffenstromen.
- Beperkte complementariteit; relatief autonoom opererende sector.
- Regionale invloed op systeemniveau beperkt.

15 Reststroomverwerking

Reststroomverwerking is het verzamelen, scheiden en verwerken van reststromen (zoals biomassa, organische reststromen en industriële bijproducten) tot nieuwe grondstoffen, materialen, chemicaliën of energie, zodat waarde behouden blijft en afval wordt verminderd (Ministerie van Economische Zaken, 2025). Het draait om het opzetten van circulaire ketens en processen voor hergebruik en hoogwaardige recycling, inclusief het omzetten van reststromen naar bruikbare intermediairs voor verdere verwerking (Ministerie van Economische Zaken, 2025). De technologische kern ligt in procestechnologie om duurzame feedstocks (waaronder reststromen) om te zetten naar intermediairs en eindproducten die in industrie en energievoorziening kunnen worden ingezet (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2024).



Toekomstig verdienvermogen

- Reststroomverwerking is wereldwijd verwacht te groeien van 1,52 biljoen dollar in 2024, naar 2,60 biljoen dollar in 2034.
- De omvang in Nederland van riolering, afvalbeheer en sanering was in 2024 4,4 miljard euro, met een duidelijke groei per jaar. Zo was de omvang in 2015 nog 3,1 miljard euro.

Veiligheid en weerbaarheid

- Reststroomverwerking raakt qua vitale processen vooral de drinkwatervoorziening (NCTV, z.d.). Goede reststroomverwerking beperkt verkleint risico op verstoring van waterkwaliteit/voorziening.
- Reststroomverwerking kan een bijdrage leveren voor het versterken van de open strategische autonomie door de afhankelijkheid van import van (kritieke) grondstoffen te verlagen (Tukker, 2025). De mate waarin circulariteit een oplossing biedt voor productie van nieuwe grondstoffen is echter wel beperkt tot de aanwezigheid van grote volumes reststromen van de betreffende materialen.

Duurzaamheid en circulariteit

- Versterken van reststromen bouwt de noodzaak voor nieuwe (fossiele) productie af.
- Afvalstortplaatsen stoten methaan uit, in 2024 ongeveer 1,8 Mt CO₂-eq (CBS, z.d.-b). Betere verwerking/vergisting/recycling kan methaanemissies verminderen.

Gezondheid en welzijn

- Versterken van de circulaire economie kan bijdragen aan de afbouw van fossiele industrie, wat de noodzaak voor uitstoot van schadelijke stoffen vermindert en daarmee bijdraagt aan de levensverwachting (afhankelijk van het product betreft dat de levensverwachting van omwonenden in Nederland of elders).
- Goede reststroomverwerking is belangrijk voor het voorkomen dat mensen in aanraking komen met schadelijke stoffen, bijvoorbeeld via drinkwater.

Specialisatie en concentratie

- Op basis van het locatiequotiënt (LQ) bedraagt de specialisatiegraad voor arbeidsplaatsen 0,93 en voor vestigingen 0,62. Dit duidt op een ondergemiddelde specialisatie ten opzichte van het Nederlands gemiddelde.
- Binnen Nederland heeft Noord-Holland een bovenmatige concentratie in reststroomverwerking, met twee grote afvalverbrandingsinstallaties (AEB Amsterdam en HVC Alkmaar) die samen ruim anderhalve Mton/jaar verwerken, wat neerkomt op ongeveer een kwart van de landelijke capaciteit. Naast grondstoffen die worden geupcycled/gerecycled, valt hier grootschalige reststroomverwerking samen met opkomende conversie naar chemische intermediären.
- In EU-perspectief is Noord-Holland onderscheidend als logistiek- en opschalingsknooppunt (circular-port model met “gatekeeping” van stedelijke reststromen en

snelle aansluiting op chemie/brandstoffenketens), maar het is niet schaal-dominant t.o.v. de grootste geïntegreerde West-Europese recycling/reststromenclusters (met meer primaire chemie en zware industrie).

Complexiteit en diversificatiepotentieel

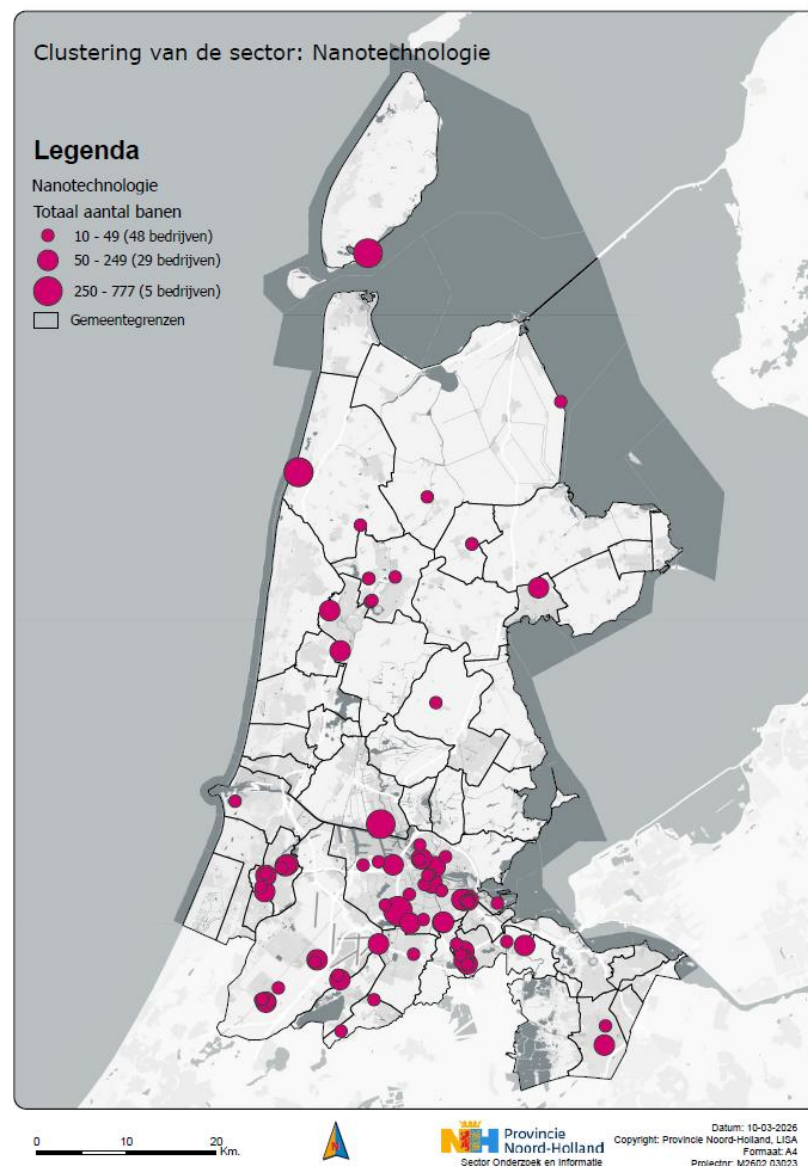
- Ongeveer 11 patenten gerelateerd aan reststroomverwerking in de afgelopen 10 jaar, met een gemiddelde impactscore van 1,5 op een relatieve schaal van 0 tot ± 5 .
- Relatieve complexiteit van 22 op een schaal van 1-100 (Balland & Boschma, 2024).
- Gerelateerdheid met andere activiteiten in de regio van 50 op een schaal van 1-100 (Balland & Boschma, 2024).

Onafhankelijkheid en complementariteit

- Vermindert afhankelijkheid van primaire grondstoffen.
- Regionaal sterk georganiseerd in inzameling en recycling.
- Beperkte kennisgedreven complementariteit.

16 Nanotechnologie

Nanotechnologie omvat het ontwerpen, maken en toepassen van materialen, structuren en componenten op nanoschaal om nieuwe of sterk verbeterde eigenschappen en functionaliteiten mogelijk te maken (bijv. in coatings, sensoren en micro-/chipcomponenten) (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2024). Het gaat daarbij ook om nanomanufacturing en “functional devices and structures” als onderliggende maak- en ontwerpcapaciteit die nodig is voor geavanceerde systemen (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2024). Voor toepassingen zoals quantumchips en -sensoren is kennis en infrastructuur uit de nanotechnologie een essentiële basis om deze systemen te kunnen ontwikkelen en opschalen (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2024).



Toekomstig verdienvermogen

- Capaciteiten rondom nano-technologie zijn belangrijk voor diverse sleuteltechnologieën, en daarmee voor potentiële control points van Nederland en de EU. Nano-technologie wordt bijvoorbeeld toegepast bij de sleuteltechnologieën quantum en energy materials (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2024), maar vindt toepassingen in een groot aantal markten, van luchtvaart en defensie tot elektrotechnische industrie en medische diagnostiek en farmacie (Fortune Business Insights, 2026a).
- De wereldwijde nanotechnologie markt is verwacht te groeien van 105,79 mrd dollar in 2025, naar 398,41 mrd dollar in 2034, met sterke groei in high-tech industrie (Fortune Business Insights, 2026a).

Veiligheid en weerbaarheid

- Nanotechnologie is geen directe vitale sector, maar kan wel een belangrijke (indirect) bijdrage leveren voor vitale processen. Zo zijn toepassingen met nano-technologie relevant voor de inzet van defensie, bijvoorbeeld door nano-materialen of sensoren.

Duurzaamheid en circulariteit

- Een positieve bijdrage van nanomanufacturing aan het verlagen van uitstoot is het belang ervan in de productie van zonnepanelen, die groene energie mogelijk maken (TNO, 2024).
- De algehele impact van nanotechnologie op duurzaamheid is onduidelijk, door de grote verscheidenheid aan toepassingsmogelijkheden.

Gezondheid en welzijn

- Nanotechnologie kan indirect een grote bijdrage leveren aan het verbeteren van de levensverwachting van mensen. Via de toepassing van nanotechnologie in zonnepanelen draagt het bij aan lagere uitstoot van schadelijke stoffen door fossiele verbranding, en via nanotechnologie in bijv. mRNA vaccinaties draagt het bij aan het verlagen van de ziektelast (Wang et al., 2022 & Khurana et al., 2021).

Specialisatie en concentratie

- Op basis van het locatiequotiënt (LQ) bedraagt de specialisatiegraad voor arbeidsplaatsen 0,72 en voor vestigingen 0,90. Dit duidt op een ondergemiddelde specialisatie ten opzichte van het Nederlands gemiddelde.⁷
- Binnen Nederland heeft Noord-Holland een bovenmatige concentratie in nanotechnologie aan de kennis-/R&D-kant, vooral in nanolithografie en nanofotonica door de concentratie rond Amsterdam Science Park (o.a. ARCNL + AMOLF) en de

⁷ 'Nanotechnologie' als economische activiteit was minder direct en eenduidig via specifieke SBI-codes af te bakenen. De LQ's weerspiegelen daarmee primair de bredere uitgangspositie van de provincie op het gebied van natuurwetenschappelijk en (bio)technisch onderzoek.

aanwezigheid van een nationale open-access cleanroomlocatie (AMOLF NanoLab). Tegelijk ligt de nationale massa (omvang, engineering en fab/cleanroom-ecosysteem) relatief sterker in Twente/Delft/Eindhoven, waardoor Noord-Holland vooral een niche-sterkte heeft in high-end research en metrologie in plaats van brede industriële nanotechnologie.

- In EU-/internationaal perspectief is Noord-Holland onderscheidend omdat het via ARCNL direct gekoppeld is aan de Europese control point in geavanceerde chipproductie (ASML is de unieke commerciële leverancier van EUV-lithografie). In de breedte van nanotechnologie toepassingen en infrastructuurschaal wordt Noord-Holland echter overstege door regio's zoals Leuven (imec) en Grenoble (Minatec/CEA-Leti).

Complexiteit en diversificatiepotentieel

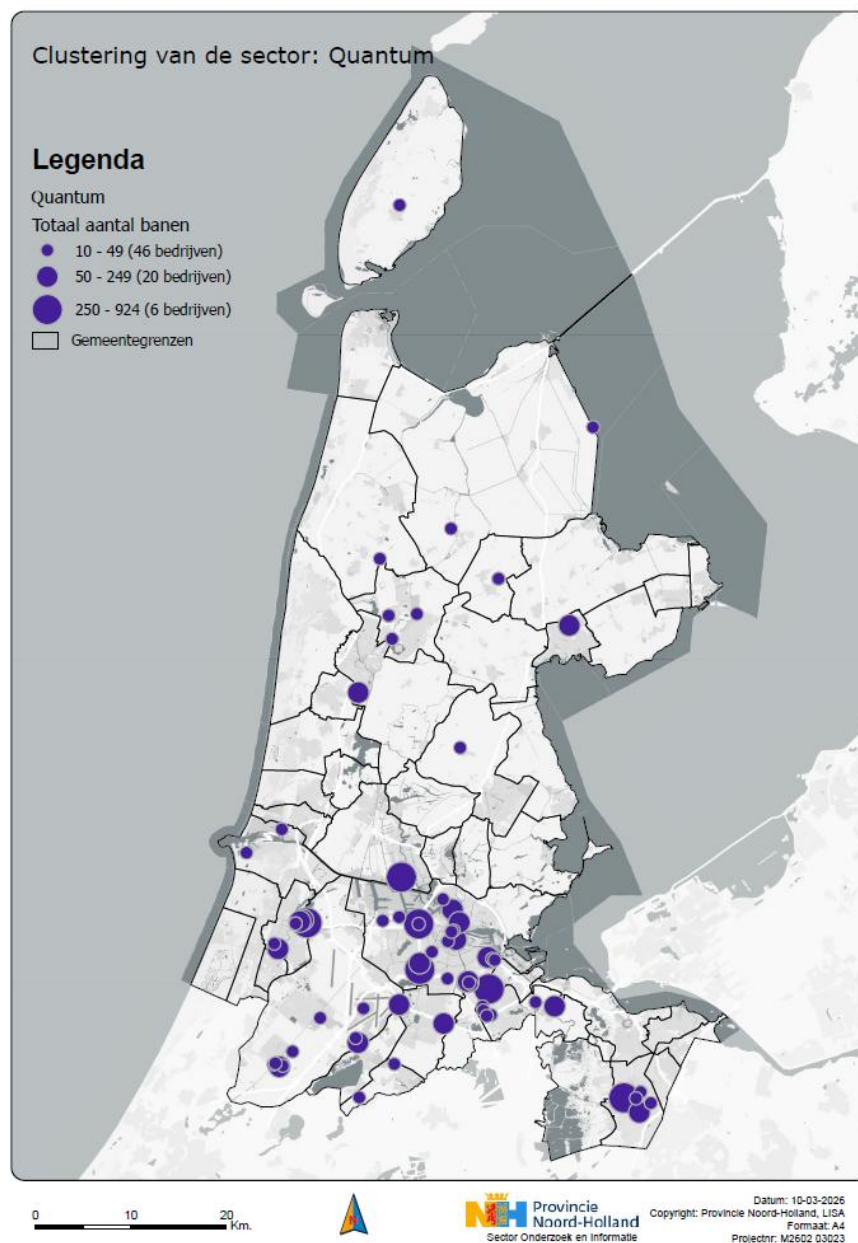
- Ongeveer 9 patenten gerelateerd aan nanotechnologie in de afgelopen 10 jaar, met een gemiddelde impactscore van 2,8 op een relatieve schaal van 0 tot ± 5 .
- Relatieve complexiteit van 78 op een schaal van 1-100 (Balland & Boschma, 2024).
- Gerelateerdheid met andere activiteiten in de regio van 56 op een schaal van 1-100 (Balland & Boschma, 2024).

Onafhankelijkheid en complementariteit

- Afhankelijk van internationale materialen en semiconductor-ketens.
- Sterke kennisbasis en internationale onderzoeksnetwerken.
- Vervult schakelfunctie in hightech ecosystemen.

17 Quantumtechnologie

Quantumtechnologie ontwikkelt computers, communicatie en sensoren die gebruikmaken van quantummechanische effecten (zoals superpositie en verstrengeling) om nieuwe prestaties en functionaliteiten mogelijk te maken (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2024). Het omvat onder meer quantumcomputers, quantumnetwerken (secure communicatie) en quantumsensoren voor extreem precieze metingen en detectie. De ontwikkeling en opschaling van quantumtechnologie wordt gezien als strategisch relevant technologische positie van Nederland (Wennink, 2025).



Toekomstig verdienvermogen

- Naar schatting is de wereldwijde marktomvang voor quantumtoepassingen (quantumcomputers, -communicatie en -sensoren) tussen de \$70 miljard en \$173 miljard in 2040 (Ministerie van Economische Zaken, 2025).
- Voor quantumcomputers wordt verwacht dat de mondiale marktomvang van \$5 - 9 miljard in 2023 zal groeien tot \$45 - 131 miljard in 2040, wat neerkomt op een jaarlijks groeipercentage van 14 – 17% (Ministerie van Economische Zaken, 2025).
- De veelzijdige toepassing van quantumtechnologie maakt spillovers tussen sectoren mogelijk. Daardoor wordt de potentiële economische waarde van quantumtoepassingen op een veelvoud van de technologische waarde geschat (Ministerie van Economische Zaken, 2025).

Veiligheid en weerbaarheid

- Quantum is niet één op één opgenomen als vitaal proces, maar ondersteunt betrouwbaarheid van andere vitale processen zoals internet en datadiensten (NCTV, z.d.).
- Quantumtechnologie kan leiden tot nieuwe strategieën en capaciteiten in zowel conflictsituaties als de processen eromheen, en is daarom opgenomen als strategisch NLD-gebied in de Defensiestrategie (Ministerie van Defensie, 2025).

Duurzaamheid en circulariteit

- Huidige quantumcomputers verbruiken aanzienlijk minder dan de megawatt aan stroom die een klassieke supercomputer nodig heeft voor hetzelfde vraagstuk.
- Waar een normale computer honderden jaren nodig heeft voor een vraagstuk, doet een quantumcomputer dit in een fractie van de tijd, en werkt dus energie-efficiënter ondanks het feit dat een quantumcomputer per tijdseenheid meer energie verbruikt.

Gezondheid en welzijn

- Quantum sensing zou in de toekomst ingezet kunnen worden voor geavanceerde medische beeldvorming, waardoor vroegtijdige en meer gedetailleerde detectie van ziekten mogelijk is.

Specialisatie en concentratie

- Op basis van het locatiequotiënt (LQ) bedraagt de specialisatiegraad voor arbeidsplaatsen 0,70 en voor vestigingen 0,86. Dit duidt op een ondergemiddelde specialisatie ten opzichte van het Nederlands gemiddelde.⁸
- Binnen Nederland heeft Noord-Holland een bovenmatige concentratie doordat Amsterdam één van de officiële Quantum Delta NL-hubs is en het een duidelijke

⁸ 'Quantum' als economische activiteit was minder direct en eenduidig via specifieke SBI-codes af te bakenen. De LQ's weerspiegelen daarmee primair de bredere uitgangspositie van de provincie op het gebied van technisch onderzoek, sensoriek en telecommunicatie.

ationale zwaarte heeft in quantumsoftware (QuSoft). Dit wordt versterkt met een ecosysteem gericht op valorisatie via Quantum.Amsterdam en onderwijs via bijvoorbeeld Quantum Talent & Learning Centre Amsterdam.

- Op EU-niveau is Noord-Holland onderscheidend als niche-hub (software/sensing/simulatie en use-case ontwikkeling), maar het is niet schaal-dominant t.o.v. de grootste Europese zwaartepunten die vaker als wereldtop worden genoemd (bijv. Delft, München en Parijs/Saclay).

Complexiteit en diversificatiepotentieel

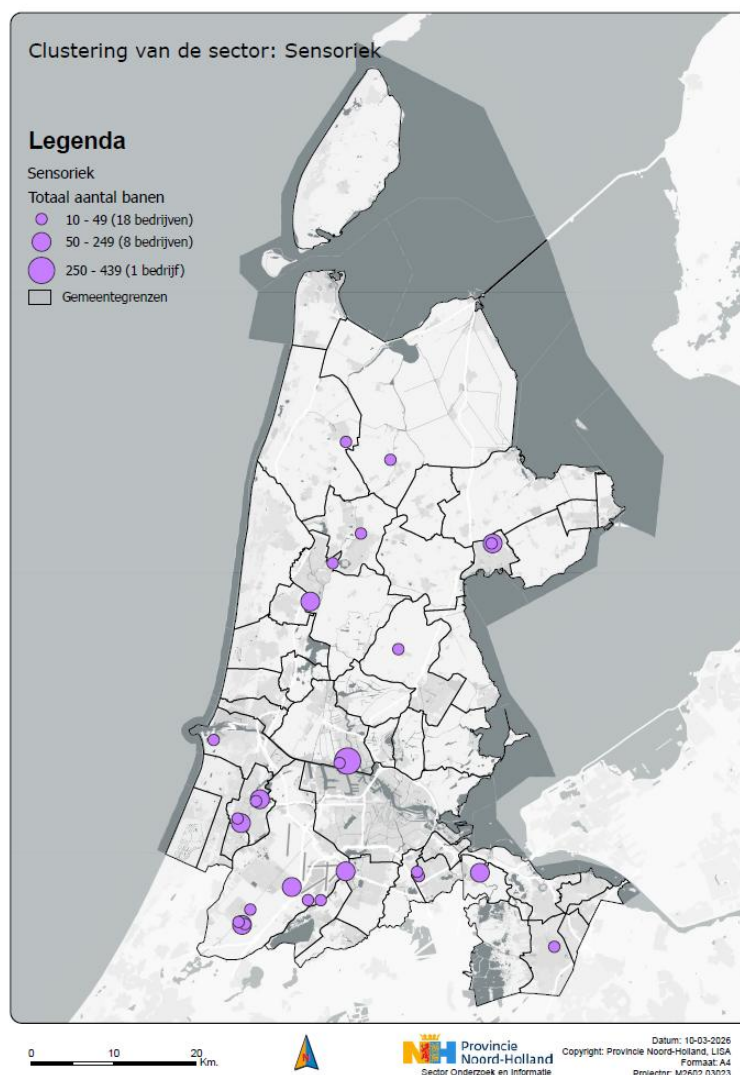
- Ongeveer 3 patenten gerelateerd aan quantumtechnologie in de afgelopen 10 jaar, met een gemiddelde impactscore van 2,9 op een relatieve schaal van 0 tot ± 5 .
- Relatieve complexiteit van 31 op een schaal van 1-100 (Balland & Boschma, 2024).
- Gerelateerdheid met andere activiteiten in de regio van 48 op een schaal van 1-100 (Balland & Boschma, 2024).

Onafhankelijkheid en complementariteit

- Sterk afhankelijk van internationale hardware en kennisinfrastructuur.
- Regionale rol in kennisontwikkeling en netwerken.
- Complementair, maar minder gebaseerd op unieke schakels.

18 Sensoriek en meet- en detectietechnologie

Sensoriek en meet- en detectietechnologie omvat het ontwikkelen en toepassen van sensoren en meetsystemen die fysieke, chemische of biologische signalen kunnen waarnemen, meten en omzetten naar bruikbare data voor monitoring, diagnose, procescontrole en veiligheidstoepassingen (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2024). Het gaat ook om geavanceerde detectie- en instrumentatietechnologie in (industriële) systemen, vaak gekoppeld aan digitalisering en dataverwerking voor realtime sturing (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2024). In een weerbaarheids- en defensiecontext speelt dit bijvoorbeeld bij situational awareness en bescherming, waar nauwkeurige detectie en monitoring cruciaal zijn (Ministerie van Defensie, 2025).



Toekomstig verdienvermogen

- De wereldwijde sensormarkt groeit naar verwachting van 241,06 miljard USD in 2025 naar 527,94 miljard USD in 2034 (Fortune Business Insights, 2026f).
- Deze marktgroei wordt deels aangewakkerd door de focus op energie efficiëntie en duurzaamheid.
- Er ligt €11 miljard aan adresseerbare OEM-kansen voor sensoren en detectie (Wennink, 2025).

Veiligheid en weerbaarheid

- Sensoren en monitoring zijn de kern voor snelle detectie van afwijkingen in processen. Dit is op zichzelf geen vitaal proces, maar werkt wel ondersteunend voor vitale processen zoals drinkwatervoorziening (NCTV, z.d.).
- Sensortechnologie wordt gezien als een defensiegerelateerde technologie (Wennink, 2025).

Duurzaamheid en circulariteit

- Sensoriek, meet- en detectietechnologie optimaliseert industriële processen en energiegebruik (bijvoorbeeld door efficiëntie en lekdetectie), wat emissiereductie ondersteunt binnen emissiesectoren die in totaal 145 Mton CO₂-equivalent uitstoten (CBS, z.d.-b).

Gezondheid en welzijn

- Extra efficiëntie in industriële processen vermindert uitstoot en luchtverontreiniging. Dit verbetert de gezondheid, en zal ervoor zorgen dat luchtverontreiniging in de toekomst minder dan 4,5% van de ziektelast zal veroorzaken (RIVM, z.d.).

Specialisatie en concentratie

- Op basis van het locatiequotiënt (LQ) bedraagt de specialisatiegraad voor arbeidsplaatsen 0,43 en voor vestigingen 0,68. Dit duidt op een ondergemiddelde specialisatie ten opzichte van het Nederlands gemiddelde.
- Binnen Nederland heeft Noord-Holland een herkenbare nicheconcentratie in meet-/detectietechnologie, bijvoorbeeld rond Petten (JRC-laboratoria met geavanceerde meet-, test- en analysecapaciteit) en Amsterdam (NLR voor sensing/monitoring in lucht- en ruimtevaart). 'Sensoriek breed' is het niet aantoonbaar bovenmatig geconcentreerd, de zwaarste nationale industriële en engineering-concentraties voor sensortechnologie liggen meer rondom de andere hightech-regio's.

Complexiteit en diversificatiepotentieel

- Ongeveer 56 patenten gerelateerd aan sensoriek en meet- en detectietechnologie in de afgelopen 10 jaar, met een gemiddelde impactscore van 3,1 op een relatieve schaal van 0 tot ±5.
- Relatieve complexiteit van 50 op een schaal van 1-100 (Balland & Boschma, 2024).

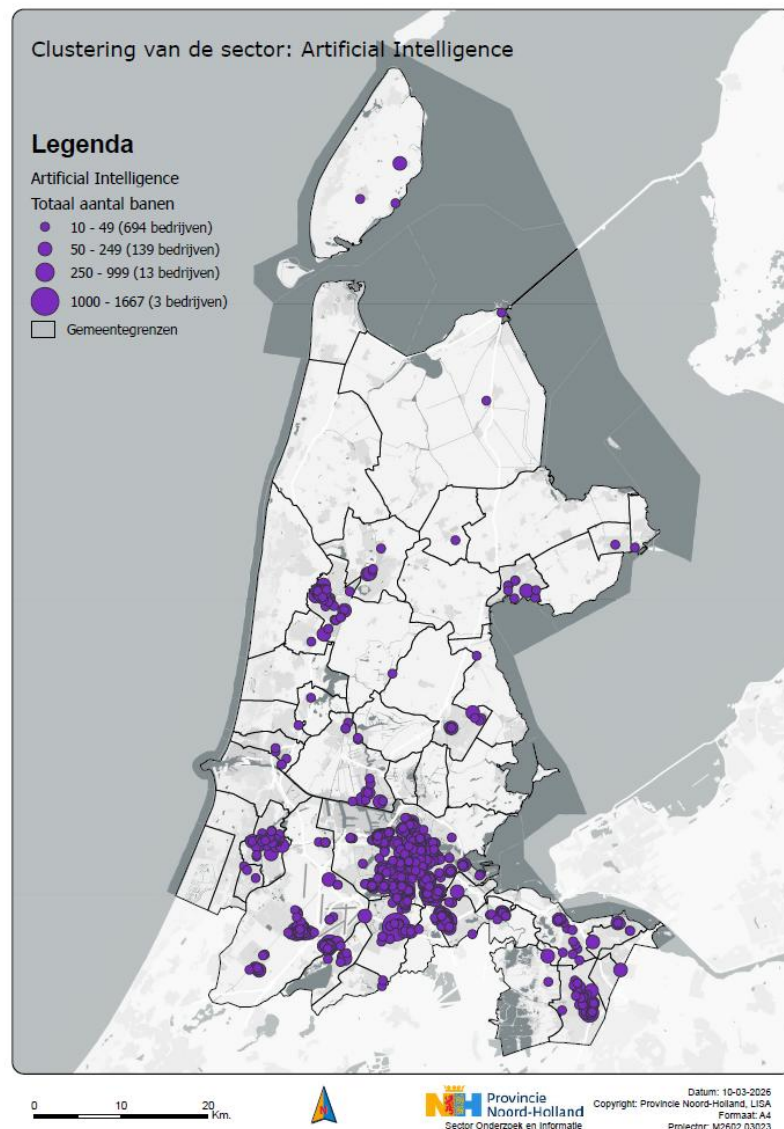
- Gerelateerdheid met andere activiteiten in de regio van 44 op een schaal van 1-100 (Balland & Boschma, 2024).

Onafhankelijkheid en complementariteit

- Afhankelijk van chips en internationale productieketens.
- Sterk ingebed in industriële toepassingen en kennisnetwerken.
- Regionale rol onderscheidend binnen waardeketens.

19 Artificial Intelligence

Artificial intelligence (AI) omvat algoritmen en modellen die uit data patronen leren en vervolgens taken kunnen uitvoeren zoals voorspellen, classificeren, optimaliseren, (beeld/spraak)herkenning en het genereren van tekst of code, vaak als onderdeel van data-gedreven besluitvorming en automatisering (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2024). AI fungeert als sleuteltechnologie die andere sectoren en systemen productiever en slimmer maakt, bijvoorbeeld door processen adaptief te sturen en complexiteit in netwerken, logistiek en industrie te beheersen (Wennink, 2025 & Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2024). In veiligheids- en defensietoepassingen ondersteunt AI bijvoorbeeld informatieverwerking, detectie en besluitvorming in (deels) autonome of sterk gedigitaliseerde systemen (Ministerie van Defensie, 2025).



Toekomstig verdienvermogen

- De marktomvang van AI-toepassingen wordt in 2023 wereldwijd geschat op \$638 miljard. Naar verwachting zal de markt voor AI nog sterk groeien naar een omvang van \$2.575 miljard in 2032 (Ministerie van Economische Zaken, 2025).
- De productiviteitsgroei in de AI-sector is ruim vier keer hoger dan in de rest van de economie, en de inzet van AI kan de arbeidsproductiviteit wereldwijd met 0,1% tot 0,6% per jaar verhogen (Wennink, 2025).

Veiligheid en weerbaarheid

- Internet en datadiensten is een vitaal proces (NCTV, z.d.), waar AI onder kan vallen. Daarnaast is AI enabling voor veel andere vitale processen (bijvoorbeeld in de energie-, transport- en telecommunicatiesector).
- Intelligente systemen is één van de vijf NLD-gebieden (strategische technologische focusgebieden waarin Nederland investeert om uit te blinken binnen de defensie-industrie), waarbij AI als voorbeeld wordt genoemd (Ministerie van Defensie, 2025).

Duurzaamheid en circulariteit

- Voor volledige AI systemen samen met de koeling die hiervoor nodig is in datacentra, kan het totale energieverbruik oplopen tot wel 9,4 gigawatt, dit is gelijk aan het volledige stroomverbruik van Nederland. Met de verwachte verdubbeling van de productiecapaciteit in 2025 kan dat verbruik zelfs stijgen tot 23 gigawatt (VU, 2025).
- Daarentegen wordt AI ingezet voor het optimaliseren van processen in de energie-, logistiek en landbouwsectoren, waardoor AI juist kan bijdragen aan het verduurzamen van diverse sectoren.

Gezondheid en welzijn

- Als AI gebruikt wordt in medische diagnostiek kan dit leiden tot eerdere detectie of nauwkeurigere diagnostiek, met als gevolg verbeterde behandeling en meer gezonde levensjaren (Wennink, 2025).

Specialisatie en concentratie

- Op basis van het locatiequotiënt (LQ) bedraagt de specialisatiegraad voor arbeidsplaatsen 1,33 en voor vestigingen 1,18. Dit duidt op een bovengemiddelde specialisatie ten opzichte van het Nederlands gemiddelde.⁹
- Binnen Nederland heeft Noord-Holland een bovenmatige concentratie. Daarbij fungeert met name Amsterdam aantoonbaar als nationale AI-hub; ±37% van het Nederlandse AI-talent en 32% van de AI-bedrijven zitten in Amsterdam.¹⁰ Dit is gebundeld met een herkenbaar ecosysteem van kennisinstellingen en publiek-private coalities

⁹ 'Artificial Intelligence' als economische activiteit was minder direct en eenduidig via specifieke SBI-codes af te bakenen. De LQ's weerspiegelen daarmee primair de bredere uitgangspositie van de provincie op het gebied van informatietechnologieontwikkeling en -dienstverlening.

¹⁰ Zie [State of AI in The Netherlands - Igniting Europe's Hidden AI Powerhouse](#) en [AI-monitor 2024 | CBS](#)

(o.a. Amsterdam AI, UvA CWI, Science Parks, ICAI Labs) en digitale infrastructuur (o.a. AMS-IX als wereldwijd internetknooppunt).

- Op EU-niveau is de positie bovengemiddeld en zichtbaar: Amsterdam is de 5^e AI-hub in Europa (gemeten op basis van het aantal AI-talent) en is sterk in niches en maatschappelijk verantwoorde toepassingen. In hyperscale AI / frontier model training blijft de regio echter achter op andere (Europese) regio's en mist het een dominante wereldwijde zwaartepuntfunctie.

Complexiteit en diversificatiepotentieel

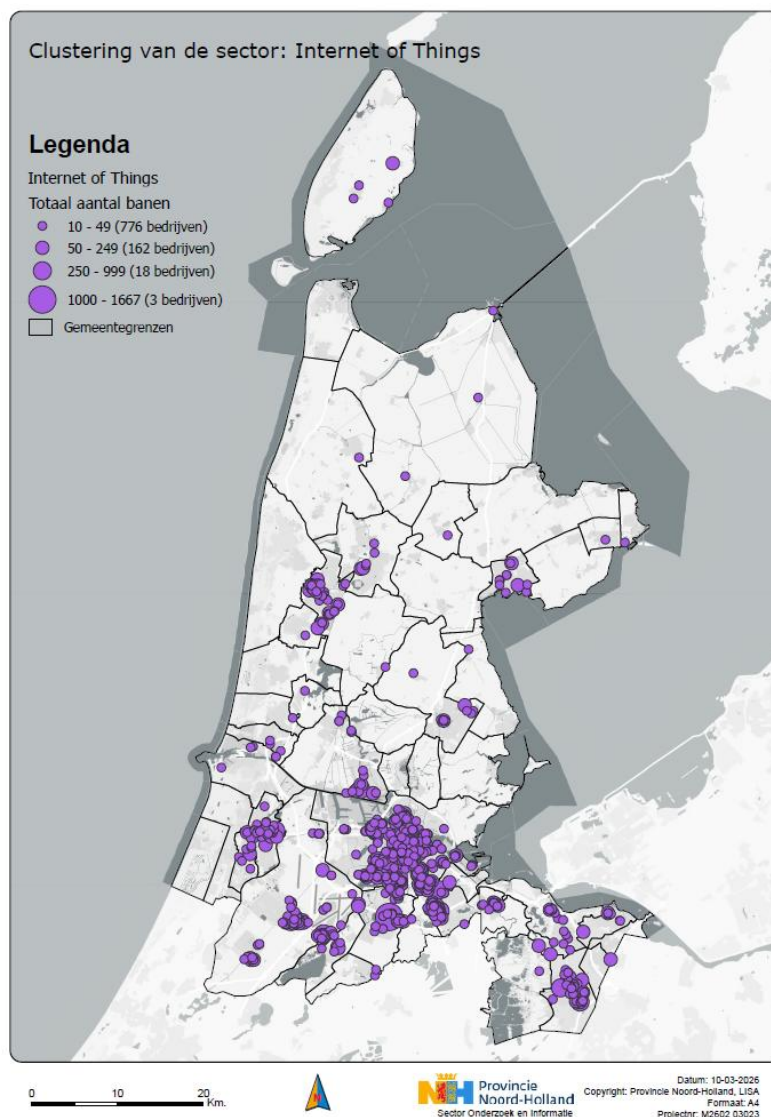
- Ongeveer 23 patenten gerelateerd aan AI in de afgelopen 10 jaar, met een gemiddelde impactscore van 2,9 op een relatieve schaal van 0 tot ± 5 .
- Relatieve complexiteit van 88 op een schaal van 1-100 (Balland & Boschma, 2024).
- Gerelateerdheid met andere activiteiten in de regio van 20 op een schaal van 1-100 (Balland & Boschma, 2024).

Onafhankelijkheid en complementariteit

- Sterk afhankelijk van internationale chip- en platformtechnologie.
- Regionale kracht ligt in toepassing, niet in kerntechnologie.
- Beperkte complementariteit op systeemniveau.

20 Internet of Things

Internet of Things (IoT) omvat het verbinden van fysieke apparaten en sensoren met netwerken zodat ze data kunnen verzamelen, uitwisselen en (deels) automatisch kunnen worden aangestuurd in toepassingen zoals industrie, energie en mobiliteit (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2024). De kern ligt in digitale connectiviteitstechnologieën en het integreren van hardware, software en datastromen tot betrouwbare, schaalbare systemen (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2024). In energiesystemen ondersteunt IoT bijvoorbeeld slimme meting en aansturing van assets (zoals laden, opwek en opslag) om het net beter te balanceren en congestie te beperken (Ministerie van Economische Zaken, 2025). In veiligheids- en defensietoepassingen draagt IoT bij aan monitoring en situational awareness via gekoppelde sensoren en systemen (Ministerie van Defensie, 2025).



Toekomstig verdienvermogen

- De wereldwijde marktgrootte van Internet of Things (IoT) wordt ingeschat op 864.32 miljard USD in 2025, en er is een stevige groei verwacht tot aan 2034: 5,552.48 miljard USD (Fortune Business Insights, 2026g).

Veiligheid en weerbaarheid

- Internet en datadiensten is een vitaal proces (NCTV, z.d.). IoT verhoogt echter de afhankelijkheid van connectiviteit en vergroot juist de impact bij uitval/manipulatie van digitale ketens.

Duurzaamheid en circulariteit

- Grootschalig gebruik van IoT verhoogt het energieverbruik, maar de toepassing kan tegelijkertijd efficiëntie van gebouwen en processen verbeteren en een enabler zijn voor verduurzaming.

Gezondheid en welzijn

- IoT-toepassingen in de zorg (bijvoorbeeld thuismonitoring) zorgen voor vroegdetectie en betere ziektecontrole. Hierdoor kunnen toekomstige complicaties voorkomen worden, wat bijdraagt aan behoud van gezonde levensjaren.

Specialisatie en concentratie

- Op basis van het locatiequotiënt (LQ) bedraagt de specialisatiegraad voor arbeidsplaatsen 1,28 en voor vestigingen 1,18. Dit duidt op een bovengemiddelde specialisatie ten opzichte van het Nederlands gemiddelde.¹¹
- Binnen Nederland heeft Noord-Holland een bovenmatige concentratie in IoT aan de software-/connectivity- en toepassingskant (platforms, netwerksoftware, data-uitwisseling en stedelijke IoT-toepassingen) door de clustering rond Amsterdam en de digitale infrastructuurpositie via AMS-IX.
- Op EU-niveau is Noord-Holland onderscheidend als IoT-knooppunt door Amsterdam als een van de grootste internetverkeershubs wereldwijd (lage latency/peering-voordeel voor IoT-datastromen) en een smart-city testecosysteem. Qua industriële device-fabricage en embedded hardware blijft de provincie minder dominant dan Europese maakclusters.

Complexiteit en diversificatiepotentieel

- Ongeveer 49 patenten gerelateerd aan IoT in de afgelopen 10 jaar, met een gemiddelde impactscore van 3,0 op een relatieve schaal van 0 tot ±5.
- Relatieve complexiteit van 92 op een schaal van 1-100 (Balland & Boschma, 2024).

¹¹ 'Internet of Things' als economische activiteit was minder direct en eenduidig via specifieke SBI-codes af te bakenen. De LQ's weerspiegelen daarmee primair de bredere uitgangspositie van de provincie op het gebied van elektronica, informatie- en communicatietechnologie.

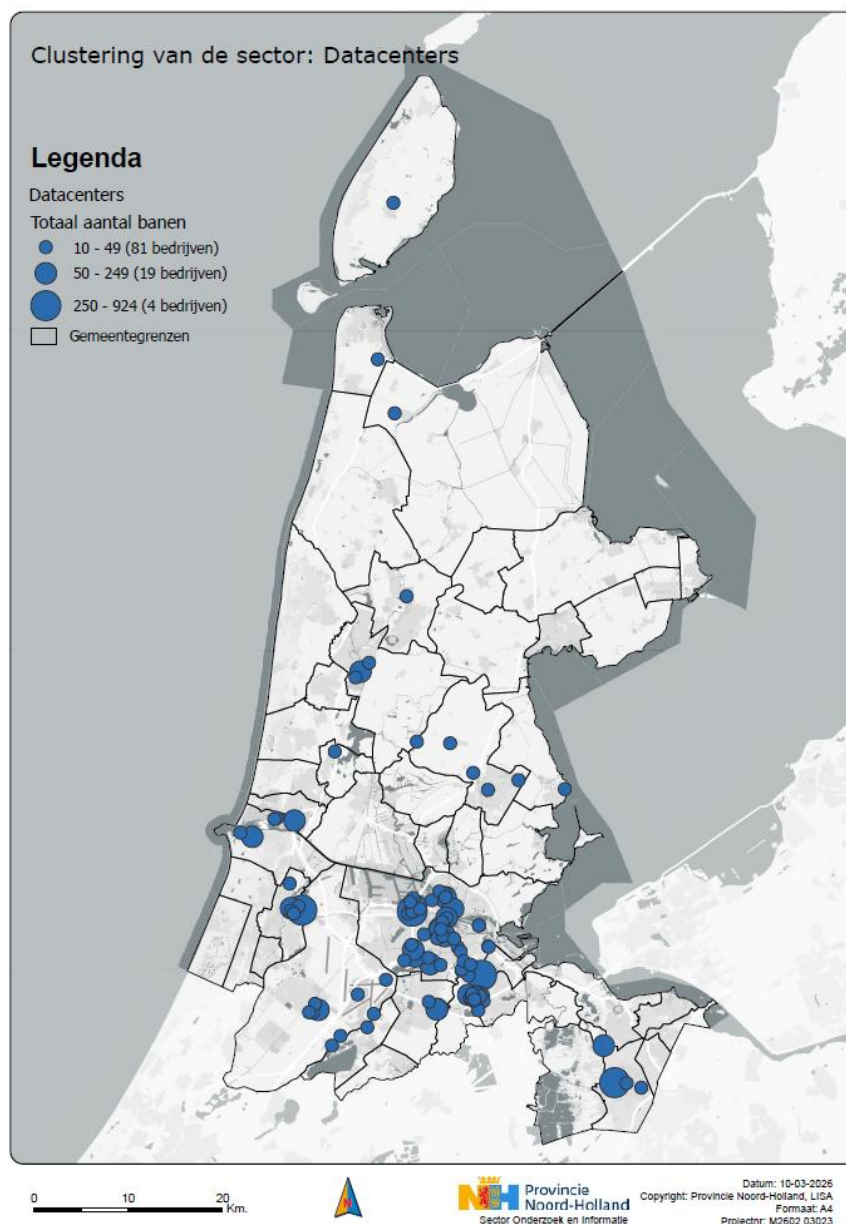
- Gerelateerdheid met andere activiteiten in de regio van 28 op een schaal van 1-100 (Balland & Boschma, 2024).

Onafhankelijkheid en complementariteit

- Afhankelijk van sensoren, chips en internationale ketens.
- Breed toepasbaar, maar weinig onderscheidende regionale rol.
- Complementariteit beperkt en diffuus.

21 Datacenters

Datacenters zijn fysieke faciliteiten met servers, opslag en netwerkapparatuur die digitale diensten mogelijk maken zoals cloudtoegang, dataverwerking en het transport en opslaan van data (Wennink, 2025). Ze vormen samen met zeekabels, glasvezel en communicatienetwerken een essentiële digitale ruggengraat voor wetenschappelijke en industriële ecosystemen. Dit omvat ook grootschalige datacenters (o.a. > 5.000 m² en hyperscale) en hyperconnectiviteitsclusters, waarbij blijvend investeren nodig is om capaciteit en concurrentiekracht te behouden.



Toekomstig verdienvermogen

- Het verdienvermogen van datacentra groeit exponentieel, gedreven door de explosieve vraag naar kunstmatige intelligentie (AI), cloud computing en digitale infrastructuur.
- Wereldwijd groeit de markt voor datacentra van 158.02 miljard USD in 2025 naar 1065.37 miljard USD in 2034 (Fortune Business Insights, 2026b).

Veiligheid en weerbaarheid

- Internet en datadiensten is een vitaal proces (NCTV, z.d.). Datacenters zijn de kerninfrastructuur voor continuïteit van digitale vitale diensten.
- Datacenters leveren een kritieke bijdrage aan de weerbaarheid van de Nederlandse samenleving (Wennink, 2025).

Duurzaamheid en circulariteit

- Datacenters verbruiken in 2024 4,6% van het totale Nederlandse elektriciteitsverbruik. Dit komt overeen met 5.100 GWh (CBS, 2025g).
- Datacenters gebruiken wel steeds vaker groene stroom, en wordt er nagedacht over het waterpositief (meer water toevoegen dan het gebruikt) zijn (Centric Insights, 2024).
- Datacenters gebruiken leidingwater om te koelen en voegen daar chemicaliën aan toe (Centric Insights, 2024).

Gezondheid en welzijn

- Datacenters produceren een constant laagfrequent gezoem door de koelsystemen en ventilatoren (Tao & Gao, 2025). Voor omwonenden kan dit in het uiterste geval leiden tot slaapstoornissen, stress, hoofdpijn en duizeligheid.
- Fossiele energiecentrales en dieselgeneratoren die als back-up dienen voor datacenters stoten gevaarlijke verontreinigende stoffen uit, zoals stikstofoxiden en fijnstof, waardoor het aantal gevallen van luchtwegaandoeningen en hart- en vaatziekten toeneemt en het risico op kanker in nabijgelegen gemeenschappen stijgt (Tao & Gao, 2025).
- Daarnaast heeft ook het plaatsen van een groot vierkant gebouw negatieve effecten op de leefomgeving.

Specialisatie en concentratie

- Op basis van het locatiequotiënt (LQ) bedraagt de specialisatiegraad voor arbeidsplaatsen 1,20 en voor vestigingen 1,16. Dit duidt op een bovengemiddelde specialisatie ten opzichte van het Nederlands gemiddelde.
- Binnen Nederland heeft Noord-Holland een bovenmatig concentratie: van de circa 200 datacenters, liggen de meeste rondom Amsterdam. Gedragen door het hyperconnectiviteitscluster Amsterdam–Schiphol (MRA) en hyperscale-ontwikkeling (o.a.

Hollands Kroon) is de provincie bovengemiddeld in datacenterinfrastructuur- en clusterdichtheid.

- In EU-perspectief is Noord-Holland onderscheidend doordat Amsterdam tot de grootste Europese datacentermarkten (FLAP-D) behoort en daarmee een top-tier 'gateway'-positie heeft. Tegelijk remmen netcongestie/ruimtebeleid de opschaling relatief sterker dan in andere regio's (bijvoorbeeld Frankfurt en Dublin), waardoor het concurrentievoordeel vooral in connectiviteit en het ecosysteem zit, niet in onbeperkte schaalbaarheid.

Complexiteit en diversificatiepotentieel

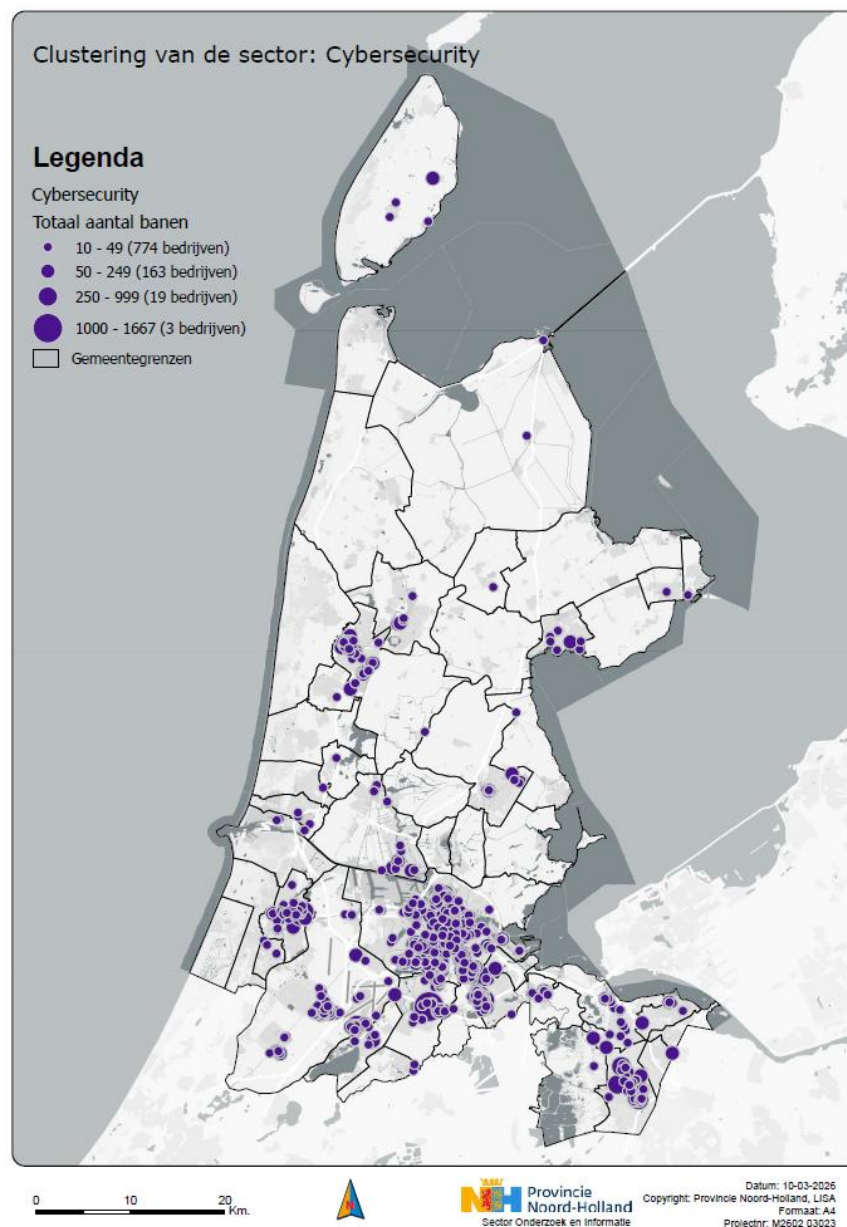
- Ongeveer 3 patenten gerelateerd aan datacenters in de afgelopen 10 jaar, met een gemiddelde impactscore van 0,5 op een relatieve schaal van 0 tot ± 5
- Relatieve complexiteit van 72 op een schaal van 1-100 (Balland & Boschma, 2024).
- Gerelateerdheid met andere activiteiten in de regio van 29 op een schaal van 1-100 (Balland & Boschma, 2024).

Onafhankelijkheid en complementariteit

- Zeer afhankelijk van hardware, energie en internationale netwerken.
- Regionale rol als infrastructuurcluster.
- Beperkt zelfstandig; vooral faciliterend.

22 Cybersecurity

Cybersecurity omvat het beschermen van digitale systemen, netwerken en data tegen aanvallen en verstoringen, inclusief preventie, detectie, respons en herstel (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2024). Het draait om het ontwikkelen en toepassen van technologie en expertise voor veilige digitale connectiviteit en betrouwbare digitale infrastructuur (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2024). In de bredere innovatie-agenda past dit binnen de missie veiligheid en binnen de maatschappelijke randvoorwaarden voor digitalisering (Rijksoverheid, z.d.).



Toekomstig verdienvermogen

- De omzet van de cybersecuritysector in Nederland is sinds 2015 gegroeid van € 9,4 miljard in 2015 naar € 16 miljard in 2022 (Ministerie van Economische Zaken, 2025).
- De globale marktgrootte in 2025 bedroeg 218.98 miljard USD en deze is verwacht te groeien naar 699.34 miljard USD in 2035 (Fortune Business Insights, 2026e).
- De toegevoegde waarde ligt rond de € 7,5 miljard, wat overeenkomt met 0,9% van het bruto binnenlands product (Ministerie van Economische Zaken, 2025).
- Integratie van cybersecurity in producten kan een competitief voordeel zijn voor het bredere bedrijfsleven. Zo kent het Nederlandse bedrijfsleven hoogwaardige integrators die cybersecurity gebruiken om een competitief voordeel te realiseren. Voorbeelden hiervan zijn bank- en verzekeringsdiensten (Ministerie van Economische Zaken, 2025).

Veiligheid en weerbaarheid

- Internettoegang en dataverkeer en Internet en datadiensten staan op de lijst van de vitale processen (NCTV, z.d.). Cybersecurity is direct gericht op het voorkomen van uitval/manipulatie van vitale digitale processen.
- In de defensiecontext is cybersecurity essentieel voor de bescherming en inzetbaarheid van digitale en (deels) autonome systemen en kritieke ketens (Ministerie van Defensie, 2025).
- In het veiligheids- en weerbaarheidsdomein heeft Europa op het gebied van cybersecuritytechnologie een achterstand. Dat maakt ons kwetsbaar in tijden van hybride oorlogsvoering (Wennink, 2025).

Duurzaamheid en circulariteit

- Cybersecurity is een belangrijke motor voor wereldwijde duurzaamheid. Door energieverpillende cybercriminaliteit te ontmantelen, hernieuwbare energiebronnen te gebruiken en hardwareverspilling te verminderen, draagt cybersecurity bij aan de klimaatvoortgang (PWC, 2025).
- Een voorbeeld hiervan: Het uitschakelen van kwaadaardige botnetnetwerken leidt tot een lager energieverbruik door het stilleggen van deze netwerken, waarmee 10.000 ton CO₂-uitstoot werd voorkomen (PWC, 2025).

Gezondheid en welzijn

- Cybersecurity heeft een indirect effect op gezondheid: hogere digitale weerbaarheid ondersteunt continuïteit van zorg.

Specialisatie en concentratie

- Op basis van het locatiequotiënt (LQ) bedraagt de specialisatiegraad voor arbeidsplaatsen 1,33 en voor vestigingen 1,19. Dit duidt op een bovengemiddelde specialisatie ten opzichte van het Nederlands gemiddelde.¹²

¹² 'Cybersecurity' als economische activiteit was minder direct en eenduidig via specifieke SBI-codes af te bakenen. De LQ's weerspiegelen daarmee primair de bredere uitgangspositie van de provincie op het gebied van informatie- en communicatietechnologie.

- Binnen Nederland heeft Noord-Holland wel relevante massa (veel IT-/digitale bedrijvigheid en infrastructuur), maar heeft het geen bovenmatige concentratie ten opzichte van andere regio's. De digitale clustering is enabling en trekt security-activiteiten aan, maar de herkenbare nationale concentratie rondom cybersecurity zit primair in Den Haag/Zuid-Holland (Den Haag Security Delta (HSD) als nationaal veiligheidscluster en NCSC gevestigd in Den Haag).

Complexiteit en diversificatiepotentieel

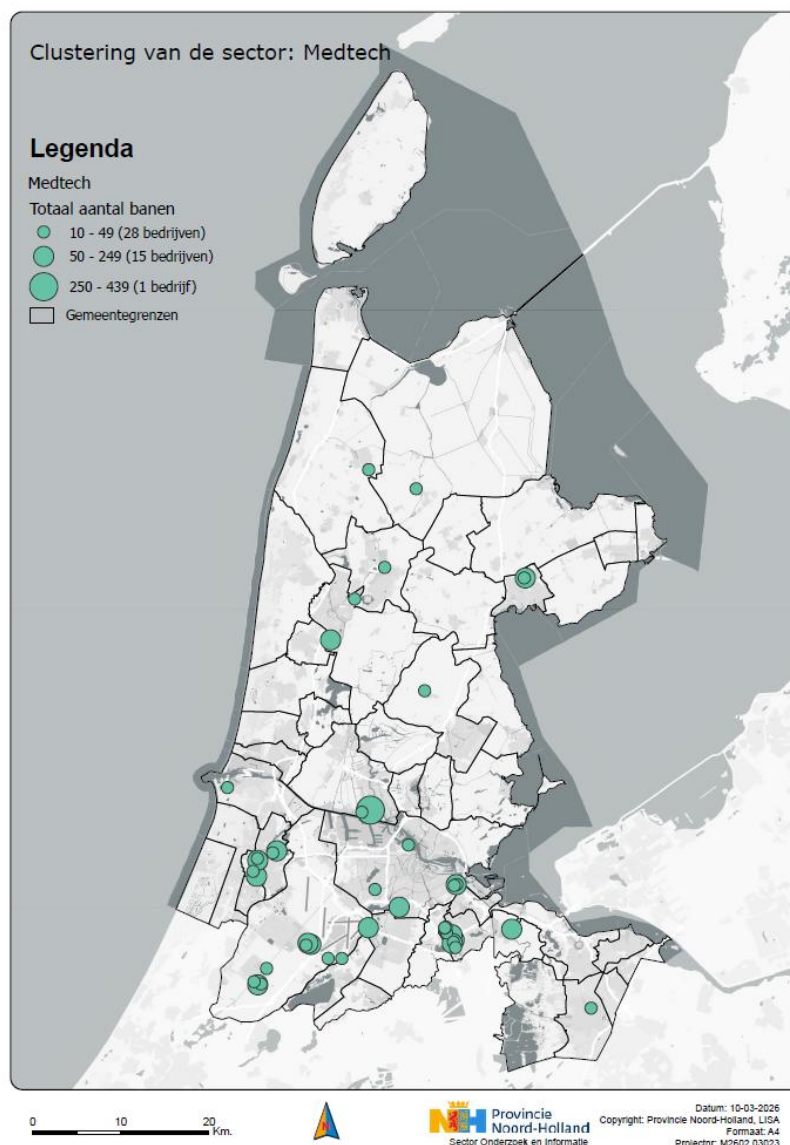
- Ongeveer 27 patenten gerelateerd aan cybersecurity in de afgelopen 10 jaar, met een gemiddelde impactscore van 2,0 op een relatieve schaal van 0 tot ± 5 .
- Relatieve complexiteit van 70 op een schaal van 1-100 (Balland & Boschma, 2024).
- Gerelateerdheid met andere activiteiten in de regio van 33 op een schaal van 1-100 (Balland & Boschma, 2024).

Onafhankelijkheid en complementariteit

- Minder afhankelijk van fysieke grondstoffen.
- Sterke kennis- en toepassingspositie.
- Cruciale rol in digitale weerbaarheid en netwerken.

23 MedTech

MedTech omvat medische technologie: alle producten (incl. e-health/software), niet zijnde geneesmiddelen, die binnen en buiten zorginstellingen worden ingezet voor preventie, diagnose, monitoring, ondersteuning of behandeling (Ministerie van Economische Zaken, 2025). MedTech betreft een breed palet aan toepassingen, van verbandmiddelen en diagnostiek tot MRI, dialyseapparaten, (klinische) AI en remote monitoring/wearables. De technologische basis omvat o.a. imaging-technologieën en biomoleculaire- en celtechnologieën die toepassingen in life science & health en precision health (vroeg detectie, gepersonaliseerde preventie en behandeling) mogelijk maken (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2024). Als toepassing past MedTech binnen de missies rond gezondheid en zorg in het missiegedreven innovatiebeleid (Rijksoverheid, z.d.).



Toekomstig verdienvermogen

- De verwachting is dat de wereldwijde markt voor MedTech-apparatuur groeit van \$483 in 2020 tot \$795 miljard in 2030. Dit impliceert een gemiddeld jaarlijks groeipercentage van 5,2%. De Europese MedTech markt alleen al wordt geschat op € 160 miljard, waarvan Nederland met € 8,2 miljard de zevende in de markt is (Ministerie van Economische Zaken, 2025).
- De belangrijkste drijfveren achter de verwachte groei in MedTech zijn vergrijzing, toenemende chronische aandoeningen, het groeiende personeelstekort in de zorg en technologische innovaties (AI, robotica en digitale gezondheidsoplossingen) (Ministerie van Economische Zaken, 2025).
- De markt heeft een jaarlijks groeipercentage van 5 tot 6% (Wennink, 2025).

Veiligheid en weerbaarheid

- MedTech of zorg wordt door de NCTV niet geïdentificeerd als vitaal proces voor de samenleving (NCTV, z.d.).

Duurzaamheid en circulariteit

- De Nederlandse zorgsector draagt voor 7% (10,15 megaton CO₂-equivalenten) bij aan de nationale uitstoot van broeikasgassen en voor 13% aan het totale grondstofverbruik (metalen en mineralen) van Nederland (RIVM, 2023).
- MedTech kan door middel van materiaalkeuzes, minder focus op disposables en andere bedrijfsmodellen een lagere voetafdruk creëren (MedTech Nederland, 2023).

Gezondheid en welzijn

- MedTech heeft als doel om kwaliteit van leven te verbeteren, onder andere door nieuwe medische hulpmiddelen en beeldvormingsapparatuur die ingezet worden voor preventie, diagnose, monitoring en behandeling.

Specialisatie en concentratie

- Op basis van het locatiequotiënt (LQ) bedraagt de specialisatiegraad voor arbeidsplaatsen 0,50 en voor vestigingen 0,87. Dit duidt op een ondergemiddelde specialisatie ten opzichte van het Nederlands gemiddelde.
- Binnen Nederland heeft Noord-Holland een herkenbare concentratie in medtech, met name aan de klinische validatie en digitale/AI-medtech kant. De regio kent een grote Life Sciences & Health (LSH) cluster aan bedrijven en bundelt dat met onderzoeksinstellingen (Amsterdam UMC Imaging Center, NKI) en innovatiedistricten (Amsterdam Life Sciences District). Hierdoor is het ecosysteem sterk in R&D, trials, imaging/AI en implementatie, maar minder in device-maakindustrie dan bijvoorbeeld Twente/Eindhoven.
- Op EU-niveau is Noord-Holland onderscheidend als digital-health/AI-medtech hub (sterk in datarijke klinische omgevingen en imaging-innovatie), maar het is niet schaal-dominant t.o.v. Europese medtech-topregio's met grotere geïntegreerde engineering- en productieclusters (bijvoorbeeld Medicon Valley).

Complexiteit en diversificatiepotentieel

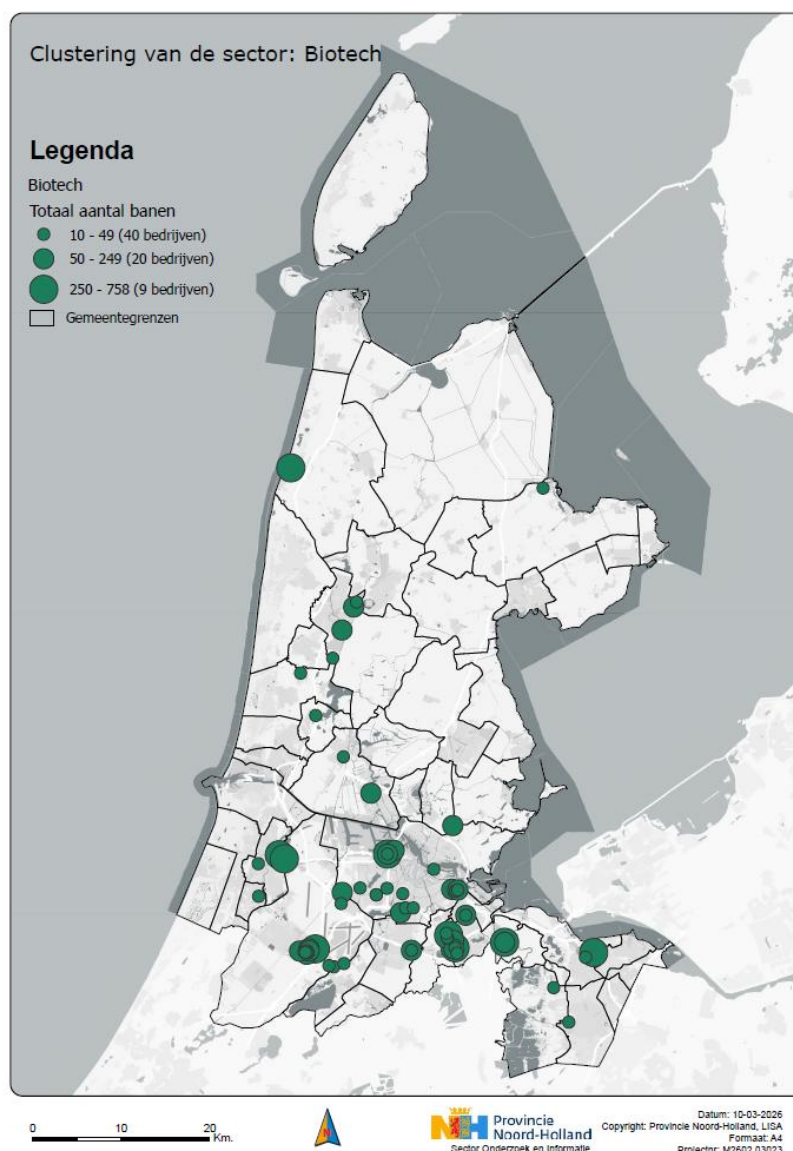
- Ongeveer 43 patenten gerelateerd aan MedTech in de afgelopen 10 jaar, met een gemiddelde impactscore van 2,6 op een relatieve schaal van 0 tot ± 5 .
- Relatieve complexiteit van 77 op een schaal van 1-100 (Balland & Boschma, 2024).
- Gerelateerdheid met andere activiteiten in de regio van 31 op een schaal van 1-100 (Balland & Boschma, 2024).

Onafhankelijkheid en complementariteit

- Afhankelijk van internationale productie en materialen.
- Sterke koppeling met zorg, kennis en innovatie.
- Regionale rol verbindend en herkenbaar.

24 Biotechnologie

Biotech omvat het ontwikkelen en toepassen van biotechnologische processen en technieken (zoals fermentatie en cel- en biomoleculaire technologie) om met levende cellen of biologische systemen producten en ingrediënten te maken voor onder meer voeding, chemicaliën en gezondheidstoepassingen (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2024). Het kan bijvoorbeeld gaan om precisiefermentatie en andere bioprocessen die duurzame grondstoffen omzetten naar hoogwaardige componenten en intermediairen (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2024). In groeiemarkten richt dit zich onder meer op toepassingen zoals alternatieve eiwitten en hoogwaardige (gezondheids-/voedings-)toepassingen waar schaalbare bioproductie en verwerking cruciaal zijn (Ministerie van Economische Zaken, 2025).



Toekomstig verdienvermogen

- De wereldwijde cel- en gentherapie markt werd geschat op \$16,1 miljard in 2020 en zal naar verwachting meer dan verviervoudigen tot \$67,4 in 2030. Dit impliceert een jaarlijks groeipercentage van 15,4% (Ministerie van Economische Zaken, 2025).
- Door de convergentie met technologieën zoals AI neemt de wereldwijde innovatiesnelheid van medische biotechnologie toe (Ministerie van Economische Zaken, 2025).

Veiligheid en weerbaarheid

- BioTech komt niet terug als vitaal proces in de lijst van de NCTV (z.d.).
- Defensie ziet wel baat bij het gebruik van BioTech, onder andere voor CBRN-detectie, sneller herstel, en verbeterde stressbestendigheid (European Commission, 2025).
- Daarnaast kan BioTech ook nieuwe kwetsbaarheden introduceren, bijvoorbeeld door het potentiële misbruik voor de ontwikkeling van biowapens, het optreden van onvoorspelbare mutaties en besmettingsrisico's (European Commission, 2025).

Duurzaamheid en circulariteit

- De totale industrie stootte in 2024 47,4 Mt CO₂-eq uit (CBS, z.d.-b). Biotech (bioprocessing) kan fossiele chemie vervangen maar hiervoor is energie nodig. De netto-impact die gemaakt kan worden hangt af van de substitutie en gebruikte stroommix.

Gezondheid en welzijn

- BioTech helpt om ziektes eerder te diagnosticeren, behandelingen gericht in te zetten en de kwaliteit van onze zorg te verbeteren (Wennink, 2025).
- Met precisieveredeling, duurzamere teeltmethoden en nieuwe eiwitten wordt onze voedselvoorziening zowel duurzamer als zekerder (Wennink, 2025).

Specialisatie en concentratie

- Op basis van het locatiequotiënt (LQ) bedraagt de specialisatiegraad voor arbeidsplaatsen 1,07 en voor vestigingen 1,21. Dit duidt op een bovengemiddelde specialisatie ten opzichte van het Nederlands gemiddelde.
- Binnen Nederland heeft Noord-Holland een bovenmatige concentratie in biotech aan de R&D/klinische en biopharma-opschalingskant (Amsterdam Life Sciences District + grote klinische en bioprocessing spelers), maar is niet dé nationale biotech cluster: die rol ligt relatief sterker bij o.a. Leiden Bio Science Park (Zuid-Holland) als grootste en meest geïntegreerde hub.
- Op EU-niveau is Noord-Holland onderscheidend door de vestiging van de European Medicines Agency (EMA) in Amsterdam (regulatoire nabijheid en aantrekkingskracht voor biotech/biopharma-activiteiten), maar qua schaal en kapitaalconcentratie blijft het achter de grotere Europese biotech-kernregio's (bijvoorbeeld Basel, Cambridge-Oxford, Parijs/Saclay).

Complexiteit en diversificatiepotentieel

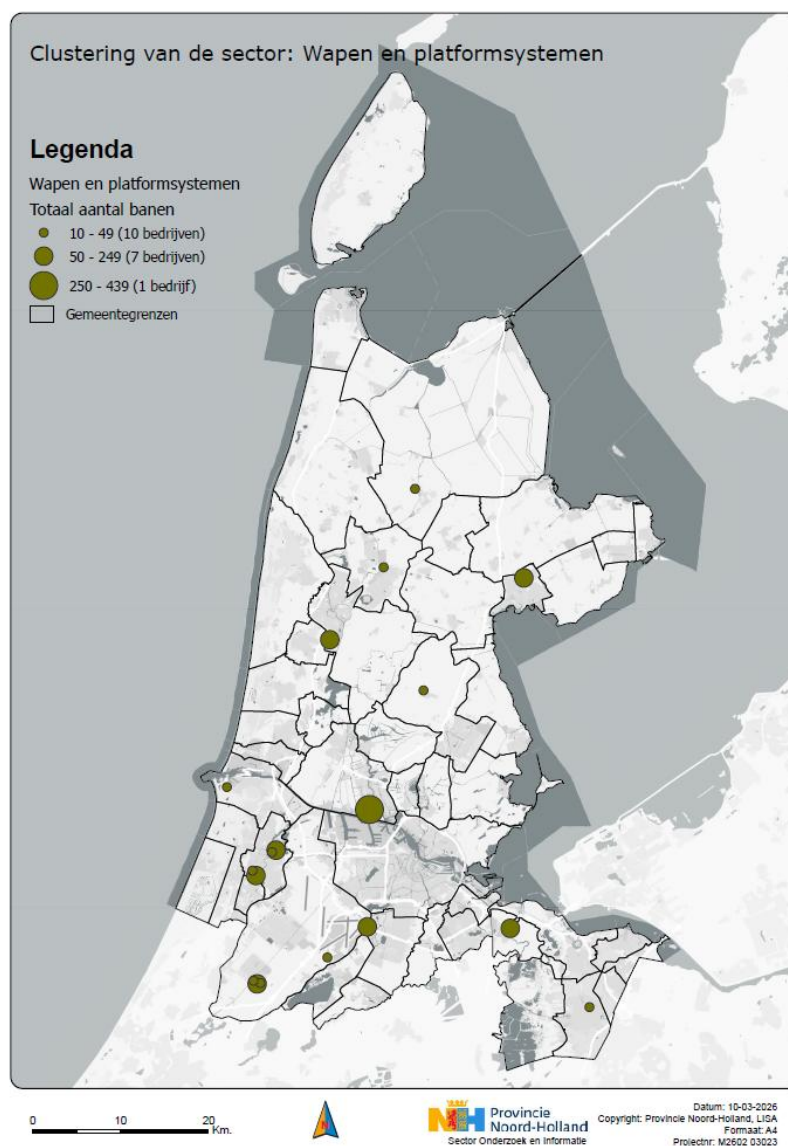
- Ongeveer 82 patenten gerelateerd aan BioTech in de afgelopen 10 jaar, met een gemiddelde impactscore van 4,0 op een relatieve schaal van 0 tot ± 5 .
- Relatieve complexiteit van 100 op een schaal van 1-100 (Balland & Boschma, 2024).
- Gerelateerdheid met andere activiteiten in de regio van 80 op een schaal van 1-100 (Balland & Boschma, 2024).

Onafhankelijkheid en complementariteit

- Beperkte afhankelijkheid van kritieke grondstoffen.
- Sterke kennisbasis en internationale verwevenheid.
- Duidelijke schakelfunctie in meerdere ketens.

25 Wapen- en platformsystemen

Wapen- en platformsystemen omvatten het ontwerpen, produceren, integreren en onderhouden van militaire platforms (zoals land-, lucht- en zeesystemen) en de bijbehorende wapens, sensoren, communicatie en commandovoeringssystemen als één operationeel geheel (Ministerie van Defensie, 2025). Het gaat ook om de (modulaire) integratie van subsystemen, software en mission systems, inclusief testen, certificering en lifecycle support om inzetbaarheid te borgen.



Toekomstig verdienvermogen

- De gespannen geopolitieke verhoudingen zorgen voor een groei in militaire uitgaven (SIPRI, 2025).
- De activiteit vraagt om hoogwaardige maak- en systeemintegratiecapaciteiten en betrouwbare toeleverketens voor kritieke componenten en materialen (Ministerie van Defensie, 2025).
- Er is €1 miljard aan adresseerbare OEM-kansen in wapensystemen (Wennink, 2025).

Veiligheid en weerbaarheid

- Inzet defensie is aangemerkt als vitaal proces, wapen- en platformstelsysteemcapaciteit is direct gekoppeld aan het functioneren hiervan (NCTV, z.d.).
- Wapensystemen is aangemerkt als één van de tien basisgebieden van Defensie (Ministerie van Defensie, 2025).

Duurzaamheid en circulariteit

- -

Gezondheid en welzijn

- -

Specialisatie en concentratie

- Op basis van het locatiequotiënt (LQ) bedraagt de specialisatiegraad voor arbeidsplaatsen 0,58 en voor vestigingen 0,60. Dit duidt op een ondergemiddelde specialisatie ten opzichte van het Nederlands gemiddelde.
- Binnen Nederland heeft Noord-Holland geen bovenmatige concentratie in het ontwerpen/producen van complete platforms en wapensystemen. Het heeft een duidelijke nicheconcentratie in maritieme lifecycle support/onderhoud en test- & certificeringcapaciteit (Den Helder als hoofdmarinebasis met groot onderhoud/droogdok; NLR Amsterdam voor defensie- en platformtechnologie), maar de belangrijkste Nederlandse spelers (o.a. Damen Naval en Thales) en een groot deel van de defensie-industriebasis clusteren sterker buiten Noord-Holland.

Complexiteit en diversificatiepotentieel

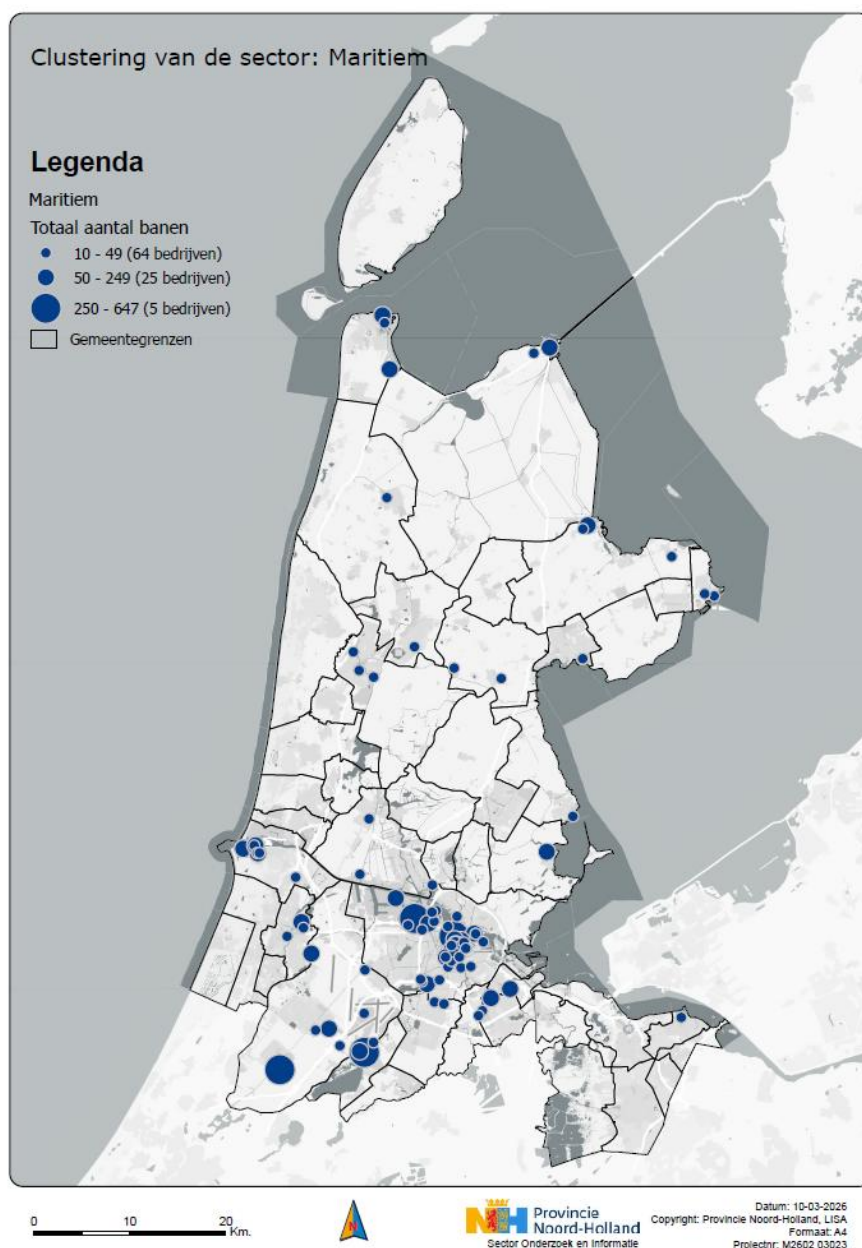
- Ongeveer 47 patenten gerelateerd aan wapen- en platformsystemen in de afgelopen 10 jaar, met een gemiddelde impactscore van 4,8 op een relatieve schaal van 0 tot ±5.
- Relatieve complexiteit van 20 op een schaal van 1-100 (Balland & Boschma, 2024).
- Gerelateerdheid met andere activiteiten in de regio van 5 op een schaal van 1-100 (Balland & Boschma, 2024).

Onafhankelijkheid en complementariteit

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Sterk afhankelijk van internationale supply chains en geopolitiek.• Nationaal gestuurd, beperkte regionale autonomie.• Nauwelijks complementaire rol vanuit Noord-Holland. |
|--|

26 Maritiem

Maritiem omvat het ontwerpen, bouwen, integreren en onderhouden van schepen en offshore systemen, inclusief toelevering, engineering en gespecialiseerde dienstverlening rond maritieme operaties (Ministerie van Economische Zaken, 2025). Het omvat ook offshore activiteiten op zee zoals installatie en onderhoud van infrastructuur en energiesystemen, met een sterke koppeling aan de Noordzee en wind op zee (Ministerie van Economische Zaken, 2025).



Toekomstig verdienvermogen

- De verwachte marktgroei van de maritieme sector gaat van 183,69 miljard USD in 2024 naar 527,61 miljard USD in 2034 (Fact.MR, z.d.).
- De Nederlandse maritieme sector was in 2025 goed voor meer dan 310.000 banen en een omzet van meer dan 94 miljard euro (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2025).

Veiligheid en weerbaarheid

- Scheepvaartafwikkeling als onderdeel van de maritieme sector is aangemerkt als vitale infrastructuur (NCTV, z.d.).
- Comparatief voordeel op maritiem voor de defensie industrie (DNB)
- In defensietoepassingen gaat het onder meer om maritieme capaciteiten en platforms, inclusief systeemintegratie en instandhouding om operationele inzetbaarheid te borgen (Ministerie van Defensie, 2025).
- Daarnaast biedt het ook veiligheid tegen overstromingen (baggerschepen die zorgen dat onze rivieren veilig en bevaarbaar blijven, of sleepopperzuigers die zand opspuiten om Nederland te beschermen tegen overstromingen) (Rijksoverheid, 2023).

Duurzaamheid en circulariteit

- Neutraal binnen Noord Holland, grote mogelijke impact (positief) door ontwikkeling duurzame schepen, of (negatief) door schade aan ecosystemen op zee.

Gezondheid en welzijn

- -

Specialisatie en concentratie

- Op basis van het locatiequotiënt (LQ) bedraagt de specialisatiegraad voor arbeidsplaatsen 0,82 en voor vestigingen 0,79. Dit duidt op een ondergemiddelde specialisatie ten opzichte van het Nederlands gemiddelde.
- Binnen Nederland heeft Noord-Holland een bovenmatige concentratie in maritieme diensten en offshore-operaties (met name installatie/O&M en logistiek) door de gekoppelde havens Den Helder-IJmuiden-Amsterdam en de positionering als "Offshore Energy Hub", wat de provincie relatief sterker maakt in service-, maintenance- en North Sea-ketenfuncties. Tegelijk is Noord-Holland minder gespecialiseerd in nieuwbouw van schepen als maakcluster, omdat de grootste Nederlandse scheepsbouw-OEM's en bouwclusters vooral buiten de provincie liggen.
- In EU-perspectief is Noord-Holland relevant als North Sea offshore O&M regio (met Den Helder/IJmuiden als servicehavens), maar het is niet schaal-dominant t.o.v. de grootste Europese offshore hubs (zoals Esbjerg, Humber, Cuxhaven/Aberdeen) waar meer assemblage- en uitvoeringscapaciteit aanwezig is en bedrijven sterker geografisch geconcentreerd zijn.

Complexiteit en diversificatiepotentieel

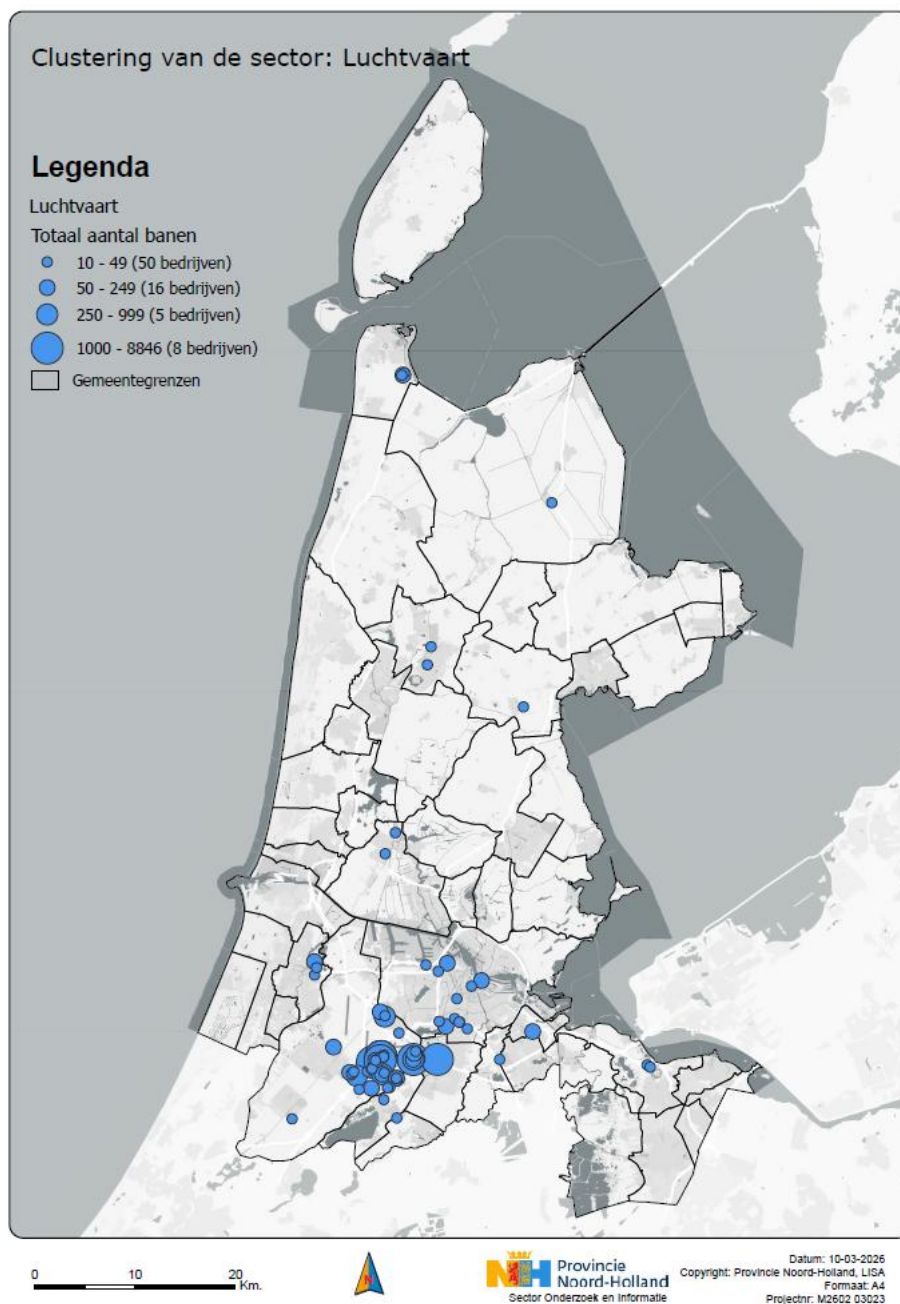
- Ongeveer 13 patenten gerelateerd aan maritieme technologie in de afgelopen 10 jaar, met een gemiddelde impactscore van 0,7 op een relatieve schaal van 0 tot ± 5 .
- Relatieve complexiteit van 22 op een schaal van 1-100 (Balland & Boschma, 2024).
- Gerelateerdheid met andere activiteiten in de regio van 28 op een schaal van 1-100 (Balland & Boschma, 2024).

Onafhankelijkheid en complementariteit

- Afhankelijk van mondiale materialen en componenten.
- Sterke positie via havens, logistiek en offshore ketens.
- Vervult duidelijke schakelfunctie binnen Europese netwerken.

27 Luchtvaart

Luchtvaart omvat het ontwerpen, produceren, testen en onderhouden van vliegtuigen en vliegtuigsystemen, inclusief onderdelen, materialen en avionica binnen een internationale toeleverketen (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2024). Het steunt op sleuteltechnologieën zoals advanced materials, mechatronica en (digitale) systeemintegratie om prestaties, veiligheid en efficiëntie te verbeteren.



Toekomstig verdienvermogen

- In 2024 was de toegevoegde waarde van de luchtvaart aan de Nederlandse economie 3.240 miljard euro en creëerde de sector 26 duizend voltijdsbanen (CBS, z.d.-a).
- Voor de wereldwijde groei van de luchtvaartsector wordt voorspeld dat de marktgrootte van 426.42 miljard USD in 2024 naar 601.51 miljard USD in 2034 gaat (Mahajan, 2025).

Veiligheid en weerbaarheid

- In een veiligheids- en defensiecontext raakt luchtvaart aan militaire luchtplatforms en hun instandhouding en innovatie, inclusief relevante industriële capaciteiten en toeleveringszekerheid (Ministerie van Defensie, 2025).
- Vlucht- en vliegtuigafwikkeling is door de NCTV aangemerkt als vitaal proces (NCTV, z.d.).

Duurzaamheid en circulariteit

- In 2024 stootte de Nederlandse luchtvaartsector 10,5 miljard kilo CO₂ uit. Dit is 6,6 procent van de totale uitstoot van de Nederlandse economie (CBS, z.d.-a).
- De luchtvaart was in 2023 goed voor 2,5% van de globale energie-gerelateerde CO₂-emissies (IEA, z.d.).

Gezondheid en welzijn

- Ongeveer 2,1 miljoen mensen worden blootgesteld aan geluidsniveaus boven de advieswaarde voor vliegverkeer (RIVM, 2025c). Als mensen lange tijd aan te veel geluid blootstaan, kan dat leiden tot chronische effecten, zoals een verhoogde bloeddruk en verhoogde niveaus van het stresshormoon cortisol. Dit verhoogt de kans op hart- en vaatziekten.
- Vliegtuigen vervuilen de lucht met schadelijke stoffen zoals (ultra-)fijnstof en stikstof-oxiden. Deze stoffen kunnen gezondheidsproblemen veroorzaken, waaronder longziekten, diabetes, dementie, hart- en vaatziekten, en zelfs voortijdige sterfte (CE Delft, 2024).

Specialisatie en concentratie

- Op basis van het locatiequotiënt (LQ) bedraagt de specialisatiegraad voor arbeidsplaatsen 4,12 en voor vestigingen 1,12. Dit duidt op een significant bovengemiddelde specialisatie ten opzichte van het Nederlands gemiddelde.
- Binnen Nederland heeft Noord-Holland een zeer bovenmatig concentratie doordat het Schiphol-cluster (luchthaven + toeleveranciers en aanpalende diensten) een uitzonderlijk aandeel van de nationale luchtvaart-gerelateerde werkgelegenheid en toegevoegde waarde bundelt, waardoor de provincie sterk gepositioneerd is op logistiek en luchtvaart-gebonden diensten.
- Op EU-niveau is Noord-Holland onderscheidend omdat Amsterdam Schiphol een van Europa's meest drukke luchthavens uitmaakt en tegelijk tot de Europese top

behoort in netwerkconnectiviteit (“megahub”-functie), wat een structureel concurrentievoordeel geeft in internationale bereikbaarheid en vestigingsklimaat.

Complexiteit en diversificatiepotentieel

- Ongeveer 29 patenten gerelateerd aan luchtvaart in de afgelopen 10 jaar, met een gemiddelde impactscore van 2,9 op een relatieve schaal van 0 tot ± 5 .
- Relatieve complexiteit van 25 op een schaal van 1-100 (Balland & Boschma, 2024).
- Gerelateerdheid met andere activiteiten in de regio van 20 op een schaal van 1-100 (Balland & Boschma, 2024).

Onafhankelijkheid en complementariteit

- Sterk afhankelijk van internationale technologie, regelgeving en netwerken.
- Regionale kracht zit in Schiphol als hub.
- Belangrijke verbindende rol, maar beperkte autonomie.

Bijlage A: omvang economische activiteiten in Noord-Holland

Economische activiteit	Aantal vestigingen	Aantal arbeidsplaatsen
AI	19651	63973
Alternatieve eiwitten	341	4808
Biobased energie	30	761
Biobased materialen	492	4809
Biotechnologie	464	7767
Circulair bouwen	29907	68512
Cybersecurity	20797	72702
Datacenters	1215	8228
Duurzame procestechnologie	6783	24489
Groene chemie	92	1026
Internet of Things	20769	72446
Luchtvaart	670	36631
Maakindustrie	2160	27606
Maritieme industrie	1519	7916
MedTech	348	2879
Nanotechnologie	672	7157
Nieuwe materialen	6731	25343
Petrochemie	338	4106
Plantverdeling & zaadtechnologie	130	1705
Quantumtechnologie	444	6701
Reststroomverwerking	509	8672
Sensoriek & meet- en detectie-technologie	119	1758
Slimme energiesystemen	237	6269
Voedingsmiddelenindustrie	641	10187
Wapen- en platformsystemen	56	1342
Waterstof	247	5451
Windenergie	162	4353

Referenties

Balland, P., & Boschma, R. (2024). *Op zoek naar kansen in West-Nederland*.

<https://kvw3.kansenvoorwest.nl/files/6-rapportwestnederland2024.pdf>

Bidwai, S. (2026, 20 januari). *Advanced Materials Market Size to Worth USD*

134.49 Bn By 2035. [https://www.precedenceresearch.com/advanced-](https://www.precedenceresearch.com/advanced-materials-market)

[materials-market](https://www.precedenceresearch.com/advanced-materials-market)

CBS. (z.d.-a). *Hoe belangrijk is de luchtvaart voor onze economie?* Centraal

Bureau Voor de Statistiek. [https://www.cbs.nl/nl-](https://www.cbs.nl/nl-nl/visualisaties/verkeer-en-vervoer/economie/luchtvaart)

[nl/visualisaties/verkeer-en-vervoer/economie/luchtvaart](https://www.cbs.nl/nl-nl/visualisaties/verkeer-en-vervoer/economie/luchtvaart)

CBS. (z.d.-b). *Welke sectoren stoten broeikasgassen uit?*

[https://www.cbs.nl/nl-nl/dossier/dossier-broeikasgassen/welke-](https://www.cbs.nl/nl-nl/dossier/dossier-broeikasgassen/welke-sectoren-stoten-broeikasgassen-uit-)

[sectoren-stoten-broeikasgassen-uit-](https://www.cbs.nl/nl-nl/dossier/dossier-broeikasgassen/welke-sectoren-stoten-broeikasgassen-uit-)

CBS. (2025a, januari 29). *De Nederlandse industrie vanaf 2022*. Centraal

Bureau Voor de Statistiek. [https://www.cbs.nl/nl-nl/longread/de-](https://www.cbs.nl/nl-nl/longread/de-nederlandse-economie/2025/de-nederlandse-industrie-vanaf-2022?onepage=true)

[nederlandse-economie/2025/de-nederlandse-industrie-vanaf-](https://www.cbs.nl/nl-nl/longread/de-nederlandse-economie/2025/de-nederlandse-industrie-vanaf-2022?onepage=true)

[2022?onepage=true](https://www.cbs.nl/nl-nl/longread/de-nederlandse-economie/2025/de-nederlandse-industrie-vanaf-2022?onepage=true)

CBS. (2025b, februari 20). *Meer vergunde nieuwbouwwoningen in 2024*.

Centraal Bureau Voor de Statistiek. [https://www.cbs.nl/nl-](https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2025/08/meer-vergunde-nieuwbouwwoningen-in-2024)

[nl/nieuws/2025/08/meer-vergunde-nieuwbouwwoningen-in-2024](https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2025/08/meer-vergunde-nieuwbouwwoningen-in-2024)

CBS. (2025c, juni 11). *Industrie verwacht meer te investeren in 2025*.

Centraal Bureau Voor de Statistiek. [https://www.cbs.nl/nl-](https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2025/24/industrie-verwacht-meer-te-investeren-in-2025)

[nl/nieuws/2025/24/industrie-verwacht-meer-te-investeren-in-2025](https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2025/24/industrie-verwacht-meer-te-investeren-in-2025)

CBS. (2025d, juli 8). 3. *Energienetwerken*. Centraal Bureau Voor de

Statistiek. [https://www.cbs.nl/nl-](https://www.cbs.nl/nl-nl/longread/rapportages/2025/investeringen-in-activiteiten-ter-beperking-van-klimaatverandering/3-energienetwerken)

[nl/longread/rapportages/2025/investeringen-in-activiteiten-ter-beperking-van-klimaatverandering/3-energienetwerken](https://www.cbs.nl/nl-nl/longread/rapportages/2025/investeringen-in-activiteiten-ter-beperking-van-klimaatverandering/3-energienetwerken)

CBS. (2025e, juli 8). Investeringen in beperken klimaatverandering in vier jaar bijna verdubbeld. *Centraal Bureau Voor de Statistiek*.

<https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2025/28/investeringen-in-beperken-klimaatverandering-in-vier-jaar-bijna-verdubbeld>

CBS. (2025f, oktober 15). *Biomassa als grondstof 2024*. Centraal Bureau

Voor de Statistiek. [https://www.cbs.nl/nl-](https://www.cbs.nl/nl-nl/longread/rapportages/2025/biomassa-als-grondstof-2024?onepage=true)

[nl/longread/rapportages/2025/biomassa-als-grondstof-2024?onepage=true](https://www.cbs.nl/nl-nl/longread/rapportages/2025/biomassa-als-grondstof-2024?onepage=true)

CBS. (2025g, december 15). Datacenters verbruiken 4,6 procent van de

elektriciteit. *Centraal Bureau Voor de Statistiek*. [https://www.cbs.nl/nl-](https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2025/51/datacenters-verbruiken-4-6-procent-van-de-elektriciteit)

[nl/nieuws/2025/51/datacenters-verbruiken-4-6-procent-van-de-elektriciteit](https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2025/51/datacenters-verbruiken-4-6-procent-van-de-elektriciteit)

CBS Statline. (z.d.).

<https://opendata.cbs.nl/#/CBS/nl/dataset/85867NED/table?ts=1771448459812>

CBS Statline. (2025, 24 juni).

<https://opendata.cbs.nl/#/CBS/nl/dataset/85867NED/table?ts=1771448459812>

CE Delft. (2024). *Health Impacts of Aviation UFP Emissions in Europe*.

https://uploads.transportenvironment.org/production/files/CEdelft_Final_Study.pdf

Centric Insights. (2024, 19 januari). *Hoe duurzaam zijn datacenters?*

<https://insights.centric.eu/nl/themes/cloud/hoe-duurzaam-zijn-datacenters/>

European Commission. (2025). *Biotechnology in Defense*. [https://defence-](https://defence-industry-space.ec.europa.eu/system/files/2025-12/Factsheet-Biotech-in-Defence.pdf)

[industry-space.ec.europa.eu/system/files/2025-12/Factsheet-Biotech-in-Defence.pdf](https://defence-industry-space.ec.europa.eu/system/files/2025-12/Factsheet-Biotech-in-Defence.pdf)

Fact.MR. (z.d.). *Ship & Boat Building Market (2024-2034)*.

<https://www.factmr.com/report/ship-and-boat-building-market>

Fortune Business Insights. (2026a, maart 23). *Hardware & Software IT*

services. <https://www.fortunebusinessinsights.com/nanotechnology-market-108466>

Fortune Business Insights. (2026b, maart 23). *Information & Technology / Data Center Services Market*.

<https://www.fortunebusinessinsights.com/data-center-services-market-110243>

Fortune Business Insights. (2026c, maart 23). *Metals & Minerals*.

<https://www.fortunebusinessinsights.com/green-steel-market-108711>

Fortune Business Insights. (2026e, maart 23). *Technology / Cyber Security*

Market. <https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/cyber-security-market-101165>

Fortune Business Insights. (2026f, maart 26). *Semiconductors & Electrics*.

<https://www.fortunebusinessinsights.com/sensor-market-109899>

Fortune Business Insights. (2026g, maart 26). *Technology / Internet of Things (IoT) market*. [https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-](https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/internet-of-things-iot-market-100307)

[reports/internet-of-things-iot-market-100307](https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/internet-of-things-iot-market-100307)

IEA. (z.d.). *Tracking Aviation*. [https://www.iea.org/energy-](https://www.iea.org/energy-system/transport/aviation)

[system/transport/aviation](https://www.iea.org/energy-system/transport/aviation)

Kennis- en Innovatie Agenda Sleuteltechnologieën. (2025, december 16).

Actieagenda Energy Materials – Inzetten op Innovaties in Batterijcel-

en Elektrolyse Technologie. [energy-materials-actieagenda-kia-st-](#)

[web.pdf](#)

Khurana, A., Allawadhi, P., Khurana, I., Allwadhi, S., Weiskirchen, R.,

Banothu, A. K., Chhabra, D., Joshi, K., & Bharani, K. K. (2021). Role of nanotechnology behind the success of mRNA vaccines for COVID-19.

Nano Today, 38, 101142. <https://doi.org/10.1016/j.nantod.2021.101142>

Long, W., Meng, T., Tian, X., & Fan, S. (2025). China's food security and food system governance: recent developments and global implications.

Food Policy, 137, 103000.

<https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2025.103000>

Mahajan, G. (2025, 29 mei). *Aircraft Market Size, Share, and Trends 2025 to*

2034. <https://www.precedenceresearch.com/aircraft-market>

MedTech Nederland. (2023, 22 maart). *Duurzaamheid en Medtech – Hoe van ambities naar praktijk?* [https://medtechnederland.nl/duurzaamheid-en-](https://medtechnederland.nl/duurzaamheid-en-medtech-hoe-van-ambities-naar-praktijk/)

[medtech-hoe-van-ambities-naar-praktijk/](https://medtechnederland.nl/duurzaamheid-en-medtech-hoe-van-ambities-naar-praktijk/)

Ministerie van Defensie. (2025). *Defensie Strategie voor Industrie en Innovatie 2025-2029*. <https://open.overheid.nl/documenten/4f593e0c-a66d-40b8-a933-b36673176b53/file>

Ministerie van Economische Zaken. (2025). *Groeimarkten voor Nederland*. <https://open.overheid.nl/documenten/45c20d3e-bd5f-4fc2-8239-af72634d0988/file>

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat. (2024). *De Nationale Technologiestrategie: Bouwstenen voor strategisch technologiebeleid*. <https://open.overheid.nl/documenten/21220633-4dcf-4334-8f7c-c390eda7d29a/file>

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. (2025, 11 december). *Maritieme sector blijft van levensbelang voor Nederland*. Nieuws lenW. https://www.nieuwsienw.nl/home_old1717146098/3182573.aspx?t=Maritieme-sector-blijft-van-levensbelang-voor-Nederland

Ministerie van Klimaat en Groene Groei. (2025). *Perspectief voor de chemie*. https://www.eerstekamer.nl/overig/20251031/perspectief_voor_de_chemie/document

Mordor Intelligence. (2026, 16 januari). *Food and Beverage Market Size, Share & 2031 Trends Report*. <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/food-and-beverage-market>

Narayan, L. (2025, 12 december). *Biofuels Market Size to Hit USD 271.84 Billion by 2035*. <https://www.precedenceresearch.com/biofuels-market>

NCTV. (z.d.). *Aanpak vitaal*. <https://www.nctv.nl/onderwerpen/v/vitale-infrastructuur/aanpak-vitaal>

PWC. (2025, 14 augustus). *From Threat Response To Responsibility: Here's How Cybersecurity Is Linked To Sustainability*. <https://www.pwc.com/m1/en/media-centre/articles/from-threat-response-to-responsibility-here-is-how-cybersecurity-is-linked-to-sustainability.html>

Rademakers, R., & Oomes, N. (2025, 18 juni). *Ontwikkelingssamenwerking dient ook Nederlands belang*. ESB. <https://esb.nu/ontwikkelings-samenwerking-dient-ook-nederlands-belang/>

Rijksoverheid. (z.d.). *Rijksoverheid stimuleert innovatie*. <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/ondernemen-en-innovatie/rijksoverheid-stimuleert-innovatie>

Rijksoverheid. (2023). *No guts, no Hollands glory: Sectoragenda Maritieme Maakindustrie*. <https://open.overheid.nl/documenten/700c6d90-4922-4ad5-ab4c-448853015fee/file>

RIVM. (z.d.). *Gezondheidseffecten van luchtverontreiniging in context*. <https://www.rivm.nl/ggd-richtlijn-medische-milieukunde-luchtkwaliteit-en-gezondheid/gezondheidseffecten-luchtverontreiniging/context-gezondheidseffecten-luchtverontreiniging>

RIVM. (2023). *Verduurzaming van de zorgsector: Het effect van de zorgsector op het milieu*. <https://www.rivm.nl/sites/default/files/2023-03/De%20impact%20van%20de%20zorgsector%20op%20het%20milieu.pdf>

RIVM. (2025a). *Factsheet gezondheidseffecten van windturbinegeluid*.

<https://www.rivm.nl/sites/default/files/2026-02/Factsheet-gezondheidseffecten-van-windturbinegeluid.pdf>

RIVM. (2025b, maart 17). *Voeding | Ziektelast*.

<https://www.vzinfo.nl/voeding/ziektelast>

RIVM. (2025c, oktober 6). *Leefomgeving | Geluid*.

<https://www.vzinfo.nl/leefomgeving/geluid>

RVO. (2026, 30 maart). *Nieuwe windparken op zee*.

<https://www.rvo.nl/onderwerpen/windenergie-op-zee/nieuwe-windparken-op-zee>

SIPRI. (2025). *Trends in world military expenditure 2024*.

https://www.sipri.org/sites/default/files/2025-04/2504_fs_milex_2024.pdf

Tao, Y., & Gao, P. (2025). Global data center expansion and human health: A call for empirical research. *Eco-Environment & Health*, 4(3), 100157.

<https://doi.org/10.1016/j.eehl.2025.100157>

TNO. (2024). *Herijking sleuteltechnologieën 2023*.

https://www.tno.nl/publish/pages/8843/tno_herijking_sleuteltechnologie_2023_v4.pdf

Tukker, A. (2025). *The role of circularity in European strategic autonomy*. JRC Publications Repository.

<https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC142613?mode=full>

VNCl. (z.d.). *Chemie in Nederland*. <https://www.vnci.nl/over-de-chemie>

VU. (2025, 22 mei). *AI hard op weg om grootste energieverbruiker te worden* - Vrije Universiteit Amsterdam. Vrije Universiteit Amsterdam.

<https://vu.nl/nl/nieuws/2025/ai-hard-op-weg-om-grootste-energieverbruiker-te-worden>

VZinfo. (2024, 4 januari). *Leefomgeving | Luchterverontreiniging*.

<https://www.vzinfo.nl/leefomgeving/luchterverontreiniging/fijn-stof>

Wang, L., Teles, M. P., Arabkoohsar, A., Yu, H., Ismail, K. A., Mahian, O., &

Wongwises, S. (2022). A holistic and state-of-the-art review of nanotechnology in solar cells. *Sustainable Energy Technologies And Assessments*, 54, 102864. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2022.102864>

Wennink, P. (2025). De route naar toekomstige welvaart. In *Rapport Wennink*.

https://www.rapportwennink.nl/downloads/rapport_wennink_12december2025.pdf

WUR. (2025). *The EU food and drink industry: a competitiveness analysis*.

<https://edepot.wur.nl/689558>

ICT, Strategy & Policy

Anna van Buerenplein 1
2595 DA Den Haag
tno.vector.nl

TNOvector