

Ontwikkelingspotenties in Noord-Nederland

Pierre-Alexandre Balland en Ron Boschma

10 februari 2020

Opdracht

Dit rapport is uitgevoerd in opdracht van SNN Noord-Nederland. Het rapport bevat analyses van:

(1) technologische diversificatie-potenties in Noord-Nederland met behulp van patentdata (OECD REGPAT data 2019);

(2) sectorale diversificatie-potenties in Noord-Nederland met behulp van werkgelegenheidsdata per sector (LISA data 2018);

Het rapport is als volgt gestructureerd. In sectie 1 wordt een korte motivatie gegeven en een achtergrond geschetst. In sectie 2 wordt een raamwerk van Smart Specialisation beleid gepresenteerd dat wordt gebruikt om kansrijke activiteiten van Noord-Nederland in kaart te brengen. In sectie 3 worden de data en maten van gerelateerdheid en complexiteit uitgelegd. In sectie 4 wordt dit toegepast op Noord-Nederland en worden de belangrijkste uitkomsten gepresenteerd. Sectie 5 besluit met een conclusie en een aantal beleidsaanbevelingen.

1. Motivate

Economische vernieuwing is absolute voorwaarde voor de lange-termijn economische ontwikkeling van regio's. Regio's die zich niet vernieuwen gaan een onvermijdelijk proces van economische neergang in. Het Smart Specialisation beleid (S3) van de Europese Unie speelt daarop in. Doelstelling is het stimuleren van innovatie en economische vernieuwing in regio's. S3-beleid is niet gericht op het versterken van bestaande specialisaties in regio's. De nadruk ligt op economische vernieuwing en het ontwikkelen van nieuwe economische activiteiten.

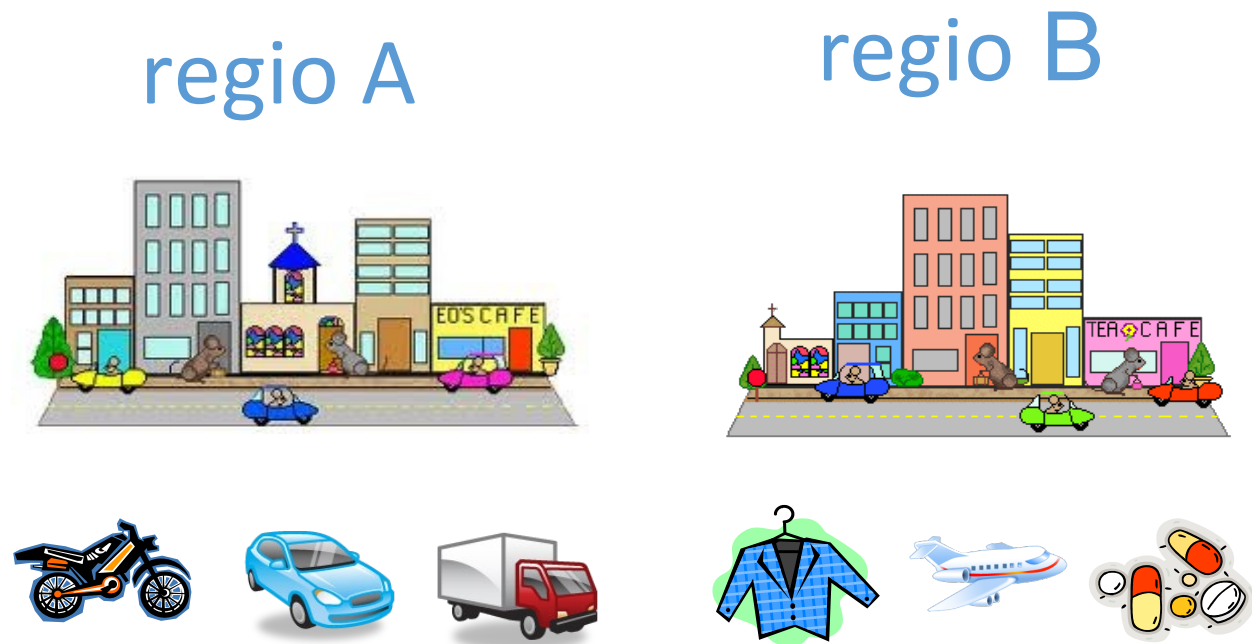
Uitgangspunt van S3-beleid is dat er bij de ontwikkeling van nieuwe economische activiteiten wordt voortgebouwd op bestaande kennis en vaardigheden in een regio. Op deze wijze wordt ingespeeld op kansen tot vernieuwing die in een regio aanwezig zijn. De bestaande kennisbasis in een regio biedt daarbij mogelijkheden, maar legt tegelijkertijd ook beperkingen op aan economische vernieuwing in een regio. Dit vereist identificatie van die kansen en het maken van keuzen in S3-beleid: een regio kan niet zo maar in elke richting diversificeren.

Het maken van keuzen is allesbehalve gemakkelijk. De toekomst is grotendeels onbekend, en het is lastig te voorspellen welke economische activiteiten het meest zullen groeien in de toekomst. Welke prioriteiten moeten worden gesteld? Hoe wordt bepaald welke economische activiteiten een hoog ontwikkelingspotentieel hebben, gegeven de beschikbare kennisbasis in een regio?

Dit vereist kennis over hoe economische vernieuwing in regio's ontstaat. Uit studies komt naar voren dat het vermogen tot vernieuwing sterk verschilt tussen regio's. Bekende voorbeelden zijn Silicon Valley aan de westkust van de Verenigde Staten die over een niet aflatende vernieuwingskracht beschikt, en Detroit die maar niet kan loskomen van zijn automobiel-verleden, en daarom in een ongekende economisch vervalproces is geraakt. Dichter bij huis kennen we de economische vernieuwingsdrang van Europese regio's als Beieren in Zuid-Duitsland en Baskenland in Noord-Spanje, die in schril contrast staat met het gebrek aan vernieuwing in noodlijdende regio's als Wallonie en het Zuid-Italiaanse Calabria.

Wat maakt dat de ene regio meer succesvol is in economische vernieuwing dan de andere regio? Uit studies blijkt dat nieuwe economische activiteiten in een regio niet uit het niets ontstaan. Integendeel, nieuwe economische activiteiten bouwen vaak voort op bestaande kennis en vaardigheden in een regio. Regio's diversificeren in nieuwe activiteiten die gerelateerd zijn aan bestaande activiteiten in een regio. Dit proces van gerelateerde diversificatie in een regio wordt geïllustreerd in Figuur 1. Regio A is gespecialiseerd in motorfietsen. Vervolgens diversificeert het in automobielen, en daarna in vrachtwagens. Elke keer dat regio A diversificeert kan het voortbouwen op bestaande lokale kennis in machinebouw. Regio B daarentegen laat een heel ander diversificatieproces zien. Het is eerst gespecialiseerd in textiel, vervolgens in vliegtuigbouw, en daarna in farmacie. Elke keer dat regio B diversificeert moet het een geheel nieuwe kennisbasis van de grond af opbouwen, omdat de lokale kennisbasis niet toereikend is. Deze zogenaamde ongerelateerde diversificatie komt daarom in de praktijk veel minder voor.

Figuur 1. Gerelateerde diversificatie (regio A) en ongerelateerde diversificatie (regio B)



Dit heeft implicaties voor Smart Specialisatie-beleid. Zoals gezegd, het maken van keuzen en het stellen van prioriteiten is een essentieel onderdeel van S3-beleid. Not anything goes: prioriteiten dienen nauw aan te sluiten en voort te bouwen op bestaande activiteiten in de regio. Dit om te voorkomen dat beleid inzet op economische activiteiten waar de regio geen enkele relevante kennis en ervaring in heeft. Het verleden heeft (vaak pijnlijk) aangetoond dat beleid van regio's dat louter en alleen is gericht op zogenaamde kansrijke activiteiten (zoals biotech of kunstmatige intelligentie), of beleid van regio's die ambieren het nieuwe Silicon Valley van de toekomst te worden, vaak tot mislukken is gedoemd. 'Bottom-up' beleid heeft daarom de voorkeur: beleid bouwt voort op lokale kennis, en faciliteert initiatieven vanuit de regio, mits de nadruk op economische vernieuwing ligt. Dit laatste maakt ook duidelijk dat S3-beleid niet het behartigen van gevestigde lokale belangen nastreeft. Het is volledig gericht op ontwikkeling van nieuwe specialisaties in de regio, niet op de versterking van bestaande specialisaties in de regio.

Naast identificatie van nieuwe activiteiten die gerelateerd zijn aan bestaande activiteiten wordt in S3-beleid de focus gelegd op identificatie van potentiële groei-activiteiten. Een manier om dat te doen is zich te focussen op meer complexe activiteiten. Complexe activiteiten zijn geavanceerd en moeilijk te kopiëren en te imiteren door andere regio's. Daarom bieden complexe activiteiten een economisch voordeel op de lange termijn. Studies hebben aangetoond dat landen met hoog complexe activiteiten harder groeien economisch gezien. Regio's hebben dus een prikkel om te

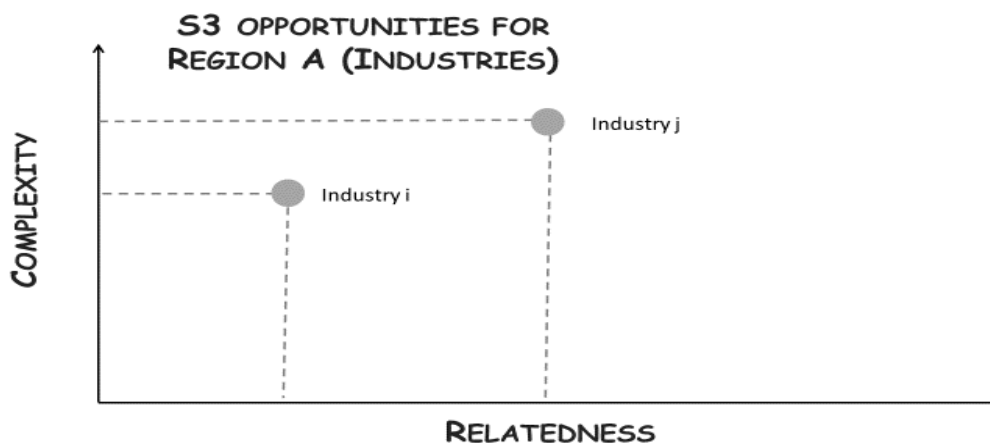
diversificeren in complexe activiteiten, maar in de praktijk blijkt dat lastig. Balland et al. (2019) hebben laten zien dat diversificatie in complexe activiteiten vaak alleen mogelijk is indien de regio voortbouwt op kennis en vaardigheden in bestaande activiteiten.

2. Implicaties voor S3-beleid

Dit heeft implicaties voor S3-beleid. Doel van S3-beleid wordt het faciliteren van de ontwikkeling van die nieuwe activiteiten die **gerelateerd** zijn aan bestaande activiteiten in een regio, en die de regionale economie **complex** maken. Dit vereist identificatie van potentiële nieuwe activiteiten in een regio die aan deze twee criteria voldoen. Op die manier wordt bepaald waar kansen liggen voor regio's.

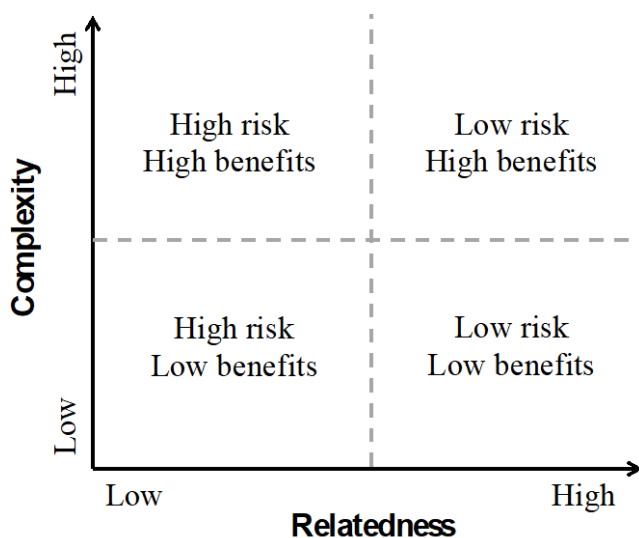
Gerelateerdheid verwijst naar de kosten die een regio moet maken om succesvol te diversificeren. Zoals uiteengezet in Figuur 1 zijn de kosten en risico's van gerelateerde diversificatie lager dan die van ongerelateerde diversificatie. Immers, bij gerelateerde diversificatie kan worden voortgebouwd op bestaande kennis in de regio. Dus hoe meer een potentiële nieuwe activiteit gerelateerd is aan bestaande activiteiten in een regio, hoe lager de kosten en risico's om deze nieuwe economische activiteit te ontwikkelen. Complexiteit verwijst naar potentiële economische opbrengsten. Hoe meer complex een nieuwe activiteit is, hoe hoger de potentiële opbrengsten in een regio. Dit is geïllustreerd in Figuur 2. Bij het maken van keuzen in het kader van S3-beleid is het voor regio A meer voor de hand liggend om voor nieuwe sector j te gaan, en niet voor sector i. Sector j scoort namelijk hoger op gerelateerdheid, wat wil zeggen dat er meer relevante kennis in regio A aanwezig is, en sector j scoort ook hoger op complexiteit, wat wil zeggen dat het potentieel meer economische opbrengsten genereert in regio A.

Figuur 2. Identificatie van kansen voor S3 beleid



Dit kan verder worden geïllustreerd aan de hand van Figuur 3. De meest voor de hand liggende strategie lijkt beleid gericht op potentiële activiteiten in het quadrant rechtsboven. Daar zitten alle nieuwe economische activiteiten die relatief hoge opbrengsten beloven (hoge complexiteit), en die met relatief minder risico's (hoge gerelateerdheid) ontwikkeld kunnen worden. De minst voor de hand liggende strategie lijkt beleid gericht op activiteiten in het quadrant linksonder. Deze bevat nieuwe economische activiteiten die laag scoren op complexiteit en ook nog moeilijk te ontwikkelen zijn (hoog risico), omdat de regio niet over de vereiste kennis beschikt. S3-beleid dat focust op potentiële activiteiten in het quadrant linksboven lijkt attractief (potentieel hoge opbrengsten) maar is niet ingebed in de kennis-basis van de regio, en daarom uitermate risicovol. S3-beleid gericht op ontwikkeling van activiteiten in het quadrant rechtsonder lijkt een reële optie maar is weinig ambitieus omdat het hier om activiteiten met een lage complexiteit gaat.

Figuur 3. Een beleidsraamwerk voor S3 beleid



Bron: Balland et al. (2019), p. 1259

3. Identificatie van kansen in regio's

In S3-beleid wordt nadruk gelegd op twee soorten bronnen om tot identificatie van ontwikkelingsmogelijkheden te komen. Ten eerste kan dat via kwantitatieve data-analyse worden achterhaald. Hierbij wordt gebruik gemaakt van grote secundaire data-bestanden zoals patent-data of industrie-data, zoals ook in dit rapport gebeurt. Ten tweede kan dat op basis van kwalitatieve analyse, waarbij in samenspraak met lokale stakeholders wordt bepaald waar stakeholders met

name kansen en mogelijkheden zien. Dit laatste wordt ook wel het entrepreneurial discovery proces genoemd (zie met name publicaties van Dani Rodrik).

De twee zijn sterk onderling met elkaar verbonden. Locale stakeholders kunnen de resultaten uit de kwantitatieve data-analyse gebruiken in hun zoekproces naar kansrijke activiteiten in de regio. Ook kan de kwantitatieve data-analyse worden gebruikt om grenzen te stellen aan het zoekproces van lokale stakeholders. Dit om te voorkomen dat lokale stakeholders totaal onrealistische prioriteiten voorstellen. Ook biedt kwantitatieve analyse de mogelijkheid om ‘verborgen’ potenties in de regio boven tafel te krijgen die lokale stakeholders niet zien of niet oppakken. Tegelijkertijd kan de kwantitatieve analyse nooit op zich zelf staan. Dit zou ook indruisen tegen het uitgangspunt van S3-beleid: het is bottom-up beleid, niet top-down beleid, en beleid wordt verondersteld alleen te werken als lokale stakeholders daarbij betrokken worden. Ook kan het entrepreneurial discovery proces potenties boven tafel krijgen die niet of moeilijk te meten zijn, maar daarom niet minder belangrijk, bijvoorbeeld via missie-georiënteerd beleid. Bovendien kan het entrepreneurial discovery proces belangrijke trends ontwaren waarna via kwantitatieve analyse een inschatting wordt gemaakt of regio's het vermogen hebben om hier op in te spelen.

In deze studie worden twee typen ontwikkelingspotenties van Noord-Nederland in kaart gebracht. Ten eerste worden met behulp van patent-data de technologische diversificatiepotenties van de Noordelijke provincies ingeschat. Veel S3-beleid heeft immers als doel de kennis-economie in een regio te bevorderen. Veel nieuwe kennis wordt opgeslagen in patenten, en daarom zijn patenten een rijke bron van informatie. Patent-analyse alleen geeft echter een wat eenzijdig beeld, omdat het slechts een deel van de kennis meet die relevant is voor diversificatie, en dan met name het high-tech segment van een kennis-economie. Low-tech kennis daarentegen wordt minder opgepakt door patenten, terwijl dit type kennis ook relevant is voor diversificatie, met name in perifere regio's waar relatief weinig wordt gepatenteerd. Ook komt bij patent-analyse de dienstensector er wat karig van af, omdat er minder gepatenteerd wordt in veel diensten-sectoren. Daarom worden in deze studie ook sectorale diversificatiepotenties in kaart gebracht met behulp van sector-data. Het voordeel van gebruik van sector-data is dat deze alle segmenten van de economie omvatten. Patent-analyse geeft bovendien geen volledig inzicht of deze nieuwe kennis ook daadwerkelijk economisch wordt aangewend in een regio. Analyse van diversificatie-potenties in nieuwe sectoren in regio's doet dat wel.

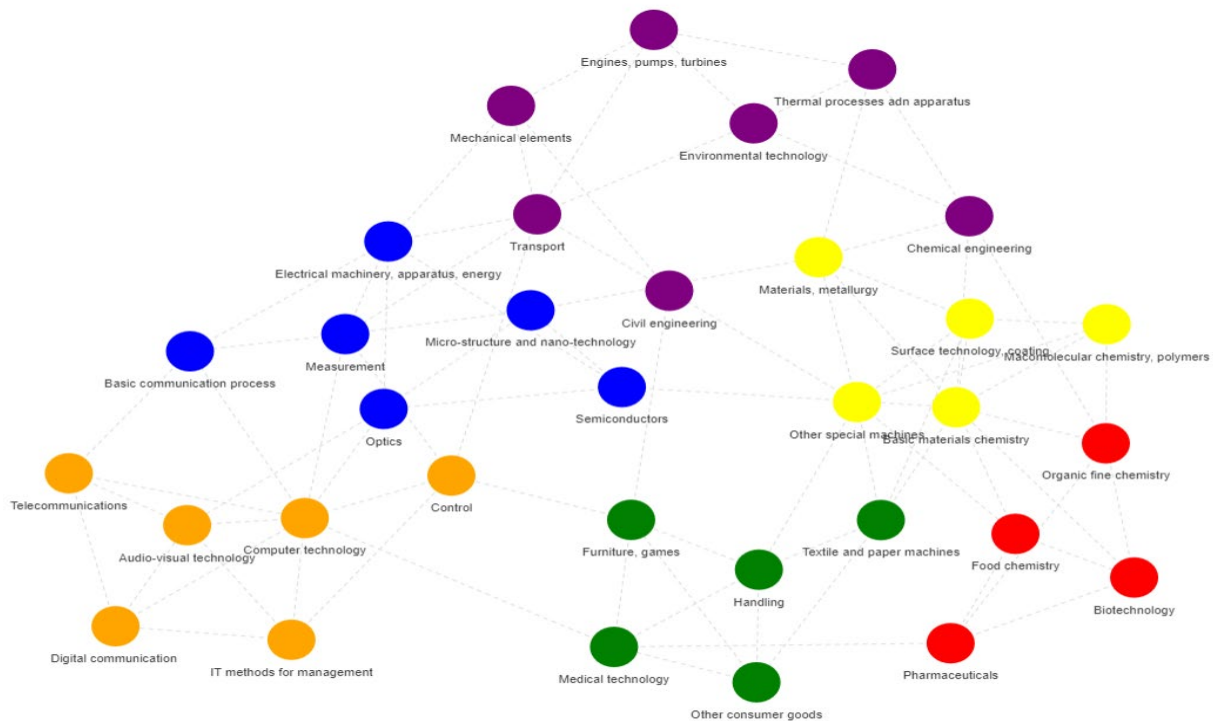
Meten van gerelateerdheid tussen technologieën en tussen sectoren

De eerste dimensie die centraal staat in de analyse is gerelateerdheid. Zoals hierboven uiteengezet verwijst gerelateerdheid naar gemeenschappelijke kennis die verschillende activiteiten al dan niet delen. Hoe wordt nu bepaald wordt welke technologieën en welke sectoren beschikken over gemeenschappelijke kennis, en welke niet?

We volgen studies die op basis van co-occurrence analyse de mate van gerelateerdheid tussen technologieën bepalen. We gebruiken de OECD REGPAT database waarbij we onderscheid maken tussen 541 technologieën op 4-digit nivo, en 33 technologieën op 2-digit nivo. Bij co-occurrence-analyse wordt geteld hoe vaak twee technologieën in combinatie worden genoemd op

een patent-document. Hierbij wordt naar miljoenen patenten in alle OECD landen gekeken. De mate van gerelateerdheid tussen twee technologieën neemt toe naarmate hun combinatie vaker op een patent voorkomt. Dit veronderstelt dat die technologieën iets met elkaar hebben. De gerelateerdheid tussen technologieën kan via een netwerk worden uitgebeeld. Figuur 4 geeft het netwerk voor een totaal van 33 technologieën op 2-digit nivo. Het netwerk laat zien dat niet alle technologieën aan elkaar zijn gerelateerd. Sommige technologieën zijn te vinden in het hart van het netwerk, wat betekent dat ze gerelateerd zijn aan veel andere technologieën, terwijl andere technologieën meer aan de rand van het netwerk zijn gepositioneerd, en dus weinig gemeen hebben met andere technologieën op het gebied van kennis. Zie voor meer details de Internet-link aan het einde van dit rapport.

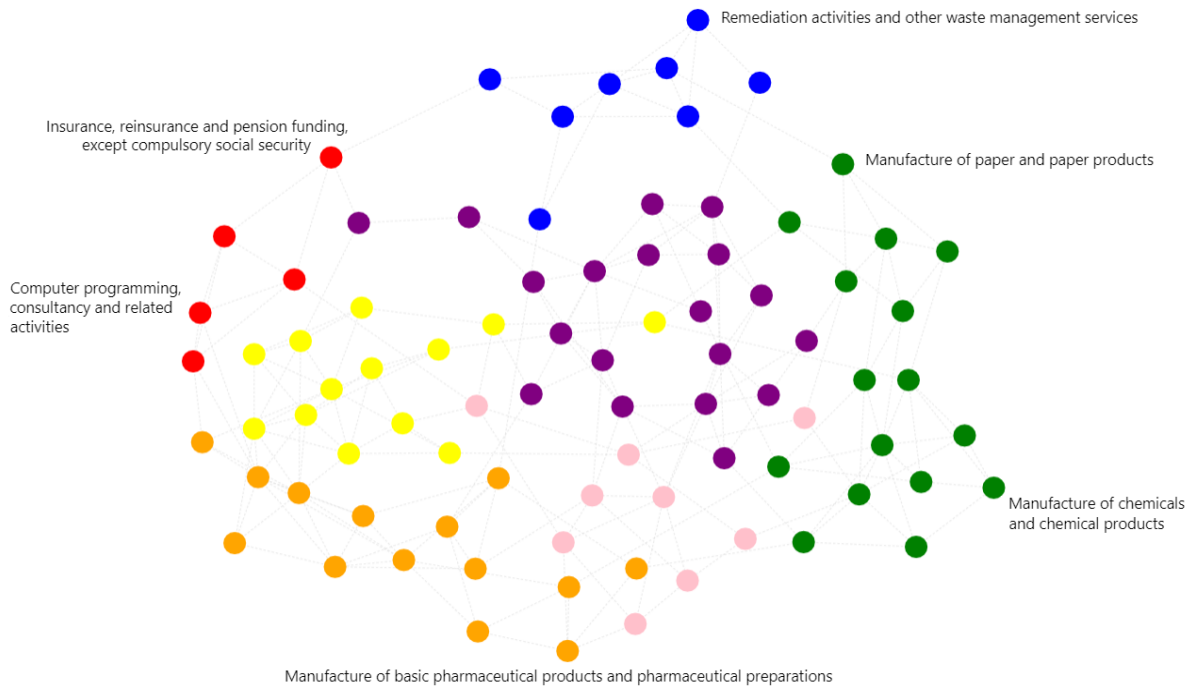
Figuur 4. Gerelateerdheid tussen technologieën (2-digit)



De mate van gerelateerdheid tussen sectoren wordt gemeten aan de hand van co-occurrence van twee sectoren in dezelfde regio in Nederland. Dit principe van co-locatie werd voor het eerst toegepast door Hidalgo et al. (2007). Het vaak voorkomen van 2 sectoren op dezelfde locatie geeft aan dat die twee sectoren iets met elkaar hebben, bijvoorbeeld doordat ze dezelfde lokale kennis delen. In Appendix 1 wordt meer in detail uitgelegd welke maat is gebruikt. In Figuur 5 wordt het

netwerk van gerelateerdheid getoond tussen 84 sectoren op 2-digit-nivo (zie Internet-link aan einde van rapport voor alle details).

Figuur 5. Gerelateerdheid tussen sectoren (2-digit)



Meten van complexiteit van technologieën en sectoren

De tweede dimensie die centraal staat in de analyse is complexiteit. Zoals eerder uitgelegd verwijst complexiteit van activiteiten naar hun geavanceerdheid en de moeilijkheid om ze te kopiëren en te imiteren. Maar hoe wordt complexiteit gemeten, en hoe wordt bepaald welke technologieën en welke sectoren meer complex zijn, en welke minder complex?

We volgen studies zoals die van Fleming en Sorensen (2001) die de complexiteit van een technologie meten aan de hand van combinaties met andere technologieën op een patent-document. Deze maat is een functie van het aantal componenten waaruit een technologie bestaat en de mate van interdependentie tussen deze componenten (Simon 1962). Gedetailleerde info over deze complexiteit-maat is te vinden in Appendix 2.

In Tabel 1 staat de top 10 meest complexe technologieën (2-digit). Digital Communication laat de hoogste mate van complexiteit zien, gevolgd door Biotechnology en Pharmaceuticals.

Tabel 1. Top 10 meest complexe technologieën (totaal 33 technologieën)

IPC (2d)	Naam	Complexiteit
4	Digital communication	100
15	Biotechnology	97,0
16	Pharmaceuticals	93,9
2	Audio-visual technology	90,9
3	Telecommunications	87,9
6	Computer technology	84,9
7	IT methods for management	81,2
14	Organic fine chemistry	78,8
8	Semiconductors	75,8
5	Basic communication process	72,7

Hoe wordt de complexiteit van een sector gemeten? In navolging van andere studies (Hidalgo et al. 2007; Balland en Rigby 2017) doen we dit op basis van ruimtelijke uniciteit van een sector en de ruimtelijke concentratie van een sector in de meest stedelijke regio's. Hoe minder vaak een sector in regio's voorkomt, en hoe meer een sector zich in de grootste steden concentreert, hoe complexer een sector wordt verondersteld te zijn. Voor elke sector wordt dit bepaald met behulp van gegevens over alle Europese regio's die uit de EU Labour Survey data afkomstig zijn. Details over de gebruikte complexiteit-maat kunnen worden gevonden in Appendix 3

In Tabel 2 staat de top 10 meest complexe sectoren (2-digit). De meest complexe sector blijkt 'activities of head offices; management consultancy activities' te zijn, gevolgd door 'publishing activities' en 'computer programming, consultancy and related activities'.

Tabel 2. Top 10 meest complexe sectoren (totaal 84 sectoren)

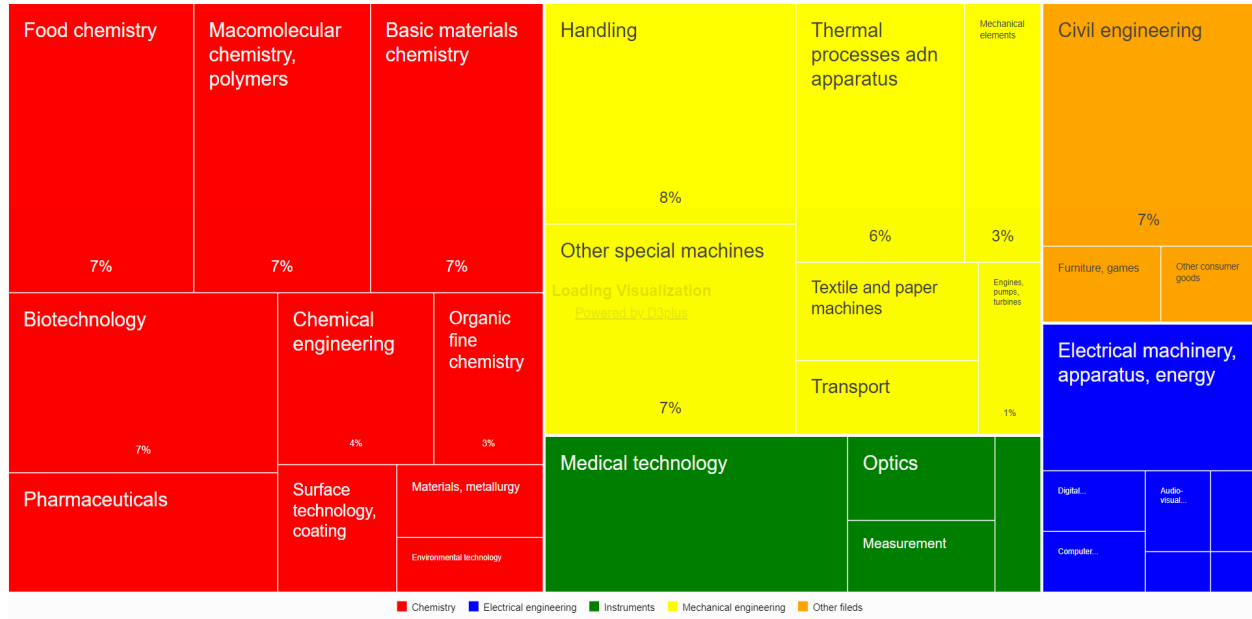
NACE (2 d)	Naam	Complexiteit
4	Activities of head offices; management consultancy activities	100
61	Publishing activities	98,1
10	Computer programming, consultancy and related activities	98,1
5	Activities of membership organisations	97,2
60	Public administration and defence; compulsory social security	95,9
12	Creative, arts and entertainment activities	95,1
18	Financial service activities, except insurance and pension funding	90,5
3	Activities of extraterritorial organisations and bodies	90,5
27	Legal and accounting activities	90,5
24	Information service activities	89,0

4. Ontwikkelingspotenties in Noord-Nederland

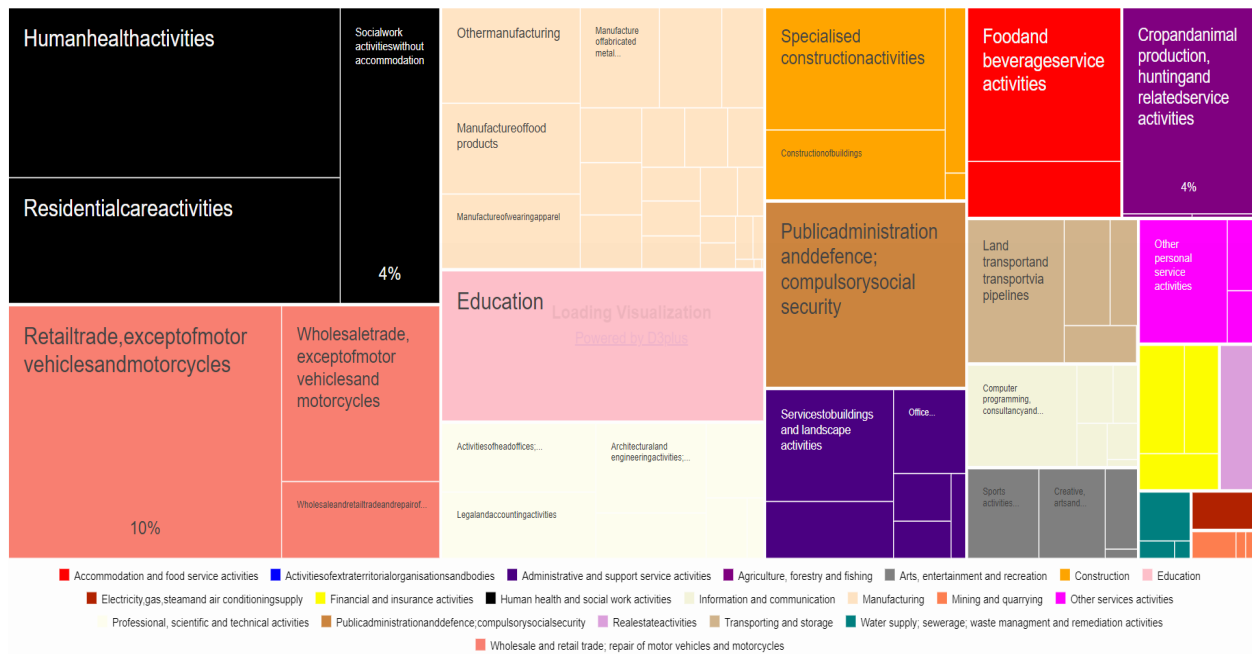
Voordat we kijken naar de ontwikkelingspotenties van Noord-Nederland, meten we eerst in welke technologieën en in welke sectoren Noord-Nederland al gespecialiseerd is. Dat kan worden getoond aan de hand van zogenaamde ‘treemaps’. In Figuur 6 staan de huidige technologische specialisaties van Noord-Nederland genoemd. Percentages verwijzen naar het aandeel van het totaal patenten in een bepaalde technologie in Noord-Nederland. Het grootste deel van de patenten in Noord-Nederland zit in de chemische technologie, gevolgd door technologieën in de machinebouw. In Figuur 7 gaat het om sectorale specialisaties van Noord-Nederland. Percentages verwijzen hier naar het aandeel van een sector in de totale werkgelegenheid in Noord-Nederland. Wat opvalt is dat de huidige sectorale structuur met name breed te noemen is. In Appendix 4

worden de specialisaties voor de drie Noordelijke provincies getoond. Daarbij valt op dat de 3 provincies ook sterk onderling verschillen qua specialisaties.

Figuur 6. Huidige technologische specialisaties in Noord-Nederland (2 digit)



Figuur 7. Huidige sectorale specialisaties in Noord-Nederland (2 digit)



Welke ontwikkelingspotenties heeft Noord-Nederland? Waar liggen kansen waar S3-beleid in Noord-Nederland op zou kunnen inspelen? Ten eerste hebben we op verzoek van de opdrachtgever onderzocht of Noord-Nederland potenties heeft in 6 sleuteltechnologieën die in het algemeen worden genoemd als kansrijk. Ten tweede hebben we een inschatting gemaakt of Noord-Nederland ontwikkelingspotenties heeft in 2 topsectoren, t.w. ‘agro-food’ en ‘life sciences en health’. Tot slot hebben we gekeken of Noord-Nederland diversificatie-potenties heeft in meer algemene zin, zowel wat betreft nieuwe technologieën als nieuwe sectoren.

Ontwikkelingspotenties in Noord-Nederland in 6 sleuteltechnologieën

We hebben eerst onderzocht of Noord-Nederland kansen heeft in 6 sleuteltechnologieën die vaak als kansrijk worden aangemerkt, dit op verzoek van de opdrachtgever. Het gaat om groene chemie, watertechnologie, waterstof, big data, sensortechnologie, en ‘augmented reality/virtual reality’.

Ten eerste hebben we deze 6 sleuteltechnologieën gekoppeld aan patentklassen op 4 digit-nivo. Dat is niet eenvoudig, omdat patentklassen niet altijd goed deze sleuteltechnologieën representeren. We hebben verschillende documenten geraadpleegd om zo goed mogelijk deze afbakening te kunnen maken. In Tabel 3 wordt aangegeven welke patentklassen met de 6 sleuteltechnologieën zijn geassocieerd.

Om de ontwikkelingskansen van deze 6 sleuteltechnologieën voor Noord-Nederland in te schatten wordt gebruik gemaakt van het S3-raamwerk uit Figuur 2. Ten eerste wordt de complexiteit van elk van deze 6 sleuteltechnologieën bepaald. Ten tweede wordt bepaald in hoeverre deze 6 sleuteltechnologieën gerelateerd zijn aan bestaande technologieën in Noord-Nederland. Een veelgebruikte maat hiervoor is ‘relatedness density’ (Boschma et al. 2015; Balland et al. 2019). Deze indicator meet in hoeverre er in een regio technologische specialisaties bestaan die gerelateerd zijn aan een sleuteltechnologie. Een hoge score op ‘relatedness density’ geeft aan dat de regio in veel technologieën is gespecialiseerd die een hoge mate van gerelateerdheid met de sleuteltechnologie hebben. Dit duidt op een hoge ontwikkelingspotentie van deze sleuteltechnologie in die regio. Details over deze maat zijn te vinden in Appendix 5.

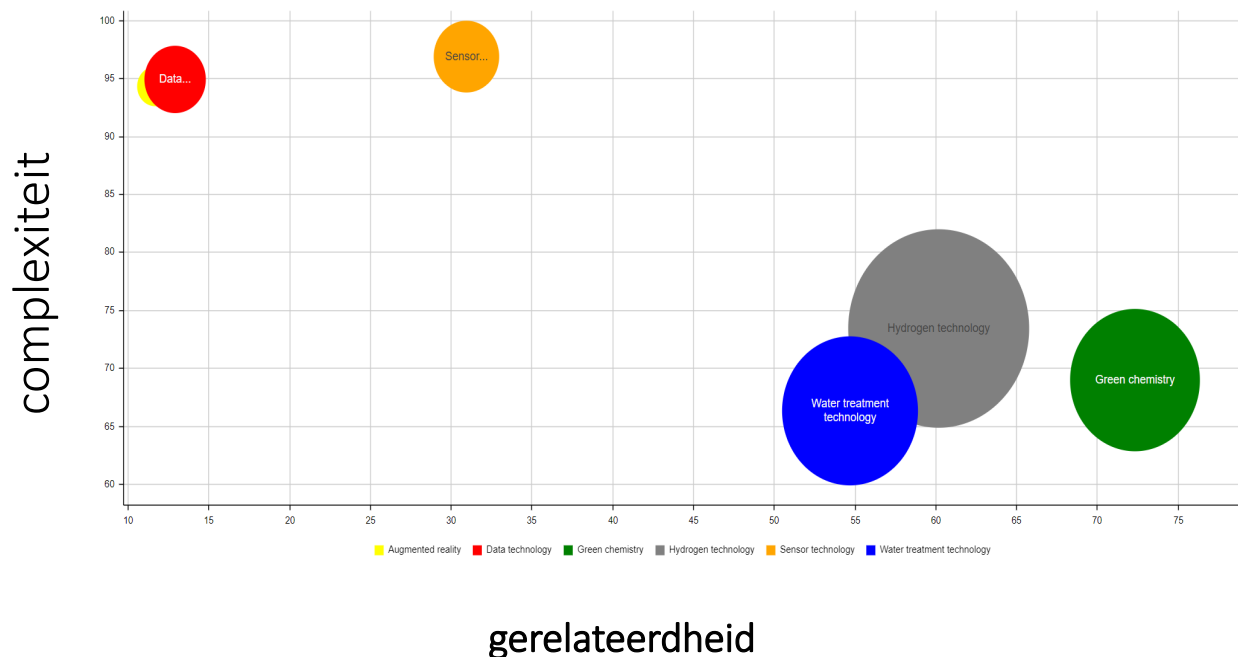
In Figuur 8 worden de ontwikkelingspotenties van Noord-Nederland voor de 6 sleuteltechnologieën afzonderlijk weergegeven. Elke sleuteltechnologie wordt afgebeeld met een bol. Hoe groter de bol, hoe groter het zogenaamde Relatief Technologisch Voordeel (RTV) in die sleuteltechnologie in Noord-Nederland. RTV is een veel gebruikte specialisatiemaat. Indien een technologie in een regio een RTV heeft die groter is dan 1, dan wordt dat gezien als een specialisatie van die regio in die technologie. Hoe groter de bol, hoe meer Noord-Nederland is gespecialiseerd in een sleuteltechnologie. In Appendix 5 wordt uitgelegd hoe RTV precies wordt gemeten. Wat opvalt is dat Noord-Nederland een sterke specialisatie kent in waterstof-technologie t.o.v. alle regio’s in Nederland, gevolgd door water-technologie en groene chemie, maar weinig tot niet is gespecialiseerd in de 3 andere sleutel-technologieën.

Tabel 3. Koppeling zes sleuteltechnologieën met 4-digit patentklassen

S3	CPC	Description
Green chemistry	B65D65/46	Computer systems based on biological models
Green chemistry	C08F2/10	Aqueous solvents
Green chemistry	C12P7	Selected white biotech
Green chemistry	D21C9/153	Totally chlorine-free (TCF) bleaching technologies
Green chemistry	D21C9/16	Totally chlorine-free (TCF) bleaching technologies
Green chemistry	H01M8/16	Biochemical fuel cells
Water treatment technology	C02F1	Conventional water treatment technology
Water treatment technology	C02F3	Biological water treatment technology
Water treatment technology	C02F9	Multistage water treatment technology
Water treatment technology	C02F11	Sludge water treatment technology
Water treatment technology	C02F5	Softening water
Water treatment technology	C02F7	Aeration of stretches
Water treatment technology	C02F101	Nature of the contaminant
Water treatment technology	C02F103	Nature of the wastewater
Hydrogen technology	Y02E60/3	Hydrogen technology
Hydrogen technology	Y02E60/5	Fuel cells
Augmented reality	G06T7/00	Object pose determination, tracking or camera calibration for mixed reality
Augmented reality	G06T19/006	Mixed reality
Data technology	G06F	Electric digital data processing
Data technology	G06Q	Data processing systems or methods
Data technology	G06K	Recognition of data
Data technology	G06T	Image data processing or generation
Sensor technology	A61B5	Detecting, measuring or recording for diagnostic purposes
Sensor technology	G06F3	Input arrangements for transferring data to be digitally processed
Sensor technology	G01N33	Investing or analysing materials by specific methods

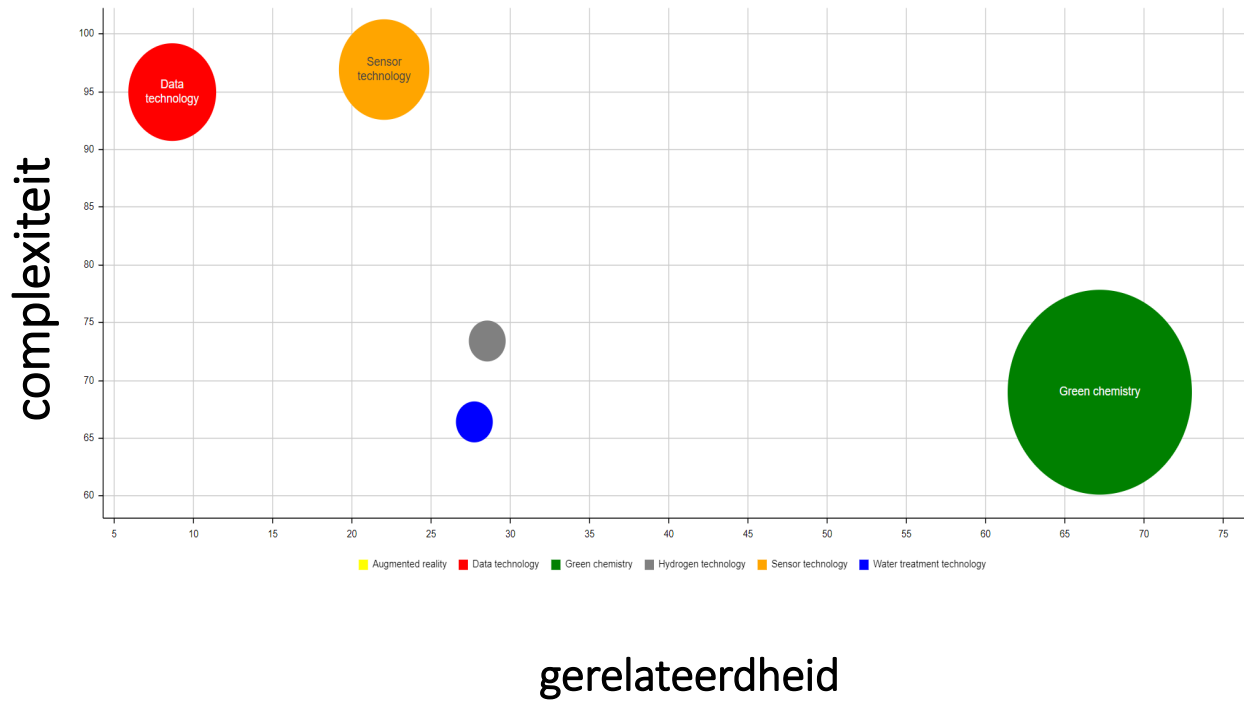
In Figuur 8 staat op de X-as de mate van gerelateerdheid van een sleuteltechnologie met bestaande technologieën in Noord-Nederland. Hoe hoger de gerelateerdheid, hoe hoger de ontwikkellingskans. Het blijkt dat Noord-Nederland met name ontwikkelingspotenties heeft in groene chemie, water-technologie en waterstof, maar veel minder in big data, sensor-technologie en augmented/virtual reality. Wat opvalt is dat de sleuteltechnologieën waarin Noord-Nederland meer in is gespecialiseerd ook hoog scoren op relatedness. Dit is geen toeval: men verwacht immers dat technologieën meer zijn ontwikkeld in een regio met een regionaal aanbod van relatief veel gerelateerde technologieën waarop ze kunnen voortbouwen. Op de Y-as staat de mate van complexiteit van elke sleuteltechnologie. Zoals verwacht laten alle 6 sleuteltechnologieën een vrij hoge score zien op complexiteit: sensor-technologie, big data en augmented/virtual reality hebben de hoogste scores. Dat blijken net die sleuteltechnologieën te zijn waar Noord-Nederland relatief minder ontwikkelingspotentieel in heeft, gezien de lage mate van gerelateerdheid met bestaande technologieën in Noord-Nederland.

Figuur 8. Noord-Nederland: ontwikkelingspotenties in 6 sleuteltechnologieën (2-digit)

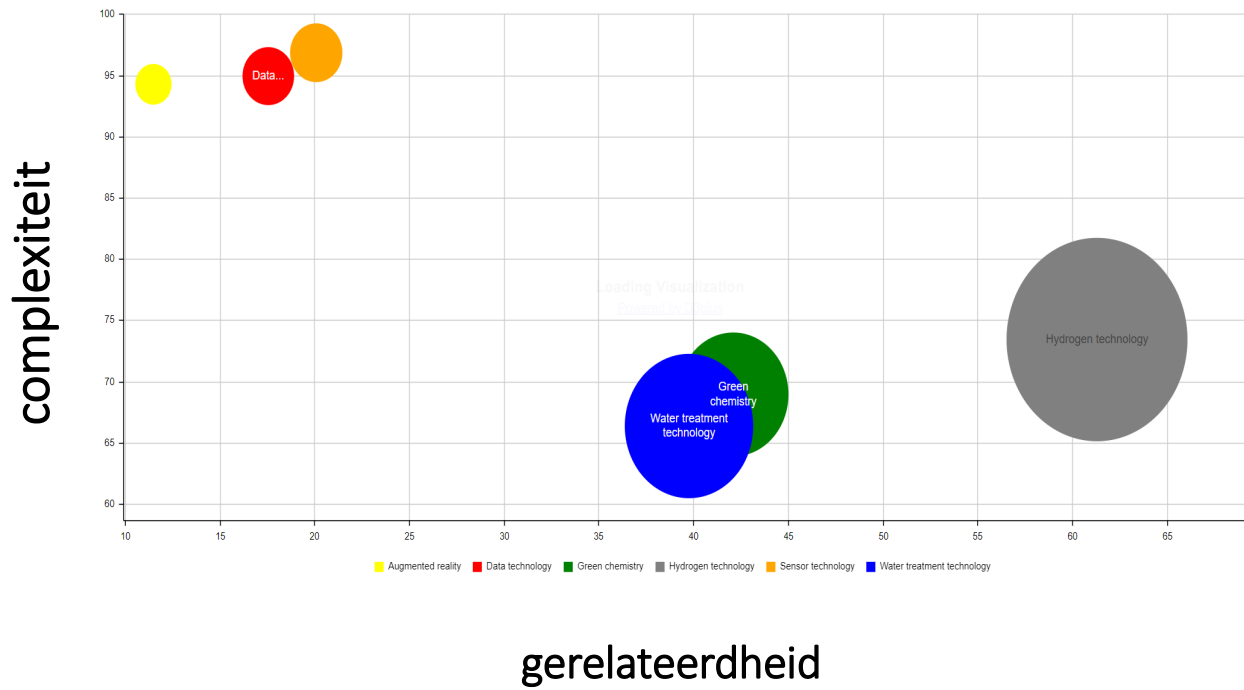


Er blijken grote verschillen te bestaan tussen de 3 Noordelijke provincies qua ontwikkelingspotenties voor deze 6 sleuteltechnologieën. Dit is uitgebeeld in de Figuren 9-11. Groningen heeft bijvoorbeeld kansen met name in groene chemie, Friesland in met name waterstof, en Drenthe, tot op zekere hoogte, in water-technologie.

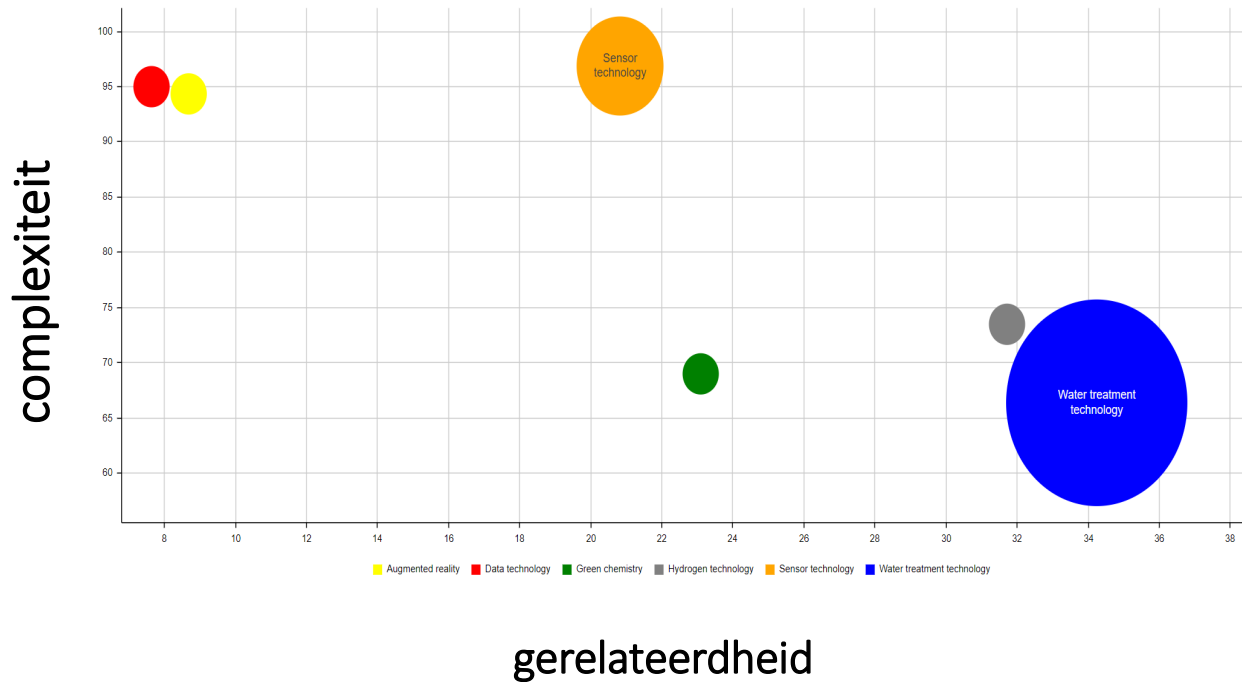
Figuur 9. Groningen: ontwikkelingspotenties in 6 sleuteltechnologieën (2-digit)



Figuur 10. Friesland: ontwikkelingspotenties in 6 sleuteltechnologieën (2-digit)



Figuur 11. Drenthe: ontwikkelingspotenties in 6 sleuteltechnologieën (2-digit)



Ontwikkelingspotenties in Noord-Nederland in twee topsectoren

In deze studie is ook onderzocht of Noord-Nederland ontwikkelingspotenties heeft in twee topsectoren, t.w. ‘agro-food’ en ‘life sciences/health’. Deze twee topsectoren zijn relatief moeilijk af te bakenen met patent-data, daarom hebben we er voor gekozen om sector-data te gebruiken. We volgen het CBS-rapport Monitor Topsectoren uit 2017 (Methodenbeschrijving en Tabellenset) dat aangeeft met welke SBI-codes beide topsectoren worden gelinkt. Tabel 4 geeft een overzicht van de SBI-codes die vallen onder Agro-Food, en Tabel 5 voor die van Life Sciences/Health.

Tabel 4. Sectoren die vallen onder Agro-Food

Primaire productie

- Teelt van granen, peulvruchten en oliehoudende zaden 01.11
- Teelt van groenten en wortel- en knolgewassen 01.13
- Fokken en houden van dieren 01.40
- Akker- en/of tuinbouw in combinatie met het fokken en houden van dieren 01.50
- Dienstverlening voor de akker- en/of tuinbouw 01.61
- Dienstverlening voor het fokken en houden van dieren 01.62
- Behandeling van gewassen na oogst 01.63
- Jacht 01.70
- Visserij en kweken van vis en schaaldieren 03

Voedingmiddelenindustrie

- Vervaardiging van voedingsmiddelen 10
- Vervaardiging van dranken 11

Groot- en detailhandel

Handelsbemiddeling in landbouwproducten, levende dieren en grondstoffen voor textiel en voedingsmiddelen 46.11
Groothandel in granen, olien, zaden en veevoer. Exclusief groothandel in ruwe tabak. 46.21 (behalve 46.21.7)
Groothandel in levende dieren 46.23
Groothandel in huiden, vellen, leer en halffabricaten van leer 46.24
Groothandel in voedings- en genotmiddelen. Exclusief groothandel in tabaksproducten. 46.3 (behalve 46.35)
Groothandel in landbouwmachines, werktuigen en tractoren 46.61
Groothandel in machines voor de voedings- en genotmiddelenindustrie 46.68.2
Supermarkten en dergelijke winkels met een algemeen assortiment voedings- en genotmiddelen 47.11
Gespecialiseerde winkels in voedings- en genotmiddelen. Exclusief winkels in tabaksproducten 47.2 (behalve 47.26)
Markthandel in voedings- en genotmiddelen 47.81
Eet- en drinkgelegenheden 56

Overig

Vervaardiging kunstmeststoffen en stikstofverbindingen 20.15
Vervaardiging verdelingsmiddelen en overige landbouwchemicaliën 20.20
Vervaardiging van machines en werktuigen voor de landbouw 28.30
Vervaardiging van machines voor de productie van voedings- en genotmiddelen 28.93
Biotechnologisch speur- en ontwikkelingswerk op het gebied van agrarische producten en processen 72.11.1
Speur- en ontwikkelingswerk op het gebied van landbouw en visserij (niet biotechnologisch) 72.19.1

Bron: CBS (2017, p. 15)

Tabel 5. Sectoren die vallen onder Life Sciences/Health

Farmacie

Vervaardiging van farmaceutische grondstoffen en producten 21

Medische instrumenten

Vervaardiging van bestralingsapparatuur en van elektromedische en elektrotherapeutische apparatuur 26.60
Vervaardiging van medische instrumenten en hulpmiddelen 32.50

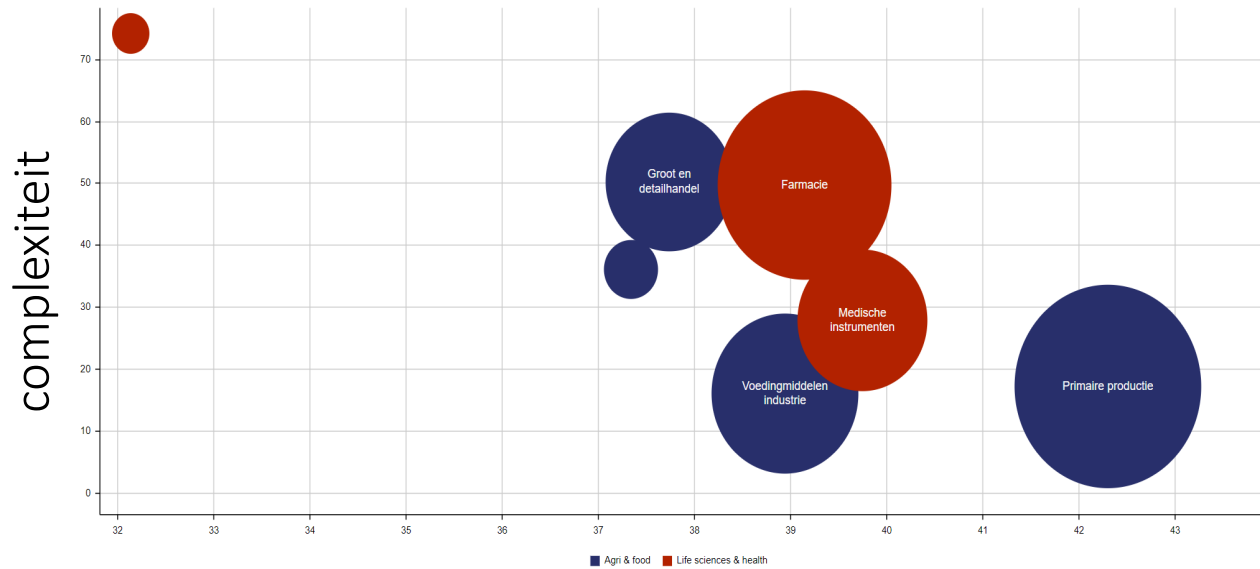
Onderzoek

Biotechnologisch speur- en ontwikkelingswerk op het gebied van medische producten en farmaceutische processen en van voeding 72.11.2
Speur- en ontwikkelingswerk op het gebied van gezondheid en voeding (niet biotechnologisch) 72.19.3

Bron: CBS (2017, p. 25)

In Figuur 12 worden de ontwikkelingspotenties van Noord-Nederland voor de 2 topsectoren weergegeven. De blauwe bollen staan voor de vier subbranches in de topsector Agri-Food (tabel 4), terwijl de rode bollen de drie subbranches van Life Sciences/Health representeren (tabel 5). De omvang van de bollen geeft aan in hoeverre Noord-Nederland is gespecialiseerd in deze subbranches van de 2 topsectoren. Primaire productie laat de hoogste gerelateerdheid zien, maar kent een lage complexiteit. Farmacie en Medische Instrumenten daarentegen lijken kansrijke activiteiten in Noord-Nederland, met een relatief hoge complexiteit. Onderzoek in Life Sciences/Health is de meest complexe subbranche, maar scoort relatief laag op gerelateerdheid.

Figuur 12. Noord-Nederland: potenties in 2 topsectoren



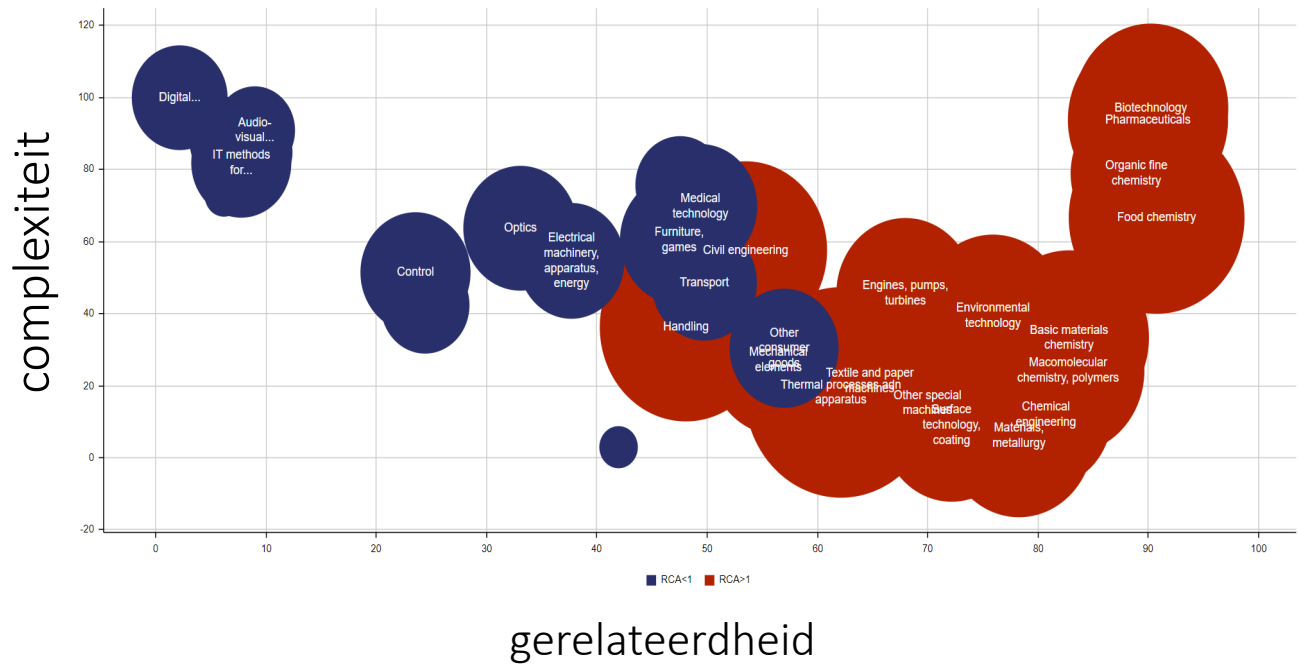
gerelateerdheid

Binnen Noord-Nederland blijken er grote verschillen te bestaan tussen de 3 provincies wat betreft kansen binnen de 2 topsectoren. De provincie Groningen scoort met name op Farmacie, terwijl in Friesland dat met name ligt in Agrofood, en in Drenthe Medische Instrumenten relatief kansrijk is. Voor details zie Appendix 6.

Ontwikkelingspotenties in technologieën in Noord-Nederland

En wat zijn de technologische ontwikkelingspotenties van Noord-Nederland meer in het algemeen? Deze staan in Figuur 13 voor 33 2-digit technologieën genoemd. Appendix 7 toont dezelfde figuur, maar daarin is ook aangegeven welke 1-digit technologieën het betreft. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen technologieën waarin Noord-Nederland al is gespecialiseerd (rode bollen: RTV>1) en technologieën waarin Noord-Nederland nog niet is gespecialiseerd (blauwe bollen: RTV<1). Hoe groter de bol, hoe groter de RTV. Noord-Nederland is al gespecialiseerd in met name chemische technologie en machinebouw-technologie (RTV>1). Noord-Nederland lijkt daarentegen kansrijk in Medische Technologie en Civil Engineering (RTV<1), maar lijkt weinig kansrijk in zeer complexe technologieën als Digital Communication, Computer Technology en Telecommunications, gezien de zeer lage gerelateerdheid. Zie voor meer details de Internet links aan het einde van rapport.

Figuur 13. Technologische ontwikkelingspotenties (2 digit) in Noord-Nederland



In Figuur 13 is inzichtelijk gemaakt hoe alle 2-digit technologieën scoren in Noord-Nederland op gerelateerdheid en complexiteit. De vraag is nu hoe te identificeren welke technologieën kansrijk zijn. Daar kan op meerdere manieren naar gekeken worden. In Tabel 6 zijn 3 technologieën genoemd waar Noord-Nederland nog niet in is gespecialiseerd (RTV<1), maar die wel kansrijk zijn gezien een hoge mate van gerelateerdheid. Medische Technologie bijvoorbeeld heeft een relatief hoge gerelateerdheid (49) en ook een relatief hoge mate van complexiteit (69). Noord-Nederland zou bijvoorbeeld via S3-beleid hierop kunnen inspelen en Medische Technologie verder kunnen pushen in de regio. Bepaalde technologieën binnen Halfgeleiders lijken ook kansrijk.

Tabel 6. Voorbeelden van 3 potentiële technologieën in Noord-Nederland, op basis van RTV<1 en hoge gerelateerdheid

Naam	Gerelateerdheid	Complexiteit
Medical technology	49,4	69,7
Semiconductors	47,6	75,8
Furniture, games	47,5	60,6

Maar er kunnen ook andere criteria worden gebruikt. Noord-Nederland zou zich bijvoorbeeld kunnen richten op technologieën waarin het de laatste jaren een groei in heeft laten zien, en die tevens een relatief hoge complexiteit bevatten. In Tabel 7 worden 3 voorbeelden van technologieën genoemd die aan deze twee criteria in Noord-Nederland voldoen. Food Chemistry is bijvoorbeeld een complexe technologie die een significante stijging van zijn RTV heeft laten zien in de afgelopen tien jaar. Het heeft ook een relatief hoge gerelateerdheid, dus lijkt kansrijk. Environmental Technology is een ander voorbeeld: uit de stijging van zijn RTV van 0,9 naar 1,4 in de periode 2009-2018 valt op te maken dat het een ontluikende technologie in Noord-Nederland betreft, die redelijk complex is, maar vooral een hoge mate van gerelateerdheid kent.

Tabel 7. Voorbeelden van 3 potentiële technologieën in Noord-Nederland, op basis van een significante stijging van RTV, en een hoge complexiteit

Naam	RTV 2009-2013	RTV 2014-2018	Gerelateerdheid	Complexiteit
Food Chemistry	1,5	2,2	90,8	66,7
Engines, Pumps, Turbines	0,7	1,2	68,0	45,4
Environmental Technology	0,9	1,4	75,9	39,4

De vraag die kan worden gesteld is waarom Noord-Nederland zich nog zou moeten concentreren op Food Chemistry: deze is immers al uitgegroeid tot een sterke specialisatie in Noord-Nederland, met een RTV van meer dan 2. Toch valt er iets voor te zeggen om hier S3-beleid op te voeren. Men kan bijvoorbeeld binnen de brede 2-digit Food Chemistry gaan kijken welke 4-digit technologieën nog ontbreken in Noord-Nederland als huidige specialisatie (RTV<1) maar die wel kansrijk zijn (hoge gerelateerdheid). Dat wordt in Tabel 8 getoond. Kansrijk binnen Food Chemistry lijken bijvoorbeeld de 4-digit technologieën C12H, A01H en C12F, aangezien zij een hoge gerelateerdheid met bestaande technologieën in Noord-Nederland laten zien. Aan het einde van het rapport is een aantal Internet links opgenomen die meer gedetailleerde informatie bevatten.

Tabel 8. Voorbeelden van potentieel binnen Food Chemistry (4-digit) in Noord-Nederland, RCA<1 + hoge gerelateerdheid

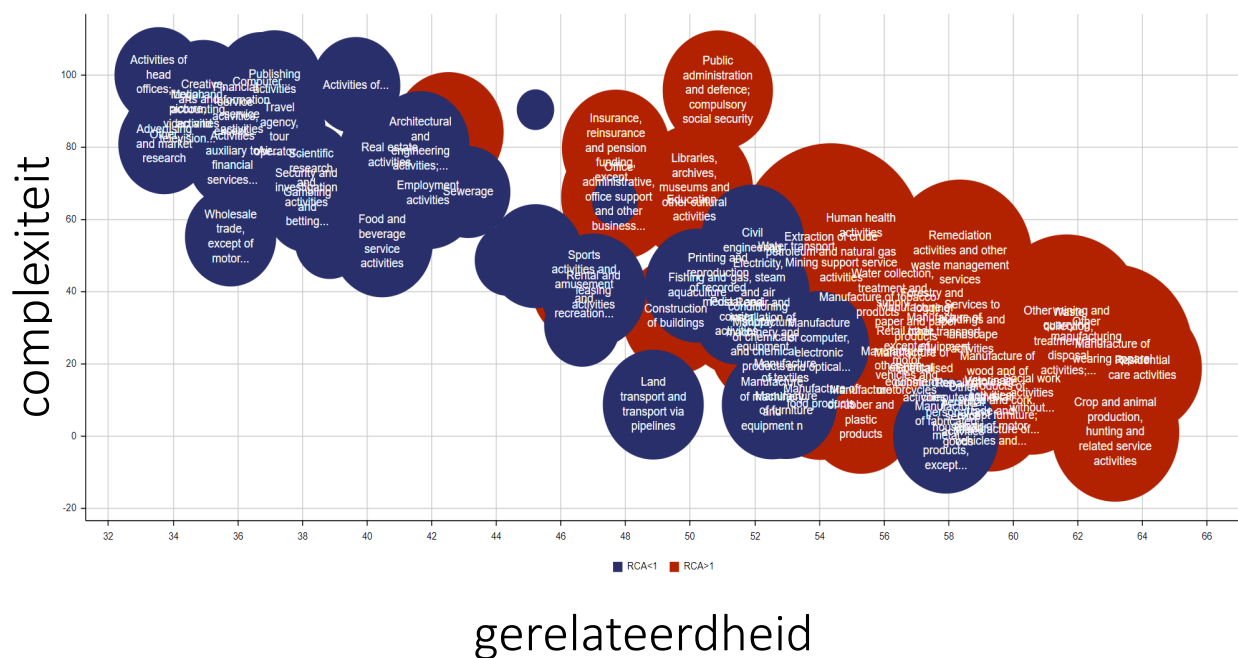
IPC (4d)	Naam	Gerelateerdheid
C12H	pasteurisation, sterilisation, preservation, purif	91,5
A01H	new plants or processes for obtaining them; plant	66,1
C12F	recovery of by-products of fermented solutions; de	64,3
A23D	edible oils or fats, e.g. margarines, shortenings,	59,0
C13K	saccharides, other than sucrose, obtained from nat	50,3
C13B	production of sucrose; apparatus specially adapted	44,9

In Appendix 8 worden de technologische ontwikkelingspotenties (2-digit) van de provincies Groningen, Friesland en Drenthe afzonderlijk getoond. Er blijken wederom grote verschillen te bestaan tussen de provincies. Groningen heeft bijvoorbeeld kansen in potentieel nieuwe specialisaties (RTV<1) als Chemical Engineering en Semiconductors (gerelateerdheid van 72 en 54 respectievelijk). Friesland toont daarentegen kansen in Environmental Technology en Pharmaceuticals (gerelateerdheid van 62 en 60 resp.), terwijl Drenthe kansen lijkt te hebben in potentieel nieuwe specialisaties (RTV<1) als Organic Fine Chemistry en Biotechnology (gerelateerdheid van resp. 84 en 80).

Ontwikkelingspotenties in sectoren in Noord-Nederland

We hebben ook de sectorale ontwikkelingspotenties van Noord-Nederland meer in het algemeen in kaart gebracht. Deze staan in Figuur 14 voor 84 2-digit sectoren genoemd. Appendix 9 toont dezelfde figuur, maar geeft ook aan welke 1-digit sectoren het betreft. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen sectoren waarin Noord-Nederland al is gespecialiseerd (rode bollen: RCA>1), en sectoren waarin Noord-Nederland nog niet is gespecialiseerd (blauwe bollen: RCA<1). Hoe groter de bol, hoe groter de RCA. Noord-Nederland is al gespecialiseerd (RCA>1) in met name 'Extraction of Crude Petroleum' en 'Natural Gas en Mining Support Servic Activities'. Noord-Nederland lijkt bijvoorbeeld kansrijk (RCA<1 en hoge gerelateerdheid) in 'Electricity, Gas, Steam and Air Conditioning Supply' en 'Civil Engineering', maar weinig kansrijk in bijvoorbeeld 'Activities of Head Offices; Management Consultancy Activities en 'Advertising and Market Research', gezien de zeer lage gerelateerdheid met bestaande sectoren in Noord-Nederland. Zie voor meer details de Internet-links aan het einde van het rapport.

Figuur 14. Sectorale ontwikkelingspotenties (2 digit) in Noord-Nederland



De vraag is nu hoe te bepalen welke sectoren echt kansrijk zijn? Daar kan op meerdere manieren naar gekeken worden. In Tabel 9 worden 3 voorbeelden van sectoren genoemd waar Noord-Nederland nog niet in is gespecialiseerd ($RCA < 1$), maar die wel kansrijk lijken gezien hun relatief hoge mate van gerelateerdheid. Noord-Nederland zou bijvoorbeeld via S3-beleid kunnen proberen om ‘Electricity, Gas, Steam and Air Conditioning Supply’ en ‘Civil Engineering’ als nieuwe specialisaties tot bloei te laten komen, en deze zijn ook relatief complex.

Tabel 9. Voorbeelden van 3 potentiële sectoren in Noord-Nederland, op basis van $RCA < 1$ en hoge gerelateerdheid

Naam	gerelateerdheid	complexiteit
Manufacture of computer, electronic and optical products	54,0	24,9
Civil engineering	51,9	54,0
Electricity, gas, steam and air conditioning supply	52,1	39,7

Maar er kunnen ook andere criteria worden gebruikt. Noord-Nederland zou zich bijvoorbeeld kunnen richten op sectoren waarin het de laatste jaren een groei in heeft laten zien, en die ook een hoge complexiteit hebben. Wat allereerst opvalt is dat er maar heel weinig 2-digit sectoren in Noord-Nederland zijn die een significante verbetering van hun RCA hebben laten zien in de periode 2014-2018. In Tabel 10 worden 3 voorbeelden van sectoren genoemd die aan deze twee criteria in Noord-Nederland voldoen. ‘Telecommunications’ bijvoorbeeld is een sterk opkomende sector (stijging van RCA van 0,6 naar 1,1) in de periode 2014-2018. Het heeft ook een relatief hoge gerelateerdheid en een relatief hoge complexiteit. De sector ‘Insurance, reinsurance and pension funding, except compulsory social security’ is een ander voorbeeld ofschoon de stijging van RCA bescheiden is, maar deze sector kent wel een relatief hoge complexiteit.

Tabel 10. Voorbeelden van 3 potentiële sectoren in Noord-Nederland, op basis van een significante stijging RCA, en een hoge complexiteit

Naam	RCA 2014	RCA 2018	gerelateerdheid	complexiteit
Telecommunications	0,6	1,1	42,5	84,3
Insurance, reinsurance and pension funding, except compulsory social security	0,9	1,0	47,7	79,8
Printing and reproduction of recorded media	0,9	1,0	50,8	43,2

Telecommunications kan dus volgens deze criteria een kansrijke sector worden genoemd. Vervolgens kan bijvoorbeeld binnen de 2-digit sector Telecommunications worden gekeken welke 5-digit sectoren nog ontbreken in Noord-Nederland als huidige specialisatie (RTV<1) maar wel kansrijk zijn (hoge gerelateerdheid). Dat wordt in Tabel 11 getoond. Meest kansrijk binnen Telecommunications lijken volgens deze criteria bijvoorbeeld de 5-digit sectoren Draadgebonden en Draadloze Telecommunicatie, aangezien zij een redelijk (maar niet extreem) hoge gerelateerdheid met bestaande technologieën in Noord-Nederland laten zien. Zie voor meer details de Internet-links aan het einde van dit rapport.

Tabel 11. Voorbeelden van potentieel binnen Telecommunications (5-digit) in Noord-Nederland, RCA<1 + hoge gerelateerdheid

Naam	Gerelateerdheid
Draadgebonden telecommunicatie	34,0
Telecommunicatie via satellite	33,8
Draadloze telecommunicatie	33,1

In Appendix 10 worden de sectorale ontwikkelingspotenties (2-digit) in Groningen, Friesland en Drenthe getoond. Er blijken wederom grote verschillen te bestaan tussen de 3 provincies. Groningen heeft bijvoorbeeld kansen in potentieel nieuwe specialisaties (RCA<1) als ‘Fishing and Acquaculture’ (gerelateerdheid van 40), terwijl Friesland bijvoorbeeld kansen heeft in potentieel nieuwe specialisaties (RCA<1) als ‘Water Collection, Treatment and Supply’ en ‘Civil Engineering’ (gerelateerdheid van resp. 51 en 50), en Drenthe in ‘Civil Engineering’ en ‘Printing and Reproduction of Recorded Media’ (gerelateerdheid van resp. 49 en 48).

5. Conclusies

Dit rapport heeft ontwikkelingspotenties van Noord-Nederland in kaart gebracht. Deze informatie kan worden gebruikt bij het maken van keuzen in het kader van Smart Specialization beleid. Deze inschatting van kansen voor Noord-Nederland is tot stand gekomen door voor elke technologie en elke sector te berekenen in hoeverre deze kunnen voortbouwen op bestaande relevante kennis (dat wil zeggen, gerelateerde kennis) in de regio, en in hoeverre deze activiteiten ook complex zijn.

Het inschatten van kansrijke activiteiten is gedaan voor zowel technologieën als sectoren. Technologieën zijn met behulp van patentdata geanalyseerd. Dit geeft inzicht in de mate en aard van nieuwe technologische kennisontwikkeling in een regio, en waar mogelijk kansen liggen om tot ontwikkeling van nieuwe technologische kennis te komen. Nieuwe kennisontwikkeling is cruciaal voor een regionale economie, omdat het veelal de bron vormt voor innovatie en economische vernieuwing. Naast patenten zijn ook sectoren geanalyseerd. Het is immers niet zeker of nieuwe technologische kennis zich ook vertaalt en wordt omgezet in nieuwe bedrijven en sectoren. Voordeel van sectoranalyse is ook dat alle sectoren in een economie worden meegenomen, terwijl patenten voornamelijk voorkomen in technologisch-hoogwaardige sectoren, en dan met name in de industrie en in sommige kennis-intensieve dienstverlenende activiteiten.

Kansrijke activiteiten zijn in dit rapport op twee manieren in kaart gebracht. Ten eerste heeft Noord-Nederland zelf aangegeven geïnteresseerd te zijn in het inschatten van de eigen kansen voor zes sleuteltechnologieën (groene chemie, watertechnologie, waterstof, big data, sensortechnologie,

en ‘augmented reality/virtual reality’) en twee topsectoren (agro-food en life sciences en health). Ten tweede is in de volle breedte gekeken naar alle mogelijke technologieën en alle mogelijke sectoren, en in hoeverre Noord-Nederland kansrijk is in bepaalde technologieën en sectoren.

Uit de analyse komt naar voren dat er kansen liggen voor Noord-Nederland in sleuteltechnologieën als groene chemie, water-technologie en waterstof. Op deze drie sleuteltechnologieën scoort Noord-Nederland relatief hoog, omdat de regio zelf over relevante (gerelateerde) kennis en technologieën beschikt waarop deze drie sleuteltechnologieën zouden kunnen voortbouwen. Bijkomend voordeel is dat Noord-Nederland al enige specialisatie in deze drie sleuteltechnologieën heeft opgebouwd: beleid hoeft dus niet geheel van voren af aan te beginnen. Dit blijkt niet of nauwelijks het geval te zijn voor de drie andere sleuteltechnologieën (big data, sensor-technologie en augmented/virtual reality) die zijn onderzocht. Ofschoon deze een veel hogere mate van complexiteit kennen, lijkt Noord-Nederland hierin weinig kansrijk te zijn, gezien de lage mate van gerelateerdheid met bestaande technologieën in de regio.

Voor wat betreft technologieën in het algemeen, lijkt Noord-Nederland bijvoorbeeld kansrijk te zijn in medische technologie. Medische technologie is complex, en nog relatief onderontwikkeld in Noord-Nederland, maar de regio beschikt over een aantal gerelateerde technologieën. Een andere kansrijke kandidaat lijkt voedsel-chemie, een complexe technologie die de afgelopen 10 jaar in Noord-Nederland sterk in opkomst is. Hetzelfde geldt voor milieu-technologie, een ontluikende technologie in Noord-Nederland die redelijk complex is, maar vooral een hoge mate van gerelateerdheid kent. Daarentegen lijken zeer complexe technologieën als digitale communicatie, computer-technologie en telecommunicatie weinig kansrijk.

Uit de analyses komt tevens naar voren dat Noord-Nederland ook ontwikkelingspotenties heeft in sommige sub-sectoren binnen de topsectoren agro-food en life sciences/health. Dit is met name het geval in complexe activiteiten als farmacie en medische instrumenten. De meest complexe sub-sector, te weten, onderzoek in life sciences/health, is daarentegen relatief ondervertegenwoordigd, en Noord-Nederland lijkt daarin ook weinig kansrijk.

Voor wat betreft sectoren in het algemeen, lijkt Noord-Nederland kansrijk in relatief onderontwikkelde maar complexe sectoren als ‘electricity, gas, steam and air conditioning supply’ en ‘civil engineering’. Telecommunicatie is een complexe sector die in Noord-Nederland de laatste jaren een sterke groei heeft laten zien, en ook kansrijk lijkt gezien de relatief hoge mate van gerelateerdheid met andere sectoren in de regio. Opvallend in dit verband is dat telecommunicatie als technologie eerder als weinig kansrijk werd bestempeld. Weinig kansrijk is Noord-Nederland in complexe sectoren als ‘hoofdkantoren; management consultancy’ en ‘advertising and market research’, getuige de lage gerelateerdheid met bestaande sectoren in de regio.

In dit rapport kan nooit geheel recht worden gedaan aan de enorme hoeveelheid informatie die boven tafel is gekomen in de analyses. Ook bevatten sommige figuren in dit rapport heel veel informatie die niet altijd goed leesbaar is. Daarom zijn naast dit rapport links op Internet ter beschikking gesteld, waarin de gebruiker zelf kan nagaan welke activiteiten kansrijk zijn in Noord-Nederland (en in de drie provincies), en welke niet. In deze links zijn voor elke technologie en elke sector informatie bijeengebracht over: (1) de mate van specialisatie in Noord-Nederland en

in de drie provincies (aan de hand van RCA); (2) de mate van gerelateerdheid met andere activiteiten in de regio; en (3) de mate van complexiteit van elke technologie en sector. De lijst van links is terug te vinden aan het einde van dit rapport.

Deze identificatie van ontwikkelingspotenties op basis van kwantitatieve analyse is een belangrijke eerste stap om tot ‘evidence-based’ keuzen te komen in S3-beleid in Noord-Nederland. Maar het is slechts een eerste stap. Uiteindelijk zal de definitieve prioritering tot stand moeten komen in de regio zelf, in samenspraak met lokale stakeholders (bedrijven, burgers, experts, academici, uiversiteiten, bestuurders, politici, belangengroepen, etc.), en niet puur en alleen op basis van de kwantitatieve analyse. Dit is ook de hele filosofie waarop S3-beleid gestoeld is: via het zogenaamde entrepreneurial discovery process moeten uiteindelijk de definitieve keuzen worden gemaakt. Onze data-analyse levert inzichten op die kunnen worden ingebracht in dit entrepreneurial discovery proces. Het biedt handvaten om tot goed onderbouwde keuzen te komen, en stelt wellicht ook grenzen daaraan. Immers, voorkomen moet worden dat S3 beleid wordt gericht op activiteiten waar een regio geen enkele relevante kennis van in huis heeft.

Met andere woorden, selectie van kansrijke activiteiten moet in de eerste plaats worden gemaakt door lokale stakeholders zelf. Dit is een continu doorlopend proces dat niet stopt met het schrijven van een beleidsplan, maar dat constant gemonitord, geevalueerd en waar nodig bijgesteld moet worden, in samenspraak met lokale stakeholders. Hierbij zal de lokale overheid een initierende en coördinerende rol moeten vervullen.

Een belangrijke vervolgstap is om goed na te denken over hoe S3 beleid in een regio moet worden vormgegeven, en dat op Europees, nationaal en regionaal nivo. R&D subsidies zijn een veel gebruikt beleidsinstrument dat gericht kan worden ingezet om potenties in Noord-Nederland aan te boren en verder te ontwikkelen. Een bijkomend voordeel van R&D subsidies is dat dit veelal wordt vormgegeven in samenwerkingsprojecten waarin relevante partners (universiteiten, andere kennisinstellingen, bedrijven uit uiteenlopende sectoren) bij elkaar worden gebracht die over complementaire (gerelateerde) kennis beschikken. Tevens kan men op deze wijze toegang krijgen tot relevante kennis elders in Nederland en in Europa die in Noord-Nederland niet of nauwelijks aanwezig is. Maar ook beleid op gebied van menselijk kapitaal lijkt van essentieel belang. Onderwijsbeleid moet bijvoorbeeld worden afgestemd op de behoeften die in S3 beleid worden vastgelegd, en het aantrekken van mensen met de vereiste kennis en vaardigheden van elders dient te worden gefaciliteerd. Ook kan lokaal ondernemerschapbeleid worden geïntegreerd in S3 beleid. Een mogelijk effectief instrument is het stimuleren van nieuwe spinoff-ondernemingen in kansrijke activiteiten vanuit gerelateerde sectoren in een regio.

Literatuurlijst

Balland, P.A. (2017) Economic Geography in R: Introduction to the EconGeo Package, Papers in Evolutionary Economic Geography, 17 (09): 1-75

Balland, P-A. and D. Rigby (2017) The geography of complex knowledge. *Economic Geography* 93: 1-23.

Balland, P-A., Boschma, R., Crespo, J. and D. Rigby (2019) Smart specialization policy in the European Union: relatedness, knowledge complexity and regional diversification. *Regional Studies* 53: 1252-1268.

Bellemare, M., Masaki, T. and T. Pepinsky (2017) Lagged explanatory variables and the estimation of causal effects. *The Journal of Politics* 79: 949-963.

Boschma, R. (2014) Constructing regional advantage and smart specialization. Comparison of two European policy concepts. *Italian Journal of Regional Science* 13: 51-68.

Boschma, R., Balland, P-A. and D. Kogler (2015) Relatedness and technological change in cities: The rise and fall of technological knowledge in US metropolitan areas from 1981 to 2010. *Industrial and Corporate Change* 24: 223-250.

Fleming, L., and Sorenson, O. (2001) Technology as a complex adaptive system: evidence from patent data. *Research Policy* 30 (7), 1019-1039.

Foray, D., David, P. and B. Hall (2009) Smart specialization – the concept. *Knowledge Economists Brief* No. 9, June. Brussels: European Commission.

Hidalgo, C. and R. Hausmann (2009) The building blocks of economic complexity. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106: 10570-10575.

Hidalgo, C., Klinger, B., Barabasi, A-L. and R. Hausmann (2007) The product space conditions the development of nations. *Science* 317: 482-488.

McCann, P. and R. Ortega-Argiles (2015) Smart specialization, regional growth and applications to European Union Cohesion Policy. *Regional Studies* 49: 1291-1302.

Neffke, F., Henning, M. and R. Boschma (2011) How do regions diversity over time? Industry relatedness and the development of new growth paths in regions. *Economic Geography* 87: 237-265

Rigby, D. (2015) Technological relatedness and knowledge space: Entry and exit of US cities from patent classes. *Regional Studies* 49: 1922-1937.

Simon, H. A. (1962) The architecture of complexity. *Proceedings of the American Philosophical Society*, 106, 467–482.

Appendices

Appendix 1. Meten van gerelateerdheid tussen sectoren

Gerelateerdheid tussen sectoren wordt gemeten aan de hand van co-locatie (zie Hidalgo et al. 2007). Twee sectoren worden gerelateerd aan elkaar verondersteld als ze beiden oververtegenwoordigd (gespecialiseerd) zijn in dezelfde regio's. Oververtegenwoordiging wordt benaderd als Relatief Comparatief Voordeel (RCV), en dat wordt gemeten als de ratio van het deel van de werkgelegenheid in sector i in een regio r en dat van Nederland als geheel.

$$RCV_{r,i} = \frac{\text{werkgelegenheid}_{r,i} / \sum_i \text{werkgelegenheid}_{r,i}}{\sum_r \text{werkgelegenheid}_{r,i} / \sum_r \sum_i \text{werkgelegenheid}_{r,i}}$$

Gerelateerdheid tussen sectoren wordt gemeten als correlatie-coëfficiënt tussen continue RCV's. De mate van gerelateerdheid tussen sectoren i and j wordt dan berekend als de correlatie tussen de vectoren $(RCV_{1,i}, RCV_{2,i}, \dots RCV_{84,i})$ en $(RCV_{1,j}, RCV_{2,j}, \dots RCV_{84,j})$. Dit is in Figuur 5 als network weergegeven voor 84 sectoren (2-digit).

Appendix 2. Meten van complexiteit van technologieën

Bij meting van complexiteit van technologieën volgen we Fleming en Sorensen (2001) en gebruiken het EconGeo R package¹ (Balland, 2017). Ten eerste berekenen we de complexiteit van patenten en daarna het gemiddelde van elke technologie-klasse. De complexiteit van een patent is gemeten door de historische moeilijkheid van het recombineren van de elementen (technologische subklassen) waaruit de patent bestaat. In een eerste stap meten we het gemak van recombinitie (de inverse van interdependentie) voor subklasse i die wordt gebruikt in patent j . Dat doen we door te kijken naar het gebruik van subklasse i in daaraan voorafgaande patenten in de periode 2005-2009 en die sommeren we. Deze wordt als noemer gebruikt. De teller is een optelling van het aantal verschillende subklassen dat samen met subklasse i wordt genoemd op de voorafgaande patenten. Dit levert een maat voor het gemak van recombinitie (E_i) op:

$$E_i = \frac{\text{aantal subklassen voorheen gecombineerd met subklasse } i}{\text{aantal van voorafgaande patenten in subklasse } i}$$

¹ We gebruiken de "modular.complexity" functie.

Om een maat van interdependentie voor een patent te bepalen, nemen we het gemiddelde van het geïnverteerde gemak van recombinitie-scores voor de subklassen waartoe het behoort. Dit levert de volgende complexiteit-score op:

$$complexiteit_j = \frac{aantal\ subklassen\ op\ patent_j}{\sum_{i \in j} E_i}$$

In Tabel 1 is de top 10 van de meest complexe technologieën op 2-digit nivo weergegeven.

Appendix 3. Meten van complexiteit van sectoren

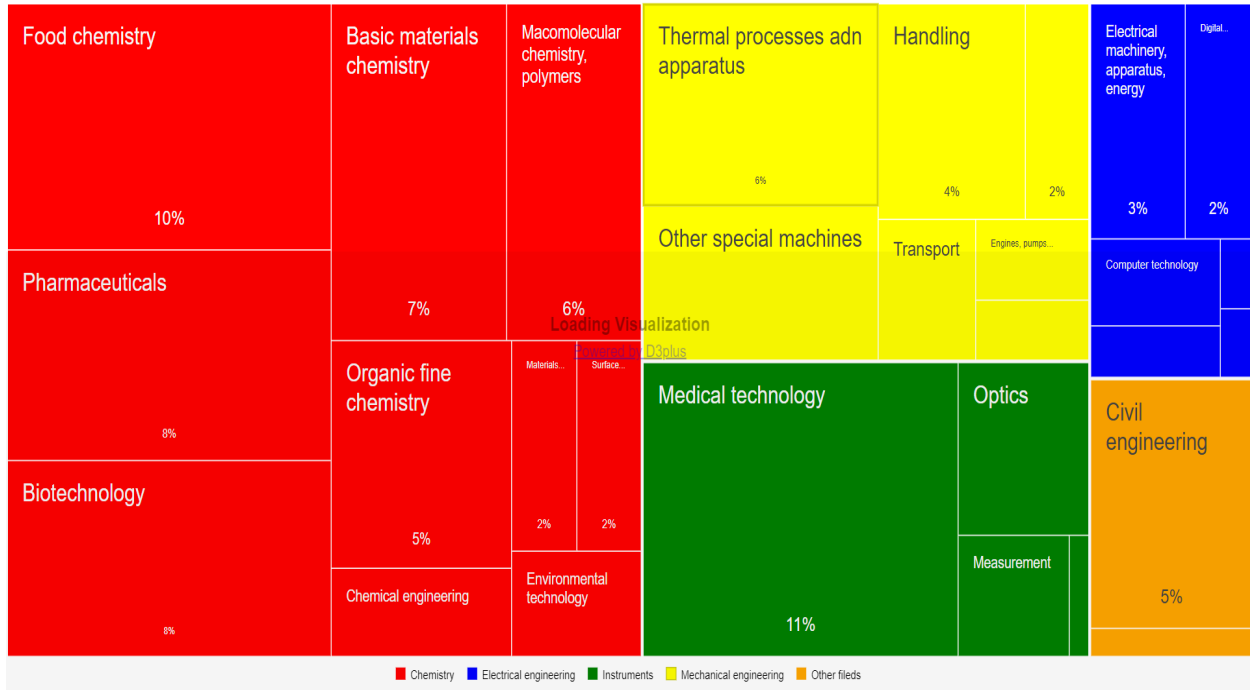
Volgens Hidalgo en Hausmann (2009) zijn sectoren complex wanneer deze in relatief weinig landen worden geproduceerd, en die landen over een diverse sectorale structuur beschikken. Hun ‘methode van reflectie’ werkt doorgaans goed in landen wanneer er uit de data een sterk ruimtelijk patroon tevoorschijn komt. Deze methode werkt echter minder goed als er geen uitgesproken ruimtelijk patroon wordt gevonden (Davies en Maré 2019). Daarom maken we gebruik van de scaling literatuur die stelt dat complexe economische activiteiten in grote steden worden aangetroffen (Balland en Rigby 2018). Als eerste stap berekenen we de stedelijke schaal door de bevolkingsomvang te vermenigvuldigen met bevolkingsdichtheid, om zodoende een proxy te verkrijgen van interactie-potentieel. We gebruiken deze stedelijke schaal als een gewicht om een gewogen gemiddelde van de ‘relatedness density’ voor elke sector te berekenen:

$$COMPLEXITEIT_{i,r} = \frac{\sum_c \left(\left(\frac{\sum_{j \in r, j \neq i} \phi_{ij}}{\sum_{j \neq i} \phi_{ij}} * 100 \right)_c * (Bevolking_c * Dichtheid_c) \right)}{\sum_i c}$$

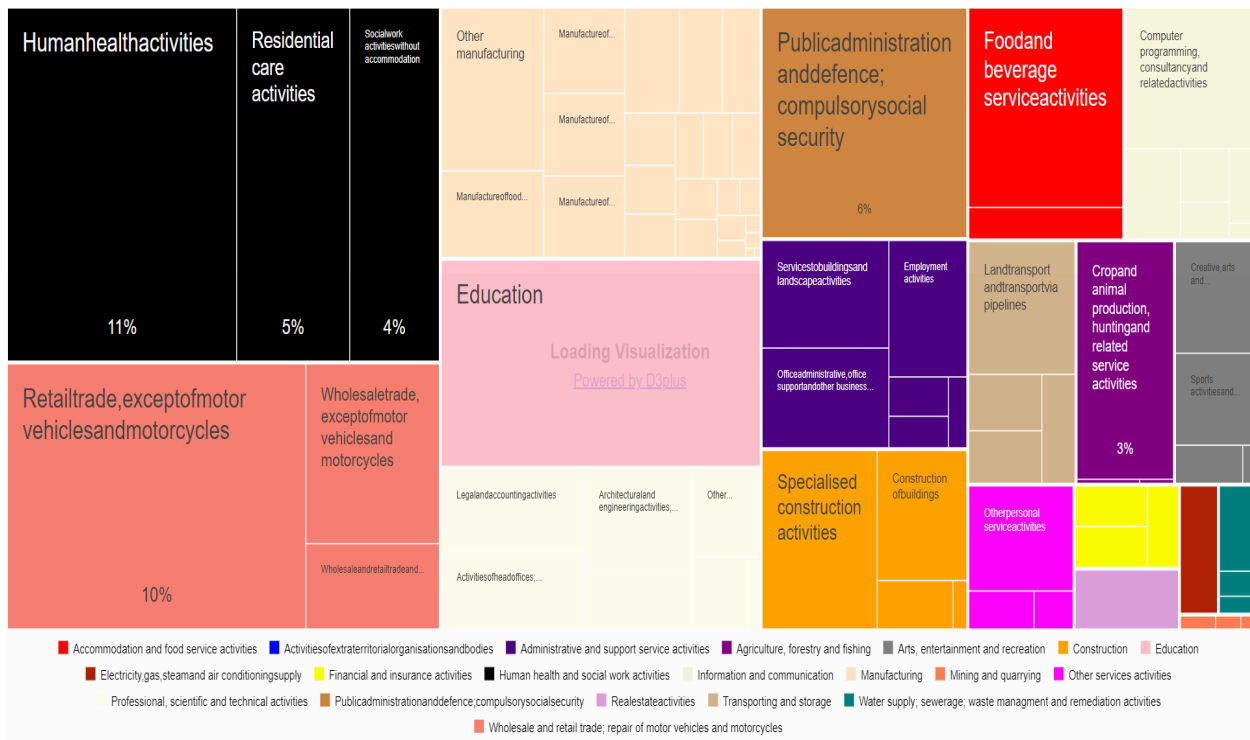
Sectoren zijn complex als deze een hoge mate van gerelateerdheid in dichtbevolkte en grote steden hebben. Voor elke sector wordt dit bepaald met behulp van gegevens voor alle Europese regio’s op basis van de EU Labour Survey data. In Tabel 2 wordt de top 10 van meest complexe sectoren op 2-digit nivo getoond.

Appendix 4. Huidige specialisaties van de drie Noordelijke provincies

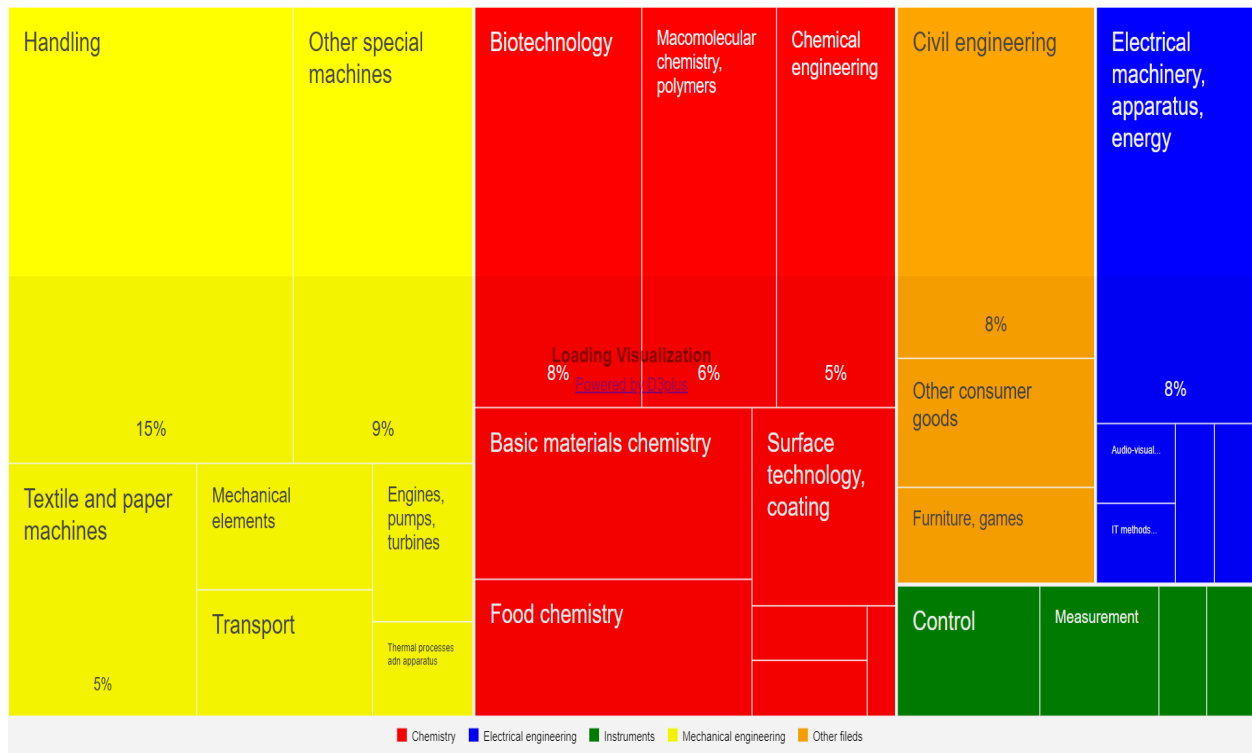
Figuur A4.1. Huidige technologische specialisatie Groningen (2 digit): treemap



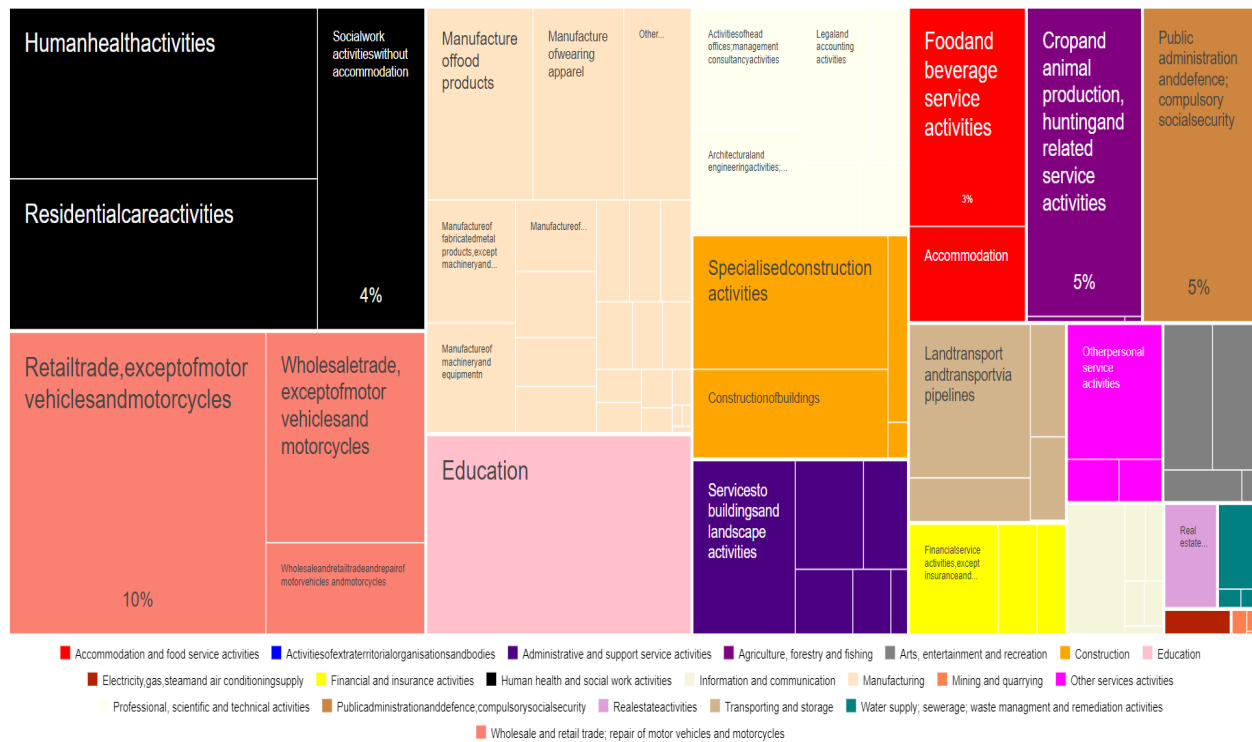
Figuur A4.2. Huidige sectorale specialisatie Groningen (2 digit): treemap



Figuur A4.3. Huidige technologische specialisatie Friesland (2 digit): treemap



Figuur A4.4. Huidige sectorale specialisatie Friesland (2 digit): treemap



Appendix 5. Meten van *relatedness density*

Relatedness density wordt bij technologieën als volgt gemeten. In de eerste plaats wordt gebruik gemaakt van de mate van gerelateerdheid tussen alle technologieën, zoals eerder gemeten. Daarna wordt gemeten in hoeverre er in een regio technologische specialisaties zijn die gerelateerd zijn aan een potentieel nieuwe technologie (Hidalgo et al. 2007; Boschma et al. 2015). De dichtheid van kennis rond een technologie i in een regio r op tijdstip t wordt gemeten door de gerelateerdheid $\varphi_{i,j,t}$ van technologie i met alle andere technologieën j waarin de regio is gespecialiseerd (Relatief Technologisch Voordeel $RTV > 1$) te delen door de som van gerelateerdheid van technologie i met alle technologieën j in Nederland als geheel op tijdstip t :

$$\text{RELATEDNESS DENSITY}_{i,r,t} = \frac{\sum_{j \in r, j \neq i} \varphi_{ij}}{\sum_{j \neq i} \varphi_{ij}} * 100$$

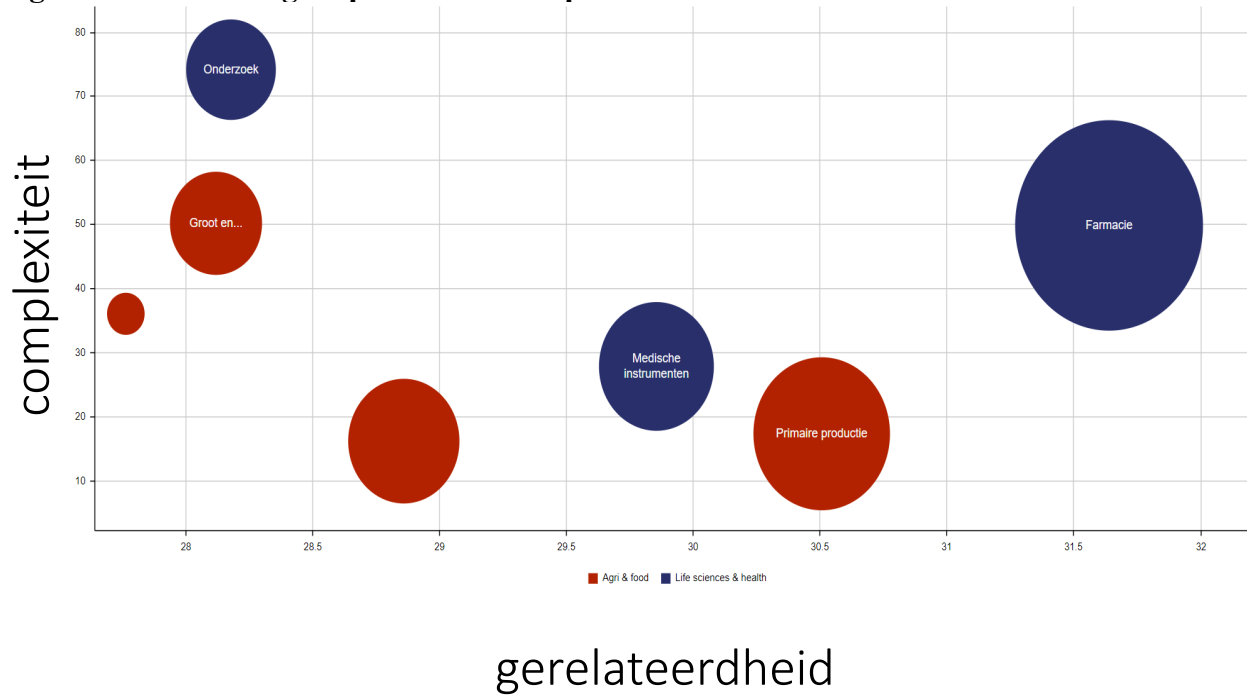
RTV is een binaire variabele die een waarde van 1 krijgt als het aandeel van patenten in een technologie-klasse in een regio groter is dan het aandeel van patenten in dezelfde technologie-klasse voor Nederland als geheel. Anders krijgt het een waarde 0. Een regio r heeft een RTV in technologie i ($r = 1, \dots, n$; $i = 1, \dots, k$) en dus $RTV_{r,i}^t = 1$ als:

$$\frac{\text{patenten}_{r,i}^t / \sum_i \text{patenten}_{r,i}^t}{\sum_r \text{patenten}_{r,i}^t / \sum_r \sum_i \text{patenten}_{r,i}^t} > 1$$

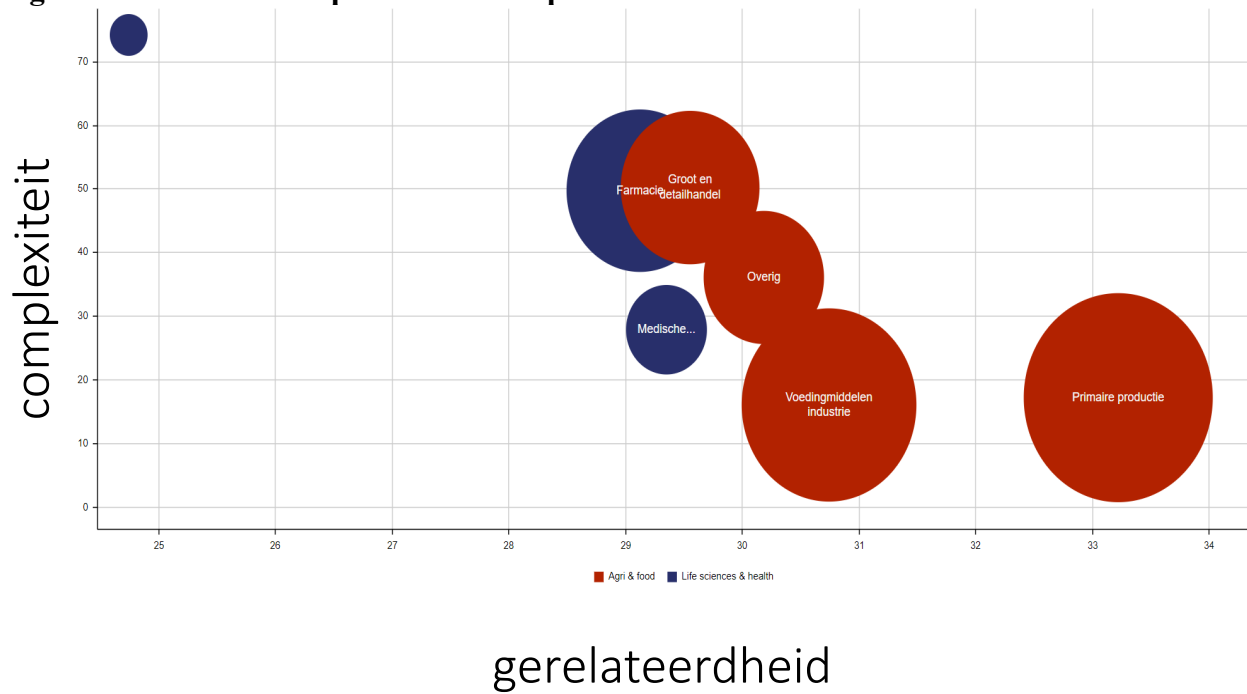
Relatedness density wordt bij sectoren op dezelfde manier gemeten. Alleen wordt nu in plaats van het aandeel van patenten in een technologie het aandeel van werkzame personen in een sector gebruikt.

Appendix 6. Potenties van Groningen, Friesland en Drenthe in 2 topsectoren

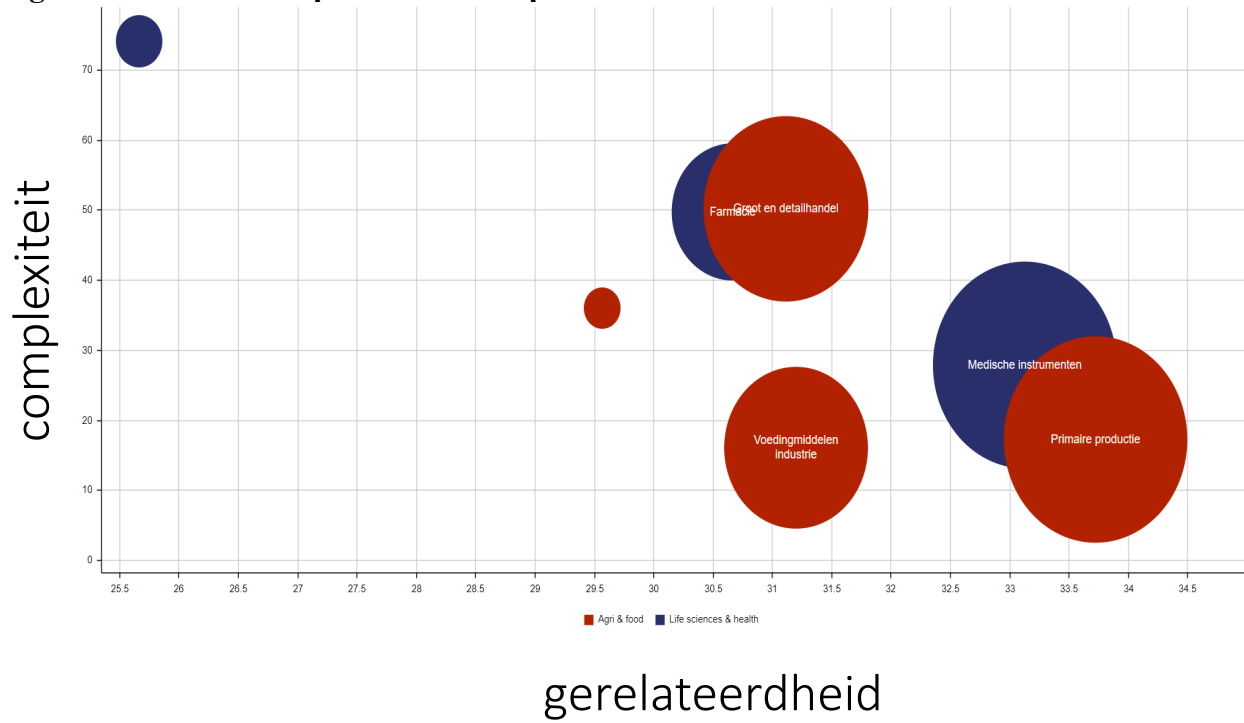
Figuur A6.1. Groningen: potenties in 2 topsectoren



Figuur A6.2. Friesland: potenties in 2 topsectoren

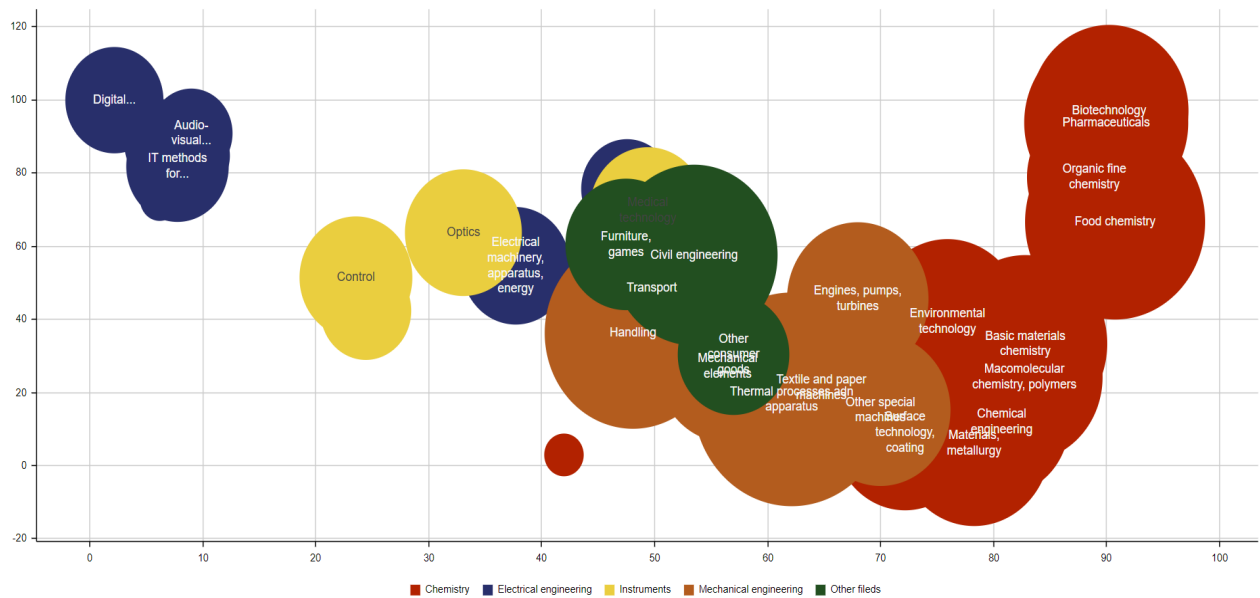


Figuur A6.3. Drenthe: potenties in 2 topsectoren



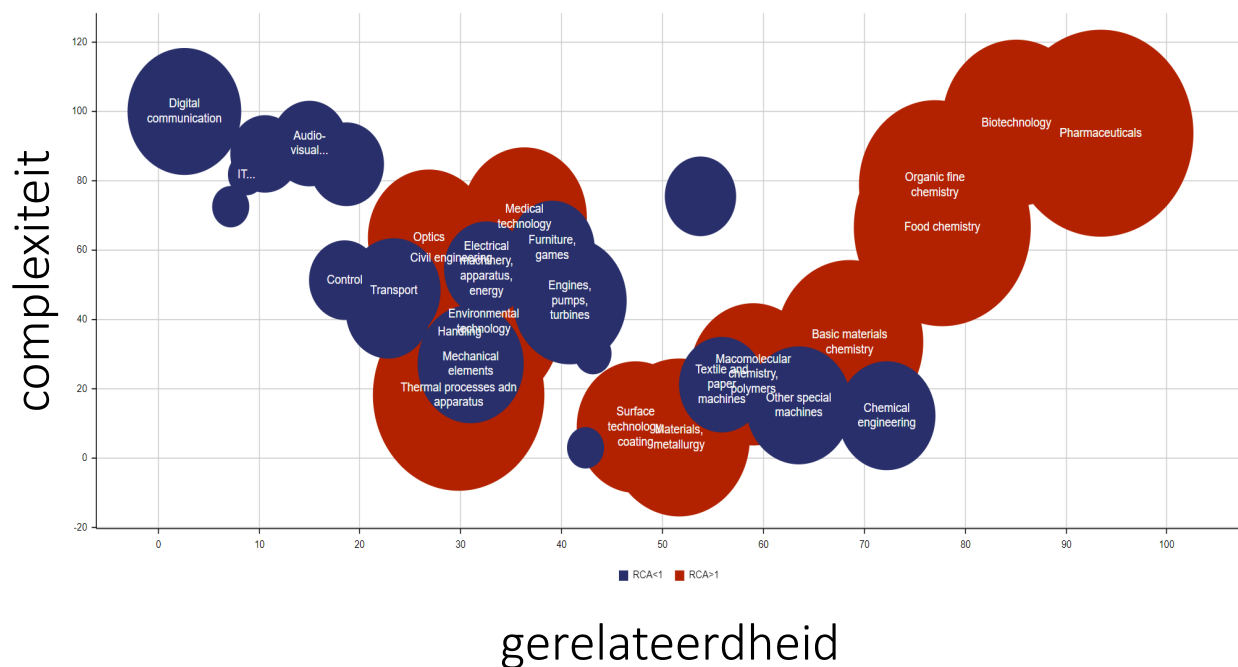
Appendix 7.

Figuur A7.1. Noord-Nederland (2 digit): uitgesplitst naar 1-digit technologieën

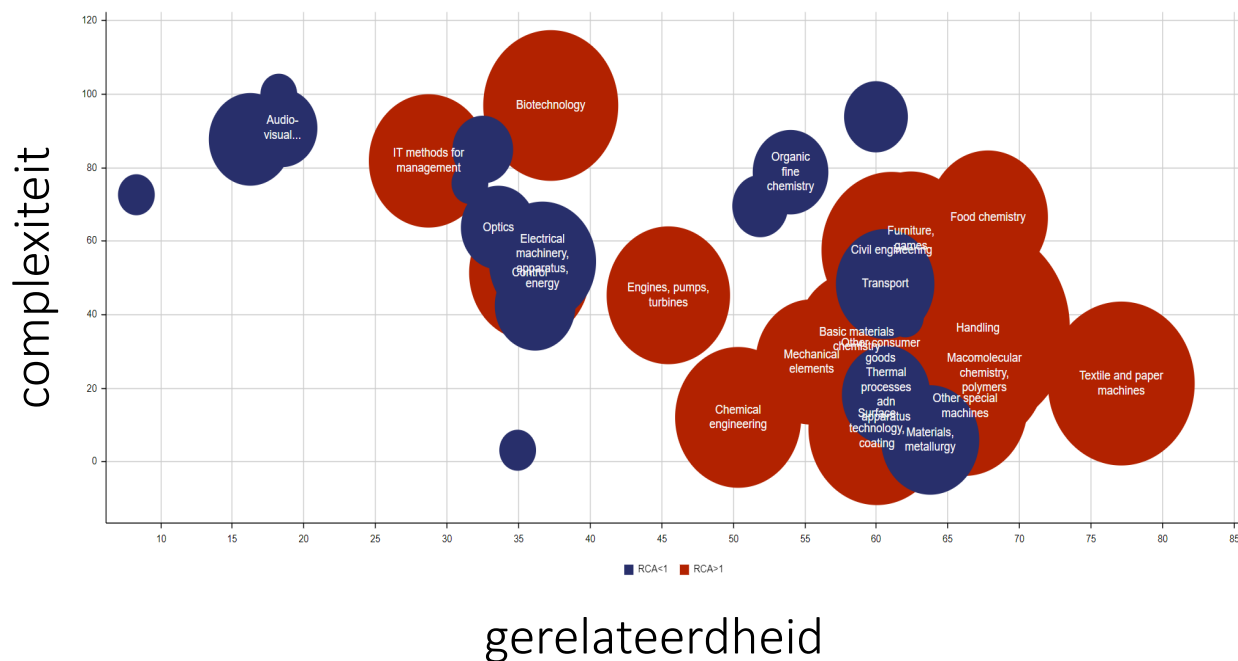


Appendix 8. Technologische ontwikkelingspotenties (2-digit) in Groningen, Friesland en Drenthe

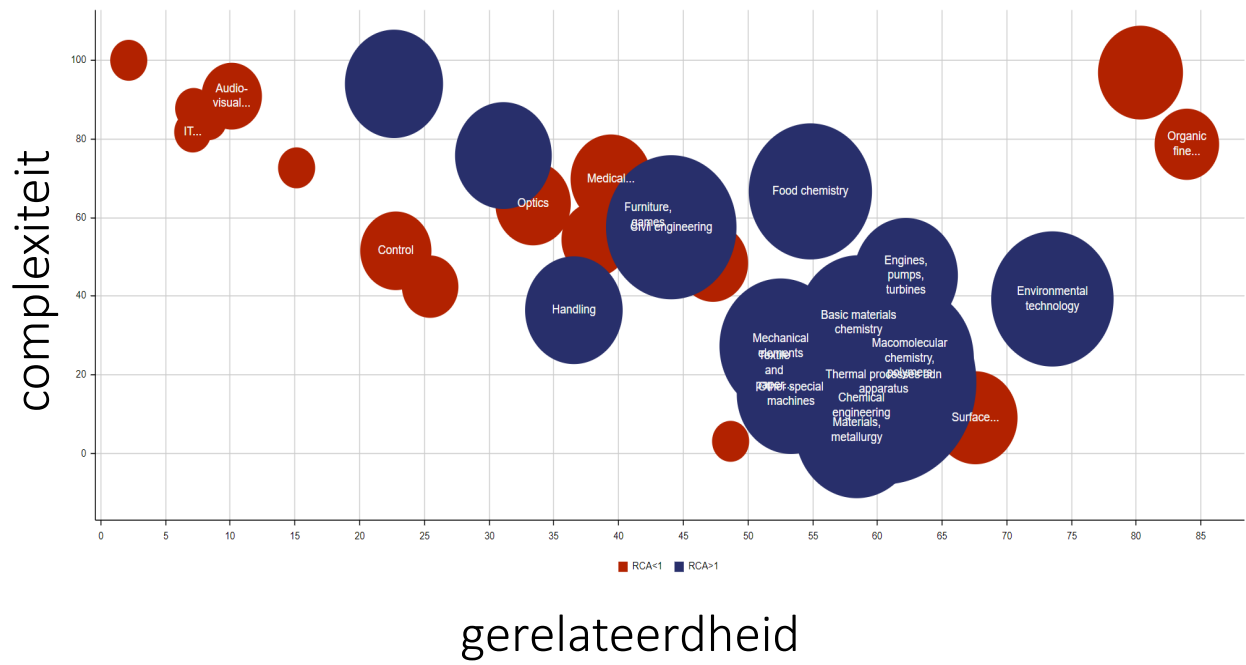
Figuur A8.1. Technologische ontwikkelingspotenties (2-digit) in Groningen



Figuur A8.2. Technologische ontwikkelingspotenties (2-digit) in Friesland

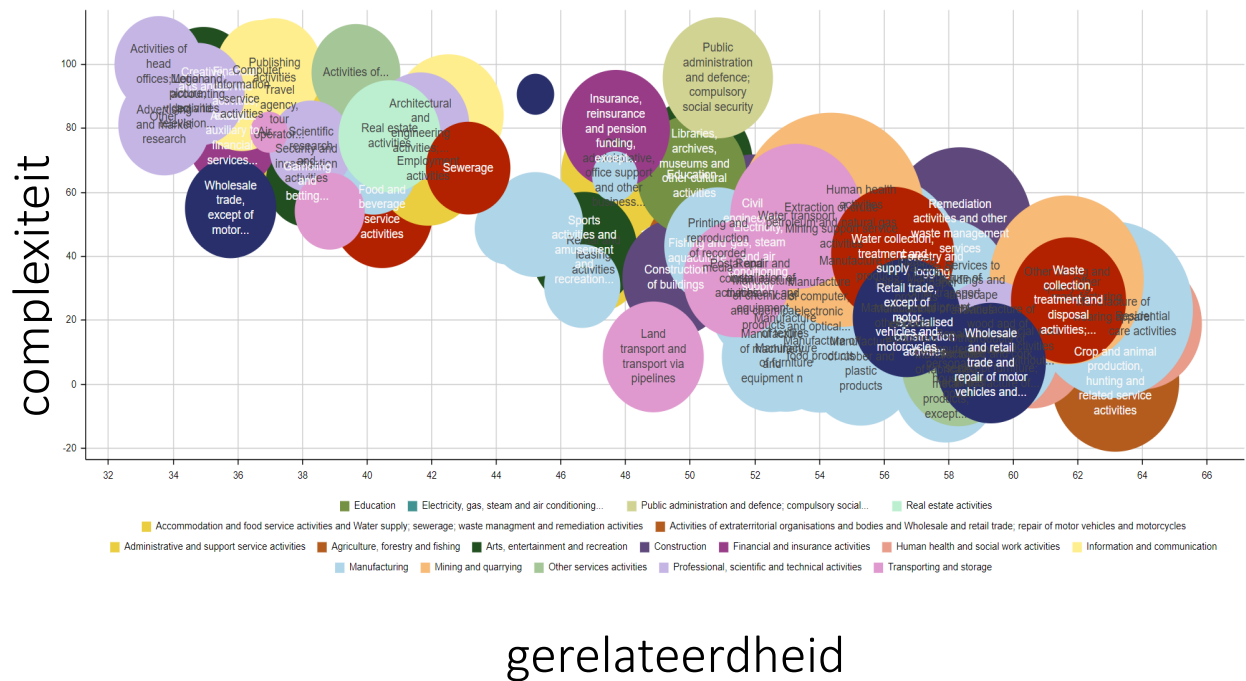


Figuur A8.3. Technologische ontwikkelingspotenties (2-digit) in Drenthe



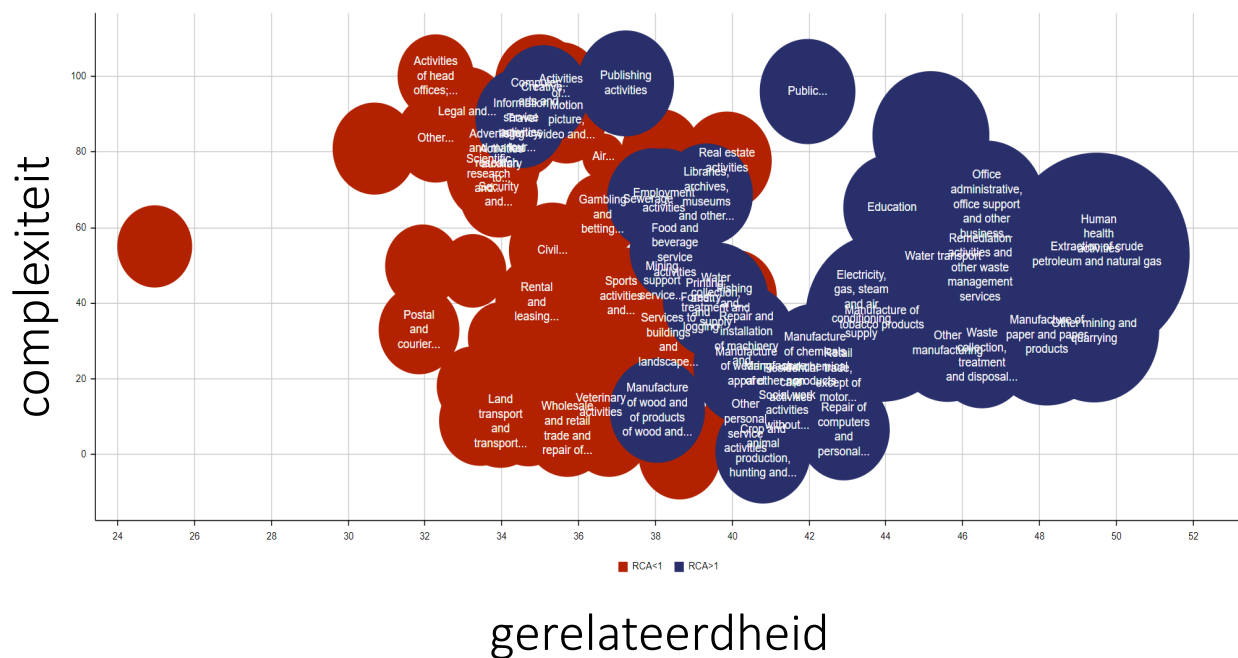
Appendix 9.

Figuur A9.1. Noord-Nederland (2 digit): uitgesplitst naar 1-digit sectoren

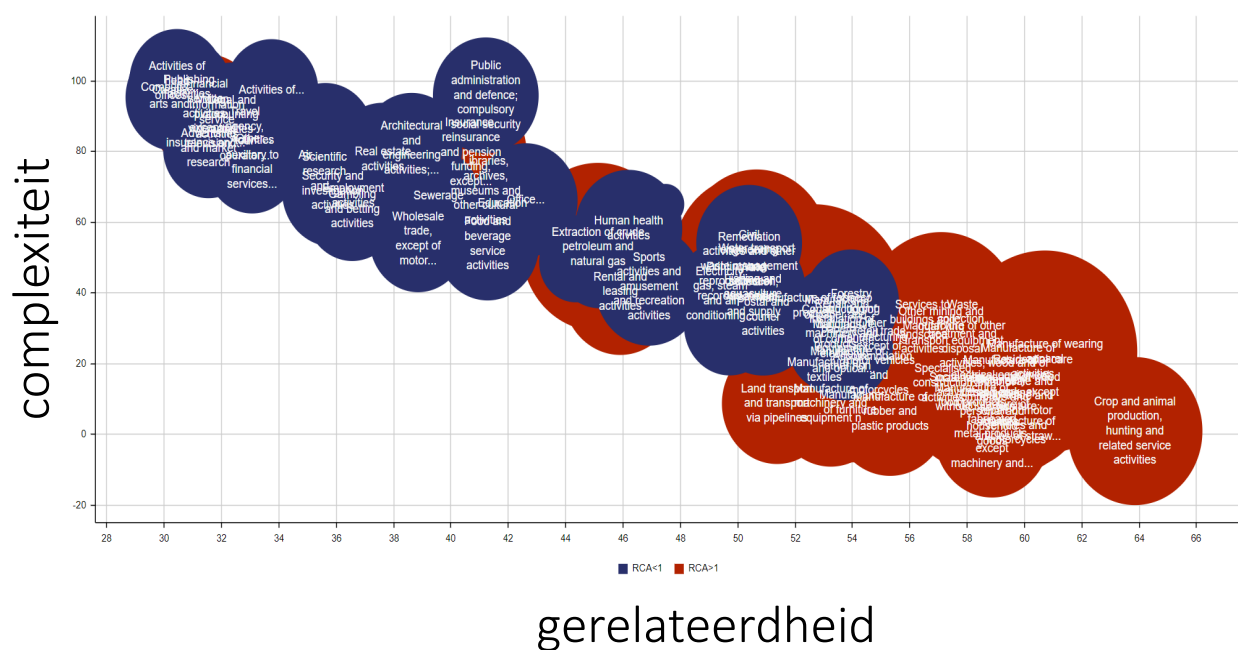


Appendix 10. Sectorale ontwikkelingspotenties (2-digit) in Groningen, Friesland en Drenthe

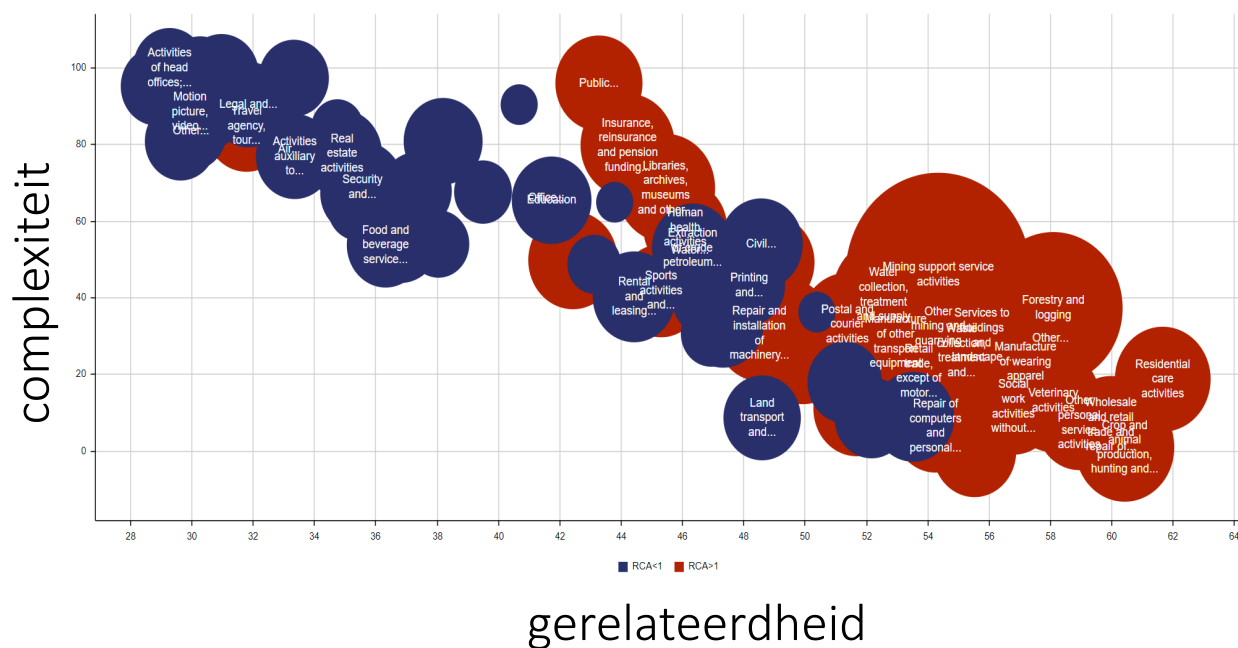
Figuur A10.1. Groningen (2 digit): sectorale ontwikkelingspotenties



Figuur A10.2. Friesland (2 digit): sectorale ontwikkelingspotenties



Figuur A10.3. Drenthe (2 digit): sectorale ontwikkelingspotenties



Lijst van figuren/tabellen:

- Figuur 1. Gerelateerde diversificatie (regio A) en ongerelateerde diversificatie (regio B)
- Figuur 2. Identificatie van kansen voor S3 beleid
- Figuur 3. Een beleidsraamwerk voor S3 beleid
- Figuur 4. Gerelateerdheid tussen technologieën (2-digit)
- Figuur 5. Gerelateerdheid tussen sectoren (2-digit)
- Figuur 6. Huidige technologische specialisaties in Noord-Nederland (2 digit)
- Figuur 7. Huidige sectorale specialisaties in Noord-Nederland (2 digit)
- Figuur 8. Noord-Nederland: ontwikkelingspotenties in 6 sleuteltechnologieën (2-digit)
- Figuur 9. Groningen: ontwikkelingspotenties in 6 sleuteltechnologieën (2-digit)
- Figuur 10. Friesland: ontwikkelingspotenties in 6 sleuteltechnologieën (2-digit)

Figuur 11. Drenthe: ontwikkelingspotenties in 6 sleuteltechnologieën (2-digit)

Figuur 12. Noord-Nederland: potenties in 2 topsectoren

Figuur 13. Technologische ontwikkelingspotenties (2 digit) in Noord-Nederland

Figuur 14. Sectorale ontwikkelingspotenties (2 digit) in Noord-Nederland

Figuur A4.1. Huidige technologische specialisatie Groningen (2 digit): treemap

Figuur A4.2. Huidige sectorale specialisatie Groningen (2 digit): treemap

Figuur A4.3. Huidige technologische specialisatie Friesland (2 digit): treemap

Figuur A4.4. Huidige sectorale specialisatie Friesland (2 digit): treemap

Figuur A4.5. Huidige technologische specialisatie Drenthe (2 digit): treemap

Figuur A4.6. Huidige sectorale specialisatie Drenthe (2 digit): treemap

Figuur A6.1. Groningen: potenties in 2 topsectoren

Figuur A6.2. Friesland: potenties in 2 topsectoren

Figuur A6.3. Drenthe: potenties in 2 topsectoren

Figuur A7.1. Noord-Nederland (2 digit): uitgesplitst naar 1-digit technologieën

Figuur A8.1. Technologische ontwikkelingspotenties (2-digit) in Groningen

Figuur A8.2. Technologische ontwikkelingspotenties (2-digit) in Friesland

Figuur A8.3. Technologische ontwikkelingspotenties (2-digit) in Drenthe

Figuur A9.1. Noord-Nederland (2 digit): uitgesplitst naar 1-digit sectoren

Figuur A10.1. Groningen (2 digit): sectorale ontwikkelingspotenties

Figuur A10.2. Friesland (2 digit): sectorale ontwikkelingspotenties

Figuur A10.3. Drenthe (2 digit): sectorale ontwikkelingspotenties

Tabel 1. Top 10 meest complexe technologieën (totaal 33 technologieën)

Tabel 2. Top 10 meest complexe sectoren (totaal 84 sectoren)

Tabel 3. Koppeling zes sleuteltechnologieën met 4-digit patentklassen

Tabel 4. Sectoren die vallen onder Agro-Food

Tabel 5. Sectoren die vallen onder Life Sciences/Health

Tabel 6. Voorbeelden van 3 potentiële technologieën in Noord-Nederland, op basis van $RTV < 1$ en hoge gerelateerdheid

Tabel 7. Voorbeelden van 3 potentiële technologieën in Noord-Nederland, op basis van een significante stijging RTV , en een hoge complexiteit

Tabel 8. Voorbeelden van potentieel binnen Food Chemistry (4-digit) in Noord-Nederland, $RCA < 1$ + hoge gerelateerdheid

Tabel 9. Voorbeelden van 3 potentiële sectoren in Noord-Nederland, op basis van $RCA < 1$ en hoge gerelateerdheid

Tabel 10. Voorbeelden van 3 potentiële sectoren in Noord-Nederland, op basis van een significante stijging RCA , en een hoge complexiteit

Tabel 11. Voorbeelden van potentieel binnen Telecommunications (5-digit) in Noord-Nederland, $RCA < 1$ + hoge gerelateerdheid

Lijst van links:

Gerelateerdheid tussen sectoren en gerelateerdheid tussen technologieën (figuren 4 en 5)

- <https://paballand.github.io/NNL-ind-space.html>
- <https://paballand.github.io/NNL-tech-space.html>

Technologische ontwikkelingspotenties in Noord-Nederland en de drie provincies (figuren 13, A7.1, A8.1-A8.3)

- <https://paballand.github.io/C-1-smart-spec-tech-data-2d-NL1.html>
- <https://paballand.github.io/C-2-smart-spec-tech-data-2d-Groningen.html>
- <https://paballand.github.io/C-3-smart-spec-tech-data-2d-Friesland.html>
- <https://paballand.github.io/C-4-smart-spec-tech-data-2d-Drenthe.html>

- <https://paballand.github.io/C-13-smart-spec-tech-data-2d-North%20Netherlands-rca.html>
- <https://paballand.github.io/C-14-smart-spec-tech-data-2d-Groningen-rca.html>
- <https://paballand.github.io/C-15-smart-spec-tech-data-2d-Friesland-rca.html>
- <https://paballand.github.io/C-16-smart-spec-tech-data-2d-Drenthe-rca.html>

Sectorale ontwikkelingspotenties in Noord-Nederland en de drie provincies (figuren 14, A9.1, A10.1-A10.3)

- <https://paballand.github.io/C-5-smart-spec-ind-data-2d-NL1.html>
- <https://paballand.github.io/C-6-smart-spec-ind-data-2d-Groningen.html>
- <https://paballand.github.io/C-7-smart-spec-ind-data-2d-Friesland.html>
- <https://paballand.github.io/C-8-smart-spec-ind-data-2d-Drenthe.html>

- <https://paballand.github.io/C-9-smart-spec-ind-data-2d-NL1.html>
- <https://paballand.github.io/C-10-smart-spec-ind-data-2d-Groningen-rca.html>
- <https://paballand.github.io/C-11-smart-spec-ind-data-2d-Drenthe-rca.html>
- <https://paballand.github.io/C-12-smart-spec-ind-data-2d-Friesland-rca.html>

Ontwikkelingspotenties in 6 sleuteltechnologieën (2-digit) (figuren 8-11)

- <https://paballand.github.io/D-4-s3-NL1.html>
- <https://paballand.github.io/D-5-s3-Groningen.html>
- <https://paballand.github.io/D-6-s3-Friesland.html>
- <https://paballand.github.io/D-7-s3-Drenthe.html>

Interactieve tabellen voor Noord-Nederland en 3 provincies:

(1) sectoren (2-digit en 5-digit): relatedness density, complexity en RCA:

- <https://paballand.github.io/3-ind-data-final-2d-and-5d-nuts1-2018.html>
- <https://paballand.github.io/6-ind-data-final-2d-and-5d-2018.html>

(2) technologieën (2-digit en 4-digit): relatedness density, complexity en RCA:

- <https://paballand.github.io/6-tech-data-final-2d-and-4d-p5-nuts1.html>
- <https://paballand.github.io/3-tech-data-final-2d-and-4d-p5.html>